

**Republika Hrvatska - Ministarstvo znanosti i obrazovanja**  
**Agencija za odgoj i obrazovanje - Hrvatsko kemijsko društvo**

**DRŽAVNO NATJECANJE IZ KEMIJE**

učen(ka)ca osnovnih i srednjih škola 2017.  
Sveti Martin na Muri, 25–28. travnja 2017.

**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.

Prijavu ispuniti tiskanim slovima!

Prijava za: **zadani pokus**

razred

Zaporka:

POSTIGNUTI BODOVI

(pet brojeva i do sedam velikih slova)

(potpisi članova povjerenstva):

1. \_\_\_\_\_

2. \_\_\_\_\_

3. \_\_\_\_\_

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

Prijava za: **zadani pokus**

razred

Zaporka:

(pet brojeva i do sedam velikih slova)

Ime i prezime učen(ka)ce: \_\_\_\_\_ OIB: \_\_\_\_\_

Godina rođenja: \_\_\_\_\_

Spol: 1. muško

2. žensko (zaokružiti!)

Telefon/mobitel: \_\_\_\_\_

e-mail: \_\_\_\_\_

Puni naziv škole: \_\_\_\_\_

Šifra škole: \_\_\_\_\_

Adresa škole (ulica i broj): \_\_\_\_\_

Grad u kojem je škola: \_\_\_\_\_

Županija: \_\_\_\_\_

Ime i prezime mentor(a)ice: \_\_\_\_\_

# 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																
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 Fl [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]			

### Temeljne prirodne konstante

Brzina svjetlosti u vakuumu	$c_0$	$2,998 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$
Planckova konstanta	$h$	$6,626 \times 10^{-34} \text{ J s}$
Elementarni naboj	$e$	$1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$
Masa mirovanja elektrona	$m_e$	$9,109 \times 10^{-31} \text{ kg}$
Masa mirovanja protona	$m_p$	$1,673 \times 10^{-27} \text{ kg}$
Masa mirovanja neutrona	$m_n$	$1,675 \times 10^{-27} \text{ kg}$
Atomska masena konstanta, unificirana atomska jedinica mase, dalton	$m_u, u, \text{ Da}$	$1,661 \times 10^{-27} \text{ kg}$
Avogadrova konstanta	$L, N_A$	$6,022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Boltzmannova konstanta	$k, k_B$	$1,381 \times 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$
Molarna plinska konstanta	$R$	$8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$
Faradayeva konstanta	$F$	$9,649 \times 10^4 \text{ C mol}^{-1}$
Molarni volumen idealnog plina ( $p = 101,325 \text{ kPa}, t = 0 \text{ }^\circ\text{C}$ )	$V_m$	$22,41 \text{ L mol}^{-1}$

## O'TOPINSKI, O'TOPINSKI...

**Cilj:** Izvesti pokuse te na temelju opažanja, zaključaka i ponuđenih informacija identificirati tvari **W**, **Z** i **R** te tekućine **A**, **B**, **Q**, **Y** i atome **A1**. Simbolički opisati i objasniti promjene koje su se dogodile u epruvetama **E1**, **E2** i **E3**.

**Pribor:** 3 epruvete (označene **E1**, **E2** i **E3**), 2 plastične čaše, 5 plastičnih bočica za dokapavanje, mala plastična epruveta

**Kemikalije:** tvar **Z**, tvar **W**, tekućina **A**, tekućina **B**, tekućina **Q**, tekućina **Y**

### O'TOPINSKI (PRVI PUTA)

**KORAK 1** U epruveti **E1** nalazi se uzorak tvari **Z**. Zabilježi opažanja.

Tvar **Z** je sitan bijeli prah.  
sitan bijeli prah

0,5 boda

**KORAK 2** U epruvetu **E1** dokapaj 30 kapi destilirane vode i 3 kapi otopine metiloranža (**mo**). Zabilježi opažanja.

