

საქართველოს განათლებისა და მეცნიერების
სამინისტრო

**ქიმიის 57-ე საერთაშორისო ოლიმპიადისთვის საქართველოს ნაკრები გუნდის წევრების
შესარჩევი კონკურსი**

I ტური

ამოცანები



ამოცანის ავტორები და შემდგენლები:

ელიზბარ ელიზბარაშვილი
თინათინ ბუთხუზი
სოფიკო ფაცაცია
ვახტანგ კურცხალია

ძვირფასო მონაწილეებო

ამოცანების ამოხსნისას გთხოვთ გახსოვდეთ:

- ტურის ხანგრძლივობა შეადგენს 5 (ხუთ) ასტრონომიულ საათს.
- ტესტის მაქსიმალური ქულათა ჯამია 100.
- თითოეული ამოცანის მაქსიმალური ქულა მოცემულია შესაბამისი ამოცანის მარჯვენა კიდეში.
- პასუხები უნდა ჩაიწეროს მხოლოდ პასუხების ფურცელში მოცემულ შესაბამის უჯრებში.
- პასუხი, რომელიც კითხვების ფურცელში იქნება შეტანილი, არ შეფასდება.
- პასუხები დაწერეთ გარკვევით.
- ქიმიური რეაქციის ტოლობებში სტექიომეტრიული კოეფიციენტები გაასწორეთ ორგანული ქიმიის ამოცანების გარდა, თუ ამ უკანასკნელ შემთხვევაში არ არის მითითებული სტექიომეტრიული კოეფიციენტების გასწორების ვალდებულება.
- აუცილებლად მიუთითეთ სიდიდეების განზომილებები, სადაც არის შესაძლებელი.
- შეწყვიტეთ პასუხების გაცემა და დადეთ თქვენი კალამი დროის ამოწურვისთანავე.
- პასუხების ფურცელი და თეორიული ტესტების ფურცელი შეგროვდება წერის დასრულებისას.

გისურვებთ წარმატებას!

ფიზიკური კონსტანტები, ერთეულები, ფორმულები და განტოლებები

გაზის უნივერსალური კონსტანტა	$R = 8.3145 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$
სტანდარტული წნევა	$p^\circ = 1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa} = 750 \text{ mmHg}$
ატმოსფერული წნევა	$1 \text{ atm} = 1.013\times 10^5 \text{ Pa} = 760 \text{ mmHg}$
ცელსიუსის შკალის ნულ წერტილი	273.15 K

შექცევადი ადიაბატური პროცესი იდეალური გაზისათვის	$pV^{1+R/C_V} = \text{const}$
იდეალური გაზის მიერ შესრულებული მუშაობა ადიაბატურ პროცესში	$W = nC_V(T_2 - T_1)$
შინაგანი ენერგიის დამოკიდებულება ტემპერატურაზე	$U(T_2) = U(T_1) + C_V(T_2 - T_1)$
კავშირი მოლურ იზობარულ და იზოქორულ თბოტევადობას შორის იდეალური გაზებისათვის	$C_p = C_V + R$
ჯიბსის ენერგია	$G = H - TS$
კავშირი წონასწორობის კონსტანტასა და სტანდარტულ ჯიბსის ენერგიას შორის	$K = \exp\left(-\frac{\Delta G^\circ}{RT}\right)$
რეაქციის ჯიბსის ენერგიის დამოკიდებულება კონცენტრაციასა და წნევაზე	$\Delta G = \Delta G^\circ + RT \ln \frac{a_{\text{prod}}}{a_{\text{reag}}}$ $a = c / (1 \text{ mol/L})$ ხსნარის სუბსტანციებისათვის, $a = p / (1 \text{ bar})$ გაზებისათვის
ჯიბსის ენერგიის ცვლილება დროში ერთეულ მოცულობაში სისტემისათვის, რომელიც მოიცავს ორ ქიმიურ რეაქციას 1 და 2 შესაბამისი რეაქციის სიჩქარეებით r_1 და r_2	$\frac{\Delta G_{\text{Syst}}}{\Delta t} = \Delta G_1 r_1 + \Delta G_2 r_2$

ელემენტების პერიოდულობის ცხრილი

მაგიდის #: _____

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
	IA	IIA	IIIB	IVB	VB	VIB	VII B	VIII B	VIII B	VIII B	IB	IIB	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA		
1	1 H წყალბადი 1.008	ატომური ნომერი სიმბოლო დასახელება დაუფანდელი ატომური მასა																2 He ჰელიუმი 4.003		
2	3 Li ლითიუმი 6.94	4 Be ბერილიუმი 9.01																		
3	11 Na ნატრიუმი 22.99	12 Mg მაგნიუმი 24.30	H ბაზი	მეტალები არამეტალები კალოგენები კათილგოგირი გაზები																
4	19 K კალიუმი 39.10	20 Ca კალციუმი 40.08	Sc სკანდიუმი 44.96	Ti ტიტანი 47.87	V ვანადიუმი 50.94	Cr კრომი 52.00	Mn მანგანუმი 54.94	Fe რკინა 55.85	Co კობალტი 58.93	Ni ნიკელი 58.69	Cu საინდუმი 63.55	Zn ცინკი 65.38	Ga გალიუმი 69.72	Ge გერმანიუმი 72.63	As არსენი 74.92	Se სელენი 78.97	Br ბრომი 79.90	Kr კრიპტონი 83.80		
5	37 Rb რუბიდიუმი 85.48	38 Sr სტრონციუმი 87.62	Y იტრიუმი 88.91	Zr ზირკონიუმი 91.22	Nb ნიობიუმი 92.91	Mo მოლიბდენი 95.95	Tc ტექნიციუმი 97.91	Ru რუთენიუმი 101.07	Rh როდიუმი 102.91	Pd პალადიუმი 106.42	Ag ვერცხვი 107.87	Cd კადმიუმი 112.41	In ინდიუმი 114.82	Sn კალა 118.71	Sb ანტიმონი 121.76	Te ტელური 127.60	I იოდი 126.90	Xe ქსენონი 131.29		
6	55 Cs ცეზიუმი 132.91	56 Ba ბარიუმი 137.33	57-71 La-Lu ლანთანოიდები	Hf ჰაფნიუმი 178.49	Ta ტანგსტი 180.95	W ვოლფრამი 183.84	Rn რადიუმი 186.21	Os ოსმიუმი 190.23	Ir ირიდიუმი 192.22	Pt პლტინა 195.08	Au ოქრო 196.97	Hg ვარცხნილი 200.59	Tl თალიუმი 204.38	Pb ბიზუტი 207.2	Bi ბისმუტი 208.98	Po პოლონიუმი 208.98	At ასტატი 209.99	Rn რადონი 222.02		
7	87 Fr ფრანსიუმი 223.02	88 Ra რადიუმი 226.03	89-103 Ac-Lr აქტინოიდები	104 Rf რეზერფორდიუმი 261.12	105 Db დუბნიუმი 270.13	106 Sg სიგზგუმი 269.13	107 Bh ბოჰრიუმი 270.13	108 Hs ჰასიუმი 269.13	109 Mt მიტანევიუმი 278.16	110 Ds დავსბიუმი 281.17	111 Rg რადგენიუმი 281.17	112 Cn კოპერნიციუმი 285.18	113 Nh ნიჰონიუმი 286.18	114 Fl ფლორიდუმი 289.19	115 Mc მოსკოვიუმი 289.20	116 Lv ლუვენიუმი 293.20	117 Ts ტანესინი 293.21	118 Og ოგანესონი 294.21		
ლანთანოიდები			57 La ლანთანი 138.91	58 Ce ცერიუმი 140.12	59 Pr პრომიტიუმი 140.91	60 Nd ნეოდუმი 144.24	61 Pm პრომიტიუმი 144.91	62 Sm სამარიუმი 150.36	63 Eu ევროპიუმი 151.96	64 Gd გადოლინიუმი 157.25	65 Tb ტერბიუმი 158.93	66 Dy დისპროსიუმი 162.50	67 Ho ჰოლიმიუმი 164.93	68 Er ერბიუმი 167.26	69 Tm თულიუმი 168.93	70 Yb იტერბიუმი 173.05	71 Lu ლუთეციუმი 175.00			
აქტინოიდები			89 Ac აქტინიუმი 227.03	90 Th თორიუმი 232.04	91 Pa პროტაქტინიუმი 231.04	92 U ურანი 238.03	93 Np ნეპტუნიუმი 237.05	94 Pu პლუტონიუმი 244.06	95 Am ამერიციუმი 243.06	96 Cm კიურიუმი 247.07	97 Bk ბერკლიუმი 247.07	98 Cf კალეფორნიუმი 251.08	99 Es აინსტაინიუმი 252.08	100 Fm ფერმიუმი 257.10	101 Md მიდელენდიუმი 258.10	102 No ნოবেლიუმი 259.10	103 Lr ლორენსიუმი 262			



