

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

PISANA ZADAĆA, 11. ožujka 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 županijskom 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.

Periodni sustav elemenata IUPAC 2013.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
1 H 1,008																	2 He 4,003	
3 Li 6,941																	4 Be 9,012	
11 Na 22,99	12 Mg 24,31																	17 Cl 35,45
19 K 39,10	20 Ca 40,08	21 Sc 44,96	22 Ti 47,87	23 V 50,94	24 Cr 52,00	25 Mn 54,94	26 Fe 55,85	27 Co 58,93	28 Ni 58,69	29 Cu 63,55	30 Zn 65,38	31 Ga 69,72	32 Ge 72,63	33 As 74,92	34 Se 78,98	35 Br 79,90	36 Kr 83,80	
37 Rb 85,47	38 Sr 87,62	39 Y 88,91	40 Zr 91,22	41 Nb 92,91	42 Mo 95,95	43 Tc [98]	44 Ru 101,1	45 Rh 102,9	46 Pd 106,4	47 Ag 107,9	48 Cd 112,4	49 In 114,8	50 Sn 118,7	51 Sb 121,8	52 Te 127,6	53 I 126,9	54 Xe 131,3	
55 Cs 132,9	56 Ba 137,3	57-71 lanthanoidi	72 Hf 178,5	73 Ta 180,9	74 W 183,8	75 Re 186,2	76 Os 190,2	77 Ir 192,2	78 Pt 195,1	79 Au 197,0	80 Hg 200,6	81 Tl 204,4	82 Pb 207,2	83 Bi 209,0	84 Po [209]	85 At [210]	86 Rn [222]	
87 Fr [223]	88 Ra [226]	89-103 aktinoidi	104 Rf [267]	105 Db [268]	106 Sg [271]	107 Bh [270]	108 Hs [277]	109 Mt [276]	110 Ds [281]	111 Rg [282]	112 Cn [285]	113 Uut [285]	114 Ff [289]	115 Uup [289]	116 Lv [293]	117 Uus [294]	118 Uuo [294]	
57 La 138,9	58 Ce 140,1	59 Pr 140,9	60 Nd 144,2	61 Pm [145]	62 Sm 150,4	63 Eu 152,0	64 Gd 157,3	65 Tb 158,9	66 Dy 162,5	67 Ho 164,9	68 Er 167,3	69 Tm 168,9	70 Yb 173,1	71 Lu 175,0				
89 Ac [227]	90 Th 232,0	91 Pa 231,0	92 U 238,0	93 Np [237]	94 Pu [244]	95 Am [243]	96 Cm [247]	97 Bk [247]	98 Cf [251]	99 Es [252]	100 Fm [257]	101 Md [258]	102 No [259]	103 Lr [262]				

ostv. maks.

1. U zadatku odgovori na pitanja o građi molekula i međumolekulskim interakcijama.

1.a) Koje su prostorne građe molekule navedenih spojeva prema VSEPR teoriji?

MOLEKULE	ClF ₃	CS ₂	SF ₆	PCl ₃
Prostorna građa molekule	oblik slova „T”	linearne	oktaedar	trigonska piramida

/4x1

1.b) Primjere iz zadatka **1.a)** razvrstaj prema polarnosti.

Polarne molekule	Nepolarne molekule
ClF ₃ , PCl ₃	CS ₂ , SF ₆

/2x
0,5

1.c) Koje su međumolekulske interakcije dominantne pri povezivanju molekula PCl₃?

dipol- dipol interakcije ili van der Waalsove sile

/1

6

2. Kemijski element **X** opisuje sljedeći kratki tekst:

„Moje ime nosi doba, koriste me od davnina, danas sam najvažnija tehnička sirovina. Korozija meni poznata nije, žilav sam ja, lako me se savija. U 11. skupini i 4. periodu mi je dom, ali svoje kuće ne znam redni broj. Na Zemlji ja sam iz ruda dobiven kao izotop 63 i 65 sam skriven.“

2.a) O kojem se kemijskom elementu **X** radi?

O bakru (ili Cu)

/1

2.b) Za neutralan atom kemijskog elementa **X** napiši raspored elektrona po ljuskama.

2, 8, 18, 1 ili [Ar]4s¹3d¹⁰

/1

2.c) Atome, zamišljene kao kuglice, možemo nanizati u lanac. Koliko bi bio dug lanac (u centimetrima), ako bismo nanizali $3,32 \times 10^8$ atoma kemijskog elementa **X**. Polumjer atoma **X** iznosi 128 pm.

$l(\text{lančić}) = N(X) \cdot 2 \cdot r(X) = 3,32 \times 10^8 \cdot 2 \cdot 128 \times 10^{-12} \text{ m} = 0,084992 \text{ m} = 8,50 \text{ cm}$

/2

Napomena: Nema parcijalnog bodovanja.

