

**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 2019.

12–13. studenoga 2020.

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: **II. dio natjecanja: pisana zadaća**

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: **II. dio natjecanja: pisana zadaća**

Razred:

Zaporka: (pet brojeva i do sedam velikih slova)

Ime i prezime učen(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:

Dragi učenici 1. razreda,

zbog novonastale epidemiološke situacije nismo u mogućnosti organizirati vam izvođenje pokusa za državnu razinu natjecanja. Stoga je Državno povjerenstvo odlučilo načiniti simulaciju pokusa u kojem ćemo vam po koracima pokušati vizualizirati pokus, a pitanjima uz pokus pomoći vam da dođete do konačnog rješenja. Želimo vam puno uspjeha.

ODREĐIVANJE KEMIJSKOG SASTAVA (IONA) U TVARIMA A, B, C i D

Cilj: Provesti fizikalno-kemijska ispitivanja i na osnovi opažanja, zaključaka i znanja odrediti sastav tvari A, B, C, i D.

Pribor: Stalak za epruvete, kivete, epruvete, kapalice, stakleni štapić, špatula

Kemikalije: Tvari A, B, C, D, otopina $K_2Cr_2O_7$, otopina NaOH, otopina CH_3COOH , otopina $SnCl_2$, otopina $AgNO_3$, eterska otopina izoamilnog alkohola, zasićena otopina $FeSO_4$, konc. H_2SO_4 , kruti NH_4SCN , univerzalni indikator papir.

Tvari A, B i D su kristalne čvrste tvari bijele boje, a tvar C je kristalna čvrsta tvar crvenoljubičaste boje. Sve četiri tvari su dobro topljive u vodi, vodene otopine tvari A, B i D su bezbojne, a otopina tvari C crvenoljubičaste boje. Otopina tvari A se nalazi u kivetu 1., otopina tvari B u kivetu 2., otopina tvari C u kivetu 3., a otopina tvari D u kivetu 4.

ANALIZA SADRŽAJA KIVETE 1 (IDENTIFIKACIJA TVARI A)

Korak 1.1. Ako u epruvetu 1. dodamo 10 kapi otopine A (iz kivete 1) i dodamo joj kap po kap otopine $K_2Cr_2O_7$ uz potresanje nakon svake dodane kapi **stvara se žuti talog**.

Korak 1.2. Sadržaju epruvete 1. (u kojoj je žuti talog) dodajemo u serijama 4 puta po 10 kapi otopine NaOH uz potresanje nakon svake dodane serije po 10 kapi. **Nakon dodanih 40 kapi talog se otapa, a otopina postaje bistra i žuta.**

Korak 1.3. Sadržaju epruvete 1. (u kojoj je sada bistra žuta otopina) dodajemo u serijama 3 puta po 10 kap otopine CH_3COOH , uz potresanje nakon svake dodane serije kapi i uz ispitivanje kiselosti otopine univerzalnim indikatorskim papirom. **Nakon dodanih 30 kapi otopine CH_3COOH nastaje žuto narančasti talog, a boja univerzalnog indikatorskog papira se promijenila iz plave u žuto narančastu.**

Kakva je otopina iznad taloga s obzirom na pH vrijednost? _____

Otopina je kisela.

0,5 boda

Korak 1.4. U čistu epruvetu 2. dokapa se 20 kapi zasićene otopine $FeSO_4$, a zatim joj se kapalicom dokapa 10 kapi otopine tvari A. **Nastaje bijelo zamućenje.**

Korak 1.5. U epruvetu 2. se oprezno uz stjenke epruvete koja je u kosom položaju dodaje kap po kap nekoliko kapi koncentrirane H_2SO_4 bez potresanja. **Na dodiru slojeva pojavljuje se crvenosmeđi prsten.**

PITANJA UZ SADRŽAJ KIVETE 1

Zadatak 1.

