

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

DRŽAVNO NATJECANJE IZ KEMIJE

učenika osnovnih i srednjih škola 2020./21.

22. travnja 2021. (četvrtak)

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: zadaća o pokusu

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: zadaća o pokusu

Razred:

Zaporka: (pet brojeva i do sedam velikih slova)

Ime i prezime učeni(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:



**Cilj:** Na temelju danih opisa pokusa, opažanja i dostupnih informacija odrediti sastav tekućine **J**, tj. odrediti koji su ioni odnosno atomi (**X1**, **X2**, **X3**, **X4**, **X5**) prisutni u njoj. Također, treba odrediti identitet tekućina **T1**, **T2**, **T3** i **T4** i tvari **T**.

**Pribor:** 5 epruveta, 5 plastičnih bočica za dokapavanje, laboratorijska čaša od 250 mL, kapalica s gumicom

**Kemikalije:** uzorak tekućine **J**, vodena otopina alizarina crvenog **S**, tekućina **T1**, tekućina **T2**, tekućina **T3**, tekućina **T4**, destilirana voda, plavi lakmus papir

## VRIJEME JE ZA POKUSE

### KORAK 1.

U epruveti **E1** nalazilo se 2 mL uzorka tekućine **J**. **Zabilježena su sljedeća opažanja.**

**Tekućina J je plava.**

### KORAK 2.

Na plavi lakmusni papirić kapnute su dvije kapi tekućine **J**. **Zabilježena su sljedeća opažanja.**

**Indikatorski papirić je pocrvenio.**

### KORAK 3.

Kapalicom je uzeto malo tekućine **J** i prebačeno 2 do 3 kapi u epruvetu **E2**. Zatim je u epruvetu **E2** dodana jedna kap tekućine **T1**. **Zabilježena su sljedeća opažanja.**

**Dodatkom bezbojne tekućine T1, sadržaj epruvete E2 postao je crvenosmeđ.**

### KORAK 4.

U epruvetu **E3** dodano je tri kapi otopine iz epruvete **E1**, a zatim još osam kapi tekućine **T2** i tri kapi reagensa alizarin crveno **S**. **Zabilježena su sljedeća opažanja.**

**Nakon dodatka alizarina crvenog S, sadržaj epruvete promijenio je boju u crvenu te je nastao ljubičasti talog.**

### KORAK 5.

U epruveti **E4** nalazila se tvar **T**. **Zabilježena su sljedeća opažanja.**

**Tvar T je krutina, izgleda kao komadić izgužvane tanke lisnate krutine, srebrnog sjaja, u jednom komadu.**

### KORAK 6.

U epruvetu **E4** dodano je 2 mililitra vode. **Zabilježena su sljedeća opažanja.**

**Uzorak tvari T nije se otopio u vodi niti je s njom reagirao. Potonuo je na dno epruvete.**

### KORAK 7.

Iz epruvete **E4** izlivena je tekućina te je kapalicom dodana tekućina **J** tako da je prekrila tvar **T**. Promatran je sadržaj epruvete **E4** tijekom nekoliko minuta. **Zabilježena su sljedeća opažanja.**

**Na površini tvari T pojavio se smeđecrveni sloj.**

### KORAK 8.

U epruvetu **E5** dodano je 2 mL tekućine **T3** i, uz lagano protresanje sadržaja, nekoliko kapi tekućine **T4** koja je bila žuta. **Zabilježena su sljedeća opažanja.**

**Reagens T3 je bistra bezbojna tekućina. Dodatkom tekućine T4 nastao je žuti talog koji se nakon nekog vremena slegnuo na dno, a iznad njega je bila žuta otopina.**

UKUPNO BODOVA NA 1. STRANICI :

	0
--	---

## ODGOVORI IZAZOVU!

## TEKUĆINA T1

## PITANJE 1.

Tekućina **T1** je vodena otopina tvari koja u svom sastavu ima jednovalentne anione izgrađene od atoma triju različitih kemijskih elemenata te katione koji su proton-donori u reakciji s hidroksidnim ionima. Također, prema Lewisovoj teoriji kiselina i baza, konjugirana baza tog kationa je kemijska vrsta koja donira elektronski par, ako se nađe u blizini borova(III) fluorida. I anion i kation imaju u sastavu atome **A2**, a u neutralnom i osnovnom stanju ovaj atom ima raspored elektrona po ljuskama 2,5, odnosno  $[\text{He}]2s^22p^3$ . Druga vrsta atoma, atomi **A1**, koji su prisutni u anionima, pripadaju kemijskom elementu koji se koristi za datiranje starih predmeta te je vrlo važan za organsku kemiju. Treća vrsta atoma u anionima, atomi **A3**, prisutni su u jajima, u vulkanima i u termalnim vodama.

Kemijski simbol atomske vrste **A1** je \_\_\_\_\_,

C

1 bod

Kemijski simbol atomske vrste **A2** je \_\_\_\_\_,

N

1 bod

Kemijski simbol atomske vrste **A3** je \_\_\_\_\_,

S

1 bod

Kemijska formula kationa **tvari T1** je \_\_\_\_\_,

 $\text{NH}_4^+$ 

1 bod

Napiši kemijsku formulu **tvari T1**. \_\_\_\_\_,

 $\text{NH}_4\text{SCN}$ 

1 bod

## TEKUĆINA T2

## PITANJE 2.

Tekućina **T2** je otopina plina karakterističnog mirisa, a vrije pri  $-33,7^\circ\text{C}$ . Prije nekoliko godina u jednoj našoj tvornici taj je plin iscurio iz rashladnog sustava zbog kvara na ventilu. Lakši je od zraka i dobro se otapa u vodi, s kojom i reagira. Koji je to plin?

Taj plin je \_\_\_\_\_.

Amonijak

1 bod

## TEKUĆINA T3

## PITANJE 3.

Tekućina **T3** vodena je otopina soli metala zbog kojeg se u slučaju trovanja intravenski daje otopina soli etilendiamintetraoctene kiseline. Taj metal koriste i lovci i ribolovci. Anioni te soli isti su kao i anioni kiseline koja se koristi za dobivanje zlatotopke, odnosno kiseline koja se ne upotrebljava u kućanstvu. O kojim se anionima radi?

To su \_\_\_\_\_.

nitratni ioni

1 bod

UKUPNO BODOVA NA 2. STRANICI :

	7
--	---

## TEKUĆINA T4

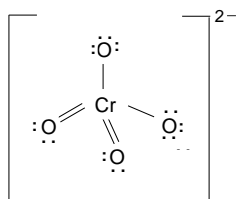
## PITANJE 4.

Kationi tekućine **T4** pripadaju prvom po redu elementu četvrte periode, a njezini anioni sadrže atome kisika i atome kroma s masenim udjelima 0,552 odnosno 0,448, dok im je relativna molekulska masa 116. O kojim se anionima radi, ako su oni dvostruko nabijeni? Nacrtaj Lewisovu strukturnu formulu tih aniona.

Račun:

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

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



1 bod za račun.

1 bod za kromatni anion.

1 bod za točno nacrtanu Lewisovu strukturnu formulu.

## VRIJEME JE ZA KORAK DALJE

## KOJEM KEMIJSKOM ELEMENTU PRIPADAJU ATOMI X1?

## PITANJE 5.

Atomi **X1** pripadaju kemijskom elementu koji je važan za proces izmjene kisika u plućima, a prema postanku razlikujemo ga i kao telurno i meteorno. No, taj kemijski element nije baš najplemenitiji teški metal.

Kemijski simbol kemijskog elementa **X1** je \_\_\_\_\_.

Fe

1 bod

## PITANJE 6.

Napiši kemijsku formulu neutralnoga spoja koji je nastao reakcijom kationa atoma **X1** i aniona iz tvari **T1** ako znaš da je taj kation trovalentan.

Kemijska formula spoja je \_\_\_\_\_.

Fe(SCN)<sub>3</sub>

1 bod

## KOJEM KEMIJSKOM ELEMENTU PRIPADAJU ATOMI X2?

## PITANJE 7.

Atomi **X2** pripadaju kemijskom elementu koji je po masenom udjelu treći po redu u Zemljinoj kori. U spremnicima načinjenim od tog kemijskog elementa može se skladištiti i dušična kiselina. Koji je to kemijski element?

To je \_\_\_\_\_.

aluminij

1 bod

UKUPNO BODOVA NA 3. STRANICI :

	6
--	---

**PITANJE 8.**

Atomi X2 pripadaju kemijskom elementu koji ima zanimljivo svojstvo te reagira i s kiselinama i s lužinama. Kako nazivamo to svojstvo?

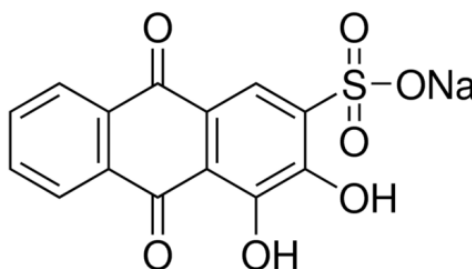
To svojstvo nazivamo \_\_\_\_\_.

