



შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი
საქათველოს განათლებისა და მეცნიერების სამინისტრო

ქიმიის 54-ე საერთაშორისო ოლიმპიადისთვის საქართველოს
ნაკრები გუნდის წევრების შესარჩევი კონკურსი

II ტური

ამოცანები



54th IChO 2022
International Chemistry Olympiad



TIANJIN, CHINA

ამოცანების შემდგენლები:

ლაშა ხუციშვილი

თინათინ ბუთხუზი

სოფიკო ფაცაცია

ელიზბარ ელიზბარაშვილი

ძვირფასო მონაწილეებო

ამოცანების ამოხსნისას გთხოვთ გახსოვდეთ:

- ტურის ხანგრძლივობა შეადგენს 5 (ხუთ) ასტრონომიულ საათს.
- ტესტის მაქსიმალურ ქულათა ჯამია 100 ქულა
- თითოეული ამოცანის მაქსიმალური ქულა მოცემულია შესაბამის ამოცანები მარჯვენა კიდეში
- პასუხების ფურცელზე აუცილებლად დააწერეთ თქვენი გვარი, სახელი და სკოლა.
- პასუხები უნდა ჩაიწეროს მხოლოდ პასუხების ფურცელში მოცემულ შესაბამის უჯრებში.
- პასუხი, რომელიც შესაბამისი უჯრის გარეთ იქნება შეტანილი, არ შეფასდება.
- პასუხები დაწერეთ გარკვევით
- ქიმიური რეაქციის ტოლობებში სტექიომეტრიული კოეფიციენტები გაასწორეთ
- 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 წარმატებებს!

ფიზიკური კონსტანტები, ერთეულები, ფორმულები და განტოლებები

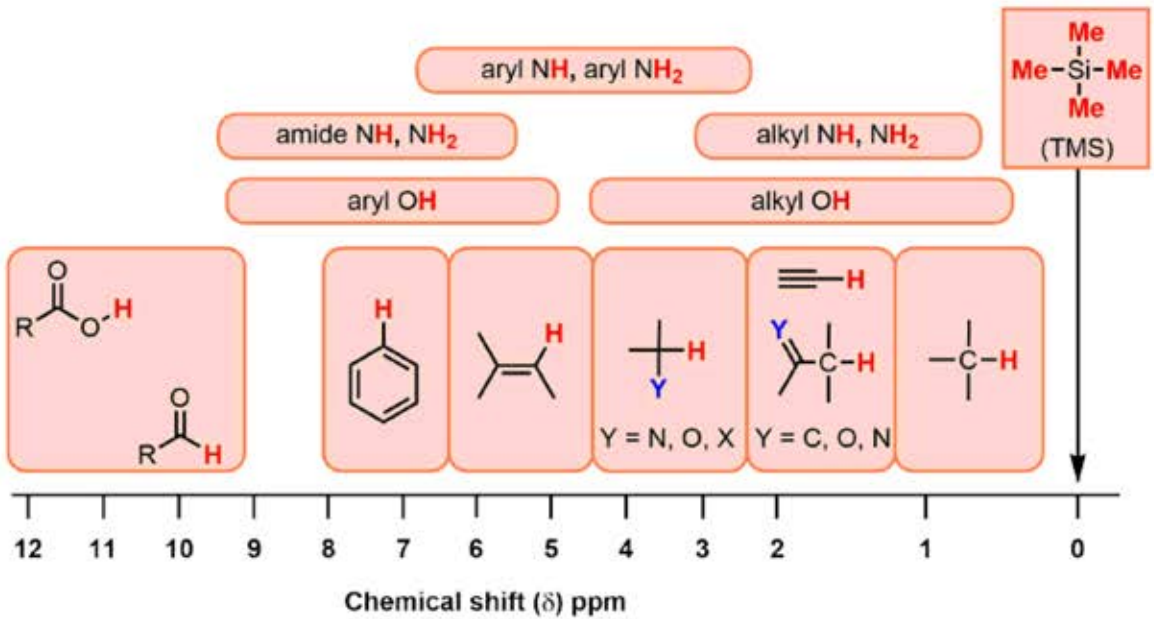
გაზის უნივერსალური კონსტანტა	$R = 8.3145 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$
სტანდარტული წნევა	$p^\circ = 1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa} = 750 \text{ mmHg}$
ატმოსფერული წნევა	$1 \text{ atm} = 1.013 \times 10^5 \text{ Pa} = 760 \text{ mmHg}$
ცელსიუსის შკალის ნულ წერტილი	273.15 K
1 მასის ატომური ერთეული (მ.ა.ე.)	$1.661 \times 10^{-27} \text{ კგ}$

მექცევადი 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 $a = c / (1 \text{ mol/L})$ ხსნარის სუბსტანციებისათვის, $a = p / (1 \text{ bar})$ გაზებისათვის	$\Delta G = \Delta G^\circ + RT \ln \frac{a_{\text{prod}}}{a_{\text{reag}}}$
ჯიბსის ენერგიის ცვლილება დროში ერთეულ მოცულობაში სისტემისათვის, რომელიც მოიცავს ორ ქიმიურ რეაქციას 1 და 2 შესაბამისი რეაქციის სიჩქარეებით r_1 და r_2	$\frac{\Delta G_{\text{Syst}}}{\Delta t} = \Delta G_1 r_1 + \Delta G_2 r_2$
არენიუსის განტოლება რეაქციის სიჩქარი მუდმივისთვის	$k = A \exp(-E_a/RT)$
პლანკის დამოკიდებულება $[h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ ჯ} \cdot \text{წმ}]$	$E = h\nu = hc/\lambda$

ელემენტების პერიოდულობის ცხრილი

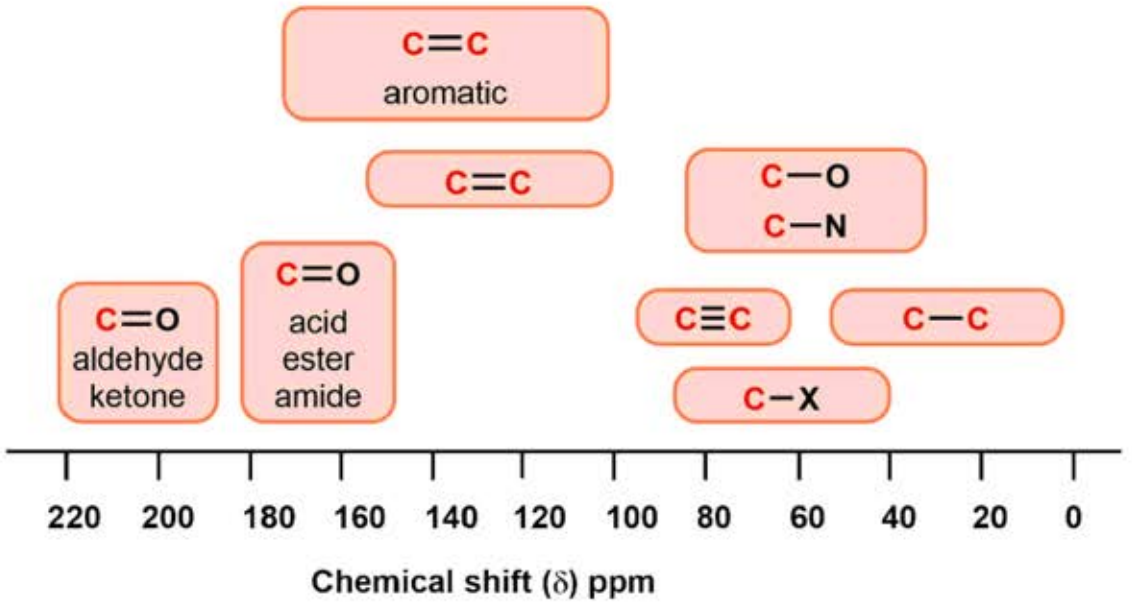
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----

1	1 H დაბლატი 1.008	პერიოდიკული სისტემა მათივენი პერიოდიკული სისტემა																2 He დაბლატი 4.003	
2	3 Li დაბლატი 6.94	4 Be დაბლატი 9.01																	10 Ne დაბლატი 20.18
3	11 Na დაბლატი 22.99	12 Mg დაბლატი 24.30																	18 Ar დაბლატი 39.95
4	19 K დაბლატი 39.10	20 Ca დაბლატი 40.08	21 Sc დაბლატი 44.96	22 Ti დაბლატი 47.87	23 V დაბლატი 50.94	24 Cr დაბლატი 52.00	25 Mn დაბლატი 54.94	26 Fe დაბლატი 55.85	27 Co დაბლატი 58.93	28 Ni დაბლატი 58.69	29 Cu დაბლატი 63.55	30 Zn დაბლატი 65.38	31 Ga დაბლატი 69.72	32 Ge დაბლატი 72.63	33 As დაბლატი 74.92	34 Se დაბლატი 78.97	35 Br დაბლატი 79.90	36 Kr დაბლატი 83.80	
5	37 Rb დაბლატი 85.48	38 Sr დაბლატი 87.62	39 Y დაბლატი 88.91	40 Zr დაბლატი 91.22	41 Nb დაბლატი 92.91	42 Mo დაბლატი 95.95	43 Tc დაბლატი 97.91	44 Ru დაბლატი 101.07	45 Rh დაბლატი 102.91	46 Pd დაბლატი 106.42	47 Ag დაბლატი 107.87	48 Cd დაბლატი 112.41	49 In დაბლატი 114.82	50 Sn დაბლატი 118.71	51 Sb დაბლატი 121.76	52 Te დაბლატი 127.60	53 I დაბლატი 126.90	54 Xe დაბლატი 131.29	
6	55 Cs დაბლატი 132.91	56 Ba დაბლატი 137.33	57-71 La-Lu დაბლატი 138.91	72 Hf დაბლატი 178.49	73 Ta დაბლატი 180.95	74 W დაბლატი 183.84	75 Re დაბლატი 186.21	76 Os დაბლატი 190.23	77 Ir დაბლატი 192.22	78 Pt დაბლატი 195.08	79 Au დაბლატი 196.97	80 Hg დაბლატი 200.59	81 Tl დაბლატი 204.38	82 Pb დაბლატი 207.2	83 Bi დაბლატი 208.98	84 Po დაბლატი 209	85 At დაბლატი 209	86 Rn დაბლატი 222	
7	87 Fr დაბლატი 223	88 Ra დაბლატი 226	89-103 Ac-Lr დაბლატი 227	104 Rf დაბლატი 261	105 Db დაბლატი 262	106 Sg დაბლატი 266	107 Bh დაბლატი 264	108 Hs დაბლატი 277	109 Mt დაბლატი 278	110 Ds დაბლატი 281	111 Rg დაბლატი 281	112 Cn დაბლატი 285	113 Nh დაბლატი 286	114 Fl დაბლატი 289	115 Mc დაბლატი 289	116 Lv დაბლატი 293	117 Ts დაბლატი 294	118 Og დაბლატი 294	
ლაანთონიდი				57 La დაბლატი 138.91	58 Ce დაბლატი 140.12	59 Pr დაბლატი 140.91	60 Nd დაბლატი 144.24	61 Pm დაბლატი 144.91	62 Sm დაბლატი 150.36	63 Eu დაბლატი 151.96	64 Gd დაბლატი 157.25	65 Tb დაბლატი 158.93	66 Dy დაბლატი 162.50	67 Ho დაბლატი 164.93	68 Er დაბლატი 167.26	69 Tm დაბლატი 168.93	70 Yb დაბლატი 173.05	71 Lu დაბლატი 175.00	
აქტინიდი				89 Ac დაბლატი 227	90 Th დაბლატი 232	91 Pa დაბლატი 231	92 U დაბლატი 238	93 Np დაბლატი 237	94 Pu დაბლატი 244	95 Am დაბლატი 243	96 Cm დაბლატი 247	97 Bk დაბლატი 247	98 Cf დაბლატი 251	99 Es დაბლატი 252	100 Fm დაბლატი 257	101 Md დაბლატი 258	102 No დაბლატი 259	103 Lr დაბლატი 262	



