

**DRŽAVNO
TAKMIČENJE**

2016.

ŠIFRA UČENIKA

SREDNJA ŠKOLA

HEMIJA

UKUPAN BROJ OSVOJENIH BODOVA

Test pregledala/pregledao

Podgorica, 20..... godine

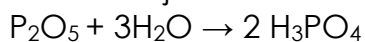
DRŽAVNO TAKMIČENJE 2016.
TEST IZ HEMIJE
(srednja škola)

1. Uzorak P_2O_5 sadrži kao primjesu samo H_3PO_4 . Odmjeren je uzorak mase $m=0.1824g$ i prenet u zatvoreni sud. Zatim je taj sud otvoren pod vodom. Dobijeni rastvor je titrovani standardnim rastvorom $NaOH$ do Na_2HPO_4 u završnoj tački titracije. Pri tome je utrošeno $25.5 cm^3$ rastvora $NaOH$ koncentracije $c=0.2000 mol/dm^3$. Izračunati masu P_2O_5 i H_3PO_4 u uzorku.

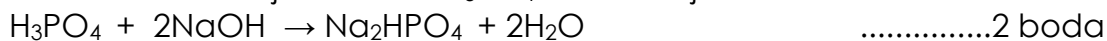
$Ar(P)=31$ $Ar(Na)=23$ $Ar(H)=1$ $Ar(O)=16$

Rješenje:

Rastvaranjem uzorka u vodi fosfor(V)-oksid se prevodi u fosfatnu kiselinu:



Jednačina titracije rastvora H_3PO_4 sa $NaOH$ je:



U uzorku je prisutno $x g P_2O_5$ i $y g H_3PO_4$

Masa uzorka je: $m_{uz} = x + y$

Utrošak $NaOH$ (u molovima) za P_2O_5 je: $2 \cdot 2 \cdot x / 142$

Utrošak $NaOH$ za H_3PO_4 je: $2 \cdot y / 98 \quad \dots\dots\dots 2 \text{ boda}$

Ukupni utrošak $NaOH$:

$$n = C_{NaOH} \cdot V_{NaOH} = 2 \cdot 2 \cdot x / 142 + 2 \cdot y / 98 \quad \dots\dots\dots 2 \text{ boda}$$

uz zamjenu: $x + y = 0.1824 g$

dobija se: $m(P_2O_5)=0.1775 g$ $m(H_3PO_4)=0.0049 g. \quad \dots\dots\dots 2 \text{ boda}$

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

2. Hidroksiapatit je bazna kalcijumova so fosfatne kiseline, u kojoj je odnos broja fosfatnih jona i hidroksidnih jona 3:1. Napisati formulu hidroksiapatita.

Rješenje: $Ca_5(OH)(PO_4)_3 \quad \dots\dots\dots 4 \text{ boda}$

3. $0.8135g$ nekog jedinjenja koje sadrži ugljenik, vodonik i kiseonik, sagorijevanjem daje $2.1040g CO_2$ i $0.4306g$ vode. Napisati empirijsku formulu ovog jedinjenja? $Ar(C)=12$ $Ar(H)=1$ $Ar(O)=16$

Rješenje:

$$m(C) = 2.104g \cdot 12/44 = 0.5738g$$

$$m(H) = 0.4306 \cdot 2/18 = 0.0478g$$

$$m(O) = 0.8135 - 0.5738 - 0.0478g = 0.1919g \quad \dots\dots\dots 2 \text{ boda}$$

$$n(\text{C}) : n(\text{H}) : n(\text{O}) = 0.5738\text{g}/12 : 0.0478\text{g}/1 : 0.1919\text{g}/16 \quad \dots 2 \text{ boda}$$

$$n(\text{C}) : n(\text{H}) : n(\text{O}) = 0.0478 : 0.0478 : 0.0112$$

$$n(\text{C}) : n(\text{H}) : n(\text{O}) = 1 : 1 : 0.25$$

$$n(\text{C}) : n(\text{H}) : n(\text{O}) = 4 : 4 : 1$$

$$\text{C}_4\text{H}_4\text{O} \quad \dots\dots\dots 2 \text{ boda}$$

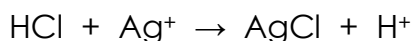
ukupno: $\dots\dots\dots 6 \text{ bodova}$

