



ზოგადი ინსტრუქცია



წერისას გამოიყენეთ მხოლოდ კალამი. მხოლოდ არაპროგრამირებადი კალკულატორის გამოყენება უფლება გაქვთ.

თეორიული საგამოცდო ბუკლეთი შედგება **70 გვერდისგან**, ზოგადი ინსტრუქციის გარდა.

გამოცდა მოიცავს **9 ამოცანას**.

ამოცანების ამოსახსნელად გეძლევათ **5 საათი**.

დაიწყეთ წერა მხოლოდ მას შემდეგ, რაც მიიღებთ **მითითებას** წერის დაწყების შესახებ.

შედეგები უნდა ჩაწეროთ **პასუხებისთვის გამოყოფილ სპეციალურ უჯრაში**. შავი სამუშაოსთვის გამოიყენეთ საგამოცდო ფურცლის უკანა მხარე. დაიმასხვრეთ, პასუხებისთვის განკუთვნილი უჯრის გარეთ დაწერილი პასუხი არ ჩაითვლება.

საჭიროების შემთხვევაში დაწერეთ შესაბამისი გამოთვლები უჯრაში. მაქსიმალური შეფასებას მიიღებთ მხოლოდ იმ შემთხვევაში, როცა შესაბამისი გამოთვლაც იქნება წარმოდგენილი.

დამკვირვებლისგან მიიღებთ გაფრთხილებას **30 წუთით** ადრე გამოცდის დასრულების შესახებ.

შეწყვიტეთ წერა, როგორც კი მიიღებთ **მითითებას** წერის შეწყვეტის თაობაზე. მითითების გაუთვალისწინებლობის შემთხვევაში შედეგი ანუღირდება.

საგამოცდო ტესტების ოფიციალურ ინგლისურ ვერსიას მიიღებთ მოთხოვნის შემთხვევაში.

თქვენ არ შეგიძლიათ დატოვოთ საგამოცდო ოთახი ნებართვის გარეშე. თუ დაგჭირდებათ რაიმე სახის დახმარება (კალკულატორის პრობლემა, გასვლა საპირფარეშოში და ა.შ.), აწიეთ ხელი და დაელოდეთ დამკვირვებელს.

გისურვებთ წარმატებას!



ინფორმაცია ამოცანების შეფასებაზე

ამოცანა N	სათაური	ჯამური ქულა	ჯამური ქულის %
1	თურქეთის ორი მშვენიერება: ვან კატა და ანკარა კატა	24	8
2	იგავი რეაქციისუნარიან ინტერმედიატებზე	77	10
3	(±)-კოერულესცინი	51	8
4	სიმეტრია მნიშვნელოვანია!	66	10
5	კონია, სტაფილო, ბეტა-კაროტინი, ვიტამინ - A, იმუნური სისტემა, მხედველობა	100	14
6	თერმოდინამიკა ვარსკვლავთშორისი მგზავრობის თვალთახედვიდან	80	12
7	ფთალოციანინები	85	12
8	ბორის ნაერთები და წყალბადის შენახვა	58	14
9	მძიმე მეტალთა იონების რაოდენობითი ანალიზი	100	12
	საერთო ქულა	641	100



ავტორები

ALANYALIOĞLU, Murat, Atatürk University

AYDOĞAN, Abdullah, İstanbul Technical University

BURAT, Ayfer Kalkan, İstanbul Technical University

DAĞ, Ömer, Bilkent University

DAŞTAN, Arif, Atatürk University

KILIÇ, Hamdullah, Atatürk University

METİN, Önder, Koç University

SARAÇOĞLU, Nurullah, Atatürk University

TÜRKMEN, Yunus Emre, Bilkent University

ÜNLÜ, Caner, İstanbul Technical University

YILMAZ, İsmail, İstanbul Technical University

YURTSEVER, Mine, İstanbul Technical University

რედაქტორი

SARAÇOĞLU, Nurullah, Atatürk University



ფიზიკური კონსტანტები და ფორმულები

ავოგადროს რიცხვი	$N_A = 6.0221 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
ბოლცმანის მუდმივა	$k_B = 1.3807 \times 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$
აირის უნივერსალური მუდმივა	$R = 8.3145 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} = 0.08205 \text{ atm L K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$
სინათლის სიჩქარე	$c = 2.9979 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$
პლანკის მუდმივა	$h = 6.6261 \times 10^{-34} \text{ J s}$
ფარადეის მუდმივა	$F = 9.6485 \times 10^4 \text{ C mol}^{-1}$
ელექტრონის მასა	$m_e = 9.1093 \times 10^{-31} \text{ kg}$
სტანდარტული წნევა	$P = 1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$
ატმოსფერული წნევა	$P_{atm} = 1.01325 \times 10^5 \text{ Pa} = 760 \text{ mmHg} = 760 \text{ torr}$
ნული ცელსიუსის სკალაზე	273.15 K
1 პიკომეტრი (pm)	$10^{-12} \text{ m}; 1 \text{ Å} = 10^{-10} \text{ m}$
1 ნანომეტრი (nm)	10^{-9} m
	$1 \text{ eV} = 1.6021 \times 10^{-19} \text{ J}$
	$1 \text{ cal} = 4.184 \text{ J}$
	$1 \text{ amu} = 1.6605 \times 10^{-27} \text{ kg}$
ელექტრონის მუხტი	$1.6021 \times 10^{-19} \text{ C}$
იდეალური გაზის განტოლება	$PV = nRT$



ფიზიკური კონსტანტები და განტოლებები

ენტალპია	$H = U + PV$
გიბსის თავისუფალი ენერგია	$G = H - TS$
	$\Delta_r G = \Delta G^0 + RT \ln Q$
	$\Delta_r G^0 = -RT \ln K = -nFE_{cell}^0$
ენტროპიის ცვლილება	$\Delta S = \frac{q_{rev}}{T}$, სადაც q_{rev} აღნიშნავს შექცევადი პროცესის სითბოს.
ენტროპიის ცვლილება	$\Delta S = nR \ln \frac{v_2}{v_1}$ (იდეალური გაზის იზოთერმული გაფართოებისთვის)
ნერნსტის განტოლება	$E = E^0 + \frac{RT}{nF} \ln \frac{C_{oxidation}}{C_{reduction}}$
ფოტონის ენერგია	$E = \frac{hc}{\lambda}$
გაინტეგრირებული სიჩქარის კანონები	
ნულოვანი რიგი	$[A] = [A]_0 - kt$
პირველი რიგი	$\ln [A] = \ln [A]_0 - kt$
მეორე რიგი	$\frac{1}{[A]} = \frac{1}{[A]_0} + kt$
არენიუსის განტოლება	$k = Ae^{-E_a/RT}$
სწორხაზოვანი საკალიბრო მრუდის განტოლება	$y = mx + n$
ლამბერტ-ბერის კანონი	$A = \varepsilon lc$

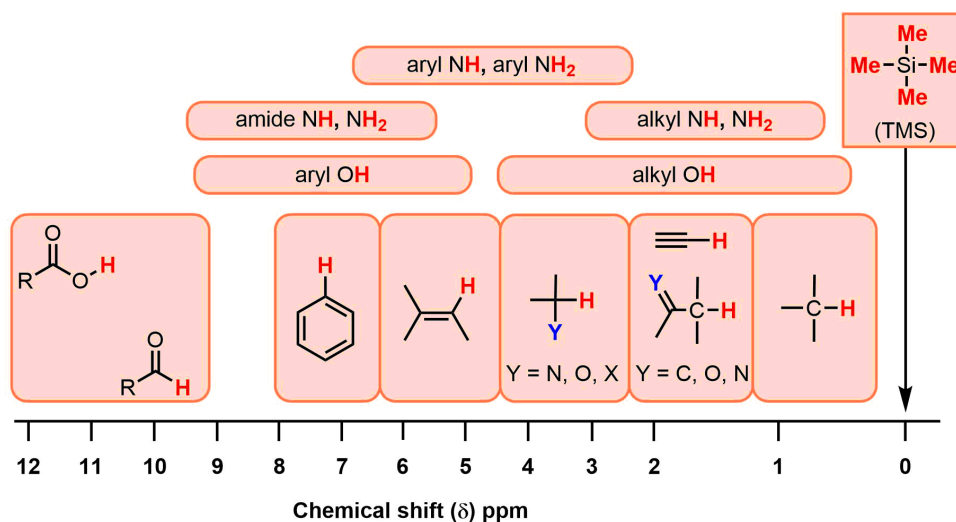


ელემენტების პერიოდულობის ცხრილი

1																										18									
1 H 1.008		2		atomic number Symbol atomic weight										13		14		15		16		17		2 He 4.003											
3 Li 6.94		4 Be 9.01												5 B 10.81		6 C 12.01		7 N 14.01		8 O 16.00		9 F 19.00		10 Ne 20.18											
11 Na 22.99		12 Mg 24.31		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13 Al 26.98		14 Si 28.09		15 P 30.97		16 S 32.06		17 Cl 35.45		18 Ar 39.95	
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 78.97		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 -		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		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 -		85 At -		86 Rn -	
87 Fr -		88 Ra -		89-103		104 Rf -		105 Db -		106 Sg -		107 Bh -		108 Hs -		109 Mt -		110 Ds -		111 Rg -		112 Cn -		113 Nh -		114 Fl -		115 Mc -		116 Lv -		117 Ts -		118 Og -	

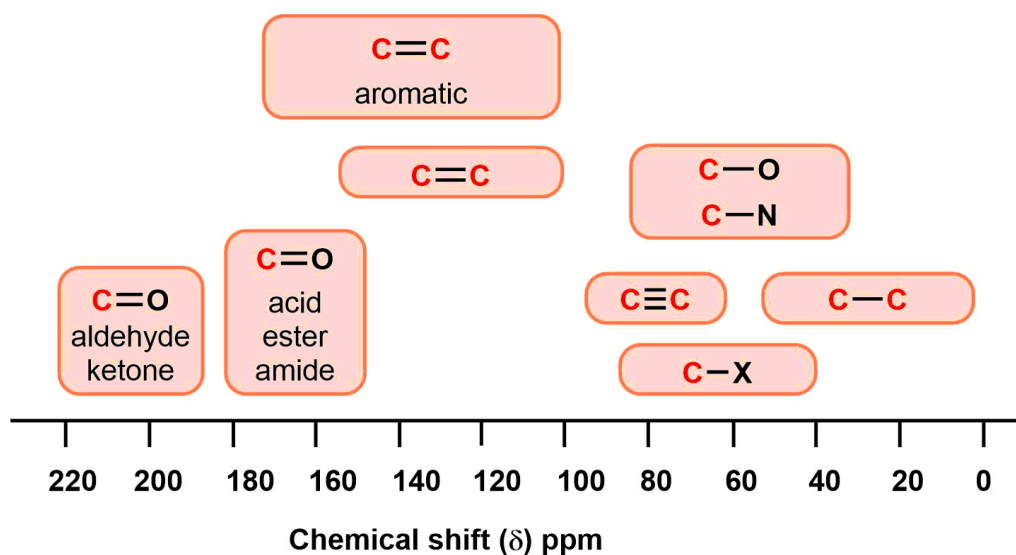
57 La 138.9	58 Ce 140.1	59 Pr 140.9	60 Nd 144.2	61 Pm -	62 Sm 150.4	63 Eu 152.0	64 Gd 157.3	65 Tb 158.9	66 Dy 162.5	67 Ho 164.9	68 Er 167.3	69 Tm 168.9	70 Yb 173.0	71 Lu 175.0
89 Ac -	90 Th 232.0	91 Pa 231.0	92 U 238.0	93 Np -	94 Pu -	95 Am -	96 Cm -	97 Bk -	98 Cf -	99 Es -	100 Fm -	101 Md -	102 No -	103 Lr -





ტიპური შეწყვილების კონსტანტები

ჰემინალური $^2J = 0 \text{ Hz}$ (ჰომოტოპური წყალბადები)	ჰემინალური $^2J = 2-15 \text{ Hz}$ (დიასტერეოტოპული წყალბადები)	ვივინალური $^3J = 6-8 \text{ Hz}$
ვივინალური $^3J = 2-12 \text{ Hz}$ (დამოკიდებულია ორნახნაგა კუთხეზე)	ცის $^3J = 7-12 \text{ Hz}$	ტრანს $^3J = 12-18 \text{ Hz}$
გემინალური $^2J = 0.5-3 \text{ Hz}$	ალილური $^3J = 3-11 \text{ Hz}$ (დამოკიდებულია ორნახნაგა კუთხეზე)	$^3J = 6-9 \text{ Hz}$ (ორთო) $^4J = 1-3 \text{ Hz}$ (მეტა) $^5J = 0-1 \text{ Hz}$ (პარა)





ინ შთანთქმის სიხშირეების ცხრილი

ფუნქციური ჯგუფი	ვიბრაციის ტიპი	შთანთქმის სიხშირის უბანი (cm^{-1})	ინტენსივობა
სპირტი			
O-H	ვალენტური რხევა, (stretch, H-bonded)	3600–3200	ინტენსიური, ფართო
	ვალენტური რხევა, თავისუფალი (stretch, free)	3700–3500	ინტენსიური, ვიწრო
C-O	ვალენტური რხევა	1150–1050	ინტენსიური
ალკანი			
C-H	ვალენტური რხევა	3000–2850	ინტენსიური
	დეფორმაციული რხევა	1480–1350	ცვლადი
ალკენი			
=C-H	ვალენტური რხევა	3100–3010	საშუალო
	დეფორმაციული რხევა	1000–675	ინტენსიური
C=C	ვალენტური რხევა	1680–1620	ცვლადი
ალკილ ჰალოგენიდები			
C-F	ვალენტური რხევა	1400–1000	ინტენსიური
C-Cl	ვალენტური რხევა	800–600	ინტენსიური
C-Br	ვალენტური რხევა	600–500	ინტენსიური
C-I	ვალენტური რხევა	500	ინტენსიური
ალკინი			
C-H	ვალენტური რხევა	3300	ინტენსიური, ვიწრო
C $\equiv$ C	ვალენტური რხევა	2260–2100	ცვლადი, არ ჩანს სიმეტრიულ ალკინში



იწ შთანთქმის სიხშირეების ცხრილი

ამინები			
N-H	ვალენტური რხევა	3500-3300	საშუალო (პირველად ამინებს აქვთ 2 შთანთქმის ზოლი, მეორეულ ამინებს - ერთი, ხშირად ძალიან სუსტი)
C-N	ვალენტური რხევა	1360-1080	საშუალო-სუსტი
N-H	დეფორმაციული რხევა	1600	საშუალო
არომატულები			
C-H	ვალენტური რხევა	3100-3000	საშუალო
C=C	ვალენტური რხევა	1600-1400	საშუალო- სუსტი, მრავალჯერადი შთანთქმის ზოლი
კარბონილი			
C=O	ვალენტური რხევა	1820-1670	ინტენსიური
მჟავა			
C=O	ვალენტური რხევა	1725-1700	ინტენსიური
O-H	ვალენტური რხევა	3300-2500	ინტენსიური, ძალიან ფართო
C-O	ვალენტური რხევა	1320-1210	ინტენსიური
ალდეჰიდი			
C=O	ვალენტური რხევა	1740-1720	ინტენსიური
C-H	ვალენტური რხევა	2850-2820 & 2750-2720	საშუალო, 2 პიკი
ამიდი			
C=O	ვალენტური რხევა	1690-1640	ინტენსიური
N-H	ვალენტური რხევა	3500-3100	ჩაუნაცვლებელს აქვს ორი შთანთქმის ზოლი
	დეფორმაციული რხევა	1640-1550	