ტიპური შეწყვილების კონსტანტები

$\begin{array}{c} \text{---C---H} \\ \\ \text{H} \end{array}$ ჰემინალური $^2J = 0 \text{ Hz}$ (ჰომოტოპური წყალბადები)	$\begin{array}{c} \text{---C---H} \\ \\ \text{H} \end{array}$ ჰემინალური $^2J = 2-15 \text{ Hz}$ (დაისტერეოტოპული წყალბადები)	$\begin{array}{c} \text{---C---C---} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$ ვივინალური $^3J = 6-8 \text{ Hz}$
$\begin{array}{c} \text{X---C---C---Y} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$ ვივინალური $^3J = 2-12 \text{ Hz}$ (დამოკიდებულია ორნახნაგა კუთხეზე)	$\begin{array}{c} \text{---C=C---} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$ გის $^3J = 7-12 \text{ Hz}$	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{---} \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{C} = \text{C} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{H} \quad \text{---} \end{array}$ ტრანს $^3J = 12-18 \text{ Hz}$
$\begin{array}{c} \text{---C=C---} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$ გემინალური $^2J = 0.5-3 \text{ Hz}$	$\begin{array}{c} \text{---C---C---} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$ ალილური $^3J = 3-11 \text{ Hz}$ (დამოკიდებულია ორნახნაგა კუთხეზე)	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{---C---} \\ \\ \text{H} \end{array}$ $^3J = 6-9 \text{ Hz}$ (ორთო) $^4J = 1-3 \text{ Hz}$ (მეტა) $^5J = 0-1 \text{ Hz}$ (პარა)



ამოცანა 1. ოქროზე ძვირი ელემენტი (16%)

დავალება	1	2	3	სულ
ქულა	10	6	5	21

ელემენტი **X** მე-3 ჯგუფის ელემენტია. დედამიწის ქერქში ამ ელემენტის შემცველობა შედარებით მაღალია, მაგრამ სუფთა სახით მისი გამოყოფა და მიღება - რთული. აღსანიშნავია, რომ მსოფლიოში ეს d-მეტალი ყოველწლიურად მხოლოდ 15-20 ტონა იწარმოება, რის გამოც ბაზარზე მისი ფასი ოქროზე ძვირიცაა.

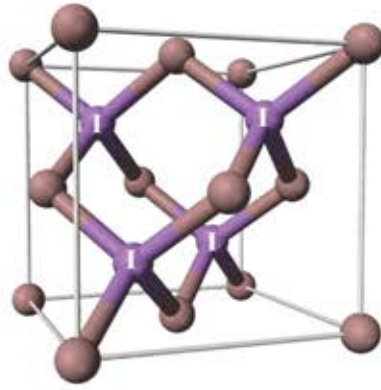
როგორც წესი, ელემენტი **X** მინერალებში მინარევის სახითაა გავრცელებული, სადაც იგი ანაცვლებს იონებს: Ca^{2+} , Y^{3+} , Fe^{2+} . თუმცა, გვხვდება განსაკუთრებით იშვიათი მინერალები, რომლებიც მეტალებიდან მხოლოდ **X**-ს შეიცავს; ამის ერთ-ერთი მაგალითია მინერალი **A**, რომლის ზოგადი ფორმულა შესაძლებელია შემდეგნაირად ჩაიწეროს $\text{B} \cdot 2\text{SiO}_2$. ამგვარი მინერალის კიდევ ერთი მაგალითია ფოსფატური მინერალი **C**, რომელიც კრისტალჰიდრატის, კერძოდ კი დიჰიდრატის სახით არსებობს და რომელშიც ელემენტი **X**-ისა და ფოსფორის მოლური თანაფარდობა, $n(\text{X}):n(\text{P})=1:1$. ოქსიდი **B** არის თეთრი ფხვნილი, რომელიც წყალში პრაქტიკულად უხსნადია, თუმცა კონცენტრირებულ მჟავებთან და ტუტეებთან რეაქციაში შედის. ამ ოქსიდში ელემენტი **X**-ის ჟანგვის რიცხვი **C**-ს ემთხვევა. ელემენტი **X**-ის მარილები აღვილად ჰიდროლიზდება.

B-ს მარილმჟავაში გახსნით (რეაქცია 1) და მიღებული ხსნარის ნელი აორთქლებით წარმოიქმნება უფრო კრისტალჰიდრატი **D**. **D** ნაერთის იზოპროპანოლში გახსნითა და გამოკრისტალებით მიიღება ჰექსაჰიდრატი **E**, რომელიც სპირტს არ შეიცავს და შეიცავს ჰიდროქსილის ერთ ან რამდენიმე ჯგუფს. თუ **D** მარილის წყალხსნარს დაემატება ნატრიუმის ჰიდროკარბონატის 1 M ხსნარი (რეაქცია 2), გამოილექება ნაერთი **F**, რომელშიც **X** ელემენტისა და ჟანგბადის მოლური თანაფარდობა, $n(\text{X}):n(\text{O})$, ტოლია 1:4. თუ ხსნარში განვაგრძობთ ნატრიუმის ჰიდროკარბონატის დამატებას, ნაერთი **F** გაიხსნება (რეაქცია 3). საბოლოოდ მიღებული ხსნარის 45 °C-ზე აორთქლებით მიიღება უფრო კრისტალჰიდრატი, კერძოდ კი დიჰიდრატი **G**, რომელიც 250-700 °C-ზე გაცხელებისას (რეაქცია 4), კარგავს თავის საერთო მასის 23.406%-ს.

მაღალ ტემპერატურაზე უწყლო ქლორიდი **Z**, რომელსაც **D**-ს მსგავსი შედგენილობა აქვს, რეაქციაში შედის **X** მეტალთან, რის შედეგადაც მიიღება მუქი ბინარული ნივთიერებები **H** და **I** (რეაქციები 5 და 6). **I** ნივთიერების ერთეულოვანი უჯრედი მოცემულია ნახ. 1-ზე. **H** ნაერთის სტრუქტურა შეიცავს კატიონს X^{3+} და ანიონს, რომელშიც ელემენტი **X**-ისა და ქლორის მოლური თანაფარდობა ($n(\text{X}):n(\text{Cl})$) ტოლია 1:2.

ელემენტი **X**-ის მასური წილი ნაერთებში **D**, **E**, **H**:

ნაერთი	D	E	H
$\omega(\text{X}), \%$	16.21	18.66	42.49



ნახ. 1. I ნაერთის ურთულხოვანი უჯრედი

1.1. გაშიფრეთ A-I და Z ფორმულები.

$\text{Sc}_2\text{Si}_2\text{O}_7$ A	Sc_2O_3 B	$\text{ScPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ C	$\text{ScCl}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ D	$\text{Sc}(\text{OH})\text{Cl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ E
$\text{Sc}(\text{OH})\text{CO}_3$ F	$\text{Na}_5[\text{Sc}(\text{CO}_3)_4] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ G	$\text{Sc}_7\text{Cl}_{12}$ H	ScCl I	ScCl_3 Z

თითო ნაერთი 1 ქ. ჯამში - 10 ქ.

1.2. შეადგინეთ 1-6 რეაქციების გათანაბრებული ტოლობები.

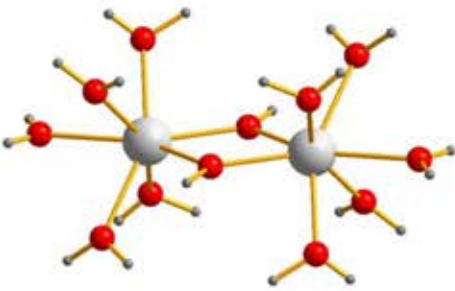
- $\text{Sc}_2\text{O}_3 + 6\text{HCl} \rightarrow 2\text{ScCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O};$
- $\text{ScCl}_3 + 3\text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{Sc}(\text{OH})\text{CO}_3 + 3\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + 2\text{CO}_2;$
- $\text{Sc}(\text{OH})\text{CO}_3 + 5\text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{Na}_5[\text{Sc}(\text{CO}_3)_4] \cdot 2\text{H}_2\text{O} \downarrow + 2\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- $2\text{Na}_5[\text{Sc}(\text{CO}_3)_4] \cdot 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 5\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Sc}_2\text{O}_3 + 4\text{H}_2\text{O} + 3\text{CO}_2$
- $4\text{ScCl}_3 + 3\text{Sc} \rightarrow \text{Sc}_7\text{Cl}_{12};$
- $\text{ScCl}_3 + 2\text{Sc} \rightarrow 3\text{ScCl};$

თითო სწორად შედგენილი გათანაბრებული რეაქცია 1 ქ.

სწორად შედგენილი, მაგრამ არასწორად გათანაბრებული რეაქცია - 0.5 ქ.

ჯამში - 6 ქ.

- 1.3. H ნაერთის შესახებ ცნობილია, რომ ელემენტი X მხოლოდ ჟანგბადის ატომებს უკავშირდება. ამ ნაერთში არის ხუთი O-X ბმა, რომელთა სიგრძეც 2.175 Å-დან 2.208 Å-მდეა და ორი O-X ბმა, რომლის სიგრძეცაა 2.07 Å. შეადგინეთ ამ ნაერთის სტრუქტურული ფორმულა.