WWW.CHEMISTRY.GE
WWW.CHEMCLUB.EDU.GE



დაბეჭდილია კოალისიის „განათლება ყველასათვის - საქართველო“ ორგანიზაციის განვითარების მხარდაჭერაზე მიმართული გრანტის ფარგლებში

ამოცანა 1. ანალიზის კლასიკური მეთოდები

დავალება	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	სულ
ქულა	2	3	6	4	3	18

1.1. ნეიტრალიზაციის რეაქცია

1.217 გ კომერციული KOH-ის ნიმუში, რომელიც დაბინძურებული იყო კალიუმის კარბონატით, გახსნეს წყალში და მიღებული ხსნარი განაზავეს 500.0 მლ-მდე. ამ ხსნარის 50.00 მლ ალიქვოტი დაამუშავეს 40.00 მლ 0.05304 M კონცენტრაციის HCl-ით და აღუღეს ნახშირორჟანგის მოცილების მიზნით. ჭარბი მჟავის გატიტრებაზე ფენოლფტალეინის თანაობისას დაიხარჯა 4.74 მლ 0.04983 M ნატრიუმის ტუტის ხსნარი. საწყისი ხსნარიდან აიღეს კიდევ 50.00 მლ ალიქვოტი, დაამატეს ნეიტრალური მყარი BaCl₂ ჭარბად, კარბონატის სრული დალექვის მიზნით. კარბონატის მოცილების შემდეგ ხსნარი გატიტრეს 0.05304 M კონცენტრაციის HCl-ით. ეკვივალენტობის წერტილის მიღწევაზე დაიხარჯა 28.56 მლ მჟავა. გამოთვალეთ საწყის ნიმუშში კალიუმის ტუტის, კალიუმის კარბონატის და წყლის პროცენტული შემცველობა. ჩათვალეთ რომ საწყისი ნიმუში არ შეიცავდა სხვა ნივთიერებებს.

პირველი ალიქვოტისთვის,

დახარჯული HCl რაოდენობა = მმოლი NaOH + მმოლი KOH + (2 x მმოლი K₂CO₃)

$$\text{მმოლი KOH} + (2 \times \text{მმოლი K}_2\text{CO}_3) = \left(\frac{0.05304 \text{ მმოლი HCl}}{\text{მლ}} \times 40.00 \text{ ml HCl} \right) - \left(\frac{0.04983 \text{ მმოლი NaOH}}{\text{მლ}} \times 4.74 \text{ მლ NaOH} \right) \\ = 1.8854 \text{ მმოლი}$$

მეორე ალიქვოტისთვის,

$$\text{HCl რაოდენობა} = \text{მმოლი KOH} = \frac{0.05304 \text{ მმოლი HCl}}{\text{მლ}} \times 28.56 \text{ მლ HCl} = 1.5148 \text{ მმოლი HCl (KOH)}$$

$$\text{K}_2\text{CO}_3 \text{ -ს რაოდენობა} = \frac{1.8854 \text{ მმოლი} - 1.5148}{2} = 0.1853 \text{ მმოლი}$$

$$\text{KOH პროცენტულობა} = \frac{1.5148 \text{ მმოლი KOH} \times \frac{56.11 \text{ გ KOH}}{1000 \text{ მმოლი}}}{(1.217 \text{ გ} \times \frac{50 \text{ მლ}}{500 \text{ მლ}})} \times 100\% = 69.84\%$$

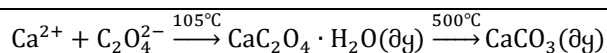
$$\text{K}_2\text{CO}_3 \text{ -ის პროცენტულობა} = \frac{0.18530 \text{ მმოლი K}_2\text{CO}_3 \times \frac{138.21 \text{ გ K}_2\text{CO}_3}{1000 \text{ მმოლი}}}{1.217 \text{ გ} \times \frac{50 \text{ მლ}}{500 \text{ მლ}}} \times 100\% = 21.04\%$$

$$100\% - (69.84\% + 21.04\%) = 9.12\% \text{ H}_2\text{O}$$

1.2. გრავიმეტრია

უცნობ მინერალში კალიუმის შემცველობის განსაზღვრის მიზნით, კარგად დაქუცმაცებული მინერალის ნიმუში (0.6324 გ) გახსნეს 25 მლ აღუღებულ 4 M HCl-ის ხსნარში და განაზავეს 175 მლ წყლით, რომელიც შეიცავდა 2 წვეთ მეთილწითელის ინდიკატორს. ხსნარი გააცხელეს 100 °C-მდე და კალიუმის ოქსალატის დალექვის მიზნით ნელ-ნელა დაამატეს 2.0 გ ამონიუმის კარბონატის შემცველი 50 მლ თბილი ხსნარი. მიღებულ ხსნარს დაამატეს 6 M ამიაკის ხსნარი ნეიტრალური ან სუსტი ტუტე არის მიღებამდე, რაც ინდიკატორის ფერი ცვლილებით შემჩნეოდა. მიღებული ნარევი გააცივეს ნელა გაფილტრეს მინის ფილტში. ნალექი ჩარეცხეს 0.1 %-იანი ამონიუმის კარბონატის ხსნარით იქამდე, ვიდრე ფილტრატი აღარ აჩვენებდა ქლორიდ იონების შემცველობას, ვერცხლის ნიტრატით შემოწმებისას. მინის ფილტრი

ნალექიანად ჯერ გააშრეს 105 °C-ზე 1 საათის განმავლობაში და შემდეგ კი 500 °C-ზე ღუმელში 2 საათის განმავლობაში. მუდმივ წონამდე მიყვანის შემდეგ მინის ფილტრის მასა კალციუმის კარბონატით აღმოჩნდა 18.5467 გ. ცარიელი მინის ფილტრის მასა იყო 18.231 გ. დაწერეთ ამ დროს მიმდინარე რეაქციის ტოლობები და გამოთვალეთ საწყის ნიმუშში კალციუმის პროცენტული შემცველობა.



$$m(\text{CaCO}_3) = 18.5467 - 18.2311 = 0.3156 \text{ გ}$$

$$n(\text{CaCO}_3) = n(\text{Ca}) = \frac{0.3156}{100} = 3.156 \times 10^{-3} \text{ მოლი}$$

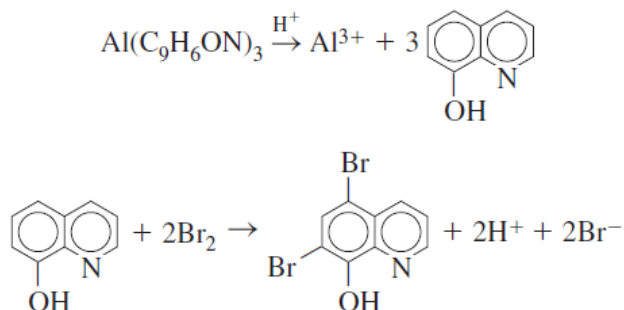
$$m(\text{Ca}) = 3.156 \times 10^{-3} \times 40 = 0.1262 \text{ გ}$$

$$\% = \frac{0.1262}{0.6324} \times 100 = 19.96\%$$

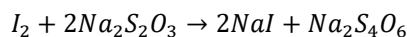
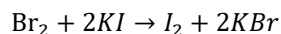
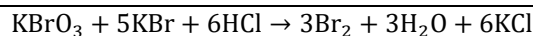
1.3. იოდმეტრია

კალიუმის ბრომატი, KBrO_3 , არის პირველადი სტანდარტი რომელიც გამოიყენება ბრომის გამოყოფისთვის მკაფა არეში კალიუმის ბრომიდთან ურთიერთქმედებისას.

