



ispitni centar
**PRAVA
MJERA
ZNANJA**

DRŽAVNO TAKMIČENJE

2014.

ŠIFRA UČENIKA

SREDNJA ŠKOLA HEMIJA

UKUPAN BROJ OSVOJENIH BODOVA

Test pregledala/pregledao

Podgorica, 20..... godine

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

Za izradu testa planirano je 150 minuta.

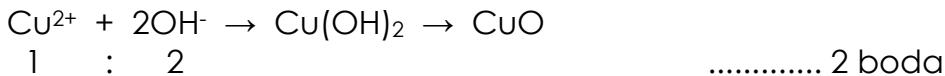
U toku izrade testa učenici mogu koristiti hemijsku olovku i digitron.

Ostala sredstva nijesu dozvoljena za upotrebu.

DRŽAVNO TAKMIČENJE 2014.
TEST IZ HEMIJE
(srednja škola)

1. Koliko cm³ 5%-nog rastvora kalijum-hidroksida ($\rho=1,045 \text{ g cm}^{-3}$) treba uzeti za taloženje bakar(II)-oksida iz rastvora koji sadrži 0,9489 g CuSO₄·5H₂O. Ar(K)=39 Ar(Cu)=63,5 Ar(S)=32 Ar(O)=16 Ar(H)= 1

Rješenje:



$$\begin{aligned} n(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) &= 0,0038 \text{ mol} \\ n(\text{KOH}) &= 2 \cdot n(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 0,0076 \text{ mol} \\ m(\text{KOH}) &= 0,4256 \text{ g} \quad \dots \dots \dots \quad 2 \text{ boda} \\ m(\text{rastvora}) &= m(\text{KOH}) \cdot 100 / c\% \\ m(\text{rastvora}) &= 8,512 \text{ g} \quad \dots \dots \dots \quad 2 \text{ boda} \\ V &= m(\text{rastvora}) / \rho \\ V &= 8,14 \text{ cm}^3 \quad \dots \dots \dots \quad 2 \text{ boda} \end{aligned}$$

ukupno: 8 bodova

2. Odredite oksidaciono stanje zadatih elemenata u sljedećim jedinjenjima ili jonima: a) Mo u [Mo₆Cl₈]⁴⁺, b) S u S₂O₄²⁻, c) Cr u K₂Cr(CN)₆, d) B u B₄O₅(OH)₄²⁻.

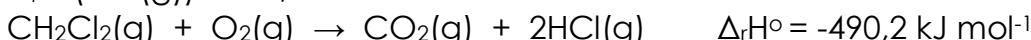
Rješenje:

$$\begin{array}{llll} \text{a)} +2 & \text{b)} +3 & \text{c)} 0 & \text{d)} +3 \end{array} \quad 4 \times 2 \text{ boda} = 8 \text{ bodova}$$

3. Izračunajte $\Delta_f H^\circ$ za CH₂Cl₂ prema sljedećim podacima:

$$\Delta_f H^\circ(\text{CO}_2(\text{g})) = -393,3 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta_f H^\circ(\text{HCl}(\text{g})) = -92,3 \text{ kJ mol}^{-1}$$



Rješenje:

$$\Delta_r H^\circ = \Delta_f H^\circ(\text{CO}_2(\text{g})) + 2 \cdot \Delta_f H^\circ(\text{HCl}(\text{g})) - \Delta_f H^\circ(\text{CH}_2\text{Cl}_2(\text{g})) \quad \dots \dots \dots \quad 2 \text{ boda}$$

$$\Delta_f H^\circ(\text{CH}_2\text{Cl}_2(\text{g})) = \Delta_f H^\circ(\text{CO}_2(\text{g})) + 2 \cdot \Delta_f H^\circ(\text{HCl}(\text{g})) - \Delta_r H^\circ$$

