



DRŽAVNO TAKMIČENJE 2017.

ŠIFRA UČENIKA

SREDNJA ŠKOLA HEMIJA

UKUPAN BROJ OSVOJENIH BODOVA

Test pregledala/pregledao

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

DRŽAVNO TAKMIČENJE 2017.
TEST IZ HEMIJE
(srednja škola)

1. Uporediti druge energije jonizacije litijuma, azota, fluora i neona.

_____ < _____ < _____ < _____

R:

$E_{i2}(\text{N}) < E_{i2}(\text{F}) < E_{i2}(\text{Ne}) < E_{i2}(\text{Li})$ 4 boda

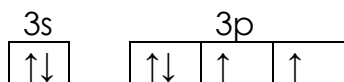
2. Za svaku od navedenih reakcija označiti da li je promjena entropije sistema pozitivna, negativna ili približno jednaka nuli.

- a. $\text{H}_2\text{O}(l) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(g)$
- b. $\text{CaCO}_3(s) \rightarrow \text{CaO}(s) + \text{CO}_2(g)$
- c. $\text{N}_2(g) + 3\text{H}_2(g) \rightarrow 2\text{NH}_3(g)$
- d. $\text{N}_2(g) + \text{O}_2(g) \rightarrow 2\text{NO}(g)$
- e. $\text{Ag}^+(aq) + \text{Cl}^-(aq) \rightarrow \text{AgCl}(s)$

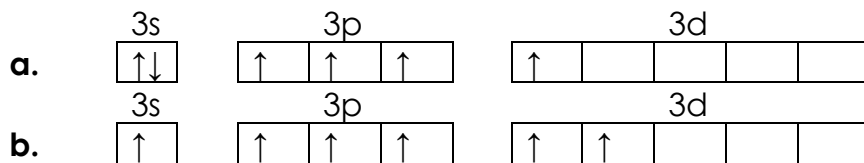
R: a. pozitivna; b. pozitivna; c. negativna; d. približno jednaka nuli; e. negativna.

5 x 1 bod = 5 bodova

3. Shematski prikazana elektronska struktura najvišeg energetskog nivoa sumpora je:



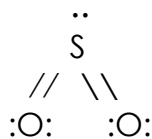
Osnovno stanje



Ekscitovano stanje

Koji tip hibridizacije orbitala bi prethodio građenju molekula SO_2 i SO_3 i predstaviti strukturu ovih molekula? U trenutku građenja molekula SO_2 atom sumpora je u ekscitovanom stanju datom pod a., dok građenju molekula SO_3 prethodi ekscitacija atoma sumpora data pod b.

R: Građenju molekula SO_2 prethodi sp^2 hibridizacija atomskih orbitala sumpora. 2 boda

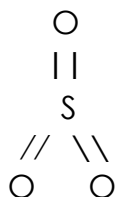


..... 2 boda

Između sumpora i kiseonika uspostavljaju se dvije dvostruke veze, a na sumporu ostaje jedan slobodni elektronski par. Molekul je planaran.

Građenju molekula SO_3 prethodi sp^2 hibridizacija atomskih orbitala sumpora. Između sumpora i kiseonika uspostavljaju se tri dvostruke veze. Molekul je planaran.

..... 2 boda



..... 2 boda

ukupno: 8 bodova

4. Označiti u svakom od sledećih parova koje je jedinjenje jača kiselina:

- H_3PO_4 ili H_3AsO_4
- H_3AsO_3 ili H_3AsO_4
- H_2SO_4 ili H_2SO_3
- HClO_4 ili HOCl
- HBr ili H_2S

R: a. H_3PO_4 ; b. H_3AsO_4 ; c. H_2SO_4 ; d. HClO_4 ; e. HBr

5 x 1 bod = 5 bodova

5. Koliko grama aluminijum-sulfata oktaedrahidrata (kristalohidrata sa 18 molekula vode) kristališe iz 150g rastvora aluminijum-sulfata zasićenog na 80°C ako se taj rastvor ohladi do 20°C ?

Rastvorljivost aluminijum-sulfata na 20°C : $36.4\text{g}/100\text{g H}_2\text{O}$; na 80°C : $73.0\text{g}/100\text{g H}_2\text{O}$.

