

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

DRŽAVNO NATJECANJE IZ KEMIJE

učenici(ka) osnovnih i srednjih škola 2019.

Split, 14–17. travnja 2019.

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:

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	$22,41 \text{ L mol}^{-1}$

Opres: Rad s nagrizajućim tvarima, zaštitne naočale i rukavice.

I. RADNI LIST I POKOJI ZADATAK

Cilj: Opisati i obrazložiti fizikalne i kemijske promjene u promatranom sustavu.

POKUS_PRVI DIO:

Festina lente! - Dožuri polako!

Pribor: 2 epruvete s čepom, stalak za epruvete, bočica s kapalicom od 10 mL, flomaster

Kemikalije: tekućina 1, tekućina 2, tekućina X

KORAK 1 U 3 mL tekućine 1 (epruveta **E1**) dodajte **5 kapi** tekućine **X** i lagano protresite sadržaj.

U 3 mL tekućine 2 (epruveta **E2**) dodajte **5 kapi** tekućine **X** i lagano protresite sadržaj.

Zabilježite svoja **opažanja** o sadržaju epruveta prije i nakon dodatka tekućine **X**.

E1 _____

Tekućina 1 je bistra i bez boje. Tekućina X je crveno obojena (ili neka nijansa crvene boje).

Dodatkom tekućine X u tekućinu 1 sadržaj epruvete oboji se tamno plavo, ljubičasto (ili neka nijansa tih boja).

0,5 BODA

E2 _____

Tekućina 2 je bistra i bez boje. Tekućina X je crveno obojena (ili neka nijansa crvene boje). Dodatkom tekućine X u tekućinu 2 sadržaj epruvete se oboji crveno, ali drugačijom nijansom od boje tekućine X.

0,5 BODA

KORAK 2 Vrlo **polagano i bez potresanja uz rub** blago ukošene epruvete **E1** prelijete sadržaj iz epruvete **E2** pazeći pri tom da se tekućine ne miješaju. Epruvetu **E1** odložite mirno u stalak bez protresanja, pričekajte oko 60 s i zabilježite flomasterom granicu između dviju tekućina. Ostavite epruvetu mirovati i povremeno promotrite promjene.

Zabilježite opažanja na početku i na kraju (nakon ~90 minuta) promatranja pokusa.

Slojevi tekućina su zadržali početna obojenja i vidi se jasna granica među njima, iako su se tijekom ulijevanja neznatno miješali što se vidjelo po kratkotrajnim promjenama boja u području miješanja.

Gornji sloj je obojen crveno (tekućina 2), a donji (tekućina 1) plavo (ljubičasto ili sl.).

0,5 BODA

Volumen slojeva je približno jednak (ako je pažljivo proveden postupak).

1 BOD

Tijekom zadanog vremena nema vidljive (značajne) promjene, i dalje se između slojeva vidi oštra granica i sl.

0,5 BODA

OPASKA! ZADATKE 1 i 2 rješavate nakon ~ 90 minuta promatranja i provedbe drugih dijelova pokusa.

ZADATAK 1 Na temelju opažanja tijekom **drugog i trećeg dijela pokusa** te odgovora na **ZADATAK 8** navedite oznaku bočice **A do D** iz koje je uzeta tekućina 1 (epruveta **E1**) odnosno tekućina 2 (epruveta **E2**) ili napišite naziv skupine kemijskih spojeva kojima pripadaju navedene tekućine.

E1 _____

lužina, bočica D

E2 _____

kiselina, bočica C

(2 × 0,5) BODA

UKUPNO BODOVA NA 1. STRANICI :

	4
--	---

ZADATAK 2 Na temelju opažanja u KORAKU 1 i 2 **obrazložite** uočene promjene i **izvedite zaključke**.

Tekućina 1 (lužina, iz E1) je veće gustoće od tekućine 2 (kiselina, E2).

0,5 BODA

Hidroksidni ioni OH^- difundiraju iz područja veće koncentracije (tekućine 1) u područje manje koncentracije, odnosno iz lužine u kiselinu. Oksonijevi ioni H_3O^+ difundiraju u suprotnom smjeru, iz kiseline (tekućina 2) u lužinu.

