



- Записывайте ответы только ручкой. Вы можете использовать только непрограммируемый калькулятор.
- This theoretical exam booklet contains **71 pages**, not including general instructions.
- This examination has **9 problems**.
- You will have **5 hours** to solve the exam.
- **Начинайте** работу только после того, как прозвучит команда **СТАРТ**.
- Все ответы должны быть записаны ручкой только в предназначенные для этого места **ЛИСТОВ ОТВЕТОВ**. Помните, что ответы, записанные в любом другом месте, оцениваться не будут. Используйте оборотную сторону листов заданий в качестве черновика.
- Приводите соответствующие расчеты везде, где это требуется. Только ответы, подкрепленные расчетами, будут оценены полным баллом.
- Наблюдатель сделает объявление **за 30 минут** до окончания тура.
- Вы должны **прекратить работу**, как только прозвучит команда **СТОП**. Если Вы этого не сделаете, Ваш результат за весь тур будет аннулирован.
- Вы можете попросить официальную английскую версию только для уточнения текста.
- Вы не должны покидать рабочее место без разрешения. Если Вам требуется помощь (сломался калькулятор, надо посетить туалет и т.д.), поднимите руку и подождите, пока к Вам подойдет наблюдатель.



Задачи и разбалловка

Problem No	Title	Total Score	% of Total Score
1	Two Beauties of Turkey: the Van Cat and the Ankara Cat	24	8
2	A Tale of a Reactive Intermediate	77	10
3	(±)-Coerulescine	51	8
4	Symmetry Does Matter!	66	10
5	Konya, Carrot, Beta-Carotene, Vitamin-A, Immune System, Vision	100	14
6	Thermodynamics through an Interstellar Journey	80	12
7	Phthalocyanines	85	12
8	Boron Compounds and Hydrogen Storage	58	14
9	Quantification of Heavy Metal Ions	100	12
	TOTAL	641	100



Authors

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

Editor

SARAÇOĞLU, Nurullah, Atatürk University



Physical Constants and Equations

Avogadro's number	$N_A = 6.0221 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Boltzmann constant	$k_B = 1.3807 \times 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$
Universal gas constant	$R = 8.3145 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} = 0.08205 \text{ atm L K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$
Speed of light	$c = 2.9979 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$
Planck's constant	$h = 6.6261 \times 10^{-34} \text{ J s}$
Faraday's constant	$F = 9.6485 \times 10^4 \text{ C mol}^{-1}$
Mass of electron	$m_e = 9.10938215 \times 10^{-31} \text{ kg}$
Standard pressure	$P = 1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$
Atmospheric pressure	$P_{\text{atm}} = 1.01325 \times 10^5 \text{ Pa} = 760 \text{ mmHg} = 760 \text{ torr}$
Zero of the Celsius scale	273.15 K°
1 picometer (pm)	$10^{-12} \text{ m}; 1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$
1 nanometer (nm)	10^{-9} m
	$1 \text{ eV} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$
	$1 \text{ cal} = 4.184 \text{ J}$
	$1 \text{ amu} = 1.66053904 \times 10^{-27} \text{ kg}$
Charge of an electron	$1.602176634 \times 10^{-19} \text{ C}$
Ideal gas equation	$PV = nRT$



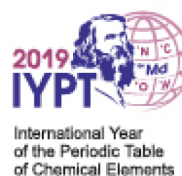
Enthalpy	$H = U + PV$
Gibbs free energy	$G = H - TS$
	$\Delta_r G = \Delta G^0 + RT \ln Q$
	$\Delta_r G^0 = -RT \ln K = -nFE_{cell}^0$
Entropy change	$\Delta S = \frac{q_{rev}}{T}$, where q_{rev} is heat for the reversible process
Entropy change	$\Delta S = nR \ln \frac{v_2}{v_1}$ (for isothermal expansion of an ideal gas)
Nernst equation	$E = E^0 + \frac{RT}{nF} \ln \frac{C_{ox}}{C_{red}}$
Energy of a photon	$E = \frac{hc}{\lambda}$
Integrated rate law	
Zeroth-order	$[A] = [A]_0 - kt$
First-order	$\ln [A] = \ln [A]_0 - kt$
Second order	$\frac{1}{[A]} = \frac{1}{[A]_0} + kt$
Arrhenius equation	$k = Ae^{-E_a/RT}$
Equation of linear calibration curve	$y = mx + n$
Lambert-Beer equation	$A = \varepsilon lc$



Periodic Table of Elements

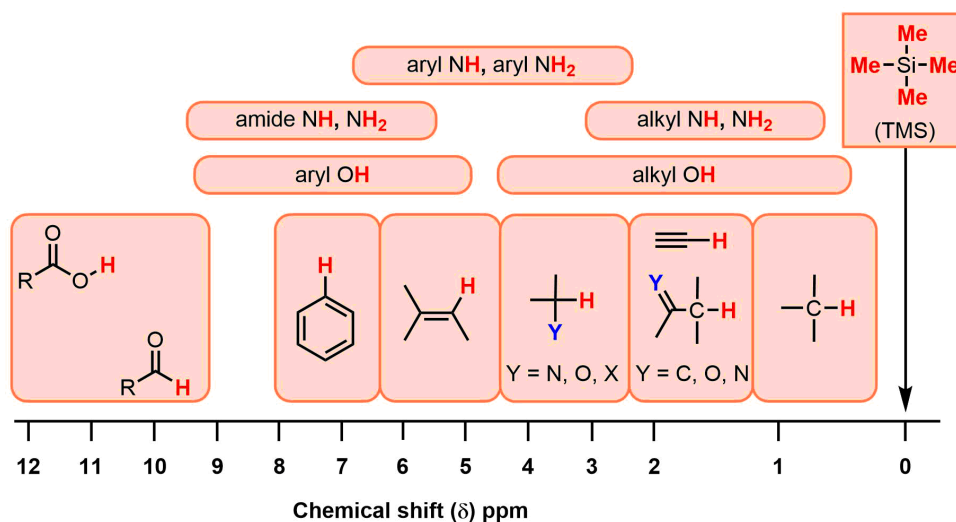
1																	18																		
1 H 1.008		2		atomic number Symbol atomic weight														13		14		15		16		17		2 He 4.003							
3 Li 6.94		4 Be 9.01																5 B 10.81		6 C 12.01		7 N 14.01		8 O 16.00		9 F 19.00		10 Ne 20.18							
11 Na 22.99		12 Mg 24.31		3		4		5		6		7		8		9		10		11		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 -

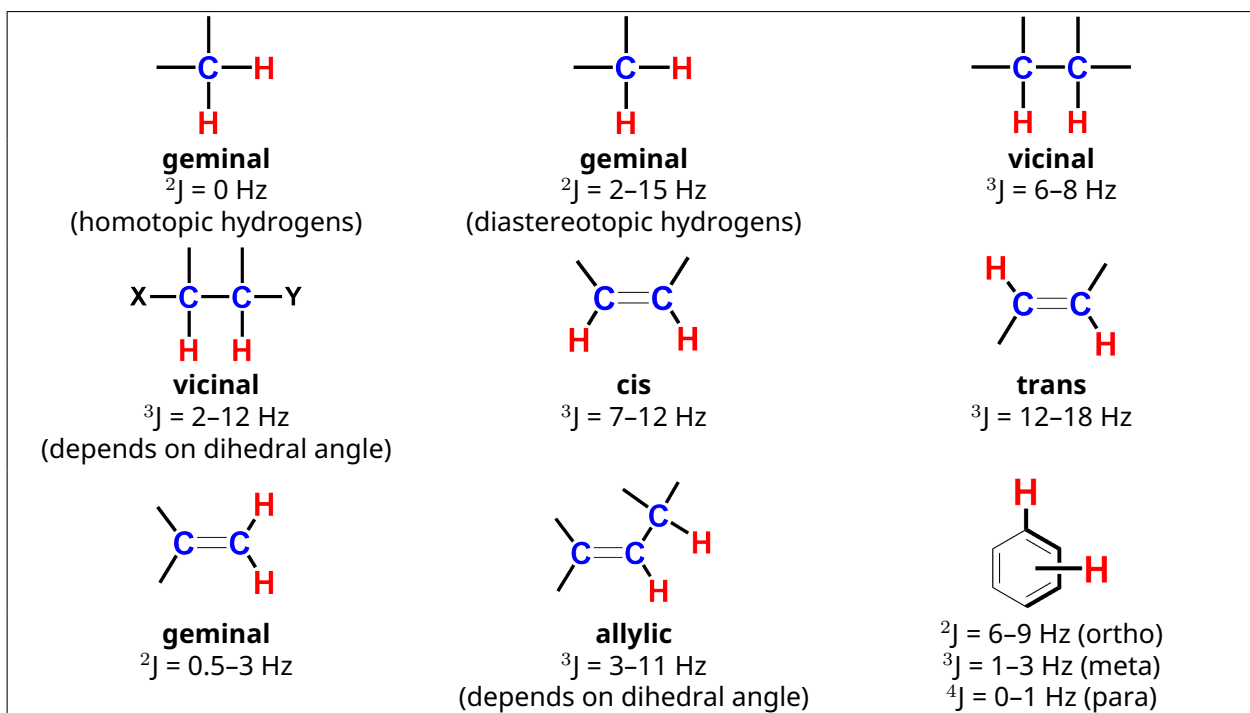


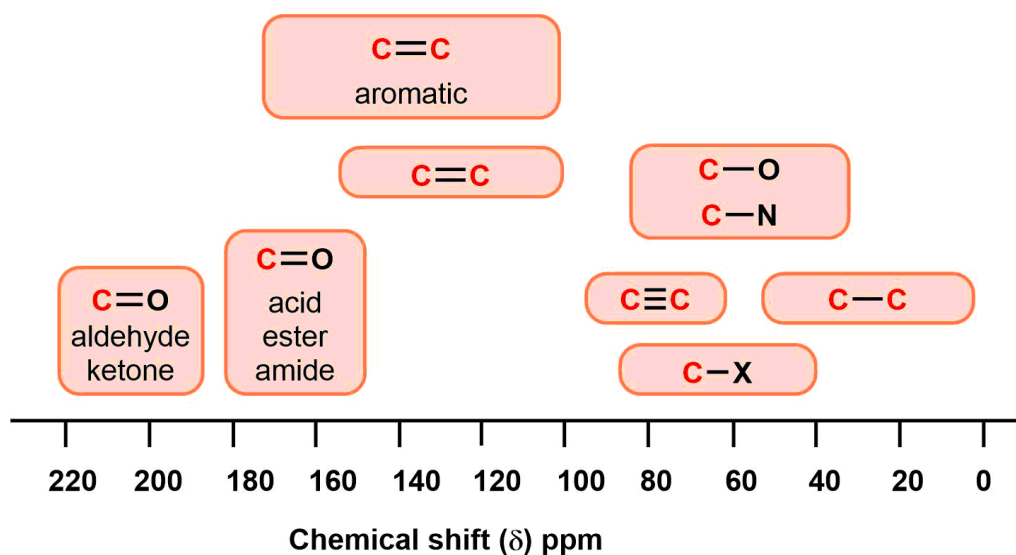
Copyright © 2018 International Union of Pure and Applied Chemistry

Reproduced by permission of the International Union of Pure and Applied Chemistry



Typical Coupling Constants







IR Absorption Frequency Table

Functional Group	Type of Vibration	Absorption Region (cm^{-1})	Intensity
Alcohol			
O-H	(stretch, H-bonded)	3600–3200	strong, broad
	(stretch, free)	3700–3500	strong, sharp
C-O	(stretch)	1150–1050	strong
Alkane			
C-H	stretch	3000–2850	strong
	bending	1480–1350	variable
Alkene			
=C-H	stretch	3100–3010	medium
	bending	1000–675	strong
C=C	stretch	1680–1620	variable
Alkyl Halide			
C-F	stretch	1400–1000	strong
C-Cl	stretch	800–600	strong
C-Br	stretch	600–500	strong
C-I	stretch	500	strong
Alkyne			
C-H	stretch	3300	strong, sharp
$\text{C}\equiv\text{C}$	stretch	2260–2100	variable, not present in symmetrical alkynes



Amine			
N-H	stretch	3500-3300	medium (primary amines have two bands; secondary amines have one band, often very weak)
C-N	stretch	1360-1080	medium-weak
N-H	bending	1600	medium
Aromatic			
C-H	stretch	3100-3000	medium
C=C	stretch	1600-1400	medium-weak, multiple bands
Carbonyl			
C=O	stretch	1820-1670	strong
Acid			
C=O	stretch	1725-1700	strong
O-H	stretch	3300-2500	strong, very broad
C-O	stretch	1320-1210	strong
Aldehyde			
C=O	stretch	1740-1720	strong
C-H	stretch	2850-2820 & 2750-2720	medium, two peaks
Amide			
C=O	stretch	1690-1640	strong
N-H	stretch	3500-3100	unsubstituted have two bands
	bending	1640-1550	



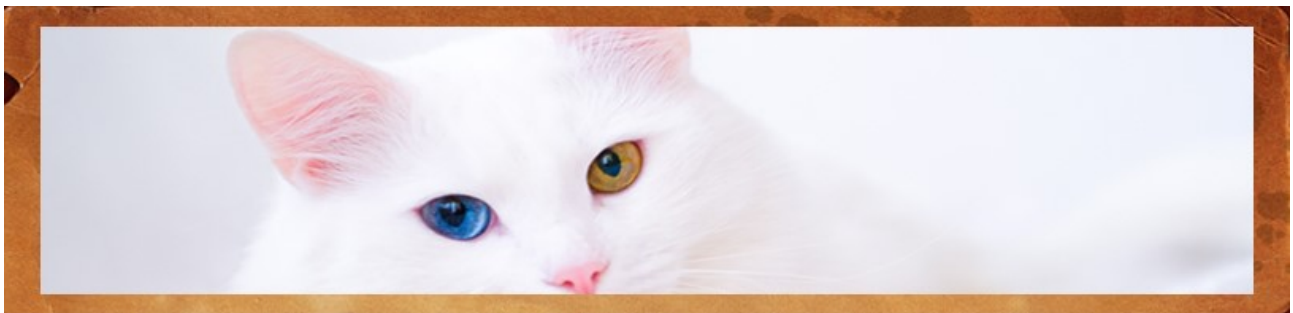
Anhydride			
C=O	stretch	1830–1800 & 1775–1740	two bands
Ester			
C=O	stretch	1750–1735	strong
C–O	stretch	1300–1000	two bands or more
Ketone			
acyclic	stretch	1725–1705	strong
cyclic	stretch	3-membered - 1850	strong
	stretch	4-membered - 1780	strong
	stretch	5-membered - 1745	strong
	stretch	6-membered - 1715	strong
	stretch	7-membered - 1705	strong
α, β -unsaturated	stretch	1685–1665	strong
conjugation moves absorptions to lower wavenumbers			
aryl ketone	stretch	1700–1680	strong
Ether			
C–O	stretch	1300–1000 (1150–1070)	strong
Nitrile			
C $\equiv$ N	stretch	2260–2210	medium
Nitro			
N–O	stretch	1560–1515 & 1385–1345	strong, two bands



Q1-1

Armenian (Armenia)

Թուրքիայի երկու գեղեցկուհիները՝ Վանի կատուն և Անկարայի կատուն



Կատուններից ամենագեղեցիկը՝ վանի կատուն, մաքուր ցեղատեսակ է, որն ապրում է միայն Վանա լճի ափագանում: Կատվի մեկ այլ էնդեմիկ ցեղատեսակ է Անկարայի կատուն: Նրանք կոչվում են Անգորայի կատուներ: Նրանց ամենակարևոր առանձնահատկությունը աչքերի երկու տարբեր գույներն են:

