

Rastija, Vesna

Authored book / Autorska knjiga

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

Publication year / Godina izdavanja: **2016**

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

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-11-29**



Sveučilište Josipa Jurja
Strossmayera u Osijeku

**Fakultet
agrobiotehničkih
znanosti Osijek**

Repository / Repozitorij:

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



Vesna Rastija

ZBIRKA ZADATAKA IZ KEMIJE





SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA

Vesna Rastija

**ZBIRKA ZADATAKA
IZ KEMIJE**

Osijek, 2016.



Recenzenti:

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

Lektorica:

Tanja Šustić, prof.

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

ISBN 978-953-7871-54-3

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

Tisak

Čarobni tim d.o.o., Osijek

PERIODNI SUSSTAV ELEMENATA

PERIODA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
SKUPINA	1 IA	2 IIA	3 IIIB	4 IVB	5 VB	6 VIB	7 VIIB	8 VIIIB	9 VIIIB	10 VIIIB	11 IIB	12 IIB	13 IIIB	14 IVA	15 VA	16 VIA	17 VIIA	18 VIIIA																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
1	1 1.0079 H VODIK	2 6.941 Li LITIJ	3 6.941 Be BERILIJ	4 9.0122 Li LITIJ	5 22.990 Na NATRIJ	6 20 40.078 Mg MAGNEZIJ	7 21 44.956 Ca KALCIJ	8 22 47.867 Sc SKANDIJ	9 23 50.942 Ti TITANIJ	10 24 51.996 V VANADIJ	11 25 54.938 Cr KROM	12 26 55.845 Mn MANGAN	13 27 58.933 Fe ŽELJEZO	14 28 58.693 Ni NIKAL	15 29 63.546 Cu BAKAR	16 30 65.38 Zn CINK	17 31 69.723 Ga GALIJ	18 32 72.64 Ge GERMANIJ	19 33 74.922 As ARSEN	20 34 78.96 Se SELENIJ	21 35 79.904 Br BROM	22 36 83.798 Kr KRIPTON	23 37 85.468 Rb RUBIDIJ	24 38 87.62 Sr STRONCIJ	25 39 88.906 Y ITRIJ	26 40 91.224 Zr CIRKONIJ	27 41 92.906 Nb NIOBIJ	28 42 95.96 Mo MOLIBDEN	29 43 98 Tc TEHNECIJ	30 44 101.07 Ru RUTENIJ	31 45 102.91 Rh RODIJ	32 46 106.42 Pd PALADIJ	33 47 107.87 Ag SREBRO	34 48 112.41 Cd KADMIJ	35 49 114.82 In INDIJ	36 50 118.71 Sn KOSTIAR	37 51 121.76 Sb ANTIMON	38 52 127.60 Te TELURIJ	39 53 126.90 I JOD	40 54 131.29 Xe KSENON																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
2	11 22.990 Na NATRIJ	12 24.305 Mg MAGNEZIJ	13 26.982 Al ALUMINIJ	14 28.086 Si SILICIJ	15 30.974 P FOSFOR	16 32.065 S SUMPOR	17 35.453 Cl KLOR	18 39.948 Ar ARGON	19 39.098 K KALIJ	20 40.078 Ca KALCIJ	21 44.956 Sc SKANDIJ	22 47.867 Ti TITANIJ	23 50.942 V VANADIJ	24 51.996 Cr KROM	25 54.938 Mn MANGAN	26 55.845 Fe ŽELJEZO	27 58.933 Co KOBALT	28 58.693 Ni NIKAL	29 63.546 Cu BAKAR	30 65.38 Zn CINK	31 69.723 Ga GALIJ	32 72.64 Ge GERMANIJ	33 74.922 As ARSEN	34 78.96 Se SELENIJ	35 79.904 Br BROM	36 83.798 Kr KRIPTON	37 85.468 Rb RUBIDIJ	38 87.62 Sr STRONCIJ	39 88.906 Y ITRIJ	40 91.224 Zr CIRKONIJ	41 92.906 Nb NIOBIJ	42 95.96 Mo MOLIBDEN	43 98 Tc TEHNECIJ	44 101.07 Ru RUTENIJ	45 102.91 Rh RODIJ	46 106.42 Pd PALADIJ	47 107.87 Ag SREBRO	48 112.41 Cd KADMIJ	49 114.82 In INDIJ	50 118.71 Sn KOSTIAR	51 121.76 Sb ANTIMON	52 127.60 Te TELURIJ	53 126.90 I JOD	54 131.29 Xe KSENON																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