(za objašnjenje koje uključuje difuziju)

1 BOD

Hidroksidni i oksonijevi ioni međusobno se neutraliziraju i nastaje voda.

0,5 BODA

Reakcija neutralizacije se neprestano odvija, ali promjena boje indikatora se opaža tek nakon što se koncentracija oksonijevih i hidroksidnih iona značajnije promjeni te se stoga zadržava jasna granica između slojeva.

2 BODA

Cilj: Identificirati tekućine A, B, C i D na temelju kemijskih svojstava.

POKUS_DRUGI DIO:

Nama brige nisu dale te bočice male!

Pribor: 6 epruveta, stalak za epruvete, 3 plastične bočice s kapalicom od 50 mL i jedna od 10 mL, papiranti ubrusi

Kemikalije: tekućina **A**, tekućina **B**, tekućina **C**, tekućina **D**

OPASKA: Čepove uvijek vraćajte na pripadnu bočicu!

KORAK 3. Odredite u kojoj bočici je **destilirana voda**, u kojoj jaka **kiselina**, u kojoj jaka **lužina**, a u kojoj otopina **indikatora**. Do rješenja možete doći međusobnim miješanjem tekućina iz bočica **A**, **B** i **C** i **D**. Za ovaj pokus na raspolaganju vam je maksimalno 6 epruveta. Uporaba drugih tvari i pribora nije dozvoljena. Štedite kemikalije jer su vam potrebne za daljnje pokuse.

Osmislite **plan istraživanja**, **provedite pokus**, **zabilježite opažanja**, izvedite iz njih zaključke i **predložite rješenje**.
(Rješenja bez opisa neće se bodovati.)

Plan istraživanja, opažanja i zaključci:

Rješenje :

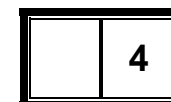
tekućina **A** _____.

tekućina **B** _____.

tekućina **C** _____.

tekućina **D** _____.

UKUPNO BODOVA NA 2. STRANICI :



Primjer rješavanja problema.

1. Tekućine A i B ne daju vidljivu promjenu.
2. Tekućine A i C ne daju vidljivu promjenu.
3. Tekućine A i D ne daju vidljivu promjenu.
4. Tekućine B i C ne daju vidljivu promjenu.
5. Tekućine B i D daju purpurno obojenu otopinu.
(Jedna od tekućina je lužina, a druga indikator.)

6. Polovinu obojenog sadržaja iz pete epruvete preli u šestu epruvetu (standard).

1 BOD

7. U sadržaj pete epruvete dokapavati tekućinu A. Mijenja se samo intenzitet boje. (Tekućina A je voda.)

8. U sadržaj iz probe 7 dokapavati tekućinu C. Nestaje purpurno (ljubičasto) obojenje. (Tekućina C je kiselina.)

9. U sadržaj iz probe 8 dokapavati tekućinu B. Nema vidljive promjene. (Tekućina B je indikator.)

10. U sadržaj iz probe 9 dokapavati tekućinu D. Otopina se ponovno obojila purpurno.

(Tekućina D je lužina.)

A voda

B indikator (fenolftalein)

C kiselina

D lužina

(4 × 1) bod = **4 BODA**

Cilj: Upoznati i opisati nastajanje i kemijska svojstva jednog metalnog kationa.

POKUS_TREĆI DIO: *Stalna na tom svijetu samo mijena jest!*

Pribor: 6 epruveta, stalak za epruvete, 3 plastične bočice s kapalicom od 50 mL i jedna od 10 mL, plastična žličica, kapalica s gumicom, šibice, posudica za vaganje, flomaster, papiranti ubrusi

Kemikalije: tekućina **A**, tekućina **B**, tekućina **C**, tekućina **D**, metal **M**, sol **S**, tekućina **X**

KORAK 4. Promotrite i opišite uzorak metala **M** koji se nalazi u epruveti **E3**. Možete ga opipati rukama, pokušati rezati škarama, provjeriti reagira li s 2 do 3 kapi destilirane vode i sl.