$$\Delta_f H^\circ(\text{CH}_2\text{Cl}_2(\text{g})) = -393,3 \text{ kJ mol}^{-1} + 2 \cdot (-92,3 \text{ kJ mol}^{-1}) + 490,2 \text{ kJ mol}^{-1} \quad \dots \dots \dots \quad 2 \text{ boda}$$

$$\Delta_f H^\circ(\text{CH}_2\text{Cl}_2(\text{g})) = -87,7 \text{ kJ mol}^{-1} \quad \dots \dots \dots \quad 2 \text{ boda}$$

ukupno: 6 bodova

4. Pomiješani su sljedeći rastvori: $200 \text{ cm}^3 \text{ K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ koncentracije $0,2 \text{ mol dm}^{-3}$; $100 \text{ cm}^3 \text{ H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ koncentracije $0,6 \text{ mol dm}^{-3}$ i $200 \text{ cm}^3 \text{ HNO}_3$ koncentracije $2,0 \text{ mol dm}^{-3}$. Oksalna kiselina je potpuno reagovala sa $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ jonima (kisjela sredina) i pri tome su nastali Cr^{3+} i CO_2 . Izračunajte koncentracije (mol dm^{-3}) jona: NO_3^- , $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$, K^+ , H^+ i Cr^{3+} nakon reakcije.

$\text{Ar(K)}=39 \text{ Ar(Cr)}=52 \text{ Ar(H)}=1 \text{ Ar(O)}=16 \text{ Ar(C)}=12 \text{ Ar(N)}=14$

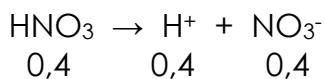
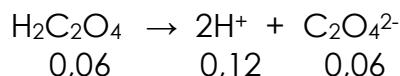
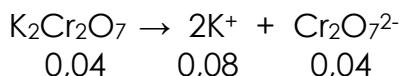
Rješenje:

$$n=c \cdot V$$

$$n(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7)=0,04$$

$$n(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)=0,06$$

$$n(\text{HNO}_3)=0,4 \quad \dots \dots \dots \text{2 boda}$$



..... 2 boda



$$\text{prije reakcije:} \quad \begin{array}{ccc} 0,06 & 0,04 & 0,52 \end{array}$$

$$\text{poslije reakcije:} \quad \begin{array}{ccc} 0 & 0,02 & (0,52-0,28=0,24) \end{array}$$

..... 4 boda

$$V(\text{ukupno})=0,5 \text{ dm}^3$$

$$c(\text{NO}_3^-)=0,4 \text{ mol} / 0,5 \text{ dm}^3 = 0,8 \text{ mol dm}^{-3}$$

$$c(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-})=0,02 \text{ mol} / 0,5 \text{ dm}^3 = 0,04 \text{ mol dm}^{-3}$$

$$c(\text{K}^+)=0,08 \text{ mol} / 0,5 \text{ dm}^3 = 0,16 \text{ mol dm}^{-3}$$

$$c(\text{H}^+)=0,24 \text{ mol} / 0,5 \text{ dm}^3 = 0,48 \text{ mol dm}^{-3}$$

$$c(\text{Cr}^{3+})=0,04 \text{ mol} / 0,5 \text{ dm}^3 = 0,08 \text{ mol dm}^{-3} \quad \dots \dots \dots \text{2 boda}$$

ukupno: 10 bodova

5. Uzorak smješi etanske i a-hidroksipropanske kiseline je reagovao sa metalnim natrijumom i pri tome se izdvojilo $8,96 \text{ dm}^3$ vodonika pri normalnim uslovima. Ista smješa je neutralisana sa 250 cm^3 rastvora NaOH , koncentracije 2 mol dm^{-3} . Izračunati mase etanske i a-hidroksipropanske kiseline u smješi.