Kation metala koji se nalazi u sastavu tvari A pripada metalu koji se koristi kao zaštita od radioaktivnog zračenja, a koristio se i kao antidetonator u benzinu. Popunite tablicu i odredite metal i pripadajući kation.

Naziv	$N(n)$	$N(e^-)$	A
Olovo	125	82	207
Ion(kation) olova	125	80	207

3x0,5 boda

UKUPNO BODOVA NA 1. STRANICI :

	2
--	---

Zadatak 2.

Anion koji se nalazi u sastavu tvari A je jednovalentni složeni anion koji pripada monoprotonskoj kiselini koja na koži izaziva žuto obojenje. Koji je to anion? Napišite njegovo ime i kemijsku oznaku.

Anion je _____ , _____

Nitratni anion(ion)

NO_3^-

2x0,5 boda

Svoju tvrdnju o metalu i kationu metala potvrdite kemijskim računom.

Zadatak 3.

Metal čiji kation tvori spoj A je modrikasto-siva, mekana, rastezljiva kovina otporna na koroziju. Od njegovih slitina izrađuju se pušćana zrna i lovačka sačma, utezi za udice te elektrode za akumulatore. Kristalizira u obliku plošno centrirane kubične slagaline duljine brida elementarne ćelije 495,8 pm, a gustoća mu iznosi $11,29 \text{ gcm}^{-3}$. Izračunajte:

a) koji je to metal

$$N = 4$$

$$\rho = 11,29 \text{ gcm}^{-3}$$

$$a = 495,8 \text{ pm}$$

$$Ar(X) = ?$$

$$Ar(X) = \rho \cdot a^3 / N \cdot u = 11,29 \text{ gcm}^{-3} \cdot 1,21 \times 10^{-22} \text{ cm}^3 / 4 \cdot 1,6605 \cdot 10^{-24} \text{ g} = 207,2$$

2 boda

$$X = \text{Pb}$$

b) polumjer atoma tog metala

$$r = d/4 = a\sqrt{2}/4 = 495,8 \text{ pm} \cdot 1,41 / 4 = 174,8 \text{ pm}$$

1,5 bod

popunjenost prostora (koeficijent slaganja).

$$Ks = N \cdot V_{\text{atom}} / V_{\text{ćelija}} = 4 \cdot 4/3 r^3 / a^3$$

$$Ks = 8,94 \times 10^{-23} \text{ cm}^3 / 1,219 \times 10^{-22} \text{ cm}^3 = 0,733 = 73,3 \%$$

2 boda

Zadatak 4.

Na kraju fizikalno-kemijskih ispitivanja i određivanja kationa i aniona u tvari A napišite pravilni kemijski naziv i kemijsku formulu tvari A.

Tvar A je _____ , _____

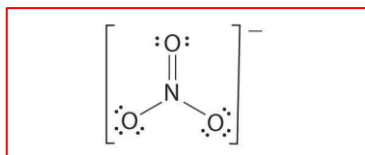
Olovov(II) nitrat

$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$

2x0,5 boda

Zadatak 5.

Lewisovim simbolima prikažite strukturnu formulu aniona koji se nalazi u sastavu tvari A.



1 bod

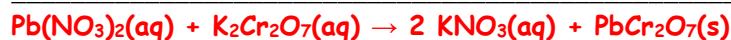
1 bod za potpuno točnu Lewisovu strukturnu formulu

UKUPNO BODOVA NA 2. STRANICI :

	8,5
--	------------

Zadatak 6.

Jednadžbom kemijske reakcije uz oznake agregacijskih stanja prikažite kemijsku reakciju koja se odvija u koraku 1.1.

**2 boda**

1 bod za JKR i 1 bod za točna agregacijska stanja

Zadatak 7.. Napišite kemijske nazive sljedećih tvari.