3	87 (223) Fr FRANCIJ	88 (226) Ra RADIJ	89-103 La-Lu Lantanoidi	104 (267) Hf HAFNIJ	105 (268) Ta TANTAL	106 (271) W VOLFRAM	107 (272) Re RENIJ	108 (277) Os OSMIJ	109 (276) Ir IRIDIJ	110 (281) Pt PLATINA	111 (280) Au ZLATO	112 (285) Hg ŽIVA	113 (...) Tl TALIJ	114 (287) Pb OLOVO	115 (...) Bi BIZMUT	116 (291) Po POLONIJ	117 (...) At ASTAT	118 (...) Rn RADON	119 Uuo UNUNOKTIJ	120 Uup UNUNPENTIJ	121 Lv LIVERMORIJ	122 Uus UNUNSEPTIJ	123 Uuh UNUNHEKTIJ	124 Uuq UNUNOCTIJ	125 Uur UNUNNONIJ	126 Uus UNUNSEPTIJ	127 Uut UNUNTRIJ	128 Uuq UNUNOCTIJ	129 Uur UNUNNONIJ	130 Uus UNUNSEPTIJ	131 Uuh UNUNHEKTIJ	132 Uuq UNUNOCTIJ	133 Uur UNUNNONIJ	134 Uus UNUNSEPTIJ	135 Uuh UNUNHEKTIJ	136 Uuq UNUNOCTIJ	137 Uur UNUNNONIJ	138 Uus UNUNSEPTIJ	139 Uuh UNUNHEKTIJ	140 Uuq UNUNOCTIJ	141 Uur UNUNNONIJ	142 Uus UNUNSEPTIJ	143 Uuh UNUNHEKTIJ	144 Uuq UNUNOCTIJ	145 Uur UNUNNONIJ	146 Uus UNUNSEPTIJ	147 Uuh UNUNHEKTIJ	148 Uuq UNUNOCTIJ	149 Uur UNUNNONIJ	150 Uus UNUNSEPTIJ	151 Uuh UNUNHEKTIJ	152 Uuq UNUNOCTIJ	153 Uur UNUNNONIJ	154 Uus UNUNSEPTIJ	155 Uuh UNUNHEKTIJ	156 Uuq UNUNOCTIJ	157 Uur UNUNNONIJ	158 Uus UNUNSEPTIJ	159 Uuh UNUNHEKTIJ	160 Uuq UNUNOCTIJ	161 Uur UNUNNONIJ	162 Uus UNUNSEPTIJ	163 Uuh UNUNHEKTIJ	164 Uuq UNUNOCTIJ	165 Uur UNUNNONIJ	166 Uus UNUNSEPTIJ	167 Uuh UNUNHEKTIJ	168 Uuq UNUNOCTIJ	169 Uur UNUNNONIJ	170 Uus UNUNSEPTIJ	171 Uuh UNUNHEKTIJ	172 Uuq UNUNOCTIJ	173 Uur UNUNNONIJ	174 Uus UNUNSEPTIJ	175 Uuh UNUNHEKTIJ	176 Uuq UNUNOCTIJ	177 Uur UNUNNONIJ	178 Uus UNUNSEPTIJ	179 Uuh UNUNHEKTIJ	180 Uuq UNUNOCTIJ	181 Uur UNUNNONIJ	182 Uus UNUNSEPTIJ	183 Uuh UNUNHEKTIJ	184 Uuq UNUNOCTIJ	185 Uur UNUNNONIJ	186 Uus UNUNSEPTIJ	187 Uuh UNUNHEKTIJ	188 Uuq UNUNOCTIJ	189 Uur UNUNNONIJ	190 Uus UNUNSEPTIJ	191 Uuh UNUNHEKTIJ	192 Uuq UNUNOCTIJ	193 Uur UNUNNONIJ	194 Uus UNUNSEPTIJ	195 Uuh UNUNHEKTIJ	196 Uuq UNUNOCTIJ	197 Uur UNUNNONIJ	198 Uus UNUNSEPTIJ	199 Uuh UNUNHEKTIJ	200 Uuq UNUNOCTIJ	201 Uur UNUNNONIJ	202 Uus UNUNSEPTIJ	203 Uuh UNUNHEKTIJ	204 Uuq UNUNOCTIJ	205 Uur UNUNNONIJ	206 Uus UNUNSEPTIJ	207 Uuh UNUNHEKTIJ	208 Uuq UNUNOCTIJ	209 Uur UNUNNONIJ	210 Uus UNUNSEPTIJ	211 Uuh UNUNHEKTIJ	212 Uuq UNUNOCTIJ	213 Uur UNUNNONIJ	214 Uus UNUNSEPTIJ	215 Uuh UNUNHEKTIJ	216 Uuq UNUNOCTIJ	217 Uur UNUNNONIJ	218 Uus UNUNSEPTIJ	219 Uuh UNUNHEKTIJ	220 Uuq UNUNOCTIJ	221 Uur UNUNNONIJ	222 Uus UNUNSEPTIJ	223 Uuh UNUNHEKTIJ	224 Uuq UNUNOCTIJ	225 Uur UNUNNONIJ	226 Uus UNUNSEPTIJ	227 Uuh UNUNHEKTIJ	228 Uuq UNUNOCTIJ	229 Uur UNUNNONIJ	230 Uus UNUNSEPTIJ	231 Uuh UNUNHEKTIJ	232 Uuq UNUNOCTIJ	233 Uur UNUNNONIJ	234 Uus UNUNSEPTIJ	235 Uuh UNUNHEKTIJ	236 Uuq UNUNOCTIJ	237 Uur UNUNNONIJ	238 Uus UNUNSEPTIJ	239 Uuh UNUNHEKTIJ	240 Uuq UNUNOCTIJ	241 Uur UNUNNONIJ	242 Uus UNUNSEPTIJ	243 Uuh UNUNHEKTIJ	244 Uuq UNUNOCTIJ	245 Uur UNUNNONIJ	246 Uus UNUNSEPTIJ	247 Uuh UNUNHEKTIJ	248 Uuq UNUNOCTIJ	249 Uur UNUNNONIJ	250 Uus UNUNSEPTIJ	251 Uuh UNUNHEKTIJ	252 Uuq UNUNOCTIJ	253 Uur UNUNNONIJ	254 Uus UNUNSEPTIJ	255 Uuh UNUNHEKTIJ	256 Uuq UNUNOCTIJ	257 Uur UNUNNONIJ	258 Uus UNUNSEPTIJ	259 Uuh UNUNHEKTIJ	260 Uuq UNUNOCTIJ	261 Uur UNUNNONIJ	262 Uus UNUNSEPTIJ	263 Uuh UNUNHEKTIJ	264 Uuq UNUNOCTIJ	265 Uur UNUNNONIJ	266 Uus UNUNSEPTIJ	267 Uuh UNUNHEKTIJ	268 Uuq UNUNOCTIJ	269 Uur UNUNNONIJ	270 Uus UNUNSEPTIJ	271 Uuh UNUNHEKTIJ	272 Uuq UNUNOCTIJ	273 Uur UNUNNONIJ	274 Uus UNUNSEPTIJ	275 Uuh UNUNHEKTIJ	276 Uuq UNUNOCTIJ	277 Uur UNUNNONIJ	278 Uus UNUNSEPTIJ	279 Uuh UNUNHEKTIJ	280 Uuq UNUNOCTIJ	281 Uur UNUNNONIJ	282 Uus UNUNSEPTIJ	283 Uuh UNUNHEKTIJ	284 Uuq UNUNOCTIJ	285 Uur UNUNNONIJ	286 Uus UNUNSEPTIJ	287 Uuh UNUNHEKTIJ	288 Uuq UNUNOCTIJ	289 Uur UNUNNONIJ	290 Uus UNUNSEPTIJ	291 Uuh UNUNHEKTIJ	292 Uuq UNUNOCTIJ	293 Uur UNUNNONIJ	294 Uus UNUNSEPTIJ	295 