ალუმინის შემცველობის განსაზღვრის მიზნით, უცნობი საანალიზო ხსნარი დაამუშავეს 8-ჰიდროქსიკინოლონით (ოქსინი) $\text{pH} = 5$ -ზე ალუმინის ოქსინატის დალექვის მიზნით, $\text{Al}(\text{C}_9\text{H}_6\text{ON})_3$. მიღებული ნალექი გარეცხეს, გახსნეს მარილმკაფას ხსნარში, რომელიც შეიცავდა ჭარბ კალიუმის ბრომიდს (KBr), და დაამუშავეს 25.00 მლ 0.020 M KBrO_3 -ის ხსნარით.



ჭარბი ბრომი ალაღვინეს KI -ით და გამოყოფილი იოდი გატიტრეს 8.83 მლ 0.05113 M ნატრიუმის თიოსულფატის ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) ხსნარით სახამებლის თანაობისას. დაწერეთ ყველა რეაქციის ტოლობა და გამოთვალეთ რამდენი მილიგრამი ალუმინი იყო საანალიზო ხსნარში.



$$n(\text{KBrO}_3) = n(\text{BrO}_3^-) = 25.00 \times 0.020 = 0.500 \text{ მმოლი}$$

$$n(\text{Br}_2) = 1.500 \text{ მმოლი (ჯამური)}$$

$$n(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = 8.83 \times 0.05113 = 0.4515 \text{ მმოლი}$$

$$n(I_2) = 0.2257 \text{ მმოლი}$$

$$n(Br_2) = 0.2257 \text{ მმოლი (კალიუმის იოდიდთან რეაქციაში)}$$

$$n(Br_2) = 1.500 - 0.2257 = 1.2743 \text{ მმოლი}$$

$$n(8 - \text{ჰიდროქსიქინოლინი}) = 0.6372 \text{ მმოლი}$$

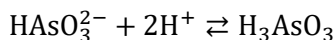
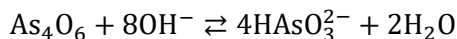
$$n(Al) = 0.2124 \text{ მმოლი}$$

$$m(Al) = 5.735 \text{ გ}$$

1.4. პერმანგანატმეტრია

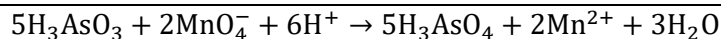
ნაწილი 1.

კალიუმის პერმანგანატი აქტიურად გამოიყენება ქიმიურ ანალიზში. გამოყენების წინ აუცილებელია მისი სტანდარტიზაცია, ამისთვის კი ერთ-ერთ პირველად სტანდარტს წარმოადგენს დარიშხან (III)-ის ოქსიდი (As_4O_6). MnO_4^- -ის სტანდარტიზაციის მიზნით As_4O_6 გახსნეს ტუტეში და შემდეგ გატიტრეს კალიუმის პერმანგანატის ხსნარით ძლიერ მჟავა არეში.



წარმოქმნილი H_3AsO_3 იტიტრება კალიუმის პერმანგანატით ძლიერი მჟავა არეში, რა დროსაც პერმანგანატ-იონი აღდგება Mn^{2+} -მდე და მიიღება მჟავა, რომელშიც დარიშხანის ჟანგვის რიცხვი მაქსიმალურია.

ა) დაწერეთ მიმდინარე რეაქციის იონური გათანაბრებული ტოლობა.



ბ) ანალიზის შედეგად დადგინდა რომ 0.1468 გ As_4O_6 გატიტრვაზე დაიხარჯა 29.98 მლ კალიუმის პერმანგანატის ხსნარი. გამოთვალეთ კალიუმის პერმანგანატის ხსნარის მოლური კონცენტრაცია.

$$n(As_4O_6) = \frac{0.1468}{396} = 3.71 \times 10^{-4} \text{ მოლი}$$

$$n(H_3AsO_3) = 1.484 \times 10^{-3} \text{ მოლი}$$

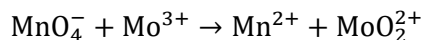
$$n(MnO_4^-) = 0.5936 \text{ მმოლი}$$

$$C(KMnO_4) = \frac{0.5936}{29.98} = 0.01980 \text{ მოლი/ლ}$$

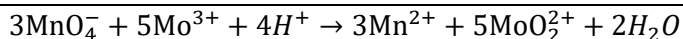
ნაწილი 2.

სტანდარტიზებული კალიუმის პერმანგანატის ხსნარი გამოიყენეს ხსნარში მოლიბდატ იონის (MoO_4^{2-}) განსაზღვრის მიზნით.

25.00 მლ საანალიზო ხსნარი შეიცავდა მოლიბდატ იონს (MoO_4^{2-}), რომლის შემცველობის განსაზღვრის მიზნით მოლიბდატ იონი ჯერ აღადგინეს მოლიბდენ (III)-მდე (Mo^{3+}), ხოლო შემდეგ მიღებული ხსნარი გატიტრეს კალიუმის პერმანგანატით მჟავა არეში ღია ვარდისფერი შეფერილობის წარმოქმნამდე.



ა) გაათანაბრეთ რეაქცია



ბ) გატიტრაზე დაიხარჯა 0.0103 M კალიუმის პერმანგანატის 16.43 მლ.

გამოთვალეთ საწყის ხსნარში მოლიბდატ იონის მოლური კონცენტრაცია.

$$n(\text{MnO}_4^-) = 0.0103 \times 16.43 = 0.1692 \text{ მმოლი}$$

$$n(\text{Mo}^{3+}) = 0.2822 \text{ მმოლი}$$

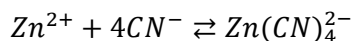
$$n(\text{Mo}^{3+}) = n(\text{MoO}_4^{2-}) = 0.2822 \text{ მმოლი}$$

$$C(\text{MoO}_4^{2-}) = \frac{0.2822}{25.00} = 0.01129 \text{ მოლი/ლ}$$

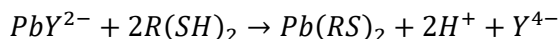
1.5. კომპლექსონომეტრია

კომპლექსონომეტრული გატიტრა საშუალებას იძლევა ნარევი განისაზღვროს ერთდროულად არსებული რამდენიმე კატიონის შემცველობა შესაბამისი პირობების შექმნით. ერთ-ერთი საუკეთესო რეაგენტი, რომელსაც დიდი გამოყენება აქვს ანალიზურ ქიმიაში არის EDTA (ეთილენდიამინტეტრამარმჟავა), რომელიც ნებისმიერი მუხტის მქონე კატიონთან წარმოქმნის კომპლექსს 1:1 თანაფარდობით.

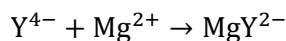
ერთ ნიმუშში ტყვიის, მაგნიუმის და თუთიის განსაზღვრა შესაძლებელია ორი გატიტრით, სტანდარტული EDTA-ს ხსნარით და სტანდარტული Mg^{2+} , ის ხსნარით. პირველ ეტაპზე ნიმუშს ამუშავებენ NaCN-ით რომელიც ნიღბავს თუთიის იონებს და რაც ხელს უშლის მათ მოქმედებას EDTA-სთან.



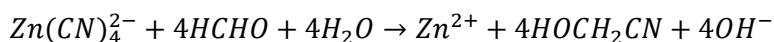
ტყვიის და მაგნიუმის იონების იტიტრება სტანდარტული EDTA-ს ხსნარით. ეკვივალენტობის წერტილის მიღწევის შემდეგ, ხსნარს ემატება სხვა კომპლექსწარმოქმნელი (2,3 დიმერკაპტო-1-პროპანოლი) რომელიც შემოკლებით იწერება როგორც $\text{R}(\text{SH})_2$. ბიდენტატური ლიგანდი წარმოქმნის ტყვიასთან უფრო მდგრად კომპლექსს (PbY^{2-}), ვიდრე ტყვია EDTA (Y^{4-})-სთან



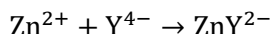
გამოყოფილი ლიგანდი Y^{4-} , იტიტრება მაგნიუმის ცნობილი კონცენტრაციის ხსნარით.



საბოლოოდ შენიღბულ თუთიას ემატება ფორმალდეჰიდი



და გამოყოფილი თუთია იტიტრება ისევ EDTA-ს სტანდარტული ხსნარით.



მაგნიუმის და ტყვიის იონების გატიტვრაზე დაიხარჯა 42.22 მლ 0.02064 M EDTA-ს ხსნარი. Y^{4-} -ის გატიტვრაზე დაიხარჯა 19.35 მლ 0.007657 M მაგნიუმის სტანდარტული ხსნარი. ფორმალდეჰიდის დამატების შემდეგ გამოყოფილი თუთიის გატიტვრაზე დაიხარჯა 28.63 მლ EDTA-ს ხსნარი. გამოთვალეთ თითოეული ელემენტის პროცენტული შემცველობა 0.4085 გ საწყის ნიმუშში.

$$n(Pb^{2+} + Mg^{2+}) = 42.22 \times 0.02064 = 0.87142 \text{ მმოლი}$$

$$n(Pb^{2+}) = 19.35 \times 0.007657 = 0.14816 \text{ მმოლი}$$

$$n(Mg^{2+}) = 0.87142 - 0.14816 = 0.72326 \text{ მმოლი}$$

$$n(Zn^{2+}) = 28.63 \times 0.02064 = 0.59092 \text{ მმოლი}$$

$$\%(Pb^{2+}) = \frac{0.14816 \times 10^{-3} \times 207}{0.4085} = 7.51\%$$

$$\%(Mg^{2+}) = \frac{0.72326 \times 10^{-3} \times 24}{0.4085} = 4.25\%$$

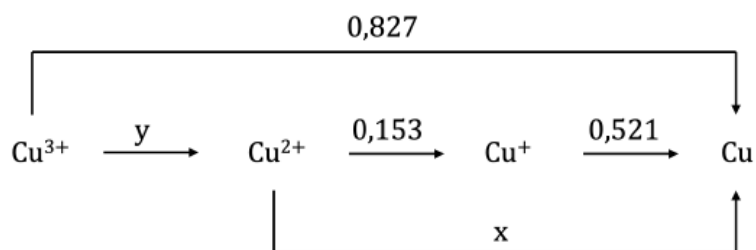
$$\%(Zn^{2+}) = \frac{0.59092 \times 10^{-3} \times 65}{0.4085} = 9.40\%$$

ამოცანა 2. ელექტროქიმია

დავალება	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	სულ
ქულა	2	2	3	5	6	5	2	25

სპილენძი ერთ-ერთი ყველაზე მეტად გამოყენებადი მეტალია. იგი გამოიყენება როგორც სუფთა, ისე სხვა მეტალებთან შენადნობების სახით. სპილენძი ძირითადად წარმოქმნის Cu^+ და Cu^{2+} იონებს, თუმცა მისი Cu^{3+} და Cu^{4+} იონები გვხვდება კომპლექსურ ნაერთებში.

ქვემოთ ნაჩვენებია ლათიმერის დიაგრამა ($pH = 0$).



2.1. განსაზღვრეთ x და y მნიშვნელობები

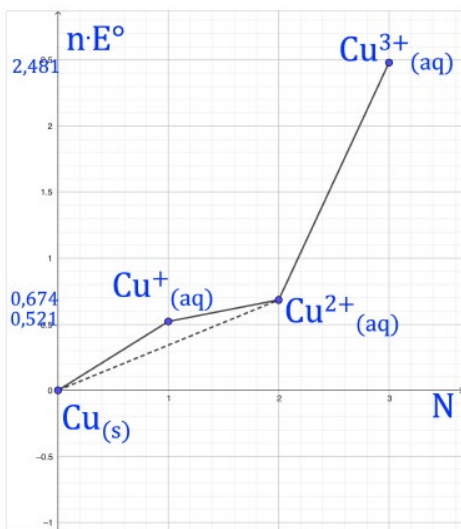
$$2x = 0.153 + 0.521$$

$$x = 0.337$$

$$3 \cdot 0.827 = y + 0.153 + 0.521$$

$$y = 1.807$$

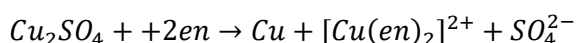
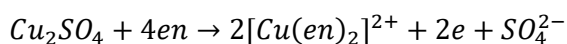
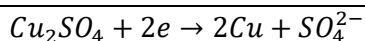
2.2. ქვემოთ მოცემულ ფროსტის დიაგრამაზე აჩვენეთ ოთხივე ნაწილაკი. აჩვენეთ რომ Cu^+ დისპროპორციონირებს.



მიმდინარეობს დისპროპორციონირება.

როდესაც სპილენძ (I)-ის სულფატი შეურიეს ხელატურ ლიგანს ეთან-1,2-დიამის ('en'), ერთდროულად წავიდა კომპლექსწარმოქმნის და დისპროპორციონირების რეაქცია. რეაქციის პროდუქტებია სპილენძ(II)-ის ხელატური კომპლექსი, კოორდინაციული რიცხვით 4 და სპილენძი.

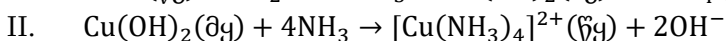
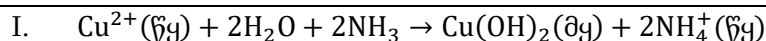
2.3. დაწერეთ ამ დროს მიმდინარე ჟანგვის და აღდგენის სქემები და საერთო ჟანგვა-აღდგენის რეაქცია კომპლექსწარმოქმნის რეაქციასთან ერთად.

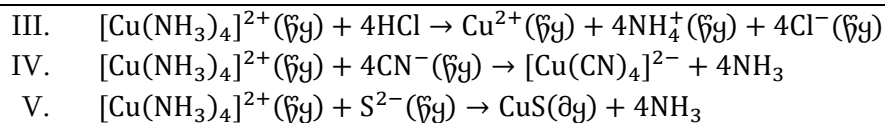


აირადი ამიაკი გაატარეს Cu^{2+} -ის იონების შემცველ ღია ცისფერი ფერი ხსნარში.

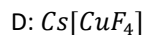
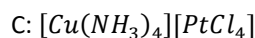
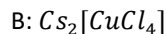
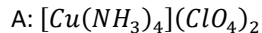
- I. თავდაპირველად შეინიშნებოდა უხსნადი სპილენძ (II)-ის ჰიდროქსიდის წარმოქმნა.
- II. ამიაკის შემდგომი დამატებით ნალექი გაიხსნა და წარმოიქმნა მუქი ლურჯი ტეტრაამინო სპილენძ (II)-ის კომპლექსი.
- III. მიღებულ ხსნარში მარილმჟავის დამატებით ხსნარი ისევ ხდება ღია ცისფერი ფერის.
- IV. თუ ტეტრაამინო სპილენძ (II)-ის კომპლექსს დაემატება NaCN-ის ხსნარი, მიიღება უფრო ხსნარი.
- V. თუ ტეტრაამინო სპილენძ (II)-ის კომპლექსის ხსნარს დაემატება სულფიდ-იონების შემცველი ხსნარი, მიიღება შავი ფერის ნალექი.

