

1. Sljedeće tvrdnje označi kao točne (zaokruži slovo T) ili netočne (zaokruži slovo N).

U slabe kiseline spadaju fluorovodična i sumporovodična kiselina. T

Otopina koja nastaje otapanjem magnezijeva oksida u vodi je lužnata. T

Formula oksonijevih iona jest OH^- . N

Neki oksidi metala su bazični. T

Aluminijev oksid jest amfoteran spoj. T

U kemijskim reakcijama borov trifluorid najčešće se ponaša kao Lewisova baza. N

Za svaki točan odgovor 0,5 bodova: 6 x 0,5 bodova = 3 boda

____/6 x 0,5

Σ ZADATAK 1.:

____/3

2. U svakom od sljedećih primjera odredi kemijsku vrstu koja ima veću vrijednost za navedeno svojstvo:

a) energiju veze: H_2 ili F_2 : H_2

b) tlak para (na temperaturi ispod 100 °C): H_2S ili H_2O : H_2S

c) talište: *trans*-but- 2-en ili *cis*-but-2-en: *trans*-but- 2-en

d) vrelište: butan ili 2-metilpropan: butan

e) ionski karakter veze: BeCl_2 ili MgCl_2 : MgCl_2

f) pH-vrijednost vodene otopine soli: NaCl ili NaHCO_3 NaHCO_3

g) osmotski tlak otopina:

NaCl ($c = 0,5 \text{ mol/L}$) i K_2SO_4 ($c = 0,4 \text{ mol/L}$): K_2SO_4

h) stupanj ionizacije

(u otopinama čije su koncentracije 1 mol/L): HNO_3 ili HNO_2 HNO_3

Za svaki točan odgovor 0,5 bodova: 8 x 0,5 bodova = 4 boda

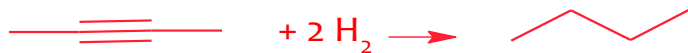
____/8 x 0,5

Σ ZADATAK 2.:

____/4

3. Pri određenim uvjetima odvija se adicija vodika na but-2-in do nastanka potupno zasićenog spoja.

3.a) Napiši jednadžbu ove reakcije koristeći se strukturnim formulama s veznim crticama.



___/0,5

___/0,5

Za točno navedene sve reaktante i produkte veznim crticama: 0,5 bodova

Za zapis izjednačen po masi i naboju: 0,5 bodova

3.a /1

3.b) Izračunaj brzinu nastajanja produkta ako je brzina trošenja vodika 1,2 mol/Ls.

$$\frac{-\Delta c(\text{H}_2)}{2\Delta t} = \frac{\Delta c(\text{C}_4\text{H}_{10})}{\Delta t}$$

___/0,5

$$\frac{v(\text{H}_2)}{2} = v(\text{C}_4\text{H}_{10})$$

___/0,5

___/0,5

$$v(\text{C}_4\text{H}_{10}) = \frac{1,2 \text{ mol dm}^{-3}\text{s}^{-1}}{2} = 0,6 \text{ mol dm}^{-3}\text{s}^{-1}$$

___/0,5

3.b /2

Za ispravan izraz brzine reakcije: 0,5 bodova

Za ispravan izraz brzine butana: 0,5 bodova

Za točno uvrštene vrijednosti u izraz brzine reakcije: 0,5 bodova

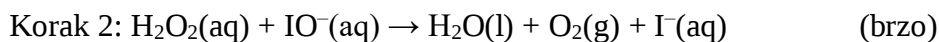
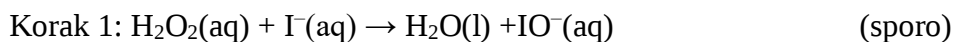
Za točnu numeričku vrijednost i mjernu jedinicu brzine butana: 0,5 bodova

Napomena: priznati svaki pravilan postupak koji dovodi do točnoga rješenja.