Van cat



Ankara cat

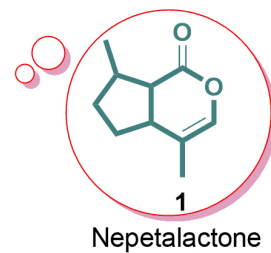
*Nepeta cataria* (catnip)

Ինչպես մարդիկ, այնպես էլ կատուները կարող են զգալ սթրես և ջղայնություն: Այժմպես, ինչես մելատոնինը մարդանց դարձնում է երջանիկ, կատուների մոտ սթրեսը կարելի է նվազեցնել և դարձնել նրանց երջանիկ բնական պրոդուկտի օգնությամբ: Նեպետալակտոնը (Nepetalactone) օրգանական միացություն է, որը անջատվել է կատվադաղձից (*Nepeta cataria*), որը գրավում է կատուներին (հանդիսանում է գրավիչ նյութ): Նեպետալակտոնը իրենից ներկայացնում է տաս ածխածնի ատոմ պարունակող բիցիկլիկ մոնոտերպենոիդային միացություն, որը ստացվում է իզոպրենից՝ ցիկլոպենտանի և լակտոնի (lactone) երկու կոնդենսացված ցիկլերի տեսքով:

Cat eating catnip in the garden



Cat's dream



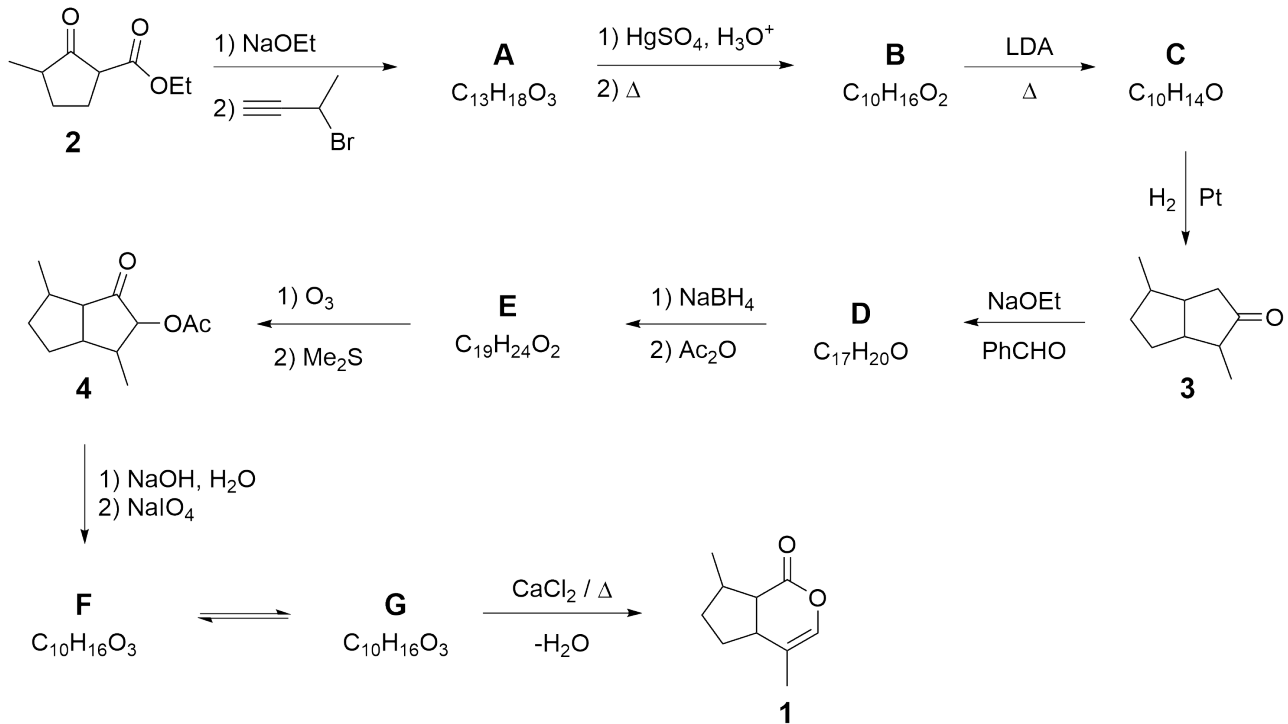


Q1-2

Armenian (Armenia)



Նեպետալակտոնի սինթեզի սխեման



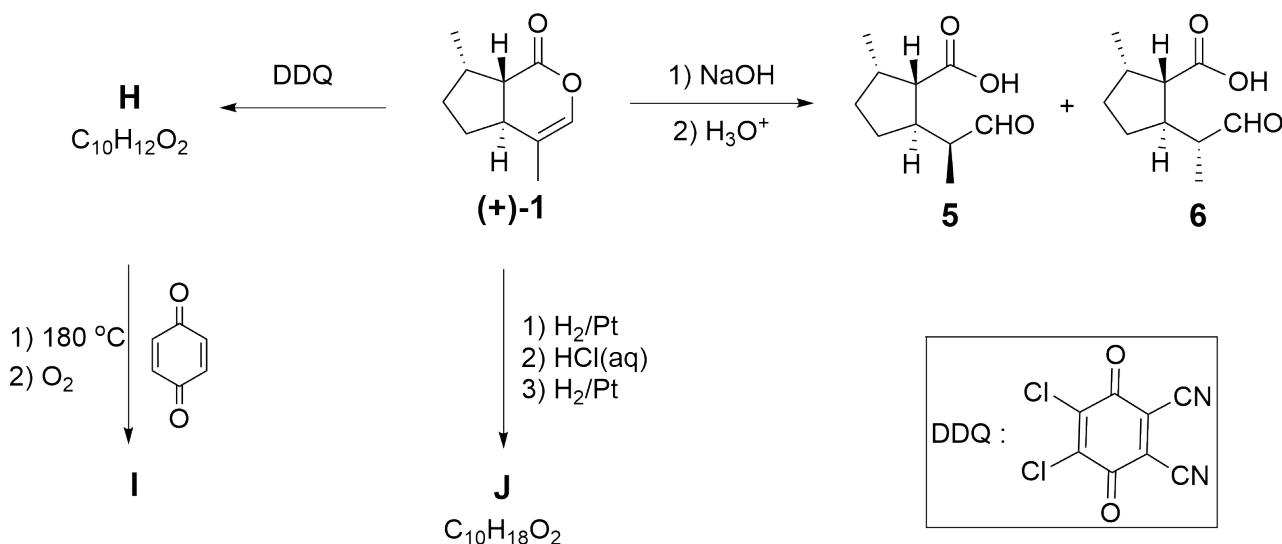
1.1 Վերը պատկերված սխեման ներկայացնում է Նեպետալակտոնի սինթեզը: 14.0pt
Պատկերել A-G միացությունների կառուցվածքները՝ **չնշելով** ստերեոքիմիական մանրամասները:

Հուշումներ

- A** միացության I^{H} սպեկտրում առկա է 3300 սմ^{-1} մարզում ուժեղ և սուր կլանման ազդանշան:
- A**, **B**, և **F** միացությունները հանդիսանում են մոնոցիկլեր, իսկ **C**, **D**, **E**, և **G** միացությունները հանդիսանում են բիցիկլեր:
- F**-ը $^1\text{H-NMR}$ սպեկտրում ունի մեկ դուբլետ $\sim 9.8 \text{ ppm}$ մարզում:



Նեպետալակտոնի ռեակցիաները.



Վերևում բերված սխեման իր մեջ ընդգրկում է էնանտիոմերապես մաքուր նեպետալակտոնի մեկ իզոմերի (**1**) մի քանի փոխարկումներ: Ռեակցիաների երեք արգասիքները՝ **5**, **6** և **J**, օգտագործվում են արտադրություններում, որպես միջատների դեմ պայքարի միջոց (repellents):

1.2 Ո՞րն է/ Որո՞նք են ճիշտ **5** և **6** միացությունների փոխկապակցվածության մասին: **Նշեք** ճիշտ պատասխան(ներ)ը ձեր պատասխանի թերթիկի վրա: 4.0pt

1-ի փոխազդեցությունը DDQ-ի հետ բերում է մեծ զուգորդվածությամբ **H** միացության առաջացմանը: Ինչպես նաև **H**-ի ջերմային(թերմալ) փոխազդեցությունը p-քինոնի հետ բերում է 226.28 գ/մոլ մոլային զանգվածով **I** միացությանը:

1.3 Պատկերել **H**, **I**, և **J** միացությունների կառուցվածքները՝ նշելով ստերեո-քիմիան: 6.0pt

Հուշումներ

- I**-ի առաջացման ժամանակ տեղի է ունենում հաջորդական պերիցիկլիկ ռեակցիաներ և օքսիդացման ռեակցիա (O_2 ներկայությամբ/մասնակցությամբ), և ռեակցիայի արդյունքում անջատվում է շատ հայտնի գազ:
- J**-ն ԻԿ սպեկտրում ունի ուժեղ և շատ լայն կլանման շերտ $3300\text{--}2500 \text{ սմ}^{-1}$ տիրույթում:



Թուրքիայի երկու գեղեցկուհիները՝ Վանի կատուն և Անկարայի կատուն

1.1 (14.0 pt)

A	B
C	D
E	F
G	



1.2 (4.0 pt)

- ☐ Էնանտիոմերներ են
- ☐ դիաստերեոմերներ են
- ☐ Համարժեք են
- ☐ Ստերեոիզոմերներ են

1.3 (6.0 pt)

H	I
J	



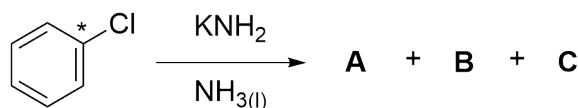
Q2-1

Armenian (Armenia)

Պատմություն ռեակցիոնունակ միջանկյալ մասնիկի մասին

Արինները(Arynes) յուրօրինակ ռեակցիոնունակ միջանկյալ մասնիկների դաս են: Առաջին անգամ արինի(բենզինի) կառուցվածքը փորձնականորեն հաստատվել է 1953թ. John D. Roberts և գործընկերի կողմից:

Այդ փորձերից մեկում քլորբենզոլը, որում 1 դիրքի ածխածինը նշանադրված է ^{14}C ռադիոակտիվ իզոտոպով, փոխազդեցության մեջ է դրվել KNH_2 -ի հետ հեղուկ NH_3 -ի միջավայրում, որի արդյունքում առաջացել են մոտավոր նույն քանակությամբ **A** և **B** իզոտոպային իզոմերներ՝ **C** անօրգանական աղի հետ միասին: Այս ռեակցիան ընթանում է արինային **D** միջանկյալ մասնիկի առաջացմամբ:



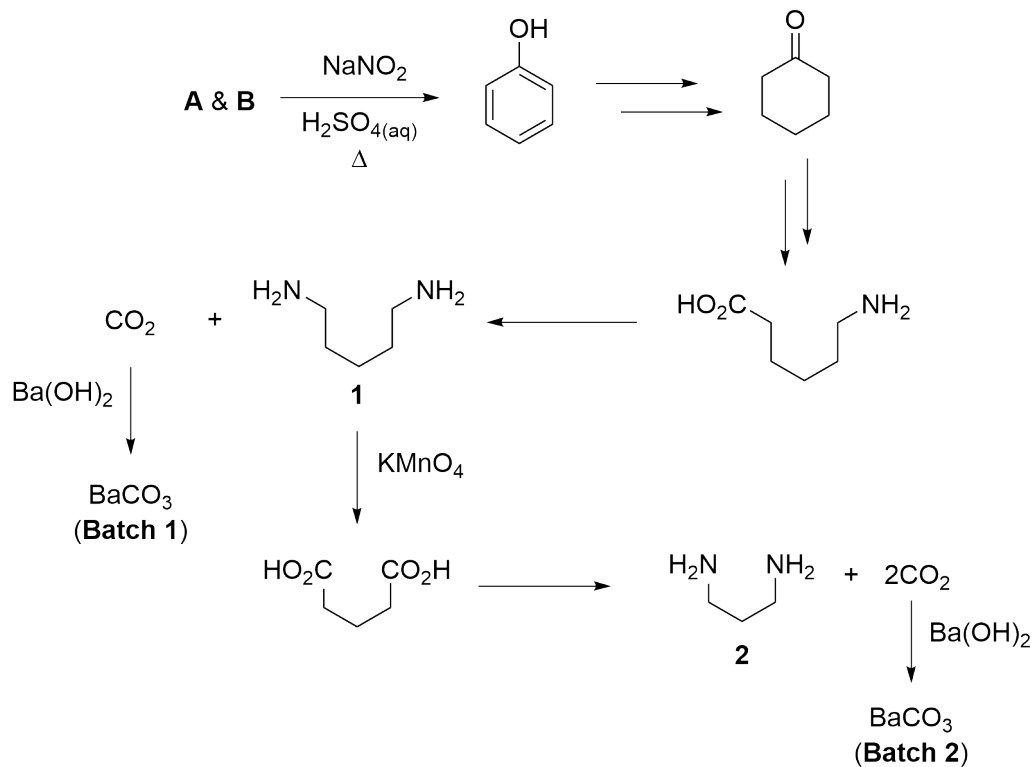
2.1 Պատկերեք **A**-ի, **B**-ի և **D**-ի կառուցվածքները և ներկայացրեք **C**-ի քիմիական բանաձևը: Նշեք ^{14}C -իզոտոպով նշանադրված ածխածին(ներ)ի ատոմ(ներ)ի դիրք(եր)ը աստղանիշով(*): 7.0pt

^{14}C -նշանադրված արգասիքների անալիզը իրականացվել է ռադիոակտիվ տրոհման փորձերի օգնությամբ (^{14}C -նշանադրված ածխածնի ատոմը պատկերված չէ կառուցվածքներում). Ուսումնասիրվել է միջանկյալ մասնիկների և արգասիքների ռադիոակտիվությունը:



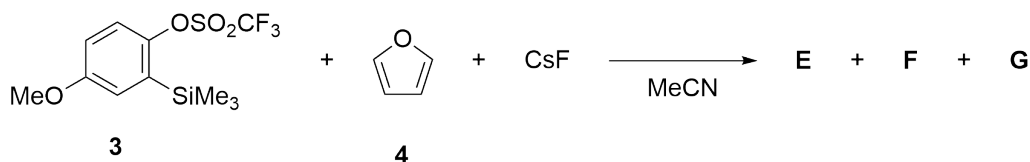
Q2-2

Armenian (Armenia)



2.2 **Նշել** պատասխանի թերթիկի համապատասխան վանդակները, որտեղ **բերված են այն միջանկյալ միացությունները և արգասիքները, որոնք կցուցաբերեն ռադիոակտիվություն:** 9.0pt

Առաջացող արինի քանակությունը մեծացնելու նպատակով Kobayashi-ին և գործընկերները մշակել են մշակման հաջորդականություն արինի գեներացման համար՝ օգտագործելով ֆտորիդ: Այս մեթոդով, բենզոլի ածանցյալ **3**-ը փոխազդում է ֆտորանի հետ CsF -ի ներկայությամբ, որի արդյունքում առաջանում են **E**, **F**, և **G**.



