

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

**DRŽAVNO NATJECANJE IZ KEMIJE**

učenici(ka) osnovnih i srednjih škola 2018.

Crikvenica, 22–25. travnja 2018.

**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 učenici(ka)ce: \_\_\_\_\_ OIB: \_\_\_\_\_

Datum rođenja:

Mjesto rođenja:

Spol: 1. muški 2. ženski (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 lantanoïdi	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 ( $p = 101,325 \text{ kPa}, t = 0 \text{ }^\circ\text{C}$ )	$V_m$	$22,41 \text{ L mol}^{-1}$

**Cilj:** Načiniti pokus te na temelju opažanja, zaključaka i ponuđenih informacija odrediti identitet tekućina **T1**, **T2**, reagensa **R1**, **R2** i **R3** te tvari **A**. Simbolički opisati i objasniti promjene koje su se dogodile u epruvetama 1–7.

## *Sve boje proljeća*

**Pribor:** stalak za epruvete, 7 epruveta (1–7), 9 plastičnih bočica za dokapavanje (tri od 20 mL, šest od 10 mL), plastična čaša, univerzalni indikatorski papir, plastična podloga.

**Kemikalije:** tekućina **T1** (vodena otopina kalijeva kromata,  $c(\text{K}_2\text{CrO}_4) = 0,1 \text{ mol dm}^{-3}$ ), tekućina **T2** (vodena otopina kalijeva dikromata,  $c(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = 0,1 \text{ mol dm}^{-3}$ ), tekućina **T3** (vodena otopina kromova(III) klorida,  $c(\text{CrCl}_3) = 0,1 \text{ mol dm}^{-3}$ ), reagens **R1** (sumporna kiselina,  $c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1,0 \text{ mol dm}^{-3}$ ), reagens **R2** (natrijeva lužina,  $c(\text{NaOH}) = 2,0 \text{ mol dm}^{-3}$ ), reagens **R3** (vodena otopina olovjeva acetata,  $c(\text{Pb}(\text{OCOCH}_3)_2) = 0,1 \text{ mol dm}^{-3}$ ), koncentrirana sumporna kiselina, otopina vodikova peroksida,  $w(\text{H}_2\text{O}_2) = 20 \%$ , destilirana voda.

**KORAK 1** U epruvete 1 i 2 ulijte do oznake tekućinu **T1**. U epruvetu 1 dokapajte **20 kapi** destilirane vode. Sadržaj epruvete dobro promućkajte. **Zabilježite opažanja.**

Tekućina **T1** je obojena **žuto, bistra je.**

**0,5 boda**

Dodatkom destilirane vode **nema značajnije promjene** osim u intenzitetu boje.

**0,5 boda**

**KORAK 2** U epruvetu 2 u serijama od po 5 kapi dokapajte **10 kapi** reagensa **R1**. Nakon svake serije protresite sadržaj epruvete. **Zabilježite opažanja.**

Reagens **R1** je **bezbojna i prozirna** tekućina.

**0,5 boda**

Dodatkom **prve serije kapi** tamo gdje kapne reagens **R1** javlja se **narančasto obojenje** koje se **nakon protresanja** proširi **po cijelom sadržaju** epruvete.

**1 bod**

Tijekom **druge serije kapi** sadržaj epruvete se **trajno oboji narančasto.**

**0,5 boda**

**KORAK 3** U sadržaj epruvete 2 u serijama od po 5 kapi dokapajte **10 kapi** reagensa **R2**. Nakon svake serije protresite sadržaj epruvete. **Zabilježite opažanja.**

Reagens **R2** je **bezbojna i prozirna** tekućina.

**0,5 boda**

**Prva serija kapi** uzrokuje **promjenu boje** sadržaja iz **narančaste u žutu** (tamo gdje kapne reagens **R2** javlja se žuto obojenje).

**1 bod**

Tijekom **druge serije kapi** sadržaj epruvete se **trajno oboji žuto.**

**0,5 boda**

UKUPNO BODOVA NA 1. STRANICI :

	5,0
--	-----

**KORAK 4** U epruvete **3** i **4** ulijte do oznake tekućinu **T2**. U epruvetu **3** dokapajte **20 kapi** destilirane vode. Sadržaj epruvete dobro promućkajte. **Zabilježite opažanja.**

Tekućina **T2** je obojena **narančasto, bistra je.**

**0,5 boda**

Dodatkom destilirane vode **nema značajnije promjene** osim u intenzitetu boje.