Σ ZADATAK 3.:

/ 3

4. U nekom udžbeniku pronađen je mehanizam kemijske reakcije opisan u dva koraka:



4.a) Napiši ukupnu jednadžbu kemijske reakcije opisane gornjim mehanizmom



___/0,5

___/0,5

___/0,5

Za točno navedene reaktante i produkte: 0,5 bodova
Za kemijski zapis izjednačen po masi i naboju: 0,5 bodova
Za točno navedena agregacijska stanja: 0,5 bodova

4.a /1,5

4.b) Koja je uloga jodidnih iona u koraku 1.? katalizatori

___/0,5

0,5 bodova

4.b /0,5

4.c) Zapiši matematičkim izrazom zakon brzine reakcije. $v=k[\text{H}_2\text{O}_2][\text{I}^-]$

___/1

1 bod

4.c /1

4.d) Napiši kemijski naziv za IO^- ione.

hipojoditni ioni ili oksidojodat(I) ili oksidojodatni(-1) ioni

___/0,5

0,5 bodova

4.d /0,5

4.e) IO^- ion je kiselinski ostatak monoprotonske kiseline. Napiši naziv oblika molekule te monoprotonske kiseline: kutna molekula (V-oblik)

___/0,5

0,5 bodova

4.e /0,5

Σ ZADATAK 4.:

/ 4

5. Dopuni tablicu formulama konjugiranih kiselina ili baza (prema Broensted-Lowry-evoj definiciji) za zadane kemijske vrste:

Kiseline	Konjugirane baze
NH_3	NH_2^-
HSO_3^-	SO_3^{2-}
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{O}^-$
Baze	Konjugirane kiseline
CH_3O^-	CH_3OH
HPO_4^{2-}	H_2PO_4^-
H_2O	H_3O^+

Za točno navedene odgovore po 0,5 bodova: 6 x 0,5 bodova = 3 boda

____/6 x 0,5

Σ ZADATAK 5.:

____/3

6. U sljedećim reakcijama odredi na koju će se stranu pomaknuti ravnoteža (prema reaktantima ili produktima) ako se pomiješaju otopine jednakih koncentracija reaktanata i produkata:



____/1

Za pravilno određen smjer reakcije: 1 bod

6.a ____/1



Za pravilno određen smjer reakcije: 1 bod

____/1

6.b ____/1

Σ ZADATAK 6.:

____/2

RJEŠENJA

7. Pomiješano je 25 mL dušične kiseline množinske koncentracije 0,319 mol/L i 10 mL barijeve lužine množinske koncentracije 0,406 mol/L.

7.a) Napiši jednadžbu kemijske reakcije i označi agregacijska stanja svih sudionika kemijske reakcije.



___/3 x 0,5

7.a ___/1,5

Za točno navedene reaktante i produkte: 0,5 bodova

Za kemijski zapis izjednačen po masi i naboju: 0,5 bodova

Za točno navedena agregacijska stanja: 0,5 bodova

7.b) Odredi masu soli koja bi nastala ovom kemijskom promjenom kad bi se nastala otopina uparila do suhe tvari.

$$n(\text{Ba(OH)}_2) = 4,06 \times 10^{-3} \text{ mol}, \quad n(\text{Ba(OH)}_2) = 4,06 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

___/0,5

$$n(\text{HNO}_3) = 7,98 \times 10^{-3} \text{ mol}, \quad \frac{n}{\nu}(\text{HNO}_3) = \frac{(-7,98 \times 10^{-3})}{-2} = 3,99 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

___/0,5

HNO₃ je mjerodavni reaktant

___/0,5

$$n(\text{HNO}_3) : n(\text{Ba(NO}_3)_2) = 2:1$$

___/0,5

$$n(\text{Ba(NO}_3)_2) = \frac{1}{2} n(\text{HNO}_3) = \frac{1}{2} \times 7,98 \times 10^{-3} \text{ mol} = 3,99 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

