

ŠKOLSKO NATJECANJE IZ KEMIJE
učeni(ka)ca osnovnih i srednjih škola 2021.

PISANA ZADAĆA, 4. veljače 2021.

NAPOMENA:

1. Zadatci se rješavaju 120 minuta.
2. Dopušteno je koristiti samo dobivenu tablicu periodnog sustava elemenata.
3. Zadatci se moraju rješavati na mjestu predviđenom za taj zadatak (**ne** koristiti dodatne papire). Ako nema dovoljno mjesta za rješavanje zadatka, može se koristiti poledina prethodne stranice.
4. Odgovori na postavljena pitanja ili račun (kompletan) **moraju** biti pisani kemijskom olovkom ili tintom plave boje, jer se u protivnom neće uzimati u obzir pri bodovanju. Ispravljeni odgovori se ne vrjednuju.
5. Dopušteno je korištenje džepnog računala tipa Scientific određenih karakteristika.

Prijavu ispuniti tiskanim slovima!

Zaporka:
(pet brojeva i do sedam velikih slova)

POSTIGNUTI BODOVI :

Vrsta škole: 1. osnovna 5. srednja (Zaokruži 1. ili 5.)

Razred (napisati arapskim brojem):

Nadnevak:

OTKINUTI OVAJ DIO PRIJAVE I STAVITI GA U OMOTNICU S NAPISANOM ZAPORKOM
PRIJAVU ISPUNITI TISKANIM SLOVIMA

Zaporka:
(pet brojeva i do sedam velikih slova)

POSTIGNUTI BODOVI :

Ime i prezime učeni(ka)ce:

OIB:

Puni naziv škole:

Adresa škole:

Grad u kojem je škola:

Županija:

Vrsta škole: 1. osnovna 5. srednja
(Zaokruži 1. ili 5.)

Razred (napisati arapskim brojem):

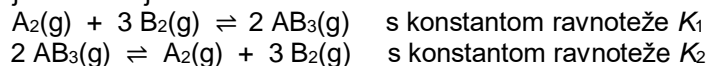
Ime i prezime mentor(a)ice:

Naputak školskom povjerenstvu:

Ovaj dio prijave treba spojiti s pisanom zadaćom svakog učeni(ka)ce nakon bodovanja. Podatci su važni radi računalne obrade podataka o učeni(ku)ci koji će biti pozvani na županijsko natjecanje.

ostv. maks.

1. Koji izraz predstavlja točan odnos konstanta ravnoteže reakcija prikazanih sljedećim jednažbama kemijskih reakcija?



- ☒ A) $K_1 = \frac{1}{K_2}$
 B) $K_1 = -K_2$
 C) $K_1 = \frac{K_2}{2}$
 D) $K_1 = K_2^2$

/1

1

2. Otapanjem kalijeva nitrata u vodi otopina se hladi. Kako topljivost kalijeva nitrata ovisi o temperaturi vode i kakvu vrijednost ima entalpija otapanja kalijeva nitrata u vodi?

A) Topljivost kalijeva nitrata se smanjuje s povećanjem temperature vode, a entalpija otapanja ima negativnu vrijednost.

B) Topljivost kalijeva nitrata se smanjuje s povećanjem temperature vode, a entalpija otapanja ima pozitivnu vrijednost.

C) Topljivost kalijeva nitrata raste s povećanjem temperature vode, a entalpija otapanja ima negativnu vrijednost.

☒ D) Topljivost kalijeva nitrata raste s povećanjem temperature vode, a entalpija otapanja ima pozitivnu vrijednost.

