

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

**DRŽAVNO NATJECANJE IZ KEMIJE**

učenici(ka) 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. Ispravljani 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 učenici(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: \_\_\_\_\_



### 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 ( $p = 101,325 \text{ kPa}, t = 0 \text{ }^\circ\text{C}$ )	$V_m$	$22,41 \text{ L mol}^{-1}$

**Cilj:** Odrediti identitet **tvori A**, **tvori B** i **tvori C** na temelju načinjenih kemijskih proba, zabilježenih opažanja i izvedenih zaključaka, te simbolički opisati i objasniti promjene koje su se dogodile u epruvetama **1-9**.

## PLAVO-BIJELI SVIJET

### POKUS 1

**Pribor:** stalak za epruvete, 7 epruveta (**1-7**), 4 gumena čepa, 3 plastične bočice za dokapavanje, plastična čaša, bijela podloga

**Kemikalije:** tvar **A** (**natrijev klorid**), tvar **B** (**kristali joda**), propan-1-ol, *n*-pentan, destilirana voda

### NAPOMENA

1. U epruvetama **1, 3 i 5** nalazi se uzorak **tvori A**, a u epruvetama **2, 4, 6 i 7** uzorak **tvori B**.

2. Opažanja vezana uz dodatak odgovarajućeg otapala bilježite u **Tablicu 1**.

**KORAK 1** Promotrite uzorak **tvori A** u epruveti **1** i opišite ga.

---

tvar **A** je **kristalinična tvar, bijele boje**, sitnozrnata

**1 BOD**

**KORAK 2** Ulijte u epruvetu **1** destiliranu vodu do oznake. Sadržaj epruvete dobro promućkajte. Zabilježite opažanja.

**KORAK 3** Promotrite uzorak **tvori B** u epruveti **2** i opišite ga.

---

tvar **B** su **kristalići sivocrne boje**, metalnog sjaja

**1 BOD**

**KORAK 4** Ulijte u epruvetu **2** destiliranu vodu do oznake. Začepite epruvetu čepom i sadržaj dobro promućkajte. Zabilježite opažanja.

Ukupno bodova po stranici:

	<b>2,0</b>
--	------------

**KORAK 5** U epruvetu **3** (u kojoj se nalazi uzorak **tvori A**) ulijte do oznake propan-1-ol. Sadržaj epruvete dobro promućkajte. **Zabilježite opažanja.**

**KORAK 6** U epruvetu **4** (u kojoj se nalazi uzorak **tvori B**) ulijte do oznake propan-1-ol. Začepite epruvetu čepom i sadržaj dobro promućkajte. **Zabilježite opažanja.**

**KORAK 7** U epruvetu **5** (u kojoj je uzorak **tvori A**) ulijte do oznake *n*-pentan. Sadržaj epruvete dobro promućkajte. **Zabilježite opažanja.**

**KORAK 8** U epruvetu **6** (u kojoj je uzorak **tvori B**) ulijte do oznake *n*-pentan. Začepite epruvetu čepom i sadržaj dobro promućkajte. **Zabilježite opažanja.**

**KORAK 9** Epruvetu **7** u kojoj se nalazi uzorak **tvori B** uronite u čašu s vrućom vodom. Promatrajte promjene. Kako biste bolje uočili promjene nakon 1-2 minute izvadite epruvetu iz vode i prislonite uz bijelu podlogu. **Zabilježite opažanja.**

**ZADATAK 1** **Kation** koji gradi **tvar A** potječe od metala čiji kristali pripadaju volumno centriranoj kubičnoj slagalini. Duljina brida jedinične ćelije tih kristala iznosi 428 pm, a gustoća metala je  $974 \text{ kg m}^{-3}$ .

