Теориялық тур
10 сынып

Задача 1. Хроматтар және тағы басқалары

1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	Барлығы	Жалпыдан %
4	4	6	8	4	6	6	4	6	**48**	**10**

Хромат иондары өз заряды мен геометриясына байланысты суда ерімейтін көптеген тұздарды түзеді. Мысалы, калий дихроматы ерітіндісі барий нитратымен әрекеттескенде барий хроматының (дихромат емес) тұнбасы түзіледі, ал артық барий нитраты болғанның өзінде тұнба үстіндегі ерітінді сары күйде қалады ***(1-реакция)***. Дәл осы реакцияға калий ацетатын қосқанда, барий хроматының тұнбасы көбірек түзіледі, ал ерітіндіде сары түс сақталмайды ***(2-реакция).***

1.1. Хромат және дихромат иондарының құрылымдық формуласын кескіндеңіз. Олардың геометриясын сөзбен сипаттаңыз.

1.2. ***1-ші*** *және* ***2-ші реакция*** теңдеулерін жазыңыз.

Күміс хроматының ерігіштік көбейтіндісі (**1,1 · 10⁻¹²**), Барий хроматының ерігіштік көбейтіндісі (**1,1 · 10⁻¹⁰**) екені белгілі.

1.3. Егер барий хроматы мен күміс хроматының қаныққан ерітінділері бірдей мөлшерде араластырылса, тұнба түзіле ме? Түзілсе, қандай тұнба түзілетінін көрсетіңіз.

1.4. Таза суға қатты күміс хроматы мен барий хроматы салынды. Қоспа тұнбасының үстіндегі ерітіндіде барий, күміс және CrO_4^{2-} иондарының тепе-теңдік концентрациялары қандай?

1.5. 100 мл 0.0001 М $Ba(NO_3)_2$ мен 100 мл 0.0002 М K_2CrO_4 араластырылғанда, түзілген тұнбаның массасы қандай?

Күшті қышқыл ортада хромат ерітінділерінен құрылымы хроматтар мен дихроматтарға ұқсас три- және тетрахроматтарды бөлуге болады.

1.6. Дихромат иондарынан три- және тетрахромат иондар түзілу реакцияның иондық теңдеулерін жазыңыз. Бұл тұздарды концентрлі немесе сұйылтылған ерітінділерден алу тиімді екенін көрсетіңіз.

Молибден – хромға топ бойынша ұқсас элемент, ол ең жоғары тотығу дәрежесінде әртүрлі аниондар түзеді. Алайда, бұл аниондардың құрылымы мүлде басқа.

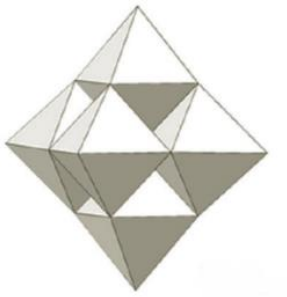
1.7. Төмендегі суреттерде көрсетілген молибдат иондарының формулаларын ($Mo_xO_y^{n-}$ түрінде) анықтаңыз. Бірінші құрылым 2-ші реттік симметрия осіне ие және 8 октаэдрден тұрады. Әр октаэдрдің центрінде молибден атомы орналасқан, ал төбелерінде – оттегі атомдары бар.





1.8. Көрсетілген екі анионның қайсысы қышқылдығы жоғарырақ ортада түзіледі? Жауабыңызды негіздеңіз.

1.9. Тағы бір металл ерітінділерде $M_xO_y^{8-}$ оксоаниондарын түзеді, ол суретте көрсетілген. Оның төртінші ретті 3 симметрия осі бар. Осы анионда металл [Kr] электрондық конфигурациясына ие. M металлын анықтаңыз. Осы анион құрамындағы қанша оттегі атомы μ_2-атом болып табылады (яғни, яғни 2 M атомын байланыстырады)?