იწ შთანთქმის სიხშირეების ცხრილი

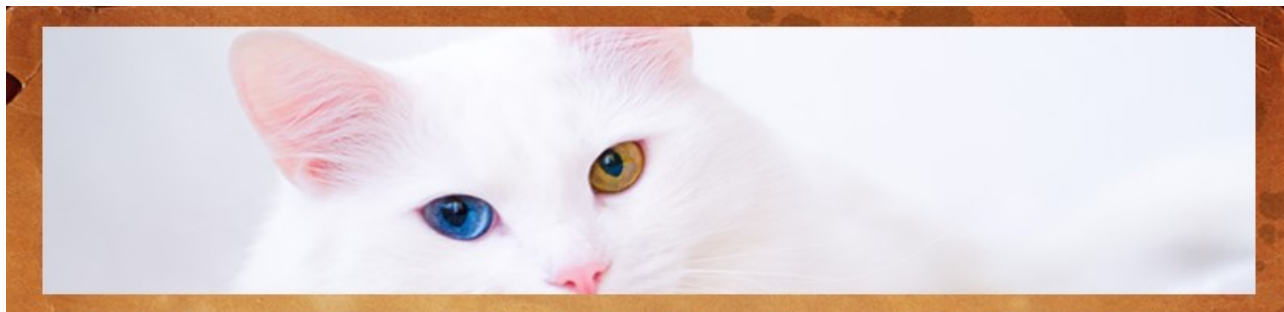
ანჰიდრიდი			
C=O	დეფორმაციული რხევა	1830-1800 & 1775-1740	ორი შთანთქმის ზოლი
ესტერი			
C=O	ვალენტური რხევა	1750-1735	ინტენსიური
C-O	ვალენტური რხევა	1300-1000	ორი ან მეტი შთანთქმის ზოლი
კეტონები			
აციკლური	ვალენტური რხევა	1725-1705	ინტენსიური
ციკლური	ვალენტური რხევა	3-წევრა - 1850	ინტენსიური
	ვალენტური რხევა	4-წევრა - 1780	ინტენსიური
	ვალენტური რხევა	5-წევრა - 1745	ინტენსიური
	ვალენტური რხევა	6-წევრა - 1715	ინტენსიური
	ვალენტური რხევა	7-წევრა - 1705	ინტენსიური
α, β -უჯერი	ვალენტური რხევა	1685-1665	ინტენსიური
შეუღლება გადაანაცვლებს შთანთქმას დაბალი ტალღის სიგრძისკენ			
არილკეტონი	ვალენტური რხევა	1700-1680	ინტენსიური
ეთერები			
C-O	ვალენტური რხევა	1300-1000 (1150-1070)	ინტენსიური
ნიტრილები			
C $\equiv$ N	ვალენტური რხევა	2260-2210	საშუალო
ნიტრო			
N-O	ვალენტური რხევა	1560-1515 & 1385-1345	ინტენსიური, 2 შთანთქმის ზოლი



Q1-1

Georgian (Georgia)

თურქეთის ორი მშვენიერება: ვან კატა და ანკარა კატა

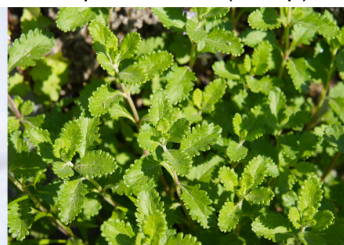


კატებს შორის ყველაზე მშვენიერი ვან კატა მიეკუთვნება სუფთა ჯიშის ცხოველს და გვხვდება მხოლოდ ტბა ვანის აუზში. მეორე ენდემური ჯიშის კატა არის ანკარა კატა. მათ ანგორას კატებსაც უწოდებენ. მათი ყველაზე განმასხვავებელი დამახასიათებელი ნიშანთვისება არის ორი სხვადასხვა ფერის თვალი.

Van cat



Ankara cat

*Nepeta cataria* (catnip)

ადამიანების მსგავსად, კატებიც ზოგჯერ განიცდიან სტრესს და დარდიანობენ. ზუსტად ადამიანების მსგავსად, მელატონინი უწყობს ხელს მათ ბედნიერებასაც. ზოგიერთი ბუნებრივი პროდუქტის წყალობით შესაძლებელია კატების სტრესის შემცირება და მათაც შეიძლება თავი იგრძნონ ბედნიერებად.

ნეპეტალაქტონი არის ორგანული ნივთიერება, რომელიც გამოყოფილია მცენარიდან კატისკი (*Nepeta cataria*). იგი კატებზე მოქმედებს დამამშვიდებლად.

ნეპეტალაქტონი არის 10-ნახშირბადის შემცველი ბიციკლური მონოტერპენოიდული ნაერთი, რომელიც მიიღება ორი კონდენსირებული ციკლის: ციკლოპენტანისა და ლაქტონის შემცველი იზოპრენიდან.



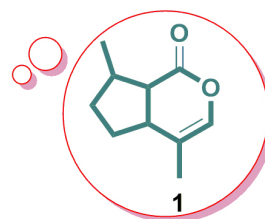
Q1-2

Georgian (Georgia)

Cat eating catnip in the garden



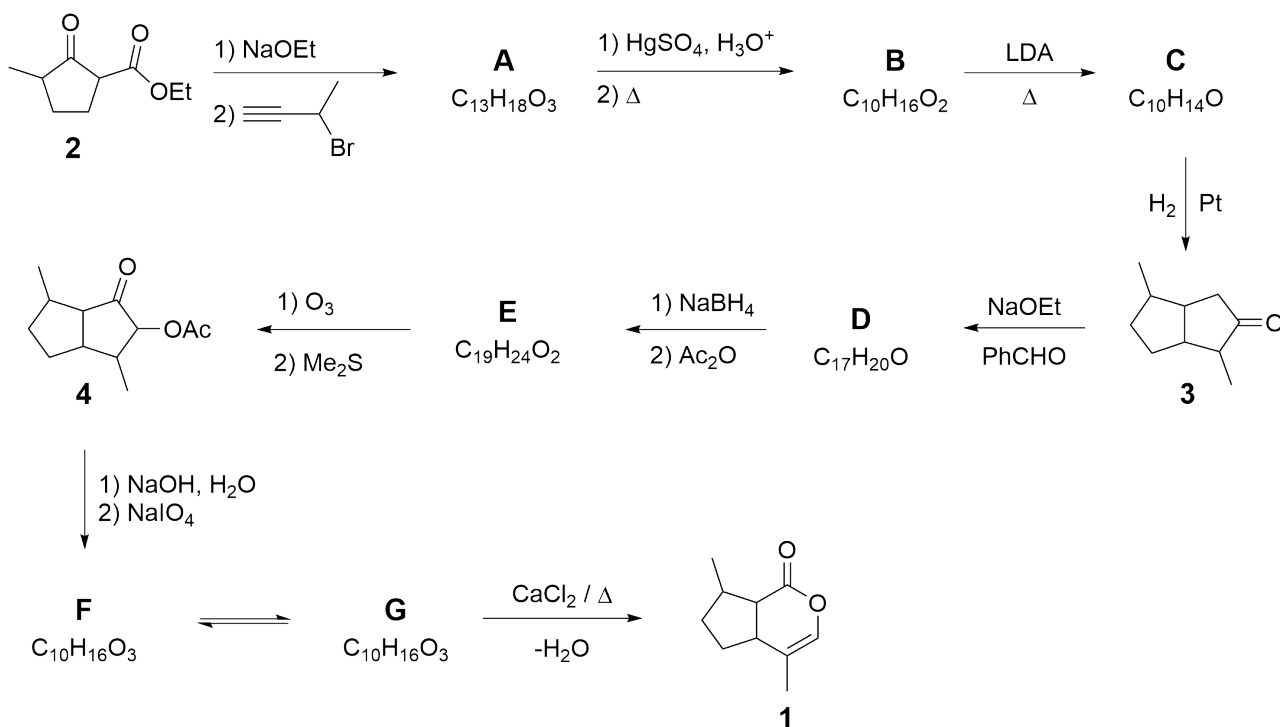
Cat's dream



Nepetalactone



ნეპეტალექტონის სინთეზის სრული გზა:



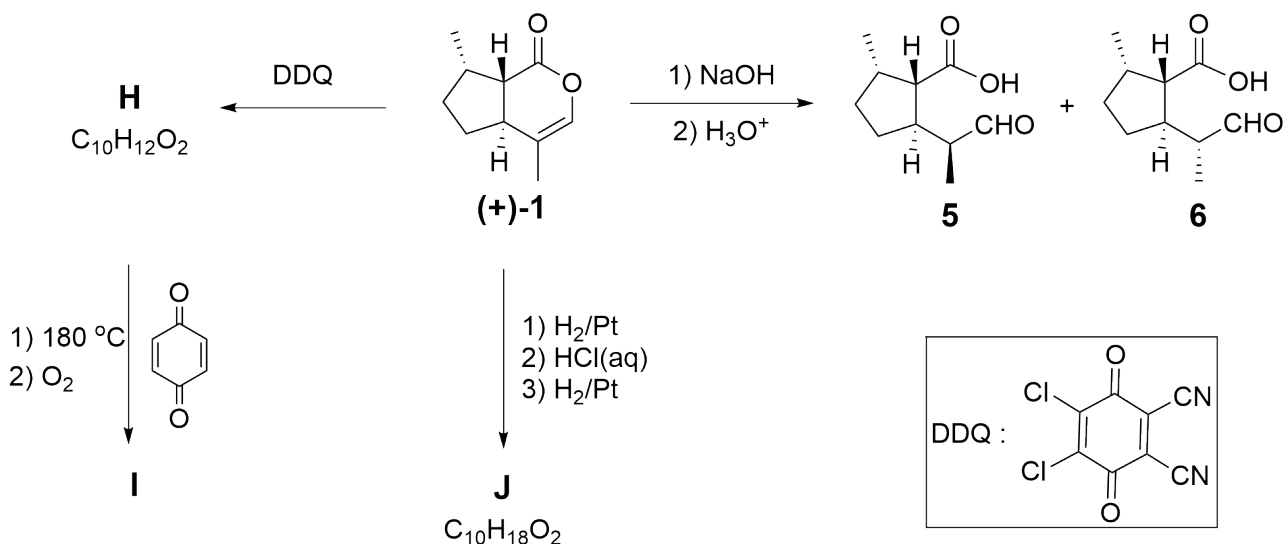
1.1 ზემოთ მოცემულ სქემაზე ნაჩვენებია ნეპეტალექტონის სინთეზის სრული გზა. დაწერეთ A-G სტრუქტურები სტერეოზიმერიის მითითების გარეშე. 14.0pt

მინიშნებები:

- იწ (IR) სპექტრში A ნივთიერებას აქვს ინტენსიური და ვიწრო შთანთქმის ზოლი 3300სმ^{-1} უნაბში
- A, B, და F არის მონოციკლური ნაერთები, ხოლო C, D, E, და G - ბიციკლური ნაერთები.
- F-ს აქვს ერთი დუბლეტი 9.8 ppm-ზე $^1\text{H-NMR}$ სპექტრში.



ნეპეტალექტონის რეაქციები:



ზემოთ მოცემული სქემა მოიცავს ენანტიომერულად სუფთა ნეპეტალექტონის **1** იზომერების რამდენიმე რეაქციას. რეაქციის სამი პროდუქტი (**5**, **6**, და **J**) ინდუსტრიაში გამოიყენება მწერების დასაფრთხობ საშუალებად (რეპელენტად).

1.2 ქვემოთ მოყვანილი დებულებებიდან **5**-სა და **6**-ს შორის 4.0pt დამოკიდებულებისათვის რომელი არის/არიან ჭეშმარიტი? მონიშნეთ უჭრა სწორი პასუხ(ებ)ის გასწვრივ პასუხების ფურცელში.

1-ის რეაქცია DDQ-თან იძლევა მაღალი რიგით შეუღლებულ ნაერთს **H**. ასევე, ნაერთის **H** თერმული რეაქცია 3-ქინონთან იძლევა **I**-ს, რომლის მოლეკულური მასა არის 226.28 გ/მოლი.

1.3 დაწერეთ **H**, **I**, და **J** ნაერთების სტრუქტურული ფორმულები 6.0pt სტერეოქიმიის მითითებით.

მინიშნებები:

- I**-ს წარმოქმნის დროს ადგილი აქვს თანმიმდევრულ პერიციკლურ რეაქციებს და ჟანგვას (O_2 არსებობის გამო), ამ დროს წარმოიქმნება კარგად ნაცნობი გაზი.
- J**-ს აქვს ინტენსიური და ფართო შთანთქმის ზოლი 3300 და 2500 cm^{-1} -ზე იწ სპექტრში.



თურქეთის ორი მშვენიერება: ვან კატა და ანკარა კატა

1.1 (14.0 pt)

A	B
C	D
E	F
G	



1.2 (4.0 pt)

- ☐ ენენტოუმერები
- ☐ დიასტერეომერები
- ☐ იდენტურები
- ☐ სტერეოზომერები

1.3 (6.0 pt)

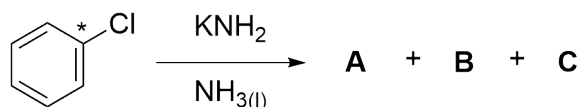
H	I
J	



იგავი რეაქციისუნარიან ინტერმედიატებზე

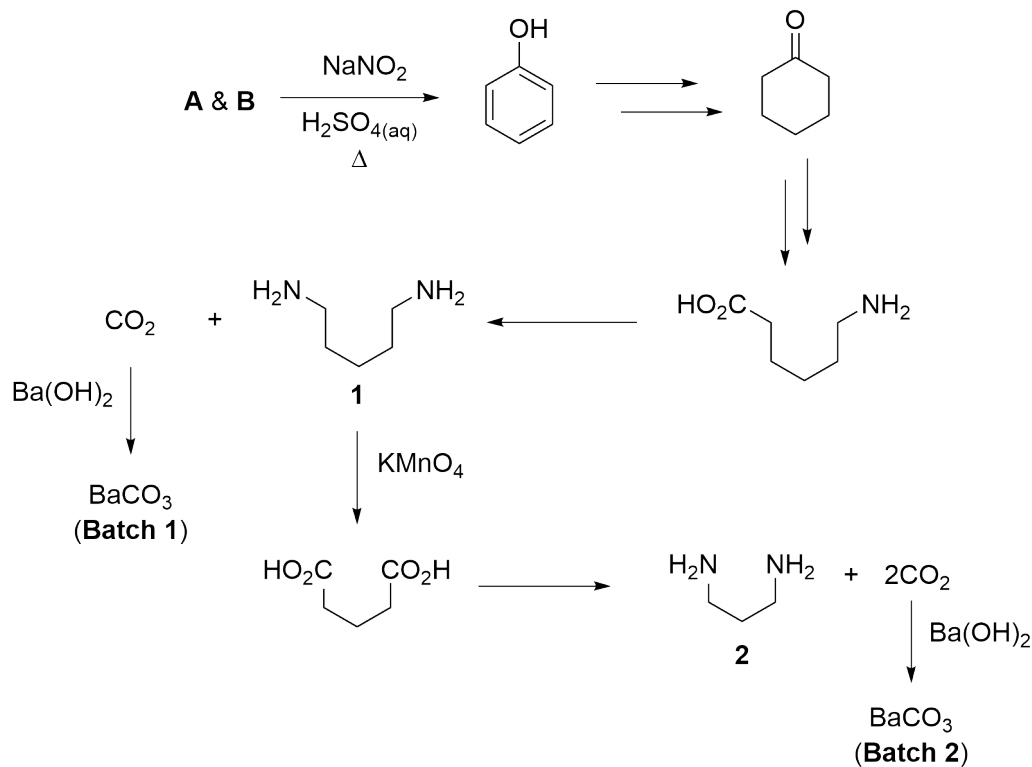
არინები მიეკუთვნებიან რეაქციისუნარიანი ინტერმედიატების სპეციალურ კლასს. 1953 წელს ჯონ რობერტსმა თანაავტორობითან ერთად არინის (ბენზინის) სტრუქტურა პირველად დაადასტურა ატომთა მოხერხებული ნიშანდების ექსპერიმენტების საშუალებით.

ერთ-ერთ ასეთ ექსპერიმენტში, ქლორბენზოლი, რომელშიც ნახშირბადატომი 1 პოზიციაში ნიშანდებული იქნა რადიოაქტიური ^{14}C -ით, ურთიერთქმედებდა KNH_2 -თან თხევად NH_3 -ში, რომლის დროსაც მიიღებოდა თითქმის ერთიდაიგივე რაოდენობის იზოტოპური იზომერები **A** და **B** არაორგანულ მარილი **C**-სთან ერთად. მოცემული რეაქცია მიმდინარეობს შუალედურ სტადიაზე ინტერმედიატ არინის **D** წარმოქმნით.