2.4. დაწერეთ I-V რეაქციების გათანაბრებული ტოლობები





სპილენძი წარმოქმნის მრავალფეროვან კომპლექსურ ნაერთებს. მაგალითად,



2.5. უპასუხეთ პასუხების გრაფაში მოცემულ კითხვებს ამ ნაერთების შესახებ

- დაწერეთ A ნაერთის სახელწოდება
ტეტრამინოსპილენ(II)-ის პერქლორატი
- დაწერეთ B ნაერთის სახელწოდება
ცეზიუმის ტეტრაქლორიდკუპრატ(II)
- ზემოთ მოცემული ნაერთებიდან რომელია ანიონური კომპლექსური ნაერთი
B და D
- რას უდრის სპილენძის ჟანგვის რიცხვი D ნაერთში.
+3
- რას უდრის პლატინის ჟანგვის რიცხვი C ნაერთში.
+2
- დაწერეთ C ნაერთის იზომერის ფორმულა.
 $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4][\text{CuCl}_4]$

მომზადეს ორი ხსნარი. პირველში 1 მმოლი სპილენძ (II)-ის ნიტრატი გახსნეს წყალში 100 მლ წყალში და მეორეში 1 მმოლი სპილენძ (II)-ის ნიტრატი გახსნეს ამიაკის ხსნარში ($C = 1.04$ მოლი/ლ). დამზადებული

ხსნარები შეურიეს კონცენტრაციული ელემენტის (cell) მისაღებად სპილენძის ელექტროდების გამოყენებით. გაზომილი ძაბვა (25°C-ზე) აღმოჩნდა 384 მვ (mV).

2.6. გამოთვალეთ კომპლექსის კომპლექსწარმოქმნის მუდმივა β

$$\Delta E = E^0 - \frac{RT}{zF} \cdot \ln \frac{1}{[Cu^{2+}]_{H_2O}} - \left(E^0 - \frac{RT}{zF} \cdot \ln \frac{1}{[Cu^{2+}]_{NH_3}} \right) = \frac{RT}{zF} \left(\ln \frac{1}{[Cu^{2+}]_{NH_3}} - \ln \frac{1}{[Cu^{2+}]_{H_2O}} \right) = 0.384 V$$

$[Cu^{2+}]_{NH_3} = 1.04 \cdot 10^{-15}$ მოლი/ლ $\ll 0.01$, Cu^{2+} -ის ძირითადი რაოდენობა არის კომპლექსში,

$$[Cu - \text{კომპლექსი}] \approx c_0(Cu^{2+}) = 0.01M$$

$$[NH_3] = c_0(NH_3) - 4c(Cu - \text{კომპლექსი}) = 1M$$

$$\beta = \frac{[Cu(NH_3)_4]^{2+}}{[Cu^{2+}][NH_3]^4} = \frac{0.01}{1.04 \cdot 10^{-15} \cdot 1^4} \approx 10^{13}$$

2.7. **D** კომპლექსის ლიგანდის ველის გახლეჩვის ენერგიაა 252 კჯ/მოლი. გამოთვალეთ შთანთქმული სინათლის ტალღის სიგრძე.

$$\Delta_0 = 252 \frac{\text{კჯ}}{\text{მოლი}} = 2.52 \cdot 10^5 \frac{\text{ჯ}}{\text{მოლი}}$$

$$\lambda = \frac{N_A \cdot h \cdot c}{\Delta_0} = \frac{6.022 \cdot 10^{23} \cdot 6.626 \cdot 10^{-34} \cdot 3.00 \cdot 10^8}{2.52 \cdot 10^5} = 4.75 \times 10^{-7} = 475 \text{ nm}$$

ამოცანა 3. აგაროსპიროლი

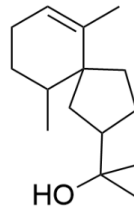
დავალება	1.1	1.2	1.3	1.4	სულ
ქულა	2	16	10	24	52

აგარის ხეს "ღმერთების ხის" სახელწოდებით მოიხსენიებენ. ის უნიკალური სურნელებითა და თვისებებით გამოირჩევა. განსაკუთრებით პოპულარულია არაბულ ქვეყნებში, სადაც ის "ოუდის" სახელწოდებითაა ცნობილი.

საინტერესოა ის ფაქტი, რომ ოუდი მცენარე აკვილარიისგან (*Aquilaria* მხოლოდ ობის ერთ-ერთი სახეობის (*P. parasitica*) სოკოთი დაინფიცირების შემდეგ მიიღება. ამიტომ მცენარეს ჯერ აავადებენ, ხოლო შემდეგ ჭრიან.



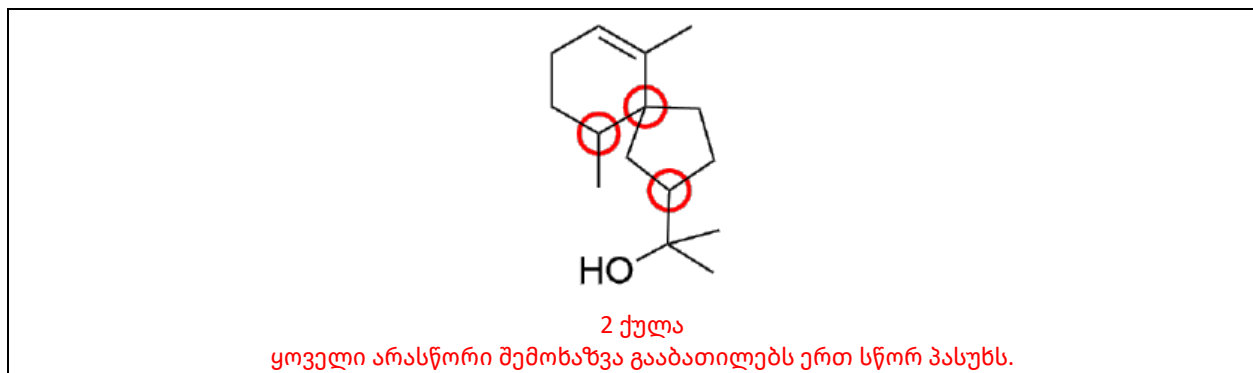
აგარის ხეში ნაპოვნი ერთ-ერთი სურნელოვანი ნივთიერებაა ე.წ აგაროსპიროლი (Agarospirol). ქვემოთ მოცემულია ბუნებრივი აგაროსპიროლის ერთ-ერთი იზომერის ფორმულა სტერეოქომიის გარეშე:



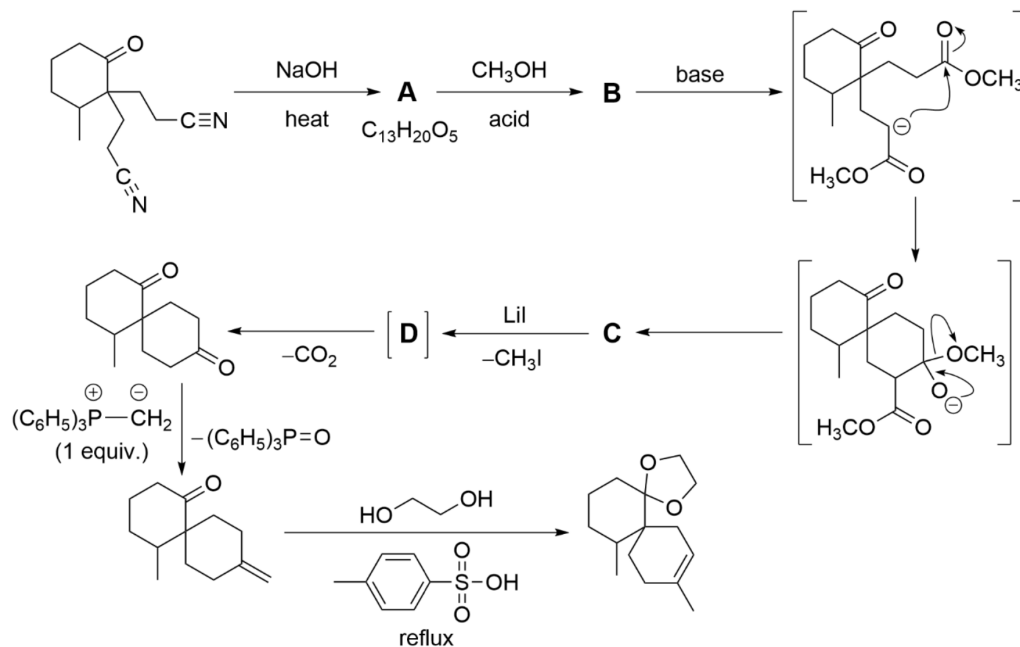
აგაროსპიროლი

აგაროსპიროლი სპირო ნაერთია, რომელშიც ორ ციკლი ერთმანეთს ერთი ნახშირბადატომით უკავშირდება. მისი სინთეზი შესაძლებელია ლაბორატორიაში, რითაც შესაძლებელია თავიდან იქნას აცილებული ხეების ხელოვნურად დაინფიცირება და მოჭრა.

3.1. შემოხაზეთ აგაროსპიროლის სტერეოცენტრ(ებ)ი.



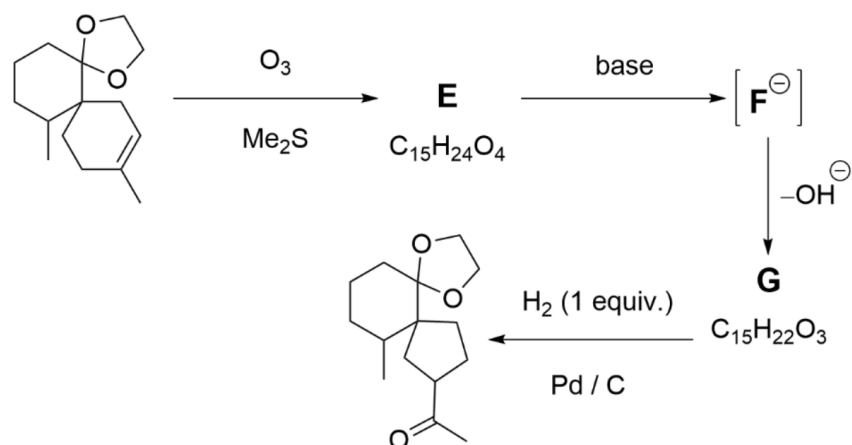
აგაროსპიროლის სინთეზის პირველი ნაწილი მოცემულია სქემაზე. **B** ნივთიერება დეპროტონირდება ტუტე არეში ანიონის წარმოქმნით, რომლის ციკლიზაციით წარმოიქმნება **C** ნაერთი.



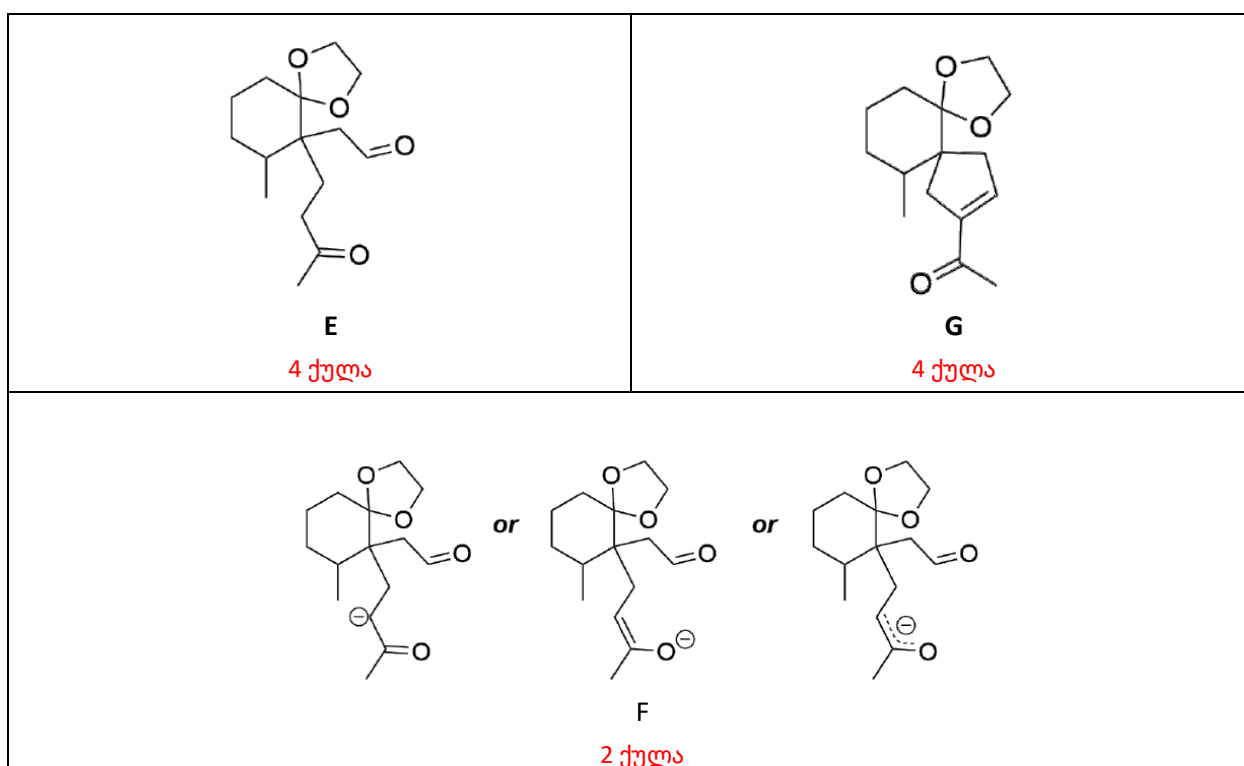
3.2. დაწერეთ **A**, **B**, **C** და შუალედური ნივთიერება **D**-ს სტრუქტურული ფორმულები. სტერეოქიმიის მითითება არაა აუცილებელი.

A 4 ქულა	B 4 ქულა
C 4 ქულა	D 4 ქულა

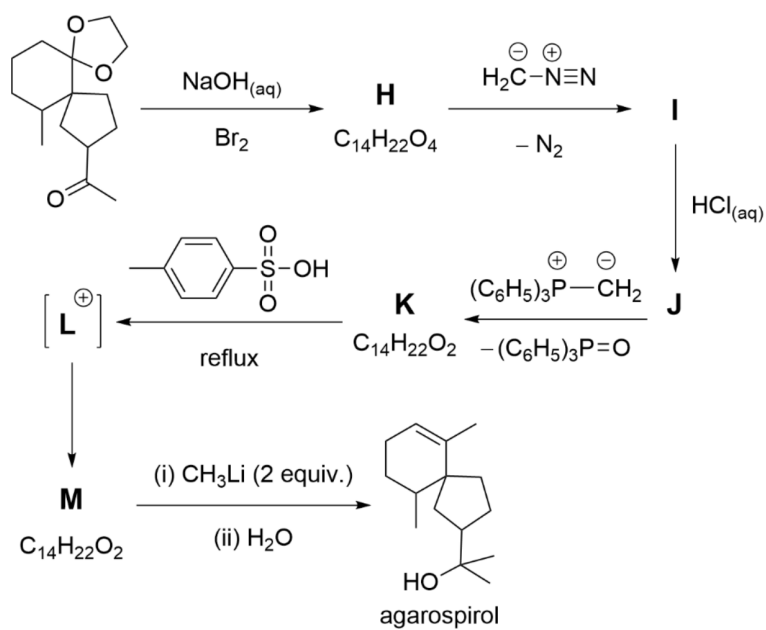
სინთეზის შემდეგ ეტაპზე ოზონოლიზით წარმოიქმნება ნაერთი **E**, რომელიც ტუტე არეში იძლევა შუალედურ ანიონს **F**-ს, ხოლო ამ უკანასკნელის ციკლიზაციითა და დეჰიდრატაციით მიიღება **G** ნივთიერება.