**0,5 boda**

**KORAK 5** U epruvetu **4** u serijama od po 5 kapi dokapajte **10 kapi** reagensa **R2**. Nakon svake serije protresite sadržaj epruvete. **Zabilježite opažanja.**

Dodatkom **prve serije kapi** tamo gdje kapne reagens **R2** javlja se **žuto obojenje** koje se **nakon protresanja** proširi po cijelom sadržaju epruvete. **1 bod**

Tijekom **druge serije kapi** sadržaj epruvete se **trajno oboji žuto.**

**0,5 boda**

**KORAK 6** U sadržaj epruvete **4** u serijama od po 5 kapi dokapajte **10 kapi** reagensa **R1**. Nakon svake serije protresite sadržaj epruvete. **Zabilježite opažanja.**

**Prva serija kapi** uzrokuje promjenu boje sadržaja iz **žute u narančastu** (tamo gdje kapne reagens **R1** javlja se **narančasto obojenje**). **1 bod**

Tijekom **druge serije kapi** sadržaj epruvete se **trajno oboji narančasto.**

**0,5 boda**

**KORAK 7** Odredite pomoću univerzalnog indikatorskog papira približnu pH-vrijednost reagensa **R1** i reagensa **R2** te na temelju mjerenja izvedite zaključke.

Reagens **R1** pH-vrijednost \_\_\_\_\_

**1, kiselina**

**0,5 boda**

Reagens **R2** pH-vrijednost \_\_\_\_\_

**14, lužina**

**0,5 boda**

**KORAK 8** U epruvetu **5** ulijte do oznake tekućinu **T1** i dokapajte uz protresanje **10 kapi** reagensa **R3**. Odložite epruvetu u stalak na 1–2 minute i potom promotrite sadržaj. **Zabilježite opažanja.**

Reagens **R3** je **bistra i bezbojna** tekućina.

**0,5 boda**

Dodatkom **prve kapi** reagensa **R3** javlja se **žuto zamućenje** koje postaje sve intenzivnije **nakon dodatka svih 10 kapi-žuti talog.** **1 bod**

Stajanjem se žuti, sitnozrnati **talog slegne na dno** epruvete, **otopina** iznad taloga je **žute boje.**

**1 bod**

UKUPNO BODOVA NA 2. STRANICI :

	<b>7,5</b>
--	------------

**KORAK 9** U epruvetu **6** ulijte do oznake tekućinu **T2** i dokapajte **5 kapi** koncentrirane sumporne kiseline. Sadržaj epruvete protresite i potom dodajte **1 kap** otopine vodikova peroksida. Sadržaj epruvete protresite i **zabilježite opažanja**.

Dodatkom **koncentrirane sumporne kiseline** u tekućinu **T2** nema vidljive promjene.

0,5 boda

Dodatkom otopine vodikova peroksida dolazi do **promjene boje tekućine** iz narančaste u plavu pa u **zelenu**; reakcija je burna (**mjehurići plina**), epruveta se **zagrijala**.

1,5 bod

**KORAK 10.1** Ulijte u epruvetu **7** do oznake tekućinu **T3** i potom dokapajte **5 kapi** reagensa **R2**. **Zabilježite opažanja**.

Tekućina **T3** je obojena **zeleno, bistra je**.

0,5 boda

Dodatkom reagensa **R2** dolazi do **zamućenja** i stvaranja **zelenosivog taloga**.

1 bod

**KORAK 10.2** U sadržaj epruvete **7** dokapajte još **25 kapi** reagensa **R2**. Na kraju dokapavanja dobro protresite sadržaj epruvete. **Zabilježite opažanja**.

Tijekom dodavanja reagensa **R2** **talog nestaje (otapa se)**, a nakon protresanja tekućina je **tamnozelene boje**. 1 bod

**KORAK 10.3** U sadržaj epruvete **7** dodajte **5 kapi** otopine vodikova peroksida. Sadržaj epruvete protresite pa epruvetu potom uronite na 2–3 minute u čašu s vrućom vodom. **Zabilježite samo promjenu boje sadržaja epruvete, a zanemarite moguće opažanje pojave mjehurića**.