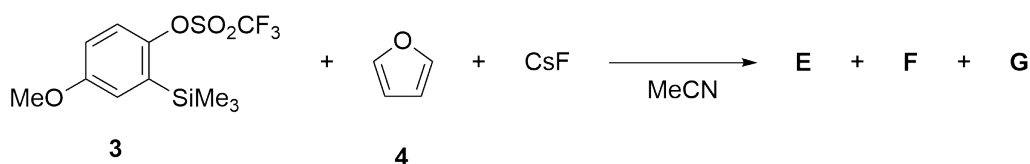
2.1 დაწერეთ **A**, **B**, და **D** ნაერთების სტრუქტურული ფორმულები და 7.0pt
წარმოადგინეთ ნაერთი **C**-ს ფორმულა. ვარსკვლავით (*) აღნიშნეთ
 ნიშანდებული ^{14}C ნახშირბად ატომ(ებ)ის პოზიცია(ები).

^{14}C -ით ნიშანდებული პროდუქტ(ებ)ის ანალიზი ჩატარებული იქნა დეგრადაციის ექსპერიმენტებით (^{14}C -ით ნიშანდებული ნახშირბად ატომები არ არის ნაჩვენები სტრუქტურებზე). განსაზღვრული იქნა ინტერმედიატებისა და საბოლოო პროდუქტების რადიოაქტიურობები.



2.2 პასუხების ფურცელში **მონიშნეთ** იმ ინტერმედიატებისა და პროდუქტების შესაბამისი უჯრები, რომლებიც თქვენი აზრით გამოავლენენ რადიოაქტიურობას.

არინის მიღების მეთოდის გამარტივების მიზნით, კობაიაშვიმ თანაავტორებთან ერთად შეიმუშავა ფთორიდით ინდუცირებული არინის სინთეზის პროტოკოლი. ამ მეთოდის თანახმად ბენზოლის ნაწარმი **3** ურთიერთქმედებს ფურანთან (**4**) CsF -ის თანაობისას, რომლის დროსაც მიიღება **E**, **F**, და **G** ნაერთები.



- ნაერთი **E**-ს ელემენტურმა ანალიზმა აჩვენა ატომების შემდეგი შემცველობა: 75.8% ნახშირბადი, 5.8% წყალბადი და 18.4% ჟანგბადი.
- **E** არ მოიცავს პროტონს, რომელიც იქნება მიმოცვლადი D_2O -სთან ^1H -NMR სპექტროსკოპიაში.
- **F** არის იონური ნაერთი.



2.3 დაადგინეთ E, F, და G ნაერთების სტრუქტურები (სტერეოქიმის გარეშე). 8.0pt

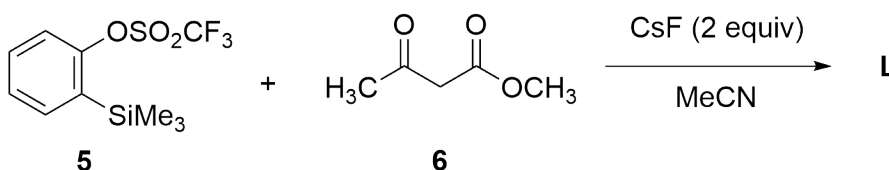
ნუკლეოფილის ან შემბოჭავი ნაერთის არარსებობის დროს, რეაქციისათვის ხელსაყრელ პირობებში არინებმა შეიძლება განიცადონ [2+2] ტიპის ციკლოდიმერიზაცია ან [2+2+2]-ტიპის ციკლოტრიმერიზაცია. არინის ნაწარმა, რომელიც მიიღება **3**-ის ურთიერთქმედებით ერთ ეკვივალენტ CsF-თან MeCN-ის არეში, როგორც წესი, შეიძლება წარმოქმნას ოთხი განსხვავებული დიმერიზაციისა და ტრიმერიზაციის პროდუქტი (**H-K**).

- **H**-ს აქვს სიმეტრიის ორი სიბრტყე
- ნაერთმა **I** შეიძლება გამოავლინოს 21 სიგნალი ^{13}C -NMR სპექტრში
- ორივე **I** და **J** ნაერთისათვის მას-სპექტრში m/z მნიშვნელობა არის 318.1

2.4 განსაზღვრეთ ნაერთების H-K სტრუქტურული ფორმულები 16pt

როდესაც **5** ურთიერთქმედებს β -კეტოესტერთან **6** 2 ეკვივალენტი CsF-ის თანაობისას 80 °C-ზე, ძირითადი პროდუქტის სახით მიიღება ნაერთი **L**. ნაერთის **L** ^1H -NMR და ^{13}C -NMR სპექტრალური მონაცემები, რომელიც ჩაწერილია CDCl_3 -ში, მოყვანილია ქვემოთ:

- ^1H -NMR: δ 7.79 (dd, $J = 7.6, 1.5$ Hz, 1H), 7.47–7.33 (m, 2H), 7.25–7.20 (m, 1H), 3.91 (s, 2H), 3.66 (s, 3H), 2.56 (s, 3H) ppm.
- ^{13}C -NMR: δ 201.3, 172.0, 137.1, 134.4, 132.8, 132.1, 130.1, 127.5, 51.9, 40.2, 28.8 ppm.



2.5 განსაზღვრეთ L-ის სტრუქტურა 5.0pt

2.6 პასუხების ფურცელში მოცემული რომელი პოსტულატ(ებ)ი აღწერს CsF-ის როლს დავალება 2.5-ში მოყვანილ რეაქციაში? 4.0pt

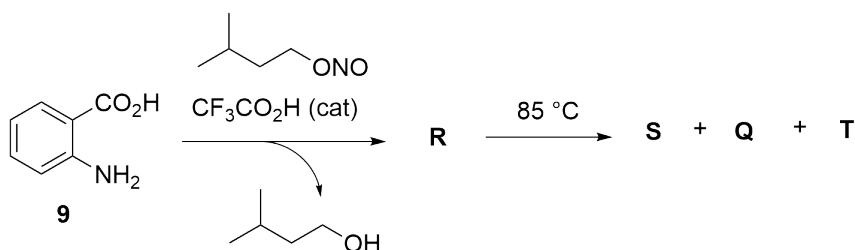
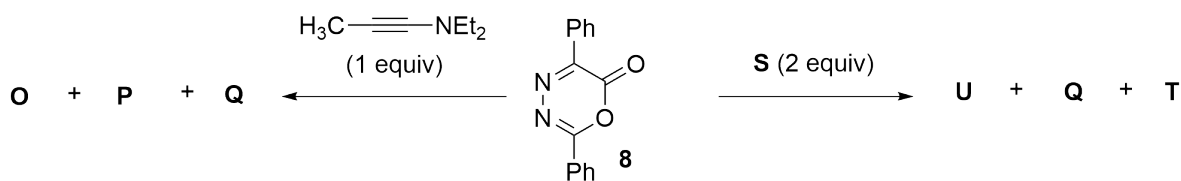
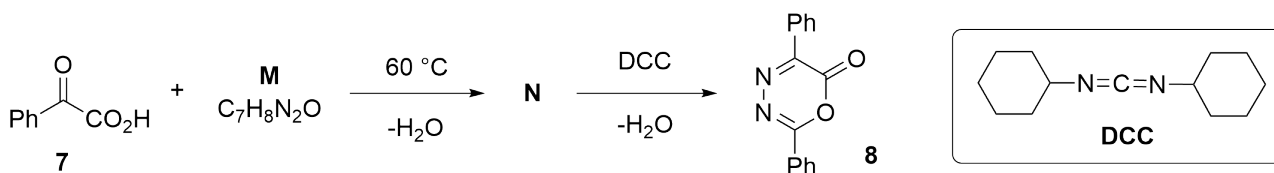
- HF-ს და β -კეტოესტერის **6** pK_a სიდიდეები დიმეთილსულფოქსიდში (DMSO) არის დაახლოებით 15 და 14, შესაბამისად.

აღმოჩნდა, რომ დიაზაპირონის ნაწარმი **8** შესაძლებელია იყოს მნიშვნელოვანი რეაგენტი სხვადასხვა ციკლური ნაერთების მისაღებად. მისი მიღება ფენილგლიოქსილ მუავიდან (**7**)



და მისი გამოყენება ორ სხვადასხვა რეაქციაში აღწერილია ქვემოთ:

- **Q** და **T** არიან გაზები ოთახის პირობებში.
- **O** და **P** კონსტიტუციური (ჩონჩხის) იზომერები.
- **Q** -ს არ გააჩნია რაიმე სიგნალი იზ სპექტრში.
- 1 მოლი **R**-ის გაცხელება 85 °C-ზე იძლევა 1 მოლ რეაქციისუნარიან ინტერმედიატს **S**.
- ნაერთი **8** ორ ეკვივალენტ **S**-თან ურთიერთქმედებისას იძლევა ნაერთებს **U**, **Q**, და **T**.



შენიშვნა:

equiv = ეკვივალენტი

cat = კატალიზატორი

2.7 განსაზღვრეთ M-U-ის სტრუქტურები.

28.0pt

**იგავი რეაქციისუნარიან ინტერმედიატებზე****2.1** (7.0 pt)

A	B
C	D

2.2 (9.0 pt)მხოლოდ **A**-ს გათვალისწინებით:

- ☐ ნაერთი 1
- ☐ BaCO₃ (Batch 1)
- ☐ ნაერთი 2
- ☐ BaCO₃ (Batch 2)

მხოლოდ **B**-ს გათვალისწინებით:

- ☐ ნაერთი 1
- ☐ BaCO₃ (Batch 1)
- ☐ ნაერთი 2
- ☐ BaCO₃ (Batch 2)



2.3 (8.0 pt)

E

F

G

2.4 (16.0 pt)

H

I

J

K



2.5 (5.0 pt)

L

2.6 (4.0 pt)

- ☐ F^- იწვევს ტრიფთორმეთანსულფონატის (O_3SCF_3) ჯგუფის ჰიდროლიზს ნაერთში **5**.
- ☐ F^- უტევს ნაერთი **5**-ის $-\text{SiMe}_3$ ჯგუფს .
- ☐ F^- იქცევა როგორც ფუძე ნაერთი **6**-ის დეპროტონირებაში.
- ☐ F^- იქცევა როგორც ნუკლეოფილი და უტევს ნაერთი **6**-ის ესტერულ ჯგუფს.



2.7 (28.0 pt)

M	N
O და P	Q
R	S
T	U



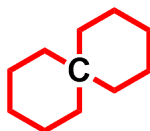
Q3-1

Georgian (Georgia)

(±)-კოერულესცინი

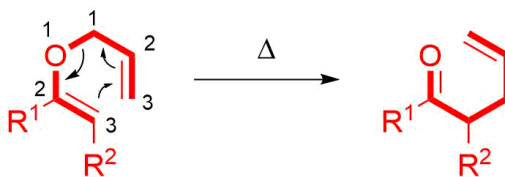
სპირო ნაერთი არის ტიპური ორგანული ნივთიერება, რომელიც მოიცავს ისეთ ციკლებს, რომლებიც ერთმანეთთან დაკავშირებულნი არიან მხოლოდ ერთი საერთო ატომით (სპირო ატომით), როგორც ნაჩვენებია ქვემოთ მოცემულ სქემაზე.

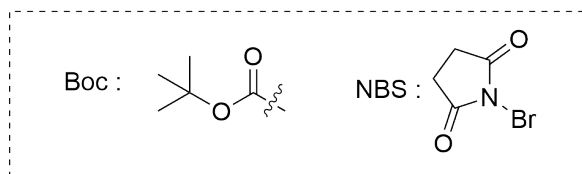
სპირო[პიროლიდინ-3,3'ოქსინდოლი]-ის ციკლური სისტემა წარმოადგენს რამდენიმე ციტოტოქსიკური ალკალოიდისა და არაბუნებრივი ნაერთების სტრუქტურულ ბაზისს. კოერულესცინი (1) და ჰორსფილინი მიეკუთვნებიან ნაერთთა იმ ქვეკლასის უმარტივეს პროტოტიპებს, რომლებიც ავლენენ მრავალფეროვან ბიოლოგიურ აქტიურობას და შესაძლებელია მიღებული იქნან ქვემოთ მოცემული სქემის მიხედვით.



კლაიზენის გადაჯგუფება, რომელიც წარმოადგენს [3,3]-სიგმატროპულ გადაჯგუფებას, არის ნახშირბად-ნახშირბად ბმის წარმოქმნის მძლავრი მეთოდი, რომელშიც ალილვინილეთერი თერმულად გარდაიქმნება უჯერ კარბონილურ ნაერთში როგორც ნაჩვენებია ქვემოთ მოცემულ სქემაზე. როდესაც ნივთიერება **A**-ს აცხელებენ, განიცდის კლაიზენის გადაჯგუფებას და იძლევა კარბონილურ ნაერთს **B**.

მოცემულ მთელ დავალებაში თქვენი პასუხები შეიძლება მოცემული იყოს სტერეოქიმიის გათვალისწინების გარეშე.







- 3.1 **დაწერეთ A და B** ნაერთების სტრუქტურული ფორმულები. 8.0pt
- A არის ცის/ტრანს იზომერების დაუცილებელი ნარევი.
 - B -ს აქვს შთანთქმა 1726 სმ^{-1} -ზე იწ სპექტრში.

- 3.2 **დაწერეთ C, D, E და F** ნაერთების სტრუქტურული ფორმულები. 16.0pt
- D-F ნაერთებს აქვს ბიციკლური სტრუქტურა

- 3.3 **აირჩიეთ F-დან G-ში** გარდაქმნის საფეხურების სწორი 4.0pt
თანმიმდევრობა.

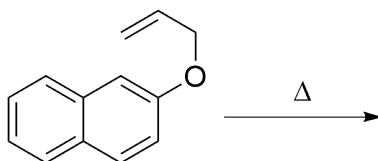
- 3.4 **დაწერეთ G და H** ნაერთების სტრუქტურული ფორმულები (ორივე არის სპირო ნაერთი). 8.0pt

- 3.5 **დაწერეთ** ინტერმედიატის სტრუქტურა, რომელიც წარმოიქმნება H → 5.0pt
კოერულესცინი (1) საფეხურზე n-BuLi-ით დამუშავებისას.

კოერულესცინი (1) N-ბრომსუქცინიმიდთან (NBS) ურთიერთქმედებით იძლევა ბრომ ნაწარმს, რომელიც ნატრიუმის მეთოქსიდთან გაცხელებით სპილენძის (I) იოდიდის თანაობისას წარმოქმნის **ჰორსფილინს (I)** 60%-იანი გამოსავლიანობით.

- 3.6 **აარჩიეთ** ნაერთის I შესაბამისი სტრუქტურა მოცემული $^1\text{H-NMR}$ 5.0pt
მონაცემების მიხედვით: δ 7.05 (d, $J = 1.4 \text{ Hz}$, 1H), 6.78 (d, $J = 8.0 \text{ Hz}$, 1H), 6.72 (dd, $J = 8.0, 1.4 \text{ Hz}$, 1H) ppm.

- 3.7 როდესაც 2-ნაფთოლის ალილ ეთერი გააცხელეს, წარიმართა 5.0pt
სიგმატროპული გადაჯგუფება. **დაწერეთ** მოცემული რეაქციის
შედეგად გამოყოფილი ძირითადი პროდუქტის სტრუქტურული
ფორმულა.