___/0,5

$$m(\text{Ba(NO}_3)_2) = n(\text{Ba(NO}_3)_2) \times M(\text{Ba(NO}_3)_2) = 3,99 \times 10^{-3} \text{ mol} \times 261,34 \text{ g/mol} = 1,043 \text{ g}$$

7.b ___/2,5

Za točnu numeričku vrijednost i mjernu jedinicu množine Ba(OH)₂: 0,5 bodova

Za točnu numeričku vrijednost i mjernu jedinicu početne množine HNO₃: 0,5 bodova

Za ispravno određen mjerodavni reaktant (HNO₃): 0,5 bodova

Za ispravno povezivanje množina mjerodavnog reaktata i nastale soli: 0,5 bodova

Za točnu numeričku vrijednost i mjernu jedinicu mase nastale soli: 0,5 bodova

Napomena: priznati svaki pravilan postupak koji dovodi do točnog rješenja.

7.c) Odredi pH-vrijednost dobivene otopine.

$$n(\text{Ba(OH)}_2)_{\text{suvišak}} = n(\text{Ba(OH)}_2)_{\text{početak}} - n(\text{Ba(OH)}_2)_{\text{reagirao}}$$

___/0,5

$$n(\text{Ba(OH)}_2)_{\text{reagirao}} = \frac{1}{2} n(\text{HNO}_3) = \frac{1}{2} \times 7,98 \times 10^{-3} \text{ mol} = 3,99 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

___/0,5

$$n(\text{Ba(OH)}_2)_{\text{suvišak}} = 4,06 \times 10^{-3} \text{ mol} - 3,99 \times 10^{-3} \text{ mol} = 7 \times 10^{-5} \text{ mol}$$

___/0,5

$$n(\text{Ba(OH)}_2) : n(\text{OH}^-) = 1:2; \quad n(\text{OH}^-) = 2 \times n(\text{Ba(OH)}_2) = 1,4 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

___/0,5

$$c(\text{OH}^-) = (n(\text{OH}^-)/V_{\text{ukupno}}) = \frac{1,4 \times 10^{-4} \text{ mol}}{0,035 \text{ L}} = 4 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

___/0,5

$$\text{pOH} = -\log[c(\text{OH}^-) / \text{mol/L}] = 2,40 \quad \text{pH} = 14 - \text{pOH} = 11,6$$

7.c ___/2,5

Za točan izračun množine suviška Ba(OH)₂: 0,5 bodova

Za ispravno povezivanje množine Ba(OH)₂ i OH⁻: 0,5 bodova

Za točnu numeričku vrijednost i mjernu jedinicu množine OH⁻: 0,5 bodova

Za točnu numeričku vrijednost i mjernu jedinicu koncentracije OH⁻: 0,5 bodova

Za točnu numeričku vrijednost pH: 0,5 bodova

Napomena: priznati svaki pravilan postupak koji dovodi do točnoga rješenja.

d) Zaključi je li otopina kisela, neutralna ili lužnata.

Otopina je lužnata.

___/0,5

7.d ___/0,5

0,5 bodova

Σ ZADATAK 7.:

___/7

8. Zadane su vodene otopine:

1. otopina sumporovodične kiseline koncentracije 0,1 mol/L
2. otopina glukoze ($C_6H_{12}O_6$) koncentracije 0,1 mol/L
3. otopina sumporne kiseline koncentracije 0,1 mol/L
4. otopina dušične kiseline koncentracije 0,1 mol/L

Koja od zadanih otopina ima:

A) najviši osmotski tlak pri 20 °C

3.

0,5 bodova

___/0,5

8.a /0,5

B) najviši tlak vodene pare pri 20 °C

2.

0,5 bodova

___/0,5

8.b /0,5

C) najviše talište pri tlaku od 1 atm

2.

0,5 bodova

___/0,5

8.c /0,5

D) najviše vrelište pri tlaku od 1 atm

3.