- E**-ի այրման արգասիքների անալիզից հայտնի է ատոմային բաղադրությունը՝ 75.8% ածխածին, 5.8% ջրածին, և 18.4% թթվածին:
- $^1\text{H-NMR}$ սպեկտրալ հետազոտության ժամանակ **E**-ում չկա պրոտոն, որը կարող է տեղակալվել D_2O -ի միջավայրում:
- F**-ն իոնական միացություն է:



2.3 Գծեք E, F, և G միացությունների կառուցվածքները (ստերեոքիմիան անտեսել) 8.0pt

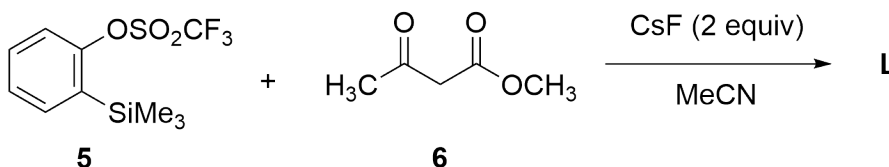
Նուկլեոֆիլի կամ այլ ագենտների բացակայության դեպքում, արինները կարող են ենթարկվել [2+2]-տիպի ցիկլոդիմերման կամ [2+2+2]-տիպի ցիկլոտրիմերման: Արինի ածանցյալը, որը ստացվում է **3**-րդ միացությունը CsF-ի մեկ էկվիվալենտով մշակելիս MeCN միջավայրում, տեսականորեն, կարող է բերել դիմերման և տրիմերման չորս արգասիքների (**H-K**):

- **H** ունի սիմետրիայի երկու հարթություն:
- **I**-ի ^{13}C -NMR սպեկտրում հայտնաբերվել է 21 ազդանշան:
- **I** և **J** միացությունների մաս-սպեկտրներում դիտվում է ազդանշաններ m/z 318.1 արժեքով:

2.4 Գծեք H-K միացությունների կառուցվածքները: 16pt

Երբ **5** միացությունը փոխազդում է **6** β -կետոէսթերի հետ 2 էկվիվալենտ CsF ներկայությամբ 80 °C-ում, առաջանում է **L** հիմնական արգասիքը. **L**-ի ^1H -NMR և ^{13}C -NMR սպեկտրների տվյալները, որոնք գրանցվել են CDCl_3 -ում, բերված են ստորև

- ^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 Գծեք L միացության կառուցվածքը: 5.0pt

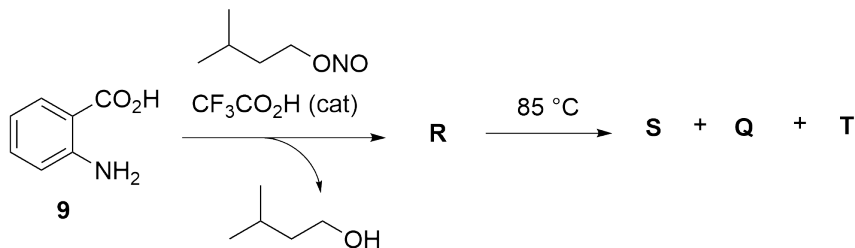
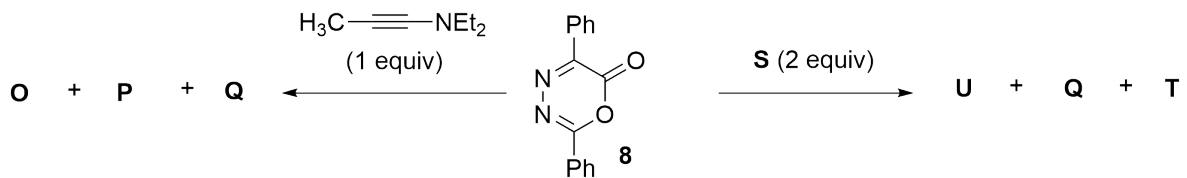
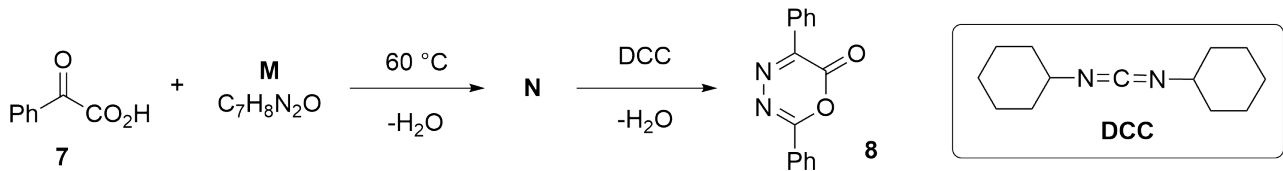
2.6 **2.5** կետում ներկայացված ռեակցիայի համար, պատասխանների թերթիկում բերված հր պնդում(ներ)ն է(են) ճիշտ նկարագրում CsF-ի դերը:
 • HF և **6** β -կետոէսթերի համար pK_a արժեքները դիմեթիլսուլֆոքսիդում (DMSO) համապատասխանաբար հավասար են 15 և 14:

8 Դիազապիրոնի (Diazapyrone) ածանցյալը հանդիսացել է օգտակար ռեագենտ տարատեսակ ցիկլերի կառուցման համար: Այդ ածանցյալի ստացումը ֆենիլգլիոքսիմաթթվից (**7**) և դրա կիրառումը երկու ռեակցիաներում բերված է ստորև:

- **Q**-ն և **T**-ն սենյակային ջերմաստիճանում գազեր են:
- **O**-ն և **P**-ն հանդիսանում են կառուցվածքային իզոմերներ
- **Q**-ի ^1H սպեկտրում չկան կլանման շերտեր/ազդանշաններ:
- 1 մոլ **R**-ի տաքացումը 85 °C-ում բերում է 1 մոլ **S** ռեակցիոնունակ միջանկյալ միացության առաջացմանը:



- 8 միացության ռեակցիան **S**-ի երկու էկվիվալենտի հետ բերում է **U**-ի, **Q**-ի, և **T**-ի:



Ուշադիր:

equiv= համարժեք

cat = կատալիզատոր

2.7 **Գծեք M-U միացությունների կառուցվածքները:**

28.0pt



A2-1

Armenian (Armenia)

Ռեակցիոնունակ միջանկյալ մասնիկի մասին պատմություն

2.1 (7.0 pt)

A	B
C	D

2.2 (9.0 pt)

Եթե ելանյութը A-ն է. ☐ Միացություն 1 ☐ BaCO_3 (Batch/բաժին 1) ☐ Միացություն 2 ☐ BaCO_3 (Batch/բաժին 2)	Եթե ելանյութը B-ն է. ☐ Միացություն 1 ☐ BaCO_3 (Batch/բաժին 1) ☐ Միացություն 2 ☐ BaCO_3 (Batch/բաժին 2)
--	--



2.3 (8.0 pt)

E

F

G

2.4 (16.0 pt)

H

I

J

K



A2-3

Armenian (Armenia)

2.5 (5.0 pt)**L****2.6** (4.0 pt)

- ☐ F⁻ հիդրոլիզվում է **5**-րդ միացության տրիֆտորմեթանսուլֆոնատ (O_3SCF_3) խմբից.
- ☐ F⁻ գրոհում է **5**-րդ միացության $-\text{SiMe}_3$ խմբին:
- ☐ F⁻ հանդիսանում է որպես հիմք **6**-րդ միացության դեպրոտոնացման համար:
- ☐ F⁻ հանդիսանում է որպես նուկլեոֆիլ և գրոհում է **6**-րդ միացության էսթերային խմբին:



2.7 (28.0 pt)

M	N
O և P	Q
R	S
T	U

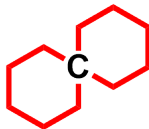


Q3-1

Armenian (Armenia)

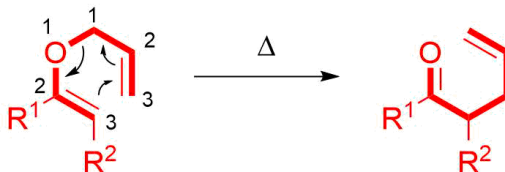
(±)-Coerulescine/Քոերուլեսցին

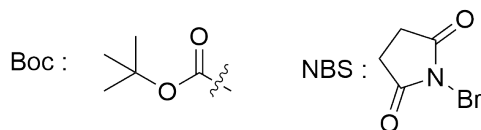
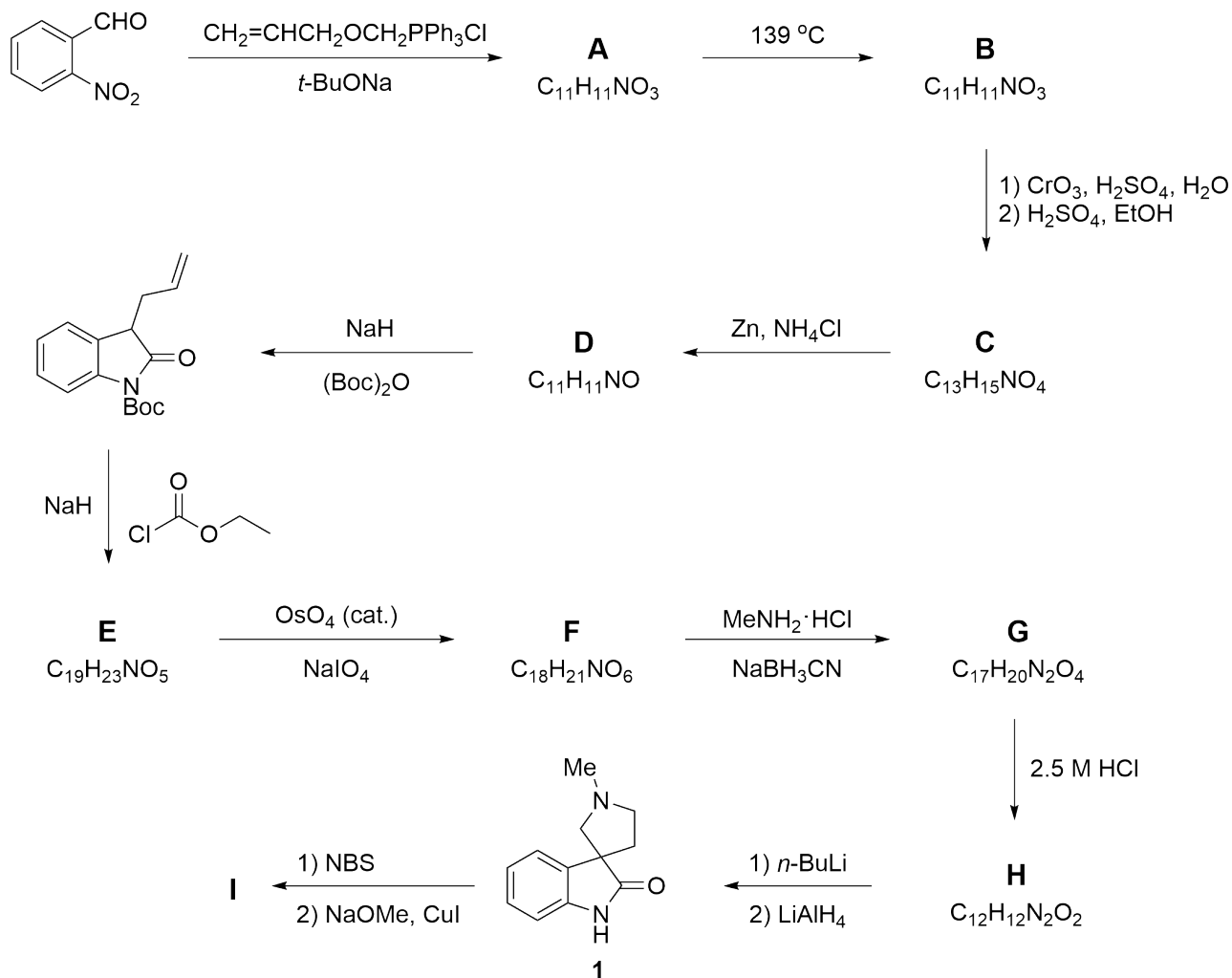
Սպիրոցիկլիկ միացությունները, որպես կանոն, իրենցից ներկայացնում են ցիկլիկ օրգանական միացություններ, որում երկու ցիկլեր իրար միացված են մեկ ընդհանուր ատոմով (սպիրոատոմ), ինչպես բերված է ստորև: Սպիրո[պիրոլիդին-3,3'-օքսինդոլ]-ի ցիկլիկ համակարգերը հանդիպում են մի քանի ցիտոտոքսիկ ակալոիդներում և ոչ բնական միացություններում: **Coerulescine-ը** և **horsfiline-ը** այդ դասի պարզ ներկայացուցիչներն են, որոնք ցուցաբերում են տարատեսակ կենսաբանական ակտիվություն և կարող են սինթեզվել ստորև բերված սխեմայով:



Կլազենի վերախմբավորումը կամ [3,3]-սիգմատրոպ վերախմբավորումը ածխածին-ածխածին կապի ստեղծման ունիվերսալ եղանակ է, որի արդյունքում ալիլ-վինիլային եթերները տաքացնելիս վերածվում են չհագեցած կարբոնիլային միացությունների՝ ինչպես բերված է ներքևի սխեմայում: **A** միացությունը տաքացնելիս ենթարկվում է Կլազենի վերախմբավորման՝ **B** կարբոնիլային միացության առաջացմամբ:

Այս առաջադրանքի բոլոր պատասխաններում անտեսել ստերեոքիմիան:







Q3-3

Armenian (Armenia)

- 3.1** Պատկերել A և B միացությունների կառուցվածքները. 8.0pt
- A-ն ցիս/տրանս իզոմերների չբաժանվող խառնուրդ է:
 - B-ն ԻԿ սպեկտրում ունի 1726 սմ⁻¹ կլանում:

- 3.2** Պատկերել C, D, E, և F միացությունների կառուցվածքները 16.0pt
- D-F միացությունները ունեն բիցիկլիկ կառուցվածք

- 3.3** Ընտրել F-ից G-ի ձևափոխման փուլերի ճիշտ հաջորդականությունը : 4.0pt

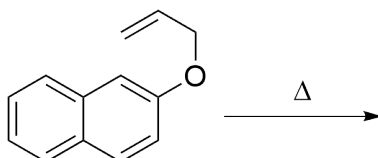
- 3.4** Պատկերել G և H միացությունների կառուցվածքները (երկուսն էլ սպիրո-ցիկլեր են): 8.0pt

- 3.5** Պատկերել միջանկյալ միացության կառուցվածքը, որը առաջանում է n-BuLi-ի ազդեցությամբ **H** → **coerulescine** անցման փուլում: 5.0pt

Coerulescine, N-բրոմսուկցինիմիդի (NBS) ազդեցությամբ, վերածվում է բրոմածանցյալի, որը նատրումի մեթիլատով տաքացնելիս պղնձի յոդիդի ներկայությամբ բերում է 60% ելքով **horsfiline (I)**-ի:

- 3.6** Ընտրեք I միացության համար ճիշտ կառուցվածքը, որի ¹H-NMR տվյալներն են՝ δ: 7.05 (d, J = 1.4 Hz, 1H), 6.78 (d, J = 8.0 Hz, 1H), 6.72 (dd, J = 8.0, 1.4 Hz, 1H) ppm. 5.0pt