Uzorak tvari **Z** slabo je topljiv u vodi. Dodani indikator požuti.

slaba topljivost tvari **Z**  
promjena boje indikatora

0,5 boda

0,5 boda

**PITANJE 1** Što zaključuješ na temelju opažanja tijekom KORAKA 2?

S obzirom na to da indikator mijenja boju u žutu, tekućina u epruveti je lužnata. To može prouzročiti jedino kemijska reakcija tvari **Z** (ili nekog njezinog dijela) s vodom tako da nastaju hidroksidni ioni ili je tvar **Z** hidroksid.

reakcija tvari **Z** i vode  
tvar **Z** je možda hidroksid

0,5 boda

0,5 boda

**KORAK 3** U epruvetu **E1** dodaj, kap po kap, 20 kapi tekućine **A**. Nakon svake kapi dobro protresi sadržaj epruvete **E1**. Zabilježi opažanja.

Svaka dodana kap tekućine **A** promijeni boju indikatora u crvenu (crveno-ružičastu). Tvari **Z** ima sve manje. Na kraju je boja indikatora stalna (crvena) i nema tvari **Z**.

promjena boje indikatora  
smanjenje količine tvari **Z**  
konačna boja indikatora

0,5 boda

0,5 boda

0,5 boda

**PITANJE 2** Što zaključuješ na temelju opažanja iz KORAKA 3?

Promjena boje indikatora u crvenu ukazuje da je tekućina **A** kiselina. Povratak žutog obojenja indikatora pokazuje da se kiselina troši (neutralizira), što znači da kiselina **A** reagira s tvari **Z**. Konačna boja indikatora znači da je dodano više kiseline (da je tvar **Z** potrošena).

kiselost tekućine **A**

0,5 boda

**KORAK 4** Dodaj u epruvetu **E1** 5 kapi tekućine **B**. Zabilježi opažanja.

**Već prva kap tekućine B uzrokuje zamućenje. Nastaje sitni bijeli talog. Na mjestima gdje padne dodana kap tekućine B nema promjene boje indikatora.**

bijeli talog 0,5 boda  
tekućina B ne mijenja boju indikatora 0,5 boda

**PITANJE 3** Što zaključuješ na temelju opažanja iz KORAKA 4?

**Došlo je do kemijske reakcije, a tekućina B je ili kisela ili neutralna.**

kemijska reakcija 0,5 boda  
kiselost ili neutralnost tekućine B 0,5 boda

**PITANJE 4** Tekućina **A** dobivena je razrjeđivanjem vrlo opasne i nagrizajuće tekućine koja toliko navlači vodu da može karbonizirati šećer. Napiši kemijsku formulu tekućine **A**.

**H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>**

točna kemijska formula tekućine A 0,5 boda

**PITANJE 5** Maseni udio kisika u tvari **Z** je 0,397, a osim kisika ona sadrži još samo jednu vrstu atoma (**A1**). Broj atoma kisika i broj atoma **A1** u kemijskoj formuli tvari **Z** je jednak. Izračunaj relativnu atomsku masu atoma **A1**.

**A<sub>r</sub>(A1) = 24,3.**

točna A<sub>r</sub> atoma A1 1 bod

**PITANJE 6** Napiši kemijsku formulu tvari **Z** i njezin kemijski naziv.

**MgO, magnezijev oksid.**

točna kemijska formula i točan kemijski naziv tvari Z 0,5 + 0,5 = 1 bod

**PITANJE 7** Napiši jednadžbu kemijske reakcije kojom ćeš opisati promjene opažene u epruveti **E1** tijekom KORAKA 2. Navedi agregacijska stanja svih reaktanata i produkata.

**MgO(s) + H<sub>2</sub>O(l) → Mg<sup>2+</sup>(aq) + 2 OH<sup>-</sup>(aq) (ili neki drugi oblik JKR)**

točna JKR 1 bod  
točna sva AS 1 bod

**PITANJE 8** Napiši jednadžbu kemijske reakcije kojom ćeš opisati promjene opažene u epruveti **E1** tijekom KORAKA 3. Navedi agregacijska stanja svih reaktanata i produkata.