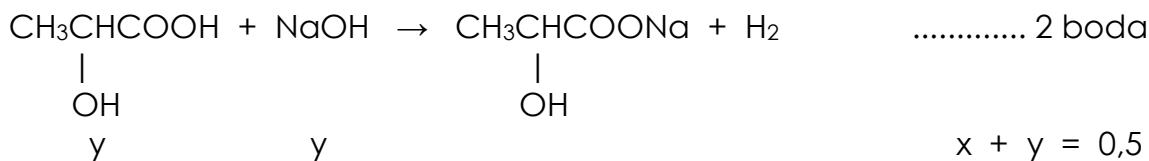
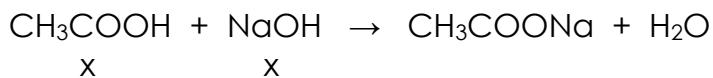
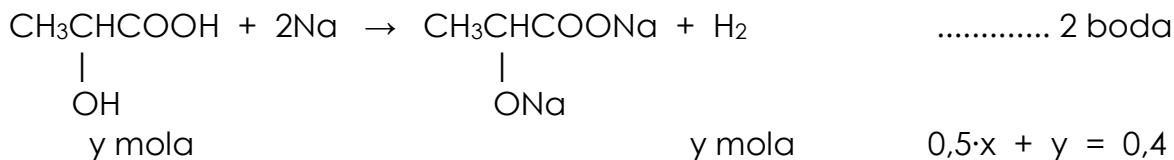
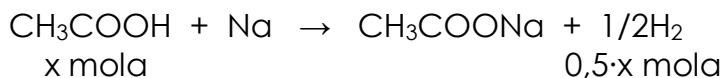
$\text{Ar(C)}=12 \text{ Ar(O)}=16 \text{ Ar(H)}=1 \text{ Ar(Na)}=23$

Rješenje:

$$n(H_2) = 0,4 \text{ mol}$$

$$n(NaOH) = 0,5 \text{ mol}$$

..... 2 boda



$$0,5 \cdot x + y = 0,4 \text{ mol}$$

$$x + y = 0,5 \text{ mol}$$

..... 2 boda

$$x = 0,2 \text{ mol } CH_3COOH \quad y = 0,3 \text{ mol } CH_3CH(OH)COOH$$

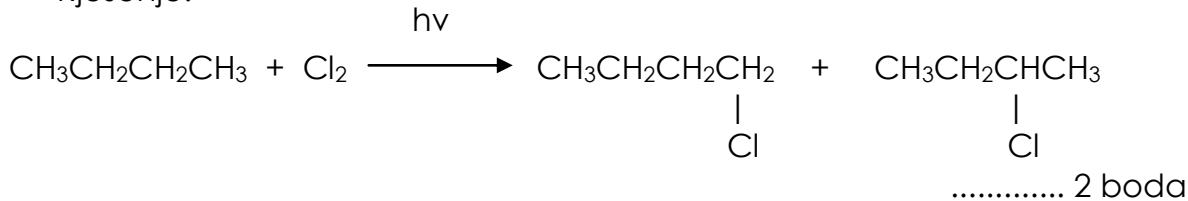
$$m(CH_3COOH) = n \cdot M = 12 \text{ g} \quad m(CH_3CH(OH)COOH) = n \cdot M = 27 \text{ g}$$

..... 2 boda

ukupno: 10 bodova

6. Prilikom hlorovanja alkana relativna reaktivnost sekundarnih H-atoma je 4 puta veća od reaktivnosti primarnih H-atoma. Predvidite prinos očekivanih proizvoda reakcije monohlorovanja n-butana.

Rješenje:



Odnos primarnog i sekundarnog hlorbutana izračunava se množenjem broja odgovarajućih atoma vodonika u polaznom jedinjenju sa njihovom relativnom reaktivnošću:

$$(6 \cdot 1) : (4 \cdot 4) = 6 : 16 = 3 : 8 \quad \dots \quad 2 \text{ boda}$$

% 1-hlorbutana = $3/11 \cdot 100 = 27,3$ 2 boda
% 2-hlorbutana = $8/11 \cdot 100 = 72,7$ 2 boda
ukupno: 8 bodova	

