

Девета Српска хемијска олимпијада



Сима Лозанић

„Знање хемијско нужно је сваком човеку.“

Београд, 8. јун 2023.

1	1,00794 H 0,28																2	4,00260 He 1,40
2	3 6,941 Li	4 9,01218 Be											5 10,811 B 0,89	6 12,011 C 0,77	7 14,0067 N 0,70	8 15,9994 O 0,66	9 18,9984 F 0,64	10 20,1797 Ne 1,50
3	11 22,9898 Na	12 24,3050 Mg											13 26,9815 Al	14 28,0855 Si 1,17	15 30,9738 P 1,10	16 32,066 S 1,04	17 35,4527 Cl 0,99	18 39,948 Ar 1,80
4	19 39,0983 K	20 40,078 Ca	21 44,9559 Sc	22 47,867 Ti 1,46	23 50,9415 V 1,33	24 51,9961 Cr 1,25	25 54,9381 Mn 1,37	26 55,845 Fe 1,24	27 58,9332 Co 1,25	28 58,6934 Ni 1,24	29 63,546 Cu 1,28	30 65,39 Zn 1,33	31 69,723 Ga 1,35	32 72,61 Ge 1,22	33 74,9216 As 1,20	34 78,96 Se 1,18	35 79,904 Br 1,14	36 83,80 Kr 1,90
5	37 85,4678 Rb	38 87,62 Sr	39 88,9059 Y	40 91,224 Zr 1,60	41 92,9064 Nb 1,43	42 95,94 Mo 1,37	43 (97,905) Tc 1,36	44 101,07 Ru 1,34	45 102,906 Rh 1,34	46 106,42 Pd 1,37	47 107,868 Ag 1,44	48 112,41 Cd 1,49	49 114,818 In 1,67	50 118,710 Sn 1,40	51 121,760 Sb 1,45	52 127,60 Te 1,37	53 126,904 I 1,33	54 131,29 Xe 2,10
6	55 132,905 Cs	56 137,327 Ba	57-71 La-Lu	72 178,49 Hf 1,59	73 180,948 Ta 1,43	74 183,84 W 1,37	75 186,207 Re 1,37	76 190,23 Os 1,35	77 192,217 Ir 1,36	78 195,08 Pt 1,38	79 196,967 Au 1,44	80 200,59 Hg 1,50	81 204,383 Tl 1,70	82 207,2 Pb 1,76	83 208,980 Bi 1,55	84 (208,98) Po 1,67	85 (209,99) At	86 (222,02) Rn 2,20
7	87 (223,02) Fr	88 (226,03) Ra 2,25	89-103 Ac-Lr	104 (261,11) Rf	105 (262,11) Db	106 (263,12) Sg	107 (262,12) Bh	108 (265) Hs	109 (266) Mt	110 (271) Ds	111 (272) Rg	112 (285) Cn	113 (284) Nh	114 (289) Fl	115 (288) Mc	116 (292) Lv	117 (294) Ts	118 (294) Og

Атомски број → 1
 ← Атомска маса
 ← Симбол елемента
 ← Ковалентни полупречник, Å

57 138,906 La 1,87	58 140,115 Ce 1,83	59 140,908 Pr 1,82	60 144,24 Nd 1,81	61 (144,91) Pm 1,83	62 150,36 Sm 1,80	63 151,965 Eu 2,04	64 157,25 Gd 1,79	65 158,925 Tb 1,76	66 162,50 Dy 1,75	67 164,930 Ho 1,74	68 167,26 Er 1,73	69 168,934 Tm 1,72	70 173,04 Yb 1,94	71 174,04 Lu 1,72
89 (227,03) Ac 1,88	90 232,038 Th 1,80	91 231,036 Pa 1,56	92 238,029 U 1,38	93 (237,05) Np 1,55	94 (244,06) Pu 1,59	95 (243,06) Am 1,73	96 (247,07) Cm 1,74	97 (247,07) Bk 1,72	98 (251,08) Cf 1,99	99 (252,08) Es 2,03	100 (257,10) Fm	101 (258,10) Md	102 (259,1) No	103 (260,1) Lr

Задатак 1: Непознати метал

а)	б)	1	2	3	4	5	6	7	Σ 13,5 %
40	20	3	6	2	2	3	3	1	60

Пред вама је узорак непознатог метала М масе _____mg. Ваш задатак је да пратећи овде дата упутства одредите идентитет овог метала.

Узорак метала је затворен у епендорфу (мала пластична посуда) и треба је отворити само када будете спремни за извођење остатка задатка.

Припремите чашу од 250 cm^3 и сипајте око 50 cm^3 дестиловане воде.

Припремите сахатно стакло за покривање чаше. Отворите епендорф и окретањем епендорфа убаците парче метала у припремљену чашу са водом. Одмах покријте чашу сахатним стаклом.

Посматрајте растварање метала и када се оно заврши добијени раствор квантитативно пренесите у нормални суд од 100 cm^3 . Квантитативно преношење подразумева да у потпуности пренесете раствор и да више пута исперете чашу, и све испирке пренесете у нормални суд, при чему водите рачуна да укупна запремина не пређе 100 cm^3 . Допуните нормални суд дестилованом водом до црте и затворите га. Добро промућкајте нормални суд.

Не остављајте добијени раствор дуго изложен атмосфери.

Пред вама се налазе две бирете од 25 cm^3 . Једну напуните раствором сумпорне киселине концентрације $0,0250\text{ moldm}^{-3}$. Другу бирету напуните раствором који сте припремили растварањем метала у води.

Одмерите три узорка раствора сумпорне киселине запремине $10,0\text{ cm}^3$, у ерленмајере од 250 cm^3 .

Пред титрацију раствором метала, додајте три капи раствора фенолфталеина и започните титрацију до појаве ружичасте боје. Запишите утрошену запремину раствора метала. Титрацију поновите укупно три пута.

а) Утрошена запремина раствора метала

$$V_1 = \text{_____ cm}^3$$

$$V_2 = \text{_____ cm}^3$$

$$V_3 = \text{_____ cm}^3$$

б)

1. Напишите општу једначину реакције метала М са водом ако настаје хидроксид у коме је оксидационо стање метала х.

2. Израчунајте колико износи релативна атомска маса метала М. Прикажите поступак. О ком металу се ради?

3. На основу растварања метала у води које сте извели, којој групи метала може да припада метал М?

а) алкални, б) земноалкални, в) племенити, г) прелазни, д) тешки, е) *p*-метали

4. На основу титрације раствора метала, могуће је закључити да не могу да буду следећи метали: (заокружити тачан одговор)

а) баријум, б) литијум, в) магнезијум, г) натријум, д) стронцијум, е) алуминијум, ж) калцијум

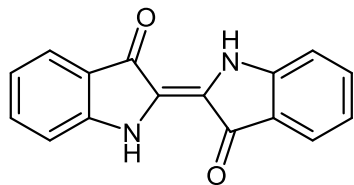
5. Да ли очекујете да бисте титровањем раствора метала који су стајали у контакту са атмосфером добили већу или мању вредност релативне атомске масе метала М? Напишите једначину реакције која се одвија.

6. Стајањем метала на ваздуху долази до прекривања површине метала различитим једињењима. Напишите формуле једињења која сматрате да могу настати. За свако једињење напишите на који начин би утицало на резултат титрације (да ли би се добијала већа или мања вредност релативне атомске масе?). Напишите једначине реакција ових једињења са водом.

7. Предложите на који бисте начин лако у лабораторији проверили идентитет метала М.

Задатак 2: Синтеза индига

а)	б)	1	2	3	4	Σ 13 %
40	20	4	3	7	6	60



индиго

Боја индиго је позната више од 4000 година и добијала се ферментацијом одређених биљака, а и данас се користи за бојење тканина. Крајем 19. века Бајер се бавио синтезом и структуром индига. У овом задатку, полазећи од 2-нитробензалдехида и ацетона извршићете синтезу боје индиго према поступку који је развио Бајер.

Низ реакција које се одвијају су катализоване базом (натријум-хидроксид), а постоји већи број интермедијера.

а) Пребаците у ерленмајер од 100 cm³ садржај епендорфа (мала пластична посуда са поклопцем) са 2-нитробензалдехидом. Растворите га у укупно 10 cm³ ацетона (део ацетона искористите да исперете епендорф, тј. у потпуности пребаците 2-нитробензалдехид у ерленмајер).

Додајте 20 cm³ дестиловане воде и промешајте.

У капима, пластичном Пастеровом пипетом, додајте 2,5 cm³ раствора натријум-хидроксида концентрације 2 moldm⁻³. Након сваких 5-10 капи, суд промућкајте, па наставите са додавањем. У почетку раствор постаје жут, затим тамни и након већ 20-ак секунди долази до грађења тамног талог индига.

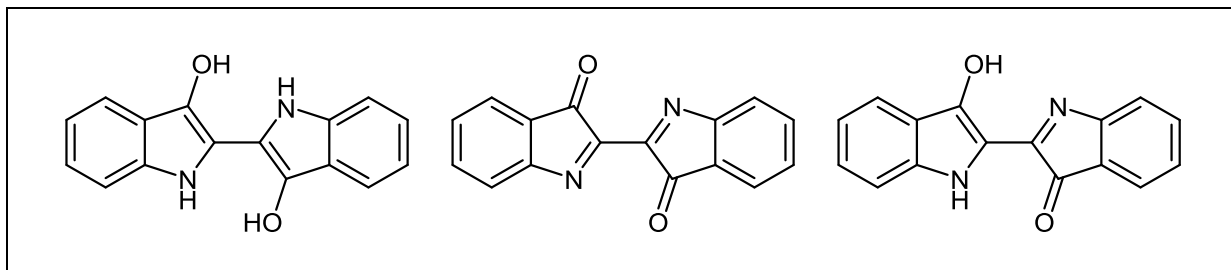
Када сте додали целу количину раствора хидроксида, наставите са мешањем садржаја ерленмајера помоћу стакленог штапића у току 5 минута.

Саставите апаратуру за филтрацију под вакуумом (вакуум-боца, гумени прстен и гуч са синтерованим стаклом). Повежите вакуум-боцу са воденом пумпом, на њу ставите гумени прстен и преко прстена на отвор ставите гуч да добро приањају.

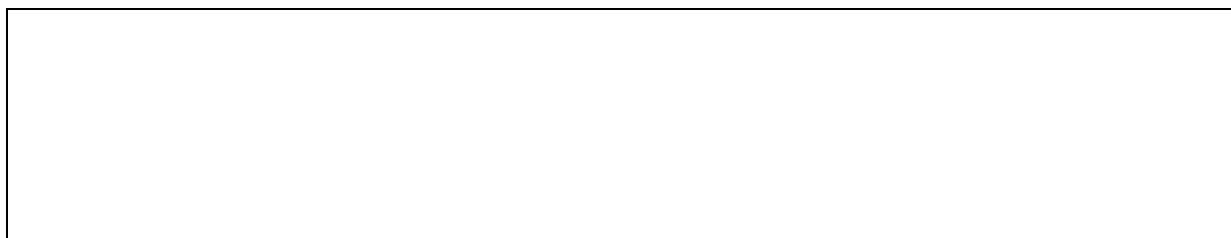
Укључите воду, па процедите талог индига од раствора, тако што ћете прво да одливате раствор, па дестилованом водом исперите талог и пренесите га на гуч. Наставите са испирањем док испирци не постану безбојни (потребно је око 100 cm³). Након испирања дестилованом водом, исперите талог и са 20 cm³ етанола. Пустите да након проласка етанола кроз талог пролази струја ваздуха још 5 минута, па прво извучите црево из вакуум-боце, па искључите воду. Предајте гуч са талогом дежурном.

б)

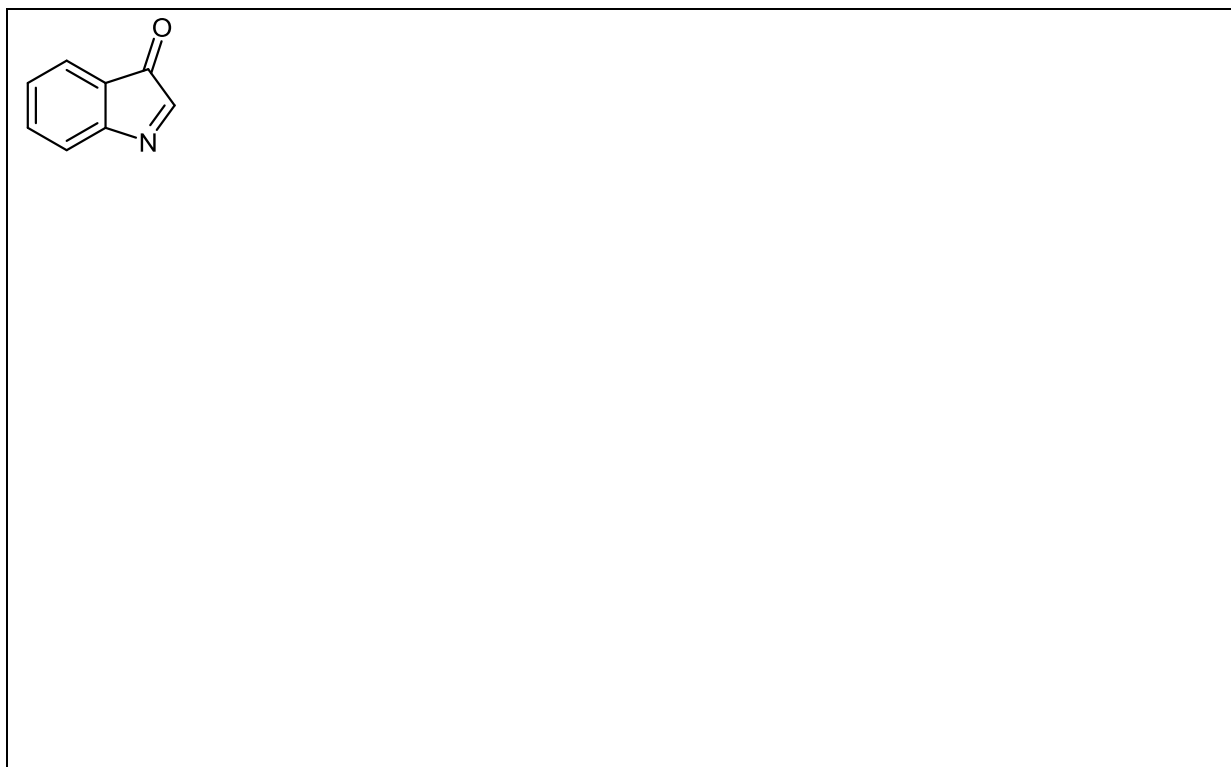
1. Индиго је нерастворан у води, па да би се њиме бојио текстил, прво се преводи у водорастворни, необојени (леуко) облик. Превођење индига у леуко облик се често изводи третманом натријум-дитионитом ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$). Од наведених структура одаберите која може да одговара леуко-облику.



2. У првом кораку реакције, 2-нитробензaldeхид реагује са ацетоном и гради интермедијер $\text{C}_{10}\text{H}_9\text{NO}_3$. Напишите структурну формулу овог интермедијера.



3. Структура једног од интермедијера који се јавља у овој реакцији је приказана доле. Предложите механизам којим долази до грађења индига из овог интермедијера.



4. У биљној врсти *Indigofera tinctoria* L. (Fabaceae) налази се индоксил-глукозид (индикан, $C_{14}H_{17}NO_6$). Индикан се приликом ферментације или аутолизе преводи у једињење А које оксидацијом ваздушним кисеоником даје интермедијер који димеризацијом и даљом оксидацијом даје индиго. Напишите формулу једињења А.

Практични задатак 3.

Укупно 13,5 % поена, сваки јон по 0,75

Доказивање јона

У овој вежби ћете доказати природу девет соли користећи ограничен избор реагенаса. У обзир долазе катјони: Ag^+ , Pb^{2+} , Hg^{2+} , Cu^{2+} , Sn^{2+} , Fe^{3+} , Al^{3+} , Zn^{2+} , Mn^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+} , Ca^{2+} , Ba^{2+} , Mg^{2+} , NH_4^+ , Na^+ , K^+ , а од анјона: Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^- , CO_3^{2-} , CH_3COO^- , HSO_4^- , I^- , OH^- , O^{2-} . На располагању су вам све хемикалије који се налазе на радном месту.

Решење

1 =

2 =

3 =

4 =

5 =

6 =

7 =

8 =

9 =