5 ქულა

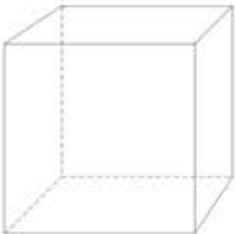
ამოცანა 2. ქრომი და მისი ნაერთები: კრისტალური სტრუქტურა, ნუკლიდები და კომპლექსები (22%)

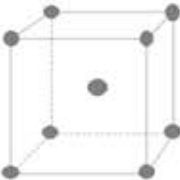
დავალება	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	სულ
ქულა	2	3	1	4	3	6	3	3	4	4	7	40

ა) ქრომი, როგორც მეტალი.

ქრომი წარმოქმნის სხეულცენტრირებულ (bcc) კუბურ კრისტალურ სტრუქტურას. მისი სიმკვრივეა 7.14 გ/სმ³.

2.1. ქრომის ატომები წარმოადგინეთ სფეროების სახით და დახაზეთ ატომების განლაგება სხეულცენტრირებული კუბური კრისტალური სტრუქტურის ერთეულოვან უჯრედში. გამოთვალეთ ატომების რაოდენობა ერთეულოვან უჯრედში.





1 ქულა

ატომების რაოდენობა ერთეულოვან უჯრედში: 2

1 ქულა

2.2. გამოთვალეთ კრისტალური მესრის პარამეტრი (კუბის გვერდის სიგრძე) პმ-ში.

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{N_{\text{ატომი}} \cdot M}{N_A \cdot a^3}$$

$$a = \sqrt[3]{\frac{N_{\text{ატომი}} \cdot M}{\rho \cdot N_A}} \quad a = 2.8920 \cdot 10^{-8} \text{ მ} = 289.20 \text{ პმ}$$

3 ქულა

არსებობს ელემენტი ქრომის 28 იზოტოპი მასური რიცხვებით 42-დან 67-ის ჩათვლით. მათ შორის ყველაზე სტაბილური იზოტოპებია: ^{50}Cr , ^{52}Cr , ^{53}Cr , ^{54}Cr . სისხლის წითელი უჯრედების მოცულობისა და მასის განსაზღვრის ერთ-ერთი მეთოდი მოიცავს არასტაბილური იზოტოპის, ^{51}Cr -ის ინტრავენურ შეყვანას ორგანიზმში. ^{51}Cr ($A_r = 50.945$) ორგანიზმში გარდაიქმნება ელექტრონის დაჭერით (მიტაცებით). ^{51}Cr -ის ნიმუშის, რომლის მასა $m = 2.00000$ გ, აქტივობა $A = 6.84701 \cdot 10^{15}$ ბეკერელი.

2.3. დაწერეთ ელექტრონის დაჭერის (მიტაცების) ბირთვული რეაქცია. თითოეულ ნუკლიდს მიუთითეთ როგორც მასური რიცხვი, ასევე ატომური ნომერი.**2.4. გამოთვალეთ ^{51}Cr -ის ნახევრად დაშლის პერიოდი საათებში.**

$$n = \frac{m}{M} = \frac{2}{50.945} = 0.039258 \text{ მოლი}$$

1 ქულა

$$N(0) = 0.039258 \cdot N_A = 2.3641 \cdot 10^{22}$$

1 ქულა

$$\lambda = \frac{A(0)}{N(0)} = \frac{6.84701 \cdot 10^{15}}{2.3641 \cdot 10^{22}} = 2.8962 \cdot 10^{-7}$$

$$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} = 2.39330 \cdot 10^6 \text{ წმ} = 664.80 \text{ სთ}$$

2 ქულა

ვერცხლის, სპილენძისა და ქრომის შემცველი 1.500 გ შენადნობისგან დაამზადეს 500 სმ³ ხსნარი, რომელიც შეიცავს შესაბამის იონებს: Ag^+ , Cu^{2+} და Cr^{3+} . ამ ხსნარის ერთი მეთადი შემდეგ ექსპერიმენტში გამოიყენეს:

ხსნარს მოაცილეს ვერცხლისა და სპილენძის იონები, ხოლო ქრომის იონი დაჟანგეს და გადაიყვანეს ქრომატის იონში წყალბადის პეროქსიდის საშუალებით ტუტე არეში. მიღებული ხსნარი შეამჟავეს და დაუმატეს რკინა(II)-ის მარილის 25 სმ³ 0.100 M წყალხსნარი, რამაც გამოიწვია ქრომატის იონის ისევ ქრომ(III)-ის იონში გადასვლა, ხოლო რკინა(II)-ის დაჟანგვა რკინა(III)-ში. ქარბი რკინა(II) გაიტიტრა KMnO_4 -ის 0.0200 M ხსნარით ეკვივალენტობის წერტილამდე. ამ დროს დაიხარჯა 17.20 სმ³ კალიუმის პერმანგანატის სტანდარტული ხსნარი.

2.5. დაწერეთ შემდეგი პროცესების ამსახველი გათანაბრებული იონური ტოლობები:

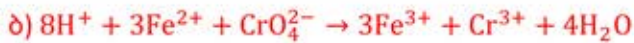
ა) ქრომ(III)-ის დაჟანგვა წყალბადის პეროქსიდით;

ბ) ქრომატ-იონის აღდგენა რკინა(II)-ით.

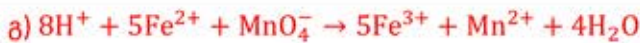
გ) რკინა(II)-ის დაჟანგვა პერმანგანატით.



1 ქულა



1 ქულა



1 ქულა

2.6. გამოთვალეთ ქრომის მასური წილი შენადნობში.

$$17.20 \cdot 0.020 = 0.344 \text{ მმოლი } \text{KMnO}_4$$

$$5 \cdot 0.344 = 1.72 \text{ მმოლი } \text{Fe}^{2+}$$

$$25 \cdot 0.1 - 1.72 = 0.78 \text{ მმოლი } \text{Fe}^{2+}$$

$$\frac{0.78}{3} = 0.26 \text{ მმოლი Cr 1.5 გ-ში}$$

$$m(\text{Cr}) = 2.6 \cdot 52.0 = 135.2 \text{ მგ 1500 მგ-ში}$$

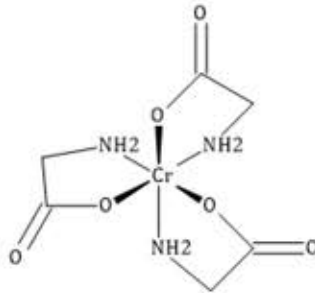
$$w(\text{Cr}) = 9.013\%$$

6 ქულა

ბ) ქრომის კომპლექსნაერთები და იონური მესერი

ქრომი შეიძლება არსებობდეს სხვადასხვა ჟანგვის რიცხვით. ქრომ(III)-ის იონები წარმოქმნის ტრის-გლიცინატოქრომ(III)-ის კომპლექსს გლიცინატთან, ბიდენტატურ ხელატურ ლიგანდთან. ($\text{H}_2\text{N} - \text{CH}_2 - \text{COO}^-$).

2.7. დახაზეთ ამ კომპლექსის სტრუქტურული ფორმულა და მიუთითეთ მისი გეომეტრია.



გეომეტრია: **ოქტაედრი**

სტრუქტურული ფორმულა - 1 ქულა, გეომეტრია - 2 ქულა, სულ 3 ქულა

2.8. რამდენი დიასტერეომერი აქვს ტრის-გლიცინატოქრომ(III)-ის კომპლექსს. გაითვალისწინეთ, რომ ამ კომპლექსში თითოეულ ლიგანდს ორი განსხვავებული დონორი ატომი აქვს.

2 დიასტერეომერი: Fac, Mer.

2 ქულა

ქრომის კიდევ ერთი კომპლექსნაერთის ემპირიული ფორმულაა $\text{CrCl}_3\text{H}_{12}\text{O}_6$. ამ ნაერთის 0.533 გ გახსნეს 100 სმ³ წყალში, დაამატეს 10 სმ³ აზოტმჟავა ($C = 2 \text{ M}$). მიღებულ ხსნარს დაუმატეს ქარბი ვერცხლის ნიტრატის შემცველი ხსნარი. წარმოქმნილი ნალექი გაფილტრეს, გააშრეს და აწონეს: $m_{\text{ნალექი}} = 0.287 \text{ გ}$.

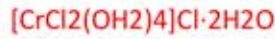
მეორე ექსპერიმენტში 1.06 გ იგივე კომპლექსნაერთი 100°C-ზე ნელა გაახურეს. მიღებული პროდუქტი 0.144 გ-ით ნაკლებს იწონიდა.

2.9. დაწერეთ ამ კომპლექსნაერთის სტრუქტურული ფორმულა ან სრული მოლეკულური ფორმულა, რომელიც ზუსტად აღწერს კომპლექსნაერთის შიდა და გარე სფეროს.

1 მოლი $\text{CrCl}_3\text{H}_{12}\text{O}_6$ -ში 1 მოლი Cl^- გარე სფეროშია.

ნელი გახურებით 1 მოლი $\text{CrCl}_3\text{H}_{12}\text{O}_6$ კარგად 2 მოლ H_2O -ს.

მაშასადამე ფორმულაა:



4 ქულა

AB_2O_4 შედგენილობის მქონე არაერთი ნაერთს აქვს შპინელის ტიპის კრისტალური სტრუქტურა.

ნორმალურ შპინელში O^{2-} -იონები წარმოქმნიან სახეცენტრირებულ (fcc) კუბურ კრისტალურ სტრუქტურას. ტეტრაედრული ორმოების ერთი მერვედი უმეტესად ორვალენტანი A-იონების მიერაა დაკავებული. ოქტაედრული ორმოების ნახევარი უმეტესწილად დაკავებულია სამვალენტანი B-იონებით.

შებრუნებულ შპინელის ფორმულაც AB_2O_4 -ია და აქვს იგივე კრისტალური მესერი, რაც ნორმალურ შპინელს, მაგრამ A-იონებს უკავია ოქტაედრული ორმოების ერთი მეოთხედი, ხოლო B-იონებს - ოქტაედრული ორმოების ერთი მეოთხედი და ტეტრაედრული ორმოების ერთი მერვედი. შესაბამისად, ისევ ოქტაედრული ორმოების ნახევარი და ტეტრაედრული ორმოების ერთი მერვედი დაკავებულია.