/1

1

3. U sljedećim zadacima zaokružite slovo **T** ako je tvrdnja **točna** ili slovo **N** ako je **netočna**.

A)	Brojčana vrijednost konstante ravnoteže pokazatelj je jesu li u stanju ravnoteže u dominantnoj koncentraciji prisutne jedinice reaktanata ili produkata.	<input checked="" type="radio"/> T	N
B)	Koncentracijska konstanta ravnoteže definirana je omjerom umnožaka ravnotežnih koncentracija reaktanata i produkata.	T	<input checked="" type="radio"/> N
C)	Kemijska ravnoteža može se uspostaviti samo u sustavu koji je otvoren.	T	<input checked="" type="radio"/> N
D)	U heterogenim sustavima svi sudionici kemijske reakcije su u istom agregacijskom stanju.	T	<input checked="" type="radio"/> N
E)	Iznos entalpije kristalne strukture uvijek je veći od 0, a iznos entalpije hidratacije uvijek je manji od 0.	<input checked="" type="radio"/> T	N

/5x1

5

UKUPNO BODOVA NA 1. STRANICI :

7

4. Reakcija ugljikova(IV) oksida i vodika prikazana je jednadžbom kemijske reakcije:

4.a) Označi smjer promjene sastava ravnotežne smjese za promjene uvjeta koji su navedeni u tablici, koji su načinjeni nakon što je sustav dostigao ravnotežno stanje u zatvorenoj reakcijskoj posudi.

Upiši:

(→) ako će navedena promjena povećati ravnotežnu količinu produkta u reakcijskom sustavu

(←) ako će navedena promjena smanjiti količinu produkta u reakcijskom sustavu

(-) ako navedena promjena ne utječe na ravnotežne količine reaktanata i produkata u reakcijskom sustavu.

Promjene uvjeta	Smjer pomaka kemijske ravnoteže
Povećanje koncentracije vodika	→
Smanjenje ukupnog tlaka	-
Smanjenje koncentracije ugljikova(II) oksida	→
Povećanje volumena reakcijskog sustava	-
Povećanje temperature	←
Smanjenje koncentracije ugljikova(IV) oksida	←

/6x1

4.b) Pri određenoj temperaturi za kemijsku reakciju iz četvrtog zadatka konstanta ravnoteže iznosi 18. Na početku reakcije parcijalni tlakovi $\text{CO}_2(\text{g})$ i $\text{H}_2(\text{g})$ su bili jednaki. Parcijalni tlak vodika u ravnotežnom stanju iznosi 1,5 bara. Koliki su parcijalni tlakovi ostalih plinova u reakcijskoj smjesi?

$$p(\text{CO}_2)_{\text{u ravnoteži}} = p(\text{H}_2)_{\text{u ravnoteži}} = 1,5 \text{ bar}$$

$$p(\text{CO})_{\text{u ravnoteži}} = p(\text{H}_2\text{O})_{\text{u ravnoteži}}$$

$$K_p = \frac{p(\text{CO}) \cdot p(\text{H}_2\text{O})}{p(\text{CO}_2) \cdot p(\text{H}_2)}$$

$$18 = \frac{p(\text{CO}) \cdot p(\text{H}_2\text{O})}{(1,5 \text{ bar})^2}$$

$$p(\text{CO})_{\text{u ravnoteži}} = p(\text{H}_2\text{O})_{\text{u ravnoteži}} = 6,4 \text{ bar}$$

4.c) Koliki je bio tlak vodika na početku kemijske reakcije?

$$p(\text{H}_2)_{\text{početni}} = p(\text{H}_2)_{\text{u ravnoteži}} + p(\text{H}_2)_{\text{reagirani}} = (1,5 + 6,4) \text{ bar} = 7,9 \text{ bar}$$

/2x
0,5

/1

/2x
0,5

/1

10

UKUPNO BODOVA NA 2. STRANICI :

10

5. Nakon pada u hladnu vodu, mokra odjeća na nesrećenom može biti opasna po zdravlje. Pretpostavimo da je odjeća upila 2 kg vode.