Задача 2. Космос не для меня! – Часть 1

2.1	2.2	2.3.1	2.3.2	2.3.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	Барлығы	Жалпыдан %
1	1	0.5	1.5	1	1	6	3	2	6	**23**	**9**

Адиабаталық ұлғаю – бұл газдың қоршаған ортамен жылу алмаспай ұлғаю жүретін термодинамикалық процесс. Адиабаталық ұлғаюды әртүрлі денелерді суытуға мүмкіндік беретін тоңазытқыш жүйелерінде қолданады. Мысалы, компрессордың жұмысында газ жоғары жылдамдықпен сығылады, бұл оның қызуына, кейін кеңейген кезде салқындауына әкеледі.

Адиабаталық процесс барысында идеал газдың қысымы мен көлемінің өзгерісі мына теңдеумен сипатталады:

$$pV^{\gamma} = p_0V_0^{\gamma},$$

мұндағы $\gamma = c_p/c_V$ – адиабата көрсеткіші (газдың изобарлық және изохорлық жылу сыйымдылықтарының қатынасы, олар идеал газ үшін R шамасына өзгереді: $c_p = c_V + R$), ал p_0 және V_0 – газдың бастапқы қысымы мен көлемі.

2.1. Осыған ұқсас адиабаталық процесс кезінде идеал газдың бастапқы және ағымдағы көлемі мен температурасы арасындағы байланыс теңдеуін шығарыңыз. Шығару жолдарын көрсетіңіз.

2.2. Изобаралық және адиабаталық ұлғаю кезінде 10.00 л идеал газдың (c_V = 13 Дж/(моль·К)) көлемі үш есеге артқанда, соңғы температуралар қанша есеге айырмашылық жасайды?

2.3. 0.15 моль идеал газ 500 К температурада және 2 атм-де адиабаталық ұлғаюға ұшыратып, 15 л және 171 К-ге дейін кеңейтілді.

2.3.1. Газдың бастапқы көлемін және соңғы қысымын есептеңіз.

2.3.2. Газдың адиабата көрсеткішін, изохоралық және изобаралық жылу сыйымдылығын есептеңіз.

2.3.3. Газ молекуласындағы атом саны қандай?

Кәдімгі тұрмыстық тоңазытқыш ғарышқа жарамсыз, өйткені оның жұмысы тоңазытқыш агентті тарату үшін компрессорлық жүйеде қолданылатын ауырлық күшіне байланысты. Белгілі болғандай, ғарыш жағдайында ауырлық күші жоқ.

NASA-ның Годдард ғарыштық ұшу орталығында ғарышта қолдануға арналған адиабаталық магнитсіздіретін тоңазытқыш (ADR) әзірленуде. 1980-ші жылдардың басында доктор Стивен Каслз ғарыш станцияларында пайдалануға жарамды тоңазытқыштың демонстрациялық моделін жасап шығарды. Адиабаталық магнитсіздендіру арқылы салқындату – бұл 10^{-4} К-ге дейінгі өте төмен температураға жетуге мүмкіндік беретін, гравитацияға тәуелсіз әдіс.

Техникалық тұрғыдан, парамагнетик үлгісі жылу тасымалдағыш рөлін атқаратын сұйық гелийге батырылады. Бұл кезеңде парамагнетиктегі жұптаспаған электрондар ретсіз

орналасқан, сондықтан оның жалпы магниттік өрісі нөлге тең. Кейін күшті магнит өрісі қосылып, магниттік моменттер реттеледі. Осы кезде жүйенің энтропиясы ретсіз парамагнетик энтропиясынан реттелген күйдегі парамагнетик энтропиясына дейін төмендейді. Ал температура тұрақты болып қалады, өйткені үлгіден бөлінген жылу қоршаған ортаға беріледі. Содан кейін гелий сорылып, үлгі мен салқындатқыш резервуар арасындағы жылу байланысы үзіледі, ал сыртқы магнит өрісі жойылады. Бұл – адиабаталық кезең, оның барысында зат қайтадан реттелген күйден ретсіз күйге өтеді, бірақ энтропия өзгермейді, ал температура төмендейді. "Ретсіз → реттелген → ретсіз" циклі ақырында температураның төмендеуіне әкеледі.

