

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

**ZBRAJALICA**

**Cilj:** Na temelju mjerenja (uporabom jednostavnog kalorimetra), opažanja, zaključaka i ponuđenih informacija: (a) odrediti identitet tvari **T1** i tvari **T2**.  
(b) odrediti reakcijsku entalpiju termičke disocijacije u reakciji označenoj kao (**R1**).  
(c) simbolički opisati i objasniti uočene promjene.

**I. RADNI LIST**

**Pribor:** jednostavni kalorimetar, alkoholni termometar od 0 do 100 °C, 6 epruveta, stalak za epruvete, dvije plastične bočice za dokapavanje od 50 mL, zaporni sat, kapalica s gumicom, stakleni štapić, čep za epruvetu, šibice, plinski plamenik, drvene treščiće, papirnati ubrusi, ravnalo, drvena hvataljka

**Kemikalije:** tvar **T1**, tvar **T2**, klorovodična kiselina,  $c(\text{HCl}) = 1,0 \text{ mol dm}^{-3}$ , destilirana voda, univerzalni indikatorski papir, plavi lakmus papir

**Oprez:** Rad s kiselinom, zaštitne naočale i rukavice.

Rad s plamenikom, oprez od opekline. (*Napomena: tijekom rada s plamenikom možete skinuti rukavice.*)

**KORAK 1** Slijedite upute (1.1) do (1.5) i **zabilježite opažanja u Tablicu 1.**

(1.1) U epruveti **E11** nalazi se uzorak tvari **T1**, a u epruveti **E21** nalazi se uzorak tvari **T2**. Promotrite tvari i zabilježite opažanja.

(1.2) U epruvetu **E11** ulijte do oznake destilirane vode, snažno protresite sadržaj epruvete i zabilježite opažanja. Postupak ponovite i s epruvetom **E21** (volumen dodane vode odredite prema oznaci na epruveti **E11**).

(1.3) Odredite pomoću univerzalnog indikatorskog papira približnu pH-vrijednost sadržaja u epruveti **E11** i epruveti **E21**. **Izvedite zaključke** na temelju mjerenja.

**DEMONSTRACIJSKI POKUS**

(1.4) Sadržaj iz epruvete **E11** poprskajte u plamen plinskog plamenika. Postupak ponovite i sa sadržajem epruvete **E21**. Zabilježite opažanja.

(1.5) U epruveti **E12** nalazi se uzorak tvari **T1**, a u epruveti **E22** nalazi se uzorak tvari **T2**.

- ✓ U epruvetu **E12** dokapajte uz protresanje 30–40 kapi klorovodične kiseline. Po završetku dokapavanja ispitajte goriva svojstva plinovitog sadržaja epruvete tinjajućom, a potom gorućom trešćicom. Zabilježite opažanja i **izvedite zaključke** na temelju opažanja i postupka provedbe pokusa.

- ✓ Postupak ponovite sa sadržajem epruvete **E22**.

UKUPNO BODOVA NA 1. STRANICI :

	0
--	---

Tablica 1. Opažanja i zaključci uz pojedine **KORAKE 1.1** do **1.5**.

KORAK	Tvar (T1)	Tvar (T2)
(1.1) O	E11	E21
(1.2) O	E11	E21
(1.3) O	E11	
Z		
(1.4) O	E11	E21
(1.5) O	E12	E22
Z		

Legenda: O - opažanje; Z – zaključak

**KORAK 2.1** \* Rad s plamenikom, oprez od opekline. (*Napomena: tijekom rada s plamenikom možete skinuti rukavice.*) Promislite prije provedbe ovog koraka o postupku. Ako smatrate potrebnim zatražite od dežurnog nastavnika novi uzorak i ponovite pokus.

U epruveti **E13** nalazi se uzorak tvari **T1**. Pažljivo zagrijavajte (~1 minutu) sadržaj epruvete uz protresanje. Ispitajte svojstva plinovitog sadržaja epruvete plavim lakmus papirom i tinjajućom, a potom gorućom trešćicom. **Zabilježite opažanja.**

**KORAK 2.2** U ohlađeni sadržaj epruvete **E13** ulijte destiliranu vodu (prema oznaci na epruveti E11), odredite pH-vrijednost otopine i **izvedite zaključak** na temelju mjerenja.

UKUPNO BODOVA NA 2. STRANICI :

	11,0
--	------

**KORAK 3** (NAJPRIJE PAŽLJIVO PROČITAJTE CIJELU UPUTU U OVOM KORAKU, PROMISLITE O POSTUPKU I TEK TADA ZAPOČNITE S MJERENJEM!)