5.a) Koju bi količinu topline moralo izgubiti tijelo da posuši odjeću?

$$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{M(\text{H}_2\text{O})} = 111,01 \text{ mol}$$

$$Q = n(\text{H}_2\text{O}) \cdot \Delta_f^g H(\text{H}_2\text{O}) = 4886,3 \text{ kJ}$$

/1

5.b) Koju bi masu glukoze čovjek morao potrošiti da nadoknadi izgubljenu toplinu? Entalpija isparavanja vode pri temperaturi ljudskog tijela od 37 °C iznosi 44,016 kJ mol⁻¹, a entalpija izgaranja glukoze -2802 kJ mol⁻¹.

$$n(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = \frac{Q}{\Delta_c H(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)} = 1,74 \text{ mol}$$

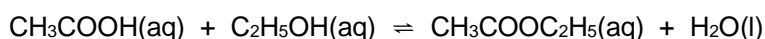
/1

$$m(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = n(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) \cdot M(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 313,47 \text{ g}$$

/1

3

6. Jednadžba kemijske reakcije prikazuje reakciju octene kiseline i alkohola etanola:



Pri nekoj stalnoj temperaturi konstanta ravnoteže za navedenu reakciju iznosi 4. Početne množine tvari u reakcijskoj posudi volumena 1 L su bile 2 mola octene kiseline, 2 mola etanola, 2 mola etil-acetata i 2 mola vode. Izračunaj množine svih sastojaka u stanju ravnoteže.

	CH_3COOH	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$	$\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3$	H_2O
$n(\text{početna}) / \text{mol}$	2	2	2	2
$n(\text{reagirana}) / \text{mol}$	-x	-x	+x	+x
$n(\text{ravnotežna}) / \text{mol}$	2 - x	2 - x	2 + x	2 + x

/4x
0,5

$$4 = \frac{(2+x)^2}{(2-x)^2}$$

$$x_{1,2} = \frac{20 \pm \sqrt{400 - 144}}{6}$$

$$x_1 = 6 \quad x_2 = 0,67$$

/1

	CH_3COOH	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$	$\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3$	H_2O
$n(\text{ravnotežna}) / \text{mol}$	1,33	1,34	2,66	2,66

/4x
0,5

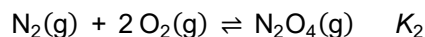
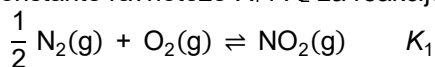
Napomena: priznati i drugi način rješavanja, ako su dobivena točna rješenja

5

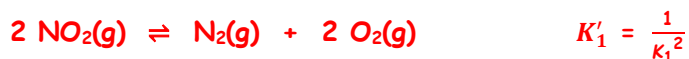
UKUPNO BODOVA NA 3. STRANICI :

8

7. Poznate su koncentracijske konstante ravnoteže K_1 i K_2 za reakcije



Napiši izraz za konstantu ravnoteže K_3 za reakciju $2 \text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$.



Napomena: Ako su učenici došli do točnog konačnog izraza za K_3 na neki drugi način priznati rješenje i dodijeliti 5 bodova.

/2x1

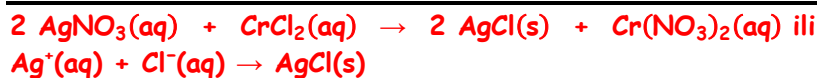
/2x1

/1

5

8. 50 cm³ otopine srebrova nitrata množinske koncentracije 0,20 mol dm⁻³ dodano je u 75 cm³ vodene otopine kromova(II) klorida množinske koncentracije 0,35 mol dm⁻³.

8.a) Napiši jednadžbu kemijske reakcije s odgovarajućim agregacijskim stanjima.



Točno napisana JKR **0,5 boda**, točna agregacijska stanja svih sudionika **0,5 boda**

8.b) Izračunaj masu soli koja se taloži.

$$n(\text{AgNO}_3) = c(\text{AgNO}_3) \cdot V(\text{AgNO}_3) = 0,01 \text{ mol}$$

$$n(\text{CrCl}_2) = c(\text{CrCl}_2) \cdot V(\text{CrCl}_2) = 0,026 \text{ mol}$$

AgNO₃ – mjerodavni reaktant

$$n(\text{AgNO}_3) = n(\text{AgCl})$$

$$m(\text{AgCl}) = n(\text{AgCl}) \cdot M(\text{AgCl}) = 1,4 \text{ g}$$

8.c) Izračunaj masu kloridnih iona koji će ostati u otopini.