(±)-კოერულესცინი

3.1 (8.0 pt)

A

B

3.2 (16.0 pt)

C

D

E

F



3.3 (4.0 pt)

- ☐ იმინის წარმოქმნა, შემდეგ ალდგენა, შემდეგ ამიდირება
- ☐ ამიდირება, შემდეგ იმინის წარმოქმნა, შემდეგ ალდგენა
- ☐ ალდგენა, შემდეგ ამიდირება, შემდეგ იმინის ფორმირება

3.4 (8.0 pt)

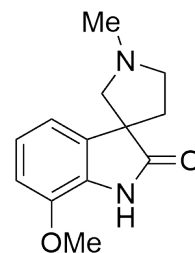
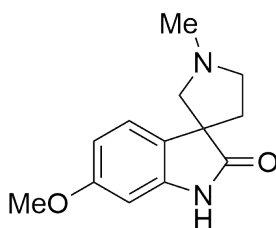
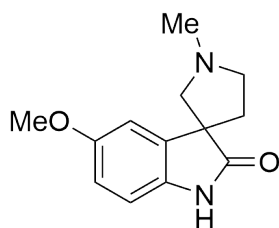
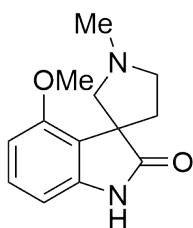
G

H

3.5 (5.0 pt)



3.6 (5.0 pt)

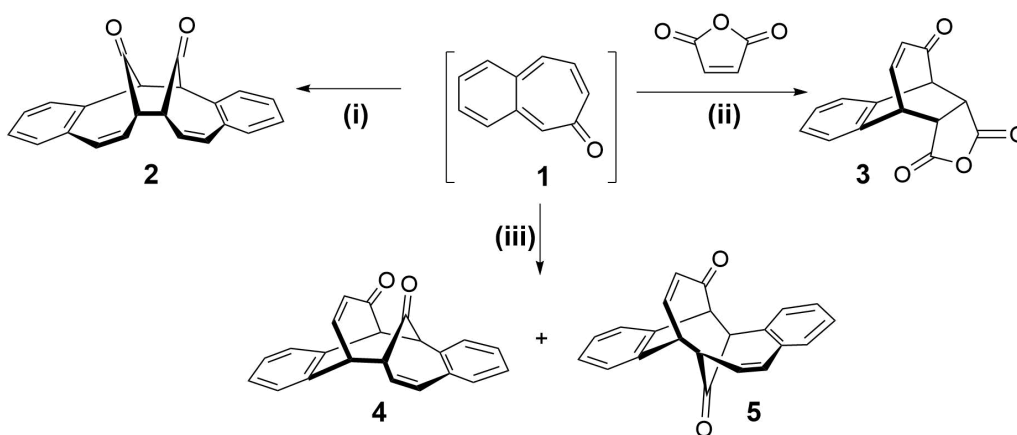


3.7 (5.0 pt)



სიმეტრია მნიშვნელოვანია!

არაერთი რეაქციაა ორგანულ ქიმიაში, რომელიც მიმდინარეობს გარდამავალ მდგომარეობაში ციკლური სტრუქტურის წარმოქმნით. ასეთ რეაქციებს პერიციკლურ რეაქციებს უწოდებენ. ვუდვარდ-ჰოფმანის წესი, რომელიც შემუშავებულია რობერტ ვუდვარდისა და როალდ ჰოფმანის მიერ, გამოიყენება სტერეოქიმიური ასპექტებისა და პერიციკლური რეაქციების აქტივაციის ენერგიების რაციონალიზაციისათვის.



ვუდვარდ-ჰოფმანის წესები				
	ელექტროციკლური რეაქციები		ციკლომერებები	
ელექტრონების რაოდენობა	თერმული დამუშავება (Δ)	ფოტოქიმიური ზემოქმედება ($h\nu$)	თერმული დამუშავება (Δ)	ფოტოქიმიური ზემოქმედება ($h\nu$)
$4n$ ($n = 1, 2, \dots$)	კონროტატორული Conrotatory (con)	დისროტატორული	არახელსაყრელი	ხელსაყრელი
$4n+2$ ($n = 1, 2, \dots$)	დისროტატორული (dis)	კონროტატორული	ხელსაყრელი	არახელსაყრელი

4.1 შეავსე ცხრილი რეაქციებისა (i)–(iii) ან პროდუქტებისათვის 2–5:

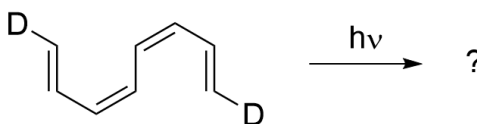
12.0pt

ბენზოტროპონი შეიძლება არსებობდეს სამი იზომერის სახით. თუმცა ბენზოტროპონის მხოლოდ ორი იზომერი არის გამოყოფილი, ხოლო 3,4-ბენზოტროპონის (1) გამოყოფა ჯერ ვერ მოხერხდა. მისი არამდგრადობა განპირობებულია 1-ის ო-ქინოიდური სტრუქტურიდან გამომდინარე, რადგან იგი არ მოიცავს ბენზოლურ სექსტეტურ ელექტრონულ სისტემას.

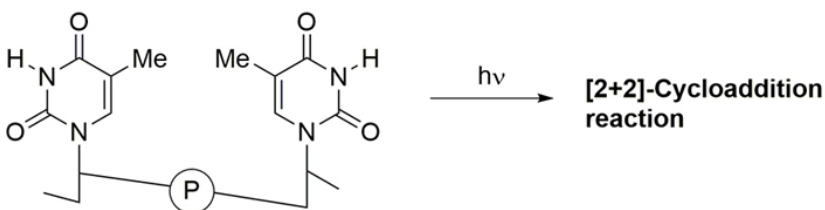


- 4.2** **დაწერეთ** ბენზოტროპონის სტაბილური იზომერების **A** (6 სიგნალი ^{13}C -NMR სპექტრში) და **B** (11 სიგნალი ^{13}C -NMR სპექტრში) სტრუქტურები 6.0pt

- 4.3** როდესაც მოცემული ტეტრაენი რეაქციაში შედის ფოტოქიმიური ზემოქმედების შედეგად, წარმოიქმნება სიმეტრიით-ნებადართული პროდუქტ(ებ)ი, რომელთაც ვუდვარდ-ჰოფმანის წესის შესაბამისად შეიძლება ჰქონდეთ სამი სხვადასხვა ზომის ციკლი. **მონიშნეთ** სწორი პასუხი თითოეულ ხაზში. 6.0pt

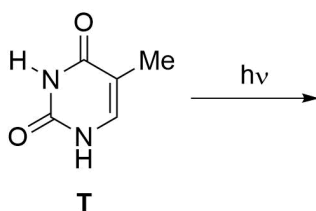


Prof. Dr. Aziz Sancar



2015 წელს ნობელის პრემია ქიმიაში მიენიჭა თურქ ქიმიკოსს აზიზ სანსარს შვედ მეცნიერთან თომას ლინდალთან და ამერიკელ მეცნიერთან პოლ მოდრიჩთან ერთად კვლევისათვის „დნმ-ის აღდგენის მექანიზმური შესწავლა“. დნმ-ში შემავალი პირიმიდინის ფუძეებმა შეიძლება განიცადონ ფოტოქიმიური **[2+2]-ციკლომიერთების რეაქცია** (სქემა იხილეთ ზემოთ) ულტრაიისფერი დასხივების პირობებში. ამას შეიძლება ადგილი ჰქონდეს ადამიანის კანზე, რამაც გამიწვიონ დნმ-ის დაზიანება და რომელსაც თავის მხრივ მივყავართ კანის კიბოსთან. პროფესორ აზიზ სანსარის კვლევა ეხება დნმ-ის აღდგენის მექანიზმს მოცემული ტიპის დაზიანებისათვის.

თიმინი (**T**) არის ერთ-ერთი ნუკლეინფუძე, რომელსაც შეუძლია უი დასხივების პირობებში განიცადოს მსგავსი ფოტოქიმიური რეაქცია. დავუშვათ გვაქვს ხსნარი, რომელიც მოიცავს თავისუფალ თიმინს და მასზე იმოქმედეს უი დასხივებით.



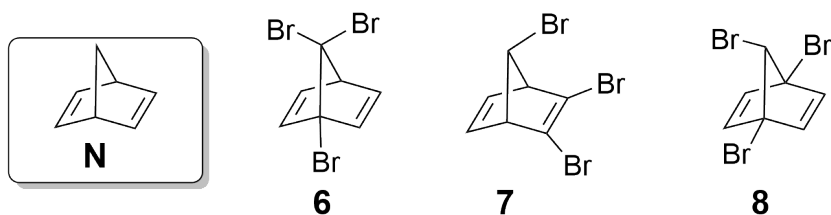


Q4-3

Georgian (Georgia)

- 4.4** სტერეოქიმიის გათვალისწინებით, **დანერეთ** 16.0pt
ყველა შესაძლო პროდუქტის სტრუქტურული ფორმულა, რომელიც წარმოიქმნება ორ თავისუფალ თიმილის (T) მოლეკულას შორის ურთიერთქმედების დროს. **შემოხაზეთ** ნაერთ(ებ)ი, რომელიც არის/არაა ქირალური. ენანტიომერული წყვილიდან მხოლოდ ერთი ენანტიომერის დაწერა არის საკმარისი. გთხოვთ, გაითვალისწინოთ, რომ ამ რეაქციაში მხოლოდ C=C ბმები მონაწილეობენ.

ლიტერატურაში ცნობილია ნორბორნადიენის (N) ბრომ ნაწარმების ფართო სპექტრი. ტრიბრომნორბორნადიენს ($C_7H_5Br_3$) აქვს ექვსი აქირალური (მეზო) იზომერი. ამ იზომერებიდან სამი (6, 7 და 8) მოცემულია ქვემოთ.



- 4.5** რამდენი სიგნალია მოსალოდნელი ^{13}C -NMR სპექტრში იზომერებისათვის 6, 7 და 8? **შეავსე** შემდეგი უჯრები. 9.0pt

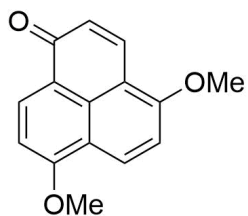
- 4.6** დაწერეთ სტრუქტურული ფორმულები ტრიბრომ-ნორბორნადიენის ($C_7H_5Br_3$) დარჩენილი აქირალური (მეზო) იზომერები (C, D და E) 6-8 - სთან დამატებით უჯრებში. 9.0pt

ეთერის 9 NMR სპექტრი არის რთული. ორი MeO- ჯგუფი განსხვავებულია, როგორც ყველა წყალბადატომი ბირთვში. ამასთან, დიფენოლს 10 აქვს მარტივი NMR სპექტრი და მოიცავს მხოლოდ სამი ტიპის პროტონებს (აღნიშნულია სიმბოლოებით a, b და c). სხვადასხვა რეზონანსული სტრუქტურების მომცველი გასაშუალებელი რეზონანსული სტრუქტურა და მისი სიმეტრია ნაჩვენებია ნაერთის 11-ის სახით.

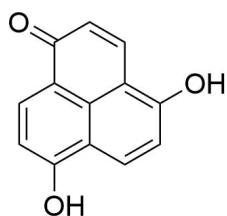


Q4-4

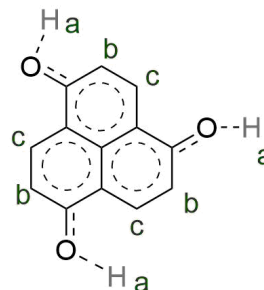
Georgian (Georgia)



9

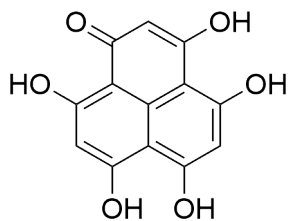


10

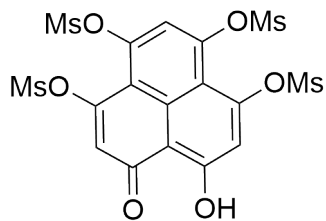


11

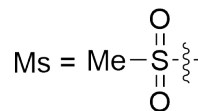
4.7 რამდენი სიგნალი არის მოსალოდნელი ნაერთების **12** და **13** ^{13}C - და ^1H -NMR სპექტრებზე? 8.0pt



12



13



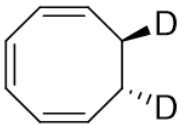
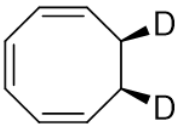
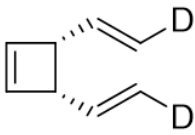
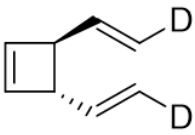
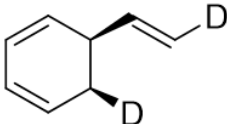
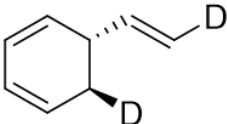
**სიმეტრია მნიშვნელოვანია!****4.1** (12.0 pt)

რეაქცია	პროდუქტი	[? + ?] ციკლომერიზაცია	Δ ან $h\nu$
i	2		
ii	3		
iii	4		
	5		

4.2 (6.0 pt)**A****B**



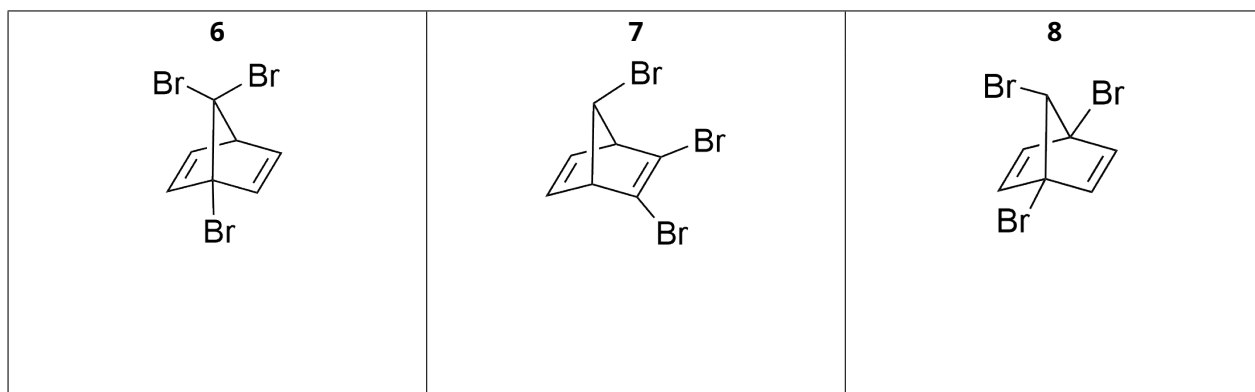
4.3 (6.0 pt)

☐		☐	
☐		☐	
☐		☐	

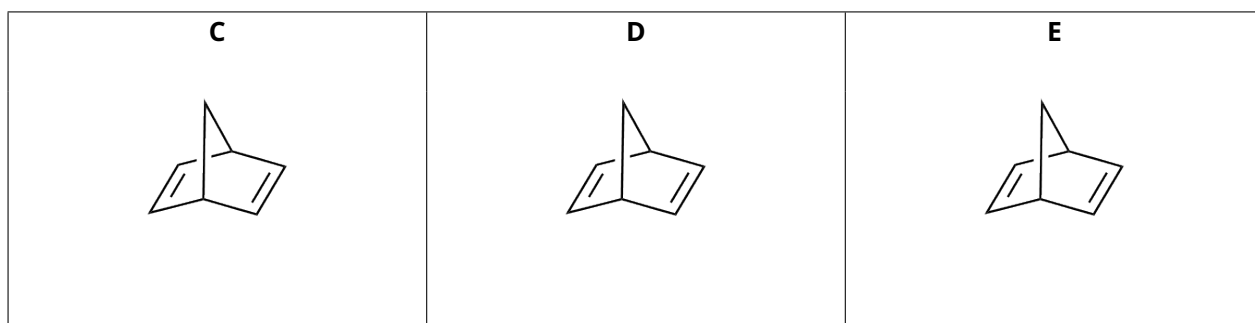
4.4 (16.0 pt)