$\text{AgNO}_3(\text{aq})$ _____

otopina srebrova nitrata (srebrov nitrat)

0,5 boda

$\text{NH}_4\text{CNS}(\text{s})$ _____

amonijev rodanid (tiocijanat)

0,5 boda

$(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{CH}_2\text{OH}(\text{l})$ _____

izoamilni alkohol (3-metilbutan-1-ol, izopentanol)

0,5 boda

$\text{CH}_3\text{COOH}(\text{l})$ _____

octena kiselina (etanska kiselina)

0,5 boda

$\text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}(\text{s})$ _____

željezov(II) sulfat heptahidrat

0,5 boda

Zadatak 8. Za pripremu otopine octene kiseline odmjeren je 11,6 mL koncentrirane otopine octene kiseline masenog udjela 99 % i gustoće 1,05 g/mL. Izračunajte masu octene kiseline u zadanom volumenu koncentrirane otopine.

$$m(\text{konc. CH}_3\text{COOH}) = \rho \cdot V$$

$$m(\text{konc. CH}_3\text{COOH}) = 1,05 \text{ g/mL} \cdot 11,6 \text{ mL}$$

$$m(\text{konc. CH}_3\text{COOH}) = 12,18 \text{ g}$$

1 bod

$$m(\text{CH}_3\text{COOH}) = w(\text{CH}_3\text{COOH}) \cdot m(\text{konc. CH}_3\text{COOH})$$

$$m(\text{CH}_3\text{COOH}) = 0,99 \cdot 12,18 \text{ g}$$

$$m(\text{CH}_3\text{COOH}) = 12,06 \text{ g}$$

1 bod

Zadatak 9. Izračunajte maseni udio vode u željezovom(II) sulfatu heptahidratu.

$$w(\text{H}_2\text{O}, \text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = \frac{7 \cdot M_r(\text{H}_2\text{O})}{M_r(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O})} = \frac{7 \cdot 18,016}{278,022} = 0,4536 = 45,36 \%$$

1 bod

UKUPNO BODOVA NA 3. STRANICI :

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

ANALIZA SADRŽAJA KIVETE 2 (IDENTIFIKACIJA TVARI B)**Korak 2.1.**

U čistu epruvetu (epruveta 3.) dokapa se 10 kapi uzorka otopine tvari B (iz kivete 2.) i dodaje se kap po kap 3 kapi otopine SnCl_2 uz potresanje nakon svake dodane kapi. **Nastaje bijeli talog i pojavljuje se sivo obojenje, što je dokaz kationa metala koji se nalazi u sastavu tvari B.**

Korak 2.2.

U čistu epruvetu (epruveta 4.) dokapa se 10 kapi uzorka otopine tvari B (iz kivete 2.) i dodaje joj se kap po kap otopine AgNO_3 do vidljive promjene. **Dodavanjem otopine AgNO_3 stvara se bijeli sirasti talog što je dokaz aniona koji se nalazi u sastavu tvari B.**

PITANJA UZ SADRŽAJ KIVETE 2

Zadatak 10. Opažanje u koraku 2.1. dokaz je kationa metala koji se nalazi u sastavu tvari B. Broj elektrona u kationu tog metala je 78. Prosječna masa atoma metala koji se nalazi u sastavu tvari B je $3,331 \times 10^{-22}$ g. Koji je to metal? Napišite ime iona tog metala i njegovu kemijsku oznaku.

Postupak:

$$A_r = \frac{3,331 \times 10^{-22} \text{ g}}{1,6605 \times 10^{-24} \text{ g}} = 200,6 \quad 1 \text{ bod}$$

Metal je _____

Živa**0,5 boda**

Ion metala je _____ , _____

Živin(II) ion(kation) **Hg^{2+}** **2x0,5 boda**

Zadatak 11. Opažanje u koraku 2.2. određuje jednovalentni anion koji se nalazi u sastavu tvari B. Anion je prisutan u začinu koji svakodnevno koristimo u prehrani. Napišite njegovo ime i kemijsku oznaku.