0,5 bodova

___/0,5

8.d /0,5Σ ZADATAK 8.:

___ / 2

9. U posudama (A, B, C, D, E) miješaju se jednaki volumeni zadanih otopina.

Posuda	Kiselina /lužina	Kiseline/lužine/soli
A	0,1 mol/L HCN	0,1 mol/L NaCN
B	0,1 mol/L HCN	0,1 mol/L NaOH
C	0,2 mol/L HCN	0,1 mol/L NaOH
D	0,1 mol/L HI	0,2 mol/L NaCN
E	0,2 mol/L HI	0,1 mol/L NaCN

9.a) Za svaku posudu obrazloži nastaje li u njoj pufer. Odgovor obrazloži tekstom i računom.

Pufer nastaje u posudama A, C i D:

- Posuda A: jednake su količine slabe kiseline i njezine soli
- Posuda B: ne nastaje pufer jer jaka lužina potpuno neutralizira slabu kiselinu (sastav otopine jednak je kao da je otopljen natrijev cijanid u vodi).
- Posuda C: miješanjem 0,2 mol/L HCN i 0,1 mol/L NaOH nastaje 0,1 mol/L HCN i 0,1 mol/L NaCN što čini pufer.
- Posuda D: miješanjem 0,1 mol/L HI i 0,2 mol/L NaCN nastaje 0,1 mol/L HCN i 0,1 mol/L CN⁻ što čini pufer.
- Posuda E: ne nastaje pufer miješanjem 0,2 mol/L HI i 0,1 mol/L NaCN jer nastaje 0,1 mol/L HCN i 0,1 mol/L NaI što ne čini pufer.

Za točno određene posude s puferima: 3 × 0,5 bodova = 1,5 bodova

Za svako točno obrazloženje sadržaja posude: 5 × 0,5 = 2,5 boda

Napomena: priznati svako smisleno obrazloženje postojanja ili ne postojanja pufera u posudama.

___/4

9.a ___/4

9.b) Napiši jednadžbu kemijske promjene koja se događa u posudi B (bez oznaka agregacijskih stanja)



Za točno napisanu i izjednačenu jednadžbu: 1 bod

___/1

9.b ___/1

9.c) Hoće li vodena otopina natrijeva cijanida biti kisela, neutralna ili lužnata? Svoj odgovor obrazloži kemijskom jednadžbom s navedenim agregacijskim stanjima.

pH vrijednost: biti će lužnata

___/0,5

Jednadžba kemijske reakcije $\text{CN}^-(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O(l)} \rightarrow \text{HCN(aq)} + \text{OH}^-(\text{aq})$

___/1,5

Za točno navedenu pH vrijednost: 0,5 bod

Za točno napisanu i izjednačenu jednadžbu s točnim agregacijskim stanjima: 1,5 bod

9.c ___/2

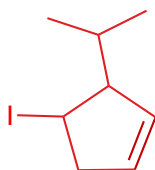
Σ ZADATAK 9.:

___/7

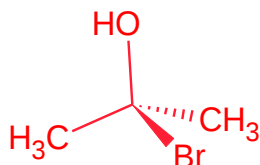
10. Nacrtaj:

- formulom pomoću veznih crtica molekulu 3-izopropil-4-jodciklopentena
- klinastom formulom molekulu 2-brompropan-2-ola ako je u centru klinaste strukture drugi atom ugljika
- strukturnom formulom veznim crticama molekulu *E*-2-klorpent-2-ena
- Newmanovom projekcijskom formulom prikaži najstabilniju zvjezdastu konformaciju molekule 2-brom-3-metilpentana promatrajući molekulu kroz vezu između ugljikovih atoma C2-C3.