**amfoternost**

**1 bod**

**PITANJE 9.a)**

Iako je ovo „stara fora“, za dokazivanje atoma X2 u pokusu je korišten reagens alizarin crveno S. Molekule toga reagensa prikazuje sljedeća strukturna formula:



Napiši kemijsku formulu alizarina crvenog S. \_\_\_\_\_

**C<sub>14</sub>H<sub>7</sub>O<sub>7</sub>SNa**

**1 bod**

**PITANJE 9.b)** Koji atomi iz alizarina crvenog S imaju najveću elektronegativnost?

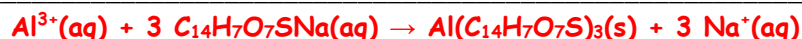
To su atomi \_\_\_\_\_.

**kisika**

**1 bod**

**PITANJE 9.c)**

Napiši jednadžbu kemijske reakcije kationa atoma X2 i alizarina crvenog S, ako znaš da je maseni udio kationa X2 u spoju s alizarinom crvenim S 0,0274. Ovaj podatak ti je samo pomoć, ne moraš napisati kemijski račun. Navedi agregacijska stanja svih reaktanata i produkata.



**1 bod za navedene sve reaktante i produkte.**

**1 bod za dobar stehiometrijski odnos i ispravno napisana agregacijska stanja.**

**KOJEM KEMIJSKOM ELEMENTU PRIPADAJU ATOMI X3?****PITANJE 10.**

Kemijski element čiji su atomi X3 poznat je od davnina. Iako mu je raspored elektrona drugačiji od očekivanog s obzirom na prethodnika i sljedbenika, njegov hidratizirani kation doprinosi prekrasnoj boji smjese S. I bordoška juha se „posoli“ njegovom soli.

Kemijski simbol atomske vrste X3 je \_\_\_\_\_.

**Bakar (ili Cu)**

**1 bod**

Napiši kemijsku formulu spomenutog sastojka „bordoške juhe“.



**1 bod**

UKUPNO BODOVA NA 4. STRANICI :

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

**KOJEM KEMIJSKOM ELEMENTU PRIPADA ATOM X4?****PITANJE 11.**

Atomi **X4** grade tvar **T** koja je prisutna u konzervama za čuvanje hrane, a može se istezati u oblik tankih listića i folija pa se koristi i kao ambalaža za slatkiše. O kojem je kemijskom elementu riječ, ako se u periodnom sustavu nalazi u istoj periodi pored antimona?

Riječ je o \_\_\_\_\_.

**kositru**

**1 bod**

**KOJEM KEMIJSKOM ELEMENTU PRIPADA ATOM X5?****PITANJE 12.**

Tekućina **T3** sadrži sol ovog metala čiji kristali pripadaju kubičnom sustavu. O kojem se metalu radi ako znaš da mu je jedinična ćelija plošno centrirana kocka duljine brida 495,1 pm? Gustoća metala je 11,34 g cm<sup>-3</sup>.

Račun:

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

$$A_r(\text{metal}) = (\rho \cdot a^3) : (Z \cdot u) = 207,2$$

**Pb**

**1 bod za točan izračun.**

**1 bod za olovo.**

**Sada još malo o njihovim kemijskim navikama****PITANJE 13.**

Kada elementarni bakar reagira s razrijeđenom dušičnom kiselinom, nastaje bakrova sol te molekule bezbojnoga plina čija je relativna molekulska masa zamalo ista kao relativna atomska masa atoma fosfora. Tijekom te reakcije nastaju i molekule vode, a na svaka tri atoma bakra u reakciju ulazi po osam molekula dušične kiseline. Napiši jednadžbu kemijske reakcije.



**1 bod za navedene sve reaktante i produkte.**

**1 bod za dobar stehiometrijski odnos i ispravno napisana agregacijska stanja.**

**ZADATAK 6.**

Koliko će mililitara plina iz prethodnog pitanja nastati kada 1,5 mmol bakra potpuno izreagira s razrijeđenom dušičnom kiselinom pri 0 °C i tlaku od 101 325 Pa?