7. Na osnovu standardnih redoks potencijala poređati sljedeće redoks sisteme po rastućoj sposobnosti:

a) primanja elektrona

$$E^0(\text{Al}^{3+}/\text{Al}) = -1,66\text{V} \quad E^0(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}) = +0,77\text{V} \quad E^0(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) = -0,76\text{V}$$

b) otpuštanja elektrona

$$E^0(\text{I}_2/\text{I}^-) = +0,54\text{V} \quad E^0(\text{S}^0/\text{S}^{2-}) = -0,48\text{V} \quad E^0(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) = -0,44\text{V}$$

Rješenje:

a) Što je vrijednost redoks potencijala pozitivnija to oksidovani oblik redoks para lakše prima elektrone (bolje oksidaciono sredstvo)

$$E^0(\text{Al}^{3+}/\text{Al}) < E^0(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) < E^0(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}) \quad \dots \quad 3 \text{ boda}$$

b) Što je vrijednost redoks potencijala negativnija to redukovani oblik redoks para lakše otpušta elektrone (bolje redukpciono sredstvo)

$$E^0(\text{I}_2/\text{I}^-) < E^0(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) < E^0(\text{S}^0/\text{S}^{2-}) \quad \dots \quad 3 \text{ boda}$$

ukupno: 6 bodova

8. Rastvor sulfatne kiseljine koncentracije $c=0,150 \text{ mol dm}^{-3}$ u prvom stupnju disocijacije je potpuno jonizovan, dok je drugi stupanj disocijacije određen ravnotežom:



čija je konstanta disocijacije $K_2=1,26 \cdot 10^{-2}$. Koliko iznose ravnotežne koncentracije jona: H^+ , SO_4^{2-} i HSO_4^- u rastvoru?

Rješenje:

Iz prvog stupnja ionizacije nastaje $0,150 \text{ mol dm}^{-3} \text{ H}^+$ i $0,150 \text{ mol dm}^{-3} \text{ SO}_4^{2-}$ jona. Predpostavimo da u drugom stupnju disosuje $x \text{ mol dm}^{-3} \text{ HSO}_4^-$ jona. Pri tome nastaje $x \text{ mol dm}^{-3} \text{ H}^+$ -jona i $x \text{ mol dm}^{-3} \text{ SO}_4^{2-}$ jona.

Ravnotežne koncentracije traženih jona su:

$$c(\text{H}^+) = (0,150 + x) \text{ mol dm}^{-3}$$

$$c(\text{SO}_4^{2-}) = x \text{ mol dm}^{-3}$$

$$c(\text{HSO}_4^-) = (0,150 - x) \text{ mol dm}^{-3} \quad \dots \quad 3 \text{ boda}$$

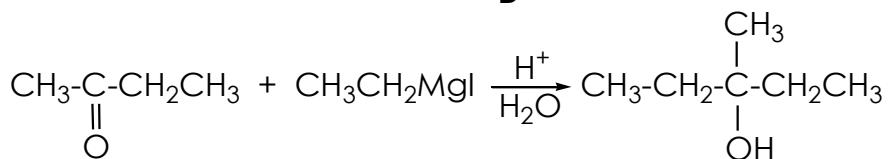
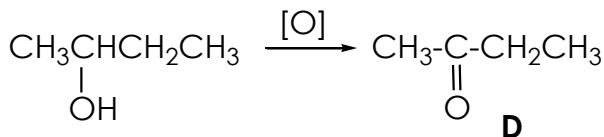
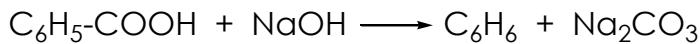
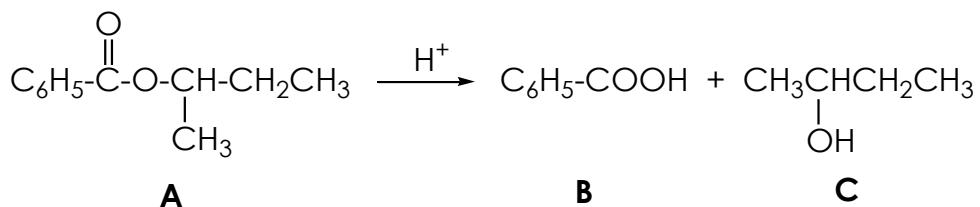
$$K_2 = \frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{SO}_4^{2-})}{c(\text{HSO}_4^-)} = \frac{(0,150+x) \cdot x}{(0,150-x)} = 1,26 \cdot 10^{-2}$$