4

UKUPNO BODOVA NA 1. STRANICI :

10

3. U sljedećim zadacima zaokruži točne odgovore.

3.a) Koji od navedenih plinova pri temperaturi od 27 °C i tlaku od 1,1 bar ima gustoću 1,147 g dm⁻³.

A) etan B) eten C) etin D) niti jedan od navedenih /1

3.b) Koliki je maseni udio vode u zelenoj galici?

A) 48,69 % B) 45,36 % C) 41,57 % D) 37,22 % /1

3.c) U kojem je spoju maseni udio kisika najveći?

A) KMnO₄ B) MnO₂ C) K₂MnO₄ D) K₂Mn₂O₇ /1

3.d) Jedna od boja polarne svjetlosti koju emitiraju pobuđeni kisikovi atomi ima energiju $3,44 \times 10^{-19}$ J. Kolika je valna duljina polarne svjetlosti? ($h = 6,63 \times 10^{-34}$ J s, $c = 3 \times 10^8$ m s⁻¹)

A) 578,2 nm B) 477,7 nm C) 377,7 nm D) 277,7 nm /1

4

4. U sljedećim zadacima zaokruži slovo **T** ako je tvrdnja **točna** ili slovo **N** ako je **netočna**.

4.a)	Fluorovodična kiselina najslabija je od svih halogenovodičnih kiselina.	<input checked="" type="radio"/> T	N
4.b)	Množinska koncentracija oksonijevih iona je 100 puta veća u vodenoj otopini čija je pH-vrijednost 6 u odnosu na otopinu koja ima pH-vrijednost 8.	<input checked="" type="radio"/> T	N
4.c)	Jakost kiselina i baza može se izraziti stupnjem ionizacije koji je jednak omjeru ukupnog broja molekula prije ionizacije i broju ioniziranih molekula.	T	<input checked="" type="radio"/> N
4.d)	Ionski produkt vode (K_w) pri 25 °C u otopini čija je pH-vrijednost 5 iznosi 1×10^{-9} mol ² dm ⁻⁶ .	T	<input checked="" type="radio"/> N
4.e)	Krv je tjelesna tekućina čija je pH-vrijednost regulirana karbonatnim puferom (HCO ₃ ⁻ /H ₂ CO ₃).	<input checked="" type="radio"/> T	N

/5x1

5

UKUPNO BODOVA NA 2. STRANICI :

9

5. U tablici su dani podatci o topljivosti kalijeva klorida pri različitim temperaturama.

$t / ^\circ\text{C}$	20	40	60	80	100
$w_{\text{sat}} (\text{KCl}) / \%$	25,65	28,57	31,65	34,00	36,51

5.a) Pri povišenoj temperaturi u 198,0 grama vode dodano je kalijevog klorida. Priređena zasićena otopina (u kojoj nije bilo taloga) ohlađena je na 20 °C pri čemu se istaložilo 33,7 grama soli kalijevog klorida. Odredi s koje je temperature ohlađena otopina.

Postupak:

$$m(\text{KCl, istaloženi}) = 33,69 \text{ g}$$

$$m(\text{vode, polazna otopina}) = 198,0 \text{ g}$$

$$w(\text{KCl, } 20^\circ\text{C}) = 0,2565$$

$$0,2565 = \frac{x}{x+198 \text{ g}}$$

$$m(\text{KCl, } 20^\circ\text{C}) = 68,31 \text{ g}$$

/1

$$m(\text{KCl, } t_x) = 33,69 \text{ g} + 68,31 \text{ g} = 102,0 \text{ g}$$

/1

$$w_x(\text{KCl, } t_x) = \frac{102 \text{ g}}{102 \text{ g} + 198 \text{ g}} = 0,3400 \times 100 = 34,00 \%$$

/1

Odgovor: _____

Temperatura je 80 °C.

/1

5.b) Kakva je, s obzirom na zasićenost, vodena otopina u kojoj je maseni udio kalijeva klorida 26 % pri 40 °C ?

Nezasićena otopina.

/1

5.c) Na temelju podataka iz tablice iz zadatka 4.a) odredi što se događa s temperaturom otopine tijekom otapanja kalijeva klorida u vodi pri sobnoj temperaturi.

Temperatura otopine se snižava.

/1

5.d) Je li tijekom otapanja kalijevog klorida u vodi entalpija kristalne rešetke veća ili manja od entalpije hidratacije?

Entalpija kristalne rešetke veća je od entalpije hidratacije.

