

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

DRŽAVNO NATJECANJE IZ KEMIJE

učenici(ka) osnovnih i srednjih škola 2017.
Sveti Martin na Muri, 25–28. travnja 2017.

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: _____

Godina rođenja: _____

Spol: 1. muško

2. žensko (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
1 H 1,008		2 He 4,003															
3 Li 6,941	4 Be 9,012																
11 Na 22,99	12 Mg 24,31																
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 lantanoïdi	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]			

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

POKUS 1**KISELO-BAZNA TITRACIJA**

Cilj: Provesti kiselo-baznu titraciju i na osnovi opažanja i dobivenih podataka odrediti masu natrijeva hidroksida u dobivenom uzorku.

Kemikalije: Otopina klorovodične kiseline, $c(\text{HCl}) = 0,1074 \text{ mol/L}$, uzorak otopine natrijeva hidroksida, otopina metiloranža.

ZADATAK 1. Napišite nazive slijedećeg pribora i posuđa:

**Bireta****Trbušasta
pipeta****Erlenmeyerova
tikvica****Propipeta****Odmjerna
tikvica****Hvataljka za
biretu**

Za svaki naziv pribora 0,5 bodova. $6 \times 0,5 = 3$ boda

KORAK 1. Složite aparaturu za titraciju. Tikvicu s uzorkom otopine natrijeva hidroksida nadopunite s destiliranom vodom do oznake(marke) od 100 mL, tako da donji meniskus otopine bude na oznaci. Okretanjem tikvice desetak puta homogenizirajte otopinu.

KORAK 2. U dvije Erlenmeyerove tikvice odpipetirajte po 25 mL uzorka otopine natrijeva hidroksida. Za pipetiranje upotrijebite trbušastu pipetu od 25 mL i propipetu. U svaku tikvicu stavite po 2 kapi kiselo-baznog indikatora metiloranža i promućkajte sadržaj.

KORAK 3. Biretu učvršćenu za stalak provjerite s destiliranom vodom, tako da ulijete malo vode i okretanjem pipca utvrdite da li pipac propušta i zatvara izlaz vode iz birete.

KORAK 4. Biretu isperite s 2-3 mL otopine klorovodične kiseline. Napunite biretu s otopinom klorovodične kiseline iznad oznake 0 preko staklenog lijevka. Podesite nivo otopine u bireti na 0-oznaku pomoću pipca.

KORAK 5. Postavite Erlenmeyerovu tikvicu sa sadržajem ispod birete i titrirajte sadržaj s otopinom iz birete do prve promjene boje. Zabilježite utrošeni volumen kiseline i unesite u *Tablicu 1*. Rezultati mjerenja. To je orijentacijska titracija. Postupak ponovite još dva puta kao dvije prave titracije. Sve podatke unesite u *Tablicu 1*. Rezultati mjerenja.

ZADATAK 2. Zabilježite opažanja o otopini u Erlenmeyerovoj tikvici nakon provedenog **KORAKA 2**.

Bezbojna otopina poprimila je žutu boju.

0,5 boda

UKUPNO BODOVA NA 1. STRANICI :

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

ZADATAK 3. Zabilježite opažanja u toku titracije u **KORAKU 5.****Promjena boje u toku titracije je iz žute u narančastu****0,5 boda****Do promjene boje došlo je u točki ekvivalencije (neutralizacije)****0,5 boda***Tablica 1.* Rezultati mjerenjaKoncentracija otopine klorovodične kiseline $c(\text{HCl}) =$ _____ mol/LVolumen otopine natrijeva hidroksida za titraciju $V(\text{NaOH}) =$ _____ mL1. titracija orijentacijska $V_1(\text{HCl}) =$ _____ mL2. titracija $V_2(\text{HCl}) =$ _____ mL3. titracija $V_3(\text{HCl}) =$ _____ mLVolumen otopine klorovodične kiseline nakon titracija $V(\text{HCl})_{\text{sr.v.}} =$ _____ mLOpaska: $V(\text{HCl})_{\text{sr.v.}}$ je srednja vrijednost dviju pravih titracija**Za vrijednost svake veličine u tablici 0,5 boda $6 \times 0,5 = 3$ boda**

Račun za masu natrijeva hidroksida u uzorku u mg:

**1 bod**

$m(\text{NaOH})_{25 \text{ mL}} = c(\text{HCl}) \cdot V(\text{HCl}) \cdot M(\text{NaOH})$

1 bod

$m(\text{NaOH})_{25 \text{ mL}} = 0,1074 \text{ mol/L} \cdot 0,0169 \text{ L} \cdot 40 \text{ g/mol}$