**3.1.** Složite jednostavni kalorimetar iz dostupnog pribora. *Oprez, rad s kiselinom.*

**3.2** Odmjerite menzutom **50 mL klorovodične kiseline** množinske koncentracije  $1,0 \text{ mol dm}^{-3}$  (**reaktant u suvišku**) i ulijte u posudu kalorimetra. (*Već načinio nastavnik.*) Poklopite kalorimetar poklopcem s otvorom. Kroz otvor provucite termometar i kroz iduće tri minute miješajte sadržaj kalorimetra i svakih 30 sekundi odčitajte i **bilježite temperaturu**.

**3.3. Nakon treće minute** odignite poklopac kalorimetra i **brzo uspite 0,04 mol** tvari **T1** koja se nalazi u epruveti **E14** (pazeći pri tom da termometar **ostane uronjen** u sadržaj kalorimetra i da **sav** sadržaj iz epruvete kvantitativno bude prenesen u kalorimetar), **intenzivno miješajte** reakcijsku smjesu termometrom i nastavite odčitavati i bilježiti temperaturu svakih 30 sekundi tijekom sljedeće tri minute.

**Tablica 2.** Vremenska ovisnost temperature sustava

$t / \text{s}$	0	30	60	90	120	150	180
$\theta / ^\circ\text{C}$							

$t / \text{s}$	210	240	270	300	330	360
$\theta / ^\circ\text{C}$						

Napomena: Celsiusova temperatura označena je malim grčkim slovom theta  $\theta$ , da se inače rabljeni znak  $t$  ne miješa sa znakom  $t$  za vrijeme.

**Zabilježite opažanja tijekom KORAKA 3.3.**

---

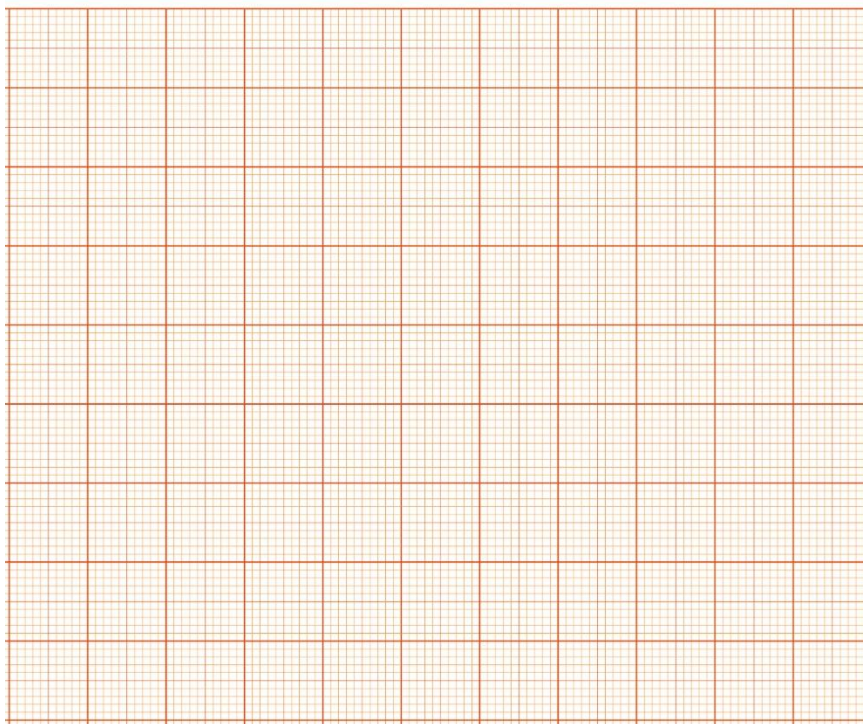


---

UKUPNO BODOVA NA 3. STRANICI :

	1,0
--	-----

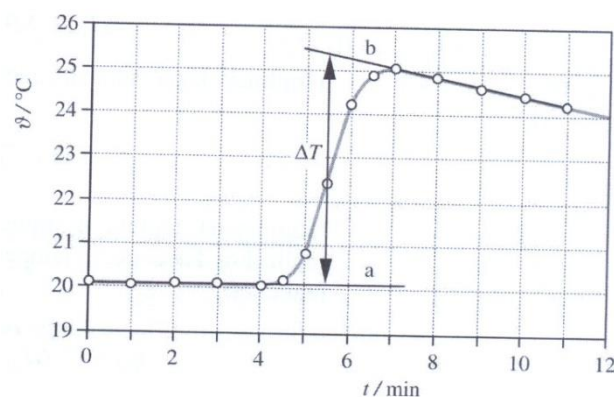
**KORAK 4** Proučite Dodatak o određivanju temperaturnog skoka u kalorimetru. **Odredite temperaturni skok u kalorimetru.** Promjenu temperature prikažite na milimetarskom papiru tako da na ordinatu nanese temperaturu, a na apscisu pripadno vrijeme. (Možete koristiti običnu olovku za crtanje grafa.)