Anion je _____ , _____

Kloridni anion(ion) **Cl^-** **2x0,5 boda**

Zadatak 12. Jednadžbom kemijske reakcije uz oznake agregacijskih stanja prikazite dokazivanje aniona koji se nalazi u sastavu tvari B.



Zadatak 13. Na kraju fizikalno-kemijskih ispitivanja i određivanja kationa i aniona u tvari B napišite njen pravilni kemijski naziv i kemijsku formulu.

Tvar B je _____ , _____

Živin(II) klorid **HgCl_2** **2x0,5 boda**

UKUPNO BODOVA NA 4. STRANICI :

6

ANALIZA SADRŽAJA KIVETE 3 (IDENTIFIKACIJA TVARI C)**Korak 3.1.**

U čistu epruvetu (epruveta 5.) kapalicom se dokapa 10 kapi uzorka otopine C iz kivete 3. U epruvetu se stavi nekoliko kristalića NH_4CNS i 10 kapi eterske otopine izoamilnog alkohola. Epruveta se protrese. **Smjesa u epruveti ima dva sloja, gornji sloj je bistar i modre je boje. Donji sloj je također bistar, ali je crvene (roza) boje.**

Korak 3.2.

U čistu epruvetu (epruveta 6.) kapalicom se dokapa 10 kapi uzorka otopine C iz kivete 3. U epruvetu se dokapava kap po kap otopina AgNO_3 uz potresanje do vidljive promjene. **Izlučuje se bijeli talog, a otopina iznad taloga je roza boje.**

PITANJA UZ SADRŽAJ KIVETE 3

Zadatak 14. Opažanja u **koraku 3.1.** dokaz su kationa metala koji se nalazi u sastavu tvari C. Maseni udio metala u spoju koji nastaje kemijskom reakcijom u **koraku 3.1.** je 16,27 %, a relativna molekulska masa spoja je 362,15. Koji je to metal? Napišite naziv metala, te pravilni naziv dvovalentnog iona metala i njegovu kemijsku oznaku.

Postupak:

$$A_r = w \cdot M_r = 0,1627 \cdot 362,19 = 58,92$$

1 bod

Metal je _____

Kobalt

0,5 boda

Ion metala je _____, _____

Kobaltov(II) kation(ion) Co^{2+}

2x0,5 boda

Zadatak 15. Opažanje u **koraku 3.2.** određuje jednovalentni anion koji se nalazi u sastavu tvari C. Anion je prisutan u morskoj vodi, a u reakciji s otopinom iz **koraka 3.2.** stvara bijeli talog.

Anion je _____, kemijska oznaka aniona je _____

Kloridni anion(ion), **Cl^-**

2x0,5 boda

Zadatak 16. Na kraju fizikalno-kemijskih ispitivanja i određivanja kationa i aniona koji se nalaze u sastavu tvari C napišite njen pravilan kemijski naziv i kemijsku formulu.

Tvar C je _____, _____

Kobaltov(II) klorid **CoCl_2**

2x0,5 boda

Zadatak 17. Koji je model kemijskog vezivanja prisutan u tvari C? Prikažite parcijalnim jednadžbama kemijskih reakcija nastajanje iona koji se nalaze u sastavu tvari C.

Tip kemijske veze u tvari C _____

Ionska

0,5 boda

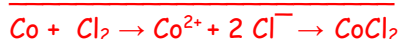
Nastajanje kemijske veze:



0,5 boda



0,5 boda



UKUPNO BODOVA NA 5. STRANICI :

6

Zadatak 18. Tvar C iz vodene otopini iskristalizira u obliku hidratne soli. Izračunajte s koliko molekula vode kristalizira tvar C ako je maseni udio vode 45,4%.

$$w(\text{CoCl}_2) = 1 - 0,454 = 0,546$$

$$Mr(\text{CoCl}_2 \cdot x \text{H}_2\text{O}) = Mr(\text{CoCl}_2) / w(\text{CoCl}_2) = 129,83 / 0,546 = 237,8$$

1 bod

$$237,8 - 129,83 = 108$$

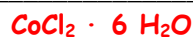
$$N = 108 / 18 = 6 \text{ Kristalizira sa 6 molekula vode.}$$

1 bod

Zadatak 19. Napišite formulu i kemijski naziv za tu hidratnu sol.