A) Na temelju danih podataka odredite o kojem se metalu radi?

$$\rho(\text{metala}) = \frac{m(\text{jed. ćelija})}{V(\text{jed. ćelija})} = \frac{Z \times m_a(\text{metala})}{a^3} = \frac{Z \times A_r(\text{metala}) \times u}{a^3}$$

$$A_r(\text{metala}) = \frac{\rho \times a^3}{Z \times u} = \frac{974 \text{ kg m}^{-3} \times (428 \times 10^{-12} \text{ m})^3}{2 \times 1,6605 \times 10^{-27} \text{ kg}} = 22,99$$

**metal je natrij**

**0,5 BODA**

za ispravno upotrebljen izraz koji povezuje relativnu atomsku masu metala s gustoćom, volumenom jedinične ćelije i brojem atoma u njoj

**1 BOD**

za upotrebu mjernih jedinica

**0,5 BODA**

Ukupno bodova po stranici:

	<b>2,0</b>
--	------------

**ZADATAK 2** Anioni koji grade **tvar A** u reakciji s ionima srebra stvaraju bijeli, slabo topljiv talog.

A) Jednadžbom kemijske reakcije (uz naznaku agregacijskih stanja) prikažite opisanu promjenu i imenujte **tvar A**.



**1 BOD**

Naziv **tvori A**:

natrijev klorid

**0,5 BODA**

**ZADATAK 3** **Tvar B** ima značajno baktericidno djelovanje, a njegovo pomanjkanje u hrani uzrokuje teške poremećaje u metabolizmu i radu štitne žlijezde. Sastojak je reagensa kojim se dokazuje prisutnost škroba. Napišite kemijski naziv **tvori B**.

---

jod

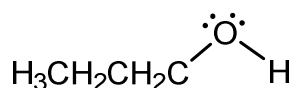
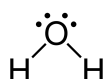
**0,5 BODA**

**ZADATAK 4** Jednadžbom kemijske reakcije (uz naznaku agregacijskih stanja) prikažite promjenu opaženu u **KORAKU 2**.



**1 BOD**

**ZADATAK 5** Nacrtajte Lewisovu strukturnu formulu molekule vode i molekule propan-1-ola.



za svaku ispravno nacrtanu Lewisovu strukturu po 1 BOD

**2 × 1 BOD = 2 BODA**

**PITANJE 1** Što na temelju Lewisovih strukturnih formula zaključujete o polarnosti molekula vode i molekula propan-1-ola?

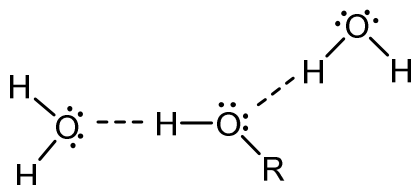
---

molekule vode i molekule propan-1-ola su polarne, tj. imaju stalni dipolni moment **1 BOD**

Ukupno bodova po stranici:

	<b>6,0</b>
--	------------

**ZADATAK 6** Prikažite crtežom i imenujte međumolekulsku interakciju kojom su povezane molekula vode i molekula propan-1-ola (za prikaz molekule alkohola uporabite oznaku R-OH).



**točan prikaz**  
**vodikova veza**

**1 BOD**  
**0,5 BODA**

**PITANJE 2** Koja se međumolekulska interakcija javlja nakon otapanja **tvori A** iz **KORAKA 2** između iona i molekula vode?

Između  $\text{Na}^+$  iona i  $\text{Cl}^-$  iona i molekula vode javlja se ion-dipol interakcija.

**1 BOD**

**ZADATAK 7** Na temelju opažanja iz **KORAKA 4** i **KORAKA 6** navedite koje su međumolekulske interakcije prisutne između molekula **tvori B** i molekula vode, odnosno molekula **tvori B** i molekula propan-1-ola.

A) molekula **tvori B** i molekula vode: \_\_\_\_\_  
dipol-inducirani dipol interakcije

**1 BOD**

B) molekula **tvori B** i molekula propan-1-ola: \_\_\_\_\_  
dipol-inducirani dipol interakcije

**1 BOD**

**PITANJE 3** Imenujte vrstu interakcije među jedinkama u građi **tvori B** na temelju opažanja iz **KORAKA 8** i **KORAKA 9**.

molekule **tvori B**, odnosno molekule joda, povezane su slabim privlačnim silama-Londonovim silama (inducirani dipol-inducirani dipol interakcija)

**1 BOD**

Ukupno bodova po stranici:

	<b>5,5</b>
--	------------

## **POKUS 2**

**Pribor:** stalak za epruvete, epruvete **8 i 9**, gumeni čep, dugačka kapalica s gumicom, 2 satna stakla, šibice, 4 plastične bočice za dokapavanje

**Kemikalije:** tvar **C** (**amonijev sulfat**), vodena otopina barijeva klorida, destilirana voda, plava prehrambena boja, propan-1-ol

**KORAK 1** U epruveti **8** nalazi se uzorak **tvari C**. Promotrite uzorak i **opišite** ga.

---

tvar **C** je **bijela, praškasta tvar**

**1 BOD**

**KORAK 2** U epruvetu **8** ulijte do oznake destiliranu vodu. Sadržaj epruvete dobro promućkajte. **Zabilježite opažanja.**

---

tvar **C** se **dobro otapa** u vodi, dobivena je **bistra, bezbojna otopina**

**1 BOD**

**KORAK 3** Dodajte u epruvetu **8** **3-4 kapi** otopine barijeva klorida. **Zabilježite opažanja.**

---

nastaje **bijelo zamućenje**, stajanjem se izdvaja **bijeli talog i bistra tekućina** iznad taloga

**1 BOD**

**KORAK 4** U epruvetu **9** ulijte do **prve oznake** destiliranu vodu i dodajte **2 kapi** plave boje. Začepite epruvetu gumenim čepom i sadržaj promiješajte. **Zabilježite opažanja.**

---

voda i plava boja su se **promiješale** i nastaje otopina plave boje

**0,5 BODA**

**PITANJE 1** Obrazložite promjenu iz **KORAKA 4**.

---

Do miješanja dolazi jer su **molekule "plave boje" polarne kao i molekule vode** **0,5 BODA**

**KORAK 5** U istu epruvetu ulijte do **druge oznake** propan-1-ol, začepite gumenim čepom i promiješajte. **Zabilježite opažanja.**

---

propan-1-ol se također miješa s plavom bojom, cijeli sadržaj je plave boje

**1 BOD**

Ukupno bodova po stranici:

	<b>5,0</b>
--	------------



**KORAK 6** Stavite u **epruvetu 9** iz **KORAKA 5** odvagani uzorak **tvari C**, začepite epruvetu te snažno promućkajte **5 do 10 sekundi**. Odložite potom epruvetu u stalak i promatrajte sljedećih 30 sekundi. **Zabilježite opažanja.**

**tvar C se otopila; u epruveti nastaju dva sloja - gornji sloj je obojen plavo dok je donji sloj bezbojan** **1,5 BOD**

**KORAK 7**

A) Dugačkom kapalicom pažljivo usišite dio otopine iz plavog sloja te nakapajte **10 kapi** na jedno satno staklo.

B) Kapalicu potom unesite gotovo do samog dna epruvete i usišite otopinu iz donjeg sloja. Kapalicu s još stisnutom gumicom polagano izvucite iz epruvete i nakapajte **10 kapi** na drugo satno staklo.

C) Prinesite upaljenu šibicu plavoj otopini, te zatim bezbojnoj otopini. **Zabilježite opažanja.**

**plava se otopina zapali i gori blago žutim plamenom; bezbojna se otopina ne zapali** **1 BOD**

**ZADATAK 1 Tvar C** građena je od peteroatomnog jednovalentnog kationa i peteroatomnog dvovalentnog aniona.

A) Središnji atom kationa pripada kemijskom elementu čiji volumni udio u zraku iznosi 78 %, dok ostala četiri atoma pripadaju najrasprostranjenijem kemijskom elementu u svemiru. Napišite kemijsku formulu i kemijski naziv kationa u građi **tvari C**.

**NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, amonijev ion**

**1 BOD**

B) Anioni prisutni u **tvari C** su kiselinski ostatak anorganske kiseline koja jako nagriza kožu i upotrebljava se kao elektrolitna otopina u akumulatorima, a anhidrid je sumporova(VI) oksida. Napišite kemijsku formulu i kemijski naziv aniona u građi **tvari C**.