**H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>(aq) + OH<sup>-</sup>(aq) → 2 H<sub>2</sub>O(l) ili MgO(s) + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>(aq) → MgSO<sub>4</sub>(aq) + H<sub>2</sub>O(l)**  
**(ili neki drugi oblik JKR)**

točna JKR 1 bod  
točna sva AS 1 bod

**PITANJE 9** Tekućina **B** je vodena otopina tvari koju tvore atomi čiji je atomski broj 56 i atomi čiji je atomski broj 17. Napiši kemijski naziv i kemijsku formulu tvari s kojom je priređena tekućina **B**.

**Barijev klorid, BaCl<sub>2</sub>.**

točan kemijski naziv  
točna kemijska formula

1 bod  
1 bod

**PITANJE 10** Napiši jednadžbu kemijske reakcije kojom ćeš opisati promjene opažene u epruveti **E1** tijekom KORAKA 4. Navedi agregacijska stanja svih reaktanata i produkata.

**Ba<sup>2+</sup>(aq) + SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>(aq) → BaSO<sub>4</sub>(s)** (ili neki drugi oblik JKR)

točna JKR  
točna sva AS

1 bod  
1 bod

### OH, O'TOPINSKI (DRUGI PUTA)

**KORAK 5** U epruveti **E2** nalazi se vodena otopina tvari **Q**. Zabilježi opažanja.

**Otopina tvari Q je tamnoplava (boje indiga). Nema taloga.**

tamnoplava otopina  
nema taloga

0,5 boda  
0,5 boda

**KORAK 6** U epruvetu **E2**, u kojoj je tekućina **Q**, dodaj približno jednak volumen tekućine **Y**. Protresi sadržaj epruvete **E2**, stavi je u toplu vodu i zabilježi opažanja.

**Sadržaj epruvete E2 se zamuti. Nakon protresanja na stijenkama se pojave sitna tamnoplava zrnca. U toploj vodi talog se slegne na dno epruvete.**

zamućenje  
slijeganje taloga.

0,5 boda  
0,5 boda

**PITANJE 11** Reakcijom tekućine **Y** s kalijevim permanganatom nastat će tvar **R** koju koristimo u kućanstvu za spremanje zimnice i različitih priloga jelu. Tekućinu **Y** dobivamo destilacijom iz ostataka različitog voća. Napiši kemijske nazive tvari **Y** i tvari **R**.

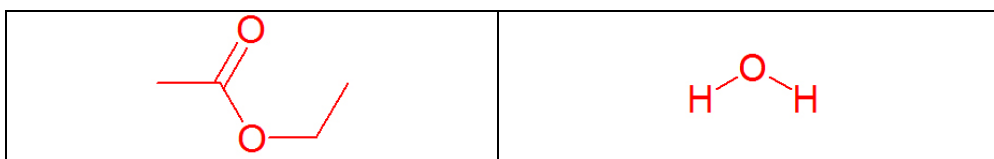
Tvar **Y** je: \_\_\_\_\_.

Tvar **R** je: \_\_\_\_\_.

**Tvar Y je etanol (alkohol), a tvar R je etanska (octena) kiselina.**

(1 + 1) = 2 boda

**PITANJE 12** Nacrtaj strukturne formule produkata koji će nastati kemijskom reakcijom tvari **Y** i tvari **R**.



**Točno nacrtane strukturne formule (bilo koje vrste).**

1 + 1 = 2 boda

**PITANJE 13** Formulska jedinka tvari **Q** sastoji se od jednog atoma bakra, kiselinskog ostatka sumporne kiseline, nekoliko molekula amonijaka i jedne molekule vode. Relativna molekulska masa formulske jedinice tvari **Q** je 245,5. Napiši kemijsku formulu tvari **Q**.