Uuh UNUNHEKTIJ	296 Uuq UNUNOCTIJ	297 Uur UNUNNONIJ	298 Uus UNUNSEPTIJ	299 Uuh UNUNHEKTIJ	300 Uuq UNUNOCTIJ	301 Uur UNUNNONIJ	302 Uus UNUNSEPTIJ	303 Uuh UNUNHEKTIJ	304 Uuq UNUNOCTIJ	305 Uur UNUNNONIJ	306 Uus UNUNSEPTIJ	307 Uuh UNUNHEKTIJ	308 Uuq UNUNOCTIJ	309 Uur UNUNNONIJ	310 Uus UNUNSEPTIJ	311 Uuh UNUNHEKTIJ	312 Uuq UNUNOCTIJ	313 Uur UNUNNONIJ	314 Uus UNUNSEPTIJ	315 Uuh UNUNHEKTIJ	316 Uuq UNUNOCTIJ	317 Uur UNUNNONIJ	318 Uus UNUNSEPTIJ	319 Uuh UNUNHEKTIJ	320 Uuq UNUNOCTIJ	321 Uur UNUNNONIJ	322 Uus UNUNSEPTIJ	323 Uuh UNUNHEKTIJ	324 Uuq UNUNOCTIJ	325 Uur UNUNNONIJ	326 Uus UNUNSEPTIJ	327 Uuh UNUNHEKTIJ	328 Uuq UNUNOCTIJ	329 Uur UNUNNONIJ	330 Uus UNUNSEPTIJ	331 Uuh UNUNHEKTIJ	332 Uuq UNUNOCTIJ	333 Uur UNUNNONIJ	334 Uus UNUNSEPTIJ	335 Uuh UNUNHEKTIJ	336 Uuq UNUNOCTIJ	337 Uur UNUNNONIJ	338 Uus UNUNSEPTIJ	339 Uuh UNUNHEKTIJ	340 Uuq UNUNOCTIJ	341 Uur UNUNNONIJ	342 Uus UNUNSEPTIJ	343 Uuh UNUNHEKTIJ	344 Uuq UNUNOCTIJ	345 Uur UNUNNONIJ	346 Uus UNUNSEPTIJ	347 Uuh UNUNHEKTIJ	348 Uuq UNUNOCTIJ	349 Uur UNUNNONIJ	350 Uus UNUNSEPTIJ	351 Uuh UNUNHEKTIJ	352 Uuq UNUNOCTIJ	353 Uur UNUNNONIJ	354 Uus UNUNSEPTIJ	355 Uuh UNUNHEKTIJ	356 Uuq UNUNOCTIJ	357 Uur UNUNNONIJ	358 Uus UNUNSEPTIJ	359 Uuh UNUNHEKTIJ	360 Uuq UNUNOCTIJ	361 Uur UNUNNONIJ	362 Uus UNUNSEPTIJ	363 Uuh UNUNHEKTIJ	364 Uuq UNUNOCTIJ	365 Uur UNUNNONIJ	366 Uus UNUNSEPTIJ	367 Uuh UNUNHEKTIJ	368 Uuq UNUNOCTIJ	369 Uur UNUNNONIJ	370 Uus UNUNSEPTIJ	371 Uuh UNUNHEKTIJ	372 Uuq UNUNOCTIJ	373 Uur UNUNNONIJ	374 Uus UNUNSEPTIJ	375 Uuh UNUNHEKTIJ	376 Uuq UNUNOCTIJ	377 Uur UNUNNONIJ	378 Uus UNUNSEPTIJ	379 Uuh UNUNHEKTIJ	380 Uuq UNUNOCTIJ	381 Uur UNUNNONIJ	382 Uus UNUNSEPTIJ	383 Uuh UNUNHEKTIJ	384 Uuq UNUNOCTIJ	385 Uur UNUNNONIJ	386 Uus UNUNSEPTIJ	387 Uuh UNUNHEKTIJ	388 Uuq UNUNOCTIJ	389 Uur UNUNNONIJ	390 Uus UNUNSEPTIJ	391 Uuh UNUNHEKTIJ	392 Uuq UNUNOCTIJ	393 Uur UNUNNONIJ	394 Uus UNUNSEPTIJ	395 Uuh UNUNHEKTIJ	396 Uuq UNUNOCTIJ	397 Uur UNUNNONIJ	398 Uus UNUNSEPTIJ	399 Uuh UNUNHEKTIJ	400 Uuq UNUNOCTIJ	401 Uur UNUNNONIJ	402 Uus UNUNSEPTIJ	403 Uuh UNUNHEKTIJ	404 Uuq UNUNOCTIJ	405 Uur UNUNNONIJ	406 Uus UNUNSEPTIJ	407 Uuh UNUNHEKTIJ	408 Uuq UNUNOCTIJ	409 Uur UNUNNONIJ	410 Uus UNUNSEPTIJ	411 Uuh UNUNHEKTIJ	412 Uuq UNUNOCTIJ	413 Uur UNUNNONIJ	414 Uus UNUNSEPTIJ	415 Uuh UNUNHEKTIJ	416 Uuq UNUNOCTIJ	417 Uur UNUNNONIJ	418 Uus UNUNSEPTIJ	419 Uuh UNUNHEKTIJ	420 Uuq UNUNOCTIJ	421 Uur UNUNNONIJ	422 Uus UNUNSEPTIJ	423 Uuh UNUNHEKTIJ	424 Uuq UNUNOCTIJ	425 Uur UNUNNONIJ	426 Uus UNUNSEPTIJ	427 Uuh UNUNHEKTIJ	428 Uuq UNUNOCTIJ	429 Uur UNUNNONIJ	430 Uus UNUNSEPTIJ	431 Uuh UNUNHEKTIJ	432 Uuq UNUNOCTIJ	433 Uur UNUNNONIJ	434 Uus UNUNSEPTIJ	435 Uuh UNUNHEKTIJ	436 Uuq UNUNOCTIJ	437 Uur UNUNNONIJ	438 Uus UNUNSEPTIJ	439 Uuh UNUNHEKTIJ	440 Uuq UNUNOCTIJ	441 Uur UNUNNONIJ	442 Uus UNUNSEPTIJ	443 Uuh UNUNHEKTIJ	444 Uuq UNUNOCTIJ	445 Uur UNUNNONIJ	446 Uus UNUNSEPTIJ	447 Uuh UNUNHEKTIJ	448 Uuq UNUNOCTIJ	449 Uur UNUNNONIJ	450 Uus UNUNSEPTIJ	451 Uuh UNUNHEKTIJ	452 Uuq UNUNOCTIJ	453 Uur UNUNNONIJ	454 Uus UNUNSEPTIJ	455 Uuh UNUNHEKTIJ	456 Uuq UNUNOCTIJ	457 Uur UNUNNONIJ	458 Uus UNUNSEPTIJ	459 Uuh UNUNHEKTIJ	460 Uuq UNUNOCTIJ	461 Uur UNUNNONIJ	462 Uus UNUNSEPTIJ	463 Uuh UNUNHEKTIJ	464 Uuq UNUNOCTIJ	465 Uur UNUNNONIJ	466 Uus UNUNSEPTIJ	467 Uuh UNUNHEKTIJ	468 Uuq UNUNOCTIJ	469 Uur UNUNNONIJ	470 Uus UNUNSEPTIJ	471 Uuh UNUNHEKTIJ	472 Uuq UNUNOCTIJ	473 Uur UNUNNONIJ	474 Uus UNUNSEPTIJ	475 Uuh UNUNHEKTIJ	47