$\text{Ar}(\text{Al})=27$ $\text{Ar}(\text{S})=32$ $\text{Ar}(\text{O})=16$ $\text{Ar}(\text{H})=1$

R:

Masa aluminijum-sulfata koja se nalazi u 150g rastvora na 80 °C:

$$R_{80\text{ }^{\circ}\text{C}}(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) : [(R_{80\text{ }^{\circ}\text{C}}(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) + m(\text{H}_2\text{O}))] = m_1(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) : m_{r1}$$

$$73\text{ g} : [73\text{ g} + 100\text{ g}] = m_1(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) : 150\text{ g},$$

$$m_1(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) = 63.3\text{g}$$

..... 2 boda

Hlađenjem rastvora na 20 °C izkristalisala je masa aluminijum-sulfata oktadekahidrata: $m_{\text{isk}}(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3)$.

Masa aluminijum-sulfata u rastvoru je: $m(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) = 63.3 - m_{\text{isk}}(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3)$

Masa rastvora je:

$$m(\text{rastvora}) = 150\text{g} - [m_{\text{isk}}(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) \cdot M(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}) / M(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3)]$$

..... 2 boda

na osnovu proporcije:

$$36.4\text{g} : 136.4\text{g} =$$

$$[63.3 - m_{\text{isk}}(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3)] : [150 - m_{\text{isk}}(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) \cdot M(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}) / M(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3)]$$

$$m_{\text{isk}}(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) = 48.45\text{g}$$

..... 2 boda

$$m(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}) = 94.35\text{g}$$

..... 2 boda

ukupno: 8 bodova

6. Pri analizi 0.8617g silikata dobijeno je 0.2158g smješe NaCl i KCl. Iz ove smješe, natrijum i kalijum su istaloženi u obliku perhlorata mase 0.4125g. Izračunati maseni udio (u %) natrijum-oksida i kalijum-oksida u silikatu. $\text{Ar}(\text{Na})=23$ $\text{Ar}(\text{K})=39$ $\text{Ar}(\text{Cl})=35.5$ $\text{Ar}(\text{O})=16$

R:



..... 2 boda

$$m(\text{hlorida}) = m(\text{NaCl}) + m(\text{KCl})$$

$$m(\text{perhlorata}) = m(\text{NaClO}_4) + m(\text{KClO}_4)$$

$$\frac{m(\text{NaCl}) \cdot M(\text{NaClO}_4)}{M(\text{NaCl})} + \frac{m(\text{KCl}) \cdot M(\text{KClO}_4)}{M(\text{KCl})} = 0.4125\text{g}$$

..... 2 boda

$$2.094 \cdot m(\text{NaCl}) + 1.859 \cdot m(\text{KCl}) = 0.4125\text{g}$$

$$m(\text{NaCl}) + m(\text{KCl}) = 0.2158\text{g}$$

Nakon rješavanja dvije jednačine sa dvije nepoznate dobija se:

$$m(\text{NaCl}) = 0.0481\text{g}$$

$m(\text{KCl}) = 0.1677\text{g}$ 2 boda

prevođenjem mase hlorida u masu oksida dobija se:

$m(\text{Na}_2\text{O}) = 0.0255\text{g}$

$m(\text{K}_2\text{O}) = 0.1058\text{g}$ 2 boda

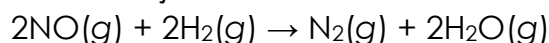
traženi procentni sadržaj u silikatu je:

$\%\text{Na}_2\text{O} = 2.96$

$\%\text{K}_2\text{O} = 12.28$ 2 boda

ukupno: 10 bodova

7. Za reakciju:



dobijeni su sledeći eksperimentalni podaci na 1000K.

Početne koncentracije		Početna brzina
NO (mol/dm ³)	H ₂ (mol/dm ³)	(mol/dm ³ s)
$5 \cdot 10^{-3}$	$2.5 \cdot 10^{-3}$	$3.0 \cdot 10^{-5}$
$15 \cdot 10^{-3}$	$2.5 \cdot 10^{-3}$	$9.0 \cdot 10^{-5}$
$15 \cdot 10^{-3}$	$10.0 \cdot 10^{-3}$	$3.6 \cdot 10^{-4}$

Odrediti:

- Red reakcije u odnosu na svaki reaktant i ukupni red reakcije
- Izraz za brzinu reakcije
- Izračunati konstantu brzine reakcije
- Izračunati početnu brzinu reakcije ako su koncentracije oba reaktanta $8 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$.