Kemijska formula tvari **Q** je: \_\_\_\_\_ .

$$[M_r(Q) - A_r(Cu) - M_r(H_2O) - M_r(SO_4^{2-})] / M_r(NH_3) = 4$$

**CuSO<sub>4</sub>(NH<sub>3</sub>)<sub>4</sub> · H<sub>2</sub>O** (ili na bilo koji drugi način napisana točna kemijska formula)

Povezane  $A_r$  i  $M_r$  za izračun broja molekula amonijaka.

1 bod

Napisana kemijska formula tvari **Q**.

1 bod

**PITANJE 14** Koja je uloga tvari **Y** u KORAKU 6?

**Tvar Y (etanol) smanjuje topljivost tvari Q u vodi.**

Smanjenje topljivosti.

1 bod

**PITANJE 15** Kako (zašto) tvar **Y** ostvaruje svoju ulogu u KORAKU 6?

**Tvar Y (etanol) miješa se s vodom u svim omjerima, a manje je polaran pa smanjuje topljivost tvari Q u vodi.**

Promjena polarnosti.

1 bod

### OH, OH, O'TOPINSKI (TREĆI PUTA)

**KORAK 7** U epruveti **E3** nalazi se uzorak tvari **W**. Zabilježi opažanja.

**Tvar W čine sitni bijeli kristalići.**

tvar W su sitni bijeli kristalići

0,5 boda

**KORAK 8** Epruvetu **E3** stavi u čašu s vrućom vodom (vruću vodu dat će ti nastavnik). Zabilježi opažanja.

**Tvar W izgleda kao da se tali. Sve je manje bijele krutine, a sve više bezbojne tekućine. Nakon nekog vremena u epruveti E3 je samo bezbojna tekućina. Blago je mutna zbog mnoštva sitnih mjehurića koji polako idu prema gore. U konačnici se sve razbistri.**

sve postane bezbojna tekućina

0,5 boda

mjehurići

0,5 boda

**KORAK 9** Nakon što je epruveta **E3** bila 10 minuta u vrućoj kupelji, prebaci je u čašu s hladnom vodom i pričekaj 15 minuta. Zabilježi opažanja.

**Nakon 15 minuta u epruveti E3 je i dalje bezbojna i prozirna tekućina.**

i dalje je prozirna i bezbojna tekućina.

0,5 boda

**KORAK 10** Epruvetu **E3** izvadi iz hladne vode i ubaci u nju zrnce tvari **W** (plastična epruveta). Drži epruvetu u ruci i **zabilježi opažanja**.

Kad se u tekućinu u epruveti **E3** ubaci komadić tvari **W**, u epruveti polako nastaje sve više krutine koja se pojavljuje na samom ubačenom komadiću tvari **W** (on kao da se deblja). Kako nastaje sve više krutine u epruveti **E3** ona se zagrijava.

sve više krutine

0,5 boda

zagrijavanje sadržaja epruvete **E3**

0,5 boda

Tvar **W** uvrštena je u *Popis ključnih ljekovitih tvari* kojega sastavlja *Svjetska zdravstvena organizacija*. Tvar **W** je ionski spoj, a sastoji se od jednovalentnih kationa i dvovalentnih aniona.

**PITANJE 16** Kationi potječu od mekanoga metala koji plamen boji žuto. Koji je kemijski simbol tih kationa? **Zakoruži slovo ispred točnog odgovora.**

A)  $\text{Li}^+$

B)  $\text{Na}^+$

C)  $\text{K}^+$

D)  $\text{Rb}^+$

E)  $\text{Cu}^+$

Točan odgovor je B)  $\text{Na}^+$ .

točna kemijska formula

1 bod

**PITANJE 17** Kemijski elementi čiji atomi izgrađuju anione tvari **W** pripadaju 16. skupini periodnog sustava elemenata. Ti anioni sastoje se od 5 atoma, a masa tih aniona je 112 Da.

