

GEO-4 C-0 C-1

GEO-4 C-0 C
Lizi Darchia

ICHO
General instructions
Cover sheet

Please return this cover sheet together with all the related question sheets.



GEO-4 C-0 G-1

G0-1

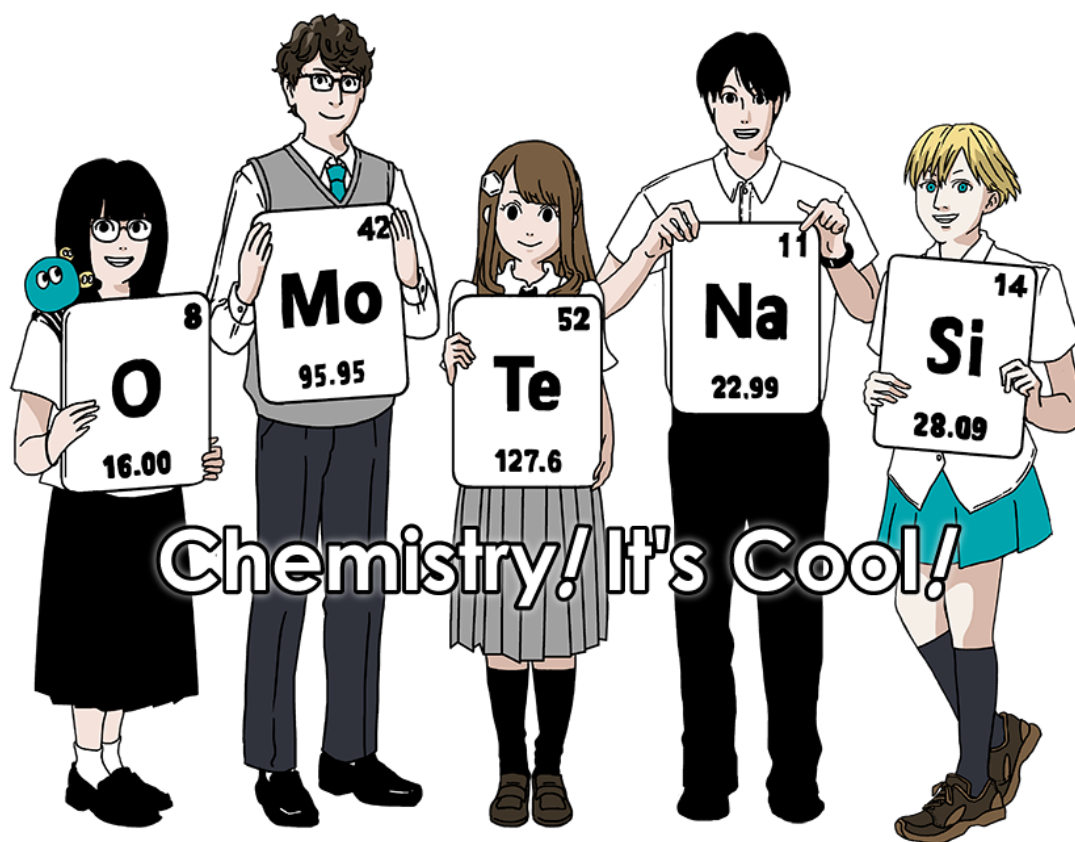
Elizbar Elizbarashvili (Georgia)

ქიმიის საერთაშორისო ოლიმპიადა 2021 იაპონია

53rd IChO2021 Japan

25 ივლისი - 2 აგვისტო, 2021

<https://www.icho2021.org>





ზოგადი ინსტრუქცია

- წერისას გამოიყენეთ მხოლოდ კალამი.
- გამოიყენეთ არაპროგრამირებადი კალკულატორი.
- გამოცდა მოიცავს **9 ამოცანას**.
- ამოცანები შეგიძლიათ ამოხსნათ ნებისმიერი თანმიმდევრობით.
- 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. დაიმახსოვრეთ, პასუხებისთვის განკუთვნილი უჯრის გარეთ დაწერილი პასუხი არ ჩაითვლება.
- საჭიროების შემთხვევაში დაწერეთ შესაბამისი გამოთვლები უჯრაში. მაქსიმალურ შეფასებას მიიღებთ მხოლოდ იმ შემთხვევაში, როდესაც შესაბამისი გამოთვლაც იქნება წარმოდგენილი.
- დამკვირვებლისგან მიიღებთ გაფრთხილებას **30 წუთით ადრე** გამოცდის დასრულების შესახებ.
- **შენწყვეტეთ 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!

ამოცანები და ინფორმაცია შეფასებაზე

	სათაური	ჯამური ქულა	ჯამური ქულის %
1	წყალბადი მეტალის ზედაპირზე	24	11
2	იზოტოპური დროის კაფსულა	35	11
3	ლამბერტ - ბერის კანონი?	22	8
4	თუთიის ჟანგვა - აღდგენის ქიმია	32	11
5	მისტიური სილიციუმი	60	12
6	გარდამავალი მეტალების მყარი მდგომარეობის ქიმია	45	13
7	არაბენზენოიდული არომატულობით თამაში	36	13
8	დინამიური ორგანული მოლეკულები და მათი ქირალობა	26	11
9	ჰგავს და არ ჰგავს კაფსულას?	23	10
		ჯამი	100



GEO-4 C-0 G-3

G0-3
Elizbar Elizbarashvili (Georgia)



ფიზიკური კონსტანტები და ფორმულები

კონსტანტები

სინათლის სიჩქარე ვაკუუმში	$c = 2.99792458 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$
პლანკის მუდმივა	$h = 6.62607015 \times 10^{-34} \text{ J s}$
ელექტრონის მუხტი	$e = 1.602176634 \times 10^{-19} \text{ C}$
ელექტრონის მასა	$m_e = 9.10938370 \times 10^{-31} \text{ kg}$
ელექტრული მუდმივა (ვაკუუმის დიელექტრიკული შეღწევა- დობა)	$\epsilon_0 = 8.85418781 \times 10^{-12} \text{ F m}^{-1}$
ავოგადროს მუდმივა	$N_A = 6.02214076 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
ბოლცმანის მუდმივა	$k_B = 1.380649 \times 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$
ფარადეის მუდმივა	$F = N_A \times e = 9.64853321233100184 \times 10^4 \text{ C mol}^{-1}$
აირის უნივერსალური მუდმივა	$R = N_A \times k_B = 8.31446261815324 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ $= 8.2057366081 \times 10^{-2} \text{ L atm K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$
უნიფიცირებული ატომური მასის ერთეული	$u = 1 \text{ Da} = 1.66053907 \times 10^{-27} \text{ kg}$
სტანდარტული წნევა	$p = 1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$
ატმოსფერული წნევა	$p_{\text{atm}} = 1.01325 \times 10^5 \text{ Pa}$
ნული ცელსიუსის სკალაზე	$0^\circ \text{C} = 273.15 \text{ K}$
ანგსტრემი	$1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$
პიკომეტრი	$1 \text{ pm} = 10^{-12} \text{ m}$
ელექტრონვოლტი	$1 \text{ eV} = 1.602176634 \times 10^{-19} \text{ J}$
მილიონის წილი	$1 \text{ ppm} = 10^{-6}$
მილიარდის წილი	$1 \text{ ppb} = 10^{-9}$
ტრილიონის წილი	$1 \text{ ppt} = 10^{-12}$
pi	$\pi = 3.141592653589793$
ნატურალური ლოგარითმის ფუძე (ეილერის რიცხვი)	$e = 2.718281828459045$

**განტოლებები**

იდეალური აირის განტოლება	$PV = nRT$, სადაც P არის წნევა, V - მოცულობა, n ნივთიერების რაოდენობა, T იდეალური აირის აბსოლუტური ტემპერატურა.
კულონის კანონი	$F = k_e \frac{q_1 q_2}{r^2}$, სადაც F არის ელექტროსტატიკური ძალა, $k_e (\approx 9.0 \times 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2})$ კულონის მუდმივა, q_1 და q_2 მუხტის მაგნიტუდა, და r მუხტებს შორის მანძილი.
თერმოდინამიკის პირველი კანონი	$\Delta U = q + w$, სადაც ΔU შიდა ენერჯიის ცვლილება, q გამოყენებული სითბო, w შესრულებული მუშაობა.
ენტალპია H	$H = U + PV$
ენტროპია და ფუნქციონალური ბოლცმანის პრინციპზე S	$S = k_B \ln W$, სადაც W არის მიკრო მდგომარეობათა რიცხვი.
ენტროპიის ცვლილება ΔS	$\Delta S = \frac{q_{rev}}{T}$, სადაც q_{rev} არის შექცევადი პროცესის სითბო.
გიბსის თავისუფალი ენერჯია G	$G = H - TS$ $\Delta_r G^\circ = -RT \ln K = -zFE^\circ$, სადაც K არის წონასწორობის მუდმივა, z ელექტრონების რიცხვი, E° სტანდარტული ელექტროდული პოტენციალი.
რეაქციის ბელი Q	$\Delta_r G = \Delta_r G^\circ + RT \ln Q$ რეაქციისთვის $aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$ $Q = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b}$, სადაც $[A]$ არის A ნივთიერების კონცენტრაცია.



სითბოს ცვლილება Δq		$\Delta q = nc_m \Delta T$, სადაც c_m არის მოლური სითბოტევადობა, რომელიც ტემპერატურაზე არ არის დამოკიდებული.
ნერნსტის ლუბა	განტო-	$E = E^\circ + \frac{RT}{zF} \ln \frac{C_{ox}}{C_{red}}$, სადაც C_{ox} არის დაჟანგული ნივთიერების კონცენტრაცია, C_{red} - აღდგენილი ნივთიერების კონცენტრაცია.
არენიუსის ლუბა	განტო-	$k = A \exp\left(-\frac{E_a}{RT}\right)$, სადაც k სიჩქარის მუდმივა, A - პრე-ექსპონენციალური ფაქტორი, E_a აქტივაციის ენერგია $\exp(x) = e^x$
ლამბერტის - ბერის განტოლება		$A = \epsilon lc$, სადაც A არის შთანთქმა, ϵ - მოლური აბსორბციული კოეფიციენტი, l - ოპტიკური ფენის სისქე, c ხსნარის კონცენტრაცია.
ჰენდერსონ-ჰასელბახის ტოლება	გან-	წონასწორობისთვის $HA \rightleftharpoons H^+ + A^-$ სადაც K_a არის წონასწორობის მუდმივა, $pH = pK_a + \log\left(\frac{[A^-]}{[HA]}\right)$
ფოტონის ენერგია		$E = h\nu = h\frac{c}{\lambda}$ სადაც ν არის სიხშირე, λ სინათლის ტალღის სიგრძე.
გეომეტრიული პროგრესიის ჯამი		როცა $x \neq 1$, $1 + x + x^2 + \dots + x^n = \sum_{i=0}^n x^i = \frac{1 - x^{n+1}}{1 - x}$
ამოცანების სახსნელად მიახლოებითი ტოლება	ამო- საჭირო გან-	როცა $x \ll 1$, $\frac{1}{1 - x} \simeq 1 + x$



GEO-4 C-0 G-7

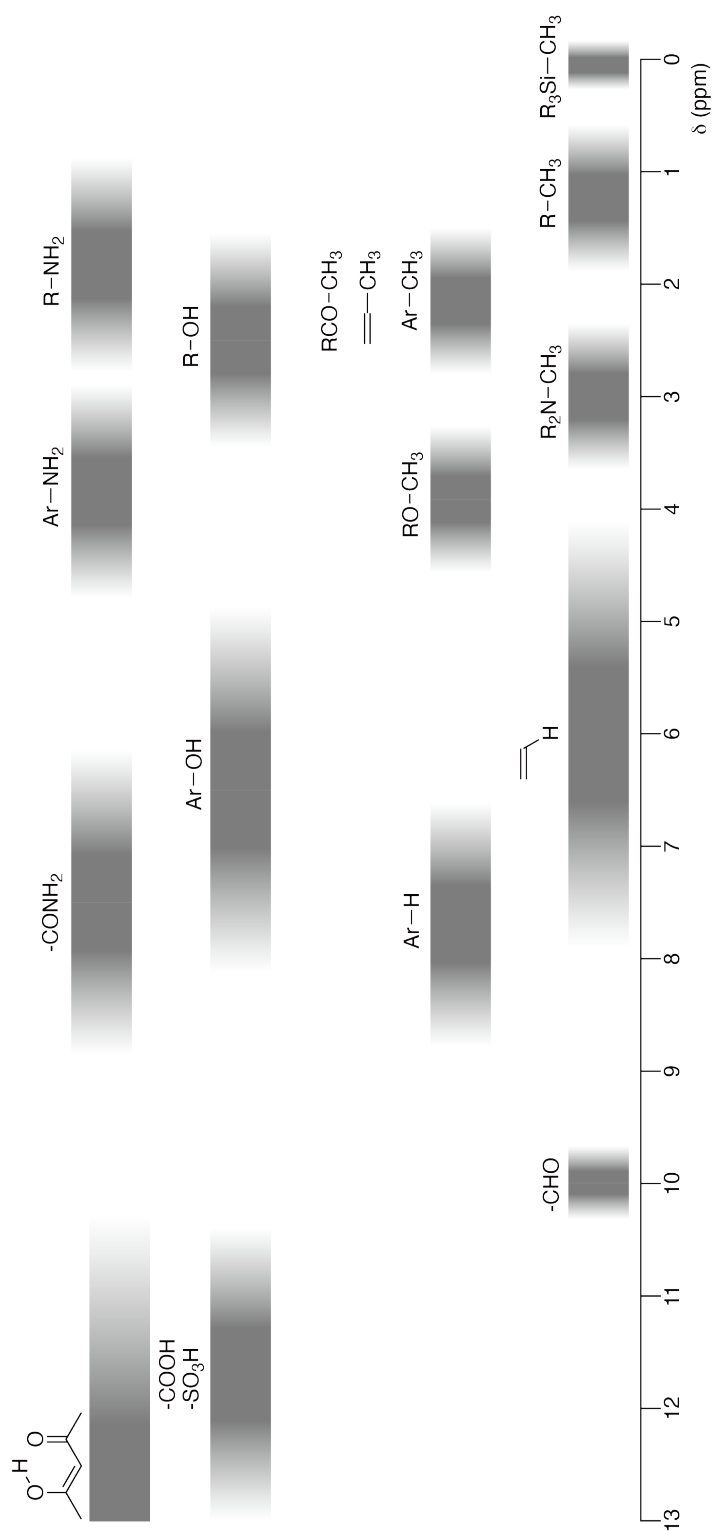
G0-7
Elizbar Elizbarashvili (Georgia)

პერიოდულობის ცხრილი

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1 H Hydrogen 1.008																	2 He Helium 4.003
3 Li Lithium 6.968	4 Be Beryllium 9.012															9 F Fluorine 18.998	10 Ne Neon 20.180
11 Na Sodium 22.990	12 Mg Magnesium 24.306															17 Cl Chlorine 35.452	18 Ar Argon 39.948
19 K Potassium 39.098	20 Ca Calcium 40.078	21 Sc Scandium 44.956	22 Ti Titanium 47.867	23 V Vanadium 50.942	24 Cr Chromium 51.996	25 Mn Manganese 54.938	26 Fe Iron 55.845	27 Co Cobalt 58.933	28 Ni Nickel 58.693	29 Cu Copper 63.546	30 Zn Zinc 65.38	31 Ga Gallium 69.723	32 Ge Germanium 72.630	33 As Arsenic 74.922	34 Se Selenium 78.971	35 Br Bromine 79.904	36 Kr Krypton 83.798
37 Rb Rubidium 85.468	38 Sr Strontium 87.62	39 Y Yttrium 88.906	40 Zr Zirconium 91.224	41 Nb Niobium 92.906	42 Mo Molybdenum 95.95	43 Tc Technetium [99]	44 Ru Ruthenium 101.07	45 Rh Rhodium 102.906	46 Pd Palladium 106.42	47 Ag Silver 107.868	48 Cd Cadmium 112.414	49 In Indium 114.818	50 Sn Tin 118.710	51 Sb Antimony 121.760	52 Te Tellurium 127.60	53 I Iodine 126.904	54 Xe Xenon 131.293
55 Cs Caesium 132.905	56 Ba Barium 137.327	57-71 La-Lu Lanthanoids	72 Hf Hafnium 178.49	73 Ta Tantalum 180.948	74 W Tungsten 183.84	75 Re Rhenium 186.207	76 Os Osmium 190.23	77 Ir Iridium 192.217	78 Pt Platinum 195.084	79 Au Gold 196.967	80 Hg Mercury 200.592	81 Tl Thallium 204.384	82 Pb Lead 207.2	83 Bi Bismuth 208.98	84 Po Polonium [210]	85 At Astatine [210]	86 Rn Radon [222]
87 Fr Francium [223]	88 Ra Radium [226]	89-103 Ac-Lr Actinoids	104 Rf Rutherfordium [267]	105 Db Dubnium [268]	106 Sg Seaborgium [271]	107 Bh Bohrium [272]	108 Hs Hassium [277]	109 Mt Meitnerium [276]	110 Ds Darmstadtium [281]	111 Rg Roentgenium [280]	112 Cn Copernicium [285]	114 Fl Flerovium [289]	115 Mc Moscovium [289]	116 Lv Livermorium [293]	117 Ts Tennessine [293]	118 Og Oganesson [294]	
57 La Lanthanum 138.905	58 Ce Cerium 140.116	59 Pr Praseodymium 140.908	60 Nd Neodymium 144.242	61 Pm Promethium [145]	62 Sm Samarium 150.36	63 Eu Europium 151.964	64 Gd Gadolinium 157.25	65 Tb Terbium 158.925	66 Dy Dysprosium 162.500	67 Ho Holmium 164.930	68 Er Erbium 167.259	69 Tm Thulium 168.934	70 Yb Ytterbium 173.045	71 Lu Lutetium 174.967			
89-103 Ac-Lr Actinoids	89 Ac Actinium [227]	90 Th Thorium 232.038	91 Pa Protactinium 231.036	92 U Uranium 238.029	93 Np Neptunium [237]	94 Pu Plutonium [239]	95 Am Americium [243]	96 Cm Curium [247]	97 Bk Berkelium [247]	98 Cf Californium [252]	99 Es Einsteinium [252]	100 Fm Fermium [257]	101 Md Mendelevium [258]	102 No Nobelium [259]	103 Lr Lawrencium [262]		

Key:
113
Nh
Nihonium
[278]
atomic number
Symbol
name
atomic weight (in parenthesis for the radioactive element)

¹H NMR ქიმიური წანაცვლება





GEO-4 C-0 G-9

G0-9
Elizbar Elizbarashvili (Georgia)

$\Delta\delta$ ერთი ალკილ ჯგუფის ჩანაცვლებაზე: დაახლ. +0.4 ppm

GEO-4 C-1 C-1

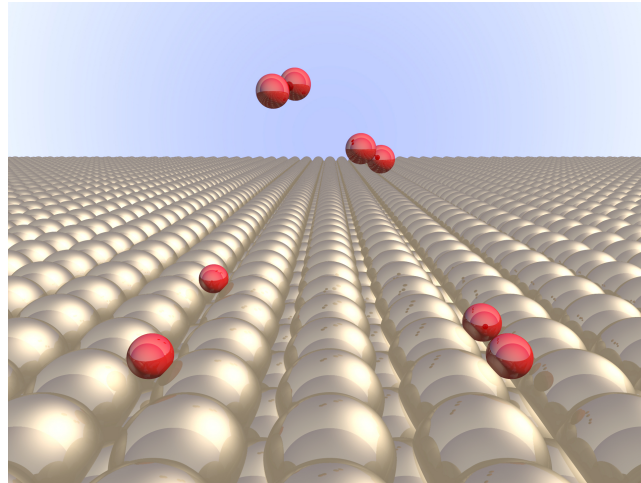
GEO-4 C-1 C
Lizi Darchia

ICHO
Problem 1
Cover sheet

Please return this cover sheet together with all the related question sheets.

წყალბადი მეტალის ზედაპირზე

11 % of the total							
Question	A.1	A.2	B.1	B.2	B.3	B.4	Total
Points	6	4	5	3	3	3	24
Score							

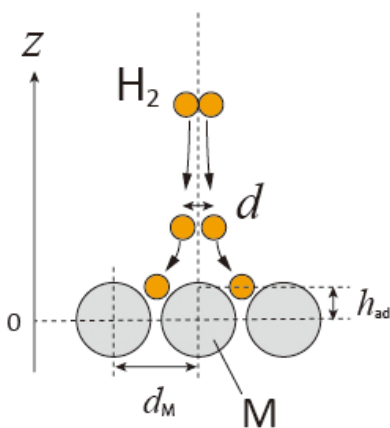


წყალბადი მოიახრება მომავლის ენერჯის წყაროდ, რომელიც არ იქნება დამოკიდებული წიაღისეულ საწვავზე. აქ განვიხილავთ წყალბადის მეტალში შენახვას, რომელიც წარმოადგენს მისი ტრანსპორტირებისა და შენახვის ტექნოლოგიას.

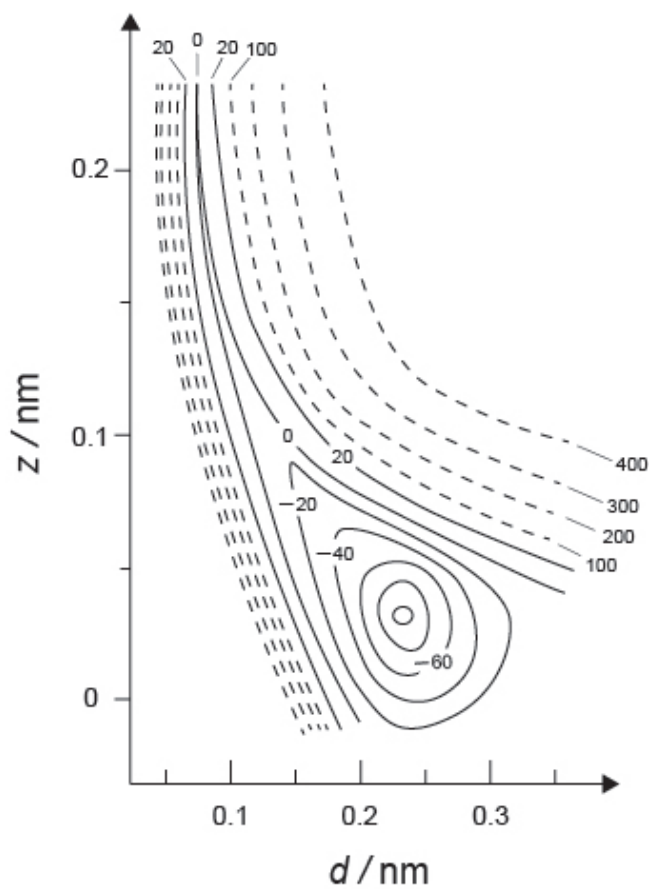
Part A

ნაწილი A

რადგან წყალბადი აბსორბირდება მეტალის მოცულობაში მისი ზედაპირის საშუალებით, პირველ რიგში განვიხილოთ მეტალის ზედაპირზე წყალბადის ადსორბციის პროცესი, $H_2(g) \rightarrow 2H(ad)$, სადაც წყალბადის აირადი და ადსორბირებული მდგომარეობები შესაბამისად წარმოდგენილია, როგორც (g) და (ad). წყალბადის მოლეკულა (H_2), რომელიც ურთიერთქმედებს მეტალის ზედაპირთან (M) განიცდის დისოციაციას და ადსორბირდება H ატომის სახით (ნახ. 1). აქ H_2 -ის პოტენციალური ენერჯია დამოკიდებულია ორ ცვლადზე: ატომთშორის მანძილზე d და მეტალის ატომთა ზედაპირამდე მანძილზე z . იგულისხმება, რომ H ატომების შემაერთებელი ლერძი ზედაპირის პარალელურია და სიმძიმის ცენტრი ყოველთვის იმყოფება ნახ 1-ზე ნაჩვენებ ვერტიკალურ წყვეტილ წრფეზე. ნახ.2-ზე ნაჩვენებია ზედაპირზე დისოციაციის პოტენციური ენერჯიის კონტურული გრაფიკი. პოტენციური ენერჯიის რიცხვითი მნიშვნელობები მოცემულია kJ ერთეულებში H_2 -ის ერთ მოლზე გადათვლით. უწყვეტ მრუდებს შორის ინტერვალია 20 kJ mol^{-1} , წყვეტილ მრუდებს შორის ინტერვალია 100 kJ mol^{-1} , ხოლო უწყვეტსა და წყვეტილ მრუდებს შორის 80 kJ mol^{-1} . ნულოვანი წერტილის რხევის ენერჯია უგულვებელყავით.



ნახ.1 ცვლადების განმარტება. ნახაზი მასშტაბში არ არის.



ნახ. 2.

A.1 შემდეგი ჩამონათვალიდან (i)–(iii), თითოეულისათვის A–G-დან 6pt **აირჩიეთ** უახლოესი მნიშვნელობა.

(i) ატომთშორისი მანძილი H_2 აირადი მოლეკულისათვის

(ii) მეტალის ატომებს შორის ატომთშორისი მანძილი (d_M ნახ.1-ზე)

(iii) ადსორბირებული H ატომებსა და ზედაპირს შორის მანძილი (h_{ad} ნახ.1-ზე)

- A. 0.03 nm B. 0.07 nm C. 0.11 nm D. 0.15 nm
E. 0.19 nm F. 0.23 nm G. 0.27 nm

A.2 შემდეგი ჩამონათვალიდან თითოეულისათვის (i)–(ii), **აირჩიეთ** შესაბამისი მნიშვნელობა A–H - დან. 4pt

(i) აირადი H_2 -დან აირად H-ში დისოციაციისათვის საჭირო ენერგია
[$H_2(g) \rightarrow 2H(g)$]

(ii) აირადი H_2 -ის ადსორბციისას გამოყოფილი ენერგია [$H_2(g) \rightarrow 2H(ad)$]

- A. 20 kJ mol^{-1} B. 40 kJ mol^{-1} C. 60 kJ mol^{-1} D. 100 kJ mol^{-1}
E. 150 kJ mol^{-1} F. 200 kJ mol^{-1} G. 300 kJ mol^{-1} H. 400 kJ mol^{-1}

ნაწილი B

წყალბადის ადსორბირებული ატომები აბსორბირდებიან მოცულობაში ან განიცდიან რეკომბინაციას და დესორბირდებიან აირად ფაზაში, როგორც ნაჩვენებია (1a) და (1b) - რეაქციებში. H(ad) წარმოადგენს მოცულობაში აბსორბირებულ წყალბადის ატომს.



ზედაპირის ერთეულოვან უჯრედზე რეაქციის სიჩქარე ადსორბციისათვის, დესორბციისათვის და აბსორბციისათვის შესაბამისად არის $r_1[\text{s}^{-1}], r_2[\text{s}^{-1}]$ და $r_3[\text{s}^{-1}]$. ისინი ასე გამოისახება:

$$r_1 = k_1 P_{\text{H}_2} (1 - \theta)^2 \quad (2)$$

$$r_2 = k_2 \theta^2 \quad (3)$$

$$r_3 = k_3 \theta \quad (4)$$

სადაც $k_1 [\text{s}^{-1} \text{Pa}^{-1}], k_2 [\text{s}^{-1}]$ და $k_3 [\text{s}^{-1}]$ რეაქციის სიჩქარის კონსტანტებია და P_{H_2} H_2 -ის არის წნევა. θ ($0 \leq \theta \leq 1$) არის ზედაპირის უჯრედებს შორის ხელმისაწვდომი ფართის ის ფრაქცია, რომელის დაკავებულია წყალბადით. ჩათვალეთ, რომ ადსორბცია და დესორბცია აბსორბციასთან შედარებით სწრაფი პროცესებია ($r_1, r_2 \gg r_3$) და θ რჩება მუდმივი.

B.1 r_3 შეიძლება გამოისახოს შემდეგი სახით:

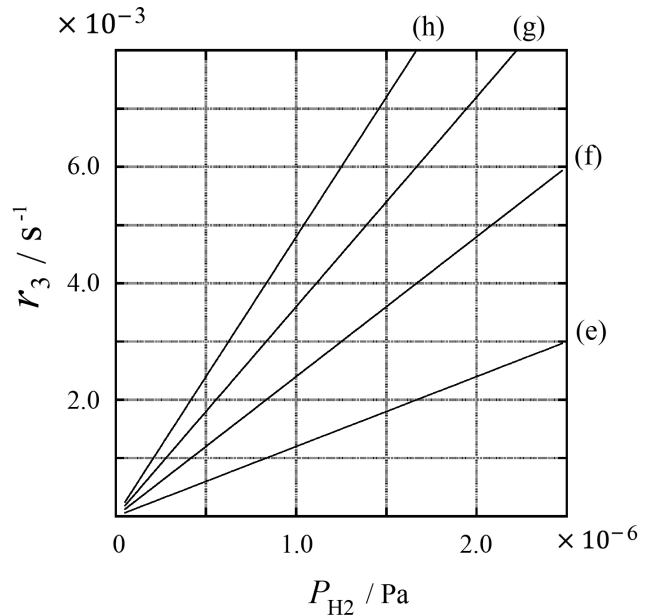
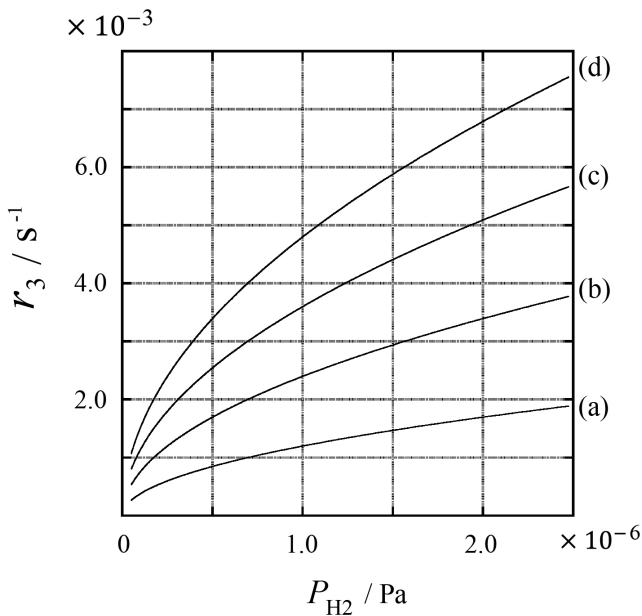
5pt

$$r_3 = \frac{k_3}{1 + \sqrt{\frac{1}{P_{\text{H}_2} C}}} \quad (5)$$

გამოსახეთ C k_1 და k_2 -ის საშუალებით

მეტალის ნიმუში ზედაპირის ფართობით $S = 1.0 \times 10^{-3} \text{ m}^2$ მოათავსეს კონტეინერში ($1\text{L} = 1.0 \times 10^{-3} \text{ m}^3$), რომელშიც იმყოფება H_2 ($P_{\text{H}_2} = 1.0 \times 10^2 \text{ Pa}$). წყალბად ატომების ადსორბციის ადგილების სიმკვრივე არის $N = 1.3 \times 10^{18} \text{ m}^{-2}$. ზედაპირის ტემპერატურას ინარჩუნებენ $T = 400 \text{ K}$. რეაქცია (1)-ის მიმდინარეობისას, P_{H_2} მცირდება მუდმივი სიჩქარით $v = 4.0 \times 10^{-4} \text{ Pa s}^{-1}$. ჩათვალეთ H_2 არის იდეალური აირი და მეტალის მოცულობა უგულებელყოფილია.

- B.2** გამოთვალეთ ზედაპირის ფართობის ერთეულზე დროის ერთეულში შთანთქმული H ატომების რაოდენობა მოლეკულაში A [$\text{mol s}^{-1} \text{ m}^{-2}$]. 3pt
- B.3** $T = 400 \text{ K}$ -ზე, C ტოლია $1.0 \times 10^2 \text{ Pa}^{-1}$. გამოთვალეთ k_3 -ის მნიშვნელობა 400 K -ზე. თუ ვერ მიიღეთ პასუხი B.2-ში, გამოიყენეთ $A = 3.6 \times 10^{-7} \text{ mol s}^{-1} \text{ m}^{-2}$. 3pt
- B.4** განსხვავებულ T -ზე, მოცემულია $C = 2.5 \times 10^3 \text{ Pa}^{-1}$ და $k_3 = 4.8 \times 10^{-2} \text{ s}^{-1}$. r_3 -ისათვის, როგორც ფუნქცია P_{H_2} -ისა ამ ტემპერატურაზე, აირჩიეთ სწორი გრაფიკი (a)-(h) -იდან. 3pt





GEO-4 C-1 A-1

A1-1
Elizbar Elizbarashvili (Georgia)

წყალბადი მეტალის ზედაპირზე

ნაწილი A

A.1 (6 pt)

(i)	(ii)	(iii)

A.2 (4 pt)

(i)	(ii)



GEO-4 C-1 A-2

A1-2
Elizbar Elizbarashvili (Georgia)

ნაწილი B

B.1 (5 pt)

$C =$ _____

B.2 (3 pt)

$A =$ _____ $\text{mol s}^{-1} \text{m}^{-2}$



GEO-4 C-1 A-3

A1-3
Elizbar Elizbarashvili (Georgia)

B.3 (3 pt)

$$k_3 = \underline{\hspace{10em}} \text{ s}^{-1}$$

B.4 (3 pt)

GEO-4 C-2 C-1

GEO-4 C-2 C
Lizi Darchia

ICHO
Problem 2
Cover sheet

Please return this cover sheet together with all the related question sheets.

იზოტოპური დროის კაფსულა

11 % of the total					
Question	A.1	A.2	A.3	A.4	Total
Points	8	8	10	9	35
Score					



მოლეკულები, რომლებიც ერთმანეთისგან განსხვავდებიან მხოლოდ იზოტოპური შემცველობით, როგორცაა, მაგალითად CH_4 და CH_3D , ეწოდებათ იზოტოპოლოგები. იზოტოპოლოგებს აქვთ ერთი და იგივე ქიმიური მახასიათებლები. მიუხედავად ამისა, ბუნებაში გავრცელების თვალსაზრით ძლიერ განსხვავდებიან.

დაუშვით, რომ ყველა ნივთიერება ამ კითხვაში არის აირად მდგომარეობაში.

განვიხილოთ შემდეგი წონასწორობა:



ენტროპია, S , იზრდება სისტემის შესაძლო მიკროსკოპული მდგომარეობის რიცხვის ზრდასთან ერთად, W :

$$S = k_B \ln W \quad (2)$$

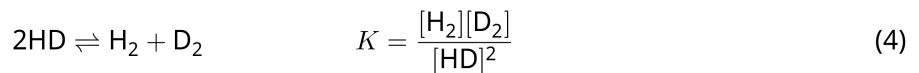
$^{12}\text{C}^{16}\text{O}_2$ და $^{12}\text{C}^{18}\text{O}_2$ -თვის $W = 1$. $^{12}\text{C}^{16}\text{O}^{18}\text{O}$ მოლეკულისთვის კი $W = 2$, რადგან ჟანგბადის ატომები განსხვავებულია ამ მოლეკულაში. როგორც წონასწორობის 1 ტოლებიდან ჩანს, მარჯვენა მხარეს არის $^{12}\text{C}^{16}\text{O}^{18}\text{O}$ ორი მოლეკულა, $W = 2^2 = 4$.

A.1 ენთალპიის ცვლილება, ΔH , მე-3 განტოლებაში არის დადებითი მიუხედავად ტემპერატურისა. 8pt



გამოთვალეთ წონასწორობის მუდმივები, K , მე-3 ტოლებისთვის ძალიან დაბალ (ჩათვალეთ $T \rightarrow 0$) და ძალიან მაღალ (ჩათვალეთ $T \rightarrow +\infty$) ტემპერატურაზე. დაუშვით, რომ რეაქცია რჩება უცვლელი ამ ტემპერატურებზე და ენთალპია ΔH მიისწრაფის მუდმივი მნიშვნელობისკენ მაღალ ტემპერატურაზე.

მოცემული პროცესის ΔH შეიძლება აიხსნას მოლეკულური რხევით.



როცა $T = 0 \text{ K}$, დიატომური მოლეკულების რხევითი ენერგია, რომელთა რხევის სიხშირე არის ν [s^{-1}], გამოისახება შემდეგნაირად:

$$E = \frac{1}{2} h \nu \quad (5)$$

$$\nu = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{\mu}} \quad (6)$$

სადაც k არის ძალური მუდმივა და μ დაყვანილი მასა, რომელიც გამოისახება დიატომურ მოლეკულის ატომთა მასების საშუალებით შემდეგი ფორმულის მიხედვით:

$$\mu = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2} \quad (7)$$

A.2 H_2 -ის რხევა არის 4161.0 cm^{-1} როდესაც რხევა გამოისახება ტალღურ რიცხვებში. **გამოთვალეთ** ΔH J mol^{-1} ერთეულებში შემდეგი ტოლებისთვის თუ $T = 0 \text{ K}$. 8pt



დაუშვით, რომ:

- მხოლოდ რხევითი ენერგია ღებულობს მონაწილეობას ΔH .
- k -ს მნიშვნელობა H_2 , HD , და D_2 -თვის არის ერთნაირი.
- H -ის მასა უნდა იყოს 1 Da და D -ის მასა - 2 Da .



GEO-4 C-2 Q-3

Q2-3

Elizbar Elizbarashvili (Georgia)



H_2 , HD, და D_2 -ის მოლური თანაფარდობა წონასწორულ მდგომარეობაში სისტემის ტემპერატურაზე არის დამოკიდებული. Δ_{D_2} განისაზღვრება, როგორც D_2 -ის მოლური თანაფარდობის ცვლილება.

$$\Delta_{D_2} = \frac{R_{D_2}}{R_{D_2}^*} - 1 \quad (9)$$

სადაც, R_{D_2} აღნიშნავს $\frac{[D_2]}{[H_2]}$ ფარდობას ნიმუშში და $R_{D_2}^* - \frac{[D_2]}{[H_2]}$ ფარდობას $T \rightarrow +\infty$ ტემპერატურაზე. უნდა აღინიშნოს, რომ იზოტოპების განაწილება ხდება შემთხვევითი $T \rightarrow +\infty$ ტემპერატურაზე.

A.3 გამოთვალეთ Δ_{D_2} ბუნებრივი D გავრცელებით, როცა იზოტოპური მიმოცვლა არის წონასწორობაში ტემპერატურაზე, K ტოლობაში 4 არის 0.300. დაუშვით, რომ D და H-ს ბუნებრივი გავრცელების ფარდობა არის $1.5576 \times 10^{-4} \text{ 1} - 1.5576 \times 10^{-4}$, შესაბამისად. 10pt



ზოგადად, ორმაგად ჩანაცვლებული იზოტოპოლოგების მოლური თანაფარდობა, რომლის ერთი მოლეკულა შეიცავს 2 მძიმე იზოტოპურ ატომს, იზრდება ტემპერატურის შემცირებით. განვიხილოთ CO_2 მოლეკულების მოლური თანაფარდობა მოლური მასებით 44 და 47, რომელიც ქვევით განხილულია როგორც $\text{CO}_2[44]$ და $\text{CO}_2[47]$. Δ_{47} -ის რაოდენობა განისაზღვრება, როგორც:

$$\Delta_{47} = \frac{R_{47}}{R_{47}^*} - 1 \quad (10)$$

R_{47} აღნიშნავს $\frac{[\text{CO}_2[47]]}{[\text{CO}_2[44]]}$ ფარდობას ნიმუშში და R_{47}^* $\frac{[\text{CO}_2[47]]}{[\text{CO}_2[44]]}$ ფარდობას $T \rightarrow +\infty$ ტემპერატურაზე. ნახშირბადისა და ჟანგბადის ბუნებრივი გავრცელება მოცემულია ქვემოთ; არ მიაქციოთ ყურადღება იზოტოპებს, რომლებიც არაა მოყვანილი.

	^{12}C	^{13}C
ბუნებაში გავრცელება	0.988888	0.011112

	^{16}O	^{17}O	^{18}O
ბუნებაში გავრცელება	0.997621	0.0003790	0.0020000

Δ_{47} -ის ტემპერატურის დამოკიდებულება განისაზღვრება შემდეგი სახით, სადაც T არის აბსოლუტური ტემპერატურა კელვინებში K:

$$\Delta_{47} = \frac{36.2}{T^2} + 2.920 \times 10^{-4} \quad (11)$$

- A.4** ანტარქტიკის ზღვაში აღმოჩენილი პლანქტონების ნამარხის R_{47} არის 4.50865×10^{-5} . **განსაზღვრეთ** ტემპერატურა R_{47} -ის გამოყენებით. ეს ტემპერატურა მიიჩნევა, როგორც ჰაერის ტემპერატურა იმ პერიოდის განმავლობაში, როცა პლანქტონი ცოცხლობდა. გამოთვლებისთვის გამოიყენეთ $\text{CO}_2[47]$ -ის მხოლოდ ყველაზე მეტად გავრცელებული იზოტოპოლოგი. 9pt



GEO-4 C-2 A-1

A2-1
Elizbar Elizbarashvili (Georgia)

იზოტოპური დროის კაფსულა

A.1 (8 pt)

$T \rightarrow 0 : K =$ _____ , $T \rightarrow +\infty : K =$ _____



GEO-4 C-2 A-2

A2-2
Elizbar Elizbarashvili (Georgia)

A.2 (8 pt)

$\Delta H =$ _____ J mol^{-1}



GEO-4 C-2 A-3

A2-3
Elizbar Elizbarashvili (Georgia)

A.3 (10 pt)

$\Delta_{D_2} =$ _____



GEO-4 C-2 A-4

A2-4
Elizbar Elizbarashvili (Georgia)

A.4 (9 pt)

$T =$ _____ K

GEO-4 C-3 C-1

GEO-4 C-3 C
Lizi Darchia

ICHO
Problem 3
Cover sheet

Please return this cover sheet together with all the related question sheets.



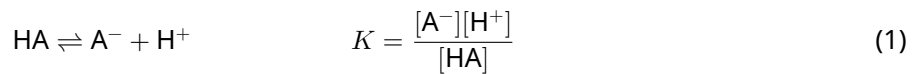
ლამბერტ-ბერის კანონი?

8 % of the total				
Question	A.1	B.1	B.2	Total
Points	10	6	6	22
Score				

ამ ამოცანაში უგულებელყავით უჯრედის (კიუვეტის) და გამხსნელის შთანთქმა. ყველა ხსნარის და აირის ტემპერატურა მუდმივია 25 °C-ზე.

ნაწილი A

წყალხსნარი **X** მომზადებულია HA და NaA-ს გამოყენებით. **X** ხსნარში $[A^-]$, $[HA]$, და $[H^+]$ -ის კონცენტრაციები არის $1.00 \times 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$, $1.00 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$, და $1.00 \times 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$, შესაბამისად, რომლებიც ურთიერთკავშირშია შემდეგი მჟავა-ფუძე წონასწორობის მიხედვით:



ოპტიკური ფენის სისქე არის l ნაწილში A. უგულებელყავით სიმკვრივის ცვლილება განზავების პროცესში. ჩათვალეთ რომ 1 განტოლების გარდა სხვა რეაქცია არ მიმდინარეობს.

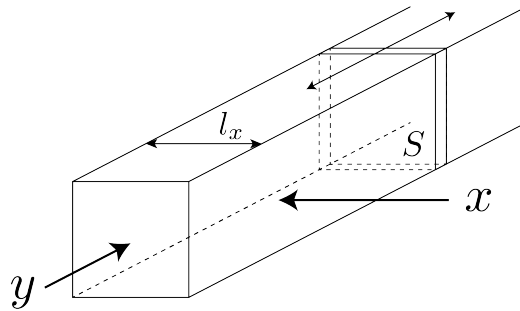
- A.1** **X**-ის შთანთქმა იყო A_1 ტალღის სიგრძეზე λ_1 . შემდეგ ხსნარი **X** განზავდა ორჯერ მარილმჟავას გამოყენებით, რომლის $\text{pH} = 2.500$. განზავების შემდეგ შთანთქმა ისევ იყო A_1 , λ_1 -ზე. **განსაზღვრეთ** თანაფარდობა $\varepsilon_{HA}/\varepsilon_{A^-}$, სადაც ε_{HA} და ε_{A^-} წარმოადგენს HA-ს და A^- -ის შთანთქმის კოეფიციენტს, შესაბამისად λ_1 -ზე. 10pt

ნაწილი B

განვიხილოთ შემდეგი წონასწორობა აირად ფაზაში.

$$D \rightleftharpoons 2M \quad (2)$$

P წნევაზე, სუფთა აირი D მოათავსეს კუბისმაგვარ კონტეინერში, რომელსაც აქვს გამჭვირვალე, მოძრავი კედელი განივკვეთის ფართობით S (იხილეთ ნახაზი ქვევით). დამყარდა წონასწორობა და წნევა შენარჩუნებული იყო P -ზე. აირის შთანთქმა არის $A = \varepsilon(n/V)l$, სადაც ε , n , V , და l შესაბამისად არის შთანთქმის კოეფიციენტი, აირის რაოდენობა მოლელებში, აირის მოცულობა, ფენის სისქე. ჩათვალეთ რომ ნარევის ყველა კომპონენტი იქცევა როგორც იდეალური აირი.



თუ საჭიროა გამოიყენეთ შემდეგი განმარტებები.

	საწყისი მდგომარეობა		წონასწორობის შემდეგ	
	D	M	D	M
პარციალური წნევა	P	0	p_D	p_M
რაოდენობა მოლელებში	n_0	0	n_D	n_M
მოცულობა	V_0		V	

- B.1** აირის შთანთქმა λ_{B1} -ზე, რომელიც გაზომილი იყო x მიმართულებიდან ($l = l_x$) იყო A_{B1} როგორც საწყის მდგომარეობაში, ისე წონასწორობის შემდეგ. **განსაზღვრეთ** თანაფარდობა $\varepsilon_D/\varepsilon_M$ λ_{B1} -ზე, სადაც ε_D და ε_M წარმოადგენს D და M-ის შთანთქმის კოეფიციენტებს, შესაბამისად. 6pt
- B.2** აირის შთანთქმა λ_{B2} -ზე, რომელიც გაზომილი იყო y მიმართულებიდან იყო A_{B2} როგორც საწყის მდგომარეობაში ($l = l_{y0}$) ისე წონასწორობის შემდეგ ($l = l_y$). **განსაზღვრეთ** თანაფარდობა $\varepsilon_D/\varepsilon_M$ λ_{B2} -ზე. 6pt



GEO-4 C-3 A-1

A3-1
Elizbar Elizbarashvili (Georgia)

ლამბერტ-ბერის კანონი?

ნაწილი A

A.1 (10 pt)

(გოძელდება შემდეგ გვერდზე)



GEO-4 C-3 A-2

A3-2
Elizbar Elizbarashvili (Georgia)

A.1 (cont.)

$\epsilon_{\text{HA}}/\epsilon_{\text{A}^-} =$



GEO-4 C-3 A-3

A3-3
Elizbar Elizbarashvili (Georgia)

ნაწილი B

B.1 (6 pt)

$\epsilon_D/\epsilon_M =$ _____



GEO-4 C-3 A-4

A3-4
Elizbar Elizbarashvili (Georgia)

B.2 (6 pt)

$\epsilon_D/\epsilon_M =$

GEO-4 C-4 C-1

GEO-4 C-4 C
Lizi Darchia

ICHO
Problem 4
Cover sheet

Please return this cover sheet together with all the related question sheets.

თუთიის ჟანგვა-აღდგენითი ქიმია

11 % of the total							
Question	A.1	A.2	B.1	B.2	B.3	B.4	Total
Points	6	5	4	3	5	9	32
Score							



თუთია გამოიყენებოდა დიდი ხნის განმავლობაში შენადნობების დასამზადებლად, როგორც არის მაგალითად, თითბერი და ფოლადი. სამრეწველო ჩამდინარე წყლებიდან თუთიის გამოყოფა ხდება დალექვით წყლის დეტოქსიფიცირებისთვის, და მიღებული ნალექიდან თუთიას აღადგენენ მეტალურ თუთიამდე ხელახალი გამოყენების მიზნით.

ნაწილი A

თუთიის ჰიდროქსიდის $Zn(OH)_2(s)$ გახსნის წონასწორობა $25^\circ C$ -ზე და შესაბამისი წონასწორობის კონსტანტები მოცემულია 1-4 ტოლობების სახით.





თუთიის ხსნადობა, S , (თუთიის კონცენტრაცია ნატურ წყალხსნარში) მოცემულია მე-5 განტოლებაში.

$$S = [\text{Zn}^{2+}(\text{aq})] + [\text{Zn}(\text{OH})_2(\text{aq})] + [\text{Zn}(\text{OH})_4^{2-}(\text{aq})] \quad (5)$$

- | | | |
|------------|--|-----|
| A.1 | როცა დამყარებულია წონასწორობები, რომელიც მოცემულია 1-4 ტოლობებში, გამოთვალეთ pH-ის ზღვრები, რომელშიც $[\text{Zn}(\text{OH})_2(\text{aq})]$ არის ყველაზე მეტი $[\text{Zn}^{2+}(\text{aq})]$, $[\text{Zn}(\text{OH})_2(\text{aq})]$ და $[\text{Zn}(\text{OH})_4^{2-}(\text{aq})]$ -ს შორის. | 6pt |
| A.2 | მომზადდა $\text{Zn}(\text{OH})_2(\text{s})$ -ის ნატური წყალხსნარი pH = 7.00-ზე და შემდეგ გაიფილტრა. ფილტრატს დაამატეს NaOH ისე რომ pH მიეყვანათ 12.00-ზე. გამოთვალეთ თუთიის მოლური წილი (%) რომელიც დაილექება როცა pH იზრდება 7.00-დან 12.00-მდე. უგულებელყავით მოცულობის და ტემპერატურის ცვლილება. | 5pt |

ნაწილი B

შემდეგ გამოყოფილი თუთიის ჰიდროქსიდი გააცხელეს თუთიის ოქსიდის მიღების მიზნით, ქვემოთ მოცემული რეაქციის მიხედვით:

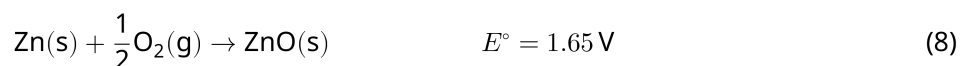


თუთიის ოქსიდი აღადგინეს მეტალურ თუთიამდე წყალბადთან რეაქციით:



- | | | |
|------------|---|-----|
| B.1 | იმისათვის რომ (7) რეაქციაში შენარჩუნებული იყოს წყალბადის წნევა 1 ბარზე, აუცილებელია შემცირდეს წარმოქმნილი წყლის ორთქლის პარციალური წნევა. გამოთვალეთ წყლის ორთქლის პარციალური წნევის ზედა ზღვარი, რომელიც (7) რეაქციას მისცემს საშუალებას რომ წარიმართოს 300 °C-ზე. მოცემულია, გიბსის წარმოქმნის ენერგიები თუთიის ოქსიდის და წყლისთვის 300 °C-ზე და 1 ბარი წნევის პირობებში ყველა აირადი ნივთიერებისთვის $\Delta G_{\text{ZnO}}(300^\circ\text{C}) = -2.90 \times 10^2 \text{ kJ mol}^{-1}$ და $\Delta G_{\text{H}_2\text{O}}(300^\circ\text{C}) = -2.20 \times 10^2 \text{ kJ mol}^{-1}$, შესაბამისად. | 4pt |
|------------|---|-----|

მეტალური თუთია გამოიყენება როგორც უარყოფითი ელექტროდი (ანოდი) მეტალური ტიპის ბატარეებში. ელექტროდი შედგება Zn-ის და ZnO-ისგან. ის იყენებს შემდეგ ჟანგვა-აღდგენით რეაქციას ელექტრონენერგიის გენერირებისთვის, რომლის ელექტრომამოძრავებელი ძალა (ემძ. e.m.f.) 25 °C-ზე და 1 ბარ წნევაზე არის E° .



- B.2** თუთია-აირის ბატარეა განიშუხტა 20 mA-ზე 24 საათის განმავლობაში. **3pt**
გამოთვალეთ ბატარეის უარყოფითი ელექტროდის (ანოდის) მასის ცვლილება.



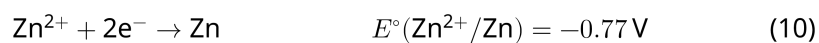
Mt. Fuji

- B.3** განვიხილოთ ემძ-ს (e.m.f) ცვლილება თუთია-აირის ბატარეისთვის გა- **5pt**
 რემო პირობებზე დამოკიდებულებით. გამოთვალეთ ემძ (e.m.f.) Mt.
 Fuji-ის მწვერვალზე, სადაც ტემპერატურა და სიმაღლე არის შესაბამი-
 სად, -38°C (თებერვალი) და 3776 მ. ატმოსფერული წნევა წარმოდგენი-
 ლია

$$P [\text{bar}] = 1.013 \times \left(1 - \frac{0.0065h}{T + 0.0065h + 273.15} \right)^{5.257} \quad (9)$$

h [m] სიმაღლეზე და T [$^{\circ}\text{C}$] ტემპერატურაზე ამ განტოლებით. ჟანგბადის მოლური თანაფარდობა ატმოსფეროში არის 21%. რეაქციაში (8) გიბსის ენერჯიის ცვლილება არის $\Delta G_{\text{ZnO}}(-38^{\circ}\text{C}) = -3.26 \times 10^2 \text{ kJ mol}^{-1}$ -38°C -ზე და 1 ბარ-ზე.

- B.4** გამოთვალეთ გიბსის ენერჯიის ცვლილება (6) რეაქციაში 25°C -ზე. **9pt**
 გაითვალისწინეთ, რომ აღდგენის სტანდარტული პოტენციალები, $E^{\circ}(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn})$ and $E^{\circ}(\text{O}_2/\text{H}_2\text{O})$ 25°C -ზე და 1 ბარზე მოცემულია შესაბამი-
 სად, (10) და (11) განტოლებებში.





GEO-4 C-4 A-1

A4-1
Elizbar Elizbarashvili (Georgia)

თუთიის ჟანგვა-აღდგენითი ქიმია

ნაწილი A

A.1 (6 pt)

< pH <



GEO-4 C-4 A-2

A4-2
Elizbar Elizbarashvili (Georgia)

A.2 (5 pt)

_____ %



GEO-4 C-4 A-3

A4-3
Elizbar Elizbarashvili (Georgia)

ნაწილი B

B.1 (4 pt)

$p_{\text{H}_2\text{O}} =$ _____ bar

B.2 (3 pt)

_____ g



GEO-4 C-4 A-4

A4-4
Elizbar Elizbarashvili (Georgia)

B.3 (5 pt)

_____ V



GEO-4 C-4 A-5

A4-5
Elizbar Elizbarashvili (Georgia)

B.4 (9 pt)

$\Delta G^\circ =$ _____ J mol^{-1}

GEO-4 C-5 C-1

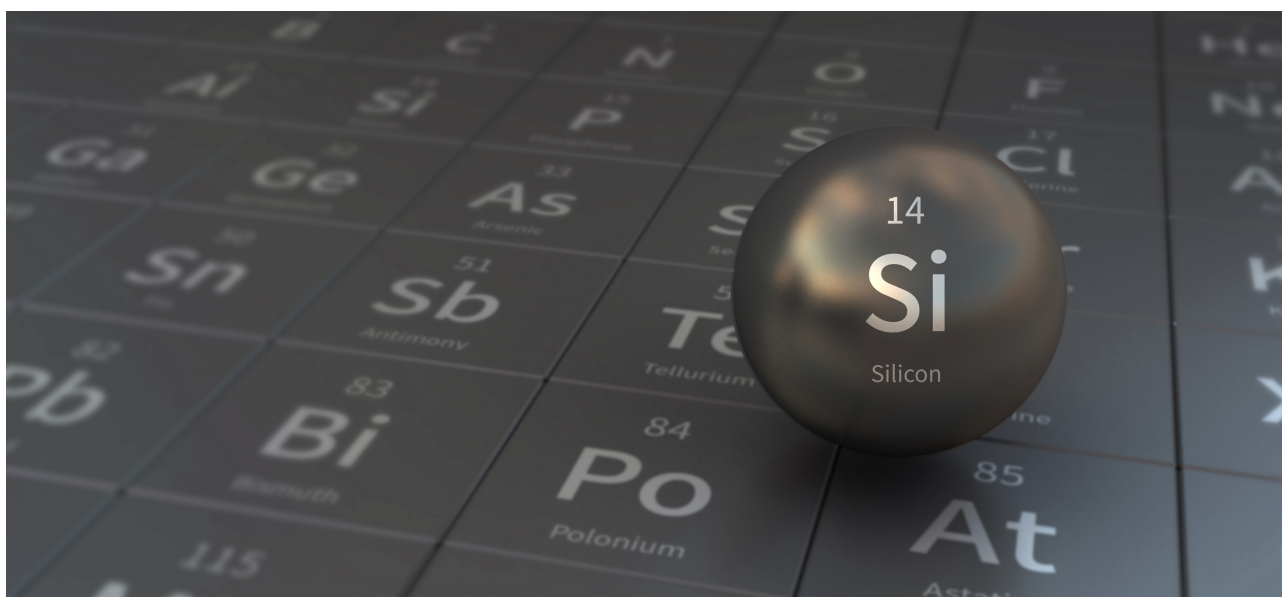
GEO-4 C-5 C
Lizi Darchia

ICHO
Problem 5
Cover sheet

Please return this cover sheet together with all the related question sheets.

მისტერი სილიციუმი

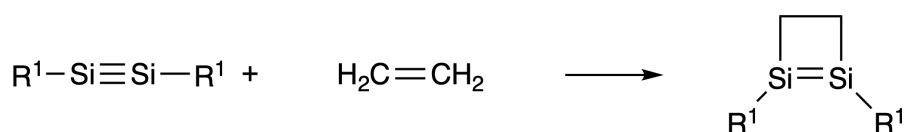
12 % of the total								
Question	A.1	A.2	A.3	A.4	B.1	B.2	B.3	Total
Points	9	7	6	10	5	15	8	60
Score								



მიუხედავად იმისა, რომ სილიციუმი ნახშირბადის მსგავსად მე-14 ჯგუფის ელემენტია, მნიშვნელოვნად განსხვავდებიან თვისებებით.

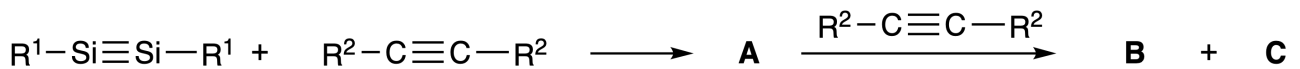
ნაწილი A

ნახშირბად-ნახშირბად სამმაგი ბმისაგან განსხვავებით, $R^1-Si \equiv Si-R^1$ (R: ორგანული ფრაგმენტი) ტიპის ნაერთებში სილიციუმ-სილიციუმ სამმაგი ბმა ავლენს ექსტრემალურად მაღალ რეაქციისუნარიანობას. მაგალითად, იგი რეაქციაში შედის ეთილენთან და იძლევა ოთხნევრიან ციკლურ ნაერთს. ნახშირბად-ნახშირბად სამმაგი ბმისაგან განსხვავებით.



როდესაც $R^1-Si \equiv Si-R^1$ ნაერთი ურთიერთქმედებს ალკინთან $R^2-C \equiv C-R^2$, პირველ ეტაპზე საწყისი ინტერმედიატის სახით წარმოიქმნება ოთხნევრიანი ციკლური ნაერთი **A**. ნაერთის **A**

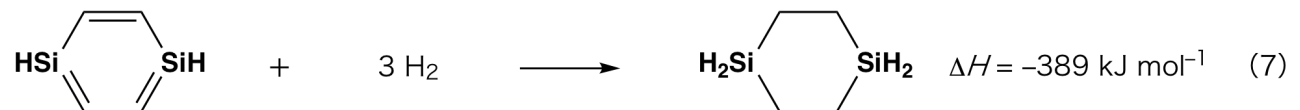
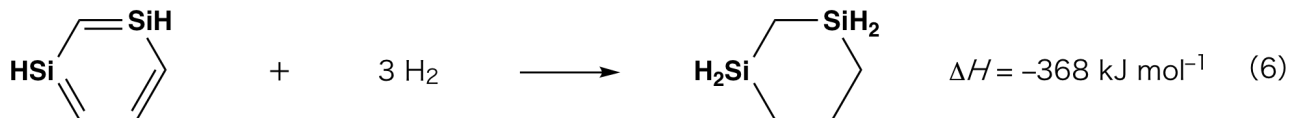
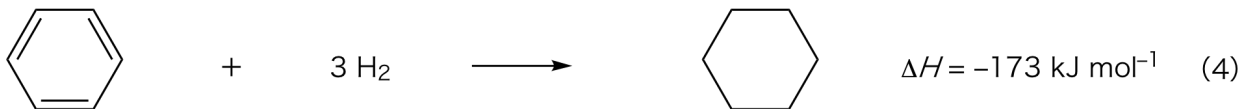
შემდგომი ურთიერთქმედებით $R^2-C \equiv C-R^2$ -ის კიდევ ერთ მოლეკულასთან მიიღება იზომერები **B** და **C**. ორივე მათგანს აქვს ბენზოლის მსგავსი ციკლური შეუღლებული სტრუქტურა, ე.წ. „დისილაბენზოლები“, მოიცავენ ექვს წევრიან ციკლს და შეიძლება ჩაიწეროს შემდეგი სახით: $(R^1-Si)_2(R^2-C)_4$



Si_2C_4 ექვსწევრა ციკლური სტრუქტურების ^{13}C ბმრ ანალიზი აჩვენებს, რომ ნაერთს **B** აქვს ორი სიგნალი, ხოლო ნაერთს **A** - ერთი სიგნალი.

A.1 დაწერეთ **A**, **B** და **C**-ს ერთ-ერთი შესაძლო რეზონანსული სტრუქტურული ფორმულები R^1 , R^2 , Si-ის და **C**-ს გამოყენებით. 9pt

A.2 გამოთვალეთ ბენზოლისა და ნაერთის **C** (როდესაც $R^1 = R^2 = H$) არომატულობის სტაბილიზაციის ენერგია დადებითი მნიშვნელობების სახით. მხედველობაში მიიღეთ ქვემო მოცემულ სქემაზე მოყვანილი ზოგიერთი უჯერი სისტემის ჰიდრირების ენთალპიის ცვლილება (სურ. 1). 7pt



სურ. 1.



ნაერთის C ქსილოლის ხსნარის გაცხელება იწვევს მის იზომერიზაციას, რომლის დროსაც მიიღება ნაერთების **D** და **E** წონასწორული ნარევი მოლური თანაფარდობით **D** : **E** = 1 : 40.0 50.0 °C-ზე და **D** : **E** = 1 : 20.0 120.0 °C-ზე.

A.3 **D**-დან **E**-ში გარდაქმნისათვის გამოთვალეთ ΔH . ΔH არ არის დამოკიდებული ტემპერატურაზე. 6pt

C-დან **D**-ში და **E**-ში იზომერიზაცია მიმდინარეობს π ბმების σ -ბმებში გარდაქმნით რომელიმე σ -ბმის გახლეჩის გარეშე. ^{13}C ბმრ ანალიზი აჩვენებს, რომ Si_2C_4 ჩონჩხის მქონე ნაერთს **D** აქვს ერთი სიგნალი, ხოლო ნაერთს **E** - ორი სიგნალი. ნაერთის **D** ჩონჩხი არ მოიცავს რამე სახის სამწევრიან ციკლებს, მაშინ როდესაც ნაერთი **E** მოიცავს საერთო ბმის მქონე ორ სამწევრიან ციკლს.

A.4 დაწერეთ ნაერთების **D** და **E** ფორმულები R^1 , R^2 , Si და C-ს გამოყენებით. 10pt

ნაწილი B

სილიციუმს შეუძლია მაღალ კოორდინაციული (> ოთხი ჩამნაცვლებელი) ნაერთების წარმოქმნა ელექტროუარყოფით ელემენტებთან როგორცაა ფთორი. ვინაიდან მეტალის ფთორიდები ხშირად გამოიყენებიან მაფთორირებელ აგენტებად, მაღალ კოორდინაციული სილიციუმფთორიდებიც ასევე შეიძლება განვიხილოთ როგორც ფთორირების აგენტები. CCl_4 ფთორირების რეაქცია Na_2SiF_6 -ის გამოყენებით ტარდება შემდეგნაირად.

• Na_2SiF_6 -ის ხსნარის სტანდარტიზაცია:

• მომზადება

F-ის წყალხსნარი: : 0.855 გ Na_2SiF_6 (188.053 g mol⁻¹) გახსნეს წყალში (ჯამური მოცულობა 200 მლ).

G-ს წყალხსნარი: 6.86 გ $\text{Ce}_2(\text{SO}_4)_3$ (568.424 g mol⁻¹) გახსნეს წყალში (ჯამური მოცულობა 200 მლ).

• პროცედურა:

F-ის ხსნარის (50.0 მლ) გამოლექვითი ტიტრაცია **G** ხსნარის წვეთ-წვეთობით დამატებით, ინდიკატორ ქსილენოლ ნარინჯის თანაობისას, რომელიც წარმოქმნის კოორდინაციულ ნაერთს Ce^{3+} -თან. 18.8 მლ **G**-ს ხსნარის დამატების შემდეგ ხსნარის ფერი შეიცვალა ყვითელიდან იასამნისფერში. წარმოქმნილი ნალექი ბინარული ნაერთია, რომელიც მოიცავს Ce^{3+} -ს და წარმოქმნილი ნაერთებიდან ერთდაერთი სილიციუმბმეცველი ნაერთი არის $\text{Si}(\text{OH})_4$.

B.1 დაწერეთ Na_2SiF_6 -ის $\text{Ce}_2(\text{SO}_4)_3$ -თან რეაქციის გათანაბრებული ტოლობა. 5pt

• CCl_4 რეაქცია Na_2SiF_6 -თან:



(რეაქციის მიმდინარეობას ნივთიერებების დანაკარგი, მაგ. აორთქლების გამო უმნიშვნელოა)

Na₂SiF₆ (□ [გ]) დაამატეს CCl₄-ს (500.0 გ) და გააცხელეს 300°C-მდე დახშულ წნევაგამძლე რეაქტორში. რეაქციაში შეუსვლელი Na₂SiF₆ და წარმოქმნილი NaCl მოაცილეს გაფილტვრით. ფილტრატი განაზავეს CCl₄-ით ხსნარის 1.00 ლ საერთო მოცულობამდე (ხსნარი H). ხსნარის H ²⁹Si და ¹⁹F ბმრ სპექტრმა აჩვენა, რომ სარეაქციო სისტემაში SiF₄ იყო ერთადერთი სილიციუმ შემცველი ნაერთი. ¹⁹F ბმრ სპექტრში SiF₄-თან ერთად შეინიშნებოდა CFCl₃, CF₂Cl₂, CF₃Cl და CF₄ ნაერთების სიგნალებიც (იხ. ცხრილი 1). ¹⁹F ბმრ სპექტრში ინტეგრირებული ფარდობები ფთორის ბირთვების მოლეკულის რიცხვის პროპორციულია.

ცხრილი 1

¹⁹ F NMR data	CFCl ₃	CF ₂ Cl ₂	CF ₃ Cl	CF ₄
Integration ratio	45.0	65.0	18.0	2.0

SiF₄ ჰიდროლიზით წარმოქმნილი H₂SiF₆-ს ქვემოთ მოყვანილი მე-8 რეაქციის ტოლობის შესაბამისად.



ხსნარი H (10 მლ) დაამატეს წყლის ჭარბ რაოდენობას, რომლის დროსაც ადგილი ჰქონდა SiF₄-ის სრულ ჰიდროლიზს. განცალკევების შემდეგ წყალხსნარში ჰიდროლიზით წარმოქმნილი H₂SiF₆ გაანეიტრალეს და სრულად გარდაქმნეს Na₂SiF₆-ში (წყალხსნარი J).

რეაქციაში შეუსვლელი Na₂SiF₆-სა და NaCl-ის ნალექი, რომელიც მოცილებული იქნა საწყის სტადიაზე გაფილტვრით, სრულად გახსნეს წყალში და მიიღეს წყალხსნარი (ხსნარი K, 10.0 ლ).

შემდეგ ხსნარის G საშუალებით დამატებით ჩაატარეს გამოლექვითი ტიტრაცია და გატიტრის წერტილი იყო შემდეგი:

• ხსნარისათვის J (მთლიანი რაოდენობა): 61.6 მლ.

• 100 მლ ხსნარისთვის K: 44.4 მლ.

აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ NaCl ან SiO₂-ის თანაარსებობა არ მოქმედებს გამოლექვით ტიტრაციაზე.

B.2 გამოთვალეთ რეაქტორში წარმოქმნილი NaCl-ის მასა (ინფორმაცია საზღვარსაღი) და გამოთვალეთ საწყის ნაერთად აღებული Na₂SiF₆-ის მასა (x [გ]). 15pt

B.3 საწყის ნაერთად აღებული CCl₄-ის 77.8% არ შევიდა რეაქციაში. გამოთვალეთ წარმოქმნილი CF₃Cl მასა. 8pt



GEO-4 C-5 A-1

A5-1
Elizbar Elizbarashvili (Georgia)

მისტერი სილიციუმი

ნაწილი A

A.1 (9 pt)

A (3 pt)

B (3 pt)

C (3 pt)

A.2 (7 pt)

C_6H_6 :

kJ mol^{-1} , **C** :

kJ mol^{-1}



GEO-4 C-5 A-2

A5-2
Elizbar Elizbarashvili (Georgia)

A.3 (6 pt)

$\Delta H =$ _____ kJ mol^{-1}

A.4 (10 pt)

D (5 pt)

E (5 pt)



GEO-4 C-5 A-3

A5-3
Elizbar Elizbarashvili (Georgia)

ნაწილი B

B.1 (5 pt)

B.2 (15 pt)

(გრძელდება შემდეგ გვერდზე)



GEO-4 C-5 A-4

A5-4
Elizbar Elizbarashvili (Georgia)

B.2 (cont.)

NaCl : _____ g, Na₂SiF₆ : _____ g



GEO-4 C-5 A-5

A5-5
Elizbar Elizbarashvili (Georgia)

B.3 (8 pt)

CF_3Cl : _____ g

GEO-4 C-6 C-1

GEO-4 C-6 C
Lizi Darchia

ICHO
Problem 6
Cover sheet

Please return this cover sheet together with all the related question sheets.

გარდამავალი მეტალების მყარი მდგომარეობის ქიმია

Question	A.1	A.2	A.3	B.1	B.2	B.3	B.4	C.1	C.2	C.3	Total
Points	6	3	3	6	4	4	4	5	5	5	45
Score											



ვულკანი საკურაჯიმას კუნძულზე

ნაწილი A

იაპონია ერთ-ერთი ქვეყანაა მსოფლიოში, რომელიც გამოირჩევა ვულკანების დიდი რიცხვით. როცა სილიკატური მინერალები გამოკრისტალდება მაგმიდან, გარდამავალი მეტალების იონების (M^{n+}) ნაწილი გადადის სილიკატურ მინერალებში. M^{n+} რომელიც შესწავლილია ამ ამოცანაში, კოორდინაციულად დაკავშირებულია ოქსიდ იონებთან (O^{2-}) და ღებულობს ოთხ-კოორდინაციულ ტეტრაედრულ (T_d) გეომეტრიას მაგმაში და ექვს-კოორდინაციულ ოქტაედრულ (O_h) გეომეტრიას სილიკატურ მინერალებში, სადაც ორივე ამჟღავნებს მაღალ-სპინურ ელექტრონულ კონფიგურაციას. M^{n+} განაწილების კოეფიციენტი D სილიკატურ მინერალებსა და მაგმას შორის, შეიძლება გამოისახოს შემდეგნაირად:

$$D = \frac{[M]_s}{[M]_l}$$

სადაც $[M]_s$ და $[M]_l$ არის M^{n+} კონცენტრაცია შესაბამისად, სილიკატურ მინერალებსა და მაგმაში. ქვემოთ მოცემულ ცხრილში მაგალითისთვის ნაჩვენებია D -ს მნიშვნელობები Cr^{2+} და Mn^{2+} -სთვის.



	Cr ²⁺	Mn ²⁺
<i>D</i>	7.2	1.1

ჩათვალეთ რომ Δ_o და $CFSE^O$ არის M^{n+} -ის d-ორბიტალების დაყოფის ენერგია და კრისტალური ველის სტაბილიზაციის ენერგია O_h ველში, შესაბამისად. ჩათვალეთ რომ Δ_T და $CFSE^T$ არის იგივე T_d ველში.

A.1 გამოთვალეთ $|CFSE^O - CFSE^T| = \Delta CFSE$, Δ_o -ში Cr²⁺, Mn²⁺, და Co²⁺-სთვის; 6pt
ჩათვალეთ რომ $\Delta_T = 4/9\Delta_o$.

A.2 წრფივი დამოკიდებულება გამოვლინდა $\ln D$ -ის $\Delta CFSE / \Delta_o$ -ზე დამოკიდებულების აგებით კარტესიანის საკოორდინატო სისტემაში რომელიც ნაჩვენებია ქვემოთ. 3pt
შეაფასეთ D for Co²⁺.

მეტალის ოქსიდები MO (M: Ca, Ti, V, Mn, ან Co) გამოკრისტალდება ქვა-მარილის სტრუქტურაში სადაც M^{n+} ღებულობს O_h გეომეტრიას მაღალ-სპინური ელექტრონული კონფიგურაციით. ამ ოქსიდების კრისტალური მესრის ენერგია ძირითადად განისაზღვრება კულონის ურთიერთქმედების ძალებით, რომელიც ეფუძნება იონების რადიუსს და მუხტს და ნაწილობრივ განპირობებულია M^{n+} -ის $CFSE$ -ით O_h ველში.



GEO-4 C-6 Q-3

Q6-3

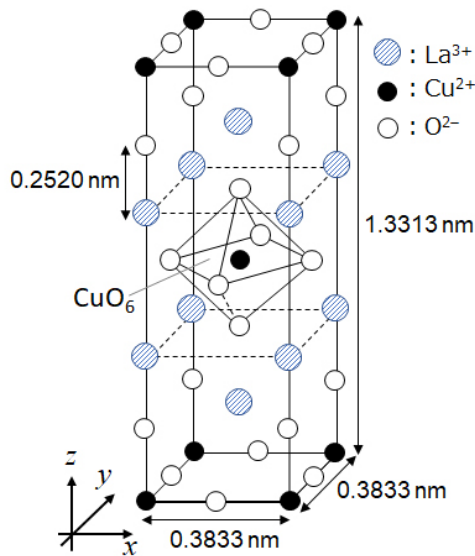
Elizbar Elizbarashvili (Georgia)

A.3 **შეარჩიეთ** კრისტალური მესრის ენთალპიების შესაბამისი ნაკრები 3pt
[kJ mol⁻¹] ქვემოთ ჩამოთვლილი ვარიანტებიდან (a) - (f).

	CaO	TiO	VO	MnO	CoO
(a)	3460	3878	3913	3810	3916
(b)	3460	3916	3878	3810	3913
(c)	3460	3913	3916	3810	3878
(d)	3810	3878	3913	3460	3916
(e)	3810	3916	3878	3460	3913
(f)	3810	3913	3916	3460	3878

ნაწილი B

შერეული ოქსიდი **A**, რომელიც შეიცავს La^{3+} და Cu^{2+} , კრისტალდება ტეტრაგონალური ერთეულოვან უჯრედში (unit cell) რომელიც ნაჩვენებია ნახ. 1-ზე. $[\text{CuO}_6]$ ოქტაედრში, Cu-O სიგრძე z -ღერძის (l_z) გასწვრივ არის უფრო გრძელი ვიდრე იგივე x -ღერძის (l_x), და $[\text{CuO}_6]$ გადახრილია (distorted) წესიერი O_h გეომეტრიიდან. ეს გადახრა (distortion) აცილებს (remove) e_g ორბიტალების დეგენერაციას (degeneracy) ($d_{x^2-y^2}$ და d_{z^2}).



ნახ. 1

A-ს სინთეზი შესაძლებელია კომპლექს **B**-ს თერმული დაშლით (პიროლიზი), რომელიც მიიღება მეტალის ქლორიდების შერევით განზავებული ამიაკის წყალხსნართან, რომელიც შეიცავს სქვარინის მჟავას (squaric acid) $\text{C}_4\text{H}_2\text{O}_4$, ანუ დიმჟავა. **B**-ს პიროლიზის დროს მშრალ ჰაერში $200\text{ }^\circ\text{C}$ -მდე გაცხელებისას მასის დანაკარგი შეადგენს 29.1 %-ს კრისტალიზაციური წყლის დაკარგვის გამო. შემდგომი გაცხელებით $700\text{ }^\circ\text{C}$ -მდე მასის დანაკარგი გამოწვეულია CO_2 -ის გამოყოფით. **B**-დან **A**-ს წარმოქმნის დროს მასის დანაკარგი არის 63.6%. აღსანიშნავია რომ პიროლიზის რეაქციის დროს გამოიყოფა მხოლოდ წყალი და ნახშირორჟანგი.

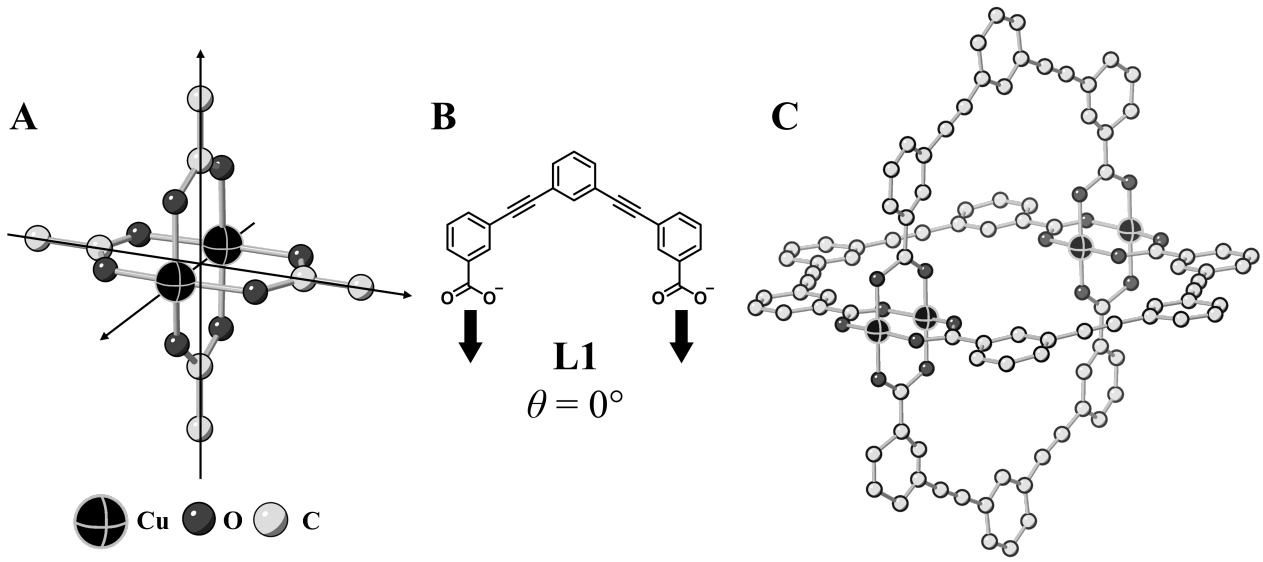
B.1	დანერეთ A და B -ს ქიმიური ფორმულები.	6pt
B.2	გამოთვალეთ l_x და l_z ნახ. 1-ის გამოყენებით.	4pt
B.3	Cu^{2+} -სთვის გამრუდებულ (distorted) $[\text{CuO}_6]$ ოქტაედრში A -ში ნახ. 1-ზე, დანერეთ გახლეჩილი e_g ორბიტალების სახელები ($d_{x^2-y^2}$ და d_{z^2}) (i) და (ii)-ში, და დასაბუთ ელექტრონული კონფიგურაცია პასუხების ფურცელში.	4pt

A არ არის გამტარი. როცა ერთი La^{3+} ჩანაცვლდება ერთი Sr^{2+} -ით, კრისტალურ მესერში წარმოიქმნება ერთი ნახვრეტი რომელიც გაატარებს ელექტროობას. შედეგად Sr^{2+} -ჩანერგული **A** ამჟღავნებს ზეგამტარობას 38 K-ზე დაბლა. ჩანაცვლების რეაქციაში **A**-ში, წარმოიქმნება 2.05×10^{27} ნახვრეტი m^{-3} .

B.4 გამოთვალეთ Sr^{2+} -ის პროცენტულობა, რომლითაც ჩანაცვლდა La^{3+} 4pt
 ჩანაცვლების რეაქციის მოლური თანაფარდობის საფუძველზე. გაითვალისწინეთ რომ შემადგენელი იონების ვალენტობა და კრისტალური სტრუქტურა არ იცვლება ჩანაცვლების რეაქციაში.

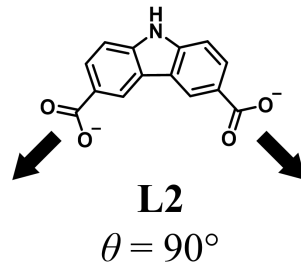
ნაწილი C

$\text{Cu}_2(\text{CH}_3\text{CO}_2)_4$ შედგება ოთხი CH_3CO_2^- -სგან რომელიც კოორდინაციულად დაკავშირებულია ორ Cu^{2+} -თან (ნახ. 2A). $\text{Cu}_2(\text{CH}_3\text{CO}_2)_4$ ამჟღავნებს მაღალი დონის სტრუქტურულ სიმეტრიას, ორი ღერძით რომელიც გადის ოთხი CH_3CO_2^- -ის ნახშირბადატომებს შორის და ღერძი რომელიც გადის ორ Cu^{2+} შორის, ყველა მათგანი ერთმანეთის მიმართ ორიენტირებულია ორთოგონალურად. როცა დიკარბოქსილატის ლიგანდი გამოიყენება CH_3CO_2^- -ის ნაცვლად, მიიღება "გალიისმაგვარი კომპლექსი- cage complex". გალიისმაგვარი კომპლექსი $\text{Cu}_4(\text{L1})_4$ ბრტყელი დიკარბოქსილატის **L1** (ნახ. 2B) და Cu^{2+} (ნახ. 2C)-სგან. კუთხე θ ორი კარბოქსილატის კოორდინაციულ მიმართულებებს შორის, რომელიც მითითებულია ისრით ნახ. 2B-ზე, განსაზღვრავს გალიისმაგვარი კომპლექსის სტრუქტურას. θ არის 0° **L1**-სთვის. გაითვალისწინეთ რომ წყალბადატომები არ არის ნაჩვენები ნახ 2-ზე.

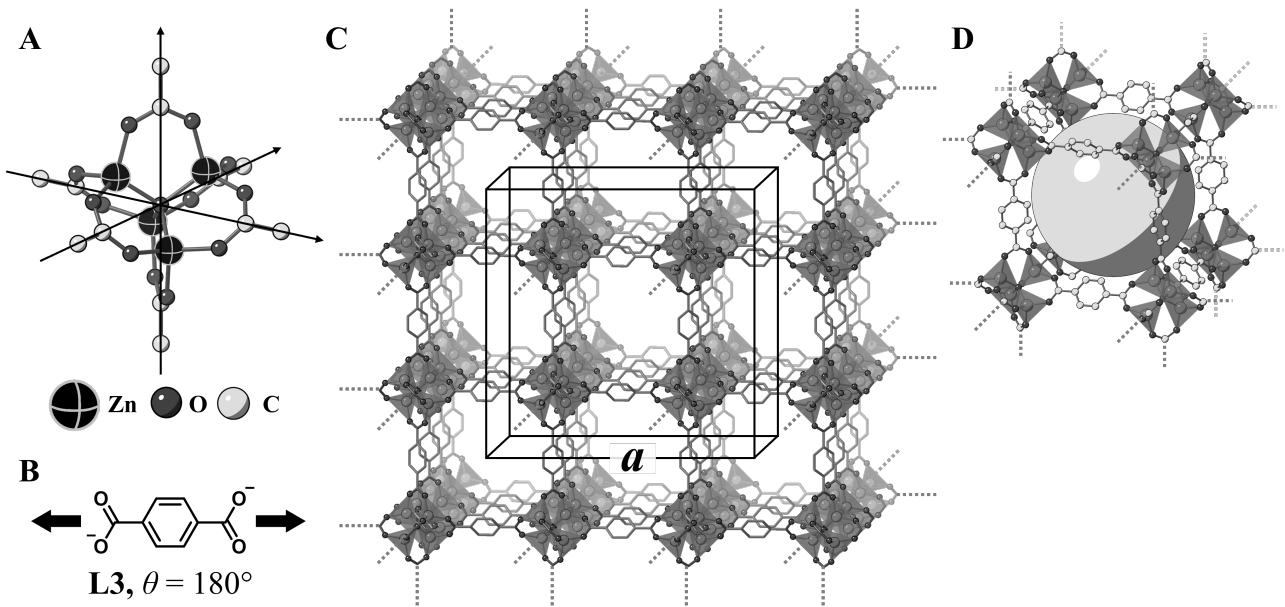


ნახ. 2

- C.1 ბრტყელი დიკარბოქსილატის **L2**-ის θ ფიქსირებულია 90° -ზე. თუ გალიისმაგვარი კომპლექსის შემადგენლობა რომელიც მიღებულია **L2**-დან და Cu^{2+} -დან არის $\text{Cu}_n(\text{L2})_m$, წარმოადგინეთ n და m -ის უმცირესი მთელი რიცხვების კომბინაცია. ჩათვალეთ რომ მხოლოდ **L2**-ის CO_2^- ჯგუფები წარმოქმნიან კოორდინაციულ ბმებს Cu^{2+} იონებთან. 5pt



თუთიის კომპლექსი, $Zn_4O(CH_3CO_2)_6$, შეიცავს ოთხ ტეტრაედრულ Zn^{2+} -ს, ექვს $CH_3CO_2^-$ -ს, და ერთ O^{2-} -ს (ნახ. 3A). $Zn_4O(CH_3CO_2)_6$ -ში, O^{2-} მოთავსებულია ათვლის წერტილში და სამი ღერძი რომელიც გადის $CH_3CO_2^-$ -ის ნახშირბად ატომებს შორის მიმართულია ორთოგონალურად ერთმანეთის მიმართ. როცა p -ბენზოლდიკარბოქსილატი (Fig. 3B, **L3**, $\theta = 180^\circ$) გამოიყენება $CH_3CO_2^-$ -ის ნაცვლად, Zn^{2+} კლასტერები უკავშირდება ერთმანეთს კრისტალური მყარი (**X**)-ის წარმოქმნით, რომელსაც ეწოდება "ფოროვანი კოორდინაციული პოლიმერი" (ნახ. 3C). **X**-ის შემადგენლობა არის $[Zn_4O(L3)_3]_n$, და მას აქვს კუბური კრისტალური სტრუქტურა ნანო-ზომის ფორმებით. ფორს აქვს სფერული ფორმა ნახ. 3D-ზე, და თითოეული ტეტრაედრული Zn^{2+} -ის კლასტერი წარმოდგენილია როგორც მუქი ნაცრისფერი მრავალნახნაგა ნახ. 3C და 3D-ზე. გაითვალისწინეთ რომ წყალბადატომები არ არის ნაჩვენები ნახ. 3-ზე.



ნახ. 3

C.2	X აქვს კუბური ერთეულოვანი უჯრედი (a cubic unit cell), რომლის წიბოს სიგრძე არის a (ნახ. 3C) და სიმკვრივე 0.592 g cm^{-3} . <u>გამოთვალეთ</u> a [cm]-ში.	5pt
C.3	X შეიცავს მნიშვნელოვანი რაოდენობით ფორებს, და 1 გ X -ს შეუძლია 3.0×10^2 მლ CO_2 -ის აკომოდაცია ფორებში 1 ბარზე და $25^\circ C$ -ზე. <u>გამოთვალეთ</u> CO_2 მოლეკულების საშუალო რიცხვი ერთ ფორში.	5pt



GEO-4 C-6 A-1

A6-1
Elizbar Elizbarashvili (Georgia)

გარდამავალი მეტალების მყარი მდგომარეობის ქიმია

ნაწილი A

A.1 (6 pt)

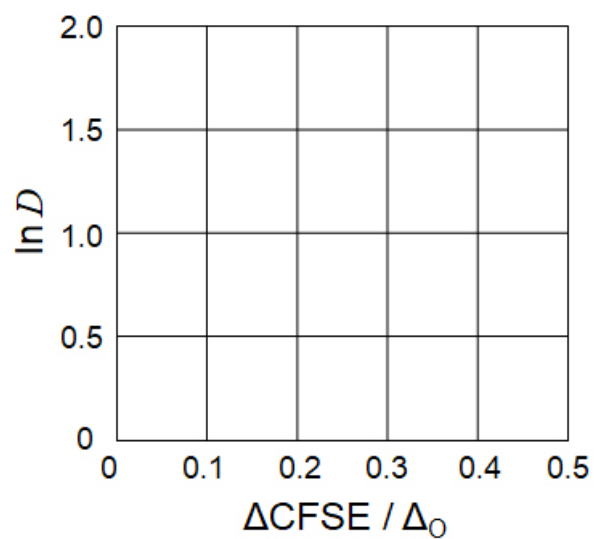
Cr^{2+} : _____ Δ_o , Mn^{2+} : _____ Δ_o , Co^{2+} : _____ Δ_o



GEO-4 C-6 A-2

A6-2
Elizbar Elizbarashvili (Georgia)

A.2 (3 pt)



D : _____

A.3 (3 pt)



GEO-4 C-6 A-3

A6-3
Elizbar Elizbarashvili (Georgia)

ნაწილი B

B.1 (6 pt)

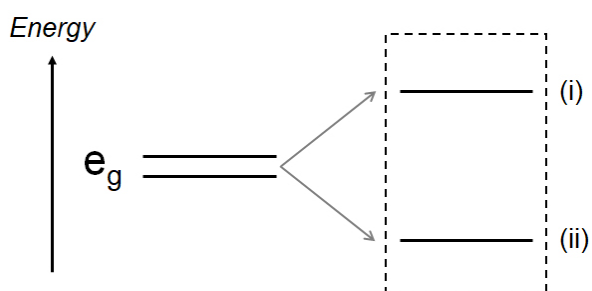
A : _____, B : _____

B.2 (4 pt)

$l_x =$ _____ nm, $l_z =$ _____ nm

B.3 (4 pt)

(i) : _____ , (ii) : _____



B.4 (4 pt)

_____ %



GEO-4 C-6 A-5

A6-5
Elizbar Elizbarashvili (Georgia)

ნაწილი C

C.1 (5 pt)

$n =$ _____, $m =$ _____

C.2 (5 pt)

$a =$ _____ cm



GEO-4 C-6 A-6

A6-6
Elizbar Elizbarashvili (Georgia)

C.3 (5 pt)

GEO-4 C-7 C-1

GEO-4 C-7 C
Lizi Darchia

ICHO
Problem 7
Cover sheet

Please return this cover sheet together with all the related question sheets.

არაბენზოიდული არომატულობით თამაში

13 % of the total					
Question	A.1	A.2	A.3	B.1	Total
Points	5	2	19	10	36
Score					

პროფ. ნობუომ (1902-1996) დასაბამი დაუდო არაბენზოიდური არომატული ნაერთების კვლევის სფეროს, რომელის დღეს ფართოდ გამოიყენება ორგანულ ქიმიაში.



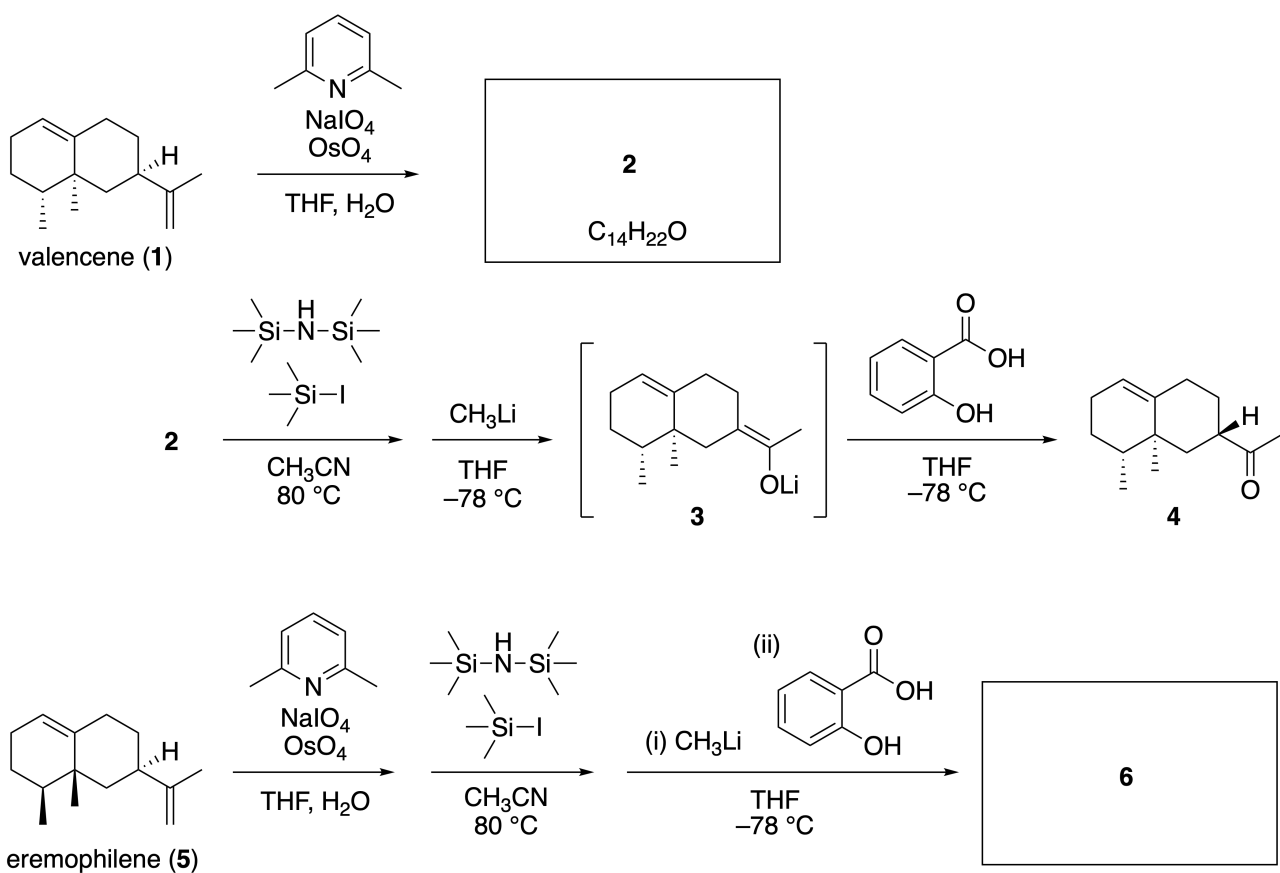
Photo courtesy: Tohoku Univ.

ნაწილი A

ლინეარიფოლიანონი უნიკალური სტრუქტურის მქონე ბუნებრივი ნივთიერებაა, რომელიც გამოყოფილია მცენარიდან *Inula linariifolia*. ვალენცენი (1) ერთ საფეხურიანი გარდაქმნით იძლევა ნაერთს 2-ს, ხოლო შემდეგ სამსაფეხურიანი გარდაქმნით წარმოქმნის კეტონს 4 ნაერთის 3 გავლით. ერემოფილენი (5) გარდაიქმნება ნაერთში 6 იმავე ოთხ საფეხურიანი გარდაქმნით.



Inula linariifolia



A.1 დაწერეთ ნაერთების 2 და 6 სტრუქტურული ფორმულები და სადაც 5pt არის საჭირო ნათლად აღნიშნეთ სტერეოქიმია.

შემდეგ კეტონი 4 გარდაქმნეს ესტერში 15. ნაერთი 8 (მოლეკულური წონა 188) ინარჩუნებს ნაერთის 7 ყველა სტერეოცენტრს. ნაერთებს 9 და 10 აქვთ ხუთი სტერეოცენტრი და არც ერთი

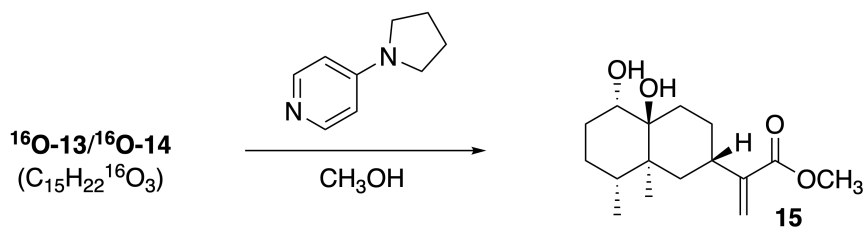
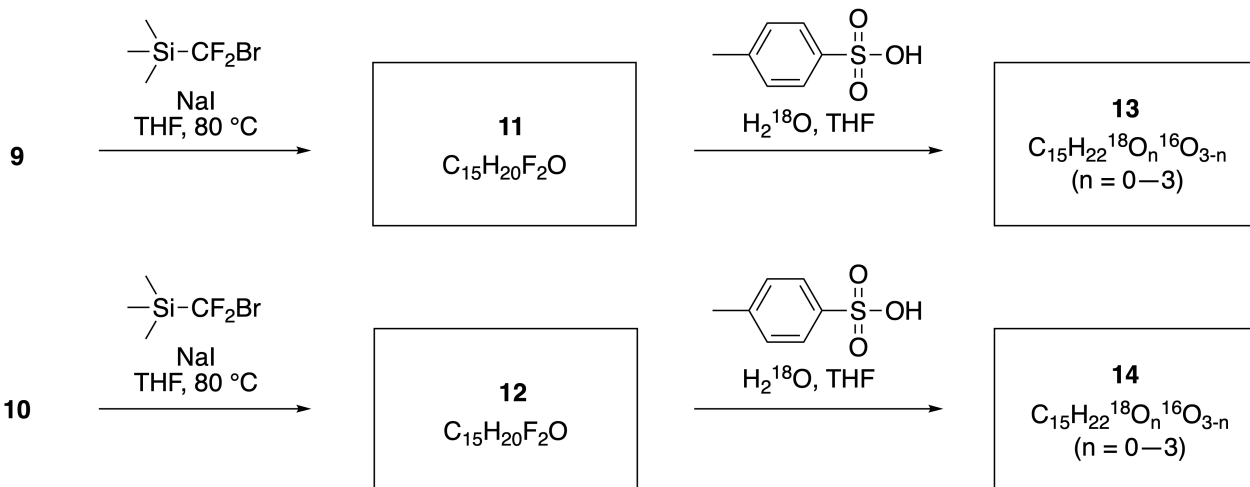
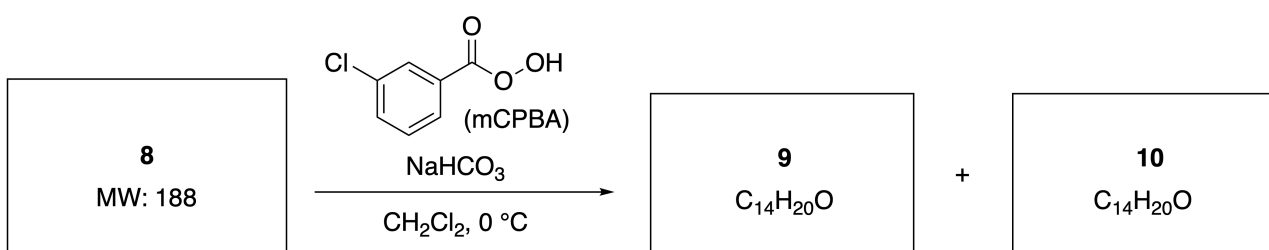
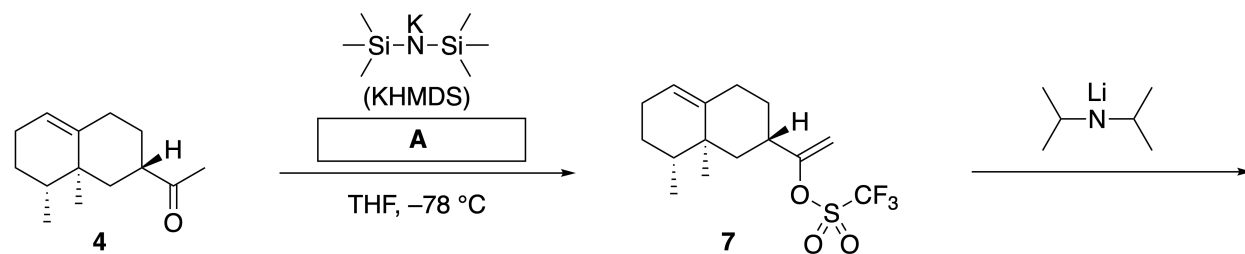


GEO-4 C-7 Q-3

Q7-3

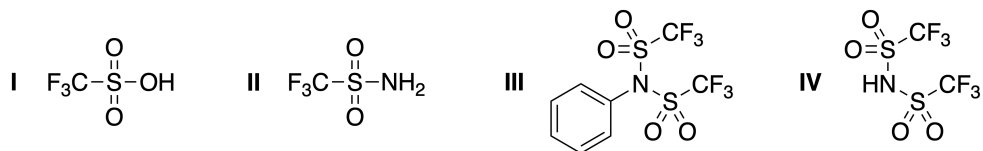
Elizbar Elizbarashvili (Georgia)

ნახშირბად-ნახშირბად ორმაგი ბმა. დავუშვათ, რომ H_2^{18}O არის გამოყენებული H_2^{16}O -ის ნაცვლად ^{18}O -ნიშანდებული ლინეარიფოლიანონების **13** და **14** სინთეზის დროს ნაერთებიდან **11** და **12**, შესაბამისად. ნაერთები **13** და **14** არის ^{18}O -ნიშანდებული იზოტოპომერები. იზოტოპური ნიშანდების გათვალისწინების გარეშე ორივე ნაერთი **13** და **14** იძლევა ერთი და იგივე ნაერთს **15** იდენტური სტერეოქიმით.



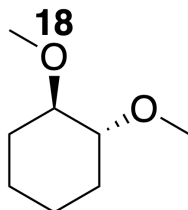
A.2 მონიშნეთ ნაერთის **A** შესაბამისი სტრუქტურა.

2pt



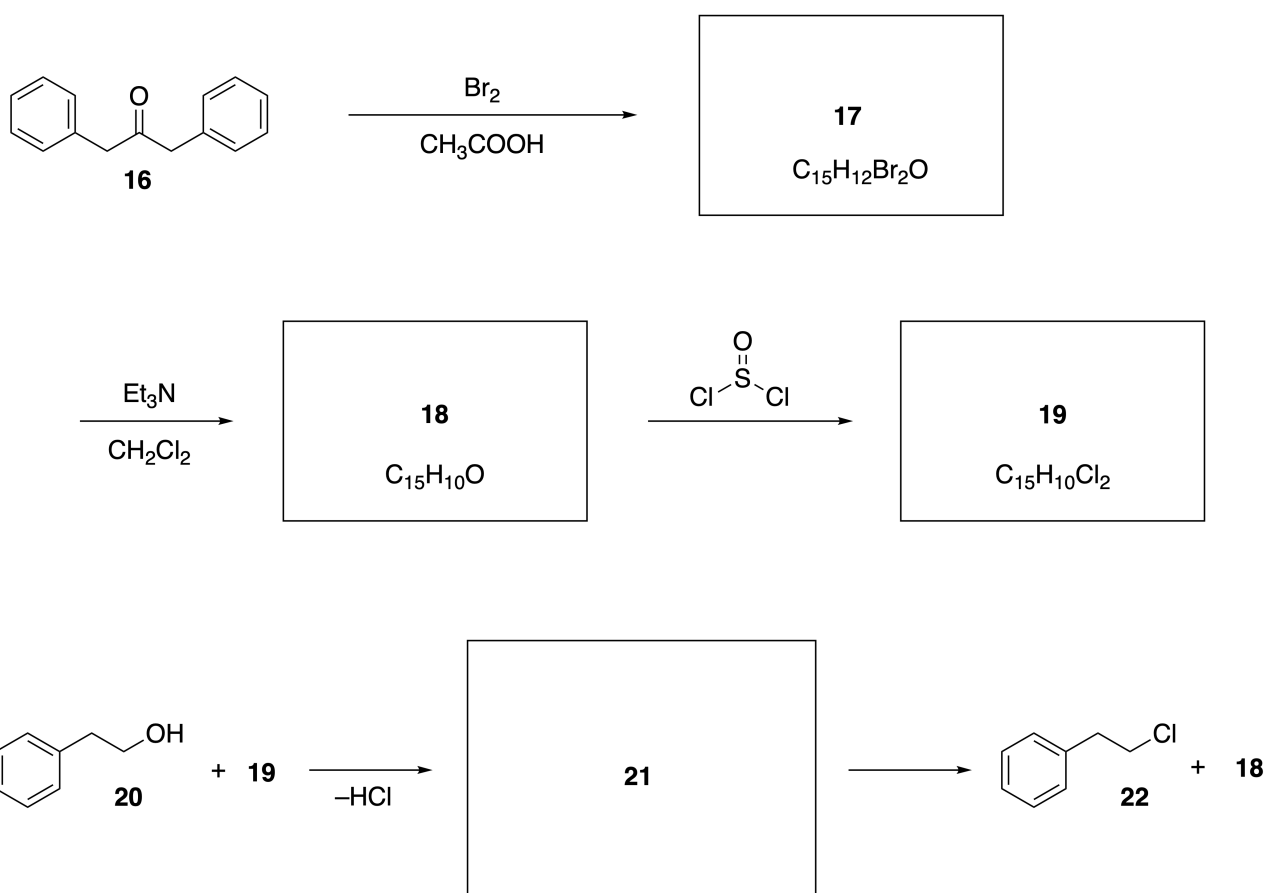
A.3 **დაწერეთ** ნაერთების **8-14** სტრუქტურული ფორმულები და სადაც შესაძლებელია მკაფიოდ გამოსახეთ სტერეოქიმია. ასევე, ნაერთებისათვის **13** და **14** მიუთითეთ ჩანაცვლებული ^{18}O ატომები როგორც ნაჩვენებია ქვემოთ მოყვანილ მაგალითში.

19pt



ნაწილი B

ნაერთი **19** სინთეზირებულია ქვემოთ მოცემული სქემის მიხედვით. რაც შეეხება არაბენზოიდურ არომატულობას, **19** შეიძლება გამოყენებული იქნას სპირტებისათვის აქტივატორად და ნაერთი **20** გარდაიქმნას ნაერთში **22** იონური წყვილის ტიპის ინტერმედიატის **21**-ის გავლით. მიუხედავად იმისა, რომ ნაერთის **21** წარმოქმნა შეინიშნება ბმრ-ით, ნაერთი **21** თანდათანობით იშლება ნაერთებში **18** და **22**.



$^1\text{H NMR}$ (CD_3CN , ppm) **20**: δ 7.4–7.2 (5H), 3.7 (2H), 2.8 (2H), 2.2 (1H)

21: δ 8.5–7.3 (15H), 5.5 (2H), 3.4 (2H)

B.1 დაწერეთ ნაერთების **17-19** და **21** სტრუქტურული ფორმულები. სტერეო-ოქიმიის მითითება სავალდებულო არ არის. 10pt



GEO-4 C-7 A-1

A7-1
Elizbar Elizbarashvili (Georgia)

არაბენზენოიდული არომატულობით თამაში

ნაწილი A

A.1 (5 pt)

2 (2 pt)

6 (3 pt)

A.2 (2 pt)



A.3 (19 pt)

8 (3 pt)



9 (2 pt)

10 (2 pt)



11 (2 pt)

12 (2 pt)



13 (4 pt)

14 (4 pt)



GEO-4 C-7 A-3

A7-3
Elizbar Elizbarashvili (Georgia)

ნაწილი B

B.1 (10 pt)

17 (2 pt)

18 (2 pt)

19 (3 pt)

21 (3 pt)

GEO-4 C-8 C-1

GEO-4 C-8 C
Lizi Darchia

ICHO
Problem 8
Cover sheet

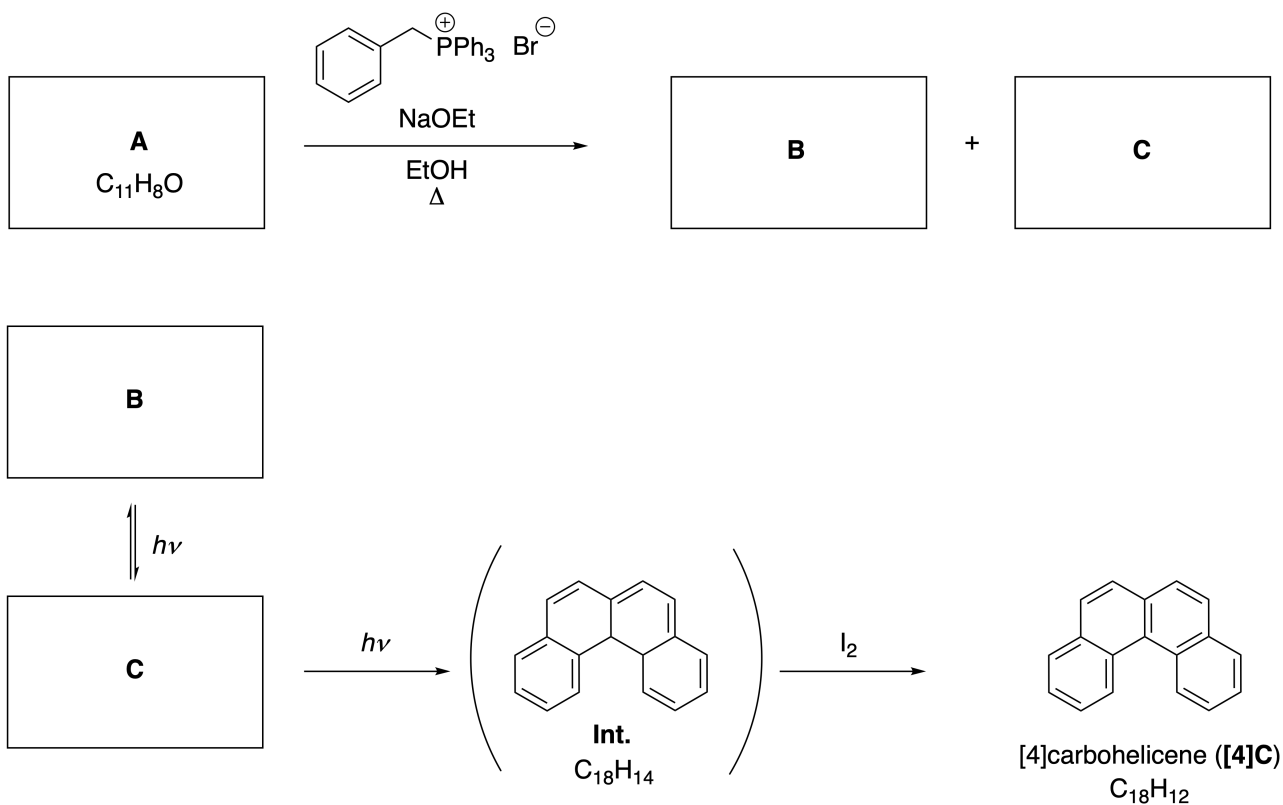
Please return this cover sheet together with all the related question sheets.

დინამიური ორგანული მოლეკულები და მათი ქირალობა

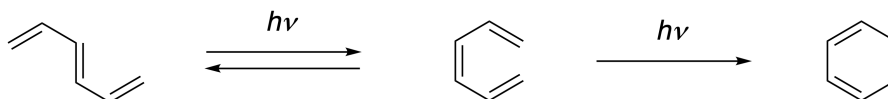
11 % of the total						
Question	A.1	A.2	A.3	B.1	B.2	Total
Points	9	3	7	3	4	26
Score						

ნაწილი A

პოლიციკლურ არომატულ ნახშირწყალბადებს თანმიმდევრული ორთო - კავშირებით ენოდება [n] კარბოჰელიცენები (სადაც, n წარმოადგენს 6- წევრიანი ციკლების რიცხვს) (იხილეთ ქვევით). [4] კარბოჰელიცენი ([4]C) მაღალი გამოსავლიანობით მიიღება ქვემოთ მოცემული ფოტორეაქციის გამოყენებით შუალედური ინტერმედიატის (Int.) გავლით, რომელიც ადვილად იჟანგება იოდით.



ფოტორეაქცია ხორციელდება მოცემული მაგალითის მსგავსად

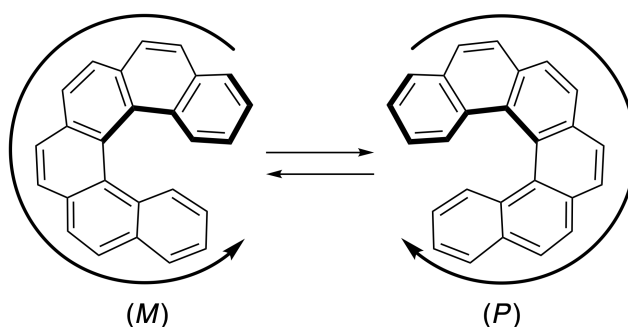


შენიშვნა: მე-8 ამოცანის ყველა შეკითხვის პასუხში, მიუთითეთ ერთმაგი და ორმაგი ბმების მონაცვლეობა, ისევე როგორც გამოსახულია კარბოჰელიცენის მაგალითში. არ გამოიყენოთ წრე შეუღლებული π სისტემების აღნიშვნისათვის.

A.1 დაწერეთ A-C ნაერთების სტრუქტურული ფორმულები. სტერეოიზომერია უნდა იყოს მითითებული. 9pt

A.2 მცდელობა იმისა, რომ მიეღოთ [5] კარბოჰელიცენი იგივე ფოსფონიუმის მარილიდან და შესაბამისი საწყისი რეაგენტებიდან, იძლეოდა მხოლოდ უმნიშვნელო რაოდენობის [5]კარბოჰელიცენს. მოსალოდნელი პროდუქტის ნაცვლად მიიღებოდა ნაერთი **D**, რომლის მოლეკულური მასა 2 Da (დალტონით) ნაკლები იყო [5] კარბოჰელიცენის მოლეკულურ მასაზე. **D** პროდუქტის ^1H NMR სპექტრული მონაცემები მოცემულია ქვემოთ. დაწერეთ **D** ნაერთის სტრუქტურული ფორმულა. [D (δ , ppm in CS_2 , r.t.), 8.85 (2H), 8.23 (2H), 8.07 (2H), 8.01 (2H), 7.97 (2H), 7.91 (2H)] 3pt

[5]- და უფრო დიდ [n] კარბოჰელიცენებს გააჩნიათ სპირალური (ხვეული) ქირალობა და ამ ჰელიცენების ენანტიომერებს შორის ურთიერთგარდაქმნა არის საგრძნობლად ნელი ოთახის ტემპერატურაზე. [n] კარბოჰელიცენების ქირალობა აღინიშნება (M)-ით ან (P)-ით, როგორც ქვემოთაა მოცემული



4-ზე დიდი n-ის მნიშვნელობით [n]კარბოჰელიცენები შესაძლებელია ენანტიომერულად დაყოფილ იქნას ქირალურ სვეტური ქრომატოგრაფიით, რომელიც შექმნილი იქნა პროფ. Prof. Yoshio Okamoto - ს მიერ.



GEO-4 C-8 Q-3

Q8-3

Elizbar Elizbarashvili (Georgia)

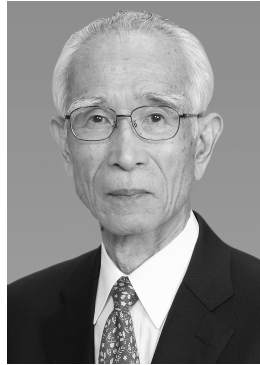
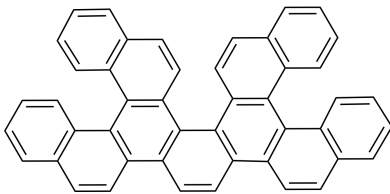
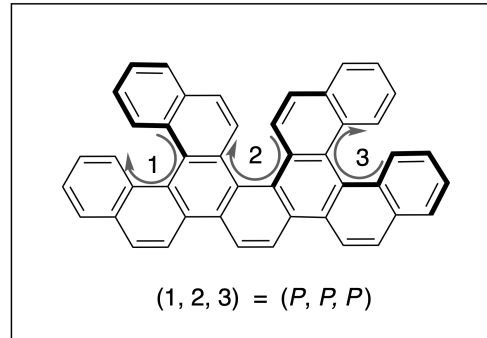


Photo courtesy: The Japan Prize Foundation

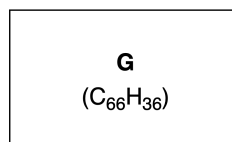
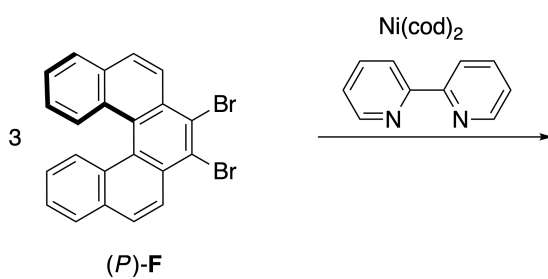
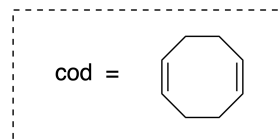
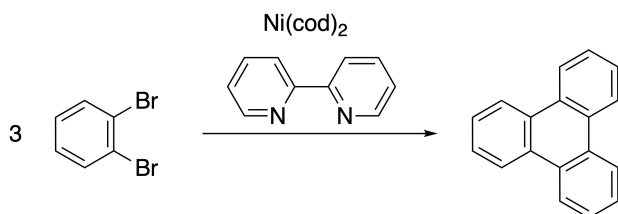
ჯერადი ჰელიცენები ეწოდებათ მოლეკულებს, რომლებიც შეიცავენ 2 ან მეტ ჰელიცენისმაგვარ სტრუქტურას. თუ მის სპირალურ ქირალობას განვიხილავთ, მაშინ ჯერად ჰელიცენებს ექნებათ რამდენიმე სტერეოიზომერი. მაგალითად, ნაერთი **E** შეიცავს სამ [5]კარბოჰელიცენისმაგვარ ფრაგმენტს ერთ მოლეკულაში. ერთ-ერთი სტერეოიზომერი გამოისახება (P, P, P), როგორც ქვემოთაა ნაჩვენები.



E

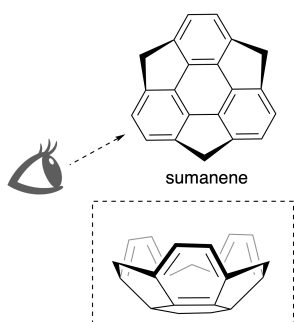


- A.3** 1,2 -დიბრომბენზოლის ნიკელით კატალიზებული ტრიმერიზაცია იძლევა ტრიფენილენს. როდესაც იგივე რეაქცია გამოიყენება **F** ენანტიომერისთვის, (P)-**F**, ჯერადი ჰელიცენი **G** ($C_{66}H_{36}$) მიიღება. ამ შემთხვევაში სტერეოიზომერებს შორის ურთიერთგარდაქმნა არ შეინიშნება რეაქციის დროს. დუბლირების (განმეორების) გარეშე **განსაზღვრეთ** **G** ნაერთის ყველა შესაძლო სტერეოიზომერი, რომელიც ამ პროცესში წარმოიქმნება. შედარებისთვის, ერთ-ერთი იზომერი შეიძლება გამოისახოს სრულად ქირალობის მითითებით, როგორც ზედა მაგალითშია ნუმერაციის გამოყენებით; სხვა სტერეოიზომერები შესაძლოა ჩამოთვლილ იქნას ადგილმდებარეობის რიცხვითი (ლოკანტების) და M და P სიმბოლოების მითითებით იმავე ნუმერაციის გამოყენებით. მაგალითად, **E** ნაერთის სხვა სტერეოიზომერები შეიძლება დასახელდეს შემდეგნაირად: (1, 2, 3) = (P, M, P), (P, M, M), (P, P, M), (M, M, M), (M, M, P), (M, P, P), და (M, P, M). 7pt

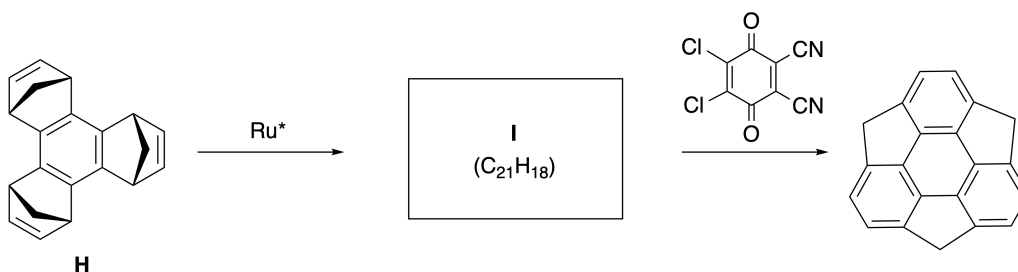
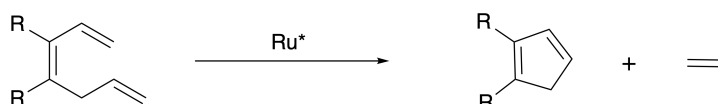
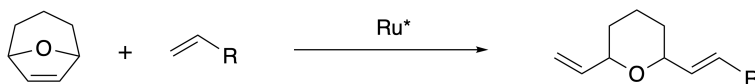


ნაწილი B

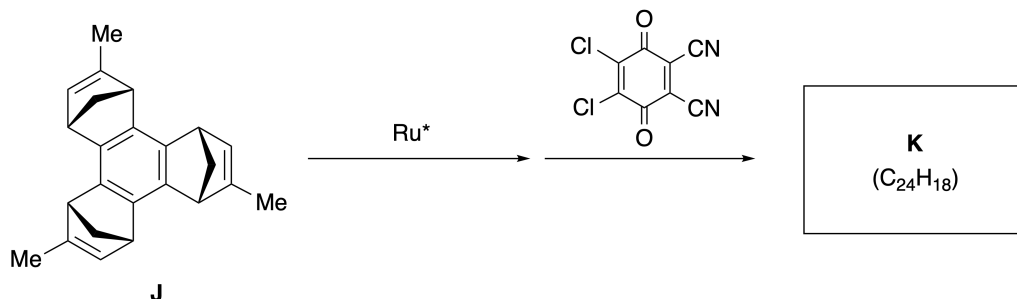
სუმანინი (Sumanene) არის ჯამის-ფორმის ნახშირწყალბადი, რომელიც პირველად აღმოჩენილ იქნა იაპონიაში 2003 წელს. სახელწოდება "სუმანინი" წარმოებულია სანსკრიტულ-ჰინდური სიტყვიდან "suman", რაც ნიშნავს მზესუმზირას. სუმანინის სინთეზი შესაძლებელია მრავალსაფეხურიანი გარდქმნით, რომელიც მოიცავს ციკლის გახსნა - შეკვრის მეტათეზის რეაქციებს.



წარმოდგენილი მეტათეზის რეაქციები რუთენიუმის კატალიზატორის (Ru*) გამოყენებით მოცემულია ქვემოთ.



B.1 დაწერეთ შუალედური I ნაერთის სტრუქტურული ფორმულა (სტერეოქიმიის მითითება არაა საჭირო) 3pt



- B.2** თუ სინთეზს დავიწყებთ ოპტიკურად აქტიური საწყისი **J** ნაერთით, რეაქციებს იგივე თანმიმდევრობა იძლევა ოპტიკურად აქტიურ სუბსტანციის წარმოებულს **K** ნაერთს. სტერეოცენტრები **J** ნაერთში არ განიცდიან ინვერსიის მეტათეზის რეაქციებში. დანერეთ **K** ნაერთის სტრუქტურული ფორმულა სტერეოქიმის მითითებით. 4pt



GEO-4 C-8 A-1

A8-1

Elizbar Elizbarashvili (Georgia)

დინამიური ორგანული მოლეკულები და მათი ქირალობა

ნაწილი A

A.1 (9 pt)

A (3 pt)

B (3 pt)

C (3 pt)

A.2 (3 pt)



GEO-4 C-8 A-2

A8-2
Elizbar Elizbarashvili (Georgia)

A.3 (7 pt)



GEO-4 C-8 A-3

A8-3
Elizbar Elizbarashvili (Georgia)

ნაწილი B

B.1 (3 pt)

B.2 (4 pt)

GEO-4 C-9 C-1

GEO-4 C-9 C
Lizi Darchia

ICHO
Problem 9
Cover sheet

Please return this cover sheet together with all the related question sheets.

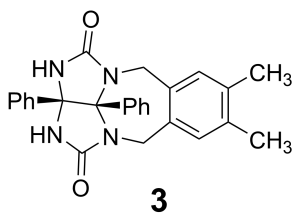
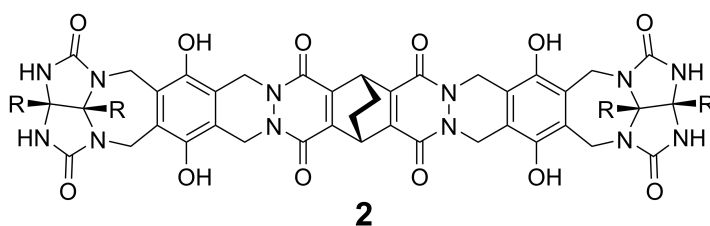
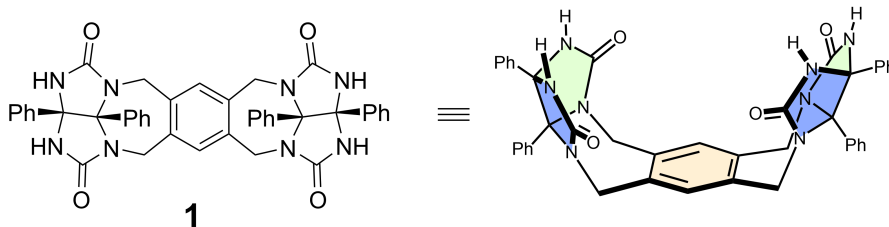
ჰგავს და არ ჰგავს კაფსულას

10 % of the total						
Question	A.1	A.2	A.3	A.4	A.5	Total
Points	13	2	2	3	3	23
Score						

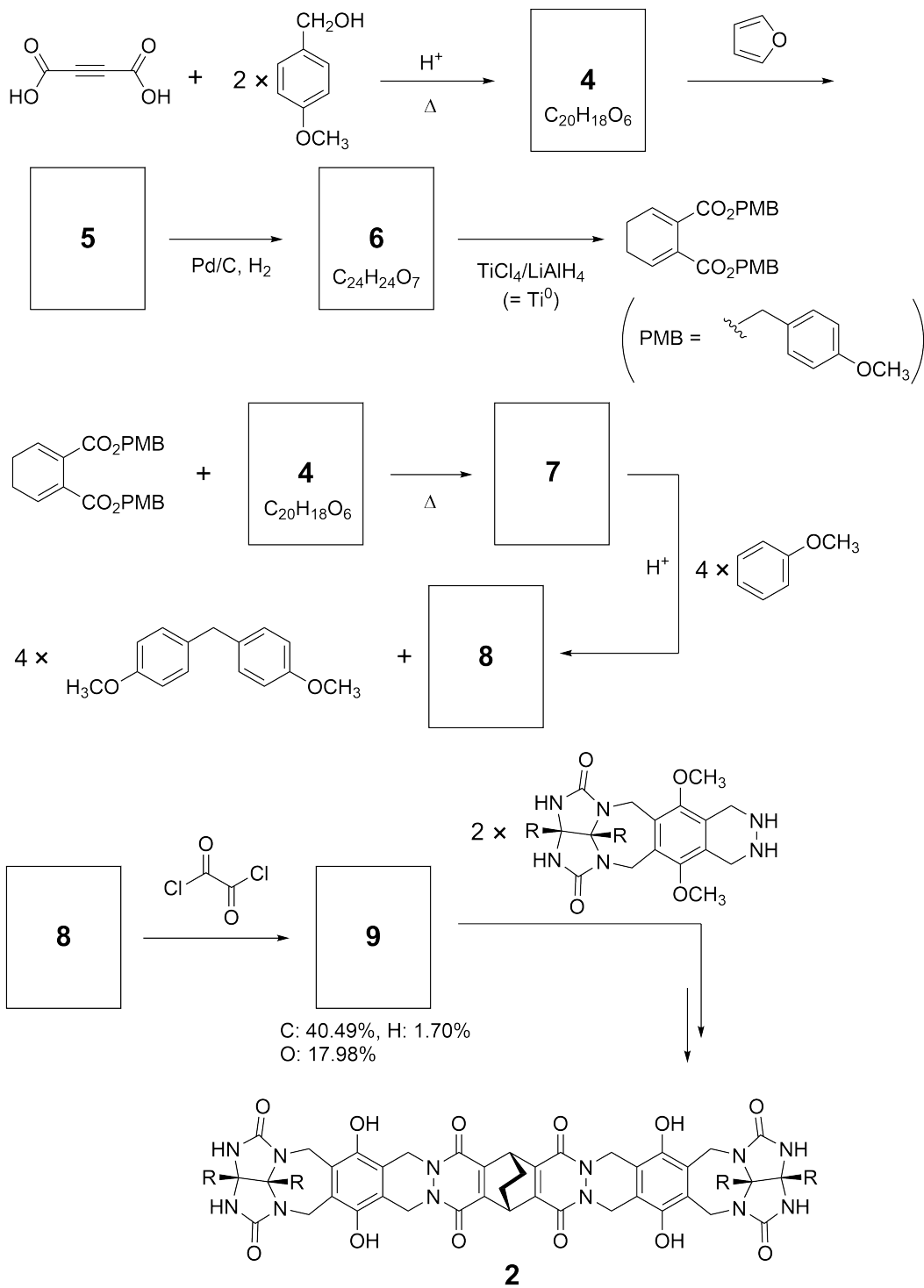
კარგი ბავშვები ასე არ იქცევიან, მაგრამ თუ თქვენ გაიმეტებთ ტენისის ბურთს, შეგიძლიათ მიიღოთ ორი U-ს მაგვარი ფორმის ნაწილი.



ამ მიდგომაზე დაფუძნებით, ნაერთები **1** და **2** სინთეზირებულია სხვადასხვა ზომის U-ს მაგვარი ფორმის მოლეკულების სახით. ნაერთი **3** მიღებული იქნა შედარების მიზნით. შესწავლილი იქნა ამ ნაერთების ინკაფსულირების თვისებები.



ნაერთის **2** სინთეზის გზა მოცემულია ქვემოთ. ნაერთის **9** ელემენტური შედგენილობაა: 40.49%, H; 1.70%, და O; 17.98% მასის მიხედვით.





A.1 დაწერეთ ნაერთების **4-9** სტრუქტურული ფორმულები. სტერეოქიმია შეგიძლიათ უგულებელყოთ. ჩამნაცვლებლის 3-მეთოქსიბენზილის ჯგუფის სრული სტრუქტურული ფორმულის ნაცვლად გამოიყენეთ აღნიშვნა "PMB", როგორც სქემაზება ნაჩვენები. 13pt

ნაერთის **1** მას სპექტრში იონის პიკი, რომელიც შეესაბამება დიმერს (1_2) ნათლად შეინიშნება, მაშინ როდესაც 3_2 დიმერის იონის პიკი ნაერთისათვის **3** მას სპექტრზე საერთოდ არ ვლინდება. 1_2 -ის ხსნარის ^1H ბმრ სპექტრზე ნაერთის **1** ყველა NH პროტონი ავლენს ქიმიურ ეკვივალენტობას და მათი ქიმიური წანაცვლება მნიშვნელოვნად განსხვავდება ნაერთის **3** NH პროტონებისაგან. ეს მონაცემები მიუთითებს, რომ ნაერთის **1** NH ფრაგმენტსა და ნაერთის **1** მეორე მოლეკულის X ატომებს შორის ადგილი აქვს წყალბადური ბმების ჩამოყალიბებას, რის შედეგაც მიიღება დიმერული კაფსულა..

A.2 შემოხაზეთ ნაერთში **1** შესაბამისი X ატომები. 2pt

A.3 დიმერულ კაფსულაში (1_2) წყალბადურ ბმებს მიანიჭეთ ნომრები. 2pt

ნაერთი **1**-ის დიმერულ კაფსულას (1_2) გააჩნია შიდა სივრცე, რომელშიც შესაძლებელია Z კატარა მოლეკულის ინკაფსულირება. ეს მოვლენა გამოისახება შემდეგი სახის ფორმულის საშუალებით.

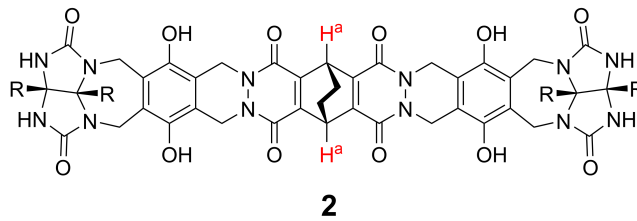


Z-ის 1_2 -ში ინკაფსულირების წონასწორობის კონსტანტა გამოისახება შემდეგი სახით:

$$K_a = \frac{[Z@1_2]}{[Z][1_2]} \quad (2)$$

მოლეკულის კაფსულაში ინკაფსულირების პროცესი შეიძლება დაკვირვებული იყოს ბმრ სპექტროსკოპიით. მაგალითად, C_6D_6 -ში გახსნილი 1_2 1H ბმრ სპექტრში იძლევა განსხვავებულ სიგნალებს CH_4 -ის დამატებამდე და დამატების შემდეგ.

ნაერთი **2** ასევე იძლევა მდგრად უფრო დიდი ზომის დიმერულ კაფსულას (2_2). 2_2 1H -ის ბმრ სპექტრი ჩაწერილი იქნა C_6D_6 , C_6D_5F გამხსნელებში და C_6D_6/C_6D_5F ნარევიში, ხოლო სხვა დანარჩენი პირობები იყო უცვლელი. ნაერთის **2** H^a პროტონის ქიმიური წანაცვლების მონაცემები მოცემულია ქვემოთ მოყვანილ ცხრილში. ნაერთი **2**-ის H^a პროტონის სხვა რაიმე დამატებითი სიგნალები არ შეინიშნება, გარდა იმათი, რომელიც მოცემულია ცხრილში. დავუშვათ, რომ კაფსულის შიგა სივრცე ყოველთვის შევსებულია გამხსნელის მოლეკულების მაქსიმალური შესაძლო რაოდენობით და ყოველი სიგნალი შეესაბამება კაფსულის შემავსებელ ერთ ნაწილს.



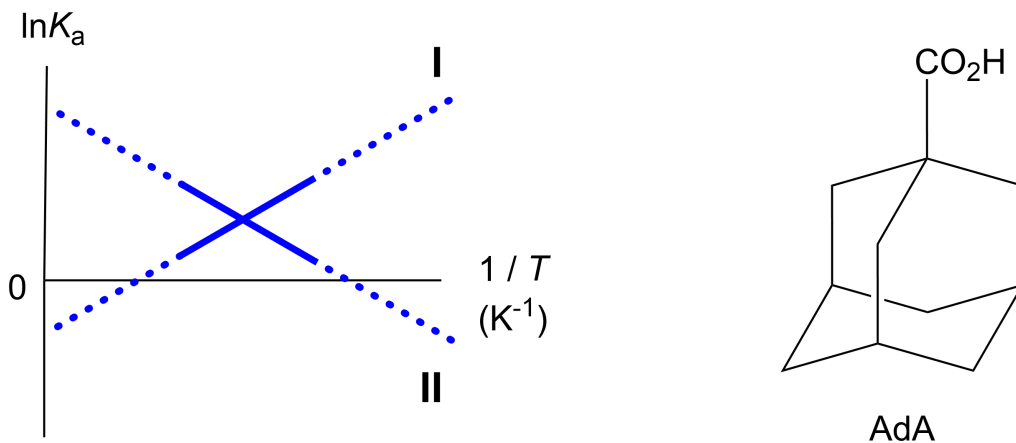
გამხსნელი	δ (ppm) of H^a
C_6D_6	4.60
C_6D_5F	4.71
C_6D_6 / C_6D_5F	4.60, 4.71, 4.82

A.4 განსაზღვრე 2_2 ში ინკაფსულირებული C_6D_6 და C_6D_5F მოლეკულების რაოდენობა მიანიჭე თითოეულს H^a სიგნალი. 3pt

C_6D_6 -ში 1H მბრ გაზომვებმა აჩვენა, რომ 2_2 -ს შეუძლია მხოლოდ 1-ადამანტანკარბომჟავას (AdA) ერთი მოლეკულის ინკაფსულირება. ქვემოთ მოცემული ასოციაციის კონსტანტები (K_a) განსაზღვრულია სხვადასხვა ტემპერატურაზე.

$$K_a = \frac{[Z@2_2]}{[Z][solvent@2_2]} \quad (3)$$

მსგავსად, CH_4 -ის და 1_2 -ის K_a მნიშვნელობები, მოცემული ტოლობის (2) საშუალებით, განსაზღვრულია 1H მბრ მეთოდით C_6D_6 -ში სხვადასხვა ტემპერატურაზე. ორი ასოციაციის კონსტანტის გრაფიკები ($\ln K_a - 1/T$ დამოკიდებულება) მოცემულია ქვემოთ.



1_2 -ში C_6D_6 -ის არც ერთი მოლეკულა არაა ინკაფსულირებული. **II** წრფეზე ენტროპიის ცვლილება (ΔS) არის (1) და ენთალპიის ცვლილება (ΔH) არის (2) და მიუთითებენ, რომ ინკაფსულირების მამოძრავებელი ძალა **II** წრფეზე არის (3). აქედან გამომდინარე, წრფე **I** შეესაბამება (4)-ს და წრფე **II** შეესაბამება (5)-ს.

A.5 A და B სვეტებში მონიშნეთ სწორი ვარიანტები (1)-(5) -თვის.

3pt

	A	B
(1)	დადებითი	უარყოფითი
(2)	დადებითი	უარყოფითი
(3)	ΔS	ΔH
(4)	1_2 და CH_4	2_2 და AdA
(5)	1_2 და CH_4	2_2 და AdA



GEO-4 C-9 A-1

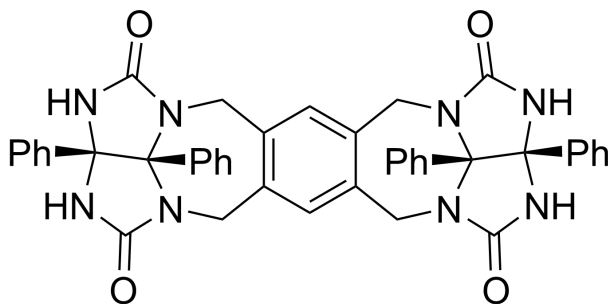
A9-1
Elizbar Elizbarashvili (Georgia)

ჰგავს და არ ჰგავს კაფსულას

A.1 (13 pt)

4 (2 pt)	5 (3 pt)
6 (2 pt)	7 (2 pt)
8 (2 pt)	9 (2 pt)

A.2 (2 pt)



A.3 (2 pt)

A.4 (3 pt)

δ (ppm) of H ^a	numbers of C ₆ D ₆	numbers of C ₆ D ₅ F
4.60 ppm		
4.71 ppm		
4.82 ppm		

A.5 (3 pt)

(1) : _____ (2) : _____ (3) : _____

(4) : _____ (5) : _____