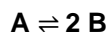
/1

7

UKUPNO BODOVA NA 3. STRANICI :

7

6. U reakcijskoj smjesi volumena 1 L i stalne temperature događa se promjena prema sljedećoj ravnotežnoj jednadžbi:



Početna množinska koncentracija reaktanta **A** bila 5,0 mmol L⁻¹, a početna množinska koncentracija produkta **B** bila je nula. U petoj minuti sustav je postigao ravnotežno stanje te je ravnotežna množinska koncentracija reaktanta **A** bila 4,0 mmol L⁻¹.

- 6.a) Kolika je bila ravnotežna množinska koncentracija produkta **B**?

c / mmol L ⁻¹	A	B
početna koncentracija	5,0	0,0
promjena	-1,0	+2,0
ravnotežna koncentracija	4,0	2,0

$$[B] = 2,0 \text{ mmol L}^{-1}$$

/1

- 6.b) Napiši izraz i izračunaj koncentracijsku konstantu ravnoteže kemijske reakcije iz zadatka 6.

$$K_c = \frac{[B]^2}{[A]} = \frac{[2 \text{ mmol L}^{-1}]^2}{[4 \text{ mmol L}^{-1}]} = 1 \text{ mmol L}^{-1}$$

/2x1

Napomena: Za izraz K_c 1 bod.

Za točnu brojčanu vrijednost i navedenu ispravnu mjernu jedinicu K_c 1 bod

- 6.c) Nakon uspostavljanja ravnoteže u sustavu, dodano je 1 mmol L⁻¹ tvari **B**. Izračunaj ravnotežne množinske koncentracije tvari **A** i **B** nakon ponovnog uspostavljanja ravnoteže.

	A	B
početna koncentracija	4 mmol L ⁻¹	3 mmol L ⁻¹
ravnotežna koncentracija	4 + x	3 - 2x

/1

Napomena: Za točno napisane izraze ravnotežnih koncentracija: $[A] = 4 + x$ i $[B] = 3 - 2x$
1 bod

$$1 = \frac{(3-2x)^2}{4+x} \quad x_1 = 2,8 \quad x_2 = 0,45$$

$$[A] = 4,45 \text{ mmol L}^{-1} \text{ i } [B] = 2,1 \text{ mmol L}^{-1}$$

/2x1

Napomena: Za svaku ravnotežnu koncentraciju **A** i **B** po 1 bod.

6

UKUPNO BODOVA NA 4. STRANICI :

6

7. U razredu su učenici pronašli stalak s tri epruvete u kojima su bile sljedeće vodene otopine: $\text{HNO}_3(\text{aq})$, $\text{KOH}(\text{aq})$ i $\text{HBr}(\text{aq})$ određenih množinskih koncentracija.

EPRUVETA	1	2	3
Otopina	HNO_3	KOH	HBr
V / cm^3	4,0	3,0	2,0
$c / \text{mol dm}^{-3}$	$2,0 \times 10^{-4}$	$5,0 \times 10^{-4}$	$2,0 \times 10^{-4}$

7.a) Učenici su izmiješali sadržaj svih triju epruveta. Napiši jednadžbu kemijske reakcije i izračunaj kolika je pH-vrijednost dobivene otopine.

Postupak:

$$n(\text{H}_3\text{O}^+)_{\text{HNO}_3} = c(\text{HNO}_3) \cdot V(\text{HNO}_3) = 8 \times 10^{-7} \text{ mol}$$

$$n(\text{H}_3\text{O}^+)_{\text{HBr}} = c(\text{HBr}) \cdot V(\text{HBr}) = 4 \times 10^{-7} \text{ mol}$$

$$n(\text{H}_3\text{O}^+)_{\text{ukupno}} = 1,2 \times 10^{-6} \text{ mol}$$

/1

$$n(\text{OH}^-)_{\text{KOH}} = c(\text{KOH}) \cdot V(\text{KOH}) = 1,5 \times 10^{-6} \text{ mol}$$

/1



/1

Napomena: Učenik dobiva 1 bod ako je JKR bez agregacijskih stanja.

Mjerodavni reaktant; $n(\text{H}_3\text{O}^+)$ i reaktant u suvišku $n(\text{OH}^-)$

$$n(\text{OH}^-, \text{suvišku}) = 3 \times 10^{-7} \text{ mol}$$

/1

$$c(\text{OH}^-, \text{suvišku}) = \frac{n(\text{OH}^-, \text{suvišku})}{V_{\text{ukupni}}} = \frac{3 \times 10^{-7} \text{ mol}}{9 \times 10^{-3} \text{ dm}^3} = 3,3 \times 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$$

/1

$$\text{pOH} = -\log \frac{c(\text{OH}^-)}{\text{mol dm}^{-3}} = 4,5$$

$$\text{pH} = 9,5$$

/1

7.b) Dodamo li smjesi par kapi etanolne otopine fenolftaleina, koje boje bi bila otopina iz zadatka 7.a)?

