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

DRŽAVNO NATJECANJE IZ KEMIJE
učeni(ka)ca osnovnih i srednjih škola 2023./24.

PISANA ZADAĆA, 8. – 10. svibnja 2024.

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 poleđina 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!

Zaporka: POSTIGNUTI BODOVI :
(pet brojeva i do sedam velikih slova)

Vrsta škole: 1. osnovna 5. srednja (Zaokruži 1. ili 5.)

Razred (napisati arapskim brojem): Nadnevak:

OTKINUTI OVAJ DIO PRIJAVE I STAVITI GA U OMOTNICU S NAPISANOM ZAPORKOM
PRIJAVU ISPUNITI TISKANIM SLOVIMA

Zaporka: POSTIGNUTI BODOVI :
(pet brojeva i do sedam velikih slova)

Ime i prezime učeni(ka)ce: OIB:

Puni naziv škole:

Adresa škole:

Grad u kojem je škola: Županija:

Vrsta škole: 1. osnovna 5. srednja Razred (napisati arapskim brojem):
(Zaokruži 1. ili 5.)

Ime i prezime mentor(a)ice:

Naputak članovima povjerenstva:
Ovaj dio prijave treba spojiti s pisanom zadaćom svakog učeni(ka)ce nakon bodovanja. Podatci su važni radi računalne obrade podataka o učeni(ku)ci koji će biti pozvani na državno natjecanje.

PERIODNI SUSTAV KEMIJSKIH ELEMENATA

Periodni sustav kemijskih elemenata prema preporukama HDKI i HKD 2022.

HDKI HRVATSKO DRUŠTVO KEMIJSKIH INŽENJERA I TEHNOLOGA

HKD 1926

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1 **H** vodik 1,008																	2 **He** helij 4,003
2	3 **Li** litij 6,940	4 **Be** berilij 9,012											5 **B** bor 10,81	6 **C** ugljik 12,01	7 **N** dušik 14,01	8 **O** kisik 16,00	9 **F** fluor 19,00	10 **Ne** neon 20,18
3	11 **Na** natrij 22,99	12 **Mg** magnezij 24,31											13 **Al** aluminij 26,98	14 **Si** silicij 28,09	15 **P** fosfor 30,97	16 **S** sumpor 32,06	17 **Cl** klor 35,45	18 **Ar** argon 39,95
4	19 **K** kalij 39,10	20 **Ca** kalcij 40,08	21 **Sc** skandij 44,96	22 **Ti** titanij 47,87	23 **V** vanadij 50,94	24 **Cr** krom 52,00	25 **Mn** mangan 54,94	26 **Fe** željezo 55,85	27 **Co** kobalt 58,93	28 **Ni** nikal 58,69	29 **Cu** bakar 63,55	30 **Zn** cink 65,38	31 **Ga** galij 69,72	32 **Ge** germanij 72,63	33 **As** arsen 74,92	34 **Se** selenij 78,97	35 **Br** brom 79,90	36 **Kr** kripton 83,80
5	37 **Rb** rubidij 85,47	38 **Sr** stroncij 87,62	39 **Y** itrij 88,91	40 **Zr** cirkonij 91,22	41 **Nb** niobij 92,91	42 **Mo** molibden 95,95	43 **Tc** tehnecij [97]	44 **Ru** rutenij 101,1	45 **Rh** rodij 102,9	46 **Pd** paladij 106,4	47 **Ag** srebro 107,9	48 **Cd** kadmij 112,4	49 **In** indij 114,8	50 **Sn** kositar 118,7	51 **Sb** antimon 121,8	52 **Te** telurij 127,6	53 **I** jod 126,9	54 **Xe** ksenon 131,3
6	55 **Cs** cezij 132,9	56 **Ba** barij 137,3	57–71 lantanoidi	72 **Hf** hafnij 178,5	73 **Ta** tantal 181,0	74 **W** volfram 183,8	75 **Re** renij 186,2	76 **Os** osmij 190,2	77 **Ir** iridij 192,2	78 **Pt** platina 195,1	79 **Au** zlato 197,0	80 **Hg** živa 200,6	81 **Tl** talij 204,4	82 **Pb** olovo 207,2	83 **Bi** bizmut 209,0	84 **Po** polonij [209]	85 **At** astat [210]	86 **Rn** radon [222]
7	87 **Fr** francij [223]	88 **Ra** radij [226]	89–103 aktinoidi	104 **Rf** raderfordij [267]	105 **Db** dubnij [268]	106 **Sg** siborgij [269]	107 **Bh** borij [270]	108 **Hs** hasij [269]	109 **Mt** majtnerij [277]	110 **Ds** darmštatij [281]	111 **Rg** rendgenij [282]	112 **Cn** kopernicij [285]	113 **Nh** nihonij [286]	114 **Fl** flerovij [290]	115 **Mc** moskovij [290]	116 **Lv** livermorij [293]	117 **Ts** tenes [294]	118 **Og** oganeson [294]