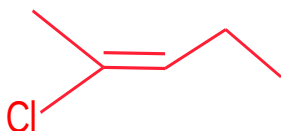
a) strukturnom formulom pomoću veznih crtica molekulu 3-izopropil-4-jodciklopentena



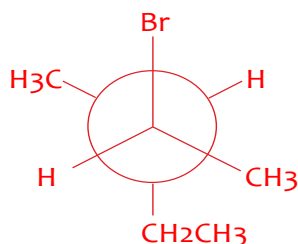
b) klinastom formulom molekulu 2-brompropan-2-ola ako je u centru klinaste strukture drugi atom ugljika



c) strukturnom formulom veznim crticama molekulu *E*-2-klorpent-2-ena



d) Newmanovom projekcijskom formulom najstabilniju zvjezdastu konformaciju molekule 2-brom-3-metilpentana promatrajući molekulu kroz vezu između ugljikovih atoma C2-C3.



Za svaku točno nacrtanu formulu po 1 bod: 4 x 1 bod= 4 boda

Napomena: priznati svaki crtež koji prikazuje točan odnos atoma u strukturi molekule. U zadatku pod d) točni su odgovori i bilo koja od zarotiranih NPF, odnosno sve konformacije u kojima su Br i etil u anti položaju te metili također u anti položaju.

____/4 x 1

Σ ZADATAK 10.:

____/ 4

11. Nastajanje ionskih veza i ionskog spoja moguće je opisati energetske promjenama. Energetske promjene prilikom nastajanja kalijevog bromida (KBr) iz elementarnih tvari su:

- energija ionizacije (E_i) za kalij (K): 419 kJ/mol
- elektronski afinitet (E_{ea}) broma (Br): -325 kJ/mol
- entalpija sublimacije kalija ($\Delta_s^\circ H^\circ$): 89 kJ/mol
- entalpija isparavanja broma: ($\Delta_l^\circ H^\circ$): 29,6 kJ/mol
- entalpija disocijacije veze broma ($\Delta_{diss}^\circ H^\circ$): 193 kJ/mol
- entalpija kristalne rešetke kalijeva bromida ($\Delta_s^\circ H^\circ(KBr)$): 685,8 kJ/mol

11.a) Jednadžbama kemijskih reakcija prikaži zapise koji opisuju navedene energetske promjene

1. za energiju ionizacije kalija $K(g) \rightarrow K^+(g) + e^-$
2. za elektronski afinitet broma $Br(g) + e^- \rightarrow Br^-(g)$
3. za entalpiju sublimacije kalija $K(s) \rightarrow K(g)$
4. za entalpiju isparavanja broma $Br_2(l) \rightarrow Br_2(g)$
5. za entalpiju disocijacije veze broma $Br_2(g) \rightarrow 2 Br(g)$
6. za entalpiju kristalne rešetke kalijeva bromida $KBr(s) \rightarrow K^+(g) + Br^-(g)$

___/6 x 0,5

11.a /3

Za točno napisanu jednadžbu s točnim agregacijskim stanjima 0,5 bodova: 6 x 0,5 bodova=3 boda

11.b) Izračunaj entalpiju stvaranja kalijeva bromida (1,5 bod)

$$\begin{aligned}\Delta_f H^\circ(\text{KBr}, s) &= \Delta_s^\circ H^\circ(\text{K}) + \frac{1}{2} \Delta_f^\circ H^\circ(\text{Br}_2) + \frac{1}{2} \Delta_{\text{diss}}^\circ H^\circ(\text{Br}_2) + E_i(\text{K}) - E_{ea}(\text{Br}) - \Delta_s^\circ H^\circ(\text{KBr}) \\ &= 89 \text{ kJ/mol} + 14,8 \text{ kJ/mol} + 96,5 \text{ kJ/mol} + 419 \text{ kJ/mol} - 325 \text{ kJ/mol} - 685,8 \text{ kJ/mol} \\ &= -391,5 \text{ kJ/mol}\end{aligned}$$

Za točan izraz formule izračuna entalpije stvaranja KBr: 0,5 bodova

Za točno uvrštene vrijednosti entalpije: 0,5 bodova

Za točnu numeričku vrijednost s ispravnom mjernom jedinicom: 0,5 bodova

Napomena: priznati svaki pravilan postupak koji dovodi do točnog rješenja

___/3 x 0,5

11.b /1,5

11.c) Kolika je entalpija kristalne rešetke natrijeva klorida u odnosu na entalpiju kristalne rešetke kalijeva bromida (veća ili manja)? Obrazloži svoj odgovor.