ლიგანდური ველის სტაბილიზაციის ენერგიების შედარებით შესაძლებელია დადგინდეს ნორმალურია თუ შებრუნებული შპინელი. FeCr_2O_4 -ისთვის არსებობს ორი ვარიანტი: ნორმალური შპინელი - $\text{Fe}^{\text{T}}\text{Cr}^{\text{O}}\text{Cr}^{\text{O}}\text{O}_4$, და შებრუნებული შპინელი - $\text{Fe}^{\text{O}}\text{Cr}^{\text{T}}\text{Cr}^{\text{O}}\text{O}_4$; აღნიშვნები $^{\text{O}}$ და $^{\text{T}}$ მიემართება შესაბამისად ოქტაედრულ და ტეტრაედრულ ორმოებს. შპინელის შემთხვევაში მაღალი სპინის მქონე კომპლექსები სტაბილურია ხოლმე ვიდრე - დაბალი სპინის.

2.10. შეავსეთ ქვემოთ მოცემული d-ორბიტალის გახლეჩვის სქემა.

Cr^{3+}	Cr^{3+}	Fe^{2+}	Fe^{2+}
— — — t_2	— — — e_g	— — — e_g	— — — t_2
— — — e	— — — t_{2g}	— — — t_{2g}	— — — e
↑ — — — t_2	— — — e_g	↑ — — — t_2	↑ — — — e_g
↑ — — — e	↑ — — — t_{2g}	↑ — — — e	↑ — — — t_{2g}

4 ქულა

- 2.11. დაადგინეთ რა ტიპის შპინელია FeCr_2O_4 . ამისათვის გამოთვალეთ ლიგანდური ველის სტაბილიზაციის ენერგია (LFSE) Fe^{2+} -ისა და Cr^{3+} -ის ორივე, ოქტაედრული და ტეტრაედრული ორმოების შემთხვევაში Δ_0 ერთეულში. შემდეგ გამოთვალეთ ლიგანდური ველის სტაბილიზაციის ენერგია ნორმალური და შებრუნებული შპინელისთვის. გაითვალისწინეთ, რომ $\Delta_T = \frac{4}{9}\Delta_0$.

Fe²⁺ ტეტრაედრული ორმო:

$$3 \frac{3}{5} \Delta_t - 3 \frac{2}{5} \Delta_t = \frac{9}{5} \Delta_t - \frac{6}{5} \Delta_t = \frac{3}{5} \Delta_t$$

$$\Delta_t = \frac{4}{9} \Delta_0$$

$$\frac{3}{5} \Delta_t = 0.266 \Delta_0$$

Fe²⁺ ოქტაედრული ორმო:

$$4 \frac{2}{5} \Delta_o - 2 \frac{3}{5} \Delta_o = \frac{8}{5} \Delta_o - \frac{6}{5} \Delta_o = \frac{2}{5} \Delta_o = 0.4 \Delta_o$$

Cr³⁺ ტეტრაედრული ორმო:

$$2 \frac{2}{5} \Delta_t - \frac{2}{5} \Delta_t = \frac{4}{5} \Delta_t = 0.356 \Delta_o$$

Cr³⁺ ოქტაედრული ორმო:

$$3 \frac{2}{5} \Delta_o = \frac{6}{5} \Delta_o = 1.2 \Delta_o$$

ნორმალური შპინელი (FeTCrOCrOO_4): LFSE = $0.266 \Delta_0 + 2 \cdot 1.2 \Delta_0 = 2.666 \Delta_0$

შებრუნებული შპინელი (FeOCrTCrOO_4): LFSE = $0.4 \Delta_0 + 0.356 \Delta_0 + 1.2 \Delta_0 = 1.956 \Delta_0$

მაშასადამე, აქვს ნორმალური შპინელის კონფიგურაცია

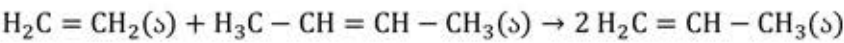
7 ქულა

ამოცანა 3. შეუღლებული სისტემების ენერგია და კვანტური აღწერა (20%)

დავალება	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	სულ
ქულა	4	4	4	1	3	3	4	8	2	3	1	1	3	3	44

ა) პროპენი

პროპენი ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ნედლეულია მეორეული ორგანული ნაერთების სინთეზისთვის. მსოფლიოში დაახლოებით 50 მლნ ტონა პროპენი იწარმოება ყოველწლიურად. არსებობს რამდენიმე გზა პროპენის სინთეზისა. ერთ-ერთი მეთოდია ალკენის მეტათეზი:



თერმოდინამიკური ინფორმაცია მოცემულია ცხრილში:

	$\Delta_f H^\circ / \text{კჯ მოლი}^{-1}$	$\Delta_f H^\circ / \text{კჯ მოლი}^{-1}$	$S^\circ / \text{ჯ K}^{-1} \text{მოლი}^{-1}$	$C_p^\circ / \text{ჯ K}^{-1} \text{მოლი}^{-1}$
ეთენი (ა)	52.4		219.3	42.9
ბუტ-2-ენი (ა)	-7.7		301.0	80.2
პროპენი (ა)	20.4	-2058.0	266.8	64.3
პროპანი (ა)		-2220.0		
წყალბადი		-286.5		

3.1. გამოთვალეთ $\Delta_r H^\circ$, $\Delta_r S^\circ$, $\Delta_r G^\circ$ და K_p 298 K-ზე.

$$\Delta_r H^\circ = 2 \cdot 20.4 - 52.4 + 7.7 = -3,9 \text{ კჯ} \cdot \text{მოლი}^{-1}$$
$$\Delta_r S^\circ = 2 \cdot 266.8 - 219.3 - 301.0 = 13.3 \text{ ჯ} \cdot \text{მოლი}^{-1} \text{K}^{-1}$$
$$\Delta_r G^\circ = -3900 - 298 \cdot 13,3 = -7863 \text{ ჯ} \cdot \text{მოლი}^{-1} = -7.9 \text{ კჯ} \cdot \text{მოლი}^{-1}$$
$$K_p = e^{-\frac{\Delta_r G^\circ}{RT}} = 23.9$$

4 ქულა

პრაქტიკაში რეაქცია უფრო მაღალ ტემპერატურებზე მიდის, 436 K-ზე.

3.2. გამოთვალეთ რეაქციის შედეგად გამოყოფილი სითბო, როდესაც წარმოიქმნება 1000 კგ პროპენი იზობარულ პირობებში 436 K-ზე.

$$\Delta_r C_p = 2 \cdot 64.3 - 80.2 - 42.9 = 5.5 \text{ ჯ} \cdot \text{მოლი}^{-1} \text{K}^{-1}$$

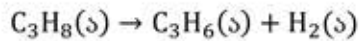
$$\Delta_r H^\circ_{436} = \Delta_r H^\circ_{298} + \Delta_r C_p \cdot (436 - 298) = -3141 \text{ ჯ} \cdot \text{მოლი}^{-1}$$

$$M_{\text{პროპენი}} = 42.09 \text{ გ} \cdot \text{მოლი}^{-1} \Rightarrow 1000 \text{ კგ} \hat{=} 2.376 \cdot 10^4 \text{ მოლი}$$

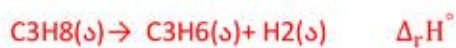
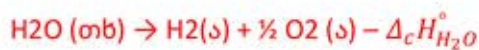
$$0.5 \cdot 2.376 \cdot 10^4 \text{ მოლი} \cdot (-3141 \text{ ჯ} \cdot \text{მოლი}^{-1}) \Rightarrow 3.73 \cdot 10^7 \text{ J}$$

4 ქულა

პროპანის კატალიზური დეჰიდრირება პროპენის მიღების კიდევ ერთი ხერხია:



3.3. გამოთვალეთ $\Delta_r H^\circ$ და $\Delta_r U^\circ$ ამ რეაქციისთვის 298 K-ზე.



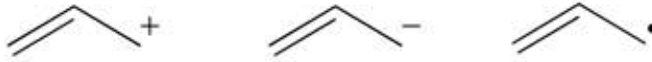
$$\Delta_r H^\circ = -2220 + 2058 + 286.5 = 124.5 \text{ კჯ} \cdot \text{მოლი}^{-1}$$

$$\Delta_r U^\circ = \Delta_r H^\circ - \Delta_r nRT = 122 \text{ კჯ} \cdot \text{მოლი}^{-1}$$

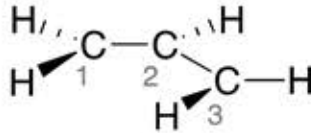
4 ქულა

ბ) პროპენი – ალილური სისტემები

პროპენის მონაწილეობით მიმდინარე რეაქციების დროს ხშირად წარმოიქმნება ხოლმე რეაქციისუნარიანი ფორმები, რომლებიც ქიმიური ბმის თეორიის გადმოსახედიდან საინტერესოა. ეს ფორმებია: ალილის კატიონი, ალილის ანიონი და ალილის რადიკალი.



სამივე ფორმას აქვს ბრტყელი ნახშირბადოვანი ჩონჩხი და ერთნაირი π მოლეკულური ორბიტალები, რომლებიც ჰიუკელის მიახლოების საშუალებით შეიძლება გამოითვალოს.



$$\begin{aligned}
 \varphi_1 &= 0.500\chi_1 + 0.707\chi_2 + 0.500\chi_3 & E_1 &= \alpha + 1.414\beta \\
 \varphi_2 &= 0.707\chi_1 - 0.707\chi_3 & E_2 &= ? \\
 \varphi_3 &= 0.500\chi_1 - 0.707\chi_2 + 0.500\chi_3 & E_3 &= \alpha - 1.414\beta
 \end{aligned}$$

3.4. მონიშნეთ ნახშირბადის ატომების ჰიბრიდიზაცია მოცემულ ჩონჩხში.

- ☐ sp
☐ sp^2 (X)
 ☐ sp^3
☐ sp^3d^2
☐ სამივე განსხვავებულია

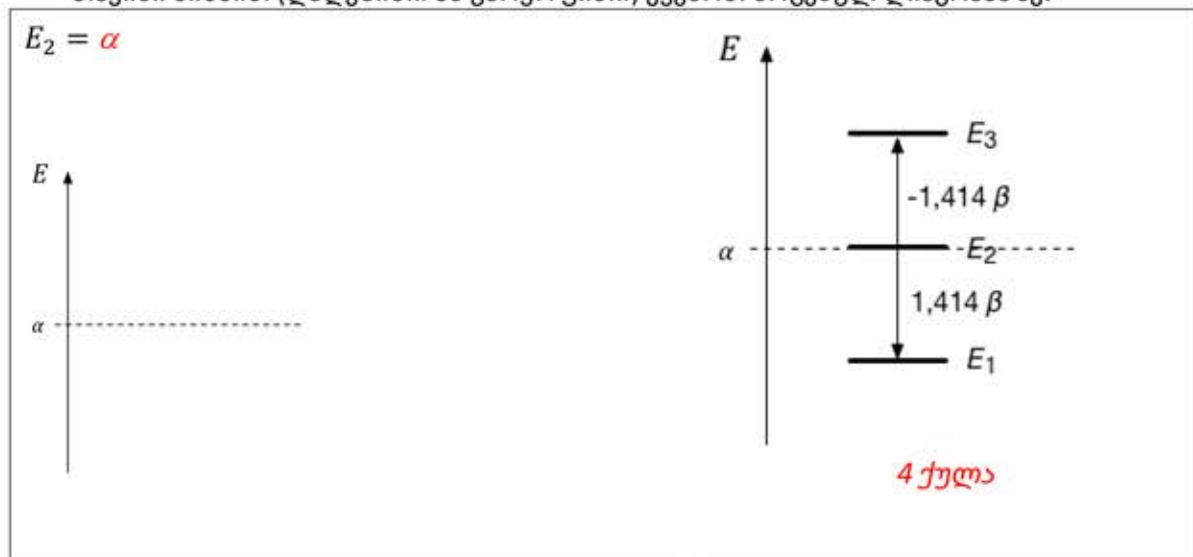
3.5. ჩაწერეთ π ელექტრონების რაოდენობა სამივე ფორმის შემთხვევაში.