$$n(\text{CrCl}_2)_{\text{potrošeno}} = 5 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$n(\text{CrCl}_2) = 0,026 \text{ mol} - 5 \times 10^{-3} \text{ mol} = 0,021 \text{ mol}$$

$$n(\text{Cl}^-) = 2 \cdot n(\text{CrCl}_2) = 0,042 \text{ mol}$$

$$m(\text{Cl}^-) = 1,489 \text{ g}$$

/2x
0,5

/1

/1

/1

/1

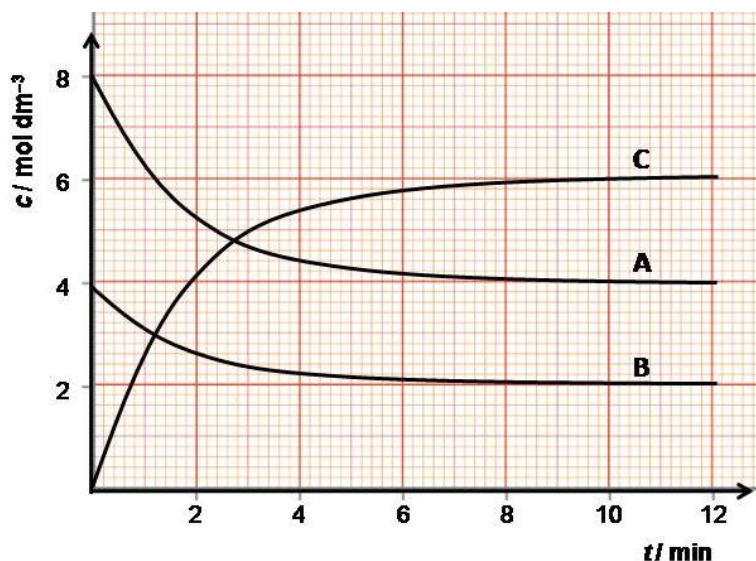
/1

6

UKUPNO BODOVA NA 4. STRANICI :

11

9. Na dijagramu je prikazana promjena množinske koncentracije triju tvari u reakcijskoj posudi konstantna volumena i temperature.



9.a) Na temelju prikazanog dijagrama iz 9. zadatka napiši odgovarajuću jednadžbu kemijske reakcije za taj sustav.



/1

9.b) Napiši izraz i izračunaj koncentracijsku konstantu ravnoteže.

$$K_c = \frac{[C]^3}{[A]^2 \cdot [B]} \quad K_c = \frac{(6 \text{ mol dm}^{-3})^3}{(4 \text{ mol dm}^{-3})^2 \cdot (2 \text{ mol dm}^{-3})} = 6,75$$

/2x1

1 bod za napisan izraz konstante ravnoteže

1 bod za točno izračunatu koncentracijsku konstantu

9.c) Na temelju izračunate vrijednosti koncentracijske konstante u zadatku 9 odgovori hoće li se u sustavu koji je postigao stanje kemijske ravnoteže, u većoj mjeri događati unapredna (nastajanje produkata) ili unazadna (nastajanje reaktanata) promjena?

Rješenje: unapredna promjena (nastajanje produkata)

/1

4

UKUPNO BODOVA NA 5. STRANICI :

4

- 10.** U 50,8 cm³ benzena otopljeno je 0,3 g sumpora pri 23 °C. Talište čistog benzena 5,5 °C, a gustoća benzena pri 23 °C iznosi 0,88 g cm⁻³. Osmotski tlak dobivene otopine pri 23 °C iznosi 56,6 kPa. $K_f(\text{C}_6\text{H}_6) = 5,07 \text{ K kg mol}^{-1}$

10.a) Od koliko se atoma sastoje molekule sumpora u otopini?

$$c = \frac{56,6 \times 10^3 \text{ Pa}}{296,15 \text{ K} \cdot 8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}} = 22,99 \text{ mol m}^{-3}$$

/1

$$n(\text{S}_x) = 22,988 \text{ mol m}^{-3} \cdot 50,8 \times 10^{-6} \text{ m}^3 = 1,168 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