- 3.7** 2-Նաֆթոլի ալիլ եթերը տաքացնելիս հարուցվում է սիգմատրոպ վերախմբավորում: Պատկերել հիմնական վերջանյութի կառուցվածքը, որը ստացվում է այս ռեակցիայի արդյունքում: 5.0pt



**(±)-Coerulescine/Քոերուլէսցին****3.1** (8.0 pt)**A****B****3.2** (16.0 pt)**C****D****E****F**



3.3 (4.0 pt)

- ☐ Իմիչի առաջացում, հետո վերականգնում, հետո ամիդացում
- ☐ Ամիդացում, հետո իմիչի առաջացում, հետո վերականգնում
- ☐ վերականգնում, հետո ամիդացում, հետո իմիչի առաջացում

3.4 (8.0 pt)

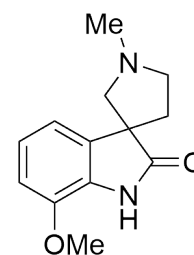
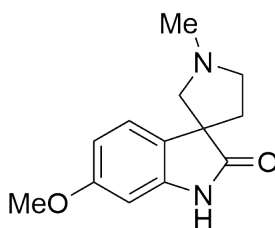
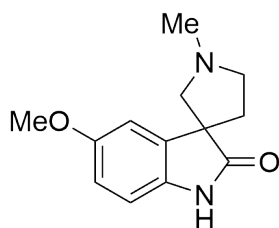
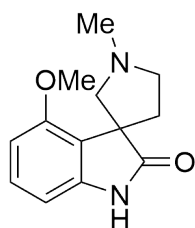
G

H

3.5 (5.0 pt)



3.6 (5.0 pt)

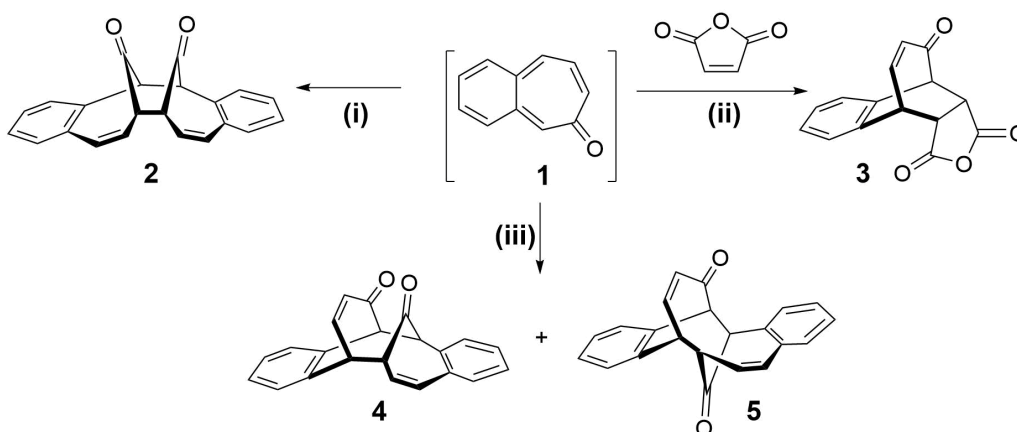


3.7 (5.0 pt)



Սինթետիկան ունի կարևոր նշանակություն

Օրգանական քիմիայում կան շատ ռեակցիաներ, որոնք ուղեկցվում են ցիկլիկ անցումային վիճակի առաջացումով, և դրանք դասակարգվում են որպես պերիցիկլիկ ռեակցիաներ: Վուլֆորդ-Հոֆմանի կանոնները՝ մշակված Ռոբերտ Բ. Վուլֆորդի և Ռոալդ Հոֆմանի կողմից, օգտագործվում են պերիցիկլիկ ռեակցիաների ստերեոքիմիական ասպեկտների և ակտիվացման էներգիաների ռացիոնալիզացման համար:



Վուլֆորդ-Հոֆմանի կանոնները				
	Էլեկտրոցիկլիկ ռեակցիաներ		Ցիկլոմիացման ռեակցիաներ	
Էլեկտրոնների թիվը	Ջերմային (Δ)	Ֆոտոքիմիական ($h\nu$)	Ջերմային (Δ)	Ֆոտոքիմիական ($h\nu$)
$4n$ ($n = 1, 2, \dots$)	Կոնռոտատոր (con)	Դիսռոտատոր	Չի գերակշռում	Գերակշռում է
$4n+2$ ($n = 1, 2, \dots$)	Դիսռոտատոր (dis)	Կոնռոտատոր	Գերակշռում է	Չի գերակշռում

4.1 Լրացրեք աղյուսակը կամ (i)–(iii) ռեակցիաների համար, կամ 2–5 12.0pt վերջանությունների համար:

Քննարկենք բենզոտրոպոնի երեք իզոմերներ: Առանձնացվել է դրանցից երկուսը, 3,4-բենզոտրոպոնը (1) հնարավոր չի եղել առանձնացնել: Վերջինիս անկայունությունը բացատրվում է *o*-քինոիդային կառուցվածքով, քանի որ այդ կառուցվածքի բենզոլային օղակում չկա վեց-էլեկտրոնային համակարգ:

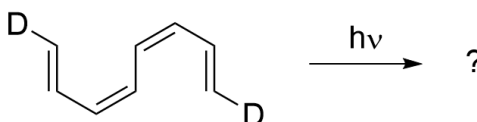
4.2 Պատկերել բենզոտրոպոնի կայուն իզոմերների՝ **A**-ի (ունի 6 ազդանշան ^{13}C -NMR-ում) և **B**-ի (ունի 11 ազդանշան ^{13}C -NMR-ում) կառուցվածքները 6.0pt



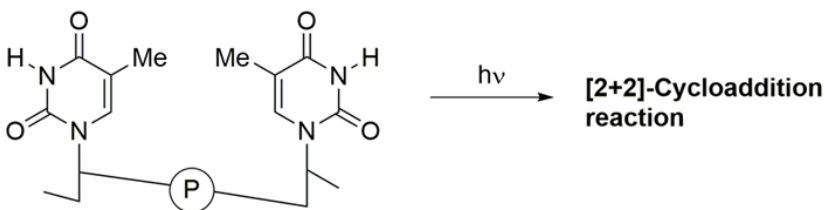
Q4-2

Armenian (Armenia)

- 4.3 Երբ հաջորդիվ ներկայացված տետրաենը փոխարկվում է ֆոտոքիմիական պայմաններում, համաձայն Վուլփորդ-Հոֆմանի կանոնի, սինտորիայի թույլտվությամբ կարող են առաջանալ երեք տարբեր չափի ցիկլեր: **Նշել** ճիշտ պատասխանը ամեն տողում: 6.0pt

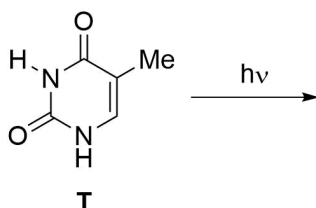


Prof. Dr. Aziz Sancar



2015 թ-ին քիմիայից համատեղ Նոբելյան մրցանակի է արժանացել Aziz Sancar, Tomas Lindahl և Paul Modrich իրենց կողմից իրականացված “mechanistic studies of DNA repair” աշխատանքի համար: ԴՆԹ-ում պիրիմիդինային հիմքերը, կարող են մտնել **[2+2]-ցիկլոմիացման ֆոտոքիմիական ռեակցիայի մեջ** (նայեք վերևի նկարում) ՈւՄ ճառագայթներով ազդելու ժամանակ, որի հետևանքով վնասվում է մարդու մաշկի ԴՆԹ-ն, որը կարող է բերել մաշկի քաղցկեղի: Prof. Aziz Sancar-ի ուսումնասիրությունը նվիրված է ԴՆԹ-ի այդպիսի վնասման մեխանիզմների բացահայտմանը:

Թիմինը ազոտային հիմքերից մեկն է, որը կարող է մասնակցել այդպիսի ֆոտոքիմիական ռեակցիայի ՈւՄ ճառագայթման պայմաններում: Պատկերացնենք, որ մեր մոտ կա ազատ թիմինի լուծույթ, որը ենթարկվել է ՈւՄ ճառագայթման:



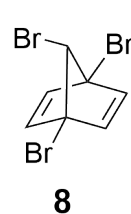
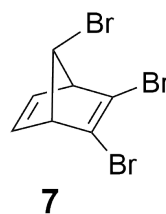
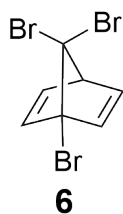
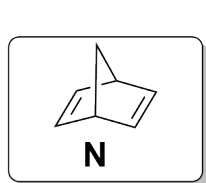


Q4-3

Armenian (Armenia)

- 4.4** Հաշվի առնելով ստերեոքիմիան, պատկերել բոլոր հնարավոր արգասիքները օպտկառուցվածքները, որոնք կստացվեն երկու ազատ թիմինի մոլեկուլների փոխազդեցությունից: Շրջանագծել քիրալային միացություն(ներ)ը: Բավական է պատկերել էնանտիոմեր զույգերից մեկը: Ռեակցիայում մասնակցում են միայն C=C կապը:

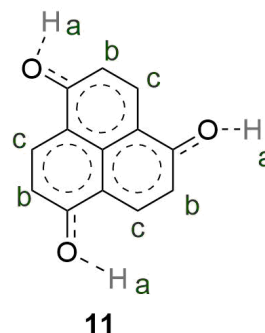
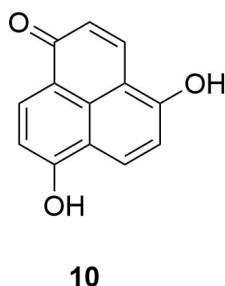
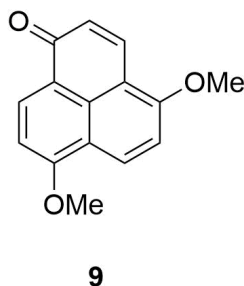
Գրականությունում հայտնի են նորբորնադիենի (**N**) շատ բրոմաձանցյալներ: Տրիբրոմ-նորբորնադիենը (Tribromo-norbornadiene) ($C_7H_5Br_3$) ունի վեց աքիրալ (մեզո) իզոմերներ: Այդպիսի երեք իզոմերներ (**6**, **7**, և **8**) բերված են ստորև



- 4.5** Քանի հատ ազդանշան կարելի է սպասել ^{13}C -NMR սպեկտրում **6**, **7**, և **8** իզոմերների համար: Լրացրեք համապատասխան վանդակներում: 9.0pt

- 4.6** Պատկերեք համապատասխան վանդակներում աքիրալ (մեզո) տրիբրոմ-նորբորնադիենի մնացած իզոմերները ($C_7H_5Br_3$) (**C**, **D**, և **E**): 9.0pt

Եթե **9**-ի NMR սպեկտրը բարդ է: Երկու MeO- խմբերը տարբեր են ինչպես ցիկլի մնացած ջրածինները: Սակայն **10** դիֆենոլը ունի շատ պարզ NMR սպեկտր, ունի ընդամենը երեք տիպի պրոտոններ (նշանադրված a, b և c): Ընդհանրացված կառուցվածքը, որը իր մեջ համադրում է բոլոր ռեզոնանսային բանաձևերը և սիմետրիան ներկայացված է **11** կառուցվածքով:

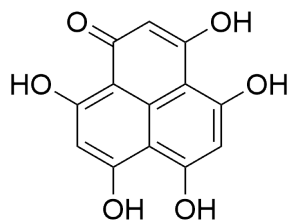
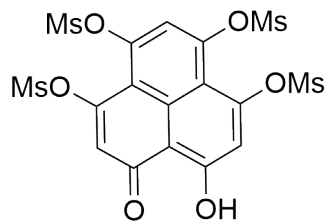
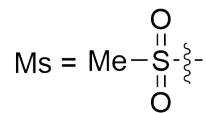


- 4.7** Քանի հատ ազդանշան եք սպասում **12** և **13** միացությունների համար ^{13}C - և 1H -NMR սպեկտրերում 8.0pt



Q4-4

Armenian (Armenia)

**12****13**

**Սիմետրիան ունի կարևոր նշանակություն****4.1** (12.0 pt)

Ռեակցիա	Արգասիք	[? + ?] ցիկլոմիացում	Δ կամ $h\nu$
i	2		
ii	3		
iii	4		
	5		

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

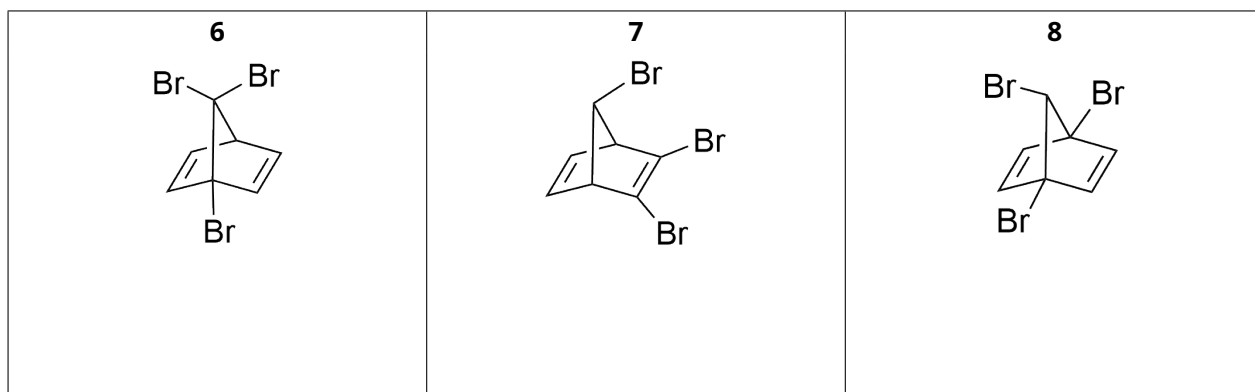
**4.3** (6.0 pt)

☐		☐	
☐		☐	
☐		☐	

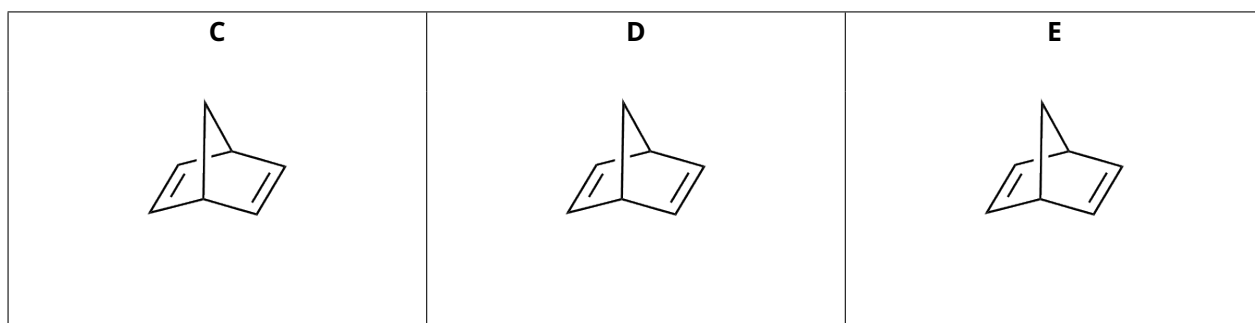
4.4 (16.0 pt)