(VRUĆU VODU ĆETE DOBITI OD NASTAVNIKA)

Dodatkom otopine vodikova peroksida sadržaj **postupno mijenja boju u smeđu**. Stajanjem u vrućoj vodi sadržaj epruvete se potpuno **oboji žuto**.

1 bod

**ZADATAK 1** Tvar **A** (žuti pigment koji se koristi za industrijske boje) je sol koja sadrži metal čiji kristali pripadaju kubičnom sustavu. Jedinična ćelija tog metala je plošno centrirana kocka duljine brida 495,1 pm, a gustoća metala je 11,34 g cm<sup>-3</sup>.

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

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

$$A_r(\text{metal}) = \frac{\rho \times a^3}{Z \times u} = \frac{11\,340 \text{ kg m}^{-3} \times (495,1 \times 10^{-12} \text{ m})^3}{4 \times 1,6605 \times 10^{-27} \text{ kg}} = 207,2$$

**metal je olovo, Pb**

za identifikaciju metala

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

upotreba mjernih jedinica

0,5 boda

UKUPNO BODOVA NA 3. STRANICI :

	7,5
--	-----

**ZADATAK 2** Relativna molekulska masa dvovalentnog aniona koji gradi tvar **A** iz **ZADATKA 1** iznosi 116. Maseni udio kroma u toj vrsti aniona iznosi 0,448, a kisika 0,552.

A) Odredite kemijsku formulu i napišite naziv aniona koji gradi **tvar A**.

$$N(\text{Cr}) = \frac{w(\text{Cr}) \times M_r(\text{anion})}{A_r(\text{Cr})} = \frac{0,448 \times 116}{52,00} = 1$$

za veličinski račun

0,5 boda

$$N(\text{O}) = \frac{w(\text{O}) \times M_r(\text{anion})}{A_r(\text{O})} = \frac{0,552 \times 116}{16,00} = 4$$

za veličinski račun

0,5 boda

$\text{CrO}_4^{2-}$ , kromatni ion

1 bod

B) Napišite kemijsku formulu ili naziv tvari **A** koja se koristi kao pigment.

$\text{PbCrO}_4$ , olovjiev(II) kromat

0,5 boda

### ZADATAK 3

A) Napišite kemijsku formulu ili naziv kemijske vrste koja je odgovorna za obojenost otopine u **KORAKU 4**.

$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ , dikromatni ion

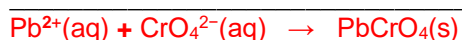
0,5 boda

B) U kojem je koraku ista kemijska vrsta odgovorna za obojenost otopine i što je uzrokovalo to opažanje?

U **KORAKU 2**, dodatak regensa **R1** tj. kiseline.

0,5 boda

**ZADATAK 4** Na temelju pokusa i opažanja u **KORAKU 8** napišite jednadžbu kemijske reakcije (u ionskom obliku i uz naznaku agregacijskih stanja) u kojoj kao produkt nastaje žuti pigment kemijske formule određene u **ZADATKU 2**.



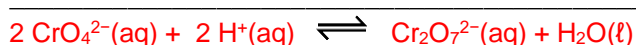
1 bod

**ZADATAK 5.1** Imenujte kemijsko načelo kojim biste objasnili svoja opažanja tijekom **KORAKA 2** i **KORAKA 6**, te **KORAKA 3** i **KORAKA 5**.

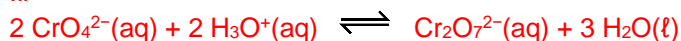
Le Chatelierovo načelo

0,5 boda

**ZADATAK 5.2** Jednadžbom kemijske reakcije (u ionskom obliku i uz naznaku agregacijskih stanja) opišite dinamičku ravnotežu kojom se mogu objasniti opažanja u **KORAKU 2** i **KORAKU 6**, kao i u **KORAKU 3** i **KORAKU 5**.