Kemijska formula aniona iz tvari **W** je: \_\_\_\_\_.

$\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$

točna kemijska formula

1 bod

**PITANJE 18** Formulska jedinka tvari **W** sadrži i određen broj molekula vode. Njezina molekulska masa je 248,18. Napiši kemijsku formulu tvari **W**.

Kemijska formula tvari **W** je: \_\_\_\_\_.

$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$

točna kemijska formula

1 bod

**PITANJE 19** S obzirom na to da formulska jedinka tvari **W** sadrži molekule vode, tvar **W** spada u:

Hidrate. (Solvate.)

točan odgovor

1 bod

**PITANJE 20** Kakva je u smislu zasićenosti s tvari **W** tekućina u epruveti **E3** na kraju KORAKA 8?

Nezasićena.

točan odgovor

1 bod



**PITANJE 21** Kakva je u smislu zasićenosti s tvari **W** tekućina u epruveti **E3** na kraju KORAKA 9?

Prezasićena.

Točan odgovor.

1 bod

**DIJAGRAM 1** prikazuje topljivost tvari **W** pri različitim temperaturama.

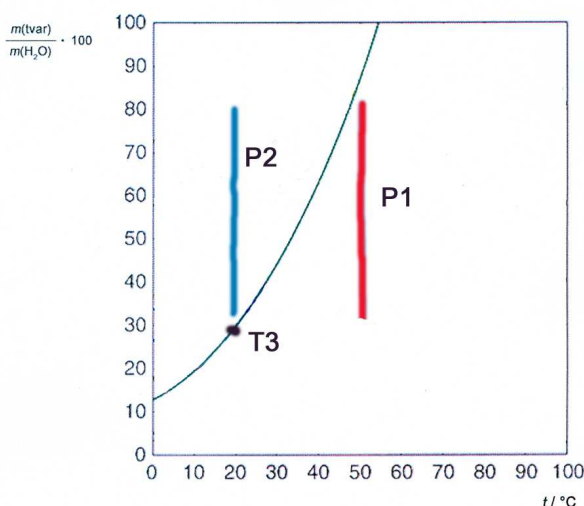
**PITANJE 22** Temperatura sadržaja epruvete **E3** na kraju KORAKA 8 bila je 50 °C. Crvenom bojom označi u **DIJAGRAMU 1** područje kojem bi mogao odgovarati sastav tekućine u epruveti **E3** na kraju KORAKA 8?

**PITANJE 23** Plavom bojom označi u **DIJAGRAMU 1** područje kojem bi mogao odgovarati sastav tekućeg sadržaja epruvete **E3** na kraju KORAKA 9 kada mu je temperatura bila 20 °C?

**PITANJE 24** Označi u **DIJAGRAMU 1** sastav tekućeg sadržaja epruvete **E3** na kraju KORAKA 10.

Pitanja 22 do 24 svaki točan odgovor po 1 bod.

(1 + 1 + 1) = 3 boda



**DIJAGRAM 1**

**PITANJE 25** Marko je trebao pripremiti razrijeđenu vodenu otopinu modre galice. Odvagnuo je potrebnu masu tvari te ju je usuo u 100 mL destilirane vode. Znajući da se modra galica sporo otapa, Marko je otišao iz laboratorija. Odmah potom u laboratorij je došao Ivan. Vidjevši času i njezin sadržaj na laboratorijskom stolu veselo je rekao: "Super. Zasićena otopina modre galice. Baš to mi treba!" U čemu je Ivan pogriješio? **Objasni svoj odgovor.**

Zasićenost neke otopine ne možemo procijeniti pogledom. Moramo znati nešto o njezinoj pripremi (npr. nije prošlo dovoljno vremena pa se tvar možda nije stigla otopiti).

Smisleno objašnjenje (u smislu da ne možemo pogledom utvrditi kakva je zasićenost neke otopine, da moramo znati više detalja o pripremi otopine...).

1 bod