Račun:

$$n(\text{Cu}) : n(\text{NO}) = 3 : 2 \text{ pa slijedi } n(\text{NO}) = 2/3 n(\text{Cu}) = 1 \text{ mmol}$$

$$V = n R T / p$$

**STANDARDNI UVJETI: priznaje se i točno rješenje bez računa putem OPJ**

**V(plin) = \_\_\_\_\_**

**22,4 mL**

**1 bod za povezivanje množine atoma bakra i množine molekula plina.**

**1 bod za točnu brojčanu vrijednost i za navedenu mjernu jedinicu u rješenju.**

UKUPNO BODOVA NA 5. STRANICI :

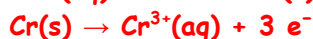
	<b>7</b>
--	----------

**PITANJE 14.**

Koliki je napon galvanskog članka koji se sastoji od bakrove i kromove elektrode? Standardni redukcijski elektrodni potencijal kromove elektrode je  $E^0(\text{Cr}^{3+}/\text{Cr}) = -0,74 \text{ V}$ , a bakrove elektrode je  $E^0(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = 0,34 \text{ V}$ . Napiši ukupnu jednadžbu kemijske reakcije i simboličke opise odgovarajućih polureakcija.

$$E_{\text{čl}} = E_{\text{K}} - E_{\text{A}}$$

$$E_{\text{čl}} = 0,34 - (-0,74) = 1,08 \text{ V}$$



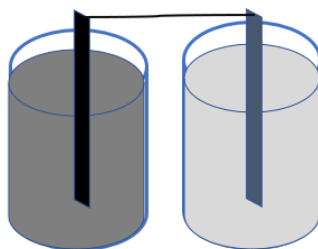
1 bod za točnu vrijednost napona.

1 bod za navedene sve reaktante i produkte.

1 bod za dobar stehiometrijski odnos i ispravno napisana agregacijska stanja.

**PITANJE 15.**

Na slici su prikazane dvije čaše. U lijevoj čaši se nalazi vodena otopina cinkova sulfata u koju je uronjena pločica načinjena od cinka. U desnoj čaši se nalazi vodena otopina bakrova(II) sulfata u koju je uronjena pločica načinjena od bakra. Lijeva i desna pločica spojene su zlatnom žicom.

**PITANJE 15.a)**

Što možeš reći o procesu do kojega će doći između iona u otopini i atoma koji čine pločicu?

Uspostavlja se dinamička ravnoteža između iona u otopini i atoma koji čine pločicu.

1 bod za uspostavu dinamičke ravnoteže.

**PITANJE 15.b)**

Prikazuje li slika Daniellov članak, suhi članak ili to uopće nije galvanski članak? Obavezno objasni argumentom.

Nije galvanski članak jer nije zatvoren strujni krug.

1 bod za nije galvanski članak.

1 bod za objašnjenje da nije zatvoren strujni krug.

UKUPNO BODOVA NA 6. STRANICI :

6



**PITANJE 16.**

Poredaj po kemijskoj reaktivnosti u odnosu na vodik navedene kemijske elemente, tako da se s lijeva prema desno smanjuje njihovo redukcijsko djelovanje.

H, Sn, Fe, Al, Cu, Pb

**Al, Fe, Sn, Pb, H, Cu****1 bod za točan poredak.****PITANJE 17.**

Opiši promjenu koja se događa stajanjem bordoške juhe u posudi od pocinčanog lima preko noći.

**Stijenka posude obloži se crveno obojenom tvari (bakrom).****1 bod****PITANJE 18.**

Navedi jednu ekstenzivnu veličinu i jednu intenzivnu veličinu, ali samo onu koja je spomenuta u ovoj zadaći ili se pojavljuje u izračunima te ih **obavezno označi** riječima ili slovima **E** i **I**, da ne bi došlo do zabune.

**npr. volumen (E)****1 bod za intenzivnu.****npr. gustoća (I)****1 bod za ekstenzivnu.****PITANJE 19.**

Kako se zove zakonitost koju bi mogao objasniti na primjeru ravnotežne reakcije atoma **A1** i aniona tekućine **T1**?

**Le Chatelierovo načelo.****1 bod****A sada još malo organske kemije****PITANJE 19.**

U eksperimentu dezinfekcije ruku često se koristi alkohol etanol. Baš kao i u laboratorijskim uvjetima. Spada li etanol u skupinu primarnih alkohola? Koja oznaka opasnosti se sigurno nalazi na ambalaži koncentiranog etanola?

**Primarni alkohol. Zapaljivo.****1 bod za primarni alkohol.****1 bod za zapaljivo.**

1. stranica

2. stranica

4. stranica

4. stranica

+

+

+

5. stranica

6. stranica

7. stranica

**Ukupni bodovi**

+

+

+

**40**

UKUPNO BODOVA NA 7. STRANICI :

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