Ili



2 boda

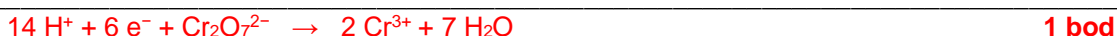
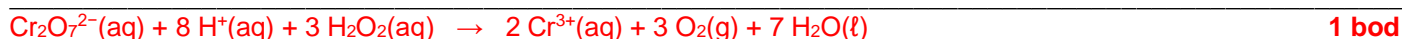
UKUPNO BODOVA NA 4. STRANICI :

	7,0
--	-----

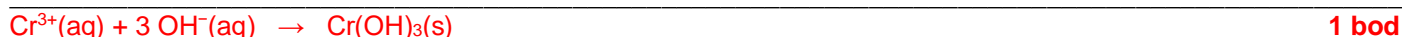
**ZADATAK 5.3** Obrazložite dinamičku ravnotežu promatranog sustava opisanog jednadžbom kemijske reakcije u **ZADATKU 5.2**. U obrazloženje uključite ulogu reagensa **R1** i **R2** u promatranim promjenama.

**U dinamičkoj ravnoteži nalaze se kromatni ( $\text{CrO}_4^{2-}$ ) i dikromatni ( $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ) ioni.** Dodatkom **reagensa R1** (kiseline) otopini kromatnih iona **ravnoteža** je pomaknuta „**udesno**“ **prema dikromatnim ionima** (narančasto obojenje otopine). **Povećanjem pH-vrijednosti** (dodatak **reagensa R2**, lužine) dolazi do **pomaka** ravnoteže „**ulijevo**“ pa se povećava udio kromatnih iona (otopina je obojena žuto). **3 boda**

**ZADATAK 6** Jednadžbom kemijske reakcije (u ionskom obliku i uz naznaku agregacijskih stanja) opišite promjenu opaženu u **KORAKU 9**. Jednadžbu izjednačite ion-elektron metodom.



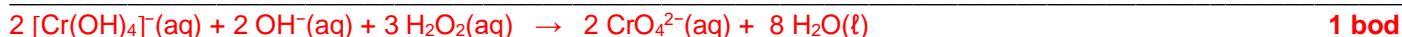
**ZADATAK 7** Tekućina **T3** je vodena otopina soli čiji trovalentni kationi potječu od atoma metala elektronske konfiguracije  $[\text{Ar}] 4s^1 3d^5$  i koji su jedan od produkata u kemijskoj reakciji koja se odvijala u **KORAKU 9**. Na temelju danih podataka i opažanja u **KORAKU 10** napišite jednadžbu kemijske reakcije (uz naznaku agregacijskih stanja) kojom ćete opisati promjene opažene u epruveti **7** tijekom **KORAKA 10.1**.



**ZADATAK 8** Napišite jednadžbu kemijske reakcije (uz naznaku agregacijskih stanja) kojom ćete opisati promjene opažene u epruveti **7** u **KORAKU 10.2**.



**ZADATAK 9** Napišite jednadžbu kemijske reakcije (u ionskom obliku i uz naznaku agregacijskih stanja) kojom ćete opisati promjene opažene u epruveti **7** u **KORAKU 10.3**. Jednadžbu izjednačite ion-elektron metodom.

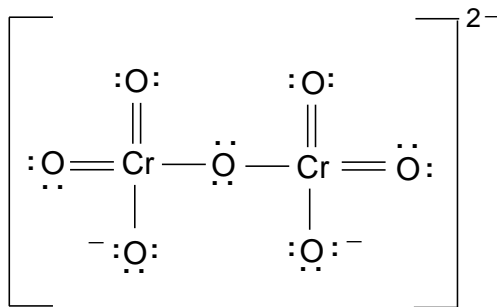
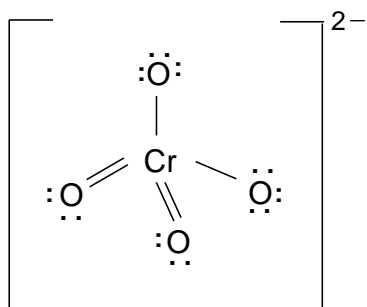


UKUPNO BODOVA NA 5. STRANICI :

	<b>11,0</b>
--	-------------



**ZADATAK 10** Nacrtajte Lewisove strukturne formule **aniona** iz tekućine **T1** i **aniona** iz tekućine **T2**.



**1 bod** za svaku ispravno nacrtanu Lewisovu strukturnu formulu (prostorna građa molekule ne mora biti naznačen u crtežu)

**2 × 1 bod = 2 boda**

1. stranica

2. stranica

3. stranica

+

+

4. stranica

5. stranica

6. stranica

Ukupni bodovi

+

+

=

40,0

UKUPNO BODOVA NA 6. STRANICI :

	2
--	---