

**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: \_\_\_\_\_



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

## ŠARENILO U KAPLJICAMA

**Pribor:** 5 traka bijelog papira (5 cm × 4 cm), povećalo, papirnati ubrus, glačalo, podloga za glačanje, pinceta, celuloidna traka (20 cm × 5 cm), 2 žličice, 1 plastična posudica (za višnju), 2 kapaljke, 1 papirnata posudica (za vinobran)

**Kemikalije:** zasičena vodena otopina bakrova(II) sulfata (tvar X), destilirana voda, klorovodična kiselina ( $w(\text{HCl}) = 19 \%$ ), vodena otopina amonijaka ( $w(\text{NH}_3) = 25 \%$ ), 1 višnja, vinobran, vodena otopina natrijeva tiosulfata,  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ .

**KORAK 1** Na pet papirnatih traka su zasićenom vodenom otopinom bakrova(II) sulfata napisana slova **X** i osušena na zraku. Trake su označene brojevima **1, 2, 3, 4 i 5**. Povećalom promotri tvar **X** na papirnoj traci 1. Zabilježi opažanja. Ova traka će ti koristiti za kontrolu promjena.

**Tvar X je sjajne površine, sitnih kristala, modre boje. \_\_\_\_\_ 3x0,5 boda = 1,5 bod**

**KORAK 2** Dežurni učitelj će preko papirnatoг ubrusа umjereno zagrijanim glačalom zagrijati tvar **X** na traci 2. Povećalom promotri tvar nastalu na papirnoj traci. Zabilježi opažanja.

           Tvar je (gotovo) bijele boje, sitnih zrnaca. 2x0,5 boda = 1 bod

**PITANJE 1 a)** U obliku jednadžbe kemijske reakcije **nazivima tvari** prikaži promjenu koja se dogodila zagrijavanjem modre galice.

\_\_\_\_\_ modra galica  $\rightarrow$  bakrov(II) sulfat + voda \_\_\_\_\_ 1 bod  
(priznati i bakrov(II) sulfat pentahidrat)

**PITANJE 1 b)** Omjer broja jedinki u formulskoj jedinki modre galice je:



Napiši kemijsku formulu modre galice.  $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$  **1 bod**

**PITANJE 1 c)** Jednadžbu kemijske reakcije iz PITANJA 1 a) prikaži kemijskom simbolikom.

           $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CuSO}_4 + 5 \text{H}_2\text{O}$            1 bod

**PITANJE 1 d)** Napiši kemijsku formulu tvari koja je ostala na papiru zagrijavanjem? CuSO<sub>4</sub> **1 bod**

**KORAK 3** Na tvar dobivenu u KORAKU 2 dodaj jednu kap vode. Zabilježi opažanja.

\_\_\_\_\_ Tvar je ponovno postala modre boje. \_\_\_\_\_ 0,5 boda

**PITANJE 2** Jednadžbom kemijske reakcije prikaži promjenu koja se dogodila u KORAKU 3 reakcijom tvari na papiru s vodom.

$$\text{CuSO}_4 + 5 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O} \quad 1 \text{ bod}$$

UKUPNO BODOVA NA 1. STRANICI :

8

**PITANJE 3** Boja vodene otopine bakrova(II) sulfata posljedica je prisutnosti složenih iona, sastavljenih od jednog iona bakra i na njega vezanih **X** molekula vode. Relativna molekulska masa tog složenog iona je 135,61. Koliko molekula vode sadrži ovaj ion bakra?

