

**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:

Periodni sustav elemenata IUPAC 2013.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18			
<div>1 H 1,008</div>																		<div>2 He 4,003</div>		
3	Li 6,941	4 Be 9,012																9 F 19,00	10 Ne 20,18	
11	Na 22,99	12 Mg 24,31																17 Cl 35,45	18 Ar 39,95	
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 lanthanoidi		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]			

BUDI VODIČ MOJ KROZ MUTNE PREDJELE

Cilj: Pripremiti otopine **O1** i **O2**, odrediti identitet vodenih otopina **O1**, **O2**, **O3** i **O4** te ispitati kemijsku kinetiku reakcije između otopina **O1** i **O2**.

Pribor: 2 odmjerne tikvice od 100 mL, boca štrcaljka (napunjena destiliranom vodom), digitalna vaga s preciznošću mjerenja 0,01 g, veliko satno staklo, žličica, 2 lijevka, pipeta, propipeta, kapaljke, 2 stalka za epruvete, 16 epruveta, 8 malih satnih stakala, plinski plamenik, šibice, metalna platinasta igla, 3 injekcijske šprice od 10 mL, 3 staklene čaše od 100 mL, 6 čepova za epruvete, zaporni sat

Kemikalije: koncentrirana otopina za pripremu **O1**, čvrsta sol za pripremu otopine **O2**, vodene otopine **O1**, **O2**, **O3** i **O4**, univerzalni indikatorski papir, otopina srebrovog nitrata $c(\text{AgNO}_3) = 0,1 \text{ mol dm}^{-3}$, 1 %-tna otopina škroba, destilirana voda

POKUS 1 Priprema otopina

Za potrebe pokusa treba pripremiti dvije otopine: **O1** i **O2**.

Ishodišna kemikalija za pripremu vodene otopine **O1** koncentrirana je vodena otopina s masenim udjelom otopljene tvari od 37 %. S etikete na boci može se pročitati da jedna litra te kemikalije ima masu od 1,19 kg pri 20 °C te da je relativna molekulska masa otopljenog kemijskog spoja 36,46.

Koncentriranoj otopini ispitana je pH-vrijednost univerzalnim indikatorskim papirom. Univerzalni indikatorski papir promijenio je boju u crvenu.



ZADATAK 1 Na etiketi se nalaze prikazani piktogrami opasnosti. Navedi značenje piktograma s etikete boce u kojoj se nalazi kemikalija.

ZADATAK 2 Na temelju podataka navedenih na boci u kojoj se nalazi kemikalija, izračunaj množinsku koncentraciju otopine u boci.

UKUPNO BODOVA NA 1. STRANICI :

	1,5
--	-----

ZADATAK 3 Za izvođenje pokusa treba prirediti 100 mL razrijeđene otopine **O1** množinske koncentracije $2,00 \text{ mol dm}^{-3}$. Izračunaj koliki volumen koncentrirane otopine treba uzeti za pripremu razrijeđene otopine.

ZADATAK 4 Nakon izračunatog volumena potrebne koncentrirane otopine, treba pripremiti 100 mL otopine **O1** množinske koncentracije $2,00 \text{ mol dm}^{-3}$. Što preciznije opiši laboratorijski postupak pripremanja te otopine.

Ishodišna kemikalija za pripremu vodene otopine **O2** čvrstog je agregacijskog stanja. Ona je bijela kristalična tvar koja kristalizira kao pentahidratna sol. Na etiketi posude u kojoj se nalazi potrebna tvar zapisana je relativna molekulska masa njezine pentahidratne soli 248,18.

ZADATAK 5 Za izvođenje pokusa treba otapanjem soli u vodi prirediti 100 mL otopine **O2** masene koncentracije $79,00 \text{ g dm}^{-3}$. Izračunaj koliku masu pentahidratne soli treba izvagati za pripremu otopine **O2**.

UKUPNO BODOVA NA 2. STRANICI :

	5,5
--	-----

ZADATAK 6 Izračunaj množinsku koncentraciju tako pripremljene otopine **02**.

ZADATAK 7 Nakon izračunate i izvagane mase u odmjernoj tikvici pripremljeno je 100 mL otopine **02**. Prilikom otapanja soli termometrom je mjerena promjena temperature otopine. Početna temperatura vode, prije dodavanja soli, bila je 17,5 °C. Najniža zabilježena temperatura tijekom otapanja soli bila je 12,4 °C. Izračunaj promjenu topline pri otapanju soli, ako je specifični toplinski kapacitet uporabljene hidratne soli 1,45 J g⁻¹ K⁻¹, a vode 4,18 J g⁻¹ K⁻¹. Gustoća vode pri toj temperaturi je 998,2 kg m⁻³.