4. Odvaga od 0.9876g legure srebra koja sadrži 82.5% srebra rastvorena je i rastvor je dopunjen vodom u normalnom sudu do 250 cm³. Koliko cm³ rastvora HCl, gustine $\rho = 1.015 \text{ gcm}^{-3}$ (3.12%-tni rastvor HCl) je potrebno uzeti za taloženje srebra iz 25cm³ dobijenog rastvora?
 $\text{Ar}(\text{H})=1 \quad \text{Ar}(\text{Cl})=35.5 \quad \text{Ar}(\text{Ag})=108$

Rješenje:

$$m(\text{Ag}^+) = m(\text{uzorka}) \cdot c\% / 100$$

$$m(\text{Ag}^+) = 0.81477\text{g}/250 \text{ cm}^3 \quad \dots\dots\dots 2 \text{ boda}$$



$$36.5\text{g HCl} : 108\text{g Ag} = m(\text{HCl}) : 0.081477\text{g Ag}$$

$$m(\text{HCl}) = 0.0275\text{g} \quad \dots\dots\dots 2 \text{ boda}$$

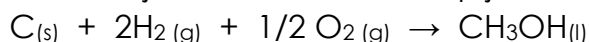
$$m(\text{rastvora HCl}) = m(\text{HCl}) \cdot 100 / c\%$$

$$m(\text{rastvora HCl}) = 0.8826\text{g} \quad \dots\dots\dots 2 \text{ boda}$$

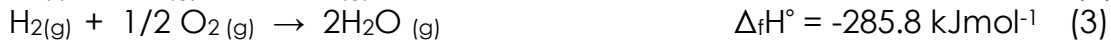
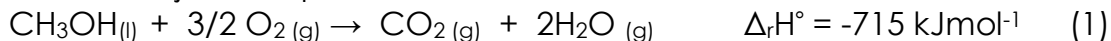
$$V(\text{ras. HCl}) = 0.87 \text{ cm}^3 \quad \dots\dots\dots 2 \text{ boda}$$

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

5. Izračunajte standardnu entalpiju stvaranja $\text{CH}_3\text{OH}_{(l)}$:



Na osnovu sljedećih podataka:



Rješenje:

$$\Delta_f H^\circ (\text{CH}_3\text{OH}_{(l)}) = \Delta_f H^\circ_2 + 2 \cdot \Delta_f H^\circ_3 - \Delta_r H^\circ_1 \quad \dots\dots\dots 3 \text{ boda}$$

$$\Delta_f H^\circ = -250 \text{ kJmol}^{-1} \quad \dots\dots\dots 2 \text{ boda}$$

ukupno: $\dots\dots\dots 5 \text{ bodova}$

6. Ringerov rastvor, koji se koristi u medicini, sadrži natrijum-hlorid, kalijum-hlorid, kalcijum-hlorid i natrijum-hidrogenkarbonat. Koncentracija hidrogenkarbonatnog jona je $2.4 \cdot 10^{-3} \text{ moldm}^{-3}$, natrijumovog jona $1.35 \cdot 10^{-2} \text{ moldm}^{-3}$, kalcijumovog $9.0 \cdot 10^{-4} \text{ moldm}^{-3}$ a hloridnog $1.42 \cdot 10^{-2} \text{ moldm}^{-3}$. Kolika je koncentracija kalijumovog jona ?

Ar(H)=1 Ar(Cl)=35.5 Ar(Na)=23 Ar(K)=39 Ar(Ca)=40 Ar(C)=12
Ar(O)=16

Rješenje:

NaCl $c(\text{Na}^+) = c(\text{Cl}^-) = 11.1 \cdot 10^{-3} \text{ moldm}^{-3}$

KCl $c(\text{K}^+) = c(\text{Cl}^-) = 1.3 \cdot 10^{-3} \text{ moldm}^{-3}$

CaCl₂ $c(\text{Ca}^{2+}) = 9.0 \cdot 10^{-4} \text{ moldm}^{-3}$ $c(\text{Cl}^-) = 1.8 \cdot 10^{-3} \text{ moldm}^{-3}$

NaHCO₃ $c(\text{Na}^+) = c(\text{HCO}_3^-) = 2.4 \cdot 10^{-3} \text{ moldm}^{-3}$

ukupno:5 bodova

7. Pri određenoj temperaturi ravnotežna smjesa:



u zatvorenoj posudi zapremine 1 dm³ sadrži: 0.250 mola NO, 0.100 mola SO₂, 0.200 mola NO₂ i 0.400 mola SO₃. Ako pri istoj temperaturi dodamo u zatvorenu posudu 0.300 mola SO₂, kolike će biti nove ravnotežne koncentracije svakog od učesnika ravnoteže?