2.4. Үлгінің энтропиясы соңғы кезеңде неге тұрақты болатынын қысқаша түсіндіріңіз.

Дебайдың кубтық заңына сәйкес, абсолюттік нөлге жақын температураларда қатты заттардың жылу сыйымдылығы температураның кубына пропорционал $C = a \cdot T^3$. Парамагнетик үлгісі үшін күшті магнит өрісі әсер еткенде, мольдік изобарлық жылу сыйымдылығы C_p 0,7 К температурасында 5,49 Дж $\cdot K^{-1}$ $\cdot$ моль$^{-1}$ мәнінен 4,31 Дж $\cdot K^{-1}$ $\cdot$ моль$^{-1}$ мәніне дейін өзгереді. Үлгіні идеал кристалл деп есептеңіз.

2.5. Абсолют нөлге жақын үлгінің энтропиясының күшті магнит өрісі бар және болмаған кездегі температураға тәуелділігін шығарыңыз.

2.6. Сапалық тұрғыда бір графикте заттың реттелген және ретсіз күйіндегі энтропиясының 0 K маңындағы температураға тәуелділігін көрсетіңіз. Алынған графикте ретсіз → реттелген → ретсіз күйге ауысатын 1 циклді сызықтармен белгілеңіз.

2.7. 1 моль үлгісі 0.7 K температурасында магниттелу процесінде бөлінетін жылу мөлшерін есептеңіз.

2.8. 1 моль үлгіні 0.7 K температурасынан 0.01 K-ге дейін салқындату үшін ADR қанша цикл жұмыс істеуі керек? Ал 10^{-4} K-ге дейін салқындату үшін неше цикл қажет?

Задача 3. Ғарыш — мен үшін емес! – 2-бөлім

3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	Барлығы	Жалпыдан %
12	4	10	8	8	**42**	**8**

NASA адиабаттық магнитсіздендіру тоңазытқышында (ADR) салқындату көзі ретінде **A, B, C, D, E, F** тұздарын пайдаланады. Бұл тұздардың құрамындағы парамагниттік металл иондары әртүрлі болғанымен, олардың көптеген ортақ қасиеттері бар:

- Барлық тұздар бір ғана анионды қамтиды, әрі бұл анион барлық тұздар үшін бірдей.
- Барлық тұздар – суда еритін кристаллогидраттар.
- Екі тұз изоқұрылымды және белгілі бір қос тұздар класына жатады; қалған үш тұз да изоқұрылымды және басқа белгілі қос тұздар класына кіреді.
- Барлық тұздардың құрамындағы парамагниттік металл ионы қышқыл ортада су ерітіндісінде ең тұрақты тотығу дәрежесінде болады.
- Барлық тұздар радиоактивті емес.
- Тұздардың **(A-F)** ерітіндісіне сілті қосқанда тұнба түзіледі, ал **A-C** тұздары үшін бұл процесс газ бөлінуімен қатар жүреді ***(1-реакция).*** Екі жағдайда тұнба сілтінің артық мөлшерінде жақсы ериді ***(2,3-реакциялар),*** бір жағдайда тұнба

сілтінің артық мөлшерінде әзер ериді ***(4-реакция),*** тағы бір жағдайда тұнба ауада қараяды ***(5-реакция)***. Қалған екі жағдайда тұнба 1М сілтіде ерімейді.

- Барлық тұздардың молярлық массасы (бір парамагниттік металл ионына шаққанда) 370-тен 500 г/моль аралығында.

- Әр тұздың ерітіндісі барий хлориді немесе қорғасын нитраты ерітіндісімен әрекеттескенде ақ тұнба түзеді.

