

 ispitni centar
**PRAVA
MJERA
ZNAJJA**

DRŽAVNO TAKMIČENJE 2015.

ŠIFRA UČENIKA

SREDNJA ŠKOLA
HEMIJA

UKUPAN BROJ OSVOJENIH BODOVA

Test pregledala/pregledao

.....
.....
Podgorica, 20..... godine

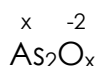
Zadatak broj	Bodovi
1.	6
2.	8
3.	10
4.	6
5.	10
6.	8
7.	8
8.	10
9.	6
10.	10
11.	8
12.	10
Ukupno	100

Za izradu testa planirano je 120 minuta.
U toku izrade testa učenici mogu koristiti hemijsku olovku i kalkulator.
Ostala sredstva nijesu dozvoljena za upotrebu.

DRŽAVNO TAKMIČENJE 2015.
TEST IZ HEMIJE
(srednja škola)

1. Odrediti, uz odgovarajući račun, molekulska formulu oksida arsena, koji sadrži 65,2% arsena. Molarna masa As iznosi 74,92g/mol. $Ar(O)=16$

Rješenje:



65,2g As se jedini sa $(100 - 65,2)$ 34,8g kiseonika a
 $2 \cdot Ar(As)$ se jedine sa $x \cdot 16g$ kiseonika 3 boda

$$65,2 : 34,8 = [2 \cdot Ar(As)] : (16 \cdot x)$$

$$x = 5$$

$$As_2O_5 \quad \text{..... 3 boda}$$

ukupno: 6 bodova

2. Dva atoma različitih elemenata E_1 i E_2 imaju ukupno 49 elementarnih čestica. Kada postignu stabilnu elektronsku strukturu oba atoma postaju katjoni sa naelektrisanjem 2. Maseni broj atoma elementa E_2 veći je za 15 od masenog broja atoma elementa E_1 . Upisati odgovarajuće brojeve na praznim mjestima u oznakama ovih atoma.



Rješenje:

Pošto se radi o katjonima naelektrisanja +2, moguće elektronske konfiguracije su: K-2 L-2 i K-2 L-8 M-2 (da bi se ispunio uslov za 49 čestica).

E_1 ima: 4 protona , x neutrona i 4 elektrona a
 E_2 : 12 protona , y neutrona i 12 elektrona 2 boda

$$A_2 = A_1 + 15 \quad A = n_p + n_n \quad \Rightarrow \quad A_1 = 4 + n_{n1} \quad A_2 = 12 + n_{n2}$$

$$12 + n_{n2} = 4 + n_{n1} + 15$$

$$n_{n2} = n_{n1} + 7 \quad \text{..... 2 boda}$$

pošto je protona i elektrona ukupno 32, za neutrone je preostalo (za E_1 i E_2):

$$49 - 32 = 17 \quad \text{..... 2 boda}$$

$$n_{n1} + n_{n2} = 17$$

zamjenom u prethodnoj relaciji dobija se: $n_{n1} = 5$ i $n_{n2} = 12$

$$\begin{array}{ccc} 9 & & 24 \\ & E_1 & & & E_2 \\ 4 & & i & & 12 \end{array}$$

..... 2 boda

ukupno: 8 bodova

3. Koliko je pH rastvora dobijenog uvođenjem 44,8cm³ hlorovodonika (normalni uslovi) u 100cm³ rastvora amonijum-hidroksida koncentracije 1,05g/dm³? $K(\text{NH}_4\text{OH}) = 2 \cdot 10^{-5}$.

$$\text{Ar}(\text{H})=1 \quad \text{Ar}(\text{O})=16 \quad \text{Ar}(\text{N})=14 \quad \text{Ar}(\text{Cl})=35,5$$

