

Prirodno-matematički fakultet
Društvo matematičara i fizičara Crne Gore

OLIMPIJADA ZNANJA 2024.

Rješenja zadataka iz HEMIJE
za II razred srednje škole

- 1.** Antacidna tableta koja sadrži magnezijum-hidroksid titruje se sa 0,10 M rastvorom nitratne kiseline. Završna tačka titracije određuje se korišćenjem indikatora. Na osnovu podataka iz tabele preračunati masu magnezijum-hidroksida u antacidnoj tableti?

Početno očitavanje sa birete	2,17 mL
Krajnje očitavanje sa birete	22,17 mL

Rješenje:



$$c(\text{HNO}_3) = 0,1 \text{ M}$$

$$V(\text{HNO}_3) = 22,17 \text{ mL} - 2,17 \text{ mL} = 20 \text{ mL} \quad \dots(2 \text{ boda})$$

$$n(\text{HNO}_3) = c \cdot V = 0,1 \text{ M} \cdot 0,02 \text{ L} = 0,002 \text{ mol} \quad \dots(1 \text{ bod})$$

$$n(\text{HNO}_3) : n(\text{Mg(OH)}_2) = 2 : 1 \quad \dots(1 \text{ bod})$$

$$n(\text{HNO}_3) = 2 \cdot n(\text{Mg(OH)}_2)$$

$$n(\text{Mg(OH)}_2) = n(\text{HNO}_3) / 2 = 0,002 \text{ mol} / 2 = 0,001 \text{ mol} \quad \dots(2 \text{ boda})$$

$$m(\text{Mg(OH)}_2) = 0,001 \text{ mol} \cdot 58,3 \text{ g/mol} = 0,0583 \text{ g} \quad \dots(2 \text{ boda})$$

ukupno: **10 bodova**

- 2.** Koji od navedenih jona ima najmanji radijus (poluprečnik) ?

- a) K^+
- b) Ca^{2+}
- c) Sc^{3+}
- d) Rb^+
- e) Sr^{2+}

Rješenje:

c)

ukupno: **3 boda**

3. Prisustvo CO_3^{2-} , HCO_3^- i CO_2 u tjelesnim tečnostima pomaže u stabilizaciji pH vrijednosti ovih tečnosti uprkos stvaranju ili uklanjanju H^+ jona putem brojnih metaboličkih procesa. Odgovorite na sljedeća pitanja o rastvorima koji sadrže ove vrste u različitim kombinacijama na 25 °C. $K_1=4,2 \cdot 10^{-7}$, $K_2=4,7 \cdot 10^{-11}$ (za H_2CO_3).

- Napišite ravnotežne jednačine koje predstavljaju procese odgovorne za K_1 i K_2 .
- Izračunajte koncentraciju H^+ jona i pH u 0,033 M rastvoru H_2CO_3 .
- Izračunajte koncentraciju H^+ jona i pH kod 1:1 smješe H_2CO_3 i HCO_3^- .
- Izračunajte koncentraciju H^+ jona i pH kod 1:1 smjese HCO_3^- i CO_3^{2-} .
- Izračunajte koncentraciju H^+ jona i pH u 0,125 M rastvoru CO_3^{2-} .
- pH vrijednost krvi mjerena na sobnoj temperaturi treba da bude 7,35. Ukoliko pH vrednost opadne, npr. do 7,20 nastaju uslovi tzv. acidoze krvi, a ako raste npr. do 7,50 nastaju uslovi tzv. alkaloze krvi. Glavni regulator pH krvi je karbonatni pufer. Izračunati odnos koncentracija H_2CO_3 i HCO_3^- da bi se održala optimalna vrijednost pH krvi.