3.3. დაწერეთ **E** და **G** ნივთიერებებისა და **F** ანიონის სტრუქტურული ფორმულები.

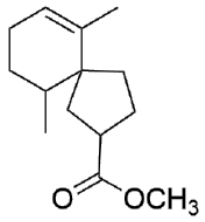


სინთეზის საბოლოო ეტაპი მოცემულია ქვემოთ. ნივთიერებები **K** და **M** ერთმანეთის იზომერები არიან. **K** ნივთიერებიდან **M** იზომერის მიღებამდე მჭავა კატალიზატორის თანაობისას მიიღება კატიონი L^+ .

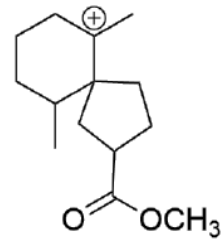


3.4. დაწერეთ **H**, **I**, **J**, **K**, **M** და შუალედური კატიონის L^+ სტრუქტურული ფორმულები.

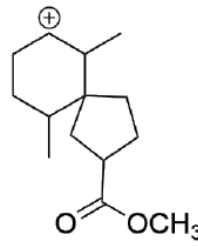
H 4 ქულა	I 4 ქულა
J 4 ქულა	K 4 ქულა



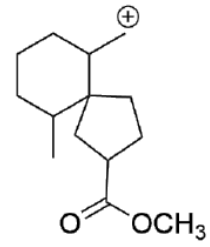
M
4 ქულა



4 ქულა



or



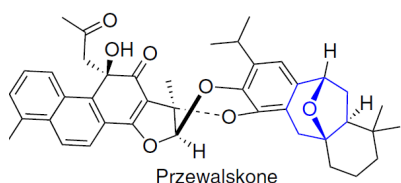
2 ქულა

L⁺

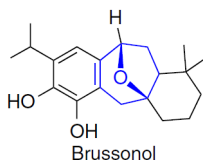
ამოცანა 4. პლატენსიმიცინი

დავალება	2.1	სულ
ქულა	52	52

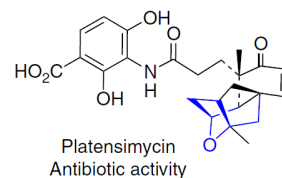
ტრიციკლური აღნაგობის ნაერთი ბენზოქსა[3.2.1]ოქტანის ჩონჩხი უამრავ ბიოლოგიურად აქტიურ და ტოქსიკური ნაერთის მოლეკულაში გვხვდება, როგორიცაა მაგალითად პრევეალსკონი და ბრუსონოლი. იგი ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი პრეკურსორია ანტიბიოტიკის პლატენსიმიცინის სინთეზში. ბოლო ათწლეულების განმავლობაში, ამ ჩონჩხის მქონე მოლეკულების მნიშვნელოვანმა ბიოლოგიურმა აქტივობამ და პოტენციურმა ფარმაცევტულმა ღირებულებამ აიძულა ქიმიკოსები შეემუშავებინათ მისი აგების რამდენიმე მეთოდი. ერთ-ერთი ყველაზე ეფექტური გზა 5-ბრომ-1-იზოპროპილ-2,3-დიმეთოქსიბენზოლიდან მოცემულია ქვემოთ სქემებზე.



პრევეალსკონი



ბრუნოსოლი

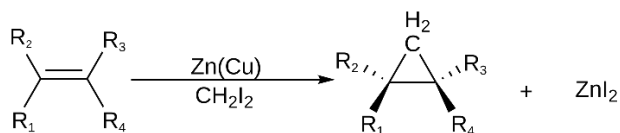


პლატენსიმიცინი
ანტიბიოტიკი

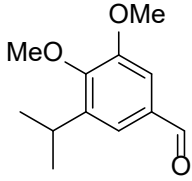
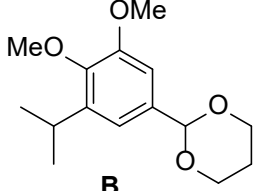
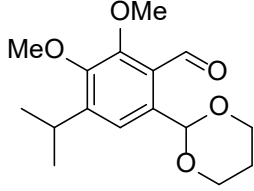
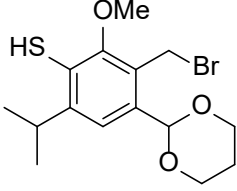
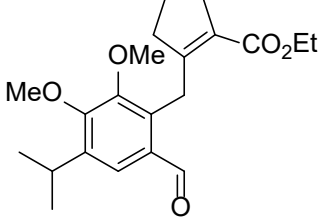
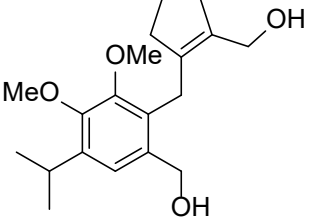
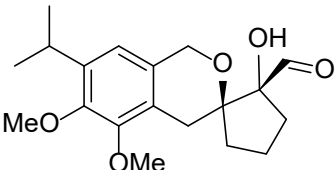
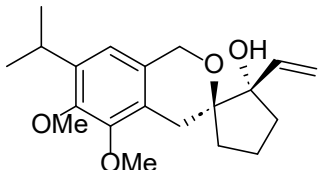
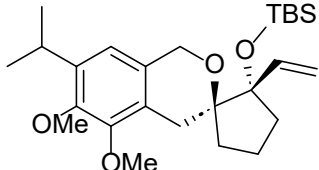
4.1. დაწერეთ A-M ნაერთების სტრუქტურული ფორმულები.

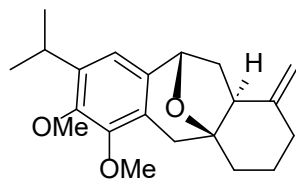
ცნობილია, რომ:

- ნაერთი K მიიღება საიმონ-სმითის ციკლოპროპანიფიკაციით

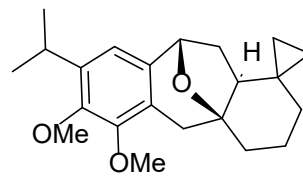


- ნაერთი L-ის ^1H -ბმრ სპექტრზე ნაერთი K-სგან განსხვავებით ჩნდება ერთი 6H-ს შესაბამისი ინტენსიურობის სინგლეტი 0.9 მნ უბანში.