ZADATAK 8 Odredi kolika je promjena entalpije otapanja te soli u vodi i rezultat iskaži u kJ mol⁻¹.

UKUPNO BODOVA NA 3. STRANICI :

	4
--	---

ZADATAK 9 Tako pripremljena vodena otopina soli **O2** (100 mL vodene otopine **O2** masene koncentracije 79,00 g dm⁻³), ohlađena je do ledišta. Ledište otopine bilo je pri -2,69 °C. Izračunaj i odgovori na koliko čestica disocira otopljena sol. Krioskopska konstanta vode je 1,86 K kg mol⁻¹.

Otopina je pripremljena pri temperaturi 20 °C, a gustoća vode pri toj temperaturi iznosi 998,21 g dm⁻³

Otopljena sol disocira na _____ čestice.

ZADATAK 10 Objasni kako je moguće da van't Hoffov faktor nije cijeli broj.

UKUPNO BODOVA NA 4. STRANICI :

	3
--	---

POKUS 2 Identitet otopina O1, O2, O3 i O4**Dio prvi: OPIS POSTUPKA I OPAŽANJA**

U bočicama se nalaze bezbojne vodene otopine četiriju tvari: **O1**, **O2**, **O3** i **O4**. Otopine **O1** i **O2** priređene su u prethodnom pokusu i ispitana su neka njihova svojstva. Da bi se odredilo identitet tvari u otopinama **O1**, **O2**, **O3** i **O4** provedeno je nekoliko ispitivanja.

U svrhu analize, ispitana je pH-vrijednost otopina. Na satno staklo stavljen je komadić univerzalnog indikatorskog papira te je nakapano nekoliko kapi ispitivane otopine. U tablicu 1 zabilježene su promjene boje indikatorskog papira.

Ispitivano je bojenje plamena tih otopina. Na satno staklo nakapano je nekoliko kapi ispitivane otopine. U plamenu plinskog plamenika užarena je platinasta žica. Užarena žica umočena je u otopinu na satnom staklu i ponovno unesena u plamen plamenika. U tablicu 1 zabilježene su opažene boje plamena.

Ispitana je reakcija svake otopine s otopinom srebrovog nitrata. U epruvetu je dodano 10 kapi ispitivane otopine i 10 kapi otopine srebrovog nitrata. Epruveta je promućkana i vraćena u stalak. U tablicu 1 zabilježena su uočena opažanja ispitivanih otopina s otopinom srebrovog nitrata.

Tablica 1. Opažanja zabilježena u pokusu.

	O1	O2	O3	O4
Boja univerzalnog indikatorskog papira	crvena	narančasta	narančasta	narančasta
Boja plamena	nema promjene	žuta	ljubičasta	nema promjene
Reakcija s otopinom srebrovog nitrata	bijeli talog talog s vremenom mijenja boju u sivu	bijeli talog koji se u početku otapa no kasnije sve slabije i mijenja boju iz bijele preko narančaste do smeđe	žuti talog	nema reakcije

PITANJE 1 Na što ukazuje promjena boje univerzalnog indikatorskog papira s otopinom **O1**?

PITANJE 2 Na koju specifičnu kemijsku vrstu prisutnu u otopini **O2** ukazuje promjena boje plamena s otopinom **O2**?

PITANJE 3 Na koju specifičnu kemijsku vrstu prisutnu u otopini **O3** ukazuje promjena boje plamena s otopinom **O3**?

PITANJE 4 Na koju specifičnu kemijsku vrstu prisutnu u otopini **O1** ukazuje nastajanje bijelog taloga koji s vremenom mijenja boju u sivu u reakciji otopine **O1** s otopinom srebrovog nitrata?

UKUPNO BODOVA NA 5. STRANICI :

	2
--	----------

ZADATAK 11 Napiši jednadžbu kemijske reakcije između otopine **O1** i srebrovog nitrata uz obavezno navođenje agregacijskih stanja.

PITANJE 5 Na koju specifičnu kemijsku vrstu prisutnu u otopini **O3** ukazuje nastajanje žutog taloga u reakciji otopine **O3** s otopinom srebrovog nitrata?

ZADATAK 12 Napiši jednadžbu kemijske reakcije između otopina **O3** i srebrovog nitrata uz obavezno navođenje agregacijskih stanja.

UKUPNO BODOVA NA 6. STRANICI :

	3,5
--	-----

Dio drugi: OPIS POSTUPKA I OPAŽANJA

U bočicama se nalaze bezbojne vodene otopine četiriju tvari: **O1**, **O2**, **O3** i **O4**. U drvenom stalku pripremljeno je 6 epruveta. Ispitana je reakcija svake otopine sa svim drugim otopinama.