Rješenje:

- $\text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$, K_1 ... (1 bod)
 $\text{HCO}_3^- \rightarrow \text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-}$, K_2 ... (1 bod)
- $K_1 = \frac{[\text{H}^+][\text{HCO}_3^-]}{[\text{H}_2\text{CO}_3]} = 0,33$, odavde je $[\text{H}^+] = 1,2 \cdot 10^{-4}$, pH=3,93 ... (2 boda)
- $[\text{HCO}_3^-] = [\text{H}_2\text{CO}_3]$, onda je $K_1 = [\text{H}^+] = 4,2 \cdot 10^{-7}$, pH=6,38 ... (2 boda)
- $[\text{HCO}_3^-] = [\text{CO}_3^{2-}]$, onda je $K_2 = [\text{H}^+] = 4,7 \cdot 10^{-11}$, pH=10,33 ... (2 boda)
- $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HCO}_3^- + \text{OH}^-$
 $K_b = K_w/K_2 = 1 \cdot 10^{-14}/4,7 \cdot 10^{-11} = 2,127 \cdot 10^{-4}$... (1 bod)
 $K_b = \frac{[\text{HCO}_3^-][\text{OH}^-]}{[\text{CO}_3^{2-}]} = 0,125$
 $[\text{OH}^-] = \sqrt{K_b \cdot 0,125} = 0,00515$... (1 bod)
 $\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-] = 2,28$... (1 bod)
 $\text{pH} = 14 - 2,28 = 11,72$
 $[\text{H}^+] = 10^{-11,72} = 1,9 \cdot 10^{-12}$... (1 bod)
- $\text{pH} = 7,35$; $[\text{H}^+] = 10^{-7,35} = 4,46 \cdot 10^{-8}$
 $K_1 = \frac{[\text{H}^+][\text{HCO}_3^-]}{[\text{H}_2\text{CO}_3]}$ odavde je odnos $\frac{[\text{HCO}_3^-]}{[\text{H}_2\text{CO}_3]} = 9,41$... (2 boda)

ukupno: **14 bodova**

4. Jedan od najviše korišćenih jedinjenja za dezinfekciju vode u bazenima je natrijum-hipohlorit.

- Napisati njegovu hemijsku formulu i odrediti oksidaciono stanje hlora u njemu.

- b) Kada se rastvori u vodi, dolazi do formiranja ravnoteže između hipohloritnih jona i njegove konjugovane kiseline. Napiši hemijsku jednačinu reakcije ravnoteže. Ravnoteža zavisi od pH vrijednosti i u kiseloj sredini dolazi do izdvajanja hlora.
- c) Napiši reakciju dobijanja hlora polazeći od hipohlorita i hloridne kiseline.
- d) Nekad se u bazenima formira zelena boja koja potiče od namnožavanja algi. Smatra se da se to dešava zbog dodatka velikih količina vodonik-peroksida, koji dovodi do transformacije hipohlorita u hloridne jone. Napiši reakciju opisanog procesa između vodonik-peroksida i hipohlorita.

Rješenje:

- a) NaClO , +1 ... (2 boda)
- b) $\text{ClO}^- + \text{H}_3\text{O}^+ \rightarrow \text{HClO} + \text{OH}^-$... (2 boda)
- c) $\text{HClO} + \text{HCl} \rightarrow \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}$... (2 boda)
- d) $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{HClO} \rightarrow \text{HCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$... (2 boda)

ukupno: **8 bodova**

- 5.** Zlatne medalje se prave od zlata, srebra i bakra. Uzorak zlatne medalje od 5,000g zagrijan je i tretiran viškom koncentrovane nitratne kiseline. Nerastvoreni ostatak je odvojen filtracijom, ispran, osušen i izvagan. Njegova masa je bila 0,067g. Zatim je u rastvor sa nitratnom kiselinom dodat višak razblažene hloridne kiseline. Nastali talog je odvojen filtracijom, ispran, osušen i izmjeran. Njegova masa je bila 6,144g. Izračunajte maseni procenat zlata, srebra i bakra u zlatnoj medalji.

Rješenje:

- Masa zlata je $m(\text{Au}) = 0,067\text{g}$... (1 bod)
- Masa AgCl je $m(\text{AgCl}) = 6,144\text{g}$... (1 bod)
- $n(\text{AgCl}) = m/M(\text{AgCl}) = 6,144 \text{ g} / 143,32 \text{ g/mol} = 0,0428 \text{ mol}$... (2 boda)
- $n(\text{Ag}) = 0,0428 \text{ mol}$; $m(\text{Ag}) = 0,0428 \text{ mol} \cdot 107,86 \text{ g/mol} = 4,624\text{g}$... (2 boda)
- $m(\text{Cu}) = 5,000\text{g} - 4,624\text{g} - 0,067\text{g} = 0,309\text{g}$... (2 boda)

ukupno: **10 bodova**

- 6.** Olovo(II)-nitrat pri zagrijavanju daje smeđi gas koji se podvrgava dimerizaciji pri hlađenju. Identifikujte o kom gasu je riječ i napisati datu jednačinu hemijske reakcije.

Rješenje:

- NO_2 ... (2 boda)



...(3 boda)

ukupno: **5 bodova**

- 7.** Kada se metalna elektroda **M** uroni u koncentrovani, bezbojni, vodeni rastvor supstance **N**, rastvor postane svijetlo plave boje. Dodatkom rastvora natrijum-hlorida u plavi rastvor formira se bijeli talog koji potiče od formiranog jedinjenja **O**. Ukoliko se doda vodeni rastvor amonijaka jedinjenje **O** se rastvara i primjetna je tamno plava boja rastvora. Odrediti o kom metalu je riječ, kao i prepoznati jedinjenja **N** i **O**.

Rješenje:

Metal je bakar

...(2 boda)

Rastvor **N**, je AgNO_3

...(2 boda)

Formirano jedinjenje **O**, je AgCl – bijeli talog

...(2 boda)

ukupno: **6 bodova**

- 8.** Koje od navedenih soli grade vodene rastvore koji reaguju bazno:

a) $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ b) $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ c) CaCO_3 d) NaNO_2 e) KHCO_3

$\text{Ka}(\text{NH}_4^+) = 5 \cdot 10^{-10}$ $\text{Ka}(\text{CH}_3\text{COOH}) = 2 \cdot 10^{-5}$

Rješenje:

d)

...(2 boda)

e)

...(2 boda)

ukupno: **4 bodova**

- 9.** Jedan mol kompleksnog jedinjenja $\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}_3$ kada se rastvori daje 3 mola jona. Jedan mol tog kompleksa reaguje sa dva mola rastvora srebro-nitrata dajući 2 mola srebro-hlorida. Struktura kompleksa je:

a) $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_2$

b) $[\text{Co}(\text{NH}_3)_3\text{Cl}_3] \cdot 2\text{NH}_3$

c) $[\text{Co}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2]\text{Cl} \cdot \text{NH}_3$

d) nijedna od navedenih

Reakcijama obrazložiti odgovor.

Rješenje:

a) ... (2 boda)

$[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_2 \rightarrow [\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]^{2+} + 2\text{Cl}^-$... (2 boda)

$2\text{AgNO}_3 + 2\text{Cl}^- \rightarrow 2\text{AgCl} + 2\text{NO}_3^-$... (2 boda)

ukupno: **6 bodova**

10. Napisati nazive sledećih kiselina kao i formule njihovih anhidrida:

a) H_2PHO_3 ,

b) HClO_3 ,

c) H_2SnO_3 ,

d) H_2MnO_4 .

Rješenje:

a) Fosforasta (fosfitna) kiselina – anhidrid je P_2O_3 ... (2 boda)

b) Hloratna (hlorna) kiselina – anhidrid je Cl_2O_5 ... (2 boda)

c) Kalajna (stanatna) – anhidrid je SnO_2 ... (2 boda)

d) Manganova (manganatna) – anhidrid je MnO_3 ... (2 boda)

ukupno: **8 bodova**

11. Element se nalazi u trećoj periodi i sedamnaestoj grupi. Odredi:

a) Elektronsku konfiguraciju najvišeg energetskog nivoa tog elementa,

b) Koliko ovaj element ima nivoa, podnivoa i orbitala.

c) Koliko se ukupno elektrona nalazi na svim p-podnivoima.

Rješenje:

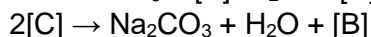
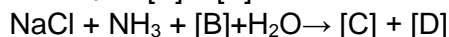
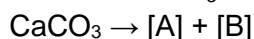
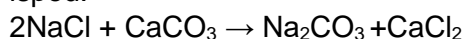
a) $3s^2 3p^5$... (2 boda)

b) tri nivoa, pet podnivoa, devet orbitala ... (2 boda)

c) 11 elektrona ... (2 boda)

ukupno: **6 bodova**

12. Hemijske reakcije koje su uključene u Solvejev proces dobijanja sode su prikazane ispod:



Na osnovu prikazanih jednačina hemijskih reakcija identifikuj jedinjenja A, B, C i D.

Rješenje:

A-CaO,	...(2 boda)
B-CO ₂ ,	...(2 boda)
C- NaHCO ₃ ,	...(2 boda)
D- NH ₄ Cl.	...(2 boda)

ukupno: **8 bodova**

- 13.** Uzorak mase 30,54 g sadrži određenu količinu natrijum-hlorida. Nakon rastvaranja uzorka u vodi, dodato mu je 840 mL rastvora srebro-nitrata koncentracije 0,5 mol/dm³ i došlo je do formiranja taloga koji je odfiltriran. Nakon toga traka od bakra mase 100 g je uronjena u filtrat. Poslije određenog vremena traka je izvađena i izmjerena. Kolika je masa trake u tom trenutku, ako se zna da se 2,51 g srebra izdvojilo na bakarnoj traci? Odrediti koliki je maseni udio natrijum-hlorida u uzorku.

Rješenje:

$n(\text{AgNO}_3) = 0,84 \text{ dm}^3 \cdot 0,5 \text{ mol/dm}^3 = 0,42 \text{ mol}$...(1 boda)
$m(\text{AgNO}_3) = 0,42 \text{ mol} \cdot 170 \text{ g/mol} = 71,4 \text{ g}$...(1 boda)
$0,42 \text{ mol} \cdot 107,86 \text{ g/mol} - 2,15 \text{ g} = 43,21 \text{ g}$ srebo jona	...(1 boda)
$\text{Cu} + 2\text{AgNO}_3 \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{Ag}$...(1 boda)
$n(\text{Ag}) = 2,15 \text{ g} / 107,86 \text{ g/mol} = 0,0199 \text{ mol}$...(1 boda)
$n(\text{Cu}) : n(\text{Ag}) = 1 : 2$	
$n(\text{Cu}) = 0,00995 \text{ mol}$...(1 boda)
masa rastvorenog Cu je $0,00995 \cdot 63,5 \text{ g/mol} = 0,632 \text{ g}$...(1 boda)
$100 - 0,632 + 2,15 = 101,52 \text{ g}$ je masa bakarne pločice	...(1 boda)
$43,21 \text{ g} / 107,86 \text{ g/mol} = 0,40 \text{ mol}$ Ag ⁺ jona,	...(1 boda)
$\text{Ag}^+ + \text{NaCl} \rightarrow \text{AgCl} + \text{Na}^+$...(1 boda)
Količina natrijum-hlorida je 0,40 mol, masa (NaCl) = $0,4 \text{ mol} \cdot 58,5 \text{ g/mol} = 23,4 \text{ g}$...(1 boda)
$\omega = 23,4 \text{ g} / 30,54 \text{ g} = 0,7662$; 76,62%	...(1 boda)

ukupno: **12 bodova**