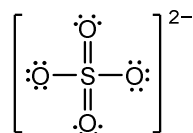
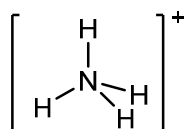
**SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, sulfatni ion**

**1 BOD**

Ukupno bodova po stranici:

	<b>4,5</b>
--	------------

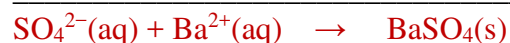
**ZADATAK 2** Nacrtajte Lewisovu strukturnu formulu kationa i aniona koji grade **tvar C**.



za svaku ispravno nacrtanu Lewisovu strukturu po 1 BOD

**2 × 1 BOD = 2 BODA**

**ZADATAK 3** Napišite jednadžbu kemijske reakcije (uz naznaku agregacijskih stanja) kojom ćete objasniti promjenu opaženu tijekom **KORAKA 3**.



ili



**1 BOD**

**ZADATAK 4** Na temelju opažanja iz **KORAKA 6** popunite **Tablicu 2** nazivima međumolekulskih interakcija koje su prisutne između jediniki unutar pojedinog sloja nakon otapanja **tvori C**.

**Tablica 2.**

	<b>H<sub>2</sub>O</b>	<b>propan-1-ol</b>	<b>molekule boje</b>	<b>tvar C</b>
<b>H<sub>2</sub>O</b>	vodikova veza	—	—	ion-dipol
<b>propan-1-ol</b>	—	vodikova veza	dipol-dipol	—
<b>molekule boje</b>	—	dipol-dipol	dipol-dipol	—
<b>tvar C</b>	ion-dipol	—	—	—

**7 × 0,5 BODA = 3,5 BODA**

Ukupno bodova po stranici:

	<b>6,5</b>
--	------------

Državno natjecanje iz kemije u šk.god. 2016./2017.

Pokus za 1. razred srednje škole

Zaporka\_\_\_\_\_

**ZADATAK 5** Na temelju pokusa i podataka iz **Tablice 2** obrazložite opažanje iz **KORAKA 6**.

nakon otapanja tvari C boja prelazi u gornji sloj jer se dipol-dipol interakcije prisutne između molekula vode i molekula boja prije otapanja tvari C zamjenjuju jačim ion-dipol interakcijama između iona i molekula vode

**2 BODA**

**ZADATAK 6** Na temelju pokusa i podataka iz **Tablice 2** poredajte navedene međumolekulske interakcije po jakosti od **najslabije** prema **najjačoj**.

dipol-dipol < vodikove veze < ion-dipol

**1 BOD**

Ukupno bodova po stranici:

	<b>3,0</b>
--	------------

Državno natjecanje iz kemije u šk.god. 2016./2017.

Pokus za 1. razred srednje škole

Zaporka\_\_\_\_\_

Tablica 1.

Epruveta	Tvar	Otapalo	Opažanja
1	A	destilirana voda	<b>dobro se otapa i nastaje bistra, bezbojna tekućina</b> <b>1 BOD</b>
2	B	destilirana voda	<b>slabo se otapa, na dnu epruvete vidljiv crni talog, tekućina iznad taloga žuto obojena</b> ili uočava se heterogena smjesa (kristali i tekućina) <b>1,5 BOD</b>
3	A	propan-1-ol	<b>dobro se otapa, bistra bezbojna tekućina</b> <b>1 BOD</b>
4	B	propan-1-ol	<b>slabo se otapa, žuta obojena tekućina i neotopljeni kristali na dnu epruvete</b> <b>1,5 BOD</b>
5	A	<i>n</i> -pentan	<b>ne otapa se, nakon mućkanja na stijenkama epruvete vidljive bijele čestice</b> <b>0,5 BODA</b>

**TABLICA 1 UKUPNO 5,5 BODOVA**

1. stranica

2. stranica

3. stranica

4. stranica

5. stranica

+

+

+

+

6. stranica

7. stranica

8. stranica

9. stranica

**Ukupni bodovi**

+

+

+

=

	40
--	----

Ukupno bodova po stranici:

	<b>5,5</b>
--	------------