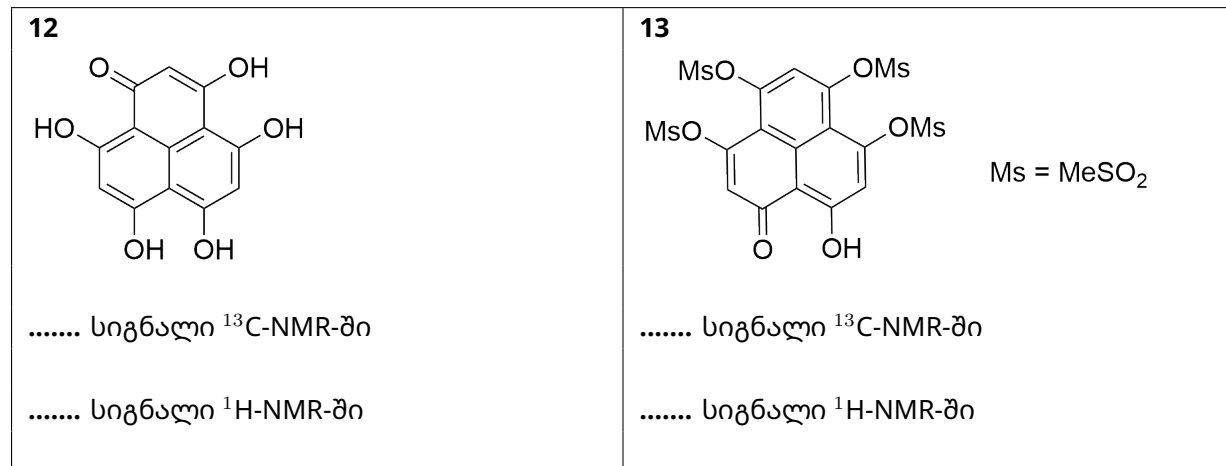
4.5 (9.0 pt)



4.6 (9.0 pt)



4.7 (8.0 pt)

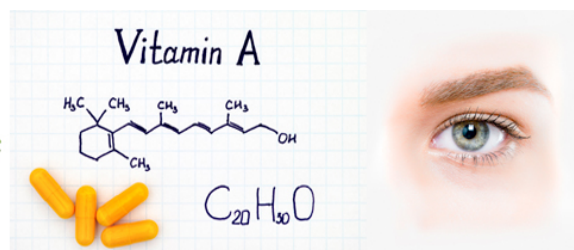




Q5-1

Georgian (Georgia)

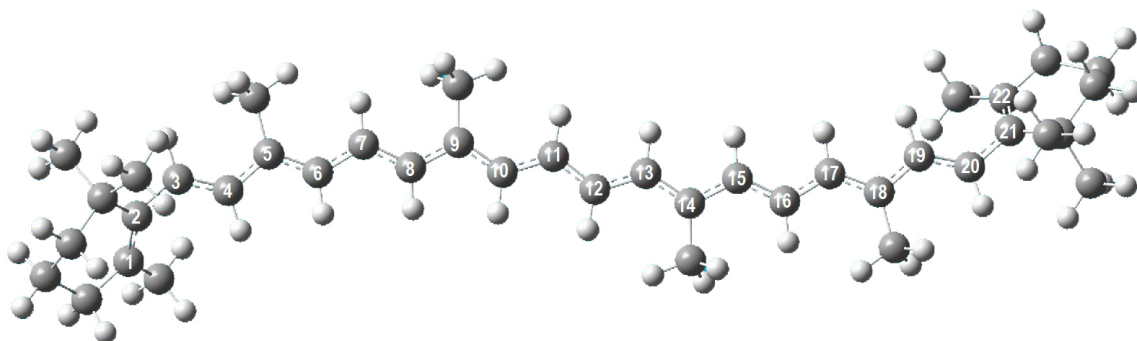
კონია, სტაფილო, ბეტა-კაროტინი, ვიტამინ - A, იმუნური სისტემა, მხედველობა



მევლანა (რუმი) იყო მისტიკოსი და სუფისტი პოეტი, რომელიც ცხოვრობდა კონიაში მე-13 საუკუნეში. კონიას არაპირდაპირი კავშირი ქიმიასთან მდგომარეობს იმაში, რომ ქალაქი უზრუნველყოფდა ქვეყნის სტაფილოს წარმოების 65%-ს, რომლისაგანაც მიიღება ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ვიტამინი (ვიტამინი A).

სტაფილო არის β -კაროტინის მნიშვნელოვანი წყარო, რომელიც მცენარეებს აძლევს ნარინჯისფერს. ეს მოლეკულა არის მოწითალო-ნარინჯისფერი პიგმენტი, ბუნებაში გვხვდება მცენარეებში და ხილში და არის პროვიტამინ A კაროტინოიდი. იგი გარდაიქმნება A ვიტამინად, რომელიც აუცილებელია ნორმალური ზრდა-განვითარებისთვის, იმუნური სისტემის ფუნქციონირებისათვის და მხედველობისათვის.

β -კაროტინს აქვს გრძელი პოლიენური ჯაჭვი, რომელიც მოიცავს ნახშირბადის 22 ატომს. მას აქვს შეუღლებული π -სისტემა, რომელშიც ერთმაგი და ორმაგი ბმები მონაცვლეობით არიან განლაგებული. ექსპერიმენტულად დადგენილი მაქსიმალური შთანთქმის ტალღის სიგრძე (λ_{max}) არის 455 ნმ. ჩავთვალოთ, რომ ყველა ბმა C_1 და C_{22} ატომებს შორის არის შეუღლებული. მოლეკულაში 22 π ელექტრონია.



სურათი.1 β -კაროტინის სტრუქტურის ბურთულ-ღეროვანი გამოსახულება. ნაცრისფერი და თეთრი ბურთულები წარმოადგენენ შესაბამისად ნახშირბადისა და წყალბადის ატომებს. დანომრილი ნახშირბადის ატომები მიეკუთვნებიან მოლეკულის წრფივ შეუღლებულ π -სეგმენტს.

უხეში მიახლოებით, ელექტრონები C -2Pz ორბიტალებზე, რომლებიც მართობულნი არიან



მოლეკულის სიბრტყისა, მოძრაობენ მთლიანი მოლეკულის გასწვრივ და ერთმანეთთან არ ურთიერთქმედებენ. ისინი მსგავსნი არიან მოლეკულაში ჩაკეტილი დამოუკიდებელი ნაწილაკებისა და მოძრაობენ x ღერძის გასწვრივ ერთ განზომილებაში. π -ელექტრონების ეს თვისებები იძლევა საშუალებას გამოვიყენოთ უმარტივესი მოდელი ეგრეთწოდებული **ნაწილაკი ერთგანზომილებიან ყუთში**.

ტალღური ფუნქცია და ქვანტური დონეების ენერგია ელექტრონის მოძრაობისას ერთგანზომილებიან ყუთში უსასრულოდ დიდი პოტენციური კედლებით, გამოისახება შემდეგნაირად:

$$\Psi_n(x) = \sqrt{\frac{2}{L}} \sin \frac{n\pi x}{L} \quad (\text{Eq.1})$$

სადაც $n=1,2,3,4,\dots \infty$ ქვანტური რიცხვებია და L ყუთის სიგრძე

$$E_n = \frac{n^2 h^2}{8m_e L^2} \quad (\text{Eq.2})$$

ორგანზომილებაში ნაწილაკების დამოუკიდებელი მიახლოებით ტალღური ფუნქცია გამოისახება როგორც ერთგანზომილებიანი ტალღური ფუნქციების ნამრავლი, ხოლო ენერგია ერთგანზომილებიანი ენერგიების ჯამი. მართკუხა ორგანზომილებიანი ყუთის ენერგეტიკული დონეები გამოისახება შემდეგნაირად

$$E_{n_x, n_y} = \left[\frac{n_x^2}{L_x^2} + \frac{n_y^2}{L_y^2} \right] \left\{ \frac{h^2}{8m_e} \right\} \quad (\text{Eq.3})$$

სადაც n_x, n_y ქვანტური რიცხვებია და არიან დადებითი მთელი რიცხვები. L_x, L_y 2D მოდელის ყუთის განზომილებებია. ისინი დადებითი რიცხვებია.

5.1 ჩამოთვლილი დებულებებიდან რომელი ორი არის სწორი? პასუხების ფურცელში **მონიშნეთ** მხოლოდ ერთი პასუხი, რომელიც შეიცავს სწორ დებულებებს. 13.0pt

ბ-კაროტინის მოლეკულას აქვს ნარინჯისფერი რადგან:

- i) იგი შთანთქავს ელექტრომაგნიტური სპექტრის ხილულ უბანში.
- ii) HOMO $\rightarrow$ LUMO გადასვლა ხდება IR-ფოტონის შთანთქმით
- iii) 22-ე და 23-ე ენერგეტიკულ დონეებს შორის სხვაობა ტოლია IR-ფოტონის ენერგიისა ნარინჯისფერ ტალღის სიგრძეზე.
- iv) იგი შთანთქავს მწვანე/ლურჯ სინათლეს და ატარებს წითელ/ყვითელ ფერს.
- v) იგი შთანთქავს UV-ხილულ უბანში, რადგან მოლეკულას არ აქვს მკვეთრად გამოხატული დიპოლური მომენტი.

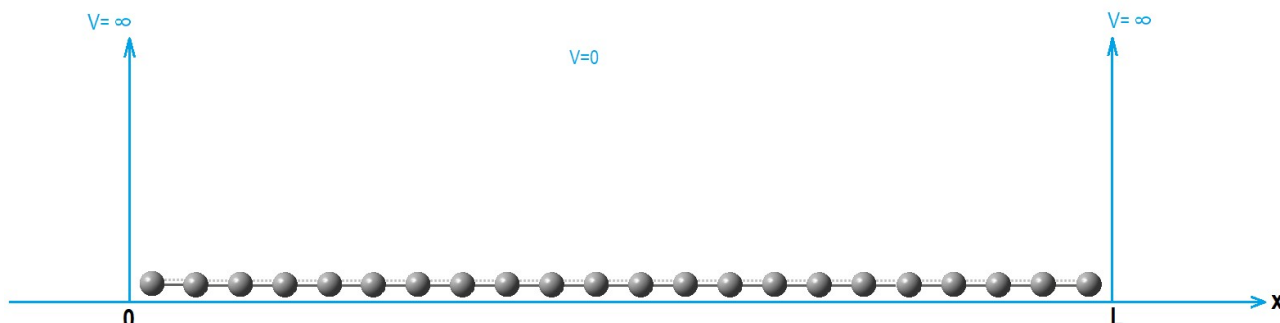
მიუხედავად იმისა რომ ძალიან არარეალურია, დავუშვათ რომ მოლეკულის შეუღლებული სეგმენტი არის წრფივი და ექვემდებარება ნაწილაკი ერთგანზომილებიან ყუთში მოდელს, როგორც ნაჩვენებია სურ.2-ზე. ამ შემთხვევაში ყუთის სიგრძე მიახლოებით შეიძლება იყოს $L=1.40 \times 10^{-8}$ (Å-ში), სადაც n_c ნახშირბადატომების რიცხვია შეუღლებულ სეგმენტში.

გამოიყენეთ ეს ინფორმაცია კითხვებზე 5.2-5.6 პასუხის გასაცემად



Q5-3

Georgian (Georgia)



სურ.2 შეუღლებული სეგმენტის სქემატური წარმოდგენა, რომელიც მოიცავს β -კაროტინის ნახშირბად ატომებს ერთგანზომილებიან ყუთში სიგრძით L .

5.2 გამოთვალეთ ორი ყველაზე დაბალი ენერგეტიკული დონის ენერგია (ჯოულებში) 13.0pt

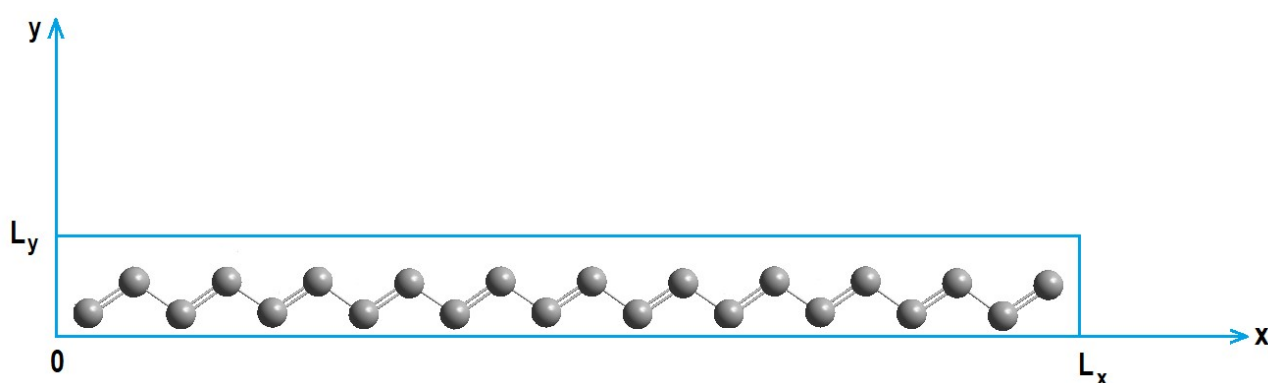
5.3 დახაზეთ ორი ყველაზე დაბალი ენერგეტიკული დონის შესაბამისი ტალღის ფუნქცია x -ღერძის სწორი აღნიშვნით. 15.0pt

5.4 ააგეთ ენერგეტიკული დონეები $n=4$ -ის ჩათვლით, ფარდობითი ინტერვალის ჩვენებით. 8.0pt

5.5 რისი ტოლია მოლეკულის ჯამური π -ენერგია (ჯოულებში)? 12.0pt

5.6 გამოთვალეთ ტალღის სიგრძე (ნმ-ში) ყველაზე მაღალი შევსებული და ყველაზე დაბალი შეუვსებელ დონეებს შორის გადასვლისას. 10.0pt

გამოიყენეთ ორგანზომილებიანი ყუთის მოდელი 5.7-5.8 კითხვებზე პასუხის გასაცემად



სურ.3 შეუღლებული სეგმენტის სქემატური წარმოდგენა, რომელიც მოიცავს β -კაროტინის ნახშირბად ატომებს ორგანზომილებიან ყუთში.

დავუშვათ, რომ შეუღლებული სეგმენტი შედგება ნახშირბადის ატომებისაგან, რომლებიც



Q5-4

Georgian (Georgia)

ერთმანეთის მიმართ ტრანს-მდგომარეობაშია. π -ელექტრონების მოძრაობა შეისწავლება ორგანოზომილებიან მარტყუთხა ყუთში ზომებით $L_x=26.0\text{\AA}$, $L_y=3.0\text{\AA}$ (სურ.3)

5.7 გამოთვალეთ ენერგია (ჯოულში) და ტალღის სიგრძე (ნმ) 17.0pt
ელექტრონის გადასვლისას ყველაზე მაღალ შევსებულ და ყველაზე დაბალ შეუვსებელ დონეებს შორის

5.8 რისი ტოლი უნდა იყოს L_x ($\text{\AA}$ -ში) მნიშვნელობა იმისათვის, რომ 12.0pt
შთანთქას სინათლე ექსპერიმენტული $\lambda_{max}=455$ ნმ თუ L_y მუდმივია $3.0\text{\AA}$ (დავუშვათ, რომ HOMO -სა LUMO-ს ქვანტური რიცხვები იგივეა, როგორც კითხვაში 5.7).



A5-1

Georgian (Georgia)

კონია, სტაფილო, ბეტა-კაროტინი, ვიტამინ - A, იმუნური სისტემა, მხედველობა

5.1 (13.0 pt)

- | | | | |
|---------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|
| ☐ a) i და ii | ☐ b) i და iii | ☐ c) i და iv | ☐ d) i და v |
| ☐ e) ii და iii | ☐ f) ii და iv | ☐ g) ii და v | ☐ h) iii და iv |
| ☐ j) iii და v | ☐ k) iv და v | | |

5.2 (13.0 pt)

გამოთვლები:

5.3 (15.0 pt)



5.4 (8.0 pt)

5.5 (12.0 pt)



5.6 (10.0 pt)

გამოთვლები:

5.7 (17.0 pt)

გამოთვლები:



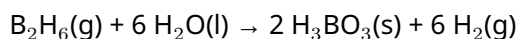
5.8 (12.0 pt)



თერმოდინამიკა ვარსკვლავთშორისი მგზავრობის თვალთახედვიდან

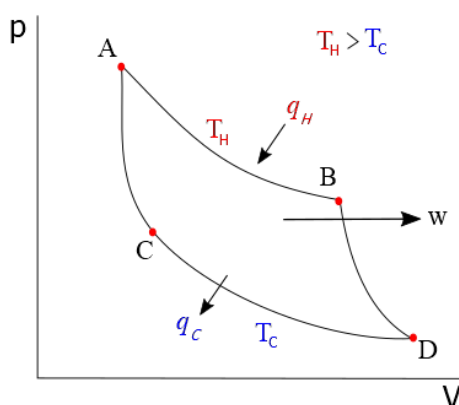
ნაწილი 1.