Entalpija kristalne rešetke natrijeva klorida je veća od entalpije kristalne rešetke kalijeva bromida. Razlog su manji ioni Na^+ i Cl^- od K^+ i Br^- iona pa je prosječna udaljenost između njih manja, a elektrostatsko privlačenje jače.

Za točan iskaz da je vrijednost $\Delta_s^\circ H$ (NaCl) veća 0,5 bod.

Za točno obrazloženje 1 bod

Napomena: priznati svaki smisleni odgovor koji objašnjava veću entalpiju kristalne rešetke NaCl.

___/0,5

___/1

11.c /1,5

11.d) Koje entalpije utječu na iznos entalpije otapanja soli?

Entalpija kristalne rešetke i entalpija hidratacije soli

Za svaki točan navedeni utjecaj 0,5 bodova: 2 x 0,5 bodova=1 bod

___/1

11.d /1

Σ ZADATAK 11.:

___/7

12. U kemijskom laboratoriju nalaze se četiri neobilježena uzorka čistih metala: magnezij, cink, srebro i bakar. Na raspolaganju su ti sljedeći reagensi: razrijeđena klorovodična kiselina i koncentrirana natrijeva lužina. Pomoću vizualnih opažanja i zadanih reagensa osmisli postupak kojim ćete jednoznačno identificirati sva četiri metala. Opiši korake i promatrane pojave za svaki metal. Odgovore obrazloži i jednadžbama kemijskih reakcija do kojih dolazi između pojedinih uzoraka i reagensa. Navedi agregacijska stanja svih sudionika.

1. korak: bakar se prepoznaje po njegovoj karakterističnoj crvenkastoj boji. On ne reagira ni s razrijeđenom klorovodičnom kiselinom ni koncentriranom natrijevom lužinom.

Za prepoznavanje bakra na bilo koji način (ili po boji ili po kemijskoj nereaktivnosti): 0,5 bodova

___/0,5

2. korak: na preostala tri metala (Mg, Zn, Ag) nanese se nekoliko kapi razrijeđene HCl.

Dva metala će reagirati uz žestoko izdvajanje bezbojnog plina (vodika, H₂). To su Mg i Zn. Jedan metal neće pokazati nikakvu reakciju – to je srebro (Ag). Time je Ag identificiran, a metali koji su reagirali su magnezij i cink.



Za identifikaciju srebra po nereaktivnosti: 0,5 bodova

Za identifikaciju magnezija i cinka koji reagiraju s kiselinom: 0,5 bodova

Za točno napisane jednadžbe s točnim agregacijskim stanjima: 2 x 0,5 bodova

___/0,5

___/0,5

___/2 x 0,5

3. korak: na dva reaktivna metala iz prethodnog koraka (Mg i Zn) nanese se nekoliko kapi koncentrirane otopine NaOH. Jedan metal neće pokazati nikakvu reakciju – to je magnezij. Time je Mg identificiran.

Za identifikaciju magnezija po nereaktivnosti s lužinom: 0,5 bodova

___/0,5

4. korak: interpretacija i završna identifikacija - metal koji je reagirao i s kiselinom i s lužinom je cink.



Za točnu identifikaciju cinka koji reagira i s kiselinom i s lužinom 0,5 bodova

Za točno napisanu jednadžbu s točnim agregacijskim stanjima 0,5 bodova

Napomena: priznati svaki smisleni odgovor koji ispravno identificira metale. Boduju se samo točno napisane jednadžbe s danim reagensima.

___/0,5

___/0,5

Σ ZADATAK 12.:

 / 4