Odgovor: \_\_\_\_\_

#### DODATAK

Promjena temperature s vremenom u nekom kalorimetrijskom pokusu prikazana je na slici 1. Temperaturni skok određuje se kao razlika temperatura dobivenih ekstrapolacijom iz ravnih dijelova krivulje. Drugim riječima, između dva područja došlo je do temperaturnog skoka koji se procjenjuje na temelju razmaka pravaca a i b u sredini područja temperaturnog skoka.



Slika 1. Određivanje temperaturnog skoka,  $\Delta\theta = \Delta T$

UKUPNO BODOVA NA 4. STRANICI :

	2,0
--	-----

## II. LIST ZA ODGOVORE

**ZADATAK 1** Tvari **T1** i **T2** su soli diprotonske kiseline  $H_2A$ . Na temelju opažanja tijekom **KORAKA 1.5** napišite kemijsku formulu ili naziv kiseline kojoj pripadaju soli **T1** i **T2**.

\_\_\_\_\_

**ZADATAK 2** Napišite kemijsku formulu ili naziv **aniona** koji se nalazi u sastavu tvari **T1** na temelju opažanja iz **KORAKA 1.3** i **KORAKA 2.1. i 2.2**

\_\_\_\_\_

**ZADATAK 3** Napišite kemijsku formulu ili naziv **aniona** koji se nalazi u sastavu tvari **T2** na temelju opažanja iz **KORAKA 1.3** i **KORAKA 2.1. i 2.2**

\_\_\_\_\_

**ZADATAK 4.1** Na temelju opažanja u **KORAKU 1.3.** (epruveta **E11**) i odgovora u **ZADATKU 2** napišite naziv ili kemijsku formulu vrsta u otopini, koje su Brønsted-Lowryjeve baze.

\_\_\_\_\_

**ZADATAK 4.2** Napišite jednadžbu kemijske reakcije (u ionskom obliku i uz naznaku agregacijskih stanja) kojom se može objasniti pH-vrjednost u epruveti **E21** u **KORAKU 1.3.**

\_\_\_\_\_

**ZADATAK 5** Na temelju opažanja tijekom **KORAKA 1.4** napišite kemijsku formulu ili naziv **kationa** koji se nalazi u sastavu tvari **T1** i **T2**.

\_\_\_\_\_

**ZADATAK 6** Napišite **kemijsku formulu** tvari **T1** i tvari **T2**.

**T1** \_\_\_\_\_

**T2** \_\_\_\_\_

**ZADATAK 7** Napišite jednadžbu kemijske reakcije (**R1**) koja se odvijala u **KORAKU 2.1** na temelju opažanja tijekom cijelog **KORAKA 2** i dijela opažanja iz **Tablice 1**. Naznačite pripadna agregacijska stanja.

(R1): \_\_\_\_\_

UKUPNO BODOVA NA 5. STRANICI :

	8,5
--	-----



**ZADATAK 8.1** Napišite jednadžbu kemijske reakcije (R2) koja se odvijala tijekom **KORAKA 1.5** u epruveti **E12** i naznačite pripadna agregacijska stanja. **Jednaka reakcija se odvijala i u posudi kalorimetra tijekom KORAKA 3.3.**

(R2): \_\_\_\_\_

**ZADATAK 8.2** Na temelju opažanja, mjerenja i interpretacije rezultata tijekom **KORAKA 3.3** i **KORAKA 4** navedite je li promjena entalpije sustava pozitivna ili negativna vrijednost?

**ZADATAK 8.3** Izračunajte **promjenu entalpije** reakcijskog sustava iz **KORAKA 3.3** koristeći podatak o promjeni temperature određen u **KORAKU 4**, uz pretpostavku da toplinski kapacitet kalorimetra (kalorimetrijska konstanta C) iznosi  $0,21 \text{ kJ K}^{-1}$ .

**ZADATAK 8.4** Izračunajte **reakcijsku entalpiju** za promjenu (R2) na temelju informacija o kalorimetrijskom postupku, rezultata mjerenja tijekom **KORAKA 3.3** te rješenja **ZADATAKA 8.1** do **8.3**.

**ZADATAK 9.** Jednakim postupkom kao u **KORAKU 3** i **4** određeno je da **0,02 mol** tvari **T2** u reakciji s 50 mL klorovodične kiseline jednake množinske koncentracije kao i u provedenom kalorimetrijskom pokusu **povisi** temperaturu sadržaja kalorimetra za **3,3 °C**.

(Opaska: ovo mjerenje niste načinili sami zbog ograničenog vremena, ali smatrajte kao da je i ono načinjeno tijekom vašeg eksperimenta i koristite navedene podatke u daljnjem radu.)

**ZADATAK 9.1** Napišite jednadžbu kemijske reakcije (R3) koja se odvijala tijekom **KORAKA 1.5** u epruveti **E22** i naznačite pripadna agregacijska stanja. **Jednaka reakcija bi se odvijala i u posudi kalorimetra tijekom KORAKA 3.3. da je načinjen kalorimetrijski pokus s tvari T2.**

(R3): \_\_\_\_\_

**ZADATAK 9.2** Na temelju informacija o kalorimetrijskom postupku iz uvoda **ZADATKA 9** navedite je li promjena entalpije sustava pozitivna ili negativna vrijednost?

UKUPNO BODOVA NA 6. STRANICI :

	9,0
--	-----

**ZADATAK 9.3** Izračunajte **promjenu entalpije** reakcijskog sustava na temelju informacija o kalorimetrijskom postupku i rezultatima mjerenja navedenim u uvodu **ZADATKA 9**, uz pretpostavku da toplinski kapacitet kalorimetra (kalorimetrijska konstanta  $C$ ) iznosi  $0,21 \text{ kJ K}^{-1}$ .

---

**ZADATAK 9.4** Izračunajte **reakcijsku entalpiju** za promjenu (**R3**) na temelju informacija o kalorimetrijskom postupku i rezultatima mjerenja navedenim u uvodu **ZADATKA 9** te rješenja **ZADATKA 9.1** do **9.3**.

---

**ZADATAK 10** Nemoguće je neposrednim mjerenjem dovoljno točno odrediti prirast entalpije u reakciji termičke disocijacije (KORAK 2) tvari **T1** koju ste jednadžbom kemijske reakcije (**R1**) opisali u **ZADATKU 7**. Međutim, može se izmjeriti prirast entalpije u reakciji tvari **T1** i klorovodične kiseline u suvišku (**R2**), kao i reakcije tvari **T2** i klorovodične kiseline u suvišku (**R3**). Prema Hessovom zakonu ukupna reakcijska entalpija jednaka je zbroju reakcijskih entalpija pojedinih koraka na koje se reakciju može rastaviti.

Izračunajte **reakcijsku entalpiju** za promjenu (**R1**) na temelju rješenja u **ZADATKU 7, 8.1, 8.4, 9.1 i 9.4**.

$$\Delta_r H(R1) = \underline{\hspace{10cm}}$$

UKUPNO BODOVA NA 7. STRANICI :

	5,0
--	-----

**ZADATAK 11** Izračunajte teorijsku vrijednost reakcijske entalpije u promjeni termičke disocijacije opisane jednadžbom kemijske reakcije (**R1**) na temelju sljedećih podataka koje ćete pripisati tvarima identificiranim tijekom pokusa.

$$\Delta_f H^\circ(\text{T1}, \text{s}) = -948 \text{ kJ mol}^{-1}; \Delta_f H^\circ(\text{T2}, \text{s}) = -1131 \text{ kJ mol}^{-1};$$

$$\Delta_f H^\circ(\text{X}, \text{g}) = -394 \text{ kJ mol}^{-1}, \Delta_f H^\circ(\text{Y}, \text{l}) = -286 \text{ kJ mol}^{-1}.$$

**ZADATAK 12** Usporedite rezultate iz **ZADATKA 10** i **11** i navedite eksperimentalne pogreške koje su mogle uzrokovati neslaganje mjerenih i računatih vrijednosti reakcijske entalpije.

**ZADATAK 13** Bi li na temperaturnu promjenu u provedenom kalorimetrijskom pokusu (**KORAK 3.3.**) utjecala uporaba dvostrukog volumena klorovodične kiseline jednake množinske koncentracije? **Obrazložite** odgovor.

2. stranica

3. stranica

4. stranica

5. stranica

+

+

+

6. stranica

7. stranica

8. stranica

**Ukupni bodovi**

+

+

=

40

UKUPNO BODOVA NA 8. STRANICI :

	3,5
--	-----