Rješenje:

Pošto je sistem u ravnoteži izračunaćemo konstantu ravnoteže:

$$K_r = \frac{[\text{SO}_3] [\text{NO}]}{[\text{SO}_2] [\text{NO}_2]}$$

$$K_r = 5$$

.....2 boda

Nakon dodatka 0.3 mola SO₂, sistem izlazi iz ravnoteže, i ravnoteža se pomjera udesno do uspostavljanja nove ravnoteže. Početne koncentracije su:

$$[\text{SO}_2] = 0.400 \text{ moldm}^{-3}$$

$$[\text{NO}_2] = 0.200 \text{ moldm}^{-3}$$

$$[\text{SO}_3] = 0.400 \text{ moldm}^{-3}$$

$$[\text{NO}] = 0.250 \text{ moldm}^{-3}$$

.....2 boda

ako se do uspostavljanja nove ravnoteže utroši x mola SO₂ i NO₂, odnosno nastane x mola SO₃ i NO, nove ravnotežne koncentracije su:

$$[\text{SO}_2] = 0.400 - x$$

$$[\text{NO}_2] = 0.200 - x$$

$$[\text{SO}_3] = 0.400 + x$$

$$[\text{NO}] = 0.250 + x \quad \dots\dots\dots 2 \text{ boda}$$

kada se ravnotežne koncentracije uvrste u izraz za K_r , i nakon rješavanja kvadratne jednačine, dobija se $x = 0.0912 \text{ mol dm}^{-3}$,
 \dots\dots\dots 2 boda

pa su ravnotežne koncentracije:

$$[\text{SO}_2] = 0.309 \text{ mol dm}^{-3}$$

$$[\text{NO}_2] = 0.109 \text{ mol dm}^{-3}$$

$$[\text{SO}_3] = 0.491 \text{ mol dm}^{-3}$$

$$[\text{NO}] = 0.341 \text{ mol dm}^{-3} \quad \dots\dots\dots 2 \text{ boda}$$

ukupno: \dots\dots\dots 10 bodova

8. Koliko grama $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ treba odvagati i rastvoriti u 250 cm^3 vode da bi se dobio 5%-ni rastvor ?
 $A_r(\text{Ba})=137 \quad A_r(\text{Cl})=35.5 \quad A_r(\text{H})=1 \quad A_r(\text{O})=16$

Rješenje:

$$w = \frac{m(\text{BaCl}_2)}{m(\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) + m(\text{H}_2\text{O})} \quad \dots\dots\dots 2 \text{ boda}$$

$$m(\text{BaCl}_2) = m(\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) \cdot M(\text{BaCl}_2) / M(\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O})$$

$$w = \frac{0.8524 \cdot m(\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O})}{m(\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) + 1000} = 0.05 \quad \dots\dots\dots 2 \text{ boda}$$

rješavanjem izraza dobija se:
 $m(\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = 15.6\text{g} \quad \dots\dots\dots 2 \text{ boda}$

ukupno: \dots\dots\dots 6 bodova

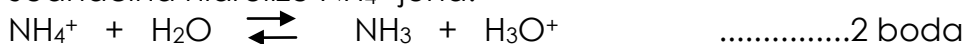
9. Izračunati koncentraciju H_3O^+ jona u $0.0100 \text{ mol dm}^{-3}$ rastvoru amonijum-hlorida na 25°C . $K_b(\text{NH}_4\text{OH})=1.8 \cdot 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$.