57 **La** lantan 138,9	58 **Ce** cerij 140,1	59 **Pr** praseodimij 140,9	60 **Nd** neodimij 144,2	61 **Pm** prometij [145]	62 **Sm** samarij 150,4	63 **Eu** europij 152,0	64 **Gd** gadolinij 157,3	65 **Tb** terbij 159,0	66 **Dy** disprozij 162,5	67 **Ho** holmij 164,9	68 **Er** erbij 167,3	69 **Tm** tulij 168,9	70 **Yb** iterbij 173,1	71 **Lu** lutecij 175,0
89 **Ac** aktinij [227]	90 **Th** torij 232,0	91 **Pa** protaktinij 231,0	92 **U** uranij 238,0	93 **Np** neptunij [237]	94 **Pu** plutonij [244]	95 **Am** americij [243]	96 **Cm** kirij [247]	97 **Bk** berkelij [247]	98 **Cf** kalifornij [251]	99 **Es** ajnštajnij [252]	100 **Fm** fermij [257]	101 **Md** mendelevij [258]	102 **No** nobelij [259]	103 **Lr** lorensij [262]

Priredio i uredio:
izv. prof. dr. sc.
Tomislav Portada

Grafičko-likovno oblikovanje:
Zdenko Blažeković, dipl. ing.

Korektura i kontrola podataka:
Studentska sekcija HKD-a

1. Izračunaj energiju potrebnu za razaranje kristalne rešetke kalcijeva bromida iz podataka u tablici.

$\Delta_f H°(CaBr_2, s)$	–675 kJ / mol
$E_{i1}(Ca, g)$	590 kJ / mol
$E_{i2}(Ca^+, g)$	1145 kJ / mol
$\Delta_s^g H°(Ca)$	178 kJ / mol
$\Delta_b H°(Br\text{-}Br)$	193 kJ / mol
$\Delta_i^g H°(Br_2)$	31 kJ / mol
$E_{ea}(Br, g)$	–325 kJ / mol

ostv.	maks.
	1

2. Rupe u siru nastaju procesom fermentacije. Produkti su reakcije propanska i octena kiselina te voda i ugljikov dioksid. Ugljikov dioksid u siru se pojavljuje u obliku neutralnih molekula CO_2 i hidrogenkarbonatnih aniona.

$$CO_2(sir) + H_2O(l) \rightleftharpoons HCO_3^-(sir) + H^+(sir), \qquad K_c = 4{,}47 \times 10^{-7}\ mol\ dm^{-3}$$

Na kraju fermentacije:

$c(CO_2(sir)) + c(HCO_3^-(sir)) = 3{,}70 \times 10^{-2}\ mol\ dm^{-3}$, pri čemu je vrijednost pH = 5,20.

Izračunaj ravnotežnu koncentraciju $CO_2(sir)$.

ostv.	maks.
	2

Ukupno bodova na stranici **1**:

ostv.	maks.
	3

3. 500 mL otopine pufera sadržava 0,25 mola amonijaka i 0,30 mola amonijeva klorida. Treba li u tu otopinu dodati jaku kiselinu ili jaku lužinu da bi se dobila otopina pH-vrijednosti 8,75? Odgovor potkrijepi računom i izračunaj množinu dodane tvari da bi se dobila otopina pH-vrijednosti 8,75.

$K_b(NH_3) = 1{,}76 \times 10^{-5}$ mol L^{-1}.

ostv.	maks.
	5,5

4. Masa uzorka koji sadržava glukozu i saharozu iznosi 1,10 gram. Otapanjem uzorka pri 25 °C u 25,0 mL vode dobiva se otopina osmotskoga tlaka $3{,}83 \times 10^5$ Pa. Izračunaj masu glukoze i saharoze u otopini.

ostv.	maks.
	3

Ukupno bodova na stranici **2**:

ostv.	maks.
	8,5

5. Napiši jednadžbe kemijskih reakcije između:

5.a) živina(I) nitrata i kalijeva klorida u vodenoj otopini. Navedi agregacijska stanja svih sudionika reakcije.

_____

5.b) borova trioksida, dušika i kalcijeva heksaborida, pri čemu nastaje borov nitrid i još jedan produkt reakcije. Navedi agregacijska stanja svih sudionika reakcije.

_____

5.c) vodene otopine natrijeva tiosulfata i sumporne kiseline, pri čemu nastaje sumpor, sumporov dioksid, natrijev sulfat i voda. Napiši jednadžbe reakcija oksidacije i redukcije i ukupnu jednadžbu s agregacijskim stanjima.

oksidacija: _____

redukcija: _____

Ukupna jednadžba s agregacijskim stanjima:

_____

ostv.	maks.
	6,5

6. Reakcije pod **a)** i **b)** prikazuju vezanje kisika i ugljikova monoksida na hemoglobin i pripadajuće konstante ravnoteža za te reakcije pri temperaturi tijela:

a) $Hb(aq) + O_2(aq) \rightleftharpoons HbO_2(aq)$ $K_{c1} = 1{,}8\ mol^{-1}\ dm^3$

b) $Hb(aq) + CO(aq) \rightleftharpoons HbCO(aq)$ $K_{c2} = 306\ mol^{-1}\ dm^3$

Pretpostavimo da je zrak zagađen s 0,10 % ugljikova monoksida, a da kisika ima 20,0 %. Omjer ravnotežnih množina ugljikova monoksida i kisika otopljenih u krvi jednak je njihovu omjeru u zraku.

6.a) Izračunaj konstantu ravnoteže za reakciju zamjene kisika u hemoglobinu ugljikovim monoksidom.

6.b) Izračunaj koliko će se kisika vezanoga za hemoglobin zamijeniti ugljikovim monoksidom vezanim za hemoglobin. Rješenje izrazi u postotcima.

ostv.	maks.
	3

Ukupno bodova na stranici **3**:

ostv.	maks.
	9,5

7. Dušikov monoksid reagira s klorom prema sljedećoj jednadžbi:

$$2\ NO(g) + Cl_2(g) \rightleftharpoons 2\ NOCl(g) \qquad K_p = 0{,}27\ atm^{-1} \text{ pri } 700\ K$$

Na početku reakcije smjesa sadržava jednake parcijalne tlakove reaktanata. Nakon uspostavljanja ravnoteže parcijalni tlak NOCl iznosi 0,1513 atm. Izračunaj parcijalne tlakove NO i Cl_2 na početku reakcije.

ostv.	maks.
	2

8. Moderniji tip alkotesta koristi se tehnologijom gorivoga članka za mjerenje količine alkohola u izdahnutome zraku. Upuhivanjem zraka iz pluća u aparat za testiranje dolazi do oksidacije etanola iz daha u octenu kiselinu. Ivica se nakon tuluma odlučio alkotestestirati te je upuhao 190 mL zraka u aparat za testiranje. Tom prilikom aparat je proizveo struju jačine 325 miliampera kroz 10 sekundi. Temperatura daha bila je 34 °C, a tlak zraka 1013 hPa.

8.a) Napiši reakcije na anodi i katodi i ukupnu jednadžbu ove redoks-reakcije. U ukupnoj jednadžbi navedi agregacijska stanja reaktanata i produkata.

jednadžba reakcije na anodi: _____

jednadžba reakcije na katodi: _____

Ukupna jednadžba redoks-reakcije s agregacijskim stanjima reaktanata i produkata:

_____

8.b) Izračunaj volumni udio etanola u Ivičinu dahu?

ostv.	maks.
	6,5

9. Popuni tablicu.

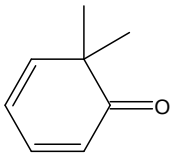
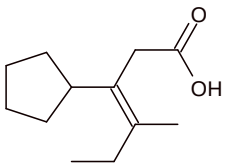
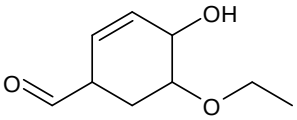
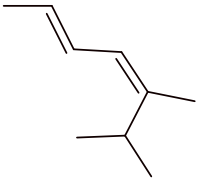
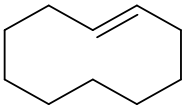
ime kemijskoga spoja	Formula kemijskoga spoja
	$[Co(NH_3)_4Cl_2]Cl$
	$K_3[Fe(C_2O_4)_3]\cdot 3H_2O$

ostv.	maks.
	1

Ukupno bodova na stranici **5**:

ostv.	maks.
	7,5

10. Imenuj sustavnim imenima prikazane spojeve prema pravilima IUPAC nomenklature.

	Strukturna formula	Ime spoja
a)		
b)		
c)		
d)		
e)		

ostv.	maks.
	4

11. Mliječna ili 2-hidroksipropanska kiselina kiselija je od propanske kiseline zbog vodikove veze koja stabilizira njezinu konjugiranu bazu. Veznim crticama prikaži strukturnu formulu konjugirane baze mliječne kiseline prikazujući i vodikovu vezu.

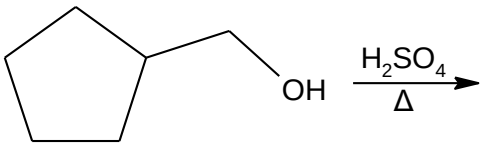
ostv.	maks.
	1

Ukupno bodova na stranici **6**:

ostv.	maks.
	5

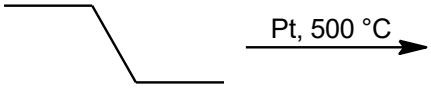
12. Strukturnim formulama prikaži moguće organske produkte sljedećih kemijskih reakcija.

12.a)



1) _____ **2)** _____ **3)** _____

12.b) Dehidrogenacija butana pri povišenoj temperaturi i uz katalizator. Jedan je od produkata konjugirani dien.



1) _____ **2)** _____ **3)** _____ **4)** _____

ostv.	maks.
	3,5

13. Popuni tablicu.

Ion	Lewisova strukturna formula
cijanatni ion	
peroksodisulfatni ion	

ostv.	maks.
	1

Ukupno bodova na stranici **7**:

ostv.	maks.
	4,5

Državno natjecanje iz kemije u šk. god. 2023./2024.
Zadatci za 3. razred srednje škole Zaporka: _____

1. stranica		2. stranica		3. stranica		4. stranica	
	+		+		+		+

5. stranica		6. stranica		7. stranica		**Ukupni bodovi**	
	+		+		=		**40**