U prvu epruvetu stavljeno je 10 kapi otopine **O1**. U nju je dodano 10 kapi otopine **O2**. Epruveta je promućkana i vraćena u stalak te su zabilježena opažanja. Isti je postupak ponovljen za sve kombinacije otopina. Uočena opažanja iz pokusa navedena su u tablici 2.

Tablica 2. Opažanja zabilježena međusobnim miješanjem otopina **O1**, **O2**, **O3** i **O4**.

	O1	O2	O3	O4
O1	–	na početku nema vidljive reakcije nakon nekog vremena pojavljuje se žuto zamućenje zamućenje je prvo slabo pa sve jače dok otopina ne postane potpuno neprozirna osjeti se oštar miris poput mirisa nakon gorenja šibice	nema reakcije	nema reakcije
O2	isto kao O1 + O2	–	nema reakcije	nema reakcije
O3	isto kao O1 + O3	isto kao O2 + O3	–	na početku se pojavljuje se žuto-smeđa otopina nedugo nakon promjene boje otopine pojavljuju se mjehurići bez boje i mirisa čuje se šum stvaranja plina
O4	isto kao O1 + O4	isto kao O2 + O4	isto kao O3 + O4	–

U novu je epruvetu stavljeno 10 kapi otopine **O4**. U nju je dodano 10 kapi otopine **O3**. Otopina se obojila žutosmeđe, a nakon 10 sekundi pojavili su se mjehurići bez boje i mirisa. Ispitana su svojstva nastalog plina. Taj plin upali tinjajuću treščicu.

Da bi se dodatno analizirao produkt te reakcije (**O3** + **O4**) u epruvetu je dodana jedna kap otopine škroba. Dodatkom otopine škroba sadržaj epruvete postao je tamno ljubičast.

PITANJE 6 Koji plin se oslobađa kemijskom reakcijom otopina **O3** i **O4**?

PITANJE 7 Koja tvar, nastala reakcijom otopina **O3** i **O4**, s vodenom otopinom škroba, daje tamno ljubičasto obojenje?

ZADATAK 13 Napiši jednadžbu kemijske reakcije između otopina **O3** i **O4** uz obavezno navođenje agregacijskih stanja.

UKUPNO BODOVA NA 7. STRANICI :

	2,5
--	------------

Dio treći: POSTUPAK I OPAŽANJA

Dodatkom otopine **O2** u ljubičastu smjesu otopina **O3**, **O4** i otopine škroba, smjesa se obezbojila, a izlaženje mjehurića plina se usporilo, gotovo je prestalo.

ZADATAK 14 Napiši jednadžbu kemijske reakcije koja se i dalje događa u epruveti, a karakterizira je oslobađanje bezbojnog plina koji može upaliti tinjajuću treščicu. Obavezno navedi agregacijska stanja svih reaktanata i produkata.

ZADATAK 15 Jednadžbom kemijske reakcije prikaži promjenu koja pokazuje nestanak ljubičaste boje smjese otopina **O3**, **O4** i otopine škroba dodatkom otopine **O2**.

PITANJE 8 S obzirom na promjenu koju je izazvala otopina **O2** dodatkom u smjesu otopina **O3**, **O4** i otopine škroba, navedi kakvo je sredstvo tvar otopljena u otopini **O2**.

PITANJE 9 Ako se kemijska reakcija u kojoj nastaje bezbojni plin zbiva i sa i bez tvari koja sa škrobom daje ljubičastu otopinu, koja je uloga te tvari?

ZADATAK 16 Anion soli koja je otopljena za pripremu otopine **O2** sastoji se od pet atoma dvaju različitih kemijskih elemenata. Masa aniona soli je $1,8621 \times 10^{-25}$ kg. Maseni udio kisika u anionu je 42,80 %, a ostatak je čine atomi drugog kemijskog elementa. Nabojni broj aniona je -2. Odredi i napiši kemijsku formulu tog aniona i napiši njegov kemijski naziv.

Kemijska formula i kemijski naziv aniona su: _____

UKUPNO BODOVA NA 8. STRANICI :

	5,5
--	-----

ZADATAK 17 Lewisovom strukturnom formulom prikaži anion soli koja se koristi za pripremu otopine **O2**.

PITANJE 10 Koje je prostorne građe anion te soli prema pravilima VSEPR-teorije.

Dio četvrti: POSTUPAK I OPAŽANJA

Miješanjem otopina **O1** i **O2** na početku nema vidljive reakcije. No, nakon nekog vremena pojavljuje se žuto zamućenje. Obasjamo li epruvetu u tom trenutku laserskom zrakom primijetiti ćemo da se svjetlost rasprši na površini tih čestica. Tu pojavu zovemo Tyndallov fenomen i karakteristična je za koloidne smjese. Koloidi su smjese tvari u kojima su čestice raspršene tvari veličine 1 – 200 nm.