Rješenje:



Joni Cl^- ne hidrolizuju

Jednačina hidrolize NH_4^+ jona:



Konstanta hidrolize NH_4^+ jona je:

$$K_h(NH_4^+) = \frac{c(NH_3) \cdot c(H_3O^+)}{c(NH_4^+)}$$

Vrijednost $K_h(NH_4^+)$ računa se pomoću konstante disocijacije njene konjugovane baze (amonijaka).

$$K_h(NH_4^+) = \frac{K_w}{K_b(NH_4OH)} = \frac{1 \cdot 10^{-14} \text{ mol}^2 \text{ dm}^{-6}}{1.8 \cdot 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}} = 5.6 \cdot 10^{-10} \text{ mol dm}^{-3} \quad \dots\dots\dots 2 \text{ boda}$$

Ako je $x \text{ mol dm}^{-3}$ NH_4^+ jona hidrolizovalo, nastalo je isto toliko mola H_3O^+ odnosno NH_3 , dok se koncentracija NH_4^+ jona za toliko smanjila:

$$c(H_3O^+) = c(NH_3) = x$$

$$c(NH_4^+) = 0.01 - x$$

$$K_h(NH_4^+) = \frac{c(NH_3) \cdot c(H_3O^+)}{c(NH_4^+)} = \frac{x^2}{0.01 - x} \quad \dots\dots\dots 2 \text{ boda}$$

Pošto je konstanta hidrolize NH_4^+ jona ima malu vrijednost, smanjenje koncentracije NH_4^+ uslijed hidrolize se može zanemariti, pa se dobija:

$$K_h(NH_4^+) = \frac{x^2}{c(NH_4Cl)} = \frac{x^2}{0.01}$$

$$x = \sqrt{K_h(NH_4^+) \cdot c(soli)} = \sqrt{5.6 \cdot 10^{-10} \cdot 0.01}$$

$$x = c(H_3O^+) = 2.36 \cdot 10^{-6} \text{ mol dm}^{-3}$$

.....2 boda

ukupno:8 bodova

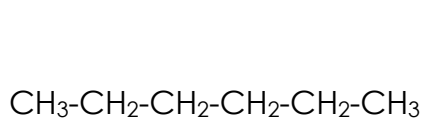
10. Koji alkani molarne mase 86 gmol^{-1} , hlorovanjem daju tri različita monohlor derivata.

Rješenje:

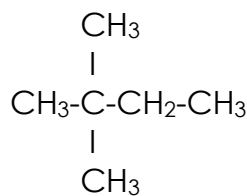
$$C_nH_{2n+2} \quad Mr=86 \text{ gmol}^{-1}$$

$$n=6; \text{ heksani}$$

.....2 boda



n-heksan



2,2-dimetilbutan

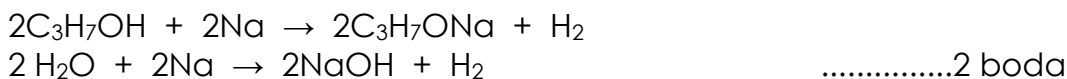
.....2 x 2 boda = 4 boda

(da se kao odgovor ne bi naveli svi heksani, za svaku pogrešno navedenu strukturu oduzima se po 1 bod)

ukupno:6 bodova

11. U reakciji metalnog natrijuma sa 200g vodenog rastvora 1-propanola oslobodilo se 46dm³ vodonika (normalni uslovi). Koliko grama 1-propanola i koliko vode je bilo u smjesi?

Rješenje:



2·Mr(C₃H₇OH) oslobađa 22.4dm³ H₂ a xg C₃H₇OH oslobađa V₁ dm³ H₂
 2·Mr(H₂O) oslobađa 22.4dm³ H₂ a yg H₂O oslobađa V₂ dm³ H₂
2 boda

$$x = \frac{120}{22.4} \cdot V_1 \quad y = \frac{36}{22.4} \cdot V_2$$

uz smjene: x + y = 200g i V₁ + V₂ = 46dm³
 dobija se: V₁ = 33.6dm³ i V₂ = 12.4dm³2 boda

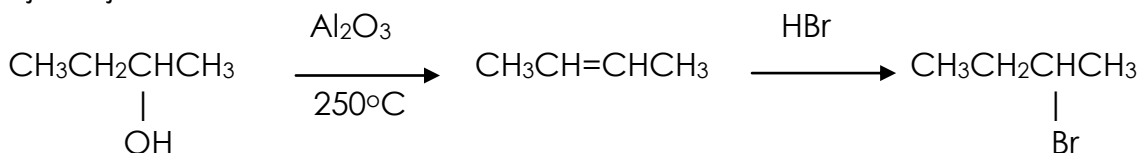
sada se iz gornjih jednačina može izračunati masa alkohola i vode:
 2·Mr(C₃H₇OH) oslobađa 22.4dm³ H₂ a xg C₃H₇OH oslobađa 33.6dm³ H₂
 2·Mr(H₂O) oslobađa 22.4dm³ H₂ a yg H₂O oslobađa 12.4dm³ H₂
2 boda