$m(\text{NaOH})_{25 \text{ mL}} = 0,0726 \text{ g}$

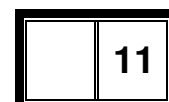
1 bod

$m(\text{NaOH})_{100 \text{ mL}} = 0,2904 \text{ g}$

$m(\text{NaOH})_{100 \text{ mL}} = 290,4 \text{ mg}$

1 bod**Ako je masa natrijeva hidroksida u uzorku izračunata na drugi način, priznaje se 4 boda.**Masa natrijeva hidroksida u uzorku $m(\text{NaOH}) =$ _____ mg**3 boda****Za rezultat lošiji do 10 mg 3 boda. Za 20 mg lošije 2 boda. Za 30 mg lošije 1 bod. Za preko 30 mg lošije bez boda.**

UKUPNO BODOVA NA 2. STRANICI :

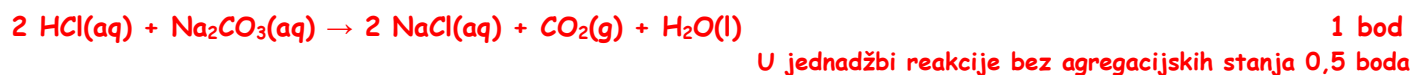


ZADATAK 4. Za pripremu 100 mL otopine natrijeva karbonata izvagana je posudica za vaganje s natrijevim karbonatom na analitičkoj vagi. Masa je bila 32,2009 g. Nakon odsipavanja u odmjernu tikvicu od 100 mL masa je bila 31,1366 g. Izračunajte koncentraciju otopine natrijeva karbonata.

$$c(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{m(\text{Na}_2\text{CO}_3)}{V(\text{Na}_2\text{CO}_3) \cdot M(\text{Na}_2\text{CO}_3)} \quad 1 \text{ bod}$$

$$c(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{1,0643 \text{ g}}{0,1 \text{ L} \cdot 105,99 \text{ g/mol}} = 0,1004 \text{ mol/L} \quad 1 \text{ bod}$$

ZADATAK 5. Za standardizaciju otopine klorovodične kiseline odpipetirano je 10 mL otopine natrijeva karbonata koncentracije 0,1004 mol/L i titrirano s otopinom klorovodične kiseline uz metiloranž do prve promjene boje. Pri tome je utrošeno 18,7 mL otopine klorovodične kiseline. Izračunajte koncentraciju otopine klorovodične kiseline.



$$c(\text{HCl}) = \frac{2 \cdot c(\text{Na}_2\text{CO}_3) \cdot V(\text{Na}_2\text{CO}_3)}{V(\text{HCl})} \quad 1 \text{ bod}$$

$$c(\text{HCl}) = \frac{2 \cdot 0,1004 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 10 \text{ mL}}{18,7 \text{ mL}} = 0,1074 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \quad 1 \text{ bod}$$

POKUS 2.

KEMIJSKI SAT "OLD NASSAU"

Cilj: Provesti kemijske reakcije i na osnovi opažanja i zaključaka odrediti tvari u otopinama **A**, **B** i **C** te napisati odgovarajuće jednadžbe kemijskih reakcija.

Pribor: 2 menzure od 25 ili 50 mL, 2 čaše od 100 mL

Kemikalije: otopina **A**, otopina **B**, otopina **C**

KORAK 6. U čašu **1** od 100 mL odmjerite s menzurom 20 mL otopine **A** i 20 mL otopine **B** i lagano promješajte kružnim pokretima. U čašu **2** od 100 mL odmjerite s menzurom 20 mL otopine **C**.

ZADATAK 6. Zabilježite opažanja o otopinama **A**, **B** i **C**

Otopina **A** _____ **Bezbojna, bistra otopina, bez mirisa** _____ **0,5 boda**

Otopina **B** _____ **Bezbojna, bistra otopina, bez mirisa** _____ **0,5 boda**

Otopina **C** _____ **Bezbojna, bistra otopina, bez mirisa** _____ **0,5 boda**

UKUPNO BODOVA NA 3. STRANICI :

	6,5
--	-----

KORAK 7. Prelijte sadržaj čaše **1** u čašu **2** i uključite štopericu. Pratite promjene boje i nakon svake zabilježite vrijeme. Podatke upišite u *Tablicu 2*. Napravite probe 2. i 3. s volumenima navedenim u *Tablici 2*.

Tablica 2.

Proba	V(A)/mL	V(B)/mL	V(C)/mL	V(H ₂ O)/mL	t_1 /s	t_2 /s	Boja 1	Boja 2
1.	20	20	20	0	3	6	Žuta ili narančasta	crna ili tamno plava
2.	15	15	15	5	6	12	Žuta ili narančasta	crna ili tamno plava
3.	10	10	10	10	11	22	Žuta ili narančasta	crna ili tamno plava

Opaska: Ukupni pojedinačni volumen otopina **A**, **B** i **C** u probama je 20 mL

Za svaki podatak u tablici po 0,5 bodova $12 \times 0,5 = 6$ bodova

Tolerancija u izmjenjenim vremenima je ± 1 s.

Otopine nakon svake probe prelijte u čašu za otpad !

ZADATAK 7. Što zaključujete iz izmjerenih vremena i zapaženih boja u *Tablici 2* ?

Promjena boje ide iz bezbojne 0,5 bod

u žutu ili narančastu, 0,5 bod

a nakon toga u crnu ili tamno plavu. 0,5 bod

Smanjivanjem koncentracija tvari u otopinama

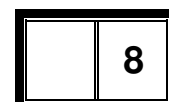
A, B i C povećava se vrijeme potrebno

za promjenu boje.

0,5 bod

Za svaki zaključak po 0,5 boda. $4 \times 0,5 = 2$ boda

UKUPNO BODOVA NA 4. STRANICI :

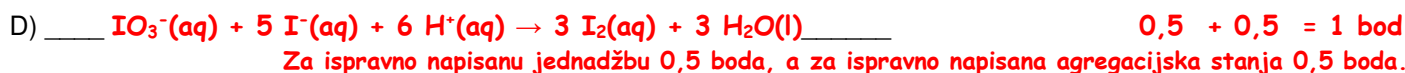


OPIS REAKCIJA

Reakcije koje se odvijaju u ovom eksperimentu su prilično složene, ali slijedeći koraci objašnjavaju opažanja na zadovoljavajući način. A) Natrijev disulfid reagira s vodom i nastaje hidrogensulfid koji B) reducira jodate iz kalijeva jodata u jodidne ione. Kad je koncentracija jodidnih iona toliko velika da prelazi vrijednost produkta topljivosti živina(II) jodida dolazi do njegovog izlučivanja iz C) živina(II) klorida (žuta do narančasta boja) pod uvjetom da postoji višak jodidnih iona. Ako u ovom stupnju ima jodidnih i jodatnih iona odvijat će se redoks reakcija D) u kojoj nastaje elementarni jod i sa škrobom daje crno-plavi kompleks.

ZADATAK 8.

Na osnovi cijelog eksperimenta i gore navedenog pokušajte napisati jednadžbe reakcija u ionskom obliku koje se odvijaju u kemijskom satu "Old Nassau" :



Da bi konačno utvrdili koje su tvari prisutne u otopinama **A**, **B** i **C** načinite još i ova ispitivanja.

KORAK 8. U epruvetu 1 stavite 10 kapi otopine **A** i 10 kapi otopine **C**. Promućkajte sadržaj i zabilježite opažanja.

_____ Otopina je crne ili tamnoplave boje. _____ 0,5 boda

KORAK 9. U epruvetu 2 stavite 10 kapi otopine kalijeva jodida i 10 kapi otopine **B**. Promućkajte sadržaj i zabilježite opažanja.

_____ Izlučuje se talog narančaste boje. _____ 0,5 boda

ZADATAK 9. U otopinama A, B i C prisutne su slijedeće tvari:

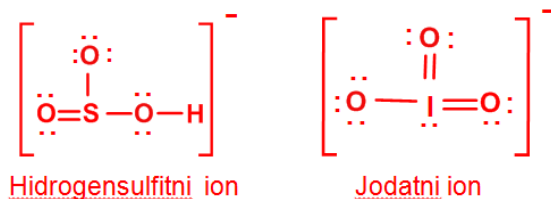
U otopini **A** : _____ Škrob, natrijev disulfid, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ _____ 1 + 1 = 2 boda

U otopini **B** : _____ Živin(II) klorid, HgCl_2 _____ 1 bod

U otopini **C** : _____ Kalijev jodat, KIO_3 _____ 1 bod

UKUPNO BODOVA NA 5. STRANICI :

	9
--	---

ZADATAK 10. Prikažite Lewisovom simbolikom strukture hidrogensulfitnog i jodatnog iona.**Za svaku ispravno napisanu strukturu po 1 bod****2 × 1 = 2 boda**

1. stranica

2. stranica

3. stranica

+

+

4. stranica

5. stranica

6. stranica

Ukupni bodovi

+

+

=

40

UKUPNO BODOVA NA 6. STRANICI :

	2
--	---