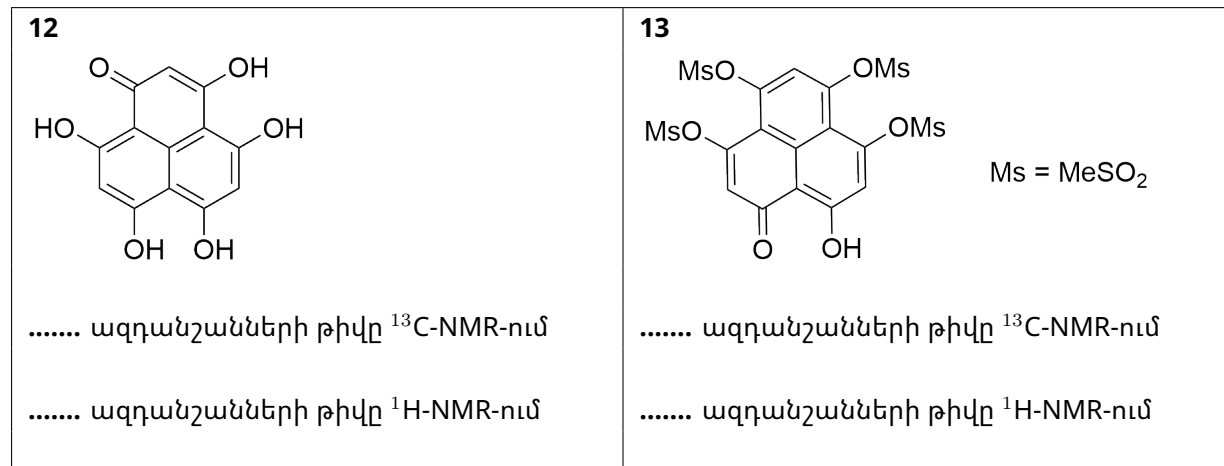
4.5 (9.0 pt)



4.6 (9.0 pt)



4.7 (8.0 pt)

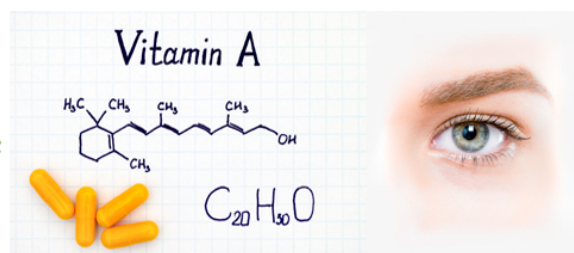




Q5-1

Armenian (Armenia)

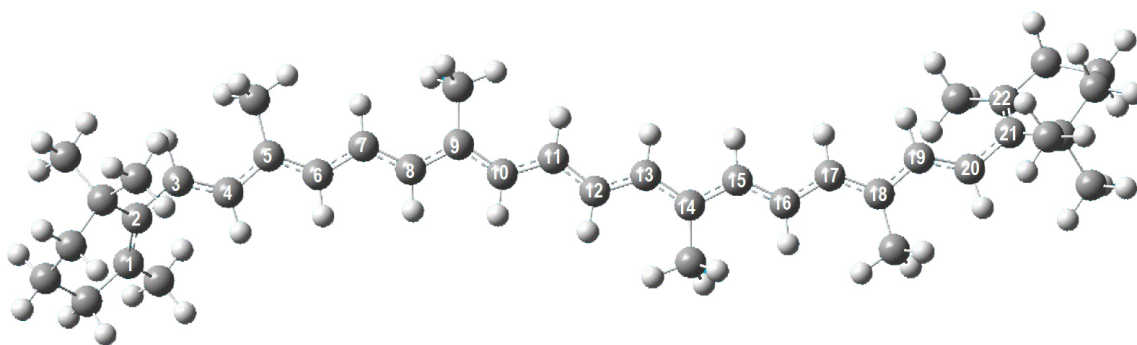
Կոնյա, Գազար, Բետա-կարոտեն, Վիտամին A, Իմունա- յին համակարգ, Տեսողություն



Մելվանան(Ռումի) մեծ միստիկ պոետ էր, ով ապրում էր Կոնյայում՝ 13-րդ դարում: Կոնյայի անուղղակի կարևորությունն այն է, որ քաղաքն ապահովում է երկրի գազարի արտադրության 65% -ը, որից ստացվում է հիմնական վիտամիններից մեկը (վիտամին A):

Գազարը β -կարոտենի կարևոր աղբյուր է, և β -կարոտենն է ապահովում դրա նարնջագույն գույնը: Այս մոլեկուլը կարմրանարնջագույն պիգմենտ է՝ հայտնաբերված բնական մրգերում և բույսերում, և իրենից ներկայացնում է պրովիտամին A կարոտենոիդ:

β -կարոտենի մոլեկուլն ունի երկար պոլիենային հատված՝ կազմված 22 ածխածնի ատոմից: Այն զուգորդված π -համակարգ է, որն ունի հաջորդաբար դասավորված միակի և կրկնակի կապեր: Փորձնականորեն որոշվել է, որ դրա կլանման մաքսիմումի ալիքի երկարությունը (λ_{max}) 455 նմ է: Մենք ենթադրում ենք, որ բոլոր կապերը, որոնք ընկած են C_1 -ի և C_{22} -ի միջև, զուգորդված կապեր են: Մոլեկուլում կան 22 π -էլեկտրոններ (Նկար 1):



Նկար 1. β -կարոտենի կառուցվածքի գնդաձողային մոդելը: Մոխրագույն և սպիտակ գնդերը ներկայացնում են ածխածնի և ջրածնի ատոմները՝ համապատասխանաբար: Համարակալված ածխածնի ատոմները պատկանում են մոլեկուլի գծային զուգորդված π -հատվածին:

Կոպիտ մոտարկման դեպքում ենթադրում ենք, որ $C-2p_z$ օրբիտալների (որոնք ուղղահայաց են մոլեկուլի հարթությանը) էլեկտրոնները շարժվում են ամբողջ մոլեկուլի երկայնքով՝ առանց միմյանց հետ փոխազդելու: Դրանք նման են մոլեկուլի մեջ փակված անկախ մասնիկների, որոնք միա-չափ տարածությամբ շարժվում են x -առանցքով: π -էլեկտրոնների նման բնութագիրը թույլ է տալիս դրանց նկարագրել ամենապարզ մոդելով, որը կոչվում է **մասնիկը միաչափ տուփի մեջ**:



Q5-2

Armenian (Armenia)

Միաչափ տուփի մեջ (անսահման պոտենցիալային պատերով) էլեկտրոնի ալիքի ֆունկցիան և քվանտային մակարդակների էներգիաները որոշվում են հետևյալ բանաձևերով՝

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

որտեղ n -ը քվանտային թիվ է, $n=1,2,3,4,\dots, \infty$, իսկ L -ը տուփի երկարությունն է:

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

Երկչափ տարածությունում, անկախ մասնիկների մոտարկման շրջանակներում, ալիքի ֆունկցիան արտահայտվում է՝ որպես միաչափ ալիքային ֆունկցիաների արտադրյալ, իսկ էներգիան արտահայտվում է որպես միաչափ տարածության էներգիաների գումար: Երկչափ տուփի մեջ էներգիական մակարդակներն արտահայտվում են այսպես՝

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

որտեղ n_x -ը և n_y -ը քվանտային թվեր են, և իրենցից ներկայացնում են դրական ամբողջ թվեր: L_x -ը և L_y -ը 2D մոդելում տուփի չափսերն են:

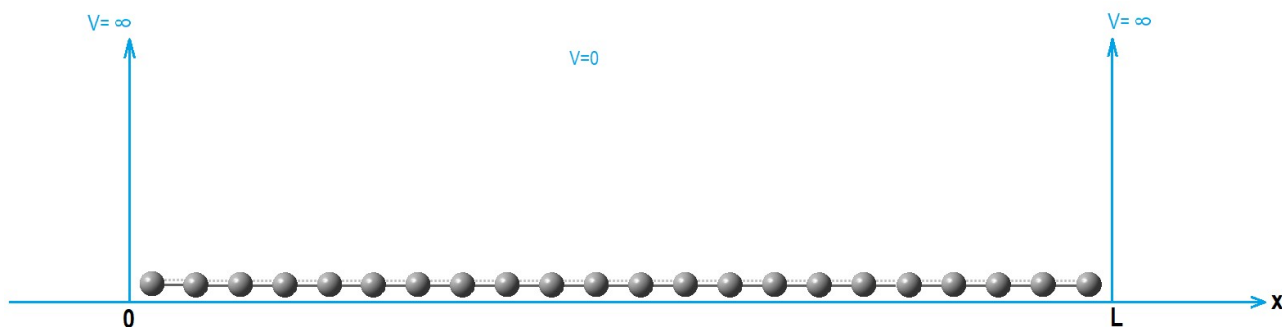
5.1 Վերոհիշյալ նախադասություններից դր երկուսն են ճիշտ: Նշեք միայն մեկ 13.0pt
պատասխան պատասխանների թերթիկում:

Բ-Կարոտենի մոլեկուլը նարնջագույն գույնի է, որովհետև՝

- i) Այն էլեկտրոմագնիսական սպեկտրի կլանումը տեսանելի դաշտում է:
- ii) HOMO $\rightarrow$ LUMO անցումը տեղի է ունենում ԻԿ մարզում՝ ֆոտոնի կլանումով:
- iii) 22-րդ և 23-րդ էն. մակարդակների միջև հեռավորությունը հավասար է նարնջագույն ալիքի երկարության ԻԿ ֆոտոնի էներգիային:
- iv) Այն կլանում է կանաչ/կապույտ լույս և տրանսմիսիայի է ենթարկում կարմիր/դեղին լույս:
- v) Այն կլանում է ՌԻՄ-տեսանելի մարզում, քանի որ մոլեկուլը չունի դիպոլ մոմենտ:

Եկեք ենթադրենք (չնայած դա խիստ անիրատեսական է), որ մոլեկուլի զուգորդված հատվածը գծային է, և նկարագրվում է մասնիկը միաչափ տուփի մեջ մոդելով (ինչպես ներկայացված է նկար 2-ում): Այս դեպքում տուփի երկարությունը մոտավորապես կարելի է նկարագրել $L=1.40 \times n_C$ (չափված Զ-ներով) բանաձևով, որտեղ n_C -ն զուգորդված հատվածում առկա ածխածնի ատոմների թիվն է:

Օգտագործեք այս ինֆորմացիան 5.2-5.6 հարցերին պատասխանելու համար:



Նկար 2. Բ-կարոտենի զուգորդված հատվածի սխեմատիկ պատկերումը L երկարությամբ միաչափ տուփում:

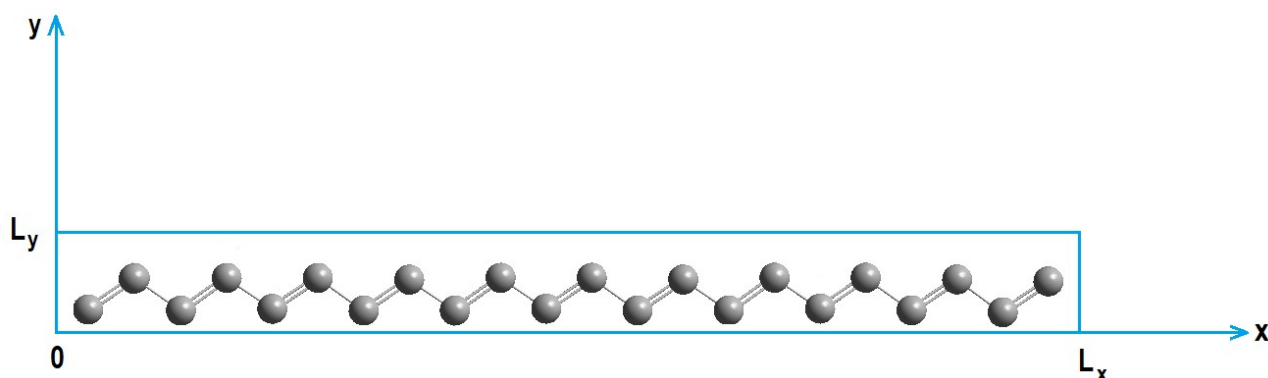


Q5-3

Armenian (Armenia)

5.2	Հաշվեք ամենացածր երկու մակարդակների էներգիաները (Ջ-ներով):	13.0pt
5.3	Նկարեք երկու ամենացածր էներգիական մակարդակների ալիքային ֆունկցիաների գրաֆիկը ճիշտ նշելով x-առանցքի վրայի թվերը:	15.0pt
5.4	Պատկերեք $n = 4$ էներգիական մակարդակից բարձր էներգիական մակարդակների դիագրամը՝ ճիշտ նշելով մակարդակների հարաբերական տեղադրությունը:	8.0pt
5.5	Հաշվեք մոլեկուլի ընդհանուր π -էներգիան (Ջ-ներով):	12.0pt
5.6	Հաշվեք բարձրագույն լրացված և ցածրագույն դատարկ մակարդակների միջև անցման ալիքի երկարությունը (նմ):	10.0pt

5.7-5.8 հարցերին պատասխանելիս օգտագործեք մասնիկը երկչափ տուփի մեջ մոդելը:



Նկար 3. β -կարոտենի զուգորդված ածխածինների սխեմատիկ պատկերումը երկչափ տուփի մեջ:

Ենթադրեք, որ զուգորդված հատվածի բոլոր ածխածին ատոմները գտնվում են միմյանց նկատմամբ տրանս-դիրքում: π -էլեկտրոնների շարժումը նկարագրվում է երկչափ ուղղանկյուն տուփի մեջ՝ $L_x = 26.0 \text{ \AA}$ և $L_y = 3.0 \text{ \AA}$ չափսերով (Նկար 3):

5.7	Հաշվեք բարձրագույն լրացված և ցածրագույն դատարկ մակարդակների էներգիաները, և այն ալիքի երկարությունը (նմ), որում տեղի է ունենում այդ մակարդակների միջև անցումը:	17.0pt
5.8	Որքան է L_x -ի արժեքը (Ա-ներով), եթե փորձնականորեն որոշվել է, որ $\lambda_{max} = 455 \text{ նմ}$, իսկ L_y -ը մնում է հաստատուն՝ $3.0 \text{ \AA}$ (ընդունեք, որ HOMO և LUMO քվանտային թվերը նույնն են ինչ 5.7 հարցում):	12.0pt



A5-1

Armenian (Armenia)

Կոնյա, Գազար, Բետա-կարոտեն, Վիտամին A, Իմունա-
լին համակարգ, Տեսողություն

5.1 (13.0 pt)

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

5.2 (13.0 pt)

Հաշվարկ.

5.3 (15.0 pt)



5.4 (8.0 pt)

5.5 (12.0 pt)



5.6 (10.0 pt)

հաշվարկ.

5.7 (17.0 pt)

հաշվարկ.



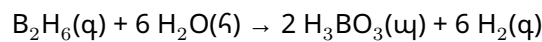
5.8 (12.0 pt)



Թերմոդինամիկական միջաստղային ճանապարհորդության միջոցով

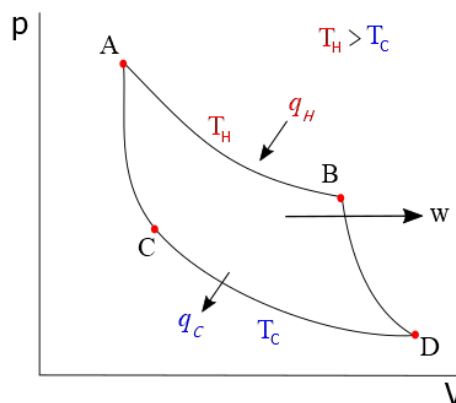
Մաս 1

Ենթադրյալ տիեզերքում անհայտ քանակով դիբորան մասնակցում է հետևյալ ռեակցիային.



Ենթադրեք, որ այս ենթադրյալ տիեզերքում առաջացած $\text{H}_3\text{BO}_3(\text{ա})$ -ը լրիվ սուբլիմվում է 300 Կ-ում: Սուբլիմացման համար անհրաժեշտ էներգիան առաջացել է իդեալական ջերմային շարժիչի **մեկ ցիկլի** ընթացքում կատարված աշխատանքից, որում միատոմ իդեալական գազի մեկ մոլն անցնում է ստորև տրված P-V դիագրամում ներկայացված ցիկլով.

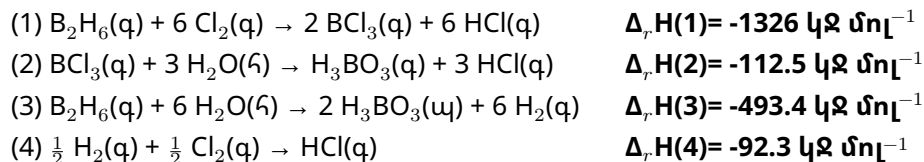
- A → B, դարձելի իզոթերմ ընդարձակում, որը տեղի է ունենում 250 Ջ ջերմափոխանակման (q_H) միջոցով՝ 1000 Կ (T_H) ջերմաստիճանով ջերմության աղբյուրից
- B → D, դարձելի ադիաբատ ընդարձակում
- D → C, դարձելի իզոթերմ սեղմում 300 Կ ջերմաստիճանում՝ սառը լվացարանի տակ սառեցնելիս
- C → A, դարձելի ադիաբատ սեղմում:



Ջերմափոխանակության արդյունքում առաջացած էներգիան թողարկվում է որպես աշխատանք: Բացի այդ, q_H -ը և q_C -ն կախված են T_H -ից և T_C -ից հետևյալ կերպ՝

Ցիկլի արդյունավետությունը, որոշվում է թողարկված աշխատանքի (w) և կլանված ջերմության հարաբերությամբ:

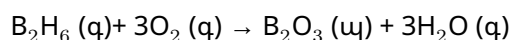
Ձեզ տրված են հետևյալ ռեակցիաների էնթալպիայի արժեքները 300 Կ-ում:



6.1	Հաշվեք H_3BO_3 -ի սուբլիմացման էնթալպիան (կՋ/մոլ-երով) 300 Կ-ում:	5.0pt
6.2	Հաշվեք (2) և (4) ռեակցիաների $\Delta_r U$ -ն (ներքին էներգիան) կՋ/մոլ-երով 300 Կ-ում (ընդունեք, որ բոլոր ռեակցիաներում գազային նյութերն իդեալական վիճակում են):	12.0pt
6.3	Հաշվեք թողարկված աշխատանքի (w) քանակը Ջ-ներով, և սառեցման ժամանակ փոխանցված ջերմության քանակը (q _C)՝ Ջ-ներով:	6.0pt
6.4	Հաշվեք տրված ջերմային շարժիչի արդյունավետությունը:	3.0pt
6.5	Հաշվեք էնտրոպիայի փոփոխությունը (ΔS) ջերմային շարժիչի $A \rightarrow B$ և $D \rightarrow C$ պրոցեսների համար Ջ/Կ չափման միավորով:	6.0pt
6.6	Հաշվեք Գիբսի էներգիայի փոփոխությունը (ΔG) Ջ-ներով ջերմային շարժիչի $A \rightarrow B$ և $D \rightarrow C$ պրոցեսների համար:	6.0pt
6.7	Հաշվեք ցիկլում A և B կետերի ճնշումների հարաբերությունը (ստանդարտ ճնշումը՝ 1 բար):	5.0pt
6.8	Հաշվեք սկզբում տրված ռեակցիայի ժամանակ առաջացած H_2 (գ)-ի քանակը (մոլ-երով)՝ շարժիչի մեկ ցիկլի ընթացքում:	3.0pt

Մաս 2

Միջաստղային ճանապարհորդությունը կարելի է իրականացնել օգտագործելով դիբորանը՝ որպես հրթիռային վառելիք: Դիբորանի այրման ռեակցիան ներկայացված է ստորև.



Դիբորանի այրումն իրականացվել է 100 լիտրանոց անոթում, տարբեր ջերմաստիճաններում, և գրանցվել են հավասարակշռային պայմանները.



	8930 Կ	9005 Կ
$B_2H_6(g)$	0.38 մոլ	0.49 մոլ
$H_2O(g)$	0.20 մոլ	0.20 մոլ

O_2 (գ)-ի պարզիալ ճնշումը բերվել է 1 բարի, և պահվել է հաստատուն բոլոր պայմաններում: Ենթադրենք, որ ենթադրյալ տիեզերքում $\Delta_r S^\circ$ and $\Delta_r H^\circ$ կախված չեն ջերմաստիճանից, B_2O_3 (պ)-ի ստանդարտ մոլային էնտրոպիան (S°) չի փոխվում ճնշման ազդեցությամբ, բոլոր գազային նյութերն իդեալական վիճակում են, և բոլոր նյութերը գտնվում են նույն ֆազում առանց քայքայվելու ռեակցիայից առաջ և ռեակցիայից հետո:

6.9 Հաշվեք K_p -ի (ճնշումներից կախված հավասարակշռության հաստատուն) արժեքները 8930 Կ-ում և 9005 Կ-ում: 8.0pt

6.10 Հաշվեք ռեակցիայի $\Delta_r G^\circ$ -ի արժեքը (կՋ/մոլ-երով) 8930 Կ-ում և 9005 Կ-ում: 6.0pt
(Եթե չեք հաշվել K_p -ի, օգտագործեք հետևյալ արժեքները՝ K_p (8930 Կ) = 2, K_p (9005 Կ) = 0.5):

6.11 Հաշվեք այրման ռեակցիայի $\Delta_r G^\circ$ (կՋ մոլ⁻¹), $\Delta_r H^\circ$ (կՋ մոլ⁻¹), and $\Delta_r S^\circ$ (Ջ մոլ⁻¹Կ⁻¹) 298 Կ-ում (ստորակետից հետո նշեք մեկ թիվ): 6.0pt
(Եթե չեք հաշվել K_p -ի, օգտագործեք հետևյալ արժեքները՝ K_p (8930 Կ) = 2, K_p (9005 Կ) = 0.5):

6.12 Նշեք ճիշտ պատասխանը աղյուսակում, որոշելով, թե տրված ռեակցիաները տրված ջերմաստիճանում և ստանդարտ ճնշման պայմաններում (1 բար) բարենպաստ են, թե ոչ: 8.0pt

6.13 Հաշվեք $H_2O(g)$ -ի $\Delta_f H^\circ$ -ը (կՋ մոլ⁻¹) և S° -ը (կՋ մոլ⁻¹ Կ⁻¹)՝ օգտագործելով ներքևում տրված աղյուսակը: ($\Delta_f H^\circ$ = առաջացման էնթալպիա, S° = ստանդարտ էնտրոպիա): 6.0pt
(Եթե չեք հաշվել այրման $\Delta_r H^\circ$ -ը և $\Delta_r S^\circ$ -ը, օգտագործեք $\Delta H^\circ = 1000$ կՋ մոլ⁻¹, $\Delta S^\circ = 150$ Ջ Կ⁻¹ մոլ⁻¹ արժեքները):

	$\Delta_f H^\circ$ (298 Կ)	S° (298 Կ)
B_2H_6 (գ)	36.40 կՋ մոլ ⁻¹	0.23 կՋ մոլ ⁻¹ Կ ⁻¹
O_2 (գ)	0.00 կՋ մոլ ⁻¹	0.16 կՋ մոլ ⁻¹ Կ ⁻¹
B_2O_3 (պ)	-1273 կՋ մոլ ⁻¹	0.05 կՋ մոլ ⁻¹ Կ ⁻¹



Թերմոդինամիկան միջաստղային ճանապարհորդության միջով

6.1 (5.0 pt)

Ցույց տվեք Ձեր հաշվարկը.

6.2 (12.0 pt)

Ցույց տվեք Ձեր հաշվարկը.

6.3 (6.0 pt)

Ցույց տվեք Ձեր հաշվարկը.



6.4 (3.0 pt)

Ցույց տվեք Ձեր հաշվարկը.

6.5 (6.0 pt)

Ցույց տվեք Ձեր հաշվարկը.

6.6 (6.0 pt)

Ցույց տվեք Ձեր հաշվարկը.



6.7 (5.0 pt)

Ցույց տվեք Ձեր հաշվարկը.

6.8 (3.0 pt)

Ցույց տվեք Ձեր հաշվարկը.



6.9 (8.0 pt)

Ցույց տվեք Ձեր հաշվարկը.



6.10 (6.0 pt)

Ցույց տվեք Ձեր հաշվարկը.

6.11 (6.0 pt)

Ցույց տվեք Ձեր հաշվարկը.



6.12 (8.0 pt)

	Ինքնաբերաբար	Ոչ ինքնաբերաբար
298 Կ	☐	☐
8930 Կ	☐	☐
9005 Կ	☐	☐
9100 Կ	☐	☐

6.13 (6.0 pt)

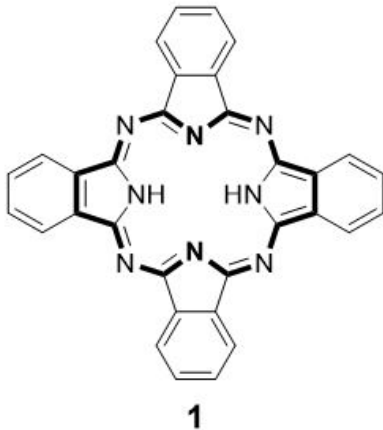
Ցույց տվեք Ձեր հաշվարկը.



Q7-1

Armenian (Armenia)

Ֆթալոցիանիններ

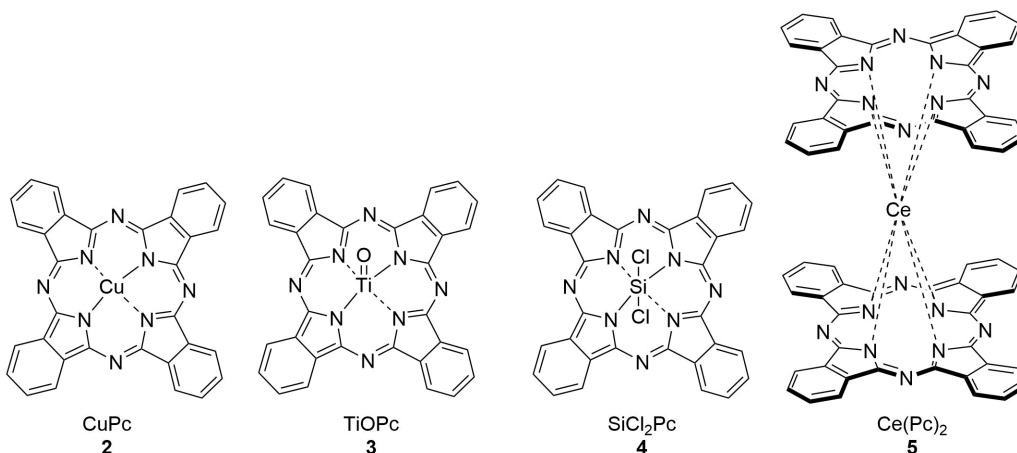


*Emeritus Professor Özer
Bekaroğlu*

Ֆթալոցիանին տերմինը (Pc) ծագում է հունարեն “նաֆթա” բառից, որը նշանակում է քարե յուղ, և “ցիանին” բառից, որ նշանակում է մուգ կապույտ: Թուրք գիտնական Օզեր Բեկարողլուն համարվում է Pc քիմիայի պիոները Թուրքիայում:

Առանց մետաղի ֆթալոցիանինը (**1**, H₂Pc) մեծ, հարթ, մակրոցիկլիկ միացություն է, (C₈H₄N₂)₄H₂ բանաձևով:

7.1 Որքան π -էլեկտրոն կա վերևում ներկայացված H₂Pc մոլեկուլի մզեցված հատվածում (**1** նյութում): 4.0pt





Q7-2

Armenian (Armenia)

Այն PC-ները, որոնք պարունակում են մեկ կամ երկու մետաղի իոններ, կոչվում են մետալոֆթալոցիանիններ(MPC) և առաջացնում են տարբեր երկրաչափական կառուցվածքով մոլեկուլներ:

7.2 **Լրացրեք** պատասխանների թերթիկում տրված աղյուսակը, որոշելով **2-5** նյութերի կենտրոնական իոնների կոորդինացիոն թիվը: 8.0pt

7.3 **Լրացրեք** պատասխանների թերթիկում տրված աղյուսակը, որոշելով յուրաքանչյուր մետաղի (Cu, Ti և Ce) օքսիդացման աստիճանը **2, 3 և 5** նյութերում: 6.0pt

7.4 **Լրացրեք** պատասխանների թերթիկում տրված աղյուսակը, որոշելով **2-5** նյութերի երկրաչափական կառուցվածքները: 8.0pt

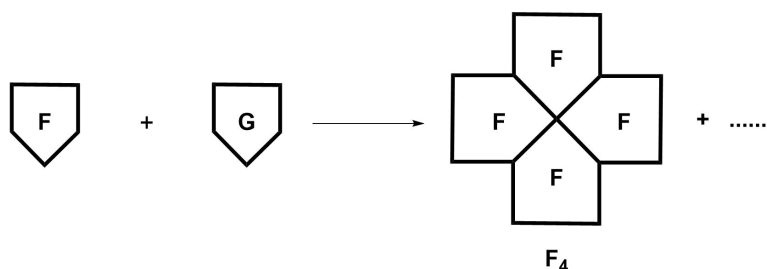
7.5 **Լրացրեք** պատասխանների թերթիկում տրված աղյուսակը, որոշելով **2-5** նյութերի մագնիսական հատկությունները
• Գրեք **"p"** եթե պարամագնետիկ է, և **"d"** եթե դիամագնետիկ է: 8.0pt

7.6 **Գրեք** սիլիցիումի(Si) գրգռված վիճակի էլեկտրոնային կոնֆիգուրացիան **4** նյութում, և **գտեք** բոլոր քվանտային թվերը 2p էլեկտրոնների համար գրգռված վիճակում: 14.0pt

Առանց մետաղի ֆթալոցիանինը (**1**, H₂PC) սովորաբար ստացվում է ֆթալոնիտրիլների ցիկլոտետրամերիզացիայի արդյունքում: Մյուս կողմից, այն PC-ները, որոնք ունեն տարբեր տեղակալիչներ, կոչվում են ասիմետրիկ, և կարող են ստացվել երկու տարբեր ֆթալոնիտրիլների փոխազդեցությունից: Այս մեթոդը սելեկտիվ չէ, և արդյունքում ստացվում է հնարավոր իզոմերների խառնուրդ:

7.7 **Նկարեք** բոլոր հնարավոր վերջանյութերը, որոնք կարող են ստացվել **F** և **G** նյութերի ցիկլիզացումից: Եթե կան ցիս- և տրանս- իզոմերներ, ապա նշեք դրանք: 19.0pt

- **F** և **G** նյութերը երկու տարբեր սիմետրիկ ֆթալոնիտրիլներ են
- Վերջանյութերից մեկը՝ **F₄**-ը, ներկայացված է ստորև
- Մնացած վերջանյութերը նույնպես նկարեք **F₄** նյութի ֆորմատով





Q7-3

Armenian (Armenia)

Ք-ները տեսանելի դաշտում իրենց ուժեղ կլանման և կլանման մոլային բարձր գործակից ունենալու շնորհիվ օգտագործվում են որպես ֆոտոսենսիտիզատորներ՝ քաղցկեղի ֆոտոդինամիկ թերապիայում (ՖԴԹ): ՖԴԹ-ն բաղկացած է երեք հիմնական կոմպոնենտներից՝ **ֆոտոսենսիտիզատոր**, լույս և թթվածին: Սրանցից ոչ մեկը առանձնապես թունավոր չեն, սակայն միասին հարուցում են ֆոտոքիմիական ռեակցիա, որի արդյունքում առաջանում է սինգլետային թթվածին ($^1\text{O}_2$), որը կարող է ոչնչացնել քաղցկեղային բջիջները:

(մոլտիպլետություն) $^1\text{O}_2$

- Էներգիական մակարդակի մոլտիպլետությունը որոշվում է $2S+1$ բանաձևով
- Երբ, երկու սպինները զուգահեռ են ($\uparrow\uparrow$)՝ $S=1$, իսկ երբ հակազուգահեռ են ($\uparrow\downarrow$)՝ $S=0$

7.8 **Նկարեք** սինգլետ թթվածնի ($^1\text{O}_2$) ամենացածր էներգիայով վիճակի մոլեկուլային օրբիտալների(ՄՕ) դիագրամը և հաշվեք կապի կարգը:

- Այդ վիճակում չկան կենտ էլեկտրոններ:

12.0pt

7.9 Ընդունելով, որ տրիպլետային թթվածնից սինգլետայինի անցման ալիքի երկարությունը 1270 նմ է, **հաշվեք** այդ անցման պրոցեսի համար անհրաժեշտ էներգիան(կՋ/մոլ-երով):

6.0pt



Ֆթալոցիանիններ

7.1 (4.0 pt)

H_2PC -ում π -էլեկտրոնների թիվը.

7.2 (8.0 pt)

Կենտրոնական իոն	Պղնձի իոն	Տիտանի իոն	Սիլիցիումի իոն	Ցերիումի իոն
Կոորդինացիոն թիվ				

7.3 (6.0 pt)

Նյութ	2	3	5
Օքսիդացման աստիճան			

7.4 (8.0 pt)

Երկրաչափական կառուցվածք	Նյութ
Օկտաէդրիկ	
Քառակուսի պրիզմա	
Քառակուսի բուրգ	
Հարթ քառակուսի	



7.7 (19.0 pt)

Վերջանյութերը.



7.8 (12.0 pt)

ՄՕ դիագրամ.

Կապի կարգը.

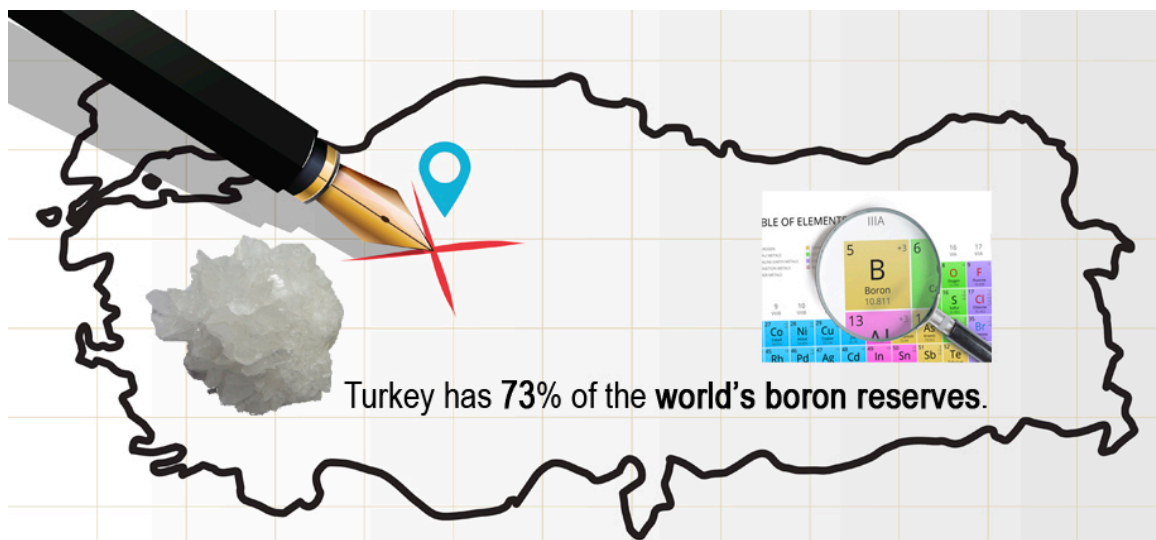
7.9 (6.0 pt)

Տվեք Ձեր հաշվարկը.

Էներգիա = կՋ/մոլ



Բորի միացությունները և Ջրածնի պահեստավորումը



Նատրիումի բորհիդրիդը (NaBH_4) և ամոնիակի բորանը (BNH_6) ջրածնի պահեստավորման համար նախատեսված ամենաշատ ուսումնասիրված նյութերն են: Այս խնդրում դուք կբացահայտեք բորի քիմիան և բորի միացությունների օգտագործումը որպես ջրածնի պահեստավորման նյութեր:

Բորաքար՝ ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot n\text{H}_2\text{O}$), բորի միներալ է, որը Թուրքիայում արտադրվում է ETI հանքարձյունաբերական ընկերության կողմից: NaBH_4 կարող է սինթեզվել անջուր բորաքար 700 °C-ում ջրածին գազի բարձր ճնշման տակ, սիլիցիումի երկօքսիդի ներկայությամբ, մետաղական նատրիումով վերականգնելիս: Այս պրոցեսը կոչվում է Բայերի պրոցես: Բայերի պրոցեսում ամբողջ ջրածինը պահեստավորվում NaBH_4 -ի ձևով: Մյուս կողմից ցույց է տրվել, որ ամոնիակի բորանը (BNH_6), կարող է սինթեզվել 40 °C-ում անջուր տետրահիդրոֆոսֆորանում NaBH_4 -ի և ամոնիումի սուլֆատի միջև ընթացող ռեակցիայով: (**Հուշում.** BNH_6 -ի սինթեզը պետք է իրականացվի լավ օդափոխվող քարշիչ պահարանում, քանի որ ռեակցիայի արդյունքում որպես կողմնակի արգասիք առաջանում է հեշտ բռնկվող գազ): NaBH_4 -ը իոնային միացություն է, ամոնիակի բորանը կոիսի թթվահիմնային զույգ (աղուկտ) է:

8.1 **Գրեք** անջուր բորաքսից NaBH_4 -ի սինթեզի ռեակցիայի հավասարեցված 3.0pt
հավասարումը:

8.2 **Գրեք** NaBH_4 -ից ամոնիակի բորանի սինթեզի ռեակցիայի հավասարեցված 3.0pt
հավասարումը:

8.3 **Գծեք** BH_4^- իոնի և BNH_6 մոլեկուլի երկրաչափական կառուցվածքները: 4.0pt

8.4 **Հաշվեք** NaBH_4 և BNH_6 նյութերում ջրածնի զանգվածային բաժինները (%): 4.0pt



Պահեստավորված ջրածինը երկու միացություններում էլ կարող է անջատվել հիդրոլիզի ռեակցիայով՝ սենյակային ջերմաստիճանում, համապատասխան կատալիզատորի ներկայությամբ: Հիդրոլիզի ռեակցիաների ընթացքում 1 մոլ NaBH_4 -ից առաջանում է 4 մոլ H_2 գազ, իսկ 1 մոլ BNH_6 -ից 3 մոլ H_2 գազ, ինչպես նաև երկու ռեակցիաներում էլ առաջանում է B-O կապեր պարունակող մետաբորատ անիոն:

8.5 **Գրեք** NaBH_4 -ի և BNH_6 -ի հիդրոլիզի ռեակցիաների հավասարեցված հավասարումները: 4.0pt

Պարզագույն կայուն բորատներից է բորի(III) օքսիդը (B_2O_3): Բարձրագույն բորատների, օրինակ՝ $\text{B}_3\text{O}_6^{3-}$ քիմիական բանաձևով բորատի կառուցվածքում առկա է B-O կապեր պարունակող ցիկլ: Քանի որ B_2O_3 -ը թթվային միացություն է, այն հեշտությամբ փոխազդում է ջրի հետ առաջացնելով բորաթթու (H_3BO_3): Մյուս կողմից, բարձր ջերմաստիճանում և բարձր ճնշման տակ B_2O_3 -ը փոխազդում է ամոնիակի հետ առաջացնելով երկչափ կառուցվածք ունեցող բորի նիտրիդ, որի կառուցվածքը նման է գրաֆիտի կառուցվածքին՝ որտեղ հաջորդաբար իրար են փոխարինում B-ի և N-ի ատոմները:

8.6 **Գրեք** բորաթթվի և բորի նիտրիդի ստացման ռեակցիաների հավասարեցված հավասարումները: 4.0pt

8.7 **Գծեք** $\text{B}_3\text{O}_6^{3-}$ իոնի, բորաթթվի և բորի նիտրիդի մեկ շերտի կառուցվածքային բանաձևերը (**Ուշադիր.** բորի նիտրիդի կառուցվածքային բանաձևը գծելիս ամենաքիչը ներառեք 10 բորի ատոմ): 6.0pt

B-H միացությունները կոչվում են բորաններ: Պարզագույն կայուն բորանը դա դիբորանն է (B_2H_6), շատ բարձրագույն բորաններ կարելի է ստանալ դիբորանը պիրոլիզի ենթարկելով: Դիբորան կարելի է սինթեզել բորանի հալոգենիդի և հիդրիդ իոնի միջև տեղի ունեցող փոխանակային ռեակցիայով:

8.8 **Գրեք** BF_3 -ից և LiBH_4 -ից դիբորանի սինթեզի ռեակցիայի հավասարեցված հավասարումը (**Հուշում.** ռեակցիայի երկու արգասիքներն էլ բորի միացություններ են): 3.0pt

8.9 **Գծեք** դիբորանի կառուցվածքային բանաձևը (**Հուշում.** դիբորանի մոլեկուլում չկան B-B կապեր): 2.0pt

BH_3 -ը (բորան) շատ անկայուն և շատ ռեակցունակ մոլեկուլ է: Այն հնարավոր չէ ստանալ BH_3 -ի ձևով սովորական պայմաններում: Այնուամենայնիվ այն կարելի է կայունացնել փոխազդեցության մեջ դնելով ածխածնի մոնօքսիդի հետ: Առաջանում է բորանի կարբոնիլ (BH_3CO), որը բորանի ադդուկտ է: BH_3CO -ի ստացումը մեծ դեր է խաղում բորանների քիմիայի ուսումնասիրման մեջ, քանի որ այն ցույց է տալիս բորանի մոլեկուլի հավանական գոյությունը:

8.10 **Գծեք** BH_3CO մոլեկուլի Լյուսիսի կառուցվածքային բանաձևը՝ նշելով պայմանական լիցքերը: 3.0pt



- 8.11** Նշված պնդումներից, որն է դիտվում CO մոլեկուլի C—O կապում BH_3 -ի և CO-ի միջև կապ առաջանալու ժամանակ: Պատասխանների ձևաթղթում նշեք ճիշտ պատասխանը: 2.0pt

Բորագինի մոլեկուլը ունի ցիկլիկ կառուցվածք, այն կազմված է մեկ և կրկնակի կապեր ունեցող B—N մասերից և այս ատոմներին միացած ջրածնի ատոմներից: Բորագինի մոլեկուլային բանաձևն է՝ $\text{B}_3\text{N}_3\text{H}_6$, և կառուցվածքով նման է (իզոստրուկտուրայ) բենզոլին: Բորագին կարելի է սինթեզել կիրառելով երկփուլանի պրոցես: Սկզբից ամոնիումի քլորիդի և բորի եռքլորիդի միջև ընթացող ռեակցիայում ստացվում է սիմետրիկ եռտեղակալված բորագինի քլորային ածանցյալը՝ $(\text{B}_3\text{N}_3\text{H}_3\text{Cl}_3)$, հետո տետրահիդրոֆուրանում (THF) $\text{B}_3\text{N}_3\text{H}_3\text{Cl}_3$ -ի LiBH_4 -ով վերականգնումով ստացվում է բորագինը:

- 8.12** Գրեք բորագինի ստացման երկու փուլերի ռեակցիաների հավասարեցված հավասարումները: (Հուշում. տետրահիդրոֆուրանը ստաբիլիզացնում է ռեակցիայի արգասիքներից մեկը): 4.0pt

- 8.13** Գծեք բորագինի և նրա սիմետրիկ եռտեղակալված քլորածանցյալի կառուցվածքային բանաձևերը: 4.0pt

Կատալիզատորները դրանք նյութեր են, որոնք արագացնում են ռեակցիաների արագությունները, նրանց թույլ տալով ընթանալ ավելի քիչ էներգատար ուղիներով: Կատալիզատորի կատալիտիկ ակտիվությունը հիմնականում որոշվում է շրջապտույտների հաճախությամբ (ՇՀ/TOF), որը որոշվում է առաջացած արգասիքի մոլերի թիվը բաժանելով ակտիվ կատալիզատորի մոլերի թվին և ժամանակին (TOF = արգասիքի քանակ(մոլ) / (կատալիզատորի քանակ(մոլ) $\times$ ժամանակ)): BNH_6 -ի հիդրոլիզը իրականացվել է 10.0 մլ ջրում օգտագործելով 100.0 մՄ BNH_6 և 5.0 մգ CuPt/C կատալիզատոր (CuPt համաձուլվածքի նանոմասնիկներ ներառված սև ածխի մեջ՝ ըստ զանգվածի պարունակում է 8.2 % Pt): Հիդրոլիզի ընթացքում 5 րոպեում անջատվել է 67.25 մլ գազային ջրածին:

- 8.14** Ընդունելով որ կատալիտիկ ռեակցիան ընթանում է ստանդարտ պայմաններում (1 մթն. և 273,15 Կ), հաշվեք CuPt/C կատալիզատորի TOF-ը (րոպե⁻¹): Հաշվի առեք որ միայն Pt-ի ատոմներն են կատալիզում BNH_6 -ի հիդրոլիզի ռեակցիան: Հաշվի առեք անջատված ջրածնի ծավալը: 4.0pt

Cu_xPt_y համաձուլվածքի նանոմասնիկի բյուրեղի մանրակրկիտ ուսումնասիրությունից (ինդեքսները ցույց են տալիս համաձուլվածքում ատոմների մոլային պարունակությունը տոկոսներով), պարզվել է, որ Pt-ի նիստակենտրոն տարրական բջջում Cu-ի ատոմները հայտնվելիս տեղակալում են նիստերի վրա տեղակայված Pt-ի ատոմներին՝ առաջացնելով Cu_xPt_y : Հաշվի առնելով այս իմֆորմացիան պատասխանեք հետևյալ հարցերին:

- 8.15** Որոշեք համաձուլվածքի նանոմասնիկի կազմը գտնելով x-ը և y-ը Cu_xPt_y համաձուլվածքում: 2.0pt



Q8-4

Armenian (Armenia)

8.16 **Գծեք** Cu_xPt_y -ի համաձուլվածքի բյուրեղի տարրական բջջի կառուցվածքը 2.0pt
ցույց տալով ատոմների դիրքերը բյուրեղացանցում:

8.17 **Հաշվեք** Cu_2Pt_1 համաձուլվածքի տարրական բջջի խտությունը: Ընդունեք, որ այն ունի նիստակենտրոն բյուրեղավանդակ և դրա բյուրեղավանդակի հաստատունը 380 պմ է, իսկ Cu-ի և Pt-ի ատոմները բյուրեղավանդակում խառն են դասավորված: 4.0pt



A8-1

Armenian (Armenia)

Բորի միացությունները և Ջրածնի պահեստավորումը

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)

$B_3O_6^{3-}$	Բորաթթու	Բորի նիտրիդ



8.8 (3.0 pt)

8.9 (2.0 pt)

8.10 (3.0 pt)

**8.11** (2.0 pt)

- ☐ Այն երկարում է, քանի որ BH_3 -ը հանդիսանում է π -դոնոր CO -ի հետ կապ առաջացնելիս:
- ☐ Այն երկարում է, քանի որ CO -ն հանդիսանում է π -դոնոր BH_3 -ի հետ կապ առաջացնելիս:
- ☐ Առանձնապես փոփոխության չի ենթարկվում, քանի որ CO -ն չընդհանրացված էլեկտրոններ է տրամադրում BH_3 -ին
- ☐ Այն կարճանում է, քանի որ CO -ն քանդող օրբիտալների էլեկտրոններ է տրամադրում BH_3 -ին:

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
Armenian (Armenia)

--



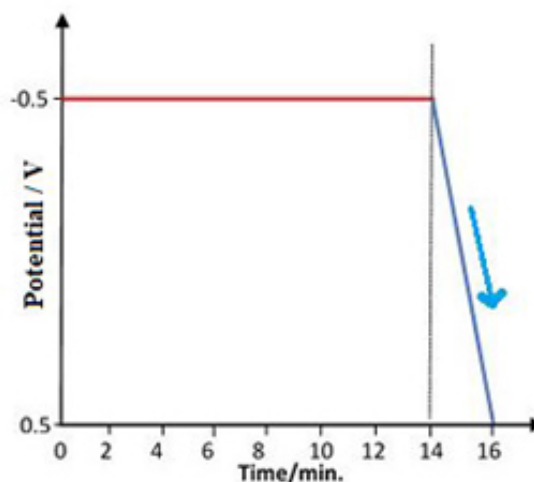
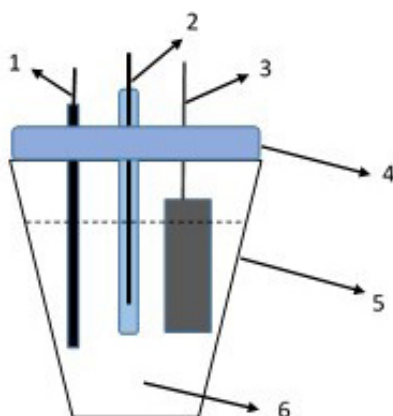
Ծանր մետաղների իոնների քանակական որոշումը

Գործարանի կեղտաջրերի ամբարում ծանր մետաղների իոնների քանակական անալիզը իրականացնելու համար անալիտիկը կատարել է հետևյալ փուլերը 298 Կ-ում:

Փուլ 1) Կեղտաջրերի ամբարի տարբեր տեղամասերից վերցվել են 10 մլ նմուշներ որոնք լցրել են 100 մլ անոթի մեջ և խառնել են մագնիսական խառնիչով 5 րոպե:

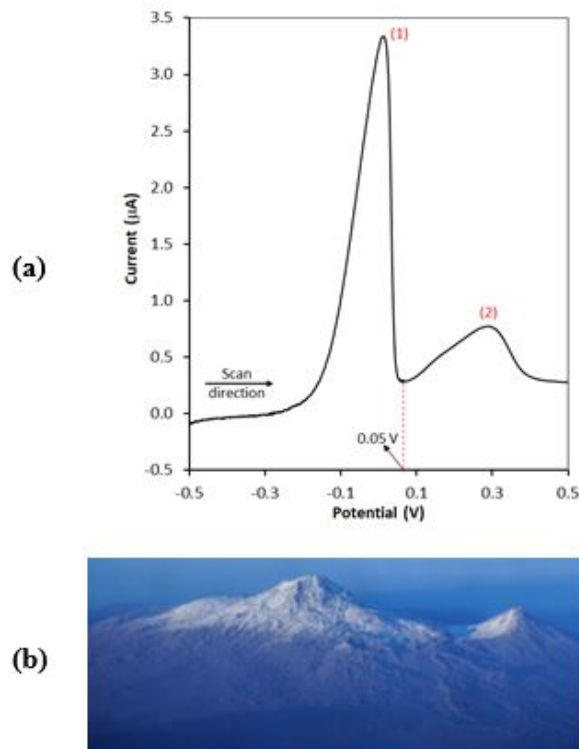
Փուլ 2) 100 մլ անոթից վերցվել է 10 մլ նմուշ և ավելացվել է 142 մգ Na_2SO_4 և խառնվել, ստացված լուծույթի մեջ տեղադրվել է երեք էլեկտրոդով բջիջ ինչպես նշված է նկար 1a-ում: Այդ էլեկտրոդիմիական բջջում պլատինե լարը, Ag/AgCl (3 M KCl), և պլատինե թիթեղը համապատասխանաբար իրենցից ներկայացնում են աշխատող, համեմատիչ, հակադիր էլեկտրոդներ:

Փուլ 3) Այս երեք էլեկտրոդները միացված են պոտենցիստատին: 14 րոպե -0.5 Վ հաստատուն պոտենցիալ (պոտենցիալը ըստ Ag/AgCl համեմատիչ էլեկտրոդի) է միացվել ինչպես նշված է նկար 1b-ում (հորիզոնական գիծ): Ենթադրվում է, որ 14 րոպեն բավական է սպասվող էլեկտրոքիմիական ռեակցիան ավարտելու համար:



Նկար 1. a) էլեկտրոքիմիական բջջի կառուցվածքը. 1) Աշխատող էլեկտրոդ (պլատինե լար), 2) համեմատիչ էլեկտրոդ (Ag/AgCl , 3M KCl), 3) հակառակ էլեկտրոդ (պլատինե թիթեղ), 4) բջջի ծորակ, 5) էլեկտրոքիմիական բջիջ 6) 10-մլ նմուշի լուծույթ **b)** Աշխատող էլեկտրոդի պոտենցիալի փոփոխությունը ժամանակի ընթացքում: y-առանցք. պոտենցիալ/V Ag/AgCl -ի համեմատությամբ, x-առանցք. ժամանակ/ր.:

Փուլ 4) էլեկտրոդները լվացվել են թորած ջրով և տեղադրվել են մեկ այլ էլեկտրաքիմիական բջջում, որը պարունակում է 10 մլ 0.1 M H_2SO_4 -ի լուծույթ, ապա չափվել է պոտենցիալը -0.5 Վ-ից $+0.5$ Վ միջակայքում՝ ինչպես երևում է նկար 1b-ում: (Իջնող թեքության ժամանակը 2 ր. է). Հոսանքի ուժի կախվածությունը պոտենցիալից ներկայացված է նկար 2a-ում:

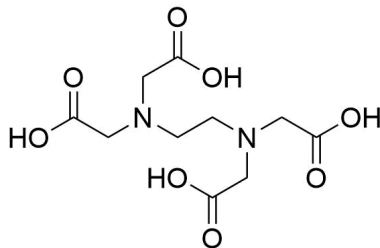


Նկար 2a) Աշխատանքային էլեկտրոդի պոտենցիալի կախումը հոսանքի ուժից 0.1 M H_2SO_4 լուծույթում այն կայուն պահելուց հետո -0.50 Վ պոտենցիալով 10մլ կեղտաջրում: γ -առանցք. հոսանքի ուժ/ μA , x -առանցք. պոտենցիալ/V չափված Ag/AgCl էլեկտրոդով, b) Մեծ ու փոքր Արարատների պատկերը:

Փուլ 5) Փուլ 1-ում պատրաստված մեկ այլ 10 մլ նմուշ վերցվել է, և կրկին կիրառվել են 2-րդ և 3-րդ փուլերով նախատեսված գործընթացները: Էլեկտրոդները լվացվել են թորած ջրով և տեղադրվել են մեկ այլ էլեկտրաքիմիական բջջում, որը պարունակում է 10 մլ 0.1 M H_2SO_4 -ի լուծույթ: Հետո աշխատող էլեկտրոդի պոտենցիալը 14 ր պահվել է հաստատուն՝ +0.05 Վ: Ենթադրվում է, որ 14 րոպեն բավական է սպասվող էլեկտրաքիմիական ռեակցիան ավարտելու համար:

Փուլ 6) 5-րդ փուլից հետո, էլեկտրաքիմիական բջջի մեջ եղած լուծույթը տեղափոխել են անոթի մեջ և 150°C-ում գոլորշիացրել են մինչև չոր պինդ նյութի առաջացումը:

Փուլ 7) 6-րդ փուլում ստացված պինդ մնացորդը լուծել են 5 մլ էթիլենդիամինտետրաքաղաքաթվի լուծույթում (EDTA, H_4Y) (Նկար 3): Հետո լուծույթի pH-ը բարձրացրել են մինչև 10 և EDTA-ի ավելցուկը տիտրել են 0.0010 M $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$ -ի լուծույթով: Ծախսվել է 95.6 մլ $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$ -ի լուծույթ: Հայտնի է, որ EDTA-ի 1 մլ լուծույթը համարժեք է 3.85 մգ/մլ BaCO_3 -ի լուծույթին:



Նկար 3. EDTA-ի քիմիական կառուցվածքը (H_4Y).

- H_2S -ի հազեցած լուծույթում $[H_2S]$ ձևի հավասարակշռային կոնցենտրացիան $0.1 M$ է:
- $K_{sp}(NiS) = 4.0 \times 10^{-20}$; $K_{sp}(CuS) = 1.0 \times 10^{-36}$
- $K_{a1}(H_2S) = 9.6 \times 10^{-8}$; $K_{a2}(H_2S) = 1.3 \times 10^{-14}$

Ռեակցիա	E° / V (298 K)
$2H_2O(l) + 2e^- \rightarrow H_2(g) + 2OH^-(aq)$ (շր.)	-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 Տրված պնդումներից, որն է համապատասխանում Նկար 2a-ի պիկ 1-ին և որը պիկ 2-ին: **Նշեք** ճիշտ պատասխանները պատասխանների թերթիկում: 5.0pt

9.2 Նշված պնդումներից որը կդիտվի, եթե 1-ին փուլում (հորիզոնական գիծ, նկար 1b) սկզբից $-0.5 V$ -ի փոխարեն միացվի $-1.2 V$: **Նշեք** ճիշտ պատասխանները պատասխանների թերթիկում: 5.0pt

9.3 **Հաշվեք** սկանավորման արագությունը (մV/վրկ.) 298 K-ում, օգտվելով նկար 2a-ի տվյալներից: 8.0pt

Ներկայացված բջջի պոտենցիալը $0.437 V$ է:

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

9.4 **Հաշվեք** $AgCl(s) + e^- \rightarrow Ag(s) + Cl^-(aq)$ կիսառեակցիայի ստանդարտ պոտենցիալը (V) 298 K-ում: 16.0pt
Ուշադրություն. Դուք պետք է ցույց տաք ձեր ամբողջ հաշվարկը:



Q9-4

Armenian (Armenia)

- | | | |
|-----|---|--------|
| 9.5 | Որ պնդումն է արտացոլում 5-րդ փուլի հիմնական գաղափարը: Նշեք ճիշտ պատասխանները պատասխանների թերթիկում: | 5.0pt |
| 9.6 | Գրեք 7-րդ փուլում ընթացած կոմպլեքսագոյացման և հետադարձ տիտրման ռեակցիաների հավասարեցված կրճատ իոնական հավասարումները: | 6.0pt |
| 9.7 | Հաշվեք Ni^{2+} -ի կոնցենտրացիան (մգ/լ) գործարանի կեղտաջրերում: Ուշադրություն. Դուք պետք է ցույց տաք ձեր ամբողջ հաշվարկը: | 25.0pt |
| 9.8 | 5-րդ փուլում ստացված լուծույթի միջով անցկացրել են H_2S մինչև լուծույթի հագենալը: Հաշվեք pH-ի մինիմում արժեքը, որի դեպքում կսկսվի Ni^{2+} իոնների նստեցումը: Եթե չեք կարող լուծել 9.7 հարցը ապա Ni^{2+} -ի կոնցենտրացիան ընդունեք 20 մգ/լ: Ուշադրություն. Դուք պետք է ցույց տաք ձեր ամբողջ հաշվարկը: | 30.0pt |



Ծանր մետաղների իոնների քանակական գնահատականը

9.1 (5.0 pt)

- ☐ Պիկ 1. Ni-ի էլեկտրոդիմիական վերականգնում / Պիկ 2. Cu-ի էլեկտրոդիմիական վերականգնում
- ☐ Պիկ 1. Cu-ի էլեկտրոդիմիական վերականգնում / Պիկ 2. Ni-ի էլեկտրոդիմիական վերականգնում
- ☐ Պիկ 1. Ni-ի էլեկտրոդիմիական վերականգնում / Պիկ 2. Cu-ի էլեկտրոդիմիական օքսիդացում
- ☐ Պիկ 1. Ni-ի էլեկտրոդիմիական օքսիդացում / Պիկ 2. Cu-ի էլեկտրոդիմիական օքսիդացում
- ☐ Պիկ 1. Cu-ի էլեկտրոդիմիական օքսիդացում / Պիկ 2. Ni-ի էլեկտրոդիմիական օքսիդացում

9.2 (5.0 pt)

- ☐ NO-ի առաջացում
- ☐ NO₂-ի առաջացում
- ☐ Ազոտի առաջացում
- ☐ Թթվածնի առաջացում
- ☐ Զրածնի առաջացում

9.3 (8.0 pt)

Ցույց տվեք Ձեր հաշվարկները.

Սկանավորման արագություն = մՎ/վրկ



9.4 (16.0 pt)

Ցույց տվեք Ձեր հաշվարկները.

Ստանդարտ էլեկտրոդային = Վ

9.5 (5.0 pt)

- ☐ Pt-ի լարի մոդիֆիկացիա Ni-Cu համաձուլվածքի թիրեղի հետ
- ☐ Pt-ի լարի մոդիֆիկացիա Ni-ի թիրեղի
- ☐ Cu-ի և Ni-ի էլեկտրաքիմիական հեռացում դեպի լուծույթ Pt-ե լարի հետ մոդիֆիկացված համաձուլվածքից
- ☐ Cu-ի էլեկտրաքիմիական հեռացում դեպի լուծույթ Pt-ե լարի հետ մոդիֆիկացված համաձուլվածքից
- ☐ Ni-ի էլեկտրաքիմիական հեռացում դեպի լուծույթ Pt-ե լարի հետ մոդիֆիկացված համաձուլվածքից

9.6 (6.0 pt)

Կոմպլեքսագոյացում

Հետտիրում



A9-3
Armenian (Armenia)



9.7 (25.0 pt)

Ցույց տվեք Ձեր հաշվարկները.

Ni^{2+} կոնցենտրացիան՝ մգ/լ:



9.8 (30.0 pt)

Ցույց տվեք Ձեր հաշվարկները.

pH-ի մինիմալ արժեքը՝