ჰიპოთეტურ სამყაროში, დიბორანის ნაწილაკების უცნობი რაოდენობა მონაწილეობს შემდეგ რეაქციაში:



დავუშვათ, ამ ჰიპოთეტურ სამყაროში ამ რეაქციით მიღებული $\text{H}_3\text{BO}_3(\text{s})$ სრულად სუბლიმირდა 300K-ზე. სუბლიმაციისათვის საჭირო ენერგია მიღებული იქნა მუშაობით, რომელიც გამონთავისუფლდა იდეალური სითბური ძრავის ერთი ციკლის დროს, რომელსაც ერთატომიანი იდეალური გაზის ერთი მოლი ასრულებს. ციკლი აღინერება ქვემოთ მოცემული წნევა (p) - მოცულობა (v) დიაგრამაზე:

- A → B; შექცევადი იზოთერმული გაფართოება ტემპერატურაზე 1000 K (T_H) გამაცხელებლისაგან 250ჯ სითბოს გადაცემით (q_H).
- B → D; შექცევადი ადიაბატური გაფართოება.
- D → C; შექცევადი იზოთერმული შეკუმშვა 300 K (T_C) სითბოს გადაცემით (q_C) მაცივარზე.
- C → A; შექცევადი ადიაბატური შეკუმშვა.



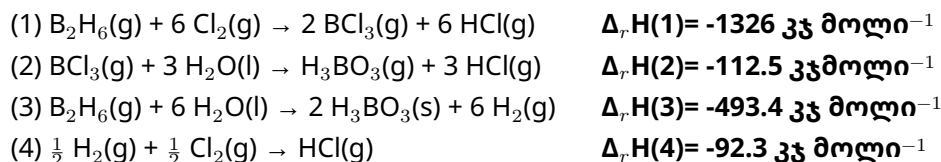
სითბოს გადაცემის შემდეგ, დარჩენილი ენერგია გარდაიქმნება მუშაობად (w). ამასთან, q_H და q_C დამოკიდებული არიან T_C და T_H -ზე შემდეგნაირად:

$$\frac{|q_H|}{|q_C|} = \frac{T_H}{T_C}$$



ციკლის ეფექტურობა შეიძლება განისაზღვროს შესრულებული მუშაობის (w) შეფარდებით ციკლის დროს მიღებულ სითბოზე (q_H).

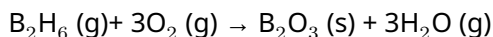
მოცემული გაქვთ შემდგომი რეაქციების ენთალპიის ცვლილება 300 K.



6.1	გამოთვალეთ სუბლიმაციის მოლური ენთალპია (კჯ მოლი ⁻¹ -ში) H_3BO_3 -სათვის 300 K-ზე.	5.0pt
6.2	გამოთვალეთ $\Delta_r U$ (შიდა ენერგია) განზომილებაში კჯ მოლი ⁻¹ 300 K-ზე მაღლა მოცემული რეაქციებისათვის (2) და (4) (დაუშვით, თითოეულ რეაქციაში მონაწილე გაზი იდეალურია).	12.0pt
6.3	გამოთვალეთ სითბური ძრავის მიერ შესრულებული მუშაობის მთლიანი რაოდენობა ($ w $) ჯ-ში გადათვლით და მაცივარზე გადაცემული სითბოს რაოდენობა ($ q_c $) ჯ-ში გადათვლით.	6.0pt
6.4	გამოთვალეთ სითბური ძრავის ეფექტურობა.	3.0pt
6.5	გამოთვალეთ ენტროპიის ცვლილება (ΔS) $A \rightarrow B$ და $D \rightarrow C$ პროცესისათვის ჯ K ⁻¹ ერთეულში.	6.0pt
6.6	გამოთვალეთ სითბურ ძრავში $A \rightarrow B$ და $D \rightarrow C$ პროცესისათვის გიბსის ენერგიის ცვლილება (ΔG) ჯოულებში.	6.0pt
6.7	გამოთვალეთ ფარდობა A წერტილის წნევისა და B წერტილის წნევის შორის ციკლში (სტანდარტული წნევა: 1 ბარი).	5.0pt
6.8	გამოთვალეთ რაოდენობა $H_2(g)$ (მოლებში) წარმოქმნილი დავალების დასაწყისში მოცემული რეაქციის შედეგად ძრავის ერთი ციკლისათვის.	3.0pt

ნაწილი 2

ვარსკვლავთშორისი მოგზაურობა შესაძლებელია განხორციელდეს დიბორანის, როგორც რაკეტის საწვავის, გამოყენებით. დიბორანის წვა ნაჩვენებია ქვემოთ.



დიბორანის წვის ექსპერიმენტს ატარებენ 100 ლ დახურულ კონტეინერში სხვადასხვა ტემპერატურაზე და იწერენ წონასწორობის პირობებს.

	8930 K	9005 K
$\text{B}_2\text{H}_6(\text{g})$	0.38 მოლი	0.49 მოლი
H_2O	0.20 მოლი	0.20 მოლი

$\text{O}_2(\text{g})$ -ის პარციალური წნევა დაასტაბილურეს 1 ბარ-მდე და ინარჩუნებდნენ მუდმივს ყველა პირობებში. დავუშვათ, ჰიპოთეტურ სამყაროში; $\Delta_r S^\circ$ და $\Delta_r H^\circ$ არ არის დამოკიდებული ტემპერატურაზე, სტანდარტული მოლური ენთროპია (S°) $\text{B}_2\text{O}_3(\text{s})$ -ისა არ იცვლება წნევის ცვლილებისას. ყველა სახეობის გაზი იქცევა, როგორც იდეალური და ყველა ნაწილაკი რჩება იმავე ფაზაში. რეაქციამდე და რეაქციის შემდეგ დაუშლელი რჩებიან ყველა ტემპერატურაზე.

6.9 გამოთვალეთ K_p (წნევით გამოსახული წონასწორობის კონსტანტა) 8930 K და 9005 K-ზე 8.0pt

6.10 გამოთვალეთ რეაქციის $\Delta_r G^\circ$ კჯ მოლი⁻¹ ჯეროეულში 8930 K და 9005 K-ზე. (თუ ვერ იპოვეთ K_p , გამოიყენეთ $K_p(8930 \text{ K}) = 2$, $K_p(9005 \text{ K}) = 0.5$) 6.0pt

6.11 გამოთვალეთ $\Delta_r G^\circ$ (კჯმოლი⁻¹ ერთეულში), $\Delta_r H^\circ$ (კჯ მოლი⁻¹ ერთეულში), და $\Delta_r S^\circ$ (ჯმოლი⁻¹K⁻¹ ერთეულში) წვის რეაქციისათვის 298 K-ზე. (თუ ვერ გამოთვალეთ K_p , გამოიყენეთ $K_p(8930 \text{ K}) = 2$, $K_p(9005 \text{ K}) = 0.5$) 6.0pt

6.12 განსაზღვრეთ სად არის წვის რეაქციები ხელსაყრელი და არახელსაყრელი მოცემულ T-ზე სტანდარტული 1 ბარი წნევის პირობებში და მონიშნეთ შესაბამისი სწორი პასუხი ცხრილში. 8.0pt

6.13 გამოთვალეთ $\Delta_f H^\circ$ (კჯ მოლი⁻¹) და S° (კჯ მოლი⁻¹ K⁻¹) $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ -სათვის ცხრილში მოცემული მნიშვნელობების გამოყენებით. ($\Delta_f H^\circ$ = წარმოქმნის ენთალპია, S° = სტანდარტული ენთროპია) (თუ ვერ იპოვეთ წვის $\Delta_r H^\circ$ და $\Delta_r S^\circ$, გამოიყენეთ $\Delta H^\circ = 1000$ კჯ მოლი⁻¹, $\Delta S^\circ = 150$ კჯ K⁻¹ მოლი⁻¹) 6.0pt

	$\Delta_f H^\circ(298 \text{ K})$	$S^\circ(298 \text{ K})$
$\text{B}_2\text{H}_6(\text{g})$	36.40 კჯ მოლი ⁻¹	0.23 კჯ მოლი ⁻¹ K ⁻¹
$\text{O}_2(\text{g})$	0.00 კჯ მოლი ⁻¹	0.16 კჯმოლი ⁻¹ K ⁻¹
$\text{B}_2\text{O}_3(\text{s})$	-1273 კჯ მოლი ⁻¹	0.05 კჯ მოლი ⁻¹ K ⁻¹



A6-1

Georgian (Georgia)

თერმოდინამიკა ვარსკვლავთშორისი მგზავრობის თვალთახედვიდან

6.1 (5.0 pt)

აჩვენეთ გამოთვლები:

6.2 (12.0 pt)

აჩვენეთ გამოთვლები:

6.3 (6.0 pt)

აჩვენეთ გამოთვლები:



6.4 (3.0 pt)

აჩვენეთ გამოთვლები:

6.5 (6.0 pt)

აჩვენეთ გამოთვლები:

6.6 (6.0 pt)

აჩვენეთ გამოთვლები:



6.7 (5.0 pt)

აჩვენეთ გამოთვლები:

6.8 (3.0 pt)

აჩვენეთ გამოთვლები:



A6-4

Georgian (Georgia)

6.9 (8.0 pt)

აჩვენეთ გამოთვლები:



6.10 (6.0 pt)

აჩვენეთ გამოთვლები:

6.11 (6.0 pt)

აჩვენეთ გამოთვლები:

**6.12** (8.0 pt)

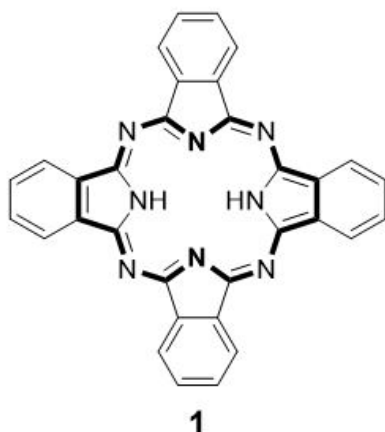
	უპირატესი (ხელსაყრელი)	არახელსაყრელი
298 K	☐	☐
8930 K	☐	☐
9005 K	☐	☐
9100 K	☐	☐

6.13 (6.0 pt)

აჩვენეთ გამოთვლები:



ფტალოციანიდები

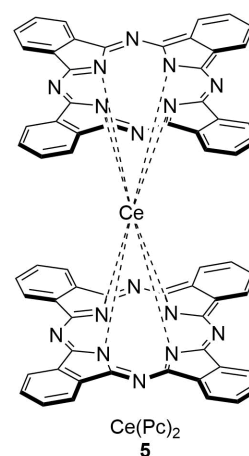
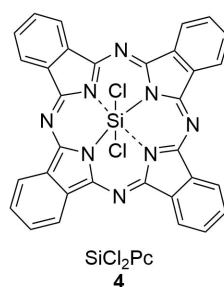
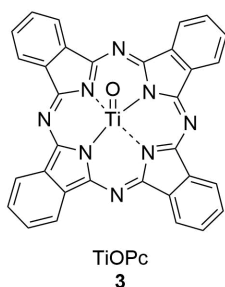
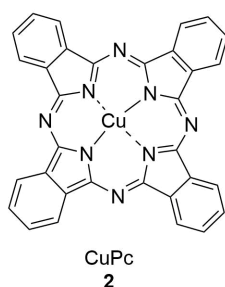


*Emeritus Professor Özer
Bekaroğlu*

ტერმინი ფტალოციანიდი (Pc) წარმოშობილია ბერძნულიდან "ნაფტა", რაც ნიშნავს მთის ნავთობს, და "ციანიდი", რაც ნიშნავს მუქ ლურჯს. თურქი მეცნიერი Özer Bekaroğlu მიჩნეულია Pc ქიმიის ფუძემდებლად თურქეთში.

ფტალოციანიდი მეტალის გარეშე (**1**, H_2Pc) არის დიდი ბრტყელი მაკროციკლური ნაერთი ფორმულით $(C_8H_4N_2)_4H_2$.

7.1 რამდენი π -ელექტრონია H_2Pc მოლეკულის გამუქებულ უბანში ზემოთ ნაჩვენებ ნაერთში **1**? 4.0pt





ფტალოციანინები, რომლებიც შეიცავენ ერთ ან ორ მეტალის იონს, ეწოდებათ მეტალო-ფტალოციანინები (MPcs) და მათ ახასიათებთ განსხვავებული გეომეტრიული ფორმა, როგორც ნაჩვენებია ზემოთ.

7.2 განსაზღვრეთ ცენტრალური იონების კოორდინაციული რიცხვი 8.0pt
ნაერთებში **2-5** და შეავსეთ ცხრილი პასუხების ფურცელში.

7.3 **2, 3** და **5-ში** განსაზღვრეთ თითოეული მეტალის (Cu, Ti, და Ce) ჟანგვის 6.0pt
რიცხვი და შეავსეთ ცხრილი პასუხების ფურცელში.

7.4 განსაზღვრეთ **2-5** ნაერთების გეომეტრიული ფორმა და შეავსეთ 8.0pt
ცხრილი პასუხების ფურცელში.

7.5 განსაზღვრეთ **2-5** ნაერთების მაგნიტური თვისებები და შეავსეთ 8.0pt
ცხრილი პასუხების ფურცელში.

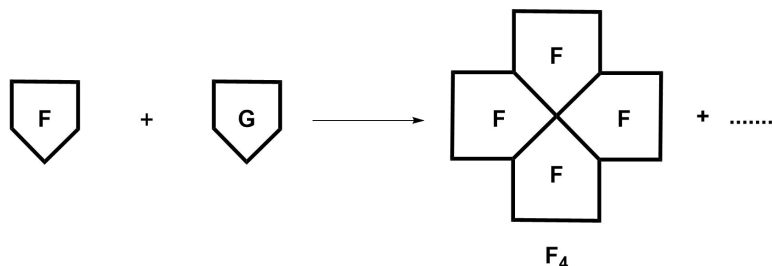
- გამოიყენეთ ასო "**p**" პარამაგნიტური თვისებისთვის და ასო "**d**" დიამაგნიტური თვისებისთვის.

7.6 დაწერეთ სილიციუმის (Si) იონის ძირითადი მდგომარეობის 14.0pt
ელექტრონული კონფიგურაცია ნაერთში **4** და იპოვეთ მის ძირითად
მდგომარეობაში 2p ელექტრონების კვანტური რიცხვები.

ფტალოციანინები მეტალის გარეშე (**1**, H_2Pc) ჩვეულებრივ მიიღება ფტალონიტრილების ციკლოტეტრამერიზაციით. მეორეს მხრივ, Pc -ებს, რომელშიც არის განსხვავებული ჩამნაცვლებლები, ეწოდებათ ასიმეტრიული, რომელიც მიიღება ორი სხვადასხვა ფტალონიტრილის სტატისტიკური ციკლიზაციით. ამ მეთოდს არ ახასიათებს სელექტიურობა და მიღებული პროდუქტი არის შესაძლო იზომერების ნარევი.

7.7 დახაზეთ შესაძლო პროდუქტები, რომელიც შეიძლება წარმოიქმნას 19.0pt
სტატისტიკური ციკლიზაციის მეთოდით **F** და **G**-ის გამოყენებით.
სტერეოიზომერების არსებობის შემთხვევაში დაწერეთ ცის- ან ტრანს-

- **F** და **G** წარმოადგენენ ორ განსხვავებულ სიმეტრიულ ფტალონიტრილებს.
- ერთ-ერთი პროდუქტი არის F_4 როგორც ნაჩვენებია ქვემოთ.
- დახაზეთ სხვა პროდუქტები F_4 -ის მსგავსი ფორმით.