Metalnog sjaja, čvrsta tvar, lako se reže, ne reagira s destiliranom vodom pri sobnoj temperaturi i sl.

0,5 BODA

KORAK 5 Ulijte u epruvetu **E3** s uzorkom metala **M** 4 mL tekućine iz bočice **C**. Budite oprezni pri radu. **Zabilježite opažanja** nakon 2–3 minute i ponovno kroz neko vrijeme. Pri najvećem intenzitetu reakcije ispitajte goriva svojstva plinovitog sadržaja u epruveti zapaljenom treščicom ili šibicom.

(Sadržaj iz ove epruvete nakon stajanja koristit ćete u KORAKU 8, epruveta **E8**.)

Metal **M** reagira ispočetka sporo, a vremenom sve burnije i burnije s tekućinom C (kiselinom).

(Otopina postane crna, vremenom se razbistri, na dnu zaostaje vrlo malo sivog taloga nečistoća i sl.).

0,5 BODA

Nastaju mjehurići (razvija se bezbojan plin). Plinoviti sadržaj u epruveti se zapali (gori), ili gori uz prasak.

Plamen se vidi iznad epruvete (razvijeni plin je manje gustoće od zraka).

(0,5 BODA za gustoću plina)

1 BOD

Sadržaj epruvete se jako zagrijavao.

0,5 BODA

UKUPNO BODOVA NA 3. STRANICI :

	7,5
--	------------

KORAK 6 Ulijte u epruvetu **E4** s uzorkom metala **M 4 mL** tekućine iz bočice **D**. Nakon 2–3 minute **zabilježite opažanja**.

Metal **M** reagira ispočetka burno s tekućinom D (lužinom). Vremenom, reakcija je sve sporija.

0,5 BODA

Nastaju mjehurići (razvija se bezbojan plin).

0,5 BODA

Otopina postaje mutna, nastaje bijeli gelasti (sirasti) talog, izraženije uz uzorak metala.

0,5 BODA

Sadržaj epruvete se blago zagrijao.

0,5 BODA

KORAK 7 Nakon nekoliko (3–5) minuta ulijte u epruvetu iz **KORAKA 6**, do polovice njezina volumena postupno i uz protresanje tekućinu iz bočice **A**. **Zabilježite opažanja**.

Otopina se dodatkom tekućine **A** (vode) razbistri, talog se otapa.

0,5 BODA

Preostali metal M burnije reagira, razvijaju se intenzivnije mjehurići (plin).

0,5 BODA

Vremenom ponovno nastaje zamućenje (bijeli sirasti talog), a reakcija se usporava.

0,5 BODA

KORAK 8 Obilježite četiri epruvete oznakama **E5**, **E6**, **E7** i **E8**. **Zabilježite opažanja u tablicu 1**.

U epruvetu **E5** ulijte **4 mL** tekućine iz bočice **A**, dokapajte **3 kapi** tekućine iz bočice **C** i dodajte uz protresanje sadržaja **5 kapi** tekućine **X**.

U epruvetu **E6** ulijte **4 mL** tekućine iz bočice **A** i dodajte uz protresanje sadržaja **5 kapi** tekućine **X**.

U epruvetu **E7** ulijte **4 mL** tekućine iz bočice **A**, dokapajte **3 kapi** tekućine iz bočice **D** i dodajte uz protresanje sadržaja **5 kapi** tekućine **X**.

U epruvetu **E8** prenesite kapalicom **2 mL** sadržaja iz epruvete **E3** (KORAK 5) i dokapajte 5 kapi tekućine **X** uz protresanje sadržaja.

KORAK 9 U sadržaj epruvete **E5** dodajte na vrh žličice soli **S** iz posudice za vaganje uz protresanje sadržaja. **Zabilježite opažanja u tablicu 1**.

Postupak ponovite i sa sadržajem u epruvetama **E6** i **E7**.

UKUPNO BODOVA NA 4. STRANICI :

	3,5
--	-----

Tablica 1.