ფორმულა			
π ელექტრონების რაოდენობა	2 1 ქულა	4 1 ქულა	3 1 ქულა

3.6. ჩაწერეთ გამოთქმის კვანძების რაოდენობა π მოლეკულურ ორბიტალებში.

კვანძები	φ_1	φ_2	φ_3
რაოდენობა	0 1 ქულა	1 1 ქულა	2 1 ქულა

3.7. ჩაწერეთ E_2 -ის (φ_2 -ის ენერგია) გამოსახულება. განათავსეთ E_1 , E_2 , E_3 და პარამეტრი β თავისი ნიშნით (დადებითი ან უარყოფითი) ქვემოთ მოცემულ დიაგრამაზე.



ნახშირბადატომების მუხტი და ბმის რიგი შესაძლებელია გამოითვალოს მოლეკულური ორბიტალების გამოსახულებებიდან:

$$q_j = 1 - \sum_{i=1}^{occ} n_i c_{ij}^2$$

$$I_{rs} = \sum_{i=1}^{occ} n_i c_{ir} c_{is}$$

ჯერ განვიხილოთ ნახშირბადატომების მუხტი იმისათვის, რომ ვნახოთ, შეესაბამება თუ არა მოლეკულური ორბიტალების თეორიის გათვალისწინებით გამოთვლილი მუხტები ლუისის სტრუქტურებს.

3.8. გამოთვალეთ q_1 , q_2 , q_3 ნახშირბადატომებზე: C1, C2, C3.

ა) ალილის კატიონისთვის:

მხოლოდ φ_1 -ა დაკავებული 2 ელექტრონით

$$q_1 = 1 - 2 \cdot (0.500)^2 = 0.5$$

$$q_2 = 1 - 2 \cdot (0.707)^2 = 0.0003 \approx 0$$

$$q_3 = q_1 = 0.5$$

2 ქულა

ბ) დაწერეთ ალილის კატიონის მეზომერული რეზონანსული სტრუქტურები:



1 ქულა

გ) მეზომერული სტრუქტურების მუხტები და გამოთვლილი q_1 , q_2 , q_3 :

☐ (X) შეესაბამება ერთმანეთს

☐ არ შეესაბამება ერთმანეთს

1 ქულა

დ) ალილის ანიონისთვის:

φ_1 და φ_2 არის დაკავებული 2-2 ელექტრონით.

$$q_1 = 1 - (2 \cdot (0.500)^2 + 2 \cdot (0.707)^2) = -0.5$$

$$q_2 = 1 - 2 \cdot (0.707)^2 - 2 \cdot 0 = 0.0003 \approx 0$$

$$q_3 = q_1 = -0.5$$

2 ქულა

ე) დაწერეთ ალილის ანიონის მეზომერული რეზონანსული სტრუქტურები:



1 ქულა

ვ) მეზომერული სტრუქტურების მუხტები და გამოთვლილი q_1 , q_2 , q_3 :

☐ (X) შეესაბამება ერთმანეთს

☐ არ შეესაბამება ერთმანეთს

1 ქულა

განვიხილოთ ალილის რადიკალი:



3.9. გამოთვალეთ ბმის რიგები: I_{12} და I_{23} , ალილის რადიკალისთვის.

ϕ_1 დაკავებულია ორი ელექტრონით ϕ_2 – ერთით.

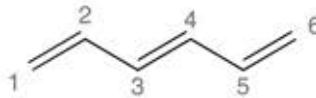
$$I_{12} = 2 \cdot (0.500) \cdot (0.707) + 1 \cdot (0.707) \cdot 0 = 0.707$$

$$I_{23} = 2 \cdot (0.707) \cdot (0.500) + 1 \cdot (0) \cdot (-0.707) = 0.707$$

2 ქულა

ა) ჰექსატრიენი

ლათინური სიტყვა *conjugare* ნიშნავს დაკავშირებას, მეგობრების შეძენას, დაქორწინებას... და როგორც ჩანს, π ელექტრონებს მოსწონთ ეს. ჰექსატრიენი არის აციკლური სისტემა, რომელიც π მოლეკულური ორბიტალების შეუღლების შესწავლის საშუალებას მარტივად იძლევა. გაყევით ჰიუკელის მიახლოებას:



3.10. ჩაწერეთ შესაბამისი მნიშვნელობები:

ატომური p-ორბიტალების ჯამური რიცხვია:

∞

ჰიუკელის მიახლოებისათვის რელევანტური ორბიტალების რიცხვია:

6

წარმოქმნილი π მოლეკულური ორბიტალების რაოდენობაა:

6

სულ 3 ქულა

მოცემულია ჰექსატრიენის π მოლეკულური ორბიტალების მათემატიკური გამოსახულება:

$$\begin{aligned}\varphi_a &= 0.521\chi_1 - 0.232\chi_2 - 0.418\chi_3 + 0.418\chi_4 + 0.232\chi_5 - 0.521\chi_6 \\ \varphi_b &= 0.418\chi_1 + 0.521\chi_2 + 0.232\chi_3 - 0.232\chi_4 - 0.521\chi_5 - 0.418\chi_6 \\ \varphi_c &= 0.232\chi_1 - 0.418\chi_2 + 0.521\chi_3 - 0.521\chi_4 + 0.418\chi_5 - 0.232\chi_6\end{aligned}$$

3.11. რომელ მწკრივშია დალაგებული ორბიტალები ენერგიის ზრდის მიხედვით?

☐ $\varphi_a, \varphi_b, \varphi_c$ ☐ $\varphi_b, \varphi_c, \varphi_a$ ☐ $\varphi_c, \varphi_b, \varphi_a$ ☒ (X) $\varphi_b, \varphi_a, \varphi_c$

1 ქულა

მოცემულია π მოლეკულური ორბიტალების გრაფიკული გამოსახულებები:



3.12. შეესაბამება თუ არა მოლეკულური ორბიტალების მათემატიკური გამოსახულება მოცემულ გრაფიკულ გამოსახულებას. თუ დიახ, შეესაბამეთ მოლეკულური ორბიტალები ($\varphi_a, \varphi_b, \varphi_c$).

A შეესაბამება _____ B შეესაბამება _____ C შეესაბამება _____ φ_a -ს

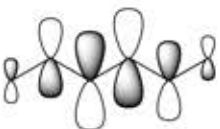
1 ქულა

3.13. ჩაწერეთ გამოთიშველი კვანძების რაოდენობა π მოლეკულურ ორბიტალებში.

A: B: C:

1 ქულა

3.14. დასაზრეთ ყველაზე მაღალი ენერგიის მქონე π მოლეკულური ორბიტალის გრაფიკული გამოსახულება ჰექსატრიენისთვის.

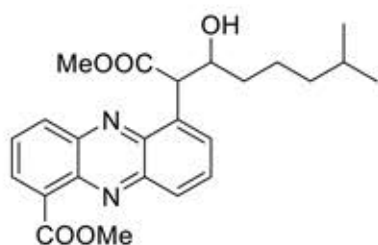
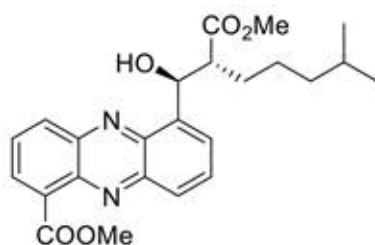


3 ქულა

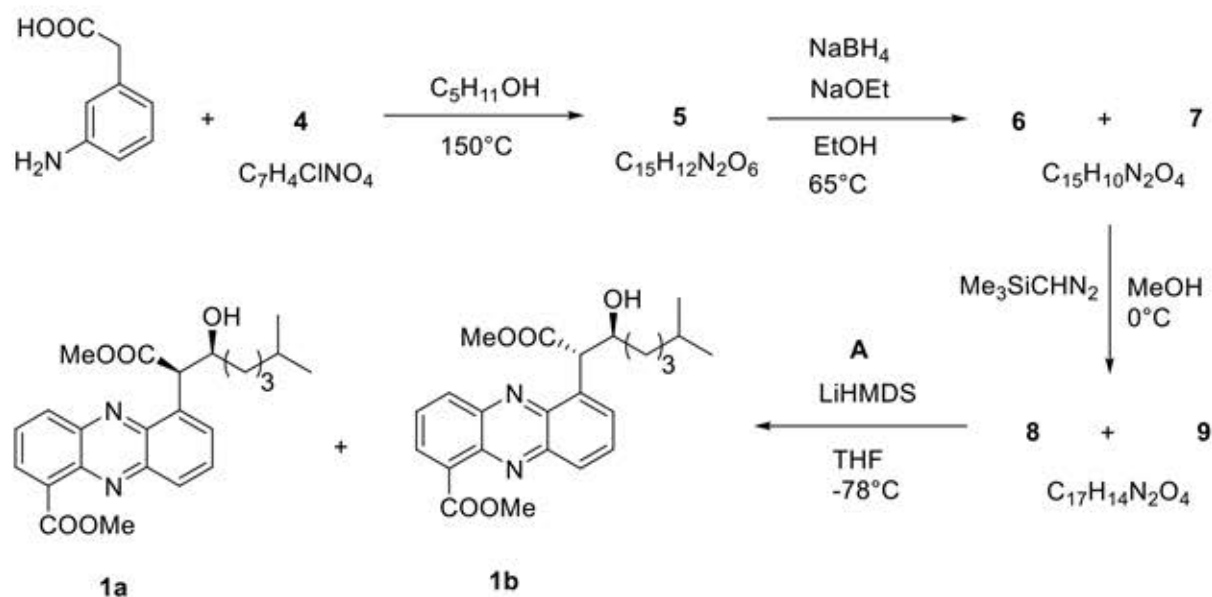
ამოცანა 4. სტრუქტოფენაზინ A (20%)

4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	სულ
4	8	4	2	2	8	1	29

ბალტიის ზღვის საზღვაო ღრუბლიდან 2008 წელს იზოლირებული იქნა რამდენიმე ნაერთი, რომელთაც აჩვენეს საინტერესო ანტიბაქტერიული აქტივობა [1]. სხვადასხვა სპექტროსკოპული მეთოდების საფუძველზე სტრუქტოფენაზინ A-სთვის შემოთავაზებული იქნა სტრუქტურა **1**, თუმცა კვლევის პირველ სტადიაზე გვერდითი ჯაჭვის სტერეოქიმიის დადგენა ვერ მოხერხდა. მხოლოდ 2011 წელს სხვა სამეცნიერო ჯგუფის მიერ ჩატარებული კვლევის საფუძველზე შესაძლებელი იქნა მისი ზუსტი სტრუქტურული ფორმულის განსაზღვრა სტრუქტურა **2**.