m(1-propanola)=180g m(H₂O)=20g2 boda

ukupno:10 bodova

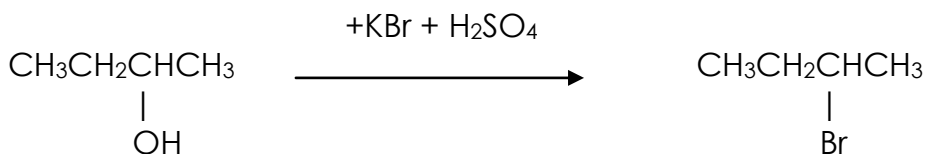
12. Predložite sintezu 2-metil-1-butanola iz 2-butanola. Napisati odgovarajuće hemijske jednačine reakcija uz upotrebu željenih reagenasa.

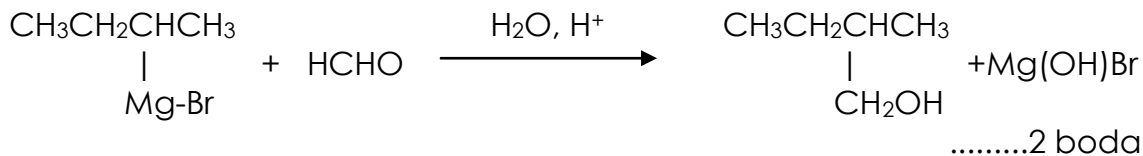
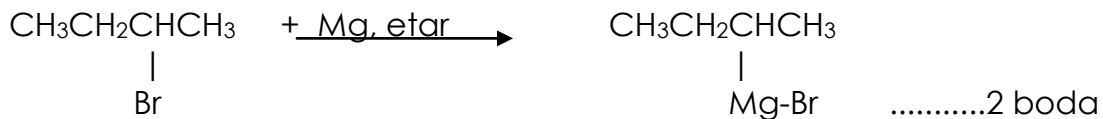
Rješenje:



ili

.....2 x 2 boda = 4 boda

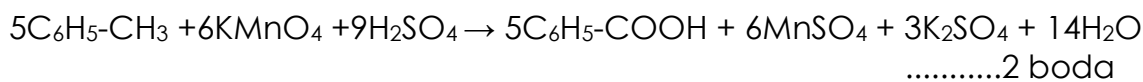
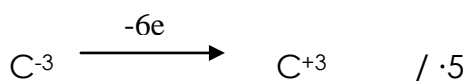
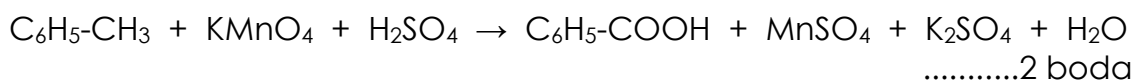




ukupno:8 bodova

13. Predstaviti hemijskom jednačinom reakciju oksidacije toluena sa kalijum-permanganatom u prisustvu sulfatne kiseline. Hemijsku jednačinu izjednačiti dajući šemu razmjene elektrona.

Rješenje:



ukupno:8 bodova

14. U smjesi se nalaze stearinska kiselina, o-krezol, benzil-alkohol, vinska kiselina i anilin. Smjesi se doda etar i voda. U vodenu fazu prelazi jedinjenje A, a ostala četiri jedinjenja su u etarskoj fazi. Nakon uklanjanja vodenog sloja, etarskom rastvoru se doda 5%-ni vodeni rastvor natrijum-hidrogenkarbonata. U hidrogenkarbonatni rastvor prelazi supstanca B. U preostali etarski rastvor se doda 5%-ni vodeni rastvor NaOH pri čemu jedinjenje C prelazi u taj rastvor. Na kraju se u etarskom rastvoru doda vodeni rastvor HCl. Jedinjenje D prelazi u taj rastvor a E ostaje u etru. Identifikujte jedinjenja A, B, C i D.

Rješenje:

A – vinska kiselina2 boda
C – o-krezol2 boda

B – stearinska kiselina2 boda
D – anilin2 boda

ukupno:8 bodova