ფტალოციანი გამოიყენება როგორც ფოტოსენსიბილიზატორები სიმსივნის ფოტოდინამიურ თერაპიაში (PDT) მათი ხილულ არეში ძლიერი შთანთქმის და მაღალი შთანთქმის მოლური კოეფიციენტების გამო. PDT მოიცავს სამ ძირითად კომპონენტს: **ფოტოსენსიბილიზატორი**, სინათლე და ჟანგბადი. თითოეული ინდივიდუალურად არ არის ტოქსიკური, მაგრამ ერთად ისინი იწვევენ ფოტოქიმიურ რეაქციას, რომელსაც მოყვება ციტოტოქსიკური სინგლეტ ჟანგბადის ($^1\text{O}_2$)-ის წარმოქმნა, რომელსაც შეუძლია გაანადგუროს სიმსივნის უჯრედები.

(მულტიპლეტურობა) $^1\text{O}_2$

- ენერგეტიკული დონის მულტიპლეტურობა განისაზღვრება როგორც $2S+1$
- თუ ორი სპინი პარალელურია ($\uparrow\uparrow$), $S = 1$, და თუ ორი სპინი ანტიპარალელურია ($\uparrow\downarrow$), $S = 0$.

7.8 დახაზეთ მოლეკულური ორბიტალების (MO) დიაგრამა 12.0pt
ორატომიანი ჟანგბადის ($^1\text{O}_2$) უმცირესი ენერგიის სინგლეტური მდგომარეობისთვის და გამოთვალეთ ბმის რიგი.
• ამ მდგომარეობაში არ არის გაუწყვილებელი ელექტრონები!

7.9 თუ სინათლის ტალღის სიგრძე, რომელიც საჭიროა ტრიპლეტური 6.0pt
ჟანგბადის სინგლეტურ ჟანგბადში გადასაყვანად არის 1270 ნმ, **გამოთვალეთ** ენერგია (KJ/mole), რომელიც საჭიროა გადასვლის პროცესისთვის.



ფტალოციანინები

7.1 (4.0 pt)

π -ელექტრონები H_2Pc -ში:

7.2 (8.0 pt)

ცენტრალური იონი	სპილენძის იონი	ტიტანის იონი	სილიციუმის იონი	ცერიუმის იონი
კოორდინაციული რიცხვი				

7.3 (6.0 pt)

მეტალი ნაერთში	2	3	5
ჟანგვის რიცხვი			

7.4 (8.0 pt)

გეომეტრიული ფორმა	ნაერთი
ოქტაედრი	
კვადრატული პრიზმა	
კვადრატული პირამიდა	
კვადრატული ბრტყელი	



7.5 (8.0 pt)

ნაერთი	მაგნიტური თვისება
2	
3	
4	
5	

7.6 (14.0 pt)

[illegible]



7.7 (19.0 pt)

პროდუქტები:



7.8 (12.0 pt)

MO დიაგრამა:

ბმის რიგი:

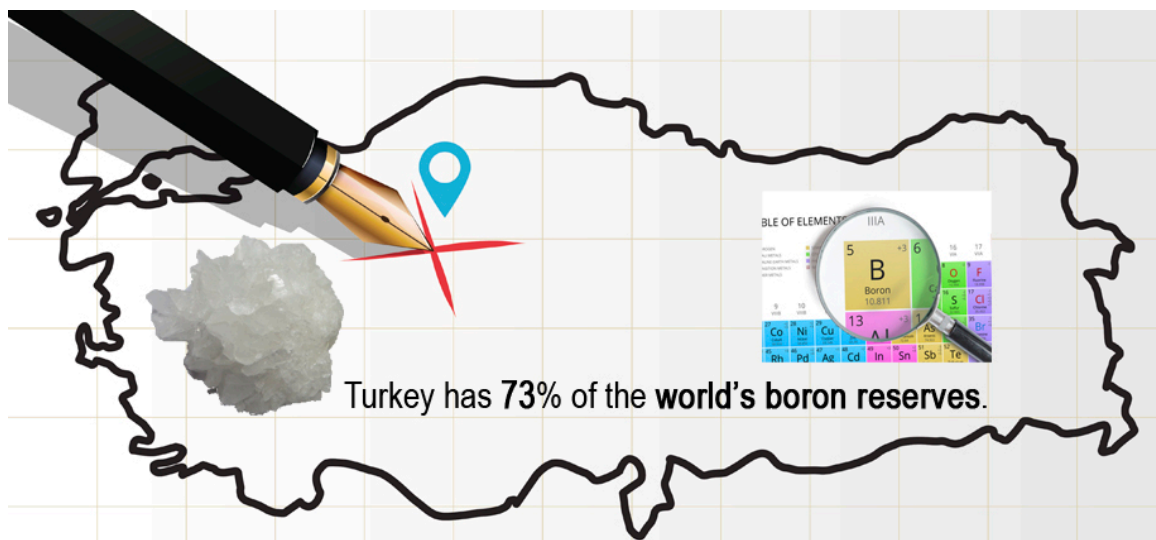
7.9 (6.0 pt)

აჩვენეთ გამოთვლა:

ენერგია = kJ/mol



ბორის ნაერთები და წყალბადის შენახვა



ნატრიუმის ბოროჰიდრიდი (NaBH_4) და ამიაკის ბორანი (BNH_6) არის ყველაზე კარგად შესწავლილი ქიმიური წყალბადის შესანახი მასალები. ამ შეკითხვაში თქვენ შეისწავლით ბორის ქიმიას და ბორის ნაერთების გამოყენებას, როგორც წყალბადის შესანახი მასალები.

ბორაქსი ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) არის ბორის მინერალი, რომელიც იწარმოება ETI Mining Company-ის მიერ თურქეთში. NaBH_4 -ის სინთეზი შეიძლება უწყლო ბორაქსის მეტალური ნატრიუმით აღდგენით მალალი წნევის წყალბადის ქვეშ სილიციუმის დიოქსიდის (კვარცხის) თანაობისას 700°C -ზე, კერძოდ ბაიარის პროცესით. ამ პროცესში წყალბადი სრულად ინახება NaBH_4 -ში. მეორეს მხრივ, ნაჩვენებია რომ ამიაკის ბორანი (BNH_6) შეიძლება მივიღოთ NaBH_4 -ის და ამონიუმის სულფატის რეაქციით მშრალ ტეტრაჰიდროფურანში (THF) 40°C -ზე (**მინიშნება:** BNH_6 სინთეზი უნდა ჩატარდეს კარგად განიავებად ამწვავ კარადაში, რადგან წარმოიქმნება აალებადი გაზი, როგორც ერთ-ერთი თანაპროდუქტი). მიუხედავად იმისა, რომ NaBH_4 იონური ნაერთია, ამიაკის ბორანი არის ლუისის მჟავა-ფუძე ადუქტი.

8.1 დაწერეთ უწყლო ბორაქსიდან NaBH_4 -ის სინთეზის გათანაბრებული რეაქციის ტოლობა. 3.0pt

8.2 დაწერეთ NaBH_4 -დან ამიაკის ბორანის სინთეზის გათანაბრებული რეაქციის ტოლობა. 3.0pt

8.3 დახაზეთ BH_4^- -ის იონის და BNH_6 -ის მოლეკულის მოლეკულური გეომეტრიული ფორმები. 4.0pt

8.4 გამოთვალეთ წყალბადის პროცენტული შემცველობა NaBH_4 -ში და BNH_6 -ში, მასის მიხედვით (wt%). 4.0pt



წყალბადი, რომელიც შენახულია ორივე ნაერთში შეიძლება გამოიყოს ჰიდროლიზის რეაქციებით შესაბამისი კატალიზატორის თანაობისას ოთახის ტემპერატურაზე. ჰიდროლიზის რეაქციის დროს, გამოიყოფა 4 და 3 მოლი H_2 , შესაბამისად 1 მოლი $NaBH_4$ -ის და BNH_6 -ის ჰიდროლიზის დროს, მეტაბორატის ანიონთან ერთად, რომელიც შეიცავს B-O ბმებს.

8.5 დაწერეთ $NaBH_4$ და BNH_6 -ის ჰიდროლიზის რეაქციების გათანაბრებული ქიმიური ტოლობები. 4.0pt

ერთ-ერთი უმარტივესი სტაბილური ბორატი არის დიბორის ტრიოქსიდი (B_2O_3). ასევე შეიძლება წარმოიქმნას უფრო მაღალი რიგის ბორატები, $B_3O_6^{3-}$, რომელთაც აქვთ ციკლური სტრუქტურა და მოიცავენ B-O-ბმებს. რადგან B_2O_3 არის მჟავური ნაერთი, ის ადვილად რეაგირებს წყალთან ბორის მჟავის წარმოქმნით (H_3BO_3). მეორეს მხრივ, B_2O_3 -ის რეაქცია მაღალ ტემპერატურაზე და მაღალ წნევაზე ამიაკთან წარმოქმნის ორ განზომილებიან ბორის ნიტრიდს, რომელიც შედგება ბრტყელი გრაფიტის მსგავსი ფურცლებისგან, რომელშიც მონაცვლეობს B და N ატომები.

8.6 დაწერეთ ბორის მჟავას და ბორის ნიტრიდის სინთეზის გათანაბრებული რეაქციის ტოლობები. 4.0pt

8.7 დახაზეთ $B_3O_6^{3-}$ იონის, ბორის მჟავას და ერთი ორგანზომილებიანი ბორის ნიტრიდის ფურცლის მოლეკულური სტრუქტურები. **მინიშნება:** ბორის ნიტრიდის სტრუქტურაში აჩვენეთ მინიმუმ 10 B-ის ატომი. 6.0pt

გარდა ამისა, B-H ნაერთები, რომელთაც ეწოდებათ ბორანები, არის ბორის ნაერთების მნიშვნელოვანი კლასი. უმარტივესი სტაბილური ბორანი არის დიბორანი (B_2H_6) და ბევრი უფრო მაღალი ბორანები შეიძლება მიღებული იყოს დიბორანის პიროლიზით. დიბორანის სინთეზი შესაძლებელია ბორის ჰალოგენიდის და ჰიდრიდის წყაროს მეტათეზით.

8.8 დაწერეთ დიბორანის სინთეზის გათანაბრებული რეაქციის ტოლობა BF_3 -სა და $LiBH_4$ -ის რეაქციიდან. **მინიშნება:** ორივე პროდუქტი ბორის ნაერთია. 3.0pt

8.9 დახაზეთ დიბორანის მოლეკულის გეომეტრიული სტრუქტურა. **მინიშნება:** მოლეკულაში არ არის B-B ბმა. 2.0pt

BH_3 (ბორანი) არის არასტაბილური და ძლიერ რეაქციუზარული მოლეკულა. ამგვარად, შეუძლებელია მისი გამოყოფა BH_3 -ის სახით ნორმალურ პირობებში. თუმცა, მისი სტაბილიზაცია შეიძლება ნახშირბადის მონოქსიდთან რეაქციით ბორანის კარბონილური ნაერთის (BH_3CO) მისაღებად რომელიც წარმოადგენს ბორანის ადუქტს. BH_3CO -ის მიღება თამაშობს მნიშვნელოვან როლს ბორანების ქიმიის შესწავლაში, რადგან ის მიუთითებს ბორანის მოლეკულის სავარაუდო არსებობას.

8.10 დახაზეთ BH_3CO -ის მოლეკულის ლუისის წერტილოვანი სტრუქტურა ფორმალური მუხტების ჩვენებით. 3.0pt



- 8.11** პასუხების ფურცელში ჩამოთვლილი დებულებებიდან რომელი გამოვლინდა CO მოლეკულის C–O ბმაში BH_3 -სა და CO-ს შორის ბმის წარმოქმნის დროს. **მონიშნეთ** შესაბამისი უჯრა. 2.0pt

ბორაზინი შედგება ერთმაგი და ორმაგი ბმებით დაკავშირებული ციკლური B–N ერთეულებისგან და წყალბადის ატომებისგან, რომელიც დაკავშირებულია ამ ატომებთან მოლეკულური ფორმულით $\text{B}_3\text{N}_3\text{H}_6$ და ბენზოლის იზოსტრუქტურულია. ბორაზინის სინთეზი შეიძლება ორ ეტაპიანი პროცედურის გამოყენებით, ბორაზინის სიმეტრიული სამჩანაცვლებელი ქლორწარმოებულების ($\text{B}_3\text{N}_3\text{H}_3\text{Cl}_3$) ჩათვლით, ამონიუმის ქლორიდსა და ბორის ტრიქლორიდს შორის რეაქციით და $\text{B}_3\text{N}_3\text{H}_3\text{Cl}_3$ -ის შემდგომი LiBH_4 -ით აღდგენით THF-ში.

- 8.12** **დაწერეთ** ბორაზინის ორ ეტაპიანი სინთეზის გათანაბრებული ქიმიური რეაქციის ტოლობა დაწყებული ამონიუმის ქლორიდიდან THF-ში (ტეტრაჰიდროფურანი). **მინიშნება:** THF ასტაბილურებს ერთ-ერთ პროდუქტს ლუისის მჟავა-ფუძე ადუქტის წარმოქმნით. 4.0pt

- 8.13** **დახაზეთ** ბორაზინის და მისი სიმეტრიული სამჩანაცვლებელი ქლორ წარმოებულის სტრუქტურა. 4.0pt

კატალიზატორები არის ნივთიერებები, რომელიც ზრდის ქიმიური რეაქციის სიჩქარეს დაბალი ენერგიის გზის საშუალებით. კატალიზატორების კატალიზური აქტივობა ზოგადად განისაზღვრება გარდაქმნის სიხშირით (TOF), რომელიც გამოითვლება პროდუქტის მოლური რაოდენობის შეფარდებით აქტიური კატალიზატორის მოლთან და დროსთან ($\text{TOF} = \text{პროდუქტის მოლი} / (\text{კატალიზატორის მოლი} \times \text{დრო})$). BNH_6 -ის ტიპური ჰიდროლიზი ჩატარდა 10.0 მლ წყალში 100.0 mM BNH_6 -ის და 5.0 მგ CuPt/C კატალიზატორით (CuPt შენადნობის ნანონაწილაკები ნახშირბად-შავზე, რომელიც შეიცავს 8.2 wt% Pt ატომებს). 67.25 მლ წყალბადი გამოიყო 5 წუთში.

- 8.14** ჩათვალეთ, რომ კატალიზური რეაქცია ტარდება ნორმალურ პირობებში (1 ატმ და 273.15 K). **გამოთვალეთ** TOF (წთ^{-1}) CuPt/C -ის კატალიზატორისთვის **მხოლოდ Pt ატომების მიხედვით** BNH_6 -ის ჰიდროლიზში გამოყოფილი წყალბადის მოცულობის გათვალისწინებით. 4.0pt

სინთეზირებული Cu_xPt_y -ის შენადნობის ნანონაწილაკების დეტალური კრისტალური ანალიზის შედეგად (ინდექსები მიუთითებს შენადნობის სტრუქტურაში ატომების მოლურ პროცენტულ შემცველობას) განისაზღვრა, რომ წარმოიქმნა წახნაგცენტრირებული კუბური (fcc) ელემენტარული უჯრედი Pt-ის ატომებით. Pt-ის ატომები fcc ელემენტარული უჯრედის წახნაგებზე სავარაუდოდ ჩანაცვლდება Cu ატომებით და მიიღება ჩანაცვლებული შენადნობის ნანონაწილაკები Cu_xPt_y . ამ ინფორმაციის მიხედვით, უპასუხეთ შემდეგ შეკითხვებს.