R:

- a. prvog reda u odnosu na NO i na H₂, ukupno drugog reda 2 boda

b. $v = k[\text{NO}] \cdot [\text{H}_2]$ 2 boda

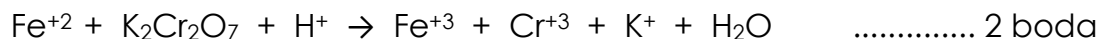
c. $k = \frac{v}{[\text{NO}] \cdot [\text{H}_2]} = \frac{3 \cdot 10^{-5}}{(5 \cdot 10^{-3})(2.5 \cdot 10^{-3})} = 2.4 \text{ mol}^{-1} \text{ dm}^3 \text{ s}^{-1}$ 2 boda

d. $v = 2.4 \text{ mol}^{-1} \text{ dm}^3 \text{ s}^{-1} \cdot 8 \cdot 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3} \cdot 8 \cdot 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3} = 1.54 \cdot 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3} \text{ s}^{-1}$
..... 2 boda

ukupno: 8 bodova

8. Koliko iznosi maseni udio (u %) gvožđe(III)-oksida u uzorku rude, ako se gvožđe iz 0.6800g rude redukuje u gvožđe(II)-jon, a zatim titruje rastvorom kalijum-dihromata koncentracije 0.025 mol dm^{-3} u kiseloj sredini, pri čemu je utrošeno 26.18cm 3 ? Ar(Fe)=55.85 Ar(K)=39 Ar(Cr)=52 Ar(O)=16

R:



$$n(\text{Fe}^{+2}) = 6 \cdot n(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = 6 \cdot c(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) \cdot V(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7)$$

$$n(\text{Fe}^{+2}) = 6 \cdot 0.025 \text{ mol dm}^{-3} \cdot 26.18 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^{-3}$$

$$n(\text{Fe}^{+2}) = 3.927 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \quad \dots\dots\dots 2 \text{ boda}$$

$$n(\text{Fe}^{+2}) = n(\text{Fe}^{+3})$$

$$n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 1/2 \cdot n(\text{Fe}^{+3})$$

$$m(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 0.3136\text{g}$$

$$\% \text{Fe}_2\text{O}_3 = 46.11 \quad \dots\dots\dots 2 \text{ boda}$$

ukupno: $\dots\dots\dots$ 8 bodova

9. U reakcionu posudu uvedena je smješa etina i broma. Odnos mase etina i mase broma iznosio je 0.13. Pritisci prije i nakon reakcije iznosili su 1620 mmHg i 720 mmHg, na istoj temperaturi. U reakciji je izreagovao sav Br $_2$, a zaostala gasna smješa nije reagovala sa amonijačnim rastvorom srebro-nitrata.

- Koji je početni odnos broja molova gasova,
- Koji gasovi se nalaze u reakcionoj smješi nakon reakcije i u kojem odnosu broja molova?

R:

Sav Br $_2$ je izreagovao. Reakciona smješa nije reagovala sa amonijačnim rastvorom srebro-nitrata što znači da je sav etin izreagovao.

$$\text{a) } n(\text{C}_2\text{H}_2) = x \text{ mol}$$

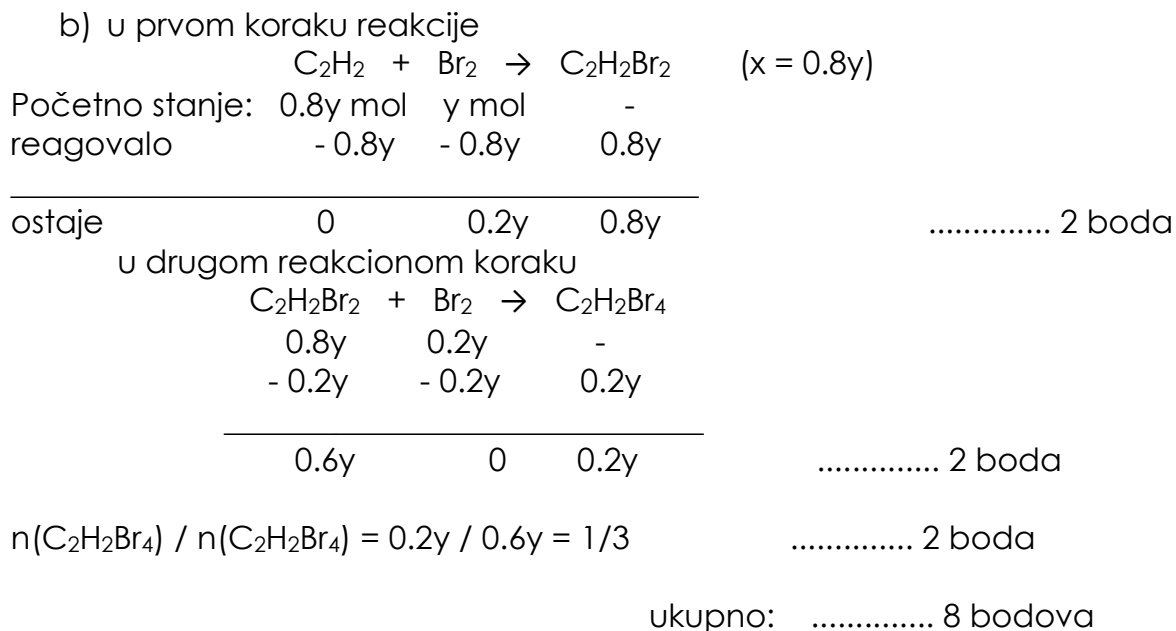
$$m(\text{C}_2\text{H}_2) = n(\text{C}_2\text{H}_2) \cdot M = 26 \cdot x$$