Formula _____

Kemijski naziv _____



kobaltov(II) klorid heksahidrat

2x0,5 boda

Zadatak 20. Zagrijavanjem hidratna soli pri 110 °C gubi svu vodu i prelazi u bezvodnu sol uz promjenu boje. Ako ohlađenom bezvodnom uzorku dodamo kap vode, ponovo veže vodu uz promjenu boje. Ova se reakcija koristi u kemiji za izvođenje pokusa poznatog kao „Nevidljivo pismo“. Navedenu kemijsku promjenu prikažite jednadžbom kemijske reakcije uz oznake boje hidratne soli i bezvodne soli.



ružičasta

plava

(1 bod za boje, 2 X 0,5 boda)

2 boda

ANALIZA SADRŽAJA KIVETE 4 (IDENTIFIKACIJA TVARI D)

Korak 4.1.

U čistu epruvetu (epruveta 7.) dokapa se 10 kapi uzorka otopine tvari D iz kivete 4. U epruvetu se dokapava otopina $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ do vidljive promjene. **Vrlo brzo već nakon dodane 3 kapi nastaje žuti talog što je dokaz kationa koji se nalazi u sastavu tvari D.**

Korak 4.2.

Iz kivete 4 kapalicom se dokapa 10 kapi otopine tvari D u epruvetu 8. U epruvetu se dokapava kap po kap otopine AgNO_3 do vidljive promjene. **Od četiri dodane kapi AgNO_3 izlučuje se bijeli sirasti talog što je dokaz aniona koji se nalazi u sastavu tvari D.**

PITANJA UZ SADRŽAJ KIVETE 4

Zadatak 21. Opažanja u **koraku 4.1.** dokaz su kationa metala koji se nalazi u sastavu tvari D. Otopine soli tog metala boje plamen plinskog plamenika svijetlo zelenom bojom. Koji je to metal? Napišite naziv i kemijsku oznaku iona.

Metal je _____

Barij

0,5 boda

Ion metala je _____ , _____

Barijev kation(ion)

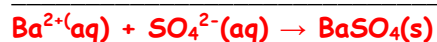
 Ba^{2+}

2x0,5 boda

UKUPNO BODOVA NA 6. STRANICI :

	6,5
--	-----

Zadatak 22. Kation ovog metala koristi se u analitičkoj kemiji za dokazivanje sulfatnih iona. Jednadžbom kemijske reakcije prikazite tu reakciju uz oznake agregacijskih stanja.



1,5 bod

1 bod za točnu JKR i 0,5 boda za točna agregacijska stanja

Zadatak 23. Opažanje u **koraku 4.2.** određuje jednovalentni anion koji se nalazi u sastavu tvari D. Anion je također prisutan u tvarima B i C. Napišite naziv i kemijsku oznaku iona

Anion je _____ , _____
Kloridni anion(ion), Cl^-

2x0,5 boda

Zadatak 24. Na kraju fizikalno-kemijskih ispitivanja i određivanja kationa i aniona koji se nalaze u sastavu tvari D napišite njen pravilni kemijski naziv i kemijsku formulu.

Tvar **C** je _____ , _____
Barijev klorid BaCl_2

2x0,5 boda

1. stranica

2. stranica

3. stranica

4. stranica

+

+

5. stranica

6. stranica

7. stranica

Ukupni bodovi

+

+

=

40

UKUPNO BODOVA NA 7. STRANICI :

	3,5
--	------------