Predgovor

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

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

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

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

Vesna Rastija

Sadržaj

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

I. Fizičke veličine i mjerne jedinice

TABLICA 1. Prefiksi u međunarodnom sustavu jedinica (SI)

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

DULJINA (l)

jedinica: metar (m)

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

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

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

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

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

MASA (m)

jedinica: gram (g)

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

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

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

TERMODINAMIČKA TEMPERATURA (T)

jedinica: kelvin (K)

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

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

KOLIČINA TVARI (n)

jedinica: mol (mol)

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

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

SILA (F)

jedinica: newton (N)

TLAK (p)

jedinica: pascal (Pa)

I. Fizičke veličine i mjerne jedinice

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

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

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

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

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

VOLUMEN (V)

jedinica: kubični metar (m^3)

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

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

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

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

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

GUSTOĆA (ρ)

jedinica: g cm^{-3}

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

Zadatci za vježbu:

1. Navedene vrijednosti masa izrazi u zadanim mjernim jedinicama:

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

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

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

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

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

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

2. Navedene vrijednosti temperature izrazi u zadanim mjernim jedinicama:

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

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

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

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

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

3. Navedene vrijednosti tlaka izrazi u zadanim mjernim jedinicama:

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

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

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

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

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

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

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

I. Fizičke veličine i mjerne jedinice

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

II. Nazivi kemijskih spojeva

1. Napišite formule sljedećih spojeva:

2. Napišite formule sljedećih iona:

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

Rješenje: 1. a) H_2S ; b) HCl ; c) $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$; d) BaCO_3 ; e) Fe_2O_3 ; f) $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$; g) CO_2 ; h) N_2 ; i) $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$; j) NH_3 ; k) NaBrO_3 ; l) $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$; m) $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$; n) NaHCO_3 ; o) PCl_5 ; p) HCN ; r) AlCl_3 ; s) $\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2$; t) NH_4OH ; u) MgSO_4 ; v) ZnO ; x) HClO y) $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$; z) $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$

2. a) HPO_4^{2-} ; b) H^+ ; c) O^{2-} ; d) Zn^{2+} ; e) NH_4^+ ; f) $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$; g) HCO_3^- ; h) PO_4^{3-} ; i) NO_3^- ; j) MnO_4^- ; k) S^{2-} ; l) HCOO^- ; m) H_3O^+ ; n) Cu^+ ; o) CO_3^{2-} ; p) CH_3COO^- ; r) OH^- ; s) NO_2^- ; t) Cl^- ; u) Ba^{2+} ; v) IO_3^- ; x) ClO_4^- ; y) O_2^{2-} ; z) $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$

II. Nazivi kemijskih spojeva

3. Napišite imena sljedećih spojeva:

4. Napišite formule sljedećih spojeva ili iona:

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

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

4. a) CH₃COO⁻; b) HCO₃⁻; c) CuS; d) CrCl₃; e) C₁₂H₂₂O₁₂; f) HBr; g) SO₂; h) PbS; i) I⁻; j) H₂O₂; k) FeSO₄; l) HCOOK; m) Al³⁺; n) H⁻; o) Na⁺; p) PCl₅; r) Ag₂O; s) (CH₃COO)₂Pb; t) N³⁻; u) SO₄²⁻; v) CrO₄²⁻; x) HS⁻; y) (NH₄)₂HPO₄; z) N₂O₅.

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

PREGLED OSNOVNIH FORMULA

Relativna atomska masa (A_r)

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

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

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

m_f = prosječna masa molekule /kg

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

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

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

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

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

N = broj atoma elementa u molekuli

Gustoće otopine (ρ / g cm^{-3})

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

Količina tvari (n / mol)

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

M = molarna masa

$M = A_r$ ili M_r / g mol^{-1}

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

$$N = n \times N_A$$

N_A = Avogadrova konstanta = $6,022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

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

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

Riješeni primjeri:

1. Koliko atoma srebra ima u 1 mg srebra?

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

molekula

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

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

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

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

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

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

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

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

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

U 100 g tvari:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Formula spoja je: **KMnO₄**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Zadatci za vježbu:

- Izračunajte masu dvije molekule vode izraženu u gramima.
Rješenje: $5,978 \times 10^{-23} \text{ g}$
- Izračunajte masu fosfora koji sadži $5,56 \times 10^{24}$ molekula fosfora.
Rješenje: 1 143,95 g
- Izračunajte prosječnu masu atoma ugljika.
Rješenje: $1,99 \times 10^{-23} \text{ g}$
- Koliko formulskih jedinki sadži 526 mg kalcijeva karbonata?
Rješenje: $3,16 \times 10^{21}$ formulskih jedinki
- Izračunajte broj formulskih jedinki bakrova(II) sulfata heptahidrata u 1 kg te tvari.
Rješenje: $2,1 \times 10^{24}$ formulskih jedinki
- Koliko se molekula saharoze nalazi u 300 g 5 %-tne otopine?
Rješenje: $2,64 \times 10^{22}$ molekula
- Izračunajte masene udjele pojedenih elemenata u kalcijevu fosfatu.
Rješenje: 37,77 % Ca; 19,96 % P; 41,25 % O.
- Izračunajte masene udjele dušika u sljedećim spojevima: a) amonijevu hidrogenfosfatu; b) ureii; c) amonijevu nitratu; d) natrijevu nitritu.
Rješenje: a) 21,21 %; b) 46,65 %; c) 35,0 %; d) 20,3%.
- Izračunajte najjednostavniju formulu spoja koji sadži 40 % sumpora i 60 % kisika.
Rješenje: SO_3
- Izračunajte formulu spoja koji sadži 56,58 % kalija, 8,69 % ugljika i 34,73 % kisika.
Rješenje: K_2CO_3

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

11. Izračunajte formulu spoja koji sadrži 32,79 % natrija; 13,02 % aluminija i 54,19 % fluora.
Rješenje: Na_3AlF_6
12. Izračunajte formulu spoja koji sadrži 0,37 g ugljika; 0,093 mola vodika i $1,85 \times 10^{22}$ atoma klora.
Rješenje: CH_3Cl
13. Analizom nekog kromova spoja ustanovljeno je da je maseni udio kalija 26,57 %; kroma 35,36 % i kisika 38,07 %. Izračunajte formulu spoja.
Rješenje: $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$
14. Koja kemijska formula odgovara hidratnoj soli koja nastaje vezanjem 9 g vode na 15,96 g bezvodnog bakrova(II) sulfata?
Rješenje: $\text{CuSO}_4 \times 5 \text{H}_2\text{O}$
15. Odredite empirijsku formulu spoja koji nastaje spajanjem 11,2 g željeza i 4,8 g kisika.
Rješenje: Fe_2O_3
16. Kolika se masa fosfora nalazi u 100 g gnojiva koje sadrži 10 % fosforova(V) oksid?
Rješenje: 4,364 g
17. Koja masa 12 %-tnog amonijeva nitrata sadrži 100 g dušika?
Rješenje: 2381,17 g
18. Koliko se grama fosfora nalazi u 123 g 35 %-tnog kalcijeva dihidrogenfosfata?
Rješenje: 11,4 g
19. Koliko se atoma fosfora nalazi u 25 g kalcijeva dihidrogenfosfata?
Rješenje: $1,29 \times 10^{23}$ atoma
20. Koliko kilograma gnojiva, koje sadrži 15 % kalijeva nitrata, treba uzeti za gnojidbu 5 hektara zemlje, ako je za 1 hektar potrebno 12 kg dušika.
Rješenje: 2888,07 kg
21. Koje od dva dušična gnojiva sadrže više dušika: čilska salitra (natrijev nitrata) ili norveška salitra (kalcijev nitrat)?
Rješenje: $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 17,07 %
22. Izračunajte broj molekula etanola u 1 dm^3 83 %-tne otopine gustoće $0,8375 \text{ g cm}^{-3}$.
Rješenje: $9,09 \times 10^{24}$ molekula
23. Kalcijev nitrat (čilska salitra) je poznato dušično gnojivo za folijarnu ishranu. Koliko se kilograma dušika nalazi u 1000 kg gnojiva koje sadrži 95 % kalcijeva nitrata?
Rješenje: 161,5 kg
24. Izračunajte broj atoma fosfora u 1000 g fosfornog gnojiva fluorapatita koji sadrži 42,22 % fosforova(V) oksida.
Rješenje: $3,58 \times 10^{24}$ atoma

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

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

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

38. Amonijev nitrat i amonijev sulfat koriste se kao dušična gnojiva. Koji je od ta dva gnojiva bogatiji dušikom?
Rješenje: amonijev nitrat (35 % N)
39. Izračunajte gustoću vode ako 1 m³ vode sadrži $3,34 \times 10^{28}$ molekula vode.
Rješenje: 1 g cm⁻³
40. Koliko se atoma bakra nalazi u 50 g 10 %-tne otopine bakrova(II) sulfata pentahidrata (modre galice)?
Rješenje: $1,2 \times 10^{22}$ atoma
41. Koliko se kilograma uree mora uzeti za gnojidbu 50 hektara zemlje ako je za 1 hektar potrebno 1 kg dušika?
Rješenje: 107 kg
42. Ovca u prosjeku pojede 3 kg krmne smjese dnevno. Koliko grama dušika prisutnog u urei unese ovca ako ta hrana sadrži 0,8 % uree.
Rješenje: 11,2 g
43. Analizom uzorka mlijeka utvrđeno je da sadrži 5,5 % mliječnog šećera. Izračunajte masu mliječnog šećera u 2 dL mlijeka ako je gustoće mlijeka $\rho = 1,034 \text{ g cm}^{-3}$.
Rješenje: 11,374 g
44. Molarna masa nikotina iznosi 162,23 g mol⁻¹. Maseni udio dušika u nikotinu iznosi 17,27 %. Izračunajte broj atoma dušika u 15 mg nikotina.
Rješenje: $1,12 \times 10^{20}$ atoma
45. Ako je za gnojidbu neke kulture potrebno 15 g molidbena po hektaru, izračunajte koliko je kilograma gnojiva, koje sadrži 25 % CaMoO₄ potrebno za gnojidbu 100 hektara zemlje.
Rješenje: 12,5 kg
46. Izračunajte broj atoma magnezija 1 µg klorofila b (C₅₅H₇₀O₆N₄Mg).
Rješenje: $6,64 \times 10^{14}$ atoma
47. Kaolinit je mineral gline kemijskog sastava Al₂Si₂O₅(OH)₄. Koliko atoma aluminija sadrži 1 kg kaolinita?
Rješenje: $4,67 \times 10^{24}$ atoma

IV. Odnosi količina tvari i masa tvari pri kemijskim reakcijama

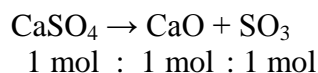
Riješeni primjeri:

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

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

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

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



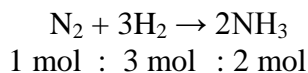
$$n(\text{CaO}) : n(\text{CaSO}_4) = 1 \text{ mol} : 1 \text{ mol}$$

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

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

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

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



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

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

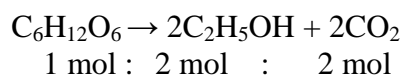
$$\frac{n(\text{H}_2)}{n(\text{N}_2)} = \frac{3}{1} \quad n(\text{H}_2) = 3 \cdot n(\text{N}_2) = 3 \cdot 3 \text{ mol} = 9 \text{ mol}$$

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

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

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

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



IV. Odnosi količina tvari i masa tvari pri kemijskim reakcijama

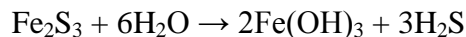
$$n(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = \frac{m(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})}{M(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})} = \frac{100 \text{ g}}{46,08 \text{ g mol}^{-1}} = 2,17 \text{ mol}$$

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

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

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

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



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

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

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

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

Zadatci za vježbu:

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

IV. Odnosi količina tvari i masa tvari pri kemijskim reakcijama

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

IV. Odnosi količina tvari i masa tvari pri kemijskim reakcijama

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

V. Plinski zakoni

PREGLED OSNOVNIH FORMULA

Boyle-Mariotteov zakon:

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

Gay-Lussacov zakon:

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

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

Boyle-Mariotteov i Gay-Lussacov zakon:

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

Avogadrov zakon:

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

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

$V_m^\theta =$ molarni volumen

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

Jednadžba stanja idealnog plina:

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

p / Pa V / m^3 n / mol T / K

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

Riješeni primjeri:

1. Neki plin pri 0 °C i tlaku od 50 kPa zauzima volumen 1,57 dm³. Koliki će volumen zauzimati ista količina plina pri istoj temperaturi i tlaku 101 325 Pa?

$$t = 0 \text{ °C}$$

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

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

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

$$V_2 = ?$$

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

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

2. Neki plin pri tlaku od 2 atmosfere i temperaturi 16 °C zauzima volumen od 500 cm³. Koliki će volumen zauzimati ista količina plina pri tlaku od 4 bara i temperaturi 30 °C.

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

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

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

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

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

$$V_2 = ?$$

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

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

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

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

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

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

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

s.u.

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

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

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

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

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

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

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

$$p = ?$$

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

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

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

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

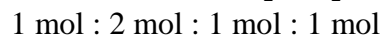
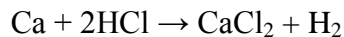
5. Izračunajte masu kalcija koji reagira s klorovodičnom kiselinom ako je u reakciji nastalo 521 cm^3 vodika pri $21 \text{ }^\circ\text{C}$ i tlaku 2 atmosfere!

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

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

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

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



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

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

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

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

Zadatci za vježbu:

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

Rješenje: 2 bara

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

15. Koliko molekula kisika sadrži 2 dm³ tog plina pri standardnim uvjetima?
Rješenje: $5,38 \times 10^{22}$ molekula
16. Izračunajte masu 5 cm³ propana pri standardnim uvjetima!
Rješenje: $9,82 \cdot 10^{-3}$ g
17. Koliki volumen zauzima 5 g metana pri tlaku od 2 atmosfere i 10 °C?
Rješenje: 3,62 dm³
18. Izračunajte volumen 200 g dušikova(II) oksida koji se pri 20 °C nalazi pri tlaku od 1 atm.
Rješenje: 160,4 dm³
19. Izračunajte molarnu masu plina ako 78,4 g tog plina pri tlaku 150 kPa i temperaturi 22 °C zauzima volumen 40 dm³.
Rješenje: 32 g mol⁻¹
20. Koliko mola amonijaka nastaje reakcijom 12 cm³ vodika s dušikom pri standardnim uvjetima?
Rješenje: $3,57 \times 10^{-4}$ mola
21. Izračunajte volumen 200 g dušikova(II) oksida pri temperaturi 20 °C i tlaku 1 atm.
Rješenje: 0,16 m³
22. Na kojoj temperaturi u °C treba biti 10 g klora da zauzme volumen 2 dm³ pri tlaku 1 atm.
Rješenje: 172,88 K
23. Koliko molekula sadrži 2 dm³ propana pri tlaku 1,5 bara i temperaturi 30 °C?
Rješenje: $7,168 \times 10^{22}$ molekula
24. Koliko molekula sadrži 850 dm³ metana pri tlaku 200 bara i temperaturi 12 °C?
Rješenje: $4,318 \times 10^{27}$ molekula
25. Klorovodik nastaje reakcijom vodika s klorom. Koji volumen klorovodika nastaje iz 200 cm³ vodika pri standardnim uvjetima?
Rješenje: 0,4 dm³
26. 20 cm³ sumporova(IV) oksida prikupljeno je iznad reakcijske posude pri tlaku 2 atmosfere i temperaturi 22 °C. Izračunajte masu prikupljenog plina.
Rješenje: 0,1057 g
27. Koliki volumen zapremaju pare etanola pri 26 °C i 90 kPa ako je njihova masa 250 mg?
Rješenje: 0,15 dm³
28. Nepoznati plin je doveden u posudu volumena 10 mL i mase 115 mg pri standardnim uvjetima. Nakon dovođenja plina masa posude je bila 128 mg. Izračunajte molarnu masu toga plina!
Rješenje: 29,15 g mol⁻¹

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

VI. Koncentracija otopina

PREGLED OSNOVNIH FORMULA

Masa otopine:

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

Gustoće otopine

(ρ / g cm⁻³)

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

Maseni udio otopljene tvari:

/ ×100 ... %

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

Volumni udio otopljene tvari:

/ ×100 ... %

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

Koncentracija otopljene tvari:

(c / mol dm⁻³)

M = molarna otopina (c / mol dm⁻³)

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

Masena koncentracija otopine

(γ / g dm⁻³)

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

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

$$\gamma = c \times M$$

Molalitet otopljene tvari:

b / mol kg⁻¹

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

VI. Koncentracija otopina

Razrjeđivanje otopine:

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

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

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

Miješanje otopina:

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

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

Koligativna svojstva otopina

Snizjenje ledišta otopine

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

K_k = krioskopska konstanta otopala

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

m_c = koligativni molalitet otopine

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

$$m_c = b \times i$$

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

i = broj čestica (iona) nastalih disocijacijom otopljene tvari

Povišenje ledišta otopine

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

K_e = ebulioskopska konstanta

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

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

Osmotski tlak

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

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

R = opća plinska konstanta

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

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

$$M_c = c \times i$$

Riješeni primjeri:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

VI. Koncentracija otopina

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Trojno pravilo:

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

100 g otopine ~ sadrži **X** g $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$

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

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

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

VI. Koncentracija otopina

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

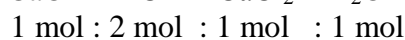
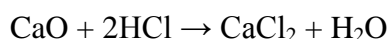
7. Koliko je potrebno cm^3 20 %-tne otopine klorovodične kiseline, gustoće $\rho = 1,098 \text{ g cm}^{-3}$, za otapanje 7 g kalcijeva oksida?

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

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

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

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



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

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

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

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

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

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

VI. Koncentracija otopina

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

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

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

$$\Pi = ?$$

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

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

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

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

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

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

$$t_f = ?$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$\Delta T_b = ?$$

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

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

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

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

Zadatci za vježbu:

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

VI. Koncentracija otopina

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

VI. Koncentracija otopina

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

VI. Koncentracija otopina

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

VI. Koncentracija otopina

50. Reakcijom srebra s dušičnom kiselinom nastaje srebrov(I) nitrat uz dušikov(II) oksid i vodu. Kolika masa srebra reagira u toj reakciji s 1 cm³ 67 %-tne dušične kiseline gustoće $\rho = 1,4 \text{ g cm}^{-3}$?
Rješenje: 1,208 g
51. Koliki se volumen 3 M otopine sumporne kiseline utroši za reakciju s aluminijevim hidroksidom mase 200 g?
Rješenje: 1,28 dm³
52. Ako 5 g amonijeva karbonata reagira s kalcijevim kloridom, koliki je volumen klorovodične kiseline koncentracije 0,2 mol dm⁻³ potrebno dodati da bi se otopio nastali kalcijev karbonat?
Rješenje: 521 cm³
53. Koliko mg magnezijeva acetata nastaje otapanjem magnezija pri kojemu je utrošeno 2 mL otopine octene kiseline koncentracije 0,1 mol dm⁻³?
Rješenje: 14,239 mg
54. Na kojoj će se temperaturi zalediti otopina pripremljena otapanjem 100 g etilenglikola u 1 kg vode. $K_K(\text{H}_2\text{O}) = 1,86 \text{ K kg mol}^{-1}$
Rješenje: -3 °C
55. Otapanjem 6 g neke tvari u 500 cm³ vode nastala je neelektrolitna otopina. Osmotski tlak te otopine iznosi 2,71 atmosfera pri 27 °C. Izračunajte molarnu masu te tvari.
Rješenje: 109,09 g mol⁻¹
56. Zimi se ulice posipaju solju da bi se otopio snijeg i led. U 1 kg vode pri 0 °C topljivo je 280 g natrijeva klorida. Koliko je sniženje ledišta te zasićene otopine? $K_K(\text{H}_2\text{O}) = 1,86 \text{ K kg mol}^{-1}$
Rješenje: $\Delta T_f = 17,84 \text{ K}$
57. Koliku je masu kalcijeva klorida potrebno otopiti u 300 g vode da ledište otopine bude -2,4 °C. $K_K(\text{H}_2\text{O}) = 1,86 \text{ K kg mol}^{-1}$
Rješenje: 14,33 g
58. Izračunajte masu etilenglikola koji je potrebno uliti u 1 kg vode kako bi se temperatura ledišta snizila za 15 °C. Gustoća etilenglikola je $\rho = 1,1 \text{ g cm}^{-3}$. $K_K(\text{H}_2\text{O}) = 1,86 \text{ K kg mol}^{-1}$
Rješenje: 499,43 g
59. Dodatak etilenglikola u vodi (otopina antifrizna), ne samo da snižava ledište već i povisuje vrelište. Ako 750 g vode otopi 390 g etilenglikola, izračunajte koliko će biti vrelište te otopine. $K_e(\text{H}_2\text{O}) = 0,51 \text{ K kg mol}^{-1}$
Rješenje: 104,3 °C
60. Izračunajte razliku između vrelišta čiste vode i vrelišta otopine koja je pripremljena otapanjem 200 g saharoze u 100 g vode. $K_e(\text{H}_2\text{O}) = 0,51 \text{ K kg mol}^{-1}$
Rješenje: $\Delta T_b = 2,98 \text{ K}$

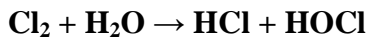
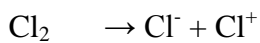
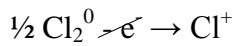
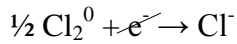
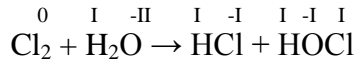
VI. Koncentracija otopina

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

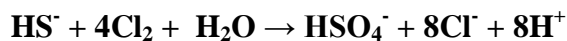
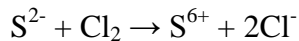
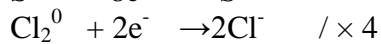
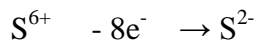
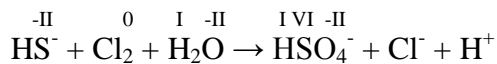
VII. Redoks reakcije

Riješeni primjeri:

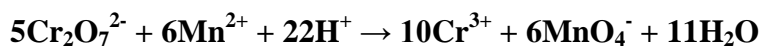
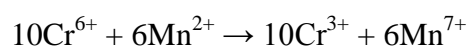
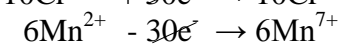
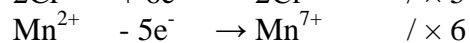
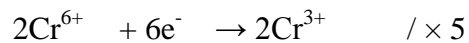
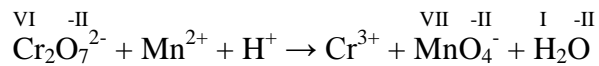
1. klor + voda → klorovodična kiselina + hipokloritna kiselina



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

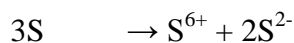
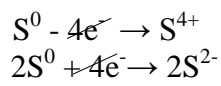
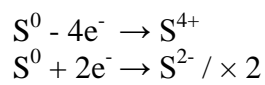
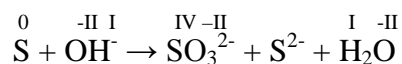


3. bikromat ion + manganov(II) ion + vodikov ion → kromov(III) ion + permanganat ion + voda

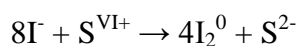
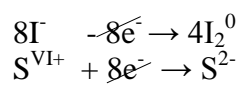
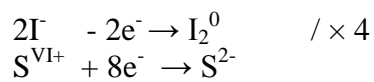
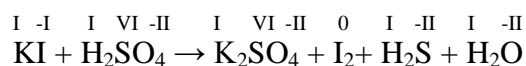


VII. Redoks reakcije

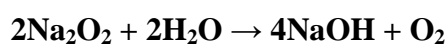
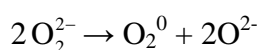
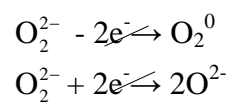
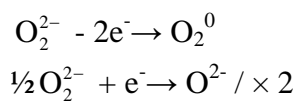
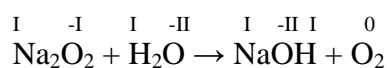
4. sumpor + hidroksid ion \rightarrow sulfit ion + sulfid ion + voda



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



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



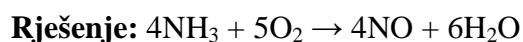
Zadatci za vježbu:

Riješite sljedeće redoks reakcije:

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



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



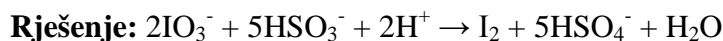
3. dušikov(II) oksid + dušikov(IV) oksid + natrijev hidroksid \rightarrow natrijev nitrit + voda



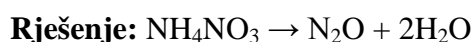
4. olovov(II) sulfid + kisik \rightarrow olovov(II) oksid + sumporov(IV) oksid



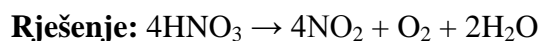
5. jodat ion + hidrogensulfit ion + vodikov ion \rightarrow jod + hidrogensulfat ion + voda



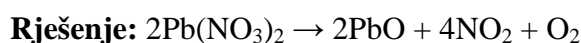
6. amonijev nitrat \rightarrow dušikov(I) oksid + voda



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



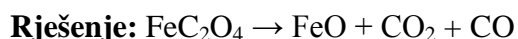
8. olovov(II) nitrat \rightarrow olovov(II) oksid + dušikov(IV) oksid + kisik



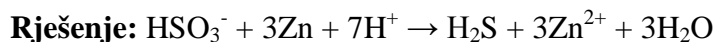
9. cink + nitrat ion + vodikov ion \rightarrow cinkov ion + dušikov(I) oksid + voda



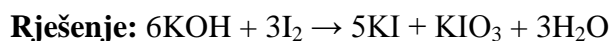
10. željezov(II) oksalat \rightarrow željezov(II) oksid + ugljikov(IV) oksid + ugljikov(II) oksid



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

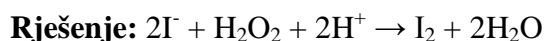


12. kalijev hidroksid + jod \rightarrow kalijev jodid + kalijev jodat + voda

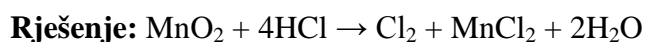


VII. Redoks reakcije

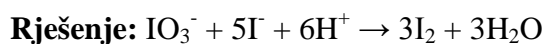
13. jodid ion + vodikov peroksid + vodikov ion \rightarrow jod + voda



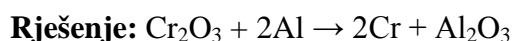
14. manganov(IV) oksid + klorovodična kiselina \rightarrow klor + manganov(II) klorid + voda



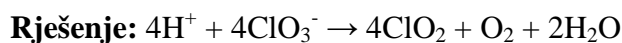
15. jodat ion + jodid ion + vodikov ion \rightarrow jod + voda



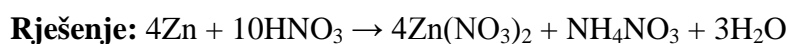
16. kromov(III) oksid + aluminij \rightarrow krom + aluminijev oksid



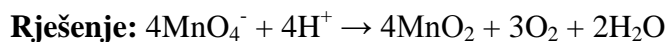
17. vodikov ion + klorat ion \rightarrow klorov(IV) oksid + kisik + voda



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



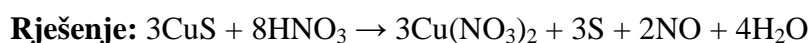
19. permanganat ion + vodikov ion \rightarrow manganov(IV) oksid + kisik + voda



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



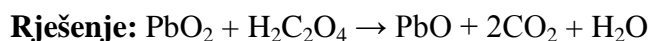
21. bakrov(II) sulfid + dušična kiselina \rightarrow bakrov(II) nitrat + sumpor + dušikov(II) oksid +
+ voda



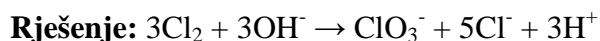
22. kalijev permanganat + oksalna kiselina + sumporna kiselina \rightarrow kalijev sulfat +
+ manganov(II) sulfat + ugljikov(IV) oksid + voda



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

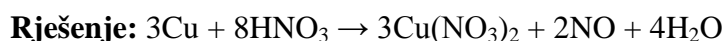


24. klor + hidroksid ion \rightarrow klorat ion + klorid ion + vodikov ion

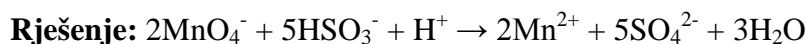


VII. Redoks reakcije

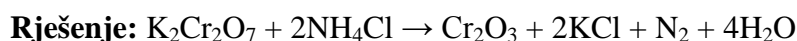
25. bakar + dušična kiselina → bakrov(II) nitrat + dušikov(II) oksid + voda



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



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



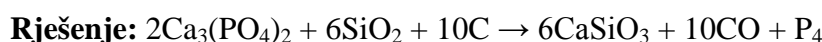
28. klor + vodikov peroksid + hidroksid ion → klorid ion + kisik + voda



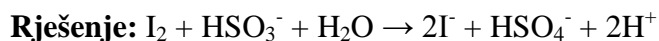
29. kalijev permanganat + sumporov(IV) oksid + voda → kalijev sulfat + manganov(II) sulfat + sumporna kiselina



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



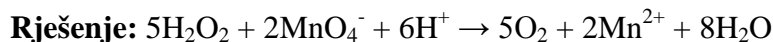
31. jod + hidrogensulfit + voda → jodid ion + hidrogensulfat ion + vodikov ion



32. aluminiij + sumporna kiselina → aluminiijev sulfat + vodik



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



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



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

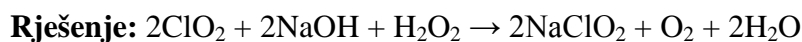


VII. Redoks reakcije

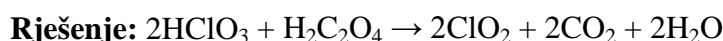
36. natrijev hidrogensulfat + aluminij + natrijev hidroksid → natrijev sulfid + aluminijev oksid + voda



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



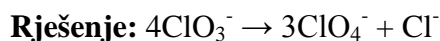
38. klorna kiselina + oksalna kiselina → klorov(IV) oksid + ugljikov(IV) oksid + voda



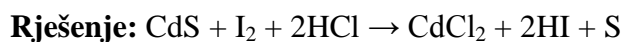
39. hidrogensulfid ion + permanganat ion + vodikov ion → hidrogensulfat ion + manganov(II) ion + voda



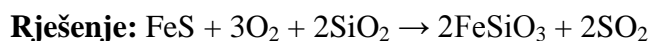
40. klorat ion → perklorat ion + klorid ion



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



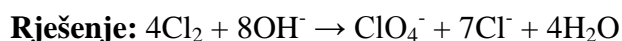
42. željezov(II) sulfid + kisik + silicijev(IV) oksid → željezov(II) silikat + sumporov(IV) oksid



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



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



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



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



VII. Redoks reakcije

47. železo + nitrat ion + vodikov ion → železov(II) ion + amonijev ion + voda



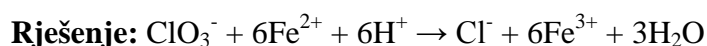
48. sumporovodik + kalijev permanganat + sumporna kiselina → sumpor + manganov(II) sulfat + kalijev sulfat + voda



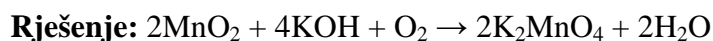
49. železov(II) sulfat + sumporna kiselina + kalijev klorat → železov(III) sulfat + kalijev klorid + voda



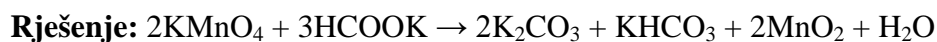
50. klorat ion + železov(II) ion + vodikov ion → klorid ion + železov(III) ion + voda



51. manganov(IV) oksid + kalijev hidroksid + kisik → kalijev manganat + voda



52. kalijev permanganat + kalijev formijat → kalijev karbonat + kalijev hidrogenkarbonat + manganov(IV) oksid + voda



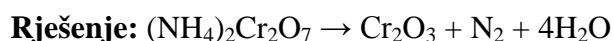
53. kalijev nitrit + kalijev jodid + sumporna kiselina → dušikov(II) oksid + jod + kalijev sulfat + voda



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



55. amonijev bikromat → kromov(III) oksid + dušik + voda



56. kromov(III) ion + jodid ion + klor + hidroksid ion → kromat ion + perjodat ion + klorid ion + voda



VIII. Izračunavanje pH, [H⁺], pOH, [OH⁻]

PREGLED OSNOVNIH FORMULA

Ionski produkt vode

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

pri 25 °C

pH, pOH, pK_w

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

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

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

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

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

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

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

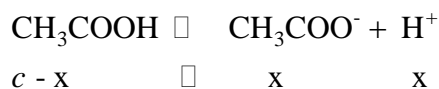
pH jakih kiselina

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

pOH jakih baza

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

pH slabih monoprotonskih kiselina



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

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

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

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

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

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

pojednostavljeno:

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

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

pH slabih baza

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

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

Stupanj disocijacije

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

pojednostavljeno:

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

pH puferskih otopina

puferi slabih kiselina

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

Henderson-Hasselbalchova jednačba

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

puferi slabih baza

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

Henderson-Hasselbalchova jednačba

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

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

Riješeni primjeri:

1. pOH neke otopine iznosi 9,4. Izračunajte pH, [H⁺], [OH⁻].

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

4. pH 1 dm^3 otopine kalijeva hidroksida iznosi 12,9. Izračunajte masenu koncentraciju kalijeva hidroksida!

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$[NH_4Cl] = ?$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

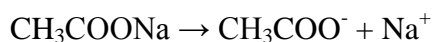
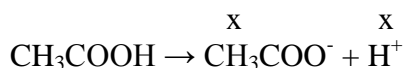
$$c(\text{CH}_3\text{COOH}) = 0,1 \text{ mol dm}^{-3}$$

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

pH = ?

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

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



$$[H^+] = x$$

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

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

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

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

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

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

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

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

Zadatci za vježbu:

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

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

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

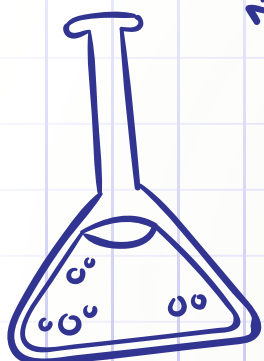
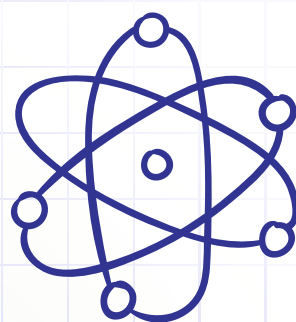
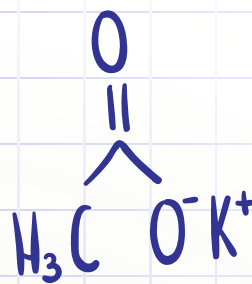
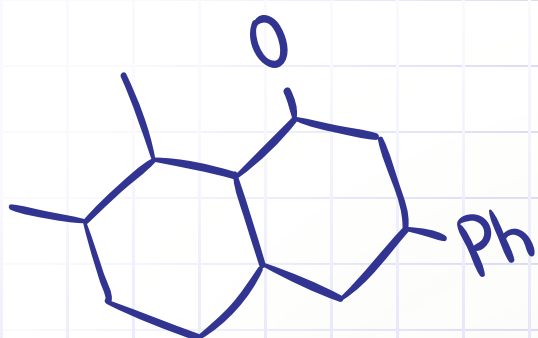
26. pH otopine piridina iznosi 8,5. Izračunajte koncentraciju piridina u otopini.
 $K_b(C_5H_5N) = 1,3 \times 10^{-9} \text{ mol dm}^{-3}$
Rješenje: $7,7 \times 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$
27. Izračunajte pH mravlje kiseline koja je 6,85 % disocirana u otopini.
 $K_a = 1,77 \times 10^{-4} \text{ mol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

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

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

Literatura

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



H₂O