$$n(\text{Br}_2) = y \text{ mol}$$

$$m(\text{Br}_2) = 160 \cdot y$$

$$m(\text{C}_2\text{H}_2) / m(\text{Br}_2) = 26 \cdot x / 160 \cdot y = 0.13$$

$$x/y = n(\text{C}_2\text{H}_2) / n(\text{Br}_2) = 0.8 \quad \dots\dots\dots 2 \text{ boda}$$

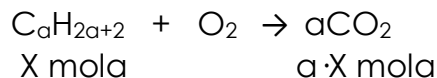


10. Data je smjesa dva zasićena monohidroksilna alkohola. Odnos njihovih molarnih masa je 15:8 a odnos broja molova 1:2. Ako se 24.8g uzorka smješe potpuno sagori nastaje 22.4dm³ CO₂ na standardnim uslovima. Koji se alkoholi nalaze u smješi? Izračunati njihovu masu.
 $\text{Ar}(\text{C})=12 \quad \text{Ar}(\text{H})=1 \quad \text{Ar}(\text{O})=16$

R:

$$n(\text{CO}_2) = 22.4 / 22.4 = 1 \text{ mol}$$

a-broj C-atoma prvog alkohola b-broj C-atoma drugog alkohola
 $\text{Mr}_1 = 14a + 18 \quad \text{Mr}_2 = 14b + 18$



$$n(\text{CO}_2) = a \cdot X + 2b \cdot X \quad (\text{I})$$

$$\text{Mr}_1 / \text{Mr}_2 = (14a + 18) / (14b + 18) = 15/8$$

$$112a - 210b = 126 \quad (\text{II}) \quad \text{..... 2 boda}$$

$$m_1 + m_2 = (14a + 18) \cdot X + (14b + 18) \cdot 2X = 24.8 \quad (\text{III})$$

$$\text{Iz (I)} : X = 1 / (a + 2b)$$

$$\text{Iz (III)} : 10.8 \cdot a + 21.6 \cdot b = 54 \quad (\text{IV}) \quad \dots\dots\dots 2 \text{ boda}$$

Iz (II) i (IV) :

$$a = 3 \quad b = 1$$

Alkoholi su $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$ i CH_3OH \dots\dots\dots 2 boda

$$m_1 + m_2 = 24.8\text{g}$$

$$X \cdot \text{Mr}_1 + 2X \cdot \text{Mr}_2 = 24.8$$

$$X = 0.2 \text{ mola } \text{C}_3\text{H}_7\text{OH} = 12\text{g}$$

$$2X = 0.4 \text{ mola } \text{CH}_3\text{OH} = 12.8\text{g} \quad \dots\dots\dots 2 \text{ boda}$$

ukupno: \dots\dots\dots 10 bodova

11. U reakciji 2.76g toluena sa bromom na svijetlu nastao je gas, koji je nakon rastvaranja u 4.00 dm³ vode dao rastvor sa pH=2.0 kao i dva organska proizvoda. Napisati strukturne formule ta dva proizvoda i izračunati njihove mase. $\text{Ar}(\text{C})=12 \quad \text{Ar}(\text{H})=1 \quad \text{Ar}(\text{O})=16 \quad \text{Ar}(\text{Br})=80$

R:

Halogeni u prisustvu svjetlosti kod alkilbenzena vrše supstituciju vodonikovih atoma iz alkilnog ogranka. U ovoj reakciji nastaju mono- i/ili polisupstituisani bromovani metilbenzeni i bromovodonik. Bromovodonik sa vodom daje jaku kiselinu.

$$[\text{H}^+] = [\text{HBr}] = 10^{-2}$$

$$n(\text{HBr}) = c \cdot V = 0.04 \text{ mol}$$

$$n(\text{C}_7\text{H}_8) = m/M = 0.03 \text{ mol} \quad \dots\dots\dots 2 \text{ boda}$$

odnos broja molova HBr i $\text{C}_6\text{H}_5\text{-CH}_3$ je 1.33

kada nastaje monobrom derivat odnos broja molova toluena i HBr je 1:1.