Epruveta/sadržaj	Dodatak tekućine X (KORAK 8)	Dodatak soli S (KORAK 9)	Dodatak tekućine D (KORAK 10)
E5 / (A, C, X)	crveno obojena otopina 0,5 BODA	crveno obojena otopina, bistra 0,5 BODA	<u>boja se mijenja</u> prema plavom obojenju, nastaje gelasti bijeli <u>talog</u> koji se nakon 5-7 serije dokapavanja otopi, nastaje <u>bistra</u> ljubičasto obojena otopina 1,5 BODA
E6 / (A, X)	žuto-narančasto obojena otopina 0,5 BODA	crveno obojena otopina, bistra 0,5 BODA	kao u E5 , potrebno manje serija dokapavanja do jednake promjene 0,5 BODA
E7 / (A, D, X)	plavo do ljubičasto obojena otopina 0,5 BODA	crveno obojena otopina, nastaje u tragovima sirasti bijeli talog 0,5 BODA	kao u E5 , potrebno manje serija dokapavanja do jednake promjene 0,5 BODA
E8 / (sadržaj iz E3)	crveno obojena otopina 0,5 BODA	----	kao u E5 , potrebno više serija dokapavanja do jednake promjene 0,5 BODA

KORAK 10 U sadržaj epruvete **E5** u serijama po **5 kapi** uz protresanje dokapavajte tekućinu **D** do prve vidljive značajne promjene. Nastavite postupak do druge vidljive značajne promjene.

Zabilježite opažanja u tablicu 1.

Postupak ponovite i sa sadržajem u epruvetama **E6**, **E7** i **E8**.

KORAK 11 U sadržaj epruvete **E6** iz KORAKA **10** u serijama po **5 kapi** uz protresanje dokapavajte tekućinu **C** do prve vidljive promjene. Nastavite postupak do druge vidljive promjene. **Zabilježite opažanja.**

Boja se mijenja prema crvenom spektru, nastaje gelasti bijeli talog koji se nakon 6-10 serija dokapavanja otopi, nastaje bistra crveno obojena tekućina.
1,5 BODA

ZADATAK 3 Pretpostavite promjene u epruvetama **E5**, **E7** i **E8** iz KORAKA **10** ako ponovite postupak jednak onome u KORAKU **11**.

Očekujem jednaku promjenu kao u KORAKU **11**. Boja se mijenja prema crvenom spektru, nastaje gelasti bijeli talog koji se nakon X serija dokapavanja otopi, nastaje bistra crveno obojena tekućina.
0,5 BODA

UKUPNO BODOVA NA 5. STRANICI :

	8,5
--	-----

II. LIST ZA JOŠ NEKE ODGOVORE

ZADATAK 4 Na temelju opažanja u KORACIMA 5 i 6 imenujte opaženo kemijsko svojstvo metala **M**. Koji je to metal ako pripada 13 skupini periodnog sustava, a dio svojstava ste mu upoznali i u Koraku 4.

Metal M je amfoterna tvar.

0,5 BODA

Metal M je aluminij.

0,5 BODA

ZADATAK 5 Jednadžbom kemijske reakcije prikažite promjenu u KORAKU 5 (u ionskom obliku i uz naznaku agregacijskih stanja).



1,5 BODA

1 bod za JKR + 0,5 boda za sva ispravno napisana AS

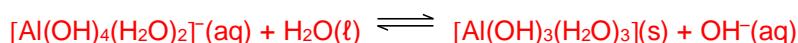
ZADATAK 6 Jednadžbom kemijske reakcije prikažite promjenu u KORAKU 6 na početku reakcije (u ionskom obliku i uz naznaku agregacijskih stanja) ako je plinoviti produkt reakcije jednak kao i u KORAKU 5, a u reakciji nastaju i anioni opće kemijske formule $[\text{M}(\text{OH})_4(\text{H}_2\text{O})_2]^-$.



1,5 BODA

1 bod za JKR + 0,5 boda za sva ispravno napisana AS

ZADATAK 7 Jednadžbom kemijske reakcije (u ionskom obliku i uz naznaku agregacijskih stanja) prikažite još jednu promjenu koja se odvijala u KORAKU 6, a vidljiva je nakon nekog vremena. U toj su ravnotežnoj reakciji anion $[\text{M}(\text{OH})_4(\text{H}_2\text{O})_2]^-$ Brønsted-Lowryjeva baza, a molekule vode Brønsted-Lowryjeva kiselina.