**1****2**

სტრუქტოფენაზინის მაღალი ბიოლოგიური აქტიურობის გამო, სინთეზის სტრატეგია შემუშავებული იქნა სტრუქტურა **1** -თვისაც კი. ამ მეთოდოლოგიის თანახმად, ნაერთი **4**-ის პენტან-1-ოლში ხსნარის სახით ემატებოდა ამინს **3** კალიუმის კარბონატის (3 ექვ.) თანაობისას და სარეაქციო ნარევს აცხელებდნენ მთელი დღის განმავლობაში 150 °C-ზე (სქემა 4-1). სარეაქციო ნარევს აცივებენ ოთახის ტემპერატურამდე და პროდუქტის ექსტრაქციას ახდენენ წყლიანი ფაზიდან 2M ნატრიუმის ტუტის ხსნარით. ექსტრაქტს შემდეგ ამუშავებენ 2M მარილმჟავას ხსნარით pH 4-მდე. ნაერთი **5** გამოიყოფა ნალექის სახით, ფილტრავენ და ამრობენ.

**1a****1b**

სქემა 4-1. სტრუქტოფენაზინ A (**1**) სინთეზის გზა

4.1. დაწერეთ ნაერთების **4** და **5** სტრუქტურული ფორმულები, თუ ცნობილია, რომ

- ნაერთი **4**-ის ^1H - ბმრ სპექტრი მოიცავს ორ დუბლეტს და ერთ ტრიპლეტს 7.80-8.50 მწ დიაპაზონში და ერთ სინგლეტს 12.3 მწ რეგიონში.
- ნაერთი **5**-ის წყალში შეზღუდულად იხსნება, იძლება მჟავა ხსნარს და ნეიტრალიზაციისათვის საჭიროა 2 ექვ. ნატრიუმის ტუტის ხსნარი.

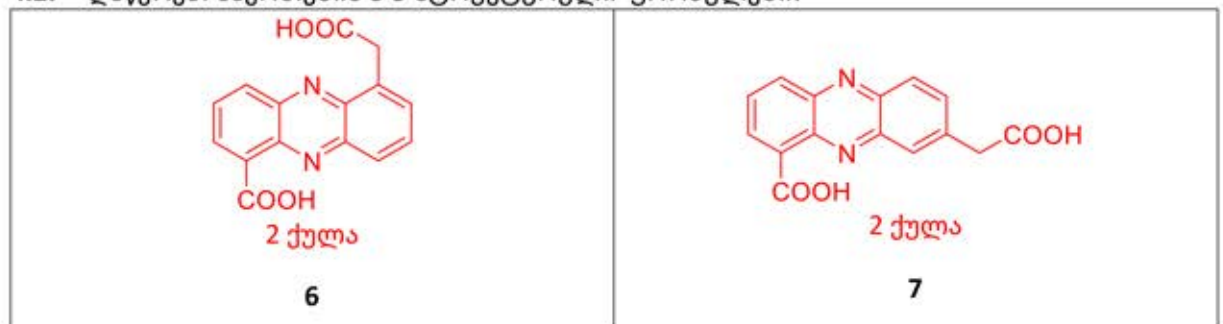


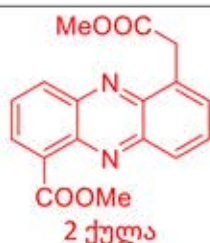
ნაერთის **5** ადდგენითი ციკლიზაციის რეაქციით მიიღება ნაერთების **6** და **7** ნარევი 3:1 თანაფარდობით. მიღებულ ნარევს შეურევნ მცირე რაოდენობით მეთანოლს და აცივებენ 0°C -მდე, შემდეგ კი ფრთხილად ამატებენ ჰექსანში გახსნილ 4 ექვ. $\text{Me}_3\text{SiCHN}_2$ -ს. ერთი საათის შემდეგ სარეაქციო ნარევიდან პროდუქტს გამოყოფენ გაფილტვრით, რომლის სვეტური ქრომატოგრაფიით დაყოფით მიიღება ნაერთები **8** (52%) და **9** (16%). ორივე ნაერთს აქვს ერთიდაიგივე მოლეკულური ფორმულა ($\text{C}_{17}\text{H}_{14}\text{N}_2\text{O}_4$). მათი ^1H - და ^{13}C ბმრ სპექტრები მოიცავს შემდეგი სახის სიგნალებს:

ნაერთი 8: ^1H -ბმრ(500 MHz, CDCl_3): 8.38 (dd, $J = 9.0, 1.5$ Hz, 1H), 8.26 (dd, $J = 8.5, 1.5$ Hz, 1H), 8.24 (dd, $J = 7.0, 1.5$ Hz, 1H), 7.85–7.81 (m, 2H), 7.78 (d, $J = 7.0$ Hz, 1H), 4.40 (s, 2H), 4.11 (s, 3H), 3.71 (s, 3H)
 ^{13}C -ბმრ(125 MHz, CDCl_3): 172.2, 167.1, 143.7, 142.2, 142.1, 140.9, 133.9 (2C), 132.1, 131.3 (2C), 130.7, 129.9, 128.8, 52.7, 52.1, 36.5

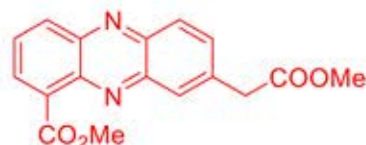
ნაერთი 9: ^1H -ბმრ (500 MHz, CDCl_3): 8.37 (dd, $J = 9.0, 1.5$ Hz, 1H), 8.23–8.20 (m, 3H), 7.85 (dd, $J = 9.0, 7.0$ Hz, 1H), 7.83 (dd, $J = 8.0, 2.0$ Hz, 1H), 4.11 (s, 3H), 3.93 (s, 2H), 3.75 (s, 3H)
 ^{13}C -NMR (125 MHz, CDCl_3): 170.9, 167.1, 143.5, 142.8, 142.6, 141.2, 137.4, 133.4, 133.2, 132.0, 131.6, 130.1, 129.6, 129.0, 52.7, 52.4, 41.4

4.2. დაწერეთ ნაერთების **6-9** სტრუქტურული ფორმულები:



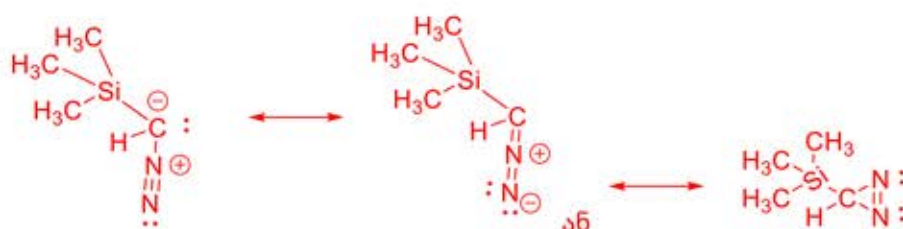


8



9

4.3. დაწერეთ ლუისის მჟავის $\text{Me}_3\text{SiCHN}_2$ სტრუქტურული ფორმულა და მისი ტაუტომერი:



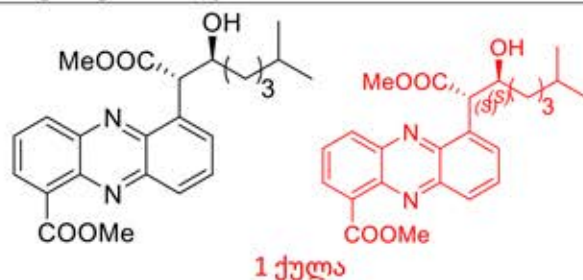
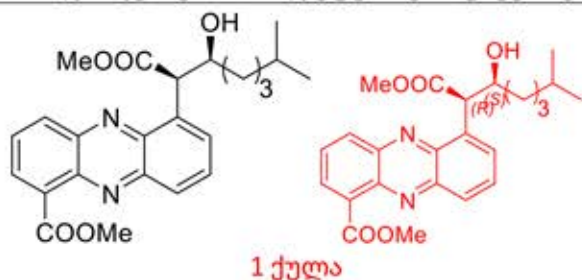
რეაქციის ბოლო საფეხურზე ნაერთს 8 ამბატებენ LiHMDS -ს და ნაერთს **A**. რეაქციის შესაბამისი პროცედურების განხორციელების შემდეგ პროდუქტი გამოიყოფა ორი სტერეოიზომერის **1a** და **1b** სახით.

