

RJEŠENJA

1. Zaokruži slovo **T** ako je tvrdnja točna ili slovo **N** ako je netočna.

1.a) Množinska koncentracija oksonijevih iona je 100 puta veća u otopini **N**

čija je pH-vrijednost 6 u odnosu na otopinu koja ima pH-vrijednost 4.

1.b) Vodena otopina bakrova(II) sulfata je kisela. **T**

1.c) Konjugirana baza hidrogenfosfatnog iona jest dihidrogenfosfatni ion. **N**

1.d) Vodena otopina klorovodične kiseline ima veću pH-vrijednost od vodene otopine fluorovodične kiseline jednake množinske koncentracije. **N**

1.e) Dodatkom male količine jake baze acetatnom puferu koncentracija nedisocirane octene kiseline se smanjuje, a koncentracija acetatnog iona se povećava. **T**

1.f) Ako se vodena otopina pH-vrijednosti 4 razrijedi na dvostruki volumen vrijednost ionskog produkta vode, K_w , pri 25 °C bit će $1 \times 10^{-14} \text{ mol}^2 \text{ dm}^{-6}$. **T**

za svaku točno zaokruženu tvrdnju

6 × 0,5 bodova

Zadatak 1. ukupno 3 boda

2. Popuni tablicu na temelju zadanih kemijskih formula ili imena kemijskih vrsta.

Ime kemijskog spoja	Kemijska formula kemijskog spoja
tetraamminkadmijev(II) ion	$[\text{Cd}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$
diosulfatoargentatni(I) ion ili diosulfatoargentat(3–)	$[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3-}$
kalijev tetracijanatokobaltat(II)	$\text{K}_2[\text{Co}(\text{OCN})_4]$
heksaakvakromov(III) klorid	$[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_3$

za svaku točno rješenje

4 × 0,5 bodova

Zadatak 2. ukupno 2 boda

RJEŠENJA

3. Ronioci koji se spuštaju u velike dubine koriste se smjesom kisika i helija jer se tako produljuje vrijeme koje se može provesti pod vodom i sprječava dekompresijska bolest.

3.a) U kojemu volumnom omjeru treba pomiješati dvije smjese kisika i helija s volumnim udjelima kisika 45 % i 15 % da se pripremi smjesa plinova koja sadržava 21 % kisika?

$$\varphi_1 V_1 + \varphi_2 V_2 = \varphi_3 V_3$$

$$V_1 + V_2 = 1$$

$$V_1 = 1 - V_2$$

$$0,45 V_1 + 0,15 V_2 = 0,21$$

$$0,45 (1 - V_2) + 0,15 V_2 = 0,21$$

$$V_2 = 0,8$$

$$V_1 = 0,2$$

$$V_1 : V_2 = 1 : 4$$

za točno povezivanje volumena i volumnih udjela kisika i helija
za točno izračunan omjer volumena zadanih smjesa

0,5 bodova
0,5 bodova

3.b) Ronilačko zvono s volumenom plina 6,00 m³ pri tlaku od 94,0 kPa spuštено je na dubinu na kojoj je hidrostatski tlak 360 kPa. Koliki je volumen plina na toj dubini ako je temperatura ostala jednaka kao na površini?

$$p_2 = p_1 + 360 \text{ kPa} = 454 \text{ kPa}$$

$$p_1 V_1 = p_2 V_2$$

$$V_2 = \frac{p_1 V_1}{p_2} = 1,24 \text{ m}^3$$

za točno povezivanje tlaka i volumena pri konstantnoj temperaturi
za točno određen volumen plina

0,5 bodova
0,5 bodova

Zadatak 3. ukupno 2 boda

4. Imenuj prikazane kemijske spojeve prema pravilima nomenklature IUPAC-a.

	Strukturna formula	Ime kemijskog spoja
a)		(3Z,5E)-7-etil-3,6-dimetilnona-3,5-dien
b)		3-hidroksi-4-propoksiciklopent-2-en-1-karbaldehid ili 3-hidroksi-4-(propan-1-iloksi)ciklopent-2-en-1-karbaldehid
c)		3-etil-5-metilcikloheksa-2,5-dien-1-on
d)		(4E)-3-ciklobutil-4,5-dimetilhept-4-enska kiselina ili (4-trans)-3-ciklobutil-4,5-dimetilhept-4-enska kiselina

za svako točno ime

4 × 0,5 bodova

Napomena: Priznati samo imena s točno navedenim konfiguracionim oznakama.

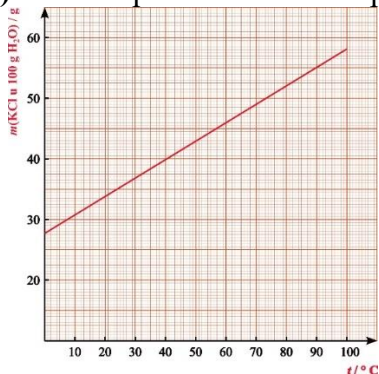
Zadatak 4. ukupno 2 boda

RJEŠENJA

5. U tablici je navedena najveća moguća masa kalijeva klorida koja se može otopiti u 100 g vode pri različitim temperaturama.

$t / ^\circ\text{C}$	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
$m(\text{KCl}) / \text{g}$	31,0	34,4	36,7	39,9	42,6	45,7	47,8	51,4	53,7	57,6

5.a) Grafički prikaži ovisnost topljivosti kalijeva klorida o temperaturi.



za točno označene osi
za točno nacrtanu krivulju topljivosti

2 × 0,5 bodova

0,5 bodova

Napomena: Priznati ukoliko je os y označena kao $m(\text{KCl}) / \text{g}$.

5.b) Izračunaj masu kalijeva klorida koja se istaloži hlađenjem 200 g zasićene otopine s temperature 80 °C na temperaturu 20 °C.

$$w_1(\text{KCl}, 80^\circ\text{C}) = \frac{51,40 \text{ g}}{151,4 \text{ g}} = 0,3395$$

$$m_1(\text{KCl}, 80^\circ\text{C}) = w_1(\text{KCl}, 80^\circ\text{C}) \cdot m(\text{otopina}) = 67,89 \text{ g}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 200,0 \text{ g} - 67,89 \text{ g} = 132,1 \text{ g}$$

$$w_2(\text{KCl}, 20^\circ\text{C}) = 0,2560 \text{ (očitano iz tablice)}$$

$$w_2(\text{KCl}, 20^\circ\text{C}) = \frac{m_2(\text{KCl}, 20^\circ\text{C})}{m_2(\text{KCl}, 20^\circ\text{C}) + m(\text{H}_2\text{O})}$$

$$m_2(\text{KCl}, 20^\circ\text{C}) = 45,45 \text{ g}$$

$$m(\text{KCl}, \text{talog}) = m_1(\text{KCl}, 80^\circ\text{C}) - m_2(\text{KCl}, 20^\circ\text{C}) = 22,44 \text{ g}$$

za točno izračunanu masu kalijeva klorida pri 80 °C

0,5 bodova

za točno izračunanu masu vode

0,5 bodova

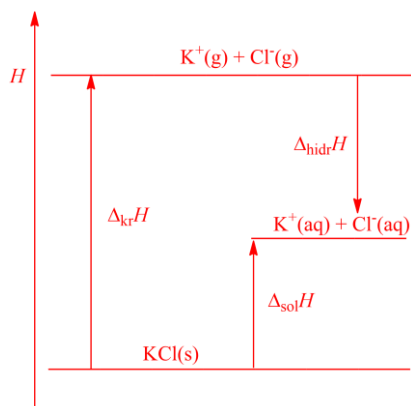
za točno izračunanu masu kalijeva klorida pri 20 °C

0,5 bodova

za točno izračunanu masu taloga

0,5 bodova

5.c) Nacrtaj entalpijski dijagram otapanja kalijeva klorida u vodi. Za odgovarajuće entalpije koristi se oznakama ΔH_{kr} , ΔH_{hidr} i ΔH_{sol} .



za pravilno označenu ordinatu (E ili H): 0,5 bodova

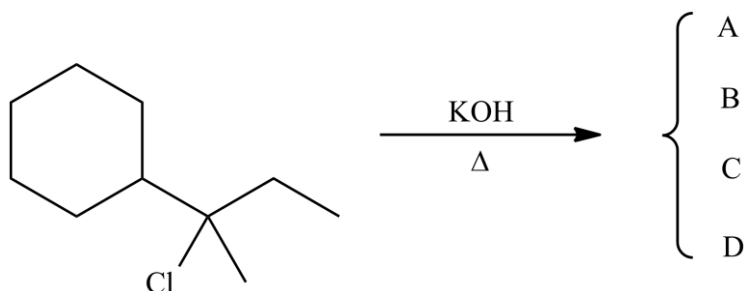
za pravilno označenu entalpije kristalne strukture,

hidratacije i otapanja: 0,5 bodova

za pravilno napisane kemijske vrste i agregacijska stanja: 0,5 bodova

Zadatak 5. ukupno 5 bodova

6. Oznake **A**, **B**, **C** i **D** predstavljaju organske produkte koji nastaju eliminacijom HCl iz (2-klorbutan-2-il)cikloheksana.



U tablicu nacrtaj strukturne formule molekula organskih produkata **A**, **B**, **C** i **D**.

	A	B	C	D
Strukturna formula spoja				

za svaku točnu strukturnu formulu: 0,5 bodova

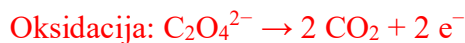
Zadatak 6. ukupno 2 bodova

Napomena: Strukturne formule spojeva u tablici mogu biti zamijenjene.

RJEŠENJA

7. Za određivanje koncentracije iona kalcija u krvi, 10 mL uzorka krvi tretirano je vodenom otopinom natrijeva oksalata. Nastali talog kalcijeva oksalata otopljen je u razrijeđenoj sumpornoj kiselini i titriran s 15 mL vodene otopine kalijeva permanganata množinske koncentracije $3,2 \times 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3}$.

7. a) Napiši polureakcije oksidacije i redukcije te ukupnu jednadžbu ove redoks-reakcije.



Ukupna jednadžba redoks reakcije:



za zapise oksidacije i redukcije izjednačene po masi i naboju: 2 × 1,0 bod
za točnu napisanu ukupnu jednadžbu redoks-reakcije izjednačenu po masi i naboju: 1,0 bod
Napomena: Priznaje se i točan zapis u ionskom obliku.

7. b) Odredi masenu koncentraciju kalcijevih iona u uzorku krvi.

$$n(\text{KMnO}_4) = c(\text{KMnO}_4) \cdot V(\text{KMnO}_4) = 4,8 \cdot 10^{-6} \text{ mol}$$

$$\frac{n(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})}{n(\text{MnO}_4^-)} = \frac{5}{2}$$

$$n(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) = \frac{5}{2} n(\text{MnO}_4^-) = 1,2 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$$

$$n(\text{Ca}^{2+}) = n(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) = 1,2 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$$

$$m(\text{Ca}^{2+}) = M(\text{Ca}^{2+}) \cdot n(\text{Ca}^{2+}) = 4,8 \cdot 10^{-4} \text{ g}$$

$$\gamma(\text{Ca}^{2+}) = \frac{m(\text{Ca}^{2+})}{V} = 0,048 \text{ g L}^{-1}$$

za točno izračunanu množinu kalijeva permanganata: 0,5 bodova
za točan odnos množina oksalatnog i permanganatnog iona: 0,5 bodova
za točno izračunanu množinu oksalatnog iona: 0,5 bodova
za točan odnos množina kalcijevog i oksalatnog iona: 0,5 bodova
za točno izračunanu masu kalcijevih iona: 0,5 bodova
za točno izračunanu masenu koncentraciju kalcijevih iona: 0,5 bodova
Zadatak 7. ukupno 6 bodova