Postupak:

$$M_r(\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_x) = A_r(\text{Cu}) + xM_r(\text{H}_2\text{O})$$

$$135,61 = 63,55 + 18,016 \cdot x$$

$$18,016 \cdot x = 72,06$$

$$x = 4$$

Rješenje: **Složeni ion bakra sadrži 4 molekule vode.**

**1 bod**

**KORAK 4** Papirnatu traku 3 s tvari **X** će dežurni učitelj preko papirnatojg ubrusa zagrijati jako zagrijanim glačalom. Povećalom promotri tvar na papirnatj traci. **Zabilježi opažanja.**

\_\_\_\_\_ **Nastala tvar je prah crne boje.** \_\_\_\_\_

**2x0,5 boda = 1 bod**

**PITANJE 4** Produkti zagrijavanja tvari **X** na traci 3 su bakrov(II) oksid i sumporov(VI) oksid. Jednadžbom kemijske reakcije prikaži promjenu u KORAKU 4.



**1 bod**

**Napomena:** Tijekom rada koristi zaštitne rukavice i naočale.

**KORAK 5** Na tvar nastalu u KORAKU 4 dodaj dvije kapi klorovodične kiseline. Promotri nastalu tekućinu i zabilježi opažanja.

\_\_\_\_\_ **Na rubovima tvari je vidljiva žuta tekućina.** \_\_\_\_\_

**0,5 boda**

**PITANJE 5** Produkti reakcije tvari nastale na papiru u KORAKU 4 i klorovodične kiseline su bakrov(II) klorid i voda. Jednadžbom kemijske reakcije prikaži opisanu promjenu.



**1 bod**

**KORAK 6** Na tvar **X** na traci 4 kapni jednu kap klorovodične kiseline. Zabilježi uočenu promjenu.

\_\_\_\_\_ **Otopina je promijenila boju iz modre u zelenožutu (zelenu).** \_\_\_\_\_

**0,5 boda**

**PITANJE 6** Boju vodenoj otopini u KORAKU 6 daju bakrovi(II) ioni na koje su vezana četiri kloridna iona.

a) Koliki je nabojni broj ovog složenog bakrova(II) iona? \_\_\_\_\_ **-2** \_\_\_\_\_

**1 bod**

b) Napiši njegovu kemijsku formulu. \_\_\_\_\_  **$\text{CuCl}_4^{2-}$**  \_\_\_\_\_

**1 bod**

UKUPNO BODOVA NA 2. STRANICI :

	<b>7</b>
--	----------

**KORAK 7** Na tvar **X** na traci 5 kapni jednu kap vodene otopine amonijaka. Zabilježi uočenu promjenu.

\_\_\_\_\_ **Otopina je promijenila boju iz modre u tamnoplavu.** \_\_\_\_\_ **0,5 boda**

**PITANJE 7** Boju vodenoj otopini u KORAKU 7 daju bakrovi(II) ioni na koje su vezane četiri molekule amonijaka,  $\text{NH}_3$ .

a) Koliki je nabojni broj ovog složenog bakrova(II) iona? \_\_\_\_\_ **+2** \_\_\_\_\_ **1 bod**

**PITANJE 7 b)** Napiši njegovu kemijsku formulu. \_\_\_\_\_  **$[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$  (priznati i  $(\text{Cu} \cdot 4 \text{NH}_3)^{2+}$ )** \_\_\_\_\_ **1 bod**

**PITANJE 8** Koliko je puta masa složenog bakrova(II) iona s kloridnim ionima (vidi odgovor na PITANJE 6) veća od mase složenog bakrova(II) iona s molekulama amonijaka (vidi odgovor na PITANJE 7)?

**Postupak:**

$$\frac{m_f(\text{CuCl}_4^{2-})}{m_f(\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+})} = \frac{M_r(\text{CuCl}_4^{2-}) \text{ Da}}{M_r(\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+}) \text{ Da}}$$

$$= \frac{205,35 \text{ Da}}{131,69 \text{ Da}}$$

$$= 1,56$$

**Rješenje:** Masa iona  $[\text{CuCl}_4^{2-}]$  je 1,56 puta veća od mase iona  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+}]$ . **1 bod**

**PITANJE 9** Na temelju odgovora na PITANJA 3, 6 i 7 zaključi što uzrokuje promjene boja ispitivanih tekućina.

\_\_\_\_\_ **Boja otopina ovisi o vrsti jedinki vezanih na bakrov(II) ion.** \_\_\_\_\_ **1 bod**

