

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

/2x  
0,5

**1.c)** Koje su međumolekulske interakcije dominantne pri povezivanju molekula PCl<sub>3</sub>?

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. periodi 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]4s<sup>1</sup>3d<sup>10</sup>

/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<sup>-3</sup>.

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) KMnO<sub>4</sub>                      B) MnO<sub>2</sub>                      C) K<sub>2</sub>MnO<sub>4</sub>                      D) K<sub>2</sub>Mn<sub>2</sub>O<sub>7</sub>                      /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<sup>-1</sup>)

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 $1 \times 10^{-9}$ mol <sup>2</sup> dm <sup>-6</sup> .	T	<input checked="" type="radio"/> N
4.e)	Krv je tjelesna tekućina čija je pH-vrijednost regulirana karbonatnim puferom (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> ).	<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.**

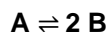
/1

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<sup>-1</sup>, 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<sup>-1</sup>.

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

c / mmol L <sup>-1</sup>	<b>A</b>	<b>B</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<sup>-1</sup> tvari **B**. Izračunaj ravnotežne množinske koncentracije tvari **A** i **B** nakon ponovnog uspostavljanja ravnoteže.

	<b>A</b>	<b>B</b>
početna koncentracija	4 mmol L <sup>-1</sup>	3 mmol L <sup>-1</sup>
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	$\text{HNO}_3$	$\text{KOH}$	$\text{HBr}$
$V / \text{cm}^3$	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

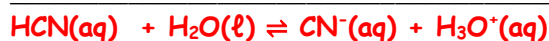
7

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:

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

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

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

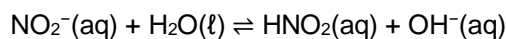
/1

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

/1

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

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



H<sub>2</sub>O i HNO<sub>2</sub>

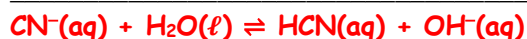
/1

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

bazična

/1

JKR:



/1

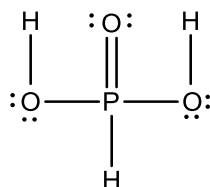
6

UKUPNO BODOVA NA 6. STRANICI :

6



9. Slika prikazuje Lewisov strukturni prikaz fosforaste kiseline.

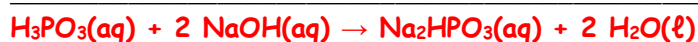


9.a) Fosforov(III) oksid je anhidrid fosforaste kiseline. Jednadžbom kemijske reakcije prikaži reakciju fosforova(III) oksida s vodom i označi agregacijska stanja.



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

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

- A) HNO<sub>2</sub>
- B) HCOOH
- C) CH<sub>3</sub>COOH
- D) C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>OH

/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