..... 3 boda

Prihvatljivo rješenje kvadratne jednačine je $x=0,011 \text{ mol dm}^{-3}$, pa su ravnotežne koncentracije:
 $c(\text{H}^+)=0,161 \text{ mol dm}^{-3}$ 2 boda
 $c(\text{SO}_4^{2-})=0,011 \text{ mol dm}^{-3}$
 $c(\text{HSO}_4^-)=0,139 \text{ mol dm}^{-3}$ 2 boda
ukupno: 10 bodova

9. Jedinjenje A ($\text{C}_{11}\text{H}_{14}\text{O}_2$) hidrolizom daje jedinjenja B ($\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_2$) i C ($\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$). Jedinjenje B reaguje sa rastvorom NaHCO_3 , a zagrijavanjem sa čvrstim NaOH daje benzen. Jedinjenje C je optički aktivno, a oksidacijom daje jedinjenje D ($\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$). U reakciji jedinjenja D sa $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Mgl}$ nastaje 3-metil-3-pentanol. Napisati strukturu formulu i nazive jedinjenja A, B, C i D, kao i sve jednačine navedenih hemijskih procesa.

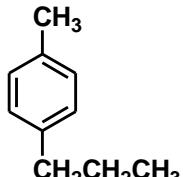
Rješenje:



A, B, C , D po 2 boda = 8 bodova

10. Jedinjenje A ($\text{C}_{10}\text{H}_{14}$) bromovanjem daje dva različita monobrom-derivata B i C ($\text{C}_{10}\text{H}_{13}\text{Br}$). Oksidacijom jedinjenja A pomoću rastvora KMnO_4 nastaje dikarboksilna kiselina D ($\text{C}_8\text{H}_6\text{O}_4$), koja nitrovanjem daje samo jedan proizvod E ($\text{C}_8\text{H}_5\text{O}_4\text{NO}_2$). Napisati strukturu formulu jedinjenja A, B, C, D i E.

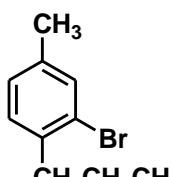
Rješenje:



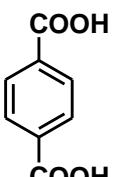
A



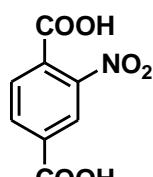
B



C



D



E

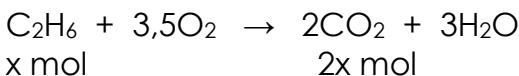
A može biti i *p*-izopropiltoluen

A – 4 boda,
B, C, D, E – 4 boda
ukupno: 8 bodova

11. Smješa etana i ugljenik(IV)-sulfida, CS_2 , je potpuno sagorijela u zatvorenoj posudi. Pri tome je etan preveden u CO_2 i H_2O , dok je cjelokupni ugljendisulfid prešao u CO_2 i SO_2 . Odnos parcijalnih pritisaka CO_2 i SO_2 poslije reakcije je $p(\text{CO}_2)/p(\text{SO}_2) = 9/10$. Koliko masenih procenata etana je sadržavala početna smješa?

$$\text{Ar(C)}=12 \quad \text{Ar(O)}=16 \quad \text{Ar(H)}=1 \quad \text{Ar(S)}=32$$