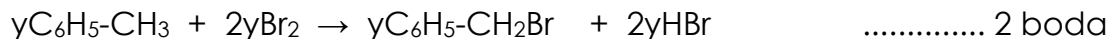
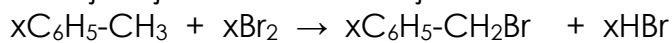
Kada nastaje dibrom derivat taj odnos je 1:2 itd. Pošto je odnos broja

molova 1:1.33 a nastaju dva proizvoda onda se radi o mono- i di-

supstituisanom derivatu:



Hemijske jednačine reakcija:



$$n(\text{toluena}) = x + y = 0.03$$

$$n(\text{HBr}) = x + 2y = 0.04$$

$$x = 0.02 \quad y = 0.01$$

..... 2 boda

$$m(\text{C}_6\text{H}_5\text{-CH}_2\text{Br}) = n \cdot M_r = 0.02 \cdot 171$$

$$m(\text{C}_6\text{H}_5\text{-CH}_2\text{Br}) = 3.42\text{g}$$

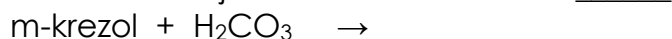
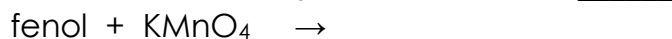
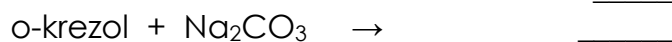
$$m(\text{C}_6\text{H}_5\text{-CHBr}_2) = n \cdot M_r = 0.01 \cdot 250$$

$$m(\text{C}_6\text{H}_5\text{-CHBr}_2) = 2.50\text{g}$$

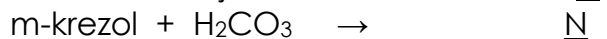
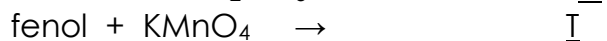
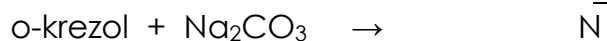
..... 2 boda

ukupno: 8 bodova

12. Na linijama pored započetih reakcija napisati T – ako je reakcija moguća ili N – ako reakcija nije moguća:

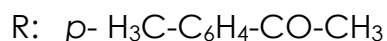


R:



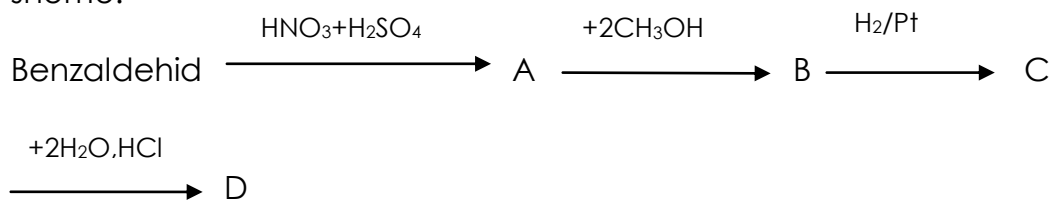
5 x 1 bod = 5 bodova

13. Jedinjenje A molekulske formule $\text{C}_9\text{H}_{10}\text{O}$ reaguje sa hidrazinom, a ne reaguje sa amonijačnim rastvorom srebro-nitrata. Redukcijom jedinjenja A postaje jedinjenje koje oksidacijom sa KMnO_4 daje ftalnu kiselinu. Napisati strukturnu formulu jedinjenja A.



..... 5 bodova

14. Napisati strukturne formule jedinjenja A, B, C i D iz date reakcione sheme:



R: Svi supstituenti su u *m*-položaju

- A: $\text{O}_2\text{N}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CHO}$ 2 boda
 B: $\text{O}_2\text{N}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}(\text{OCH}_3)_2$ 2 boda
 C: $\text{H}_2\text{N}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}(\text{OCH}_3)_2$ 2 boda
 D: $\text{HCl} \cdot \text{H}_2\text{N}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CHO}$ 2 boda

ukupno: 8 bodova