/1

$$M(\text{S}_x) = \frac{m(\text{S}_x)}{n(\text{S}_x)} = \frac{0,3 \text{ g}}{1,168 \times 10^{-3} \text{ mol}} = 256,85 \text{ g mol}^{-1}$$

$$x = \frac{M_r(\text{S}_x)}{A_r(\text{S})} \approx 8$$

/1

Molekula sumpora se sastoji od 8 atoma sumpora

1 bod za točno izračunatu koncentraciju

1 bod za točno izračunatu množinu uzorka sumpora

1 bod za točno izračunat broj atoma sumpora u molekuli sumpora

10.b) Izračunaj tališta ove otopine.

$$b = \frac{n(\text{S}_x)}{m(\text{C}_6\text{H}_6)} = \frac{1,168 \times 10^{-3} \text{ mol}}{44,7 \times 10^{-3} \text{ kg}} = 2,61 \times 10^{-2} \text{ mol kg}^{-1}$$

/1

$$\Delta T = 5,07 \text{ K kg mol}^{-1} \cdot 2,61 \times 10^{-2} \text{ mol kg}^{-1} = 0,132 \text{ K}$$

$$\Delta t = 0,132 \text{ °C}$$

/1

$$t_t = 5,5 \text{ °C} - 0,132 \text{ °C} = 5,368 \text{ °C}$$

/1

1 bod točno izračunatu molalnost

1 bod točno izračunato sniženje tališta benzena

1 bod točno izračunato talište otopine benzena

Napomena: Priznati i drugi način rješavanja, ako su postupak i dobivena rješenja točni.

6

UKUPNO BODOVA NA 6. STRANICI :

6

- 11.** Bakrena kuglica mase 50 g zagrijana je do 125 °C i ubačena u kalorimetar koji sadrži 150 g vode temperature 25 °C. Do koje će se najviše temperature (u °C) zagrijati voda u kalorimetru? Pretpostavi da nije bilo gubitaka topline u okolinu. Specifični toplinski kapacitet vode je 4,18 J K⁻¹ g⁻¹, a specifični toplinski kapacitet bakra je 0,385 J K⁻¹ g⁻¹.

$$Q(\text{H}_2\text{O}) = - Q(\text{Cu})$$

/1

$$m(\text{H}_2\text{O}) \cdot c(\text{H}_2\text{O}) \cdot (t - t(\text{H}_2\text{O})) = m(\text{Cu}) \cdot c(\text{Cu}) \cdot (t(\text{Cu}) - t)$$

$$t = \frac{m(\text{H}_2\text{O}) \cdot c(\text{H}_2\text{O}) \cdot t(\text{H}_2\text{O}) + m(\text{Cu}) \cdot c(\text{Cu}) \cdot t(\text{Cu})}{m(\text{H}_2\text{O}) \cdot c(\text{H}_2\text{O}) + m(\text{Cu}) \cdot c(\text{Cu})}$$

$$T = 301,13 \text{ K}$$

$$t = 27,98 \text{ °C}$$

/2

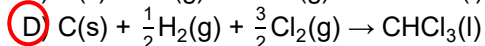
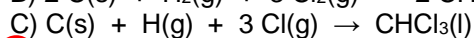
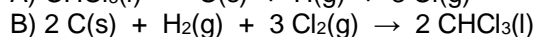
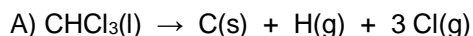
1 bod za postavljenu jednakost primljene i otpuštene topline

2 boda za točno izračunatu temperaturu u K ili °C

Napomena : Priznati i drugi način rješavanja, ako su postupak i dobivena rješenja točni.

3

- 12.** Za koju od navedenih jednadžbi kemijske reakcije vrijedi izraz: $\Delta_r H^\circ = \Delta_f H^\circ$?



/1

1

1. stranica

2. stranica

3. stranica

4. stranica

5. stranica

6. stranica

7. stranica

8. stranica

Ukupni bodovi

	50
--	----

UKUPNO BODOVA NA 7. STRANICI :

4