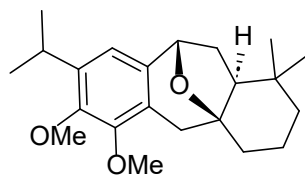
 A 4 ქულა	 B 4 ქულა	 C 4 ქულა
 D 4 ქულა	 E 4 ქულა	 F 4 ქულა
 G 4 ქულა	 H 4 ქულა	 I 4 ქულა



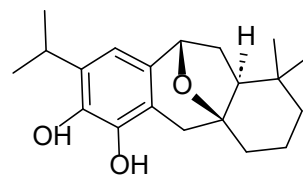
J
4 ქულა



K
4 ქულა



L
4 ქულა

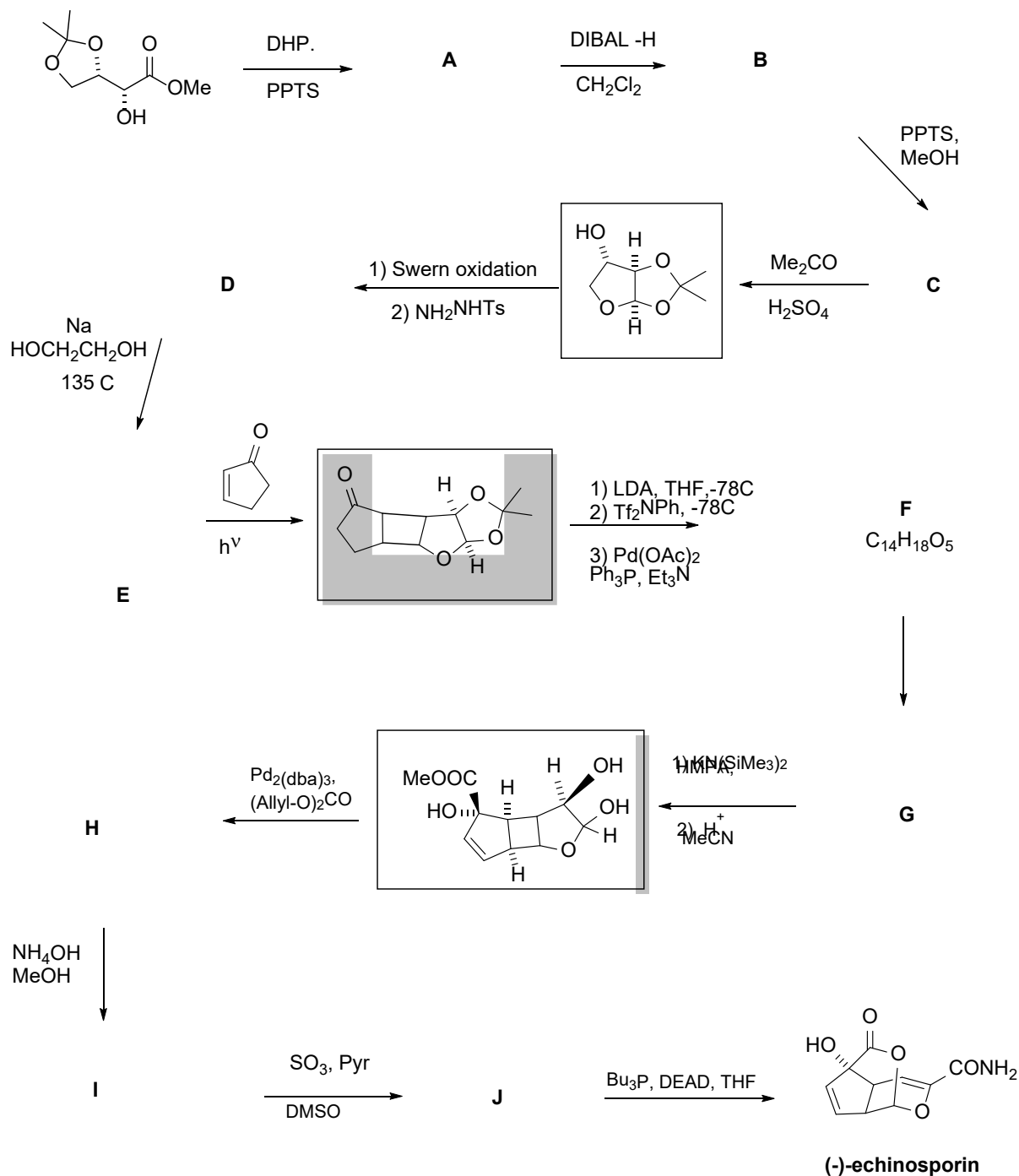


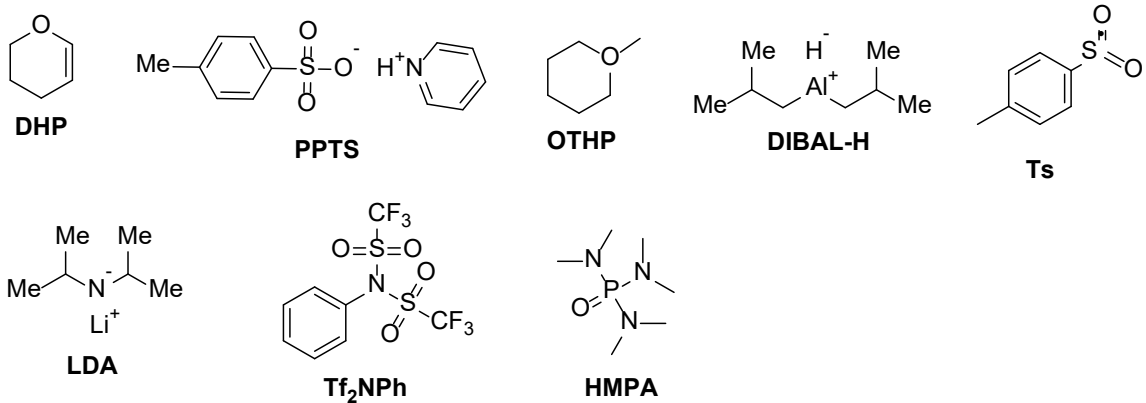
M
4 ქულა

ამოცანა 5. (-) ექინოსპორინი

დავალება	3.1	სულ
ქულა	48	48

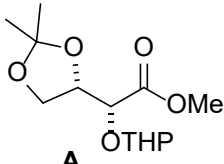
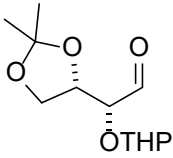
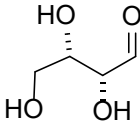
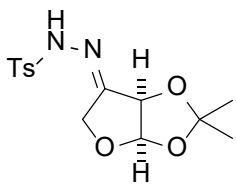
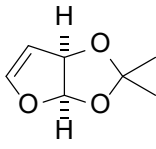
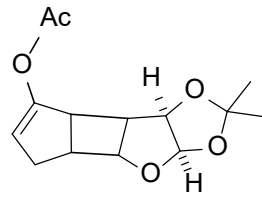
ექინოსპორინი (XK-213) არის ანტიბიოტიკი. ექინოსპორინი შეიძლება გამოიყოს ამიკოლატოპსისის შტამისგან. მას აქვს სოკოს საწინააღმდეგო და სიმსივნის საწინააღმდეგო მოქმედება. ექინოსპორინის სინთეზი პირველად 1981 წელს განახორციელა ჰირიამას სამეცნიერო ჯგუფმა. მისი მიღების გზა მოცემულია ქვემოთ მოყვანილ სქემაზე.

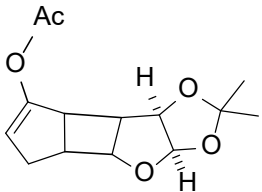
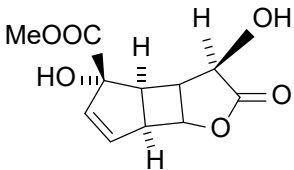
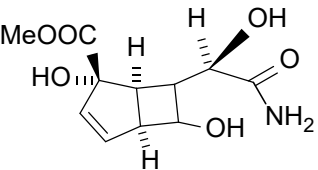
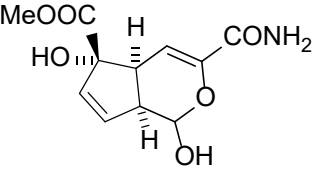




სქემა. ექინოსპორინის სინთეზი.

5.1. დაწერეთ ნაერთების A-I სტრუქტურული ფორმულები:

 A 4 ქულა	 B 4 ქულა	 C 4 ქულა
 D 4 ქულა	 E 4 ქულა	 F 4 ქულა

 G 4 ქულა	 H 4 ქულა	 I 4 ქულა
 J 4 ქულა		