8. Uzorak vodene otopine octene kiseline volumena 25,0 mL i množinske koncentracije 0,100 mol dm⁻³ titriran je s vodenom otopinom kalijeva hidroksida množinske koncentracije 0,140 mol dm⁻³. Izračunaj pH-vrijednost otopine u točki ekvivalencije.

$$K_a(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,77 \times 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$$



$$n(\text{CH}_3\text{COOH}) = c(\text{CH}_3\text{COOH}) \cdot V(\text{CH}_3\text{COOH}) = 2,50 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$n(\text{KOH}) = n(\text{CH}_3\text{COOH}) = 2,50 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$V(\text{KOH}) = \frac{n(\text{KOH})}{c(\text{KOH})} = 0,0179 \text{ dm}^3$$

$$n(\text{CH}_3\text{COOH}) = n(\text{CH}_3\text{COOK})$$

$$c(\text{CH}_3\text{COOK}) = \frac{n(\text{CH}_3\text{COOK})}{V_{\text{ukupni}}} = \frac{2,50 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}{0,0429 \text{ dm}^3} = 0,0583 \text{ mol dm}^{-3}$$



$$K_h = \frac{K_w}{K_a} = 5,65 \cdot 10^{-10} \text{ mol dm}^{-3}$$

$$K_h = \frac{c(\text{CH}_3\text{COOH}) \cdot c(\text{OH}^-)}{c(\text{CH}_3\text{COO}^-)} = \frac{x^2}{c(\text{CH}_3\text{COO}^-)}$$

$$x = \sqrt{K_h \cdot c(\text{CH}_3\text{COO}^-)} = 5,74 \cdot 10^{-6} \text{ mol dm}^{-3}$$

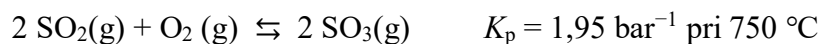
$$\text{pOH} = -\log \frac{c(\text{OH}^-)}{\text{mol dm}^{-3}} = 5,24$$

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 8,76$$

za točno izračunanu množinu octene kiseline: 0,5 bodova
 za točan odnos množina octene kiseline i kalijeve lužine: 0,5 bodova
 za točno izračunan volumen kalijeve lužine: 0,5 bodova
 za točan odnos množina octene kiseline i kalijeva acetata: 0,5 bodova
 za točno izračunanu koncentraciju kalijeva acetata: 0,5 bodova
 za točno izračunanu konstantu hidrolize: 0,5 bodova
 za točno izračunanu koncentraciju hidroksidnih iona: 0,5 bodova
 za točno izračunanu pH-vrijednost: 0,5 bodova
 Zadatak 8. ukupno 4 boda

RJEŠENJA

9. Nastajanje sumporova(VI) oksida iz sumporova(IV) oksida i kisika prikazano je jednadžbom kemijske reakcije:



Na početku reakcije parcijalni tlakovi sumporova(IV) oksida i kisika su jednaki, a nakon uspostavljanja ravnoteže parcijalni tlak sumporova(VI) oksida iznosi 2,5 bar.

Izračunaj parcijalne tlakove sumporova(IV) oksida i kisika na početku reakcije.

	$2 \text{SO}_2(\text{g})$	+	$\text{O}_2(\text{g})$	$\rightleftharpoons$	$2 \text{SO}_3(\text{g})$
početni tlak /bar	x		x		0
promjena tlaka /bar	-2,50		-1,25		+2,50
ravnotežni tlak /bar	$x-2,50$		$x-1,25$		2,50

$$K_p = \frac{p^2(\text{SO}_3)}{p^2(\text{SO}_2) \cdot p(\text{O}_2)}$$

$$1,95 \text{ bar}^{-1} = \frac{(2,50 \text{ bar})^2}{(x - 2,50 \text{ bar})^2 \cdot (x - 1,25 \text{ bar})}$$

$$x = 3,65$$

$$p(\text{početni SO}_2) = p(\text{početni O}_2) = 3,65 \text{ bar}$$

za točno iskazane ravnotežne parcijalne tlakove reaktanata i produkata: 0,5 bodova

za točno napisan izraz za tlačnu konstantu ravnoteže opisane reakcije: 0,5 bodova

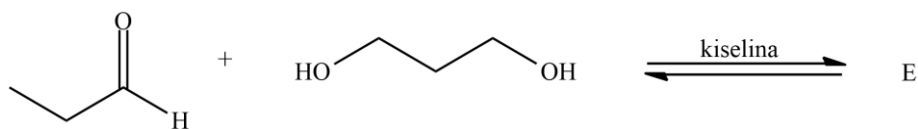
za točno uvrštene podatke u izraz za tlačnu konstantu ravnoteže: 0,5 bodova

za točno izračunan parcijalni tlak reaktanata na početku kemijske reakcije s pripadajućom mjernom jedinicom : 0,5 bodova

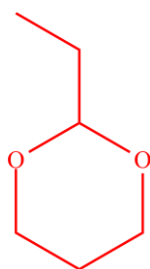
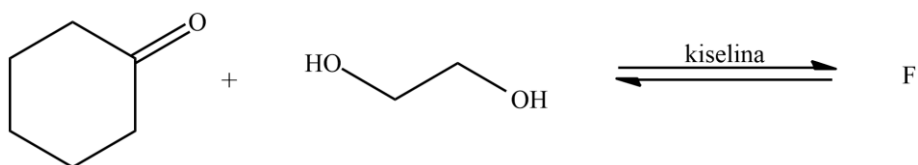
Zadatak 9. ukupno 2 boda

10. Strukturnim formulama prikaži molekule acetala koji nastaju sljedećim kemijskim reakcijama:

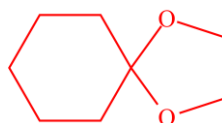
10. a)



10. b)



E.



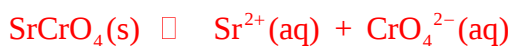
F.

za svaku točnu strukturnu formulu: 2×1 bod
Zadatak 10. ukupno 2 boda

RJEŠENJA

11. Pripremljena je vodena otopina stroncijeva kromata otapanjem 110 mg ove soli u 100 mL vode. Produkt topljivosti stroncijeva kromata je $3,60 \cdot 10^{-5} \text{ mol}^2 \text{ dm}^{-6}$.

Računski odredi je li pripremljena otopina nezasićena, zasićena ili prezasićena.



$$K_{\text{sp}}(\text{SrCrO}_4) = c(\text{Sr}^{2+}) \cdot c(\text{CrO}_4^{2-}) = 3,60 \cdot 10^{-5} \text{ mol}^2 \text{ dm}^{-6}$$

$$c(\text{Sr}^{2+}) = \sqrt{K_{\text{sp}}} = 6,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$$

$$c(\text{Sr}^{2+}) = c(\text{SrCrO}_4)$$

$$\gamma(\text{SrCrO}_4) = c(\text{SrCrO}_4) \cdot M(\text{SrCrO}_4)$$

$$\gamma(\text{SrCrO}_4) = 1,22 \text{ g dm}^{-3}$$

$$m(\text{SrCrO}_4) / 100 \text{ mL} = 0,122 \text{ g} = 122 \text{ mg}$$

Pripremljena otopina je nezasićena.

za točno izraz za konstantu produkta topljivosti: 0,5 bodova

za točno izračunanu množinsku koncentraciju stroncijevih iona: 0,5 bodova

za točan odnos množinskih koncentracija stroncijevih iona i stroncijeva kromata: 0,5 bodova

za točno izračunanu masenu koncentraciju stroncijeva kromata: 0,5 bodova

za točno izračunanu masu stroncijeva kromata u 100 ml otopine: 0,5 bodova

za točan zaključak kako je otopina nezasićena: 0,5 bodova

Zadatak 11. ukupno 3 boda

12. Metiloranž je slaba organska kiselina koja se koristi kao kiselinsko-bazni indikator.

Odredi teorijski raspon pH-vrijednosti prijelaznog područja promjene boje metiloranža ako se promjena boje može uočiti u rasponu pH-vrijednosti u kojem je omjer množina disociranog i nedisociranog oblika metiloranža jednak 10 odnosno 0,1.

$$K_{\text{a}}(\text{metiloranž}) = 1,78 \cdot 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3}$$

$$\text{p}K_{\text{a}} = -\log \frac{K_{\text{a}}}{\text{mol dm}^{-3}} = 3,75$$

$$\text{pH}_1 = \text{p}K_{\text{a}} - \log 10 = 2,75$$

$$\text{pH}_2 = \text{p}K_{\text{a}} - \log 0,1 = 4,75$$

$$\text{raspon : } 2,75 - 4,75$$

za točno određenu $\text{p}K_{\text{a}}$ -vrijednost: 0,5 bodova

za točno izračunanu pH_1 -vrijednost: 0,5 bodova

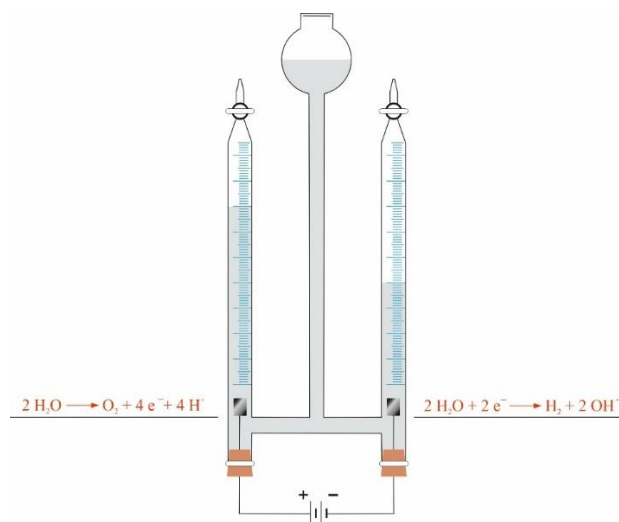
za točno izračunanu pH_2 -vrijednost: 0,5 bodova

za točno određen raspon promjene boje indikatora: 0,5 bodova

Zadatak 12. ukupno 2 boda

13. Slika prikazuje Hoffmanov aparat u kojemu se provodi elektroliza razrijeđene vodene otopine sumporne kiseline.

13.a) Na crte uz odgovarajuće elektrode napiši jednadžbe kemijskih reakcija oksidacije i redukcije koje se na njima odvijaju.



za zapise oksidacije i redukcije izjednačene po masi i naboju: 2 × 1,0 bod

13.b) Izračunaj ukupan volumen plinova pri tlaku 0,950 bar i temperaturi 25,0 °C koji se razviju elektrolizom razrijeđene vodene otopine sumporne kiseline strujom jakosti 5,00 A u vremenu 60,0 s.

$$Q = I \cdot t = 5,00 \text{ A} \cdot 60,0 \text{ s} = 300 \text{ C}$$

$$n(\text{H}_2) = \frac{Q}{z \cdot F} = \frac{300 \text{ C}}{2 \cdot 96485 \text{ C mol}^{-1}} = 1,55 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$V(\text{H}_2) = \frac{n(\text{H}_2) \cdot R \cdot T}{p} = 4,04 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3 = 40,4 \text{ cm}^3$$

$$n(\text{O}_2) = \frac{Q}{z \cdot F} = \frac{300 \text{ C}}{4 \cdot 96485 \text{ C mol}^{-1}} = 7,77 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

$$V(\text{O}_2) = \frac{n(\text{O}_2) \cdot R \cdot T}{p} = 2,03 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3 = 20,3 \text{ cm}^3$$

$$V(\text{ukupni}) = 60,7 \text{ cm}^3$$

za točno izračunan naboj: 0,5 bodova
za točan izračunanu množinu vodika: 0,5 bodova
za točno izračunan volumen vodika: 0,5 bodova
za točan izračunanu množinu kisika: 0,5 bodova
za točno izračunan volumen kisika: 0,5 bodova
za točno izračunan ukupni volumen plinova: 0,5 bodova
Zadatak 13. ukupno 5 bodova