**KORAK 8** Višnju u posudici zgnječi žličicom. Jednu kap soka kapni na celuloidnu traku i na nju dodaj jednu kap klorovodične kiseline. Drugu kap soka višnje kapni na celuloidnu traku i na nju dodaj jednu kap vodene otopine amonijaka. **Zabilježi opažanja.**

\_\_\_\_\_ **Sok višnje je u kiseloj otopini crvene, a u lužnatoj zelenoplave boje.** \_\_\_\_\_ **2x0,5 boda = 1 bod**

**PITANJE 10** Što je sok višnje u KORAKU 8?

\_\_\_\_\_ **Sok višnje je indikator.** \_\_\_\_\_ **1 bod**

**KORAK 9** Na kapljicu soka višnje i klorovodične kiseline dodaj 2 kapi vodene otopine amonijaka. **Zabilježi opažanje.**

\_\_\_\_\_ **Boja soka višnje se mijenja u zelenu.** \_\_\_\_\_ **0,5 boda**

UKUPNO BODOVA NA 3. STRANICI :

	<b>7</b>
--	----------

**PITANJE 11** Promjena u KORAKU 9 posljedica je kemijske reakcije molekula amonijaka i klorovodika. Produkt reakcije sinteze je nova vrsta tvari, građena od kationa i aniona.

**PITANJE 11 a)** Kation se sastoji od jednog atoma dušika i četiri atoma vodika, a nabojni mu je broj +1. Anion je kloridni ion. Napiši kemijske oznake za kation  $\text{NH}_4^+$  i anion  $\text{Cl}^-$ . 2x1 bod = 2 boda

**PITANJE 11 b)** Jednadžbom kemijske reakcije prikaži promjenu u KORAKU 9.

$\text{NH}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$  1 bod

**PITANJE 11 c)** Na primjeru jednadžbe kemijske reakcije iz PITANJA 11 b) dokaži zakon o očuvanju mase.

$$m_f(\text{NH}_3) + m_f(\text{HCl}) = m_f(\text{NH}_4\text{Cl})$$

$$M_r(\text{NH}_3) \cdot \text{Da} + M_r(\text{HCl}) \cdot \text{Da} = M_r(\text{NH}_4\text{Cl}) \cdot \text{Da}$$

$$17,034 \text{ Da} + 36,458 \text{ Da} = 53,492 \text{ Da}$$

$$53,492 \text{ Da} = 53,492 \text{ Da}$$

1 bod

**KORAK 10** Na celuloidnu traku kapni jednu kap soka višnje. Na nju stavi na vrhu žličice vinobrana. Promatraj i zabilježi promjene.

Sok višnje dodatkom vinobrana izbljedi. 0,5 boda

**PITANJE 12** Spoj u vinobranu, koji uzrokuje promjenu u KORAKU 10, sastoji se od atoma kalija, sumpora i kisika. Ukupna masa atoma kalija u tom spoju je 78,2 Da, ukupna masa atoma sumpora je 64,12 Da. Masa formulske jedinice spoja je 222,32 Da. Koja je kemijska formula spoja u vinobranu?

**Postupak:**

$$m(\text{K}) = N(\text{K}) \cdot m_a(\text{K})$$

$$m(\text{K}) = N(\text{K}) \cdot A_r(\text{K}) \cdot \text{Da}$$

$$\begin{aligned} N(\text{K}) &= \frac{m(\text{K})}{A_r(\text{K}) \cdot \text{Da}} \\ &= \frac{78,2 \text{ Da}}{39,1 \text{ Da}} \\ &= 2 \end{aligned}$$

$$m(\text{S}) = N(\text{S}) \cdot m_a(\text{S})$$

$$m(\text{S}) = N(\text{S}) \cdot A_r(\text{S}) \cdot \text{Da}$$

$$\begin{aligned} N(\text{S}) &= \frac{m(\text{S})}{A_r(\text{S}) \cdot \text{Da}} \\ &= \frac{64,12 \text{ Da}}{32,06 \text{ Da}} \\ &= 2 \end{aligned}$$