C тұзының ерітіндісіне калий цианидінің артық мөлшерін қосқанда, құрамында төрт зарядты октаэдрлік аниондар бар көк түсті ерітінді пайда болады ***(6-реакция);*** бұл көк ерітінді ауада тотығып, қызыл түске өзгереді ***(7-реакция).*** Реагенттерді кері ретпен араластыру және калий цианидінің артық емес мөлшерін пайдалану ерітіндіде 22.72% калий және 20.94% көміртек бар, құрамында бір элементтің екі түрлі парамагниттік ионы кездесетін тұнба түзуге әкеледі ***(8-реакция).***

F заты калий йодиді ерітіндісімен әрекеттесіп, тұнбалар қоспасын түзеді ***(9-реакция),*** ал **A** заты бір ғана тұнба түзеді ***(10-реакция).***

Металл иондарындағы жұптаспаған электрондар санын анықтау үшін сәйкес тұздардың (бір парамагниттік ионға есептелген) спиндік магниттік моменттері өлшенді. Сонымен қатар, олардың құрамындағы су массалық үлесі де анықталды. Нәтижелер төмендегі кестеде берілген:

	A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**
μ, мБ	6.1	3.9	6.0	8.0	4.0	1.7
$w(H_2O)$, %	44.8	27.3	27.6	19.3	43.3	24.5

3.1. A-**F** заттарын анықтаңыз.

3.2. Алты тұздың ішінде сәйкесінше екі және үшеуі жататын қос тұздардың екі құрылымдық түрін атаңыз. Сіз қалай ойлайсыз, қалған тұздың құрамындағы металл бірінші ме, әлде екінші типтегі қос тұздарды түзеді ме?

3.3. ***1–10 реакция*** теңдеулерін жазыңыз (ерітіндіде жүретін реакцияларды тек иондық түрде жазыңыз).

3.4. A және E тұздарының құрамындағы парамагниттік иондар үшін орбитальдардың ыдырауын бейнелеңіз, орбитальдарды электрондармен толтырыңыз және кристалл өрісінің тұрақтандыру энергиясын (КӨТЭ, орысша ЭСКП) есептеңіз.

A және D құрамында болатын катиондардың ацетилацетонат қоспасын тұндыру және кейінгі күйдіру ***(11, 12 реакциялары)*** белгілі бір шарттарға байланысты **1** (w(O) = 18.38%) немесе **2** (w(O) = 20.36%) заттарын береді. Осындай қосылыстар болашағы зор магниттік материалдар ретінде зерттелуде.

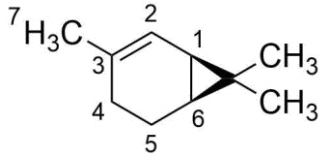
3.5. **1** және **2** заттарының формулаларын анықтаңыз. Олардың синтезінің ***11*** және ***12 реакцияларын*** жазыңыз.

Задача 4. Синтетикалық ойжұмбақ

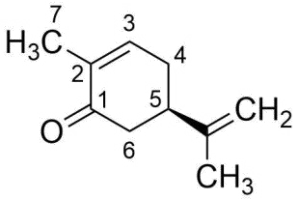
4.1	4.2	4.3	Барлығы	Жалпыдан %
1	12	15	**28**	**9**

Күрделі терпеноидтардың толық синтезі көп жағдайда осы қосылыстар класының қолжетімді қарапайым өкілдерінен басталады. Бастапқы затты дұрыс таңдау үшін оның құрылымдық ұқсастығы мақсатты өніммен салыстырылады. Көбінесе, хиральды орталықтарды алдын ала қажетті конфигурацияда енгізіп қана қоймай, сонымен қатар жаңа орталықтардың стереохимиясын басқару мүмкін болады.