1,5 BODA

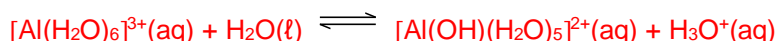
1 bod za JKR + 0,5 boda za sva ispravno napisana AS

ZADATAK 8 Na temelju opažanja tijekom proba kroz pojedine dijelove POKUSA navedite kojoj skupini kemijskih spojeva pripada tvar **X**.

Tvar X je univerzalni kiselinsko-bazni indikator.

0,5 BODA

ZADATAK 9 Otapanjem soli **S** u vodi uz anione nastaju i kationi opće kemijske formule $[\text{M}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$. Jednadžbom kemijske reakcije (u ionskom obliku i uz naznaku agregacijskih stanja) prikažite promjenu u epruveti **E6**, KORAK 9, koja uzrokuje opaženu promjenu boje tvari **X**.



1,5 BODA

1 bod za JKR + 0,5 boda za sva ispravno napisana AS

UKUPNO BODOVA NA 6. STRANICI :

	7,5
--	------------

ZADATAK 10 Jednadžbom kemijske reakcije u okviru Brønsted-Lowryjeve teorije obrazložite najizraženiju promjenu u KORAKU 7 neposredno nakon dodatka značajnog volumena tekućine **A**. (Zanemarite u odgovoru sva druga opažanja.)

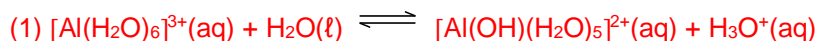
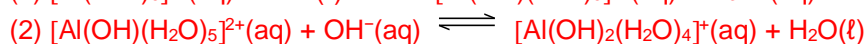
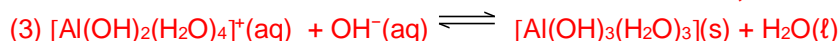
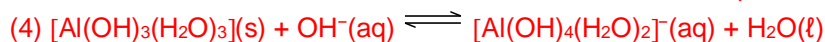
$[\text{Al}(\text{OH})_3(\text{H}_2\text{O})_3](\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons [\text{Al}(\text{OH})_2(\text{H}_2\text{O})_4]^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$; i druga moguća rješenja koja uključuju molekule vode kao Brønsted-Lowryjeve kiseline.

1,5 BODA**1 bod za JKR + 0,5 boda za sva ispravno napisana AS****ZAKLJUČAK**

ZADATAK 11 Napišite kemijsku formulu taloga koji u svom sastavu ima i atome metala **M**, a opažen je u prvoj vidljivoj značajnoj promjeni tijekom KORAKA 10 u svim epruvetama te u KORAKU 6 i 7 nakon nekog vremena odvijanja reakcije.

 $[\text{Al}(\text{OH})_3(\text{H}_2\text{O})_3](\text{s})$; $\text{Al}(\text{OH})_3(\text{s})$ **0,5 BODA**

ZADATAK 12 Nizom od **četiri** jednadžbe kemijskih reakcija **postupno** prikažite promjenu u kojoj **nastaje talog** opažen u mnogim probama tijekom pokusa, a potom i **njegovo otapanje**, ako je polazni reaktant vodena otopina **sol** **S**. (Prisjetite se svih opažanja u epruveti **E6**.)

**ne boduje se****1,5 BODA****1 bod za JKR + 0,5 boda za sva ispravno napisana AS****1,5 BODA****1 bod za JKR + 0,5 boda za sva ispravno napisana AS****ne boduje se****OPASKA: VRATITE SE NA ZADATKE 1 i 2.**

1. stranica

2. stranica

3. stranica

4. stranica

5. stranica

6. stranica

7. stranica

Ukupni bodovi

<input type="text"/>	<input type="text"/>
----------------------	----------------------

40

UKUPNO BODOVA NA 7. STRANICI :

<input type="text"/>	5
----------------------	----------