$$m_f(\text{spoj}) = N(\text{K}) \cdot m_a(\text{K}) + N(\text{S}) \cdot m_a(\text{S}) + N(\text{O}) \cdot m_a(\text{O})$$

$$222,32 \text{ Da} = 78,2 \text{ Da} + 64,12 \text{ Da} + N(\text{O}) \cdot 16 \text{ Da}$$

$$N(\text{O}) \cdot 16 \text{ Da} = 80 \text{ Da}$$

$$N(\text{O}) = 5$$

**Rješenje:** Kemijska formula spoja je  $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_5$ .

za  $N(\text{K})$ ,  $N(\text{S})$ ,  $N(\text{O})$  i kemijsku formulu spoja po 1 bod, 4x1 bod = 4 boda

UKUPNO BODOVA NA 4. STRANICI :

	8,5
--	-----

**KORAK 11** Na crno obojeni dio celuloidne trake kapni jednu kap vodene otopine natrijeva tiosulfata,  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ , i na nju jednu kap klorovodične kiseline. Povećalom promatraj promjene i zabilježi ih.

\_\_\_\_\_ Tekućina se zamuti (0,5 boda), a potom se vide sitna zrnca (0,5 boda) svjetložute boje (0,5 boda). \_\_\_\_\_  
 3x0,5 boda = 1,5 bod

**PITANJE 13 a)** Produkt uočen tijekom kemijske reakcije u KORAKU 11 je elementarna tvar. Kojoj skupini tvari pripada taj produkt reakcije (zaokruži slovo ispred točnog odgovora)?

A) metalima **B) nemetalima** C) polumetalima

1 bod

**PITANJE 13 b)** U tablicu upiši tražene podatke.

naziv izlučene elementarne tvari	kemijski simbol	$N(p)$	$N(e)$	$N(n)$	$A$	oznaka atoma
sumpor	S	16	16	16	32	$^{32}_{16}\text{S}$

za svaki odgovor 0,5 boda

6x0,5 boda = 3 boda

**PITANJE 14 a)** Napiši oznaku atoma koji ima dva neutrona više od atoma iz PITANJA 13 b. \_\_\_\_\_  $^{34}_{16}\text{S}$  \_\_\_\_\_ 1 bod

**PITANJE 14 b)** Kako se nazivaju ovakve vrste atoma? \_\_\_\_\_ izotopi \_\_\_\_\_

1 bod

**PITANJE 14 c)** Pretpostavi da se **tvar 1** sastoji samo od atoma sa 16 neutrona u jezgri (iz PITANJA 13 b), a **tvar 2** samo od atoma s osamnaest neutrona u jezgri (iz PITANJA 14 a). Kakva su svojstva tih dviju vrsta elementarnih tvari (zaokruži slovo ispred točnog odgovora)?

A) Obje tvari imaju jednaka fizikalna i kemijska svojstva.

B) Obje tvari imaju jednaka samo fizikalna svojstva.

**C) Obje tvari imaju jednaka samo kemijska svojstva.**

D) Tvari imaju različita fizikalna i kemijska svojstva.

1 bod

**PITANJE 14 d)** Obrazloži svoj odgovor.

\_\_\_\_\_ Tvari 1 i 2 su građene od atoma istog elementa, pa imaju ista kemijska svojstva. Neka se fizikalna svojstva razlikuju zbog razlike u masi atoma. \_\_\_\_\_ 1 bod

1. stranica

2. stranica

3. stranica

4. stranica

5. stranica

**Ukupni bodovi**

<input type="text"/>	+	<input type="text"/>	+	<input type="text"/>	+	<input type="text"/>	+	<input type="text"/>	=	<input type="text"/>	<input type="text"/>
											40

UKUPNO BODOVA NA 5. STRANICI :

	9,5
--	-----