Rješenje:



$$n(\text{HCl}) = V / V_M = 0,002 \text{ mol}$$

$$c(\text{NH}_4\text{OH}) = \gamma(\text{NH}_4\text{OH}) / \text{Mr}(\text{NH}_4\text{OH}) = 0,03 \text{ mol/dm}^3$$

$$n(\text{NH}_4\text{OH}) = c \cdot V = 0,003 \text{ mol} \quad \text{..... 2 boda}$$

0,002mol HCl izreaguje sa 0,002mol NH₄OH i nastane 0,002mol NH₄Cl

U rastvoru se sada nalaze: 0,001mol NH₄OH i 0,002mol NH₄Cl ... 2 boda



$$K(\text{NH}_4\text{OH}) = c(\text{NH}_4^+) \cdot c(\text{OH}^-) / c(\text{NH}_4\text{OH}) \quad \text{..... 2 boda}$$

Količina NH₄⁺ nastala disocijacijom NH₄OH je zanemarljiva u odnosu na količinu NH₄⁺ nastalih potpunom disocijacijom NH₄Cl.

Pošto je zapremina ista za sve supstance (144,8 cm³) njihove koncentracije se odnose kao brojevi molova.

$$c(\text{OH}^-) = K(\text{NH}_4\text{OH}) \cdot c(\text{NH}_4\text{OH}) / c(\text{NH}_4^+)$$

$$c(\text{OH}^-) = 2 \cdot 10^{-5} \cdot 0,001 / 0,002 = 1 \cdot 10^{-5}$$

$$\text{pOH} = 5$$

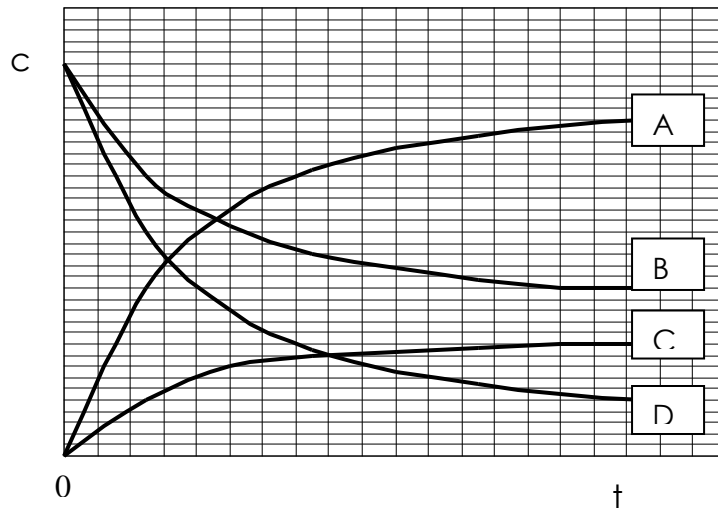
$$\text{pH} = 9$$

..... 2 boda

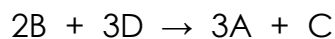
ukupno: 10 bodova

4. Na crtežu je prikazana promjena koncentracije, c , učesnika hemijske reakcije (A, B, C i D) sa vremenom, t .

Napisati jednačinu hemijske reakcije koja se odigrala.



Rješenje:

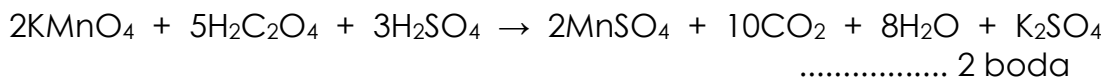


..... 6 bodova

5. Uzorak nečiste soli aluminijuma, mase 0,2820g rastvoren je u razblaženoj kiselini, obrađen viškom amonijum-oksalata i zatim pH podešen dodatkom amonijaka. Istaloženi aluminijum-oksalat je odfiltriran, ispran, rastvoren u razblaženoj kiselini i titrisan sa 36,00cm³ rastvora kalijumpermanganata, koncentracije $c(\text{KMnO}_4)=0,0220$ mol/dm³. Koliko iznosi maseni udio aluminijuma u uzorku soli u procentima?

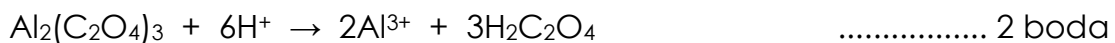
$\text{Ar}(\text{H})=1$ $\text{Ar}(\text{C})=12$ $\text{Ar}(\text{O})=16$ $\text{Ar}(\text{N})=14$ $\text{Ar}(\text{Al})=27$

Rješenje:



$$n(\text{KMnO}_4) : n(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = 2 : 5$$

$$n(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = 5/2 \cdot c(\text{KMnO}_4) \cdot V(\text{KMnO}_4) = 0,00198\text{mol} \quad \text{..... 2 boda}$$



$$n(\text{Al}^{3+}) : n(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = 2 : 3$$

$$n(\text{Al}^{3+}) = 2/3 \cdot n(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = n(\text{Al}) = 0,00132\text{mol} \quad \text{..... 2 boda}$$

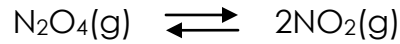
$$m(\text{Al}) = 0,0356\text{g}$$

$$\% \text{Al} = 12,64$$

..... 2 boda

ukupno: 10 bodova

6. U reaktor zapremine 2,0dm³ unijeto je 0,010mol gasovitog N₂O₄. Poslije uspostavljanja ravnoteže koncentracija N₂O₄, na istoj temperaturi, je iznosila 9·10⁻⁴ moldm⁻³. Koliko iznosi konstanta ravnoteže za reakciju



Rješenje:

U ravnoteži $c(\text{N}_2\text{O}_4) = 9 \cdot 10^{-4} \text{ moldm}^{-3}$
 $n(\text{N}_2\text{O}_4) = c \cdot V = 0,0018 \text{ mol}$ 2

boda

izreagovalo je: $0,010 - 0,0018 = 0,0082 \text{ mol N}_2\text{O}_4$ i pri tome je nastalo 0,0164mol NO₂

u ravnoteži: $c(\text{NO}_2) = n / V = 0,0082 \text{ moldm}^{-3}$ 2 boda

$K_r = c(\text{NO}_2)^2 / c(\text{N}_2\text{O}_4) = (0,0082)^2 / 0,0009$ 2 boda

$K_r = 0,0747$

$K_r = 7,5 \cdot 10^{-2}$ 2 boda

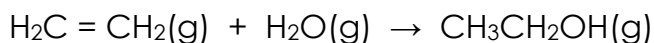
ukupno: 8 bodova

7. Izračunati $\Delta_r H^\theta$ za reakciju hidratacije etena:

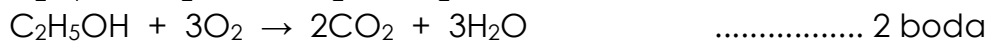
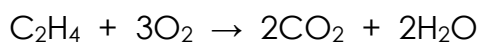


ako su reakcione entalpije sagorijevanja etena i para etanola redom: -1322,9 i -1277,1 kJmol⁻¹. Pri sagorijevanju voda se izdvaja u gasovitom stanju.

Rješenje:



$\Delta_r H^\theta = \Delta_f H^\theta(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}(\text{g})) - \Delta_f H^\theta(\text{C}_2\text{H}_4(\text{g})) - \Delta_f H^\theta(\text{H}_2\text{O}(\text{g}))$ 2 boda



$\Delta_{r,s} H^\theta_1 = -1322,9 \text{ kJmol}^{-1} = 2 \cdot \Delta_f H^\theta(\text{CO}_2(\text{g})) + 2 \cdot \Delta_f H^\theta(\text{H}_2\text{O}(\text{g})) - \Delta_f H^\theta(\text{C}_2\text{H}_4(\text{g}))$