Rješenje:



$$\begin{array}{l} p(\text{CO}_2)/p(\text{SO}_2) = n(\text{CO}_2)/n(\text{SO}_2) = (2x + y)/2y = 9/10 \\ x = 0,4 \cdot y \end{array} \quad \dots \quad 2 \text{ boda}$$

$$\% \text{C}_2\text{H}_6 = \frac{m(\text{C}_2\text{H}_6)}{m(\text{C}_2\text{H}_6) + m(\text{CS}_2)} \cdot 100$$

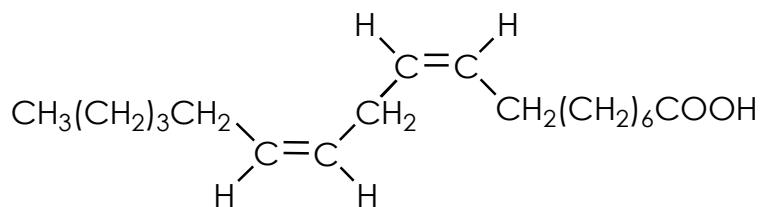
$$\begin{array}{l} m(\text{C}_2\text{H}_6) = n \cdot \text{Mr} = 30 \cdot x \\ m(\text{CS}_2) = n \cdot \text{Mr} = 76 \cdot y \end{array} \quad \dots \quad 2 \text{ boda}$$

$$\begin{array}{l} \% \text{C}_2\text{H}_6 = \frac{30 \cdot x}{30 \cdot x + 76 \cdot y} \cdot 100 = \frac{30 \cdot (0,4 \cdot y)}{30 \cdot (0,4 \cdot y) + 76 \cdot y} \cdot 100 = \frac{12 \cdot y}{12 \cdot y + 76 \cdot y} \cdot 100 \\ \dots \quad 2 \text{ boda} \end{array}$$

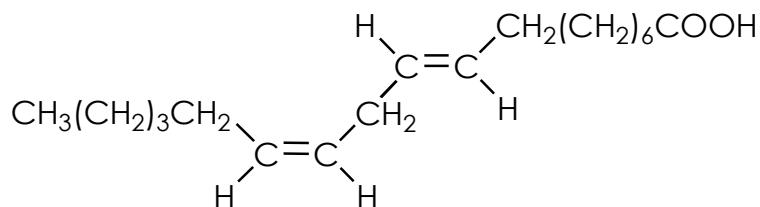
$$\begin{array}{l} \% \text{C}_2\text{H}_6 = 13,6 \\ \dots \quad 2 \text{ boda} \end{array} \quad \text{ukupno: 10 bodova}$$

12. Linolna kiselina je 9,12-oktadekadienska kiselina. Napisati odgovarajuće strukturne formule mogućih stereoizomera linolne kiseline.

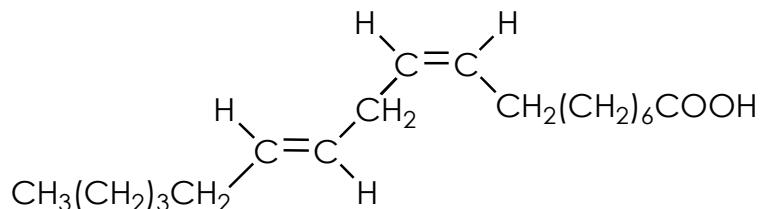
Rješenje:



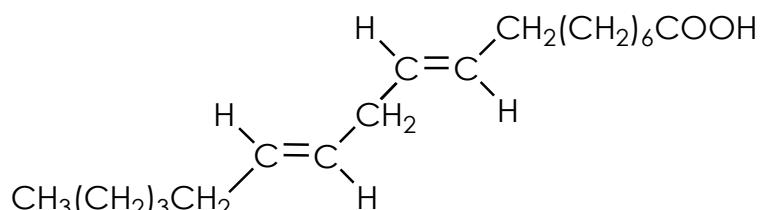
cis,cis-9,12-oktadekadienska kiselina



cis,trans-9,12-oktadekadienska kiselina



trans, cis-9,12-oktadekadienska kiselina



trans,trans-9,12-oktadekadienska kiselina

4 x 2 boda=8 bodova