Prvi dio kemijske promjene je reakcija istiskivanja. Jača kiselina istisne slabiju iz njezine soli.

U drugom djelu reakcije nepostojana slaba kiselina raspada se dajući produkte reakcije: žutu tvar koja se u otopinu izlučuje kao koloid i plin, oštrog i nadražujućeg mirisa.

ZADATAK 18 Napiši jednadžbu prvog djela kemijske reakcije (istiskivanje) između otopina **O1** i **O2** uz obavezno navođenje agregacijskih stanja.

ZADATAK 19 Napiši jednadžbu drugog djela kemijske reakcije između otopina **O1** i **O2** (raspad slabe kiseline) uz obavezno navođenje agregacijskih stanja.

UKUPNO BODOVA NA 9. STRANICI :

	4,5
--	------------

ZADATAK 20 Na temelju provedenih pokusa i dodatnih analiza odredi kemijske formule otopljenih tvari u otopinama **O1**, **O2**, **O3** i **O4**.

	O1	O2	O3	O4
Kemijska formula				

POKUS 4 Kemijska kinetika reakcije otopina **O1** i **O2**

Dio prvi: OPIS POSTUPKA I OPAŽANJA

Otopine **O1** i **O2** bistre su vodene otopine. Miješanjem otopina **O1** i **O2** postupno se pojavljuje žuto zamućenje. Tijekom vremena zamućenje se povećava i u jednom trenutku otopina više nije prozirna.

U stalku za epruvete nalazilo se pet epruveta. Na epruvetama je na visini 5 cm od dna epruvete crnim flomasterom nacrtana crna točka. Na podlošku su se nalazile i tri staklene čaše od 100 mL.

U prvoj čaši nalazila se otopina **O1** množinske koncentracije $2,00 \text{ mol dm}^{-3}$.

U drugoj staklenoj čaši nalazila se otopina **O2** množinske koncentracije $0,50 \text{ mol dm}^{-3}$.

U trećoj staklenoj čaši nalazila se destilirana voda.

U prvu epruvetu injekcijskom špricom dodani su 1 mL otopine **O2** i 9 mL destilirane vode. Epruveta je začepljena i smjesa promućkana. U drugu epruvetu injekcijskom špricom dodano je 2 mL otopine **O2** i 8 mL destilirane vode. Epruveta je začepljena i smjesa promućkana. Isti postupak ponovljen je s ostalim epruvetama prema priloženoj tablici.

Tablica 3. Prikaz pripremanja otopina i mjerenja u POKUSU 4.

	$V(\text{O2}) / \text{mL}$	$V(\text{H}_2\text{O}) / \text{mL}$	$c(\text{otopine u epruveti}) / \text{mol dm}^{-3}$	$V(\text{O1}) / \text{mL}$	t / s
epruveta 1	1	9		1	81
epruveta 2	2	8		1	47
epruveta 3	3	7		1	33
epruveta 4	4	6		1	25
epruveta 5	5	5		1	20

ZADATAK 21 Izračunaj množinsku koncentraciju otopine nastale miješanjem otopine **O2** i destilirane vode u navedenim omjerima iz tablice za svaku od epruveta 1 – 5 i zapiši ih u tablicu 3.

UKUPNO BODOVA NA 10. STRANICI :

	4,5
--	------------

Dio drugi: OPIS POSTUPKA I OPAŽANJA

Nakon što su sve epruvete pripremljene, injekcijskom se špricom odmjerena je 1 mL otopine **O1**. Otopina **O1** jednim ispustom dodana je u prvu epruvetu. Istovremeno je uključi zaporni sat. Epruveta je začepljena čepom i sadržaj joj je promućkan. Kroz stupac otopine promatrana je crna točka na epruveti. Pojavom zamućenja crna točka se sve manje vidjela te je na koncu nestala. U tom trenutku isključen je zaporni sat, očitano izmjereno vrijeme te je podatak upisan u tablicu 3 kao t/s .

ZADATAK 22 Nacrtaj graf koji će pokazati rezultate ovog mjerenja. Pazi na ovisnost varijabli u mjerenju.



PITANJE 11 Koju pravilnost pri pojavi zamućenja uočavaš u grafu i objasni je.

1. stranica

2. stranica

3. stranica

4. stranica

5. stranica

6. stranica

+

+

+

+

+

7. stranica

8. stranica

9. stranica

10. stranica

11. stranica

Ukupni bodovi

+

+

+

+

+

40

UKUPNO BODOVA NA 11. STRANICI :

	3,5
--	-----