Purpurne. (Priznati i ljubičaste.)

/1

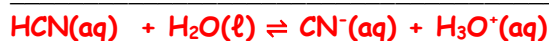
7

UKUPNO BODOVA NA 5. STRANICI :

7

8. Vrijednost konstante ionizacije cianovodične kiseline, HCN, je $7,90 \times 10^{-10} \text{ mol L}^{-1}$.

8.a) Ravnotežnom jednadžbom prikažite reakciju u kojoj se molekula cianovodične kiseline prema molekuli vode ponaša kao Brønsted-Lowryjeva kiselina.



/1

Napomena: Priznati ravnotežnu jednadžbu i bez agregacijskih stanja.

8.b) Izračunaj stupanj ionizacije cianovodične kiseline u vodenoj otopini množinske koncentracije $0,05 \text{ mol L}^{-1}$.

Postupak:

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^{\text{+}}] \cdot [\text{CN}^{\text{-}}]}{[\text{HCN}]}$$

$$7,90 \times 10^{-10} = \frac{x^2}{0,05-x}$$

$$x_1 = [\text{H}_3\text{O}^{\text{+}}] = 6,3 \times 10^{-6} \text{ mol L}^{-1}$$

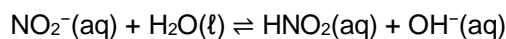
/1

$$\alpha = \frac{[\text{H}_3\text{O}^{\text{+}}]}{[\text{HCN}]} = \frac{6,28 \times 10^{-6} \text{ mol L}^{-1}}{0,05 \text{ mol L}^{-1}} = 1,3 \times 10^{-4} \times 100 = 1,3 \times 10^{-2} \%$$

/1

Napomena: Ako je učenik riješio zadatak na drugi način, dobiva 2 boda.

8.c) Koje su jedinike Brønsted-Lowryjeve kiseline u sljedećoj ravnotežnoj reakciji?



H₂O i HNO₂

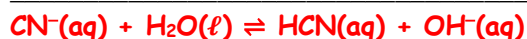
/1

8.d) Je li vodena otopina kalijeva cijanida kisela, bazična ili neutralna? Napiši ravnotežnu jednadžbu kojom ćeš objasniti svoj odgovor.

bazična

/1

JKR:



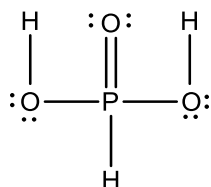
/1

6

UKUPNO BODOVA NA 6. STRANICI :

6

9. Slika prikazuje Lewisov strukturni prikaz fosforaste kiseline.

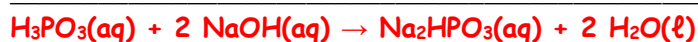


9.a) Fosforov(III) oksid je anhidrid fosforaste kiseline. Jednadžbom kemijske reakcije prikaži reakciju fosforova(III) oksida s vodom i označi agregacijska stanja.



/1

9.b) Napiši jednadžbu kemijske reakcije za potpunu neutralizaciju fosforaste kiseline i natrijeve lužine. Označite agregacijska stanja svih sudionika reakcije. Objasni svoj odgovor.



ili



/2x1

Napomena: Za točno napisanu jednadžbu kemijske reakcije 1 bod,
za navedena agregacijska stanja 1 bod.

Objasni:

/1

U molekuli fosforaste kiseline samo su dva vodikova atoma vezana na atom kisika, a treći vodik je vezan neposredno za atom fosfora.

ILI

Zbog male razlike u koeficijentima elektronegativnosti atoma vodika i fosfora, ne dolazi do trećeg stupnja ionizacije fosforaste kiseline.

4

UKUPNO BODOVA NA 7. STRANICI :

4

10. U tablici su navedene vrijednosti konstanta ravnoteže ionizacije četiriju kiselina pri 25 °C.

kiseline	HNO ₂	HCOOH	CH ₃ COOH	C ₆ H ₅ OH
$K_a / \text{mol dm}^{-3}$	$5,60 \times 10^{-4}$	$1,80 \times 10^{-4}$	$1,75 \times 10^{-5}$	$6,25 \times 10^{-5}$

Koja je od navedenih kiselina najjača? Zaokruži slovo ispred točnog odgovora.

- A) HNO₂
- B) HCOOH
- C) CH₃COOH
- D) C₆H₅OH

/1

1

1. stranica

2. stranica

3. stranica

4. stranica

+

+

+

+

5. stranica

6. stranica

7. stranica

8. stranica

**Ukupni
bodovi**

+

+

+

=

50

UKUPNO BODOVA NA 8. STRANICI :

1