$\Delta_{r,s} H^\theta_2 = -1277,1 \text{ kJmol}^{-1} = 2 \cdot \Delta_f H^\theta(\text{CO}_2(\text{g})) + 3 \cdot \Delta_f H^\theta(\text{H}_2\text{O}(\text{g})) -$

$\Delta_f H^\theta(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}(\text{g}))$

..... 2 boda

$\Delta_f H^\theta(\text{C}_2\text{H}_4(\text{g})) = 2 \cdot \Delta_f H^\theta(\text{CO}_2(\text{g})) + 2 \cdot \Delta_f H^\theta(\text{H}_2\text{O}(\text{g})) + 1322,9 \text{ kJmol}^{-1}$

$\Delta_f H^\theta(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}(\text{g})) = 2 \cdot \Delta_f H^\theta(\text{CO}_2(\text{g})) + 3 \cdot \Delta_f H^\theta(\text{H}_2\text{O}(\text{g})) + 1277,1 \text{ kJmol}^{-1}$

Zamjenom u jednačinu: $\Delta_r H^\theta = \Delta_f H^\theta(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}(\text{g})) - \Delta_f H^\theta(\text{C}_2\text{H}_4(\text{g})) - \Delta_f H^\theta(\text{H}_2\text{O}(\text{g}))$

$$\Delta_r H^\theta = 2 \cdot \Delta_f H^\theta(\text{CO}_2(\text{g})) + 3 \cdot \Delta_f H^\theta(\text{H}_2\text{O}(\text{g})) + 1277,1 \text{ kJmol}^{-1} - 2 \cdot \Delta_f H^\theta(\text{CO}_2(\text{g})) - 2 \cdot \Delta_f H^\theta(\text{H}_2\text{O}(\text{g})) - 1322,9 \text{ kJmol}^{-1} - \Delta_f H^\theta(\text{H}_2\text{O}(\text{g}))$$

$$\Delta_r H^\theta = 1277,1 \text{ kJmol}^{-1} - 1322,9 \text{ kJmol}^{-1}$$

$$\Delta_r H^\theta = -45,8 \text{ kJmol}^{-1}$$

..... 2 boda

ukupno: 8 bodova

8. Smjesa etena i propena ima masu 3,22g i zauzima zapreminu od 2,24dm³ pod normalnim uslovima. Koliko dm³ kiseonika (normalni uslovi) je potrebno za potpuno sagorijevanje smjese.

$$\text{Ar}(\text{H})=1 \quad \text{Ar}(\text{C})=12 \quad \text{Ar}(\text{O})=16$$

Rješenje:

$$\begin{aligned} m(\text{C}_2\text{H}_4) + m(\text{C}_3\text{H}_6) &= 3,22\text{g} \\ V(\text{C}_2\text{H}_4) + V(\text{C}_3\text{H}_6) &= 2,24\text{dm}^3 \end{aligned}$$

$$m = M \cdot n = M \cdot V/V_M$$

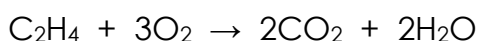
$$\begin{aligned} m(\text{C}_2\text{H}_4) &= M(\text{C}_2\text{H}_4) \cdot V(\text{C}_2\text{H}_4) / V_M = 1,25 \cdot V(\text{C}_2\text{H}_4) \\ m(\text{C}_3\text{H}_6) &= M(\text{C}_3\text{H}_6) \cdot V(\text{C}_3\text{H}_6) / V_M = 1,875 \cdot V(\text{C}_3\text{H}_6) \end{aligned} \quad \text{..... 2}$$

boda

$$\begin{aligned} 1,25\text{g/dm}^3 \cdot V(\text{C}_2\text{H}_4) + 1,875 \text{ g/dm}^3 \cdot V(\text{C}_3\text{H}_6) &= 3,22\text{g} \\ V(\text{C}_2\text{H}_4) + V(\text{C}_3\text{H}_6) &= 2,24\text{dm}^3 \end{aligned}$$

Rješavanjem dvije jednačine sa dvije nepoznate dobija se:

$$V(\text{C}_2\text{H}_4) = 1,568\text{dm}^3 \text{ i } V(\text{C}_3\text{H}_6) = 0,672\text{dm}^3 \quad \text{..... 2 boda}$$



Za sagorijevanje 1 zapremine C₂H₄ potrebne su 3 zapremine O₂

$$1 : 3 = 1,568\text{dm}^3 \text{ C}_2\text{H}_4 : x\text{dm}^3 \text{ O}_2$$

$$x = 4,704\text{dm}^3 \quad \text{..... 2 boda}$$

Za sagorijevanje 1 zapremine C₃H₆ potrebne su 4,5 zapremina O₂

$$1 : 4,5 = 0,672\text{dm}^3 \text{ C}_3\text{H}_6 : x\text{dm}^3 \text{ O}_2$$

$$x = 3,024\text{dm}^3$$

$$V(\text{O}_2) = V(\text{O}_2 \text{ za eten}) + V(\text{O}_2 \text{ za propen}) = 4,704 \text{ dm}^3 + 3,024\text{dm}^3$$

$$V(\text{O}_2) = 7,728\text{dm}^3$$

..... 2 boda

ukupno: 10 bodova

9. Dato je organsko jedinjenje A.

0,25 mola tog organskog jedinjenja:

i) sagorijevanjem daje 0,5 mola CO_2

ii) neutrališe se sa 0,125 mola $\text{Ca}(\text{OH})_2$

iii) reaguje sa 0,5 mola metalnog natrijuma.

Napisati strukturnu formulu jedinjenja A.

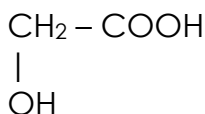
Rješenje:

Ako 0,25 mola jedinjenja daje 0,5 mola CO_2 onda 1 mol daje 2 mola CO_2 . Prema tome, jedinjenja A sadrži 2C-atoma.

0,125 mola $\text{Ca}(\text{OH})_2$ daje $2 \cdot 0,125 = 0,25$ mola OH^- jona. Kod neutralizacije je $n(\text{H}^+) = n(\text{OH}^-) = 0,25$ mola. Ako 0,25 mola kiseline daje 0,25 mola H^+ radi se o monokarboksilnoj kiselini, tj. sadrži jednu karboksilnu ($-\text{COOH}$) grupu.

0,25 mola monokarboksilne kiseline reaguje sa 0,25 mola Na. Preostalih 0,25 mola Na reaguje sa nekom drugom funkcionalnom grupom koja može biti alkoholna ($-\text{OH}$).

Prema tome radi se o glikolnoj kiselini:

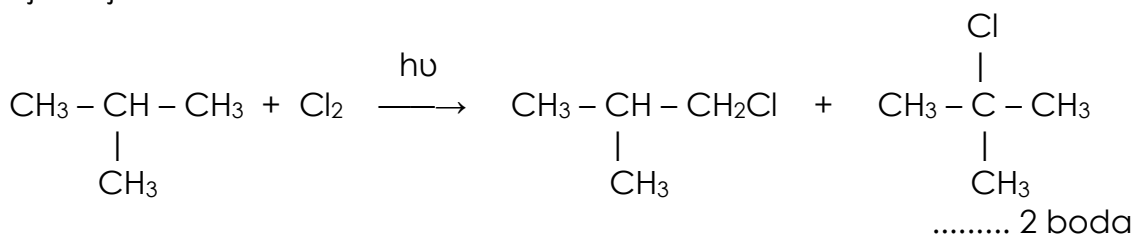


..... 6 bodova

10. Koji proizvodi mogu nastati monohlorovanjem 2-metilpropana.

Predvidite njihov prinos ako se zna da su tercijarni atomi vodonika pet puta reaktivniji od primarnih.

Rješenje:



2-metilpropan ima 9 primarnih vodonikovih atoma koji su međusobno ekvivalentni, i jedan tercijarni H-atom. Prema tome moguća su dva monohlor derivata.

Broj H-atoma pomnožen sa relativnom reaktivnošću daje nam relativni prinos svakog proizvoda. Da bi dobili apsolutni prinos, preračunat na 100%, svaki relativni prinos podijeli se sa njihovim ukupnim zbirom:

Proizvod	Relativni prinos	Apsolutni prinos
1-hlor-2-metilpropan	$9 \times 1 = 9$	$9/14 = 64,3\%$

2-hlor-2-metilpropan

$1 \times 5 = 5$

$5/14 = 35,7\%$

..... 4 boda

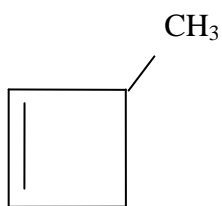
..... 4

boda

ukupno: 10 bodova

11. Hiralno jedinjenje C_5H_8 pod uslovima obične katalitičke hidrogenizacije daje ahiralno jedinjenje C_5H_{10} . Napisati racionalnu strukturnu formulu polaznog jedinjenja.

Rješenje:

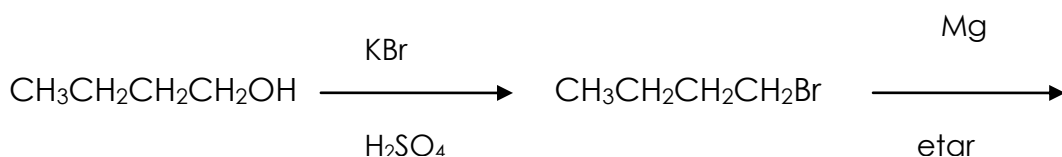


3-metilciklobuten

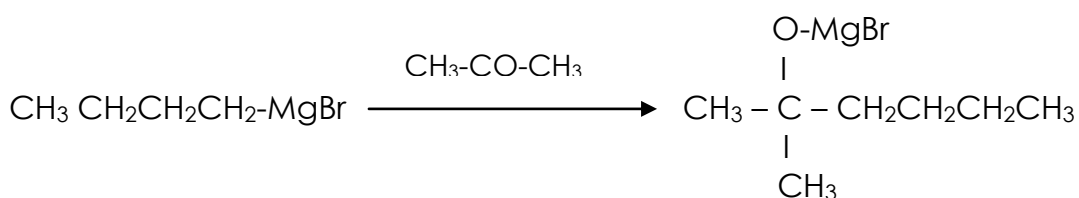
..... 8 bodova

12. Nizom reakcija se iz 1-butanola i propanona može dobiti 2-metil-2-hlorheksan. Napsati odgovarajuće reakcije.

Rješenje:

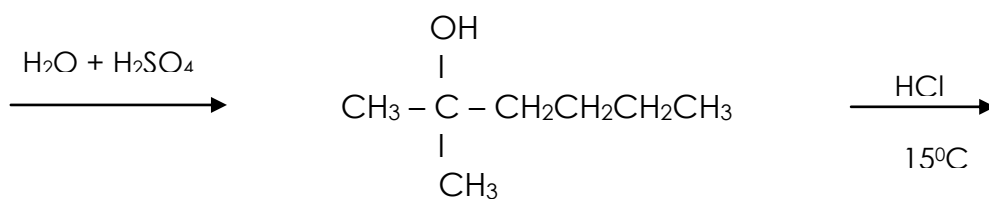


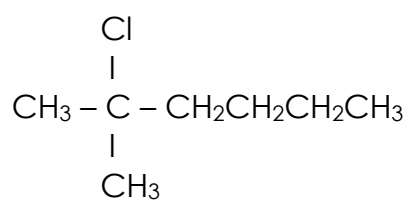
.....2 boda



.....2 boda

.....2 boda





.....2 boda

.....2 boda

ukupno: 10 bodova