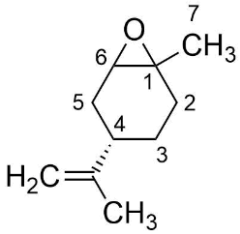
Төменде ұсынылған заттар күрделі құрылымдардың синтезі үшін бастапқы қосылыс ретінде қолданылды:



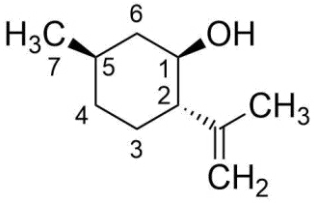
(−)-carene



(−)-carvone



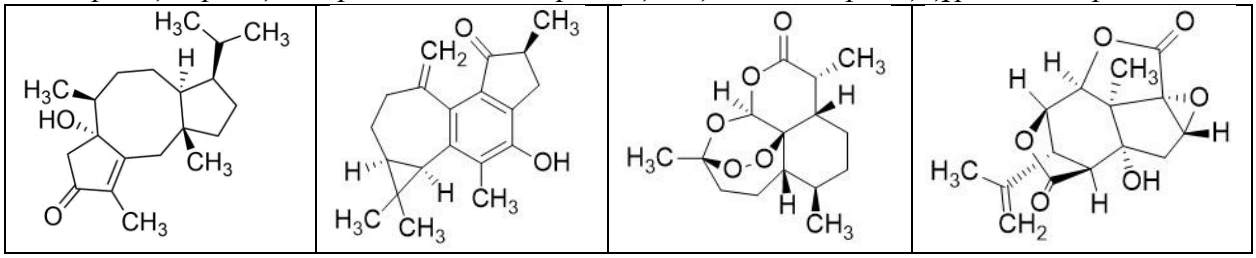
(S)-lemonene oxide



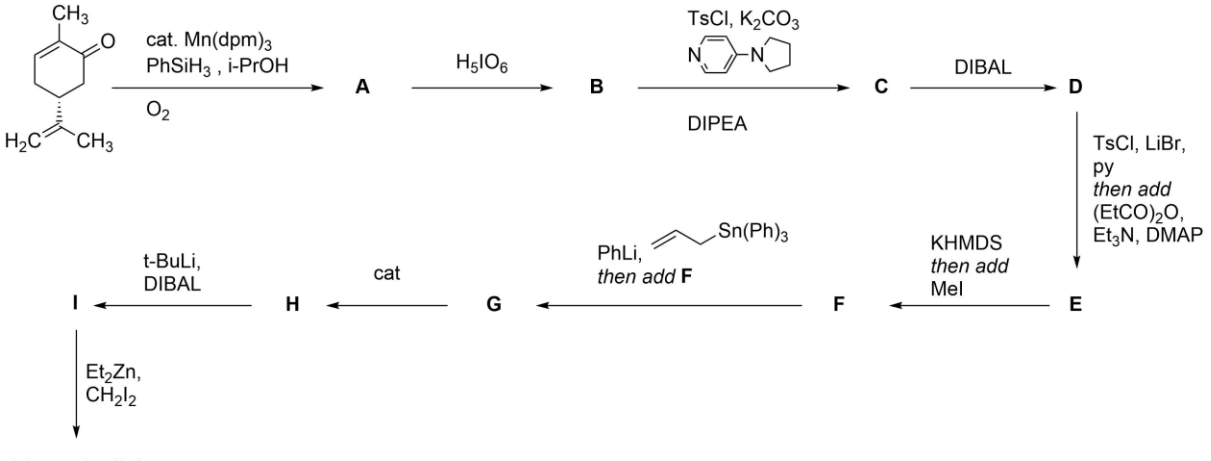
isopulegol

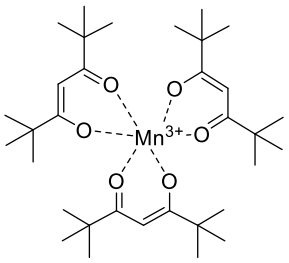
4.1. Алғашқы екі терпеноидтың атауындағы «(−)-» префиксі нені білдіреді?

4.2. Төменде төрт синтезделген қосылыс берілген. Оларды бастапқы заттармен сәйкестендіріңіз. Тиісті қосылыстың астындағы бос орынға бастапқы заттың атауын жазыңыз (мысалы, «(-)-carvone»). Синтезделген қосылыстардың құрамындағы