- 8.15** **განსაზღვრეთ** შენადნობის ნანონაწილაკების შემადგენლობა x -ისა და y-ის გამოთვლით Cu_xPt_y შენადნობში. 2.0pt



Q8-4

Georgian (Georgia)

8.16 დახაზეთ აღწერილი კრისტალის ელემენტარული უჯრედის ფორმა Cu_xPt_y -ის ნანონაწილაკების ატომის განლაგების ჩვენებით ელემენტურ უჯრედში. 2.0pt

8.17 სხვა შენადნობს აქვს შედგენილობა Cu_2Pt_1 . ჩათვალეთ, რომ ამ შენადნობს აქვს fcc ელემენტარული უჯრედი წიბოს სიგრძით 380 pm, მაგრამ Cu და Pt ატომები შემთხვევითობით არიან გადანაწილებული ატომურ პოზიციაში.
გამოთვალეთ ამ შენადნობის სიმკვრივე გ/სმ³-ში 4.0pt



ბორის ნაერთები და წყალბადის შენახვა

8.1 (3.0 pt)

8.2 (3.0 pt)

8.3 (4.0 pt)

8.4 (4.0 pt)



8.5 (4.0 pt)

8.6 (4.0 pt)

8.7 (6.0 pt)

$\text{B}_3\text{O}_6^{3-}$	ბორის მჟავა	ბორის ნიტრიდი



8.8 (3.0 pt)

8.9 (2.0 pt)

8.10 (3.0 pt)

**8.11** (2.0 pt)

- ☐ დაგრძელება, რადგან ადგილი აქვს BH_3 -დან CO -ზე π -უკუ დონაციას (უკუგადაცემას).
- ☐ დაგრძელება, რადგან CO გადასცემს π -ბმის ელექტრონებს BH_3 -ს.
- ☐ ცვლილება არ შეინიშნება ან შეინიშნება მხოლოდ მცირე ცვლილება, რადგან CO გადასცემს ძირითადად იმ ელექტრონებს BH_3 -ს, რომლებიც ბმის წარმოქმნაში არ მონაწილეობენ.
- ☐ დამოკლება, რადგან CO გადასცემს π^* გამთიშავ ელექტრონებს BH_3 -ს.

8.12 (4.0 pt)**8.13** (4.0 pt)**8.14** (4.0 pt)



8.15 (2.0 pt)

8.16 (2.0 pt)

8.17 (4.0 pt)



A8-6
Georgian (Georgia)





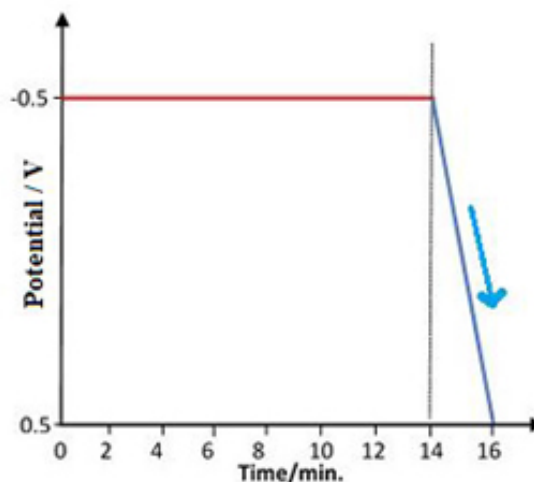
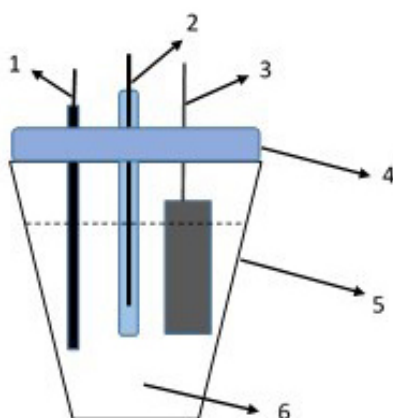
მძიმე მეტალთა იონების რაოდენობითი ანალიზი

სამრეწველო ჩამდინარე წყლებში მძიმე მეტალთა იონების რაოდენობით ანალიზს ატარებენ ანალიზატორზე 298K-ზე. ის მოიცავს შემდეგ ეტაპებს:

ეტაპი 1) 5 სხვადასხვა რეგიონიდან იღებენ ჩამდინარე წყლის ნიმუშს 10 მლ ოდენობით, შეურევნ 100 მლ -იან ქიმიურ ჭიქაში და 5 წუთის განმავლობაში ურევნ მაგნიტური სარეველას საშუალებით.

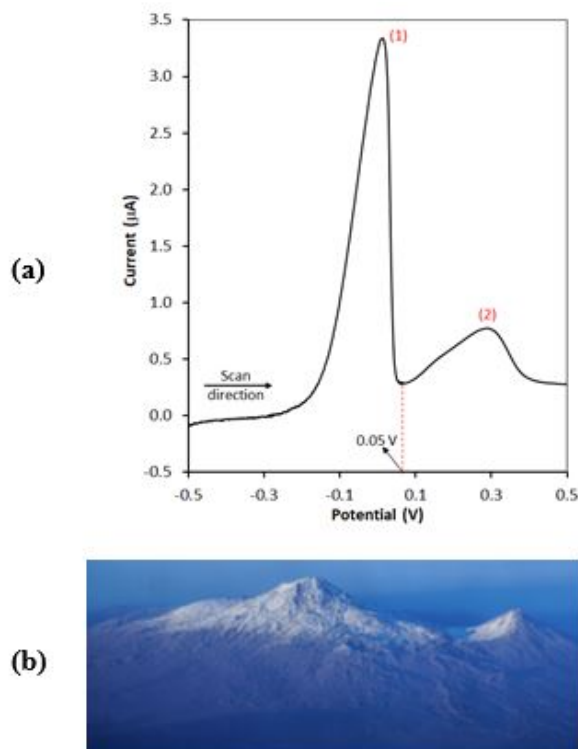
ეტაპი 2) 10 მლ ნიმუში 100 მლ-იანი ქიმიური ჭიქიდან გადააქვთ სამელექტროდიან სისტემაში და მორევის პირობებში უმატებენ 142 მგ ნატრიუმის სულფატს Na_2SO_4 , ნაჩვენებია ნახაზი 1a-ზე. გალვანურ ელემენტში, პლატინის Pt მავთული, Ag/AgCl (3 M KCl) და პლატინის ფირფიტა გამოყენებულია როგორც სტანდარტი და დამხმარე ელექტროდები.

ეტაპი 3) ეს ელექტროდები შეერთებულია პოტენციოსტატზე მუდმივი პოტენციალით -0.50 V vs. Ag/AgCl 14 წუთის განმავლობაში, ნახაზი 1b (პორიზონტალური ხაზი). დაშვებულია, რომ 14 წუთი საკმარისია ელექტროქიმიური რეაქციის დასრულებისთვის.



ნახაზი 1a) გალვანური ელემენტის მოწყობილობა; 1) სამუშაო ელექტროდი (Pt მავთული), 2) სტანდარტული ელექტროდი (Ag/AgCl, 3M KCl), 3) დამხმარე ელექტროდი (Pt ფირფიტა), 4) ელემენტის თავსახური, 5) გალვანური ელემენტი, 6) 10 მლ ნიმუშის ხსნარი. **b)** სამუშაო ელექტროდის პოტენციური ცვლილება, როგორც დროის ფუნქცია. y-ღერძი: პოტენციალი/V vs Ag/AgCl, x-ღერძი დრო/წთ.

ეტაპი 4) ელექტროდები გარეცხეს დისტილირებული წყლით და მოათავსეს სხვა გალვანურ ელემენტში, რომელშიც მოთავსებულია 10 მლ 0.1 M H_2SO_4 ხსნარი, პოტენციალი გადაღებულია -0.50 და $+0.50 \text{ V}$ შუალედში, როგორც მოცემულია ნახ. 1b-ზე (ქვემოთ მიმართული დახრის ხაზი 2 წუთში). დენი vs. პოტენციალი ამ ეტაპისთვის მოცემულია ნახაზზე 2a, რომელიც ძალიან ჰგავს არარატის მთას (Agri Dagi), რომელიც ყველაზე მაღალი მთაა თურქეთში (ნახაზი 2b).



ნახაზი 2. a) სამუშაო ელექტროდის პოტენციური სკანირება როგორც დენის ფუნქცია $0.1 \text{ M H}_2\text{SO}_4$ ხსნარში შენარჩუნებულია მუდმივ პოტენციალზე -0.50 V 10-მლ ჩამდინარე წყლის ნიმუშში, როგორც მოცემულია ნახაზზე 1b (პორიზონტალური ხაზი). y-ღერძი: დენი/ μA , x-ღერძი: პოტენციალი/V vs Ag/AgCl, b) ხედი დიდი და პატარა არარატის პიკების.

ეტაპი 5) კიდევ ერთი 10 მლ ნიმუშის ხსნარი მოამზადეს პირველი ეტაპის მსგავსად და იგივე თანმიმდევრობით გამოიყენეს ეტაპები 2 და 3. ელექტროდები გარეცხეს დისტილირებული წყლით და მოათავსეს 10 მლ $0.1 \text{ M H}_2\text{SO}_4$ ხსნარში. შემდეგ სამუშაო ელექტროდის პოტენციალი შეინარჩუნეს მუდმივად $+0.05 \text{ V}$ 14 წუთის განმავლობაში. დაშვებულია, რომ 14 წუთი საკმარისია ელექტროქიმიური რეაქციის დასრულებისთვის.

ეტაპი 6) მე-5 ეტაპის დასრულების შემდეგ ხსნარი გალვანური ელემენტით მოათავსეს ღუმელში 150°C -ზე სანამ არ მიიღეს მშრალი მყარი ნაშთი.

ეტაპი 7) 5 მლ ეთილენდიამინტეტრაძმარმჟავას (EDTA , H_4Y) (ნახაზი 3) ხსნარი დაუმატეს მე-6 ეტაპზე მიღებულ მყარ ნიმუშს და შეანჯღრიეს გახსნამდე. ცნობილია, რომ 1 მლ EDTA -ს ხსნარი ეკვივალენტურია $3.85 \text{ მგ/მლ BaCO}_3$ -ის ხსნარის. შემდეგ ხსნარის pH დაარეგულირეს 10.0 -ზე. ჭარბი EDTA გატიტრეს სტანდარტული $0.0010 \text{ M Ni(NO}_3)_2$ ხსნარით. გატიტრის საბოლოო წერტილის მიღებას დასჭირდა $95.60 \text{ მლ Ni(NO}_3)_2$ -ის ხსნარი.

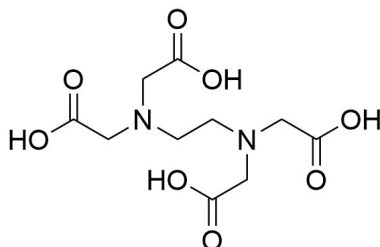


Figure 3. ქიმიური სტრუქტურა EDTA (H_4Y).

- წყალში, რომელიც გაჯერებულია H_2S -ით, $[H_2S]$ წონასწორული კონცენტრაცია არის 0.1 M.
- $K_{sp}(NiS) = 4.0 \times 10^{-20}$; $K_{sp}(CuS) = 1.0 \times 10^{-36}$
- $K_{a1}(H_2S) = 9.6 \times 10^{-8}$; $K_{a2}(H_2S) = 1.3 \times 10^{-14}$

რეაქცია	E° / V (at 298 K)
$2H_2O(l) + 2e^- \rightarrow H_2(g) + 2OH^-(aq)$	-0.83
$Ni^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Ni(s)$	-0.24
$2H^+(aq) + 2e^- \rightarrow H_2(g)$	0.00
$Cu^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Cu(s)$	+0.34
$Ag^+(aq) + e^- \rightarrow Ag(s)$	+0.80
$O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^- \rightarrow 2H_2O(l)$	+1.23

9.1 ქვემოთ მოცემული მონაცემებიდან რომელი შეესაბამება პიკ 1 და პიკ 2-ს? ნახაზი 2a.
მონიშნეთ სწორი უჯრა პასუხების ფურცელზე. 5.0pt

9.2 რომელი დებულება იქნება სწორი, თუ გამოყენებული იქნება პოტენციალი $-1.2 V$ ნაცვლად $-0.5 V$ -ისა, პირველ ეტაპზე (ჰორიზონტალური ხაზი) ნახაზზე 1b?
მონიშნეთ სწორი უჯრა პასუხების ფურცელზე. 5.0pt

9.3 **გამოთვალეთ** ნახაზზე 2a მოცემული მონაცემების მიხედვით სკანირების სიჩქარე, როგორც mV/s 298 K-ზე. 8.0pt

ელემენტის პოტენციალი არის 0.437 V.

$Pt, H_2 (0.92 \text{ bar}) | HCl(1.50 \times 10^{-2} M), AgCl(sat) | Ag$



Q9-4

Georgian (Georgia)

9.4 **გამოთვალეთ** სტანდარტული ელექტროდული პოტენციალის მნიშვნელობა (V) შემდეგი ნახევარრეაქციისთვის: $\text{AgCl(s)} + \text{e}^- \rightarrow \text{Ag(s)} + \text{Cl}^- (\text{aq})$ at 298 K. 16.0pt
 მითითება: უნდა აჩვენოთ ყველა გამოთვლა.

9.5 რომელ დებულებას აქვს მთავარი დანიშნულება მე-5 ეტაპზე ამ ანალიზში? 5.0pt
მონიშნეთ სწორი უჯრა პასუხების ფურცელზე.

9.6 **დაწერეთ** პასუხების ფურცელზე მე-7 ეტაპისათვის შეკვეცილი იონური განტოლება კომპლექსის წარმოქმნისა და უკუგატიტვრის რეაქციებისთვის. 6.0pt

9.7 **გამოთვალეთ** Ni^{2+} იონის კონცენტრაცია მგ/ლ-ში საწარმოო ჩამდინარე წყლებში. 25.0pt
 მითითება: უნდა აჩვენოთ ყველა გამოთვლა.

9.8 **გამოთვალეთ** pH-ის მინიმალური მნიშვნელობა Ni^{2+} იონების გამოლექვის დაწყებისას მე-5 ეტაპზე მიღებულ ხსნარში H_2S აირის გატარებით გაჯერებამდე. თუ ვერ ხსნით კითხვა **9.7**-ს, გამოიყენეთ 20 მგ/ლ Ni^{2+} ნიმუშის კონცენტრაცია. 30.0pt
 მითითება: უნდა აჩვენოთ ყველა გამოთვლა.



მძიმე მეტალთა იონების რაოდენობითი ანალიზი

9.1 (5.0 pt)

- ☐ პიკი 1: Ni -ის ელექტროქიმიური აღდგენა / პიკი 2: Cu-ის ელექტროქიმიური აღდგენა
- ☐ პიკი 1: Cu -ის ელექტროქიმიური აღდგენა / პიკი 2: Ni-ის ელექტროქიმიური აღდგენა
- ☐ პიკი 1: Ni -ის ელექტროქიმიური აღდგენა / პიკი 2: Cu-ის ელექტროქიმიური ჟანგვა
- ☐ პიკი 1: Ni -ის ელექტროქიმიური ჟანგვა / პიკი 2: Cu-ის ელექტროქიმიური ჟანგვა
- ☐ პიკი 1: Cu- -ის ელექტროქიმიური ჟანგვა / პიკი 2: Ni-ის ელექტროქიმიური ჟანგვა

9.2 (5.0 pt)

- ☐ NO-ის გამოყოფა
- ☐ NO₂-ის გამოყოფა
- ☐ აზოტის გამოყოფა
- ☐ ჟანგბადის გამოყოფა
- ☐ წყალბადის გამოყოფა

9.3 (8.0 pt)

აჩვენეთ გამოთვლები:

სკანირების სიჩქარე = mV/s



9.4 (16.0 pt)

აჩვენეთ გამოთვლები:

სტანდარტული ელექტროდული პოტენციალი = V

9.5 (5.0 pt)

- ☐ Pt -ის მავთულის მოდიფიკაცია Ni-Cu შენადნობის ფენით
- ☐ Pt -ის მავთულის მოდიფიკაცია Ni -ის ფენით
- ☐ Cu და Ni -ის ელექტროქიმიური ზოლი Cu-Ni-ით მოდიფიცირებული Pt -ის მავთულიდან ხსნარში
- ☐ Cu -ის ელექტროქიმიური ზოლი Cu-Ni-ით მოდიფიცირებული Pt -ის მავთულიდან ხსნარში
- ☐ Ni-ის ელექტროქიმიური ზოლი Cu-Ni-ით მოდიფიცირებული Pt -ის მავთულიდან ხსნარში

9.6 (6.0 pt)

კომპლექსის წარმოქმნა:

უკუგატიტვრა:



A9-3
Georgian (Georgia)



9.7 (25.0 pt)

აჩვენეთ გამოთვლები:

Ni^{2+} -ის კონცენტრაცია: მგ/ლ:



9.8 (30.0 pt)

აჩვენეთ გამოთვლები:

pH-ის მინიმალური მნიშვნელობა: