

DRŽAVNO TAKMIČENJE 2022.

ŠIFRA UČENIKA

SREDNJA ŠKOLA, I i II RAZRED

HEMIJA

UKUPAN BROJ OSVOJENIH BODOVA

Test pregledala/pregledao

Podgorica, 20..... godine

Zadatak broj	Bodovi
1.	6
2.	6
3.	6
4.	6
5.	8
6.	8
7.	10
8.	6
9.	8
10.	8
11.	6
12.	8
13.	8
14.	6
Ukupno	100

Za izradu testa planirano je **150** minuta.

U toku izrade testa učenici mogu koristiti hemijsku olovku i kalkulator.

Ostala sredstva nijesu dozvoljena za upotrebu.

1. Koliko cm^3 vode treba ispariti iz $0,400 \text{ dm}^3$ rastvora koji sadrži 5 gdm^{-3} NaOH da bi se dobio rastvor čija je koncentracija $0,5 \text{ moldm}^{-3}$? $A_r(\text{Na}) = 23$

Rješenje:

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

$$m = \gamma \cdot V = 2 \text{ g} \quad \text{..... 2 boda}$$

$$c = \frac{m}{M \cdot V}$$

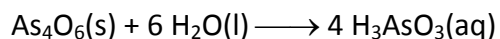
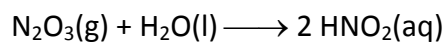
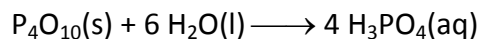
$$V = \frac{m}{c \cdot M} = 0,1 \text{ dm}^3 \quad \text{..... 2 boda}$$

Potrebno je ispariti $(0,4 \text{ dm}^3 - 0,1 \text{ dm}^3)$ $0,3 \text{ dm}^3$ vode. 2 boda

ukupno: 6 bodova

2. Oksidi: P_4O_{10} , N_2O_3 , As_4O_6 su rastvorljivi u vodi. Napisati jednačine hemijskih reakcija navedenih oksida s vodom. Navesti oznake agregatnih stanja svih reaktanata i proizvoda hemijskih reakcija.

Rješenje:



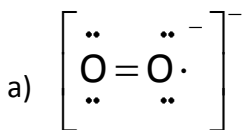
Tačno napisane i izjednačene reakcije po 1 bod (ukupno 3 boda)

Tačno napisana agregatna stanja kod svake reakcije po 1 bod (ukupno 3 boda)

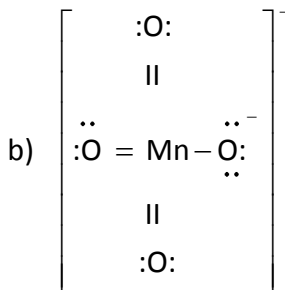
ukupno: 6 bodova

3. Sljedeće hemijske čestice predstaviti Lewisovim strukturnim formulama: a) superoksidni anjon, b) permanganatni anjon.

Rješenje:



.....3 boda



.....3 boda

ukupno: 6 bodova

4. Popuniti prazna mjesta u tabeli:

Naziv hemijskog jedinjenja	Hemijska formula jedinjenja
	$\text{KAl(SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$
natrijum azid	
	$\text{K[Al(OH)}_4]$

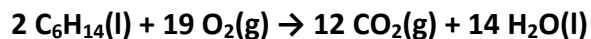
Rješenje:

Naziv hemijskog jedinjenja	Hemijska formula jedinjenja
kalijum aluminijum sulfat dodekahidrat	$\text{KAl(SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$
natrijum azid	NaN_3
kalijum tetrahidroksoaluminat	$\text{K[Al(OH)}_4]$

..... 3 x 2 boda

ukupno: 6 bodova

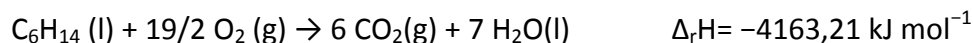
5. Pri temperaturi od 25 °C reakciona entalpija za prikazanu reakciju iznosi -8326,42 kJ mol⁻¹.



$$\Delta_f H (\text{CO}_2(\text{g})) = -393,50 \text{ kJ mol}^{-1}; \quad \Delta_f H (\text{H}_2\text{O}(\text{l})) = -285,84 \text{ kJ mol}^{-1}$$

Izračunati entalpiju formiranja supstance C₆H₁₄.

Rješenje:



$$\Delta_r H = [6 \cdot \Delta_f H (\text{CO}_2, \text{g}) + 7 \cdot \Delta_f H (\text{H}_2\text{O}, \text{l})] - [\Delta_f H (\text{C}_6\text{H}_{14}, \text{l}) + 0 \text{ kJ mol}^{-1}] \quad \dots\dots\dots 2 \text{ boda}$$

$$\Delta_f H (\text{C}_6\text{H}_{14}, \text{l}) = [6 \cdot \Delta_f H (\text{CO}_2, \text{g}) + 7 \cdot \Delta_f H (\text{H}_2\text{O}, \text{l})] - \Delta_r H \quad \dots\dots\dots 2 \text{ boda}$$

$$\Delta_f H (\text{C}_6\text{H}_{14}, \text{l}) = 6 \cdot (-393,50 \text{ kJ mol}^{-1}) + 7 \cdot (-285,84 \text{ kJ mol}^{-1}) - (-4163,21 \text{ kJ mol}^{-1}) \quad \dots\dots\dots 2 \text{ boda}$$

$$\Delta_f H (\text{C}_6\text{H}_{14}, \text{l}) = -198,67 \text{ kJ mol}^{-1} \quad \dots\dots\dots 2 \text{ boda}$$

ukupno: 8 bodova

6. Kolika je količinska koncentracija vodenog rastvora kalijum nitrata gustine 1,45 g cm⁻³ u kojoj je maseni procenat vode 45 %? Ar(K)=39 Ar(N)= 14 Ar(O)= 16

Rješenje:

$$c(\text{KNO}_3) = \frac{n(\text{KNO}_3)}{V_{\text{rastvora}}} = \frac{m(\text{KNO}_3) \cdot \rho_{\text{rastvora}}}{M(\text{KNO}_3) \cdot m_{\text{rastvora}}} \quad \dots\dots\dots 2 \text{ boda}$$

$$m(\text{KNO}_3) = m_{\text{rastvora}} \cdot \omega(\text{KNO}_3) \quad \dots\dots\dots 2 \text{ boda}$$

$$c(\text{KNO}_3) = \frac{\rho \cdot \omega}{M(\text{KNO}_3)}$$

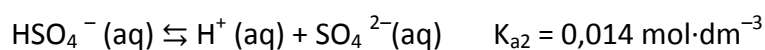
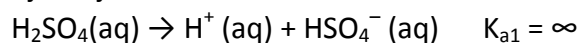
$$c(\text{KNO}_3) = \frac{1,45 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \cdot 0,55}{101 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \quad \dots\dots\dots 2 \text{ boda}$$

$$c(\text{KNO}_3) = 7,9 \cdot 10^{-3} \frac{\text{mol}}{\text{cm}^3} = 7,9 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \quad \dots\dots\dots 2 \text{ bod}$$

ukupno: 8 bodova

7. Konstante disocijacije sulfatne kiseline iznose: $K_{a1}=\infty$, $K_{a2}=0,014 \text{ mol dm}^{-3}$. Izračunajte pH-vrijednost rastvora sulfatne kiseline koncentracije $0,040 \text{ mol dm}^{-3}$.

Rješenje:



..... 2 boda

$$K_{a2} = \frac{[\text{H}^+][\text{SO}_4^{2-}]}{[\text{HSO}_4^-]}$$

$$[\text{SO}_4^{2-}] = x \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

$$[\text{HSO}_4^-] = (0,040 - x) \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

$$[\text{H}^+] = (0,040 + x) \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

..... 2 boda

$$K_{a2} = \frac{(0,040 + x) \cdot x}{0,040 - x}$$

..... 2 boda

$$x^2 + (K_{a2} + 0,040) \cdot x - K_{a2} \cdot 0,040 = 0$$

$$x^2 + 5,4 \cdot 10^{-2} \cdot x - 5,6 \cdot 10^{-4} = 0$$

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

$$x = \frac{-5,4 \cdot 10^{-2} \pm \sqrt{(5,4 \cdot 10^{-2})^2 - 4 \cdot 5,6 \cdot 10^{-4}}}{2}$$

$$x = 8,9 \cdot 10^{-3} \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

..... 2 boda

$$[\text{H}^+] = (0,040 + x) \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} = 4,89 \cdot 10^{-2} \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

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

$$\text{pH} = 1,31$$

..... 2 boda

ukupno: 10 bodova

8. Koliko iznosi ukupan broj elektrona u sljedećim česticama: a) Cl_2O , b) NO_2^- , c) CH_3^+ .

Rješenje:

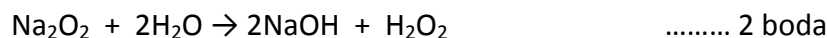
a) $17 \times 2 + 8 = 42$, b) $7 + 8 \times 2 + 1 = 24$, c) $6 + 3 \times 1 = 9$

.....3 x 2 boda

ukupno: 6 bodova

9. Koliko puta više natrijum-hidroksida nastaje u reakciji natrijum-hidrida sa vodom nego u reakciji uzorka iste mase natrijum-peroksida sa vodom? $\text{Ar}(\text{Na})=23$ $\text{Ar}(\text{O})=16$
 $\text{Ar}(\text{H})=1$

Rješenje:



$24 \text{ g NaH} : 40 \text{ g NaOH} = m(\text{NaH}) : m_1(\text{NaOH})$
 $m_1(\text{NaOH}) = \frac{40}{24} \cdot m(\text{NaH}) = 1,667 \cdot m(\text{NaH})$

$78 \text{ g Na}_2\text{O}_2 : 80 \text{ g NaOH} = m(\text{Na}_2\text{O}_2) : m_2(\text{NaOH})$
 $m_2(\text{NaOH}) = \frac{80}{78} \cdot m(\text{Na}_2\text{O}_2) = 1,026 \cdot m(\text{Na}_2\text{O}_2)$

..... 2 boda

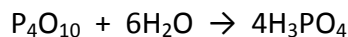
$m(\text{NaH}) = m(\text{Na}_2\text{O}_2)$
 $\frac{m_1(\text{NaOH})}{m_2(\text{NaOH})} = \frac{1,667}{1,026} = 1,625$

..... 2 boda

ukupno: 8 bodova

10. Potrebno je da se iz 75,0 g fosfor(V)-oksida (P_4O_{10}) dobije 25 mas.% fosfatne kiseline. Koliko grama vode je pri tome neophodno utrošiti? $\text{Ar}(\text{P})=31$ $\text{Ar}(\text{H})=1$ $\text{Ar}(\text{O})=16$

Rješenje:



$\text{Mr}(\text{P}_4\text{O}_{10}) : 4 \cdot \text{Mr}(\text{H}_3\text{PO}_4) = 75,0 \text{ g} : m(\text{H}_3\text{PO}_4)$
 $m(\text{H}_3\text{PO}_4) = 103,5 \text{ g}$

..... 2 boda

za to je potrebno vode:

$$6 \cdot (H_2O) : 4 \cdot Mr(H_3PO_4) = m_1(H_2O) : 103,5 \text{ g}$$
$$m_1(H_2O) = 28,5 \text{ g} \quad \text{..... 2 boda}$$

$$\omega = \frac{m(H_3PO_4)}{m(H_3PO_4) + m_2(H_2O)} = \frac{103,5 \text{ g}}{103,5 \text{ g} + m_2(H_2O)} = 0,25$$

$$m_2(H_2O) = 310,5 \text{ g} \quad \text{..... 2 boda}$$

$$m(H_2O) = m_1(H_2O) + m_2(H_2O) = 28,5 \text{ g} + 310,5 \text{ g}$$

$$m(H_2O) = 339,0 \text{ g}$$

..... 2 boda

ukupno: 8 bodova

11. Koliko grama $BaCl_2 \cdot 2H_2O$ treba odvagati i rastvoriti u 250 cm^3 vode da bi se dobio 5%-ni rastvor ? $Ar(Ba)=137$ $Ar(Cl)=35.5$ $Ar(H)=1$ $Ar(O)=16$

Rješenje:

$$w = \frac{m(BaCl_2)}{m(BaCl_2 \cdot 2H_2O) + m(H_2O)} \quad \text{.....2 boda}$$

$$m(BaCl_2) = m(BaCl_2 \cdot 2H_2O) \cdot M(BaCl_2) / M(BaCl_2 \cdot 2H_2O)$$

$$w = \frac{0,8524 \cdot m(BaCl_2 \cdot 2H_2O)}{m(BaCl_2 \cdot 2H_2O) + 250} = 0,05 \quad \text{.....2 boda}$$

rješavanjem izraza dobija se:

$$m(BaCl_2 \cdot 2H_2O) = 15,6 \text{ g}$$

.....2 boda

ukupno:6 bodova

12. U zatvorenom sistemu je zagrijano 0,40 mola $H_2(g)$ i 0,16 mola $I_2(g)$ na $450 \text{ }^\circ\text{C}$. Nakon uspostavljanja ravnoteže, smješa sadrži 0,02 mol $I_2(g)$. Odredite konstantu ravnoteže reakcije.

Rješenje:



$$K_r = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]} \quad \text{.....2 boda}$$

$$[HI] = 0,14 \times 2 = 0,28 \quad \text{.....1 bod}$$

$$[H_2] = 0,40 - 0,14 = 0,26 \quad \text{.....1 bod}$$

$$[I_2] = 0,02 \quad \text{.....1 bod}$$

$$K_r = \frac{(0,28)^2}{(0,26) \cdot (0,02)}$$

$$K_r = 15,08 \quad \dots\dots\dots 2 \text{ boda}$$

ukupno: $\dots\dots\dots 8 \text{ bodova}$

13. Na liniji pored navedene pojave upisati T ako je njen uzrok postojanje vodonične veze, a ako nije upisati N.

- a) Vodonič-sulfid se dobro rastvara u vodi. _____
- b) Temperatura mržnjenja vodonič-sulfida je mnogo manja od temperature mržnjenja vode. _____
- c) Temperatura ključanja fluorovodoničnika je veća od temperature ključanja hlorovodoničnika. _____
- d) U reakciji natrijuma sa vodom izdvaja se vodonič. _____

Rješenje:

- a) Vodonič-sulfid se dobro rastvara u vodi. T $\dots\dots\dots 2 \text{ boda}$
- b) Temperatura mržnjenja vodonič-sulfida je mnogo manja od temperature mržnjenja vode. T $\dots\dots\dots 2 \text{ boda}$
- c) Temperatura ključanja fluorovodoničnika je veća od temperature ključanja hlorovodoničnika. T $\dots\dots\dots 2 \text{ boda}$
- d) U reakciji natrijuma sa vodom izdvaja se vodonič. N $\dots\dots\dots 2 \text{ boda}$
- ukupno: $\dots\dots\dots 8 \text{ bodova}$

14. U prirodi su poznata dva stabilna izotopa vodonič (^1H , ^2H), tri stabilna izotopa kiseonika (^{16}O , ^{17}O , ^{18}O) i dva stabilna izotopa azota (^{14}N , ^{15}N). Koliko postoji različitih tipova stabilnih molekula:

- a) vode,
b) amonijaka?

Rješenje:

- a) devet $\dots\dots\dots 3 \text{ boda}$
- $$^1\text{H}-^{16}\text{O}-^1\text{H} \quad ^1\text{H}-^{16}\text{O}-^2\text{H} \quad ^2\text{H}-^{16}\text{O}-^2\text{H} \quad ^1\text{H}-^{17}\text{O}-^1\text{H} \quad ^1\text{H}-^{17}\text{O}-^2\text{H} \quad ^2\text{H}-^{17}\text{O}-^2\text{H}$$
- $$^1\text{H}-^{18}\text{O}-^1\text{H} \quad ^1\text{H}-^{18}\text{O}-^2\text{H} \quad ^2\text{H}-^{18}\text{O}-^2\text{H}$$

- b) osam $\dots\dots\dots 3 \text{ bodova}$
- $$^1\text{H}^1\text{H}^1\text{H}-^{14}\text{N} \quad ^1\text{H}^1\text{H}^2\text{H}-^{14}\text{N} \quad ^1\text{H}^2\text{H}^2\text{H}-^{14}\text{N} \quad ^2\text{H}^2\text{H}^2\text{H}-^{14}\text{N}$$
- $$^1\text{H}^1\text{H}^1\text{H}-^{15}\text{N} \quad ^1\text{H}^1\text{H}^2\text{H}-^{15}\text{N} \quad ^1\text{H}^2\text{H}^2\text{H}-^{15}\text{N} \quad ^2\text{H}^2\text{H}^2\text{H}-^{15}\text{N}$$

ukupno: $\dots\dots\dots 6 \text{ boda}$