4.4. დაწერეთ ნაერთის **A** სტრუქტურული ფორმულა:

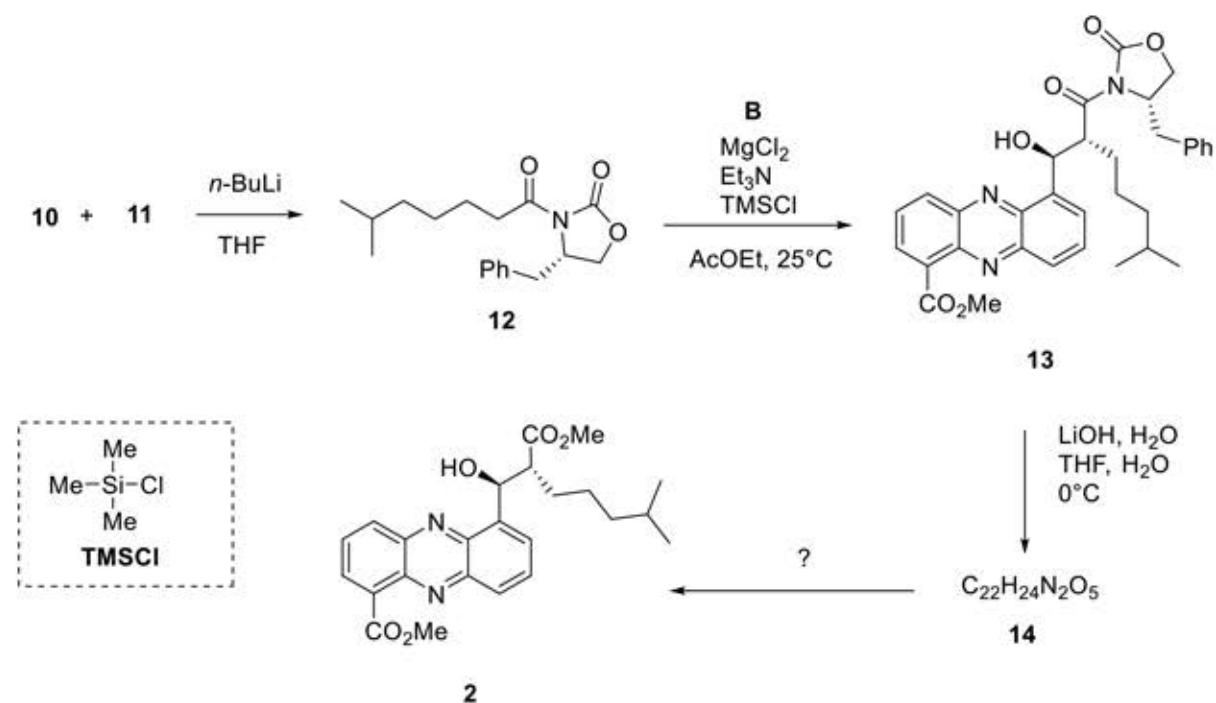


A

4.5. დაადგინეთ აბსოლუტური კონფიგურაციები ნაერთებში **1a** და **1b**.

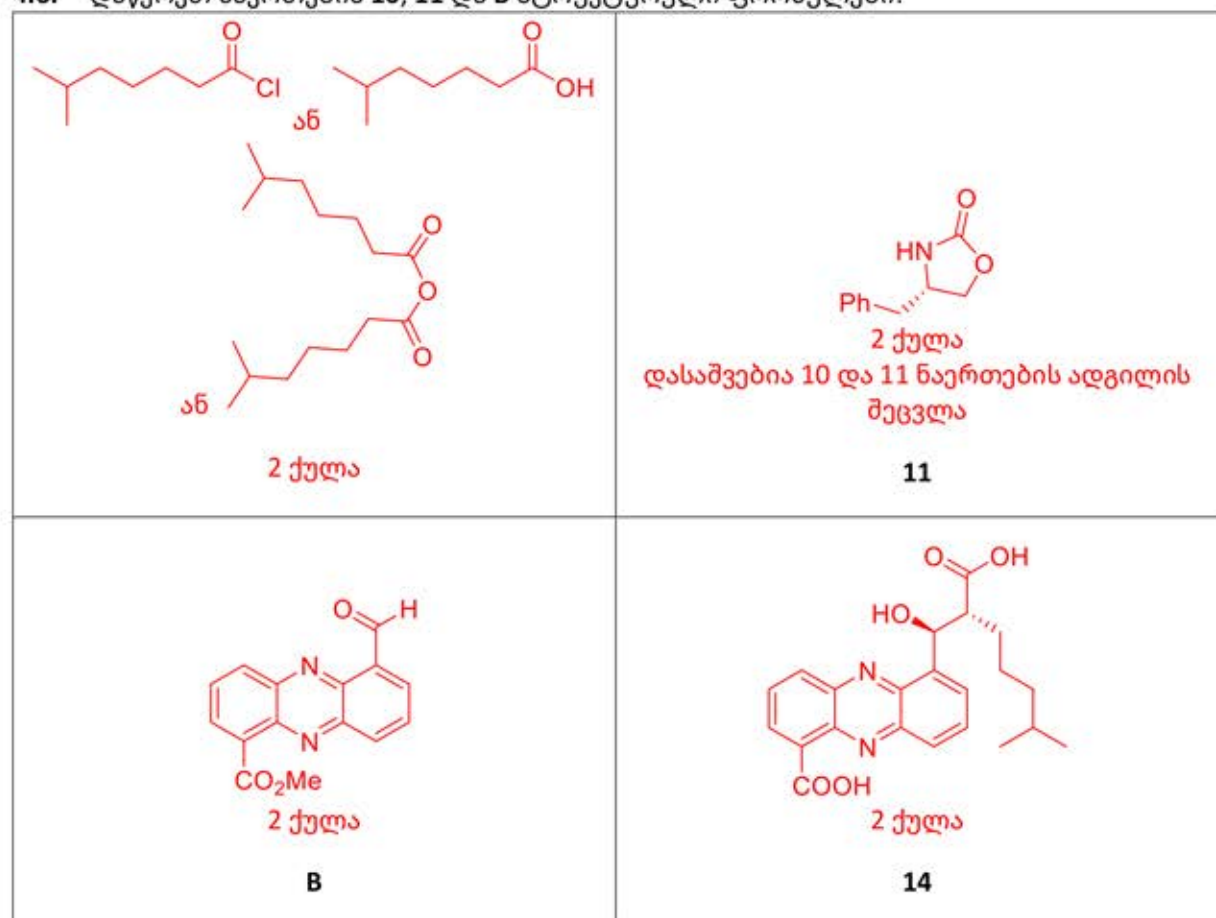


ენანტიომერულად მდიდარი ნაერთის 2 სინთეზის გზა მოცემულია სქემა 4-2-ზე.



სქემა 4-2. ენანტიომერულად მდიდარი ნაერთის 2 სინთეზის გზა

4.6. დაწერეთ ნაერთების **10**, **11** და **B** სტრუქტურული ფორმულები:



4.7. რა რეაგენტ(ებ)ის საშუალებით შეიძლება 14-დან ნაერთი 2-ის მიღება?



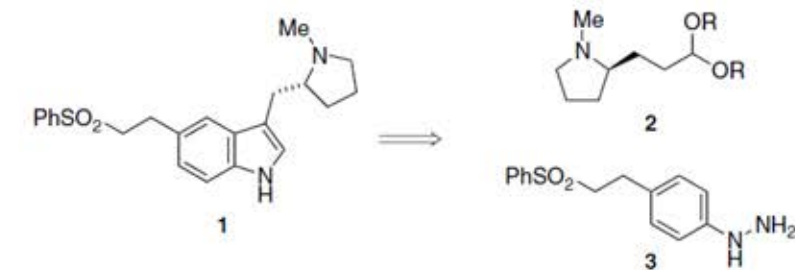
1 ქულა

ასევე დასაშვებია სხვა რეაგენტების გამოყენება

ამოცანა 5. ელექტრიკი (22%)

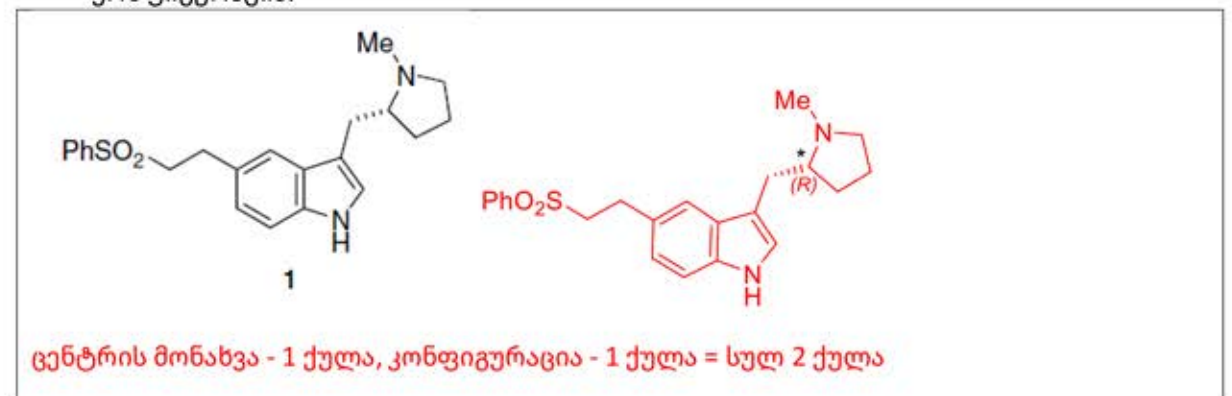
5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6	სულ
2	4	15	4	2	6	33

ელექტრიკი 1 არის 5-HT რეცეპტორების სელექციური აგონისტი, რომელიც 2002 წელს დამტკიცდა მედიკამენტად შეერთებულ შტატებში და გამოიყენება შაკიკის სამკურნალოდ. მისი სინთეზის ყველაზე პრაქტიკული მეთოდი დაფუძნებულია ინდოლის ფიშერის სინთეზზე, რომელიც მოიცავს აცეტალის 2 და ჰიდრაზინის 3 ურთიერთქმედებას (სქემა 5-1) [1].



სქემა 5-1. ელექტრიკის სინთეზის საწარმოო მეთოდი

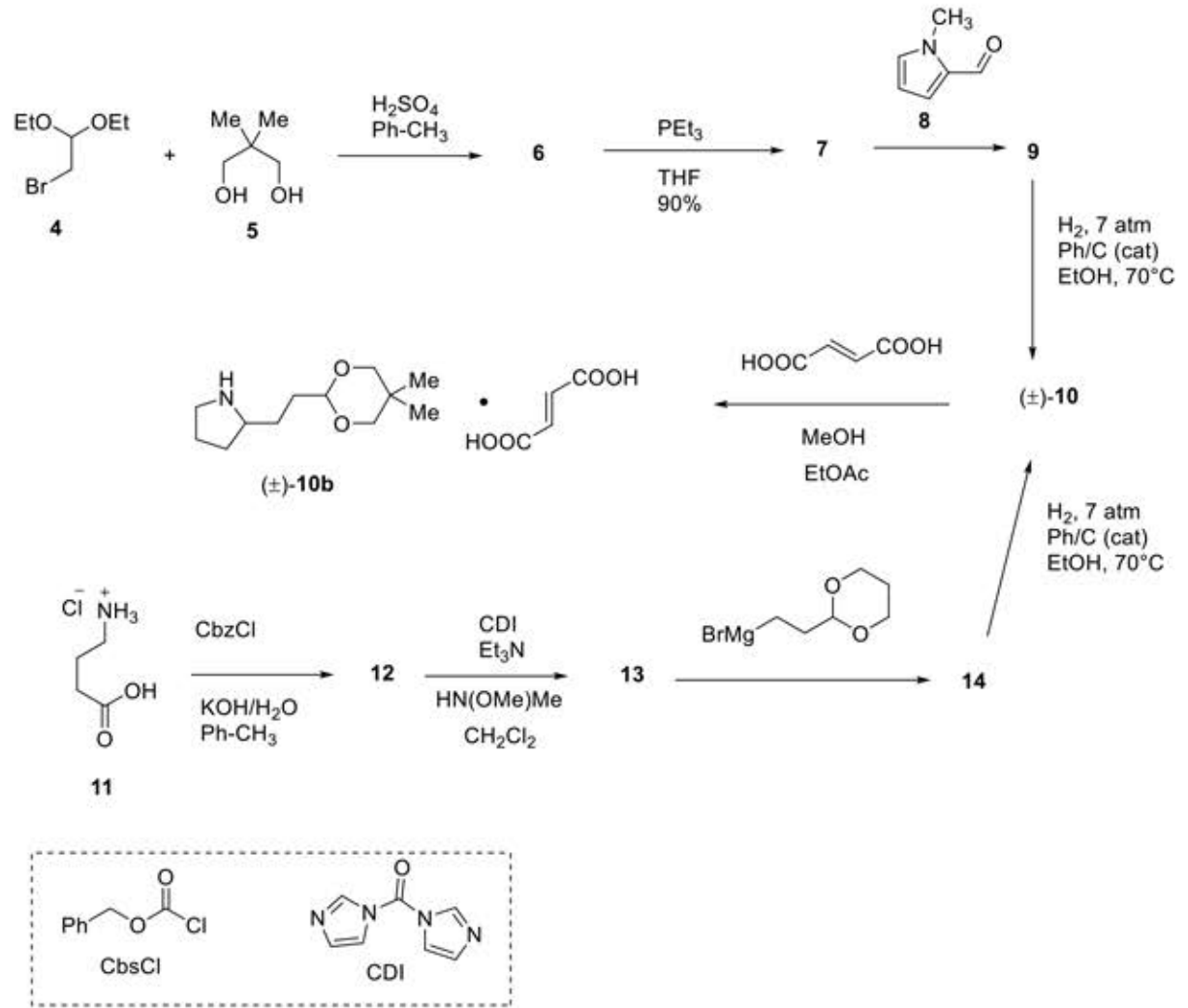
5.1. მონახეთ ელექტრიკში 1 სტერეოგენური ცენტრი და მიუთითეთ მისი აბსოლუტური კონფიგურაცია.



ელექტრიკის სინთეზის ერთ-ერთ საკვადო ნაერთს წარმოადგენს რაციმული პიროლიდინის ნაწარმი 10b, რომლის სინთეზი მოცემულია სქემა 5-2-ზე.

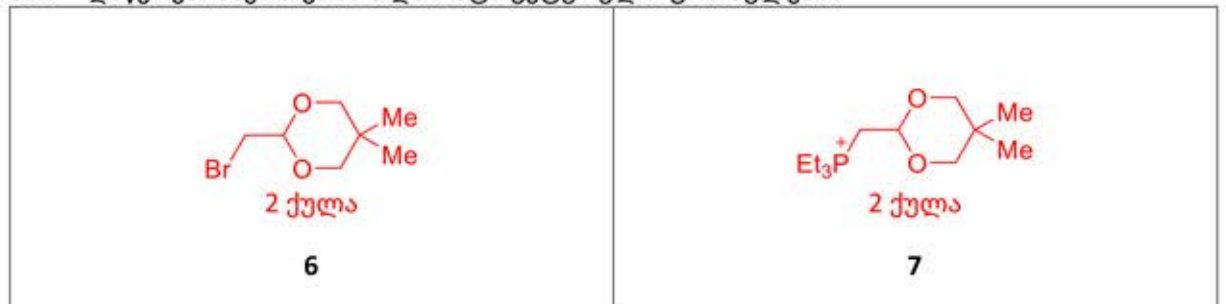
აცეტალის 4, დიოლისა 5 (1.5 გვ.) და H₂SO₄-ს (1 გვ.) ნარევის 16 საათის განმავლობაში ადუღეს უკუმაცივრის თანაობისას და შემდეგ გააცივეს 4 °C-მდე და დაამატეს წყალი. მიღებული ნარევიდან ორჯერ ჩაატარეს ექსტრაქცია მესამ. ბუტილ მეთილის ეთერით (TBME), ექსტრაქტები გააერთიანეს და ორჯერ გარეცხეს წყლით. შემდეგ მოაცილეს ორგანული ფენა და გამოაშრეს უწყლო MgSO₄-ით. ვაკუუმში გამხსნელის გამოცდით კოლბაში ნარჩენის სახით ნაერთი 6. ამ უკანასკნელის THF-ში (ტეტრაჰიდროფურანში) გახსნით და PET₃-ის THF-ში 1 M ხსნარის (1.5 გვ.) დამატებით და 65 °C-ზე 48 საათის განმავლობაში გაცხელებით მიიღება

ნაერთი **7**, რომელიც ინდივიდუალური სახით შეიძლება გამოყოს გამხსნელის ვაკუუმში აორთქლებით (სქემა 5-2).

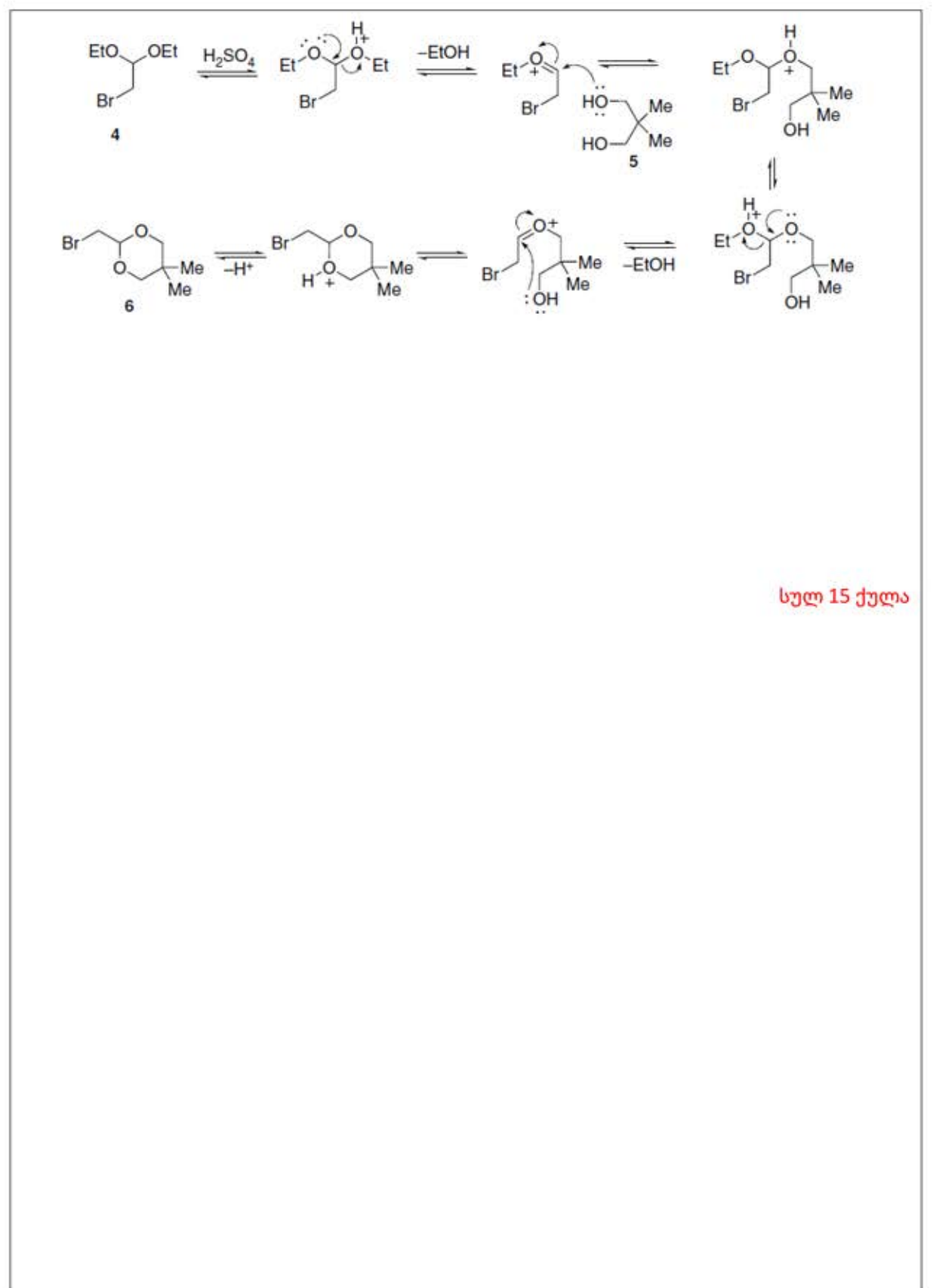


სქემა 5-2.

5.2. დაწერეთ ნაერთების **6** და **7** სტრუქტურული ფორმულები:



5.3. დაწერეთ ნაერთის 6 წარმოქმნის სავარაუდო მექანიზმი:



სულ 15 ქულა

ნაერთის **7** დიმეტილფორმამიდში ხსნარს დაამატეს ალდეჰიდის **8** (1 ექვ) და 1.1 ექვ. EtONa-ის ხსნარი ეთანოლში. სარეაქციო ნარევი გააცხელეს 3 საათის განმავლობაში 80°C-მდე და ოთახის ტემპერატურამდე გაცივების შემდეგ ჩაუტარეს ექსტრაქცია TBME-ით („მდგომარეობა 1“). გამხსნელის აორთქლების შემდეგ მიიღება ნაერთი **9**, რომლის აღდგენა წყალბადით პალადიუმის კალალიზატორზე იძლევა რაცემატულ ნაერთს **10**.

5.4. დაწერეთ ნაერთების **9** და **10** სტრუქტურული ფორმულები:



5.5. დაწერეთ „მდგომარეობა 1“ სტადიაზე ორგანული და წლის ფაზების სავარაუდო შემცველობა.

ორგანული ფაზა: ნაერთი 9 წყლის ფაზა: ტეტრაჰიდროპოსფინის ოქსიდი (O=P_{Et}3)	სულ 2 ქულა
---	------------

მიზნობრივი რაცემატული ნაერთის **10** სინთეზი ასევე შეიძლება განხორციელდეს ნაერთიდან **11** სქემა 5-2-ის მიხედვით.

5.6. დაწერეთ ნაერთების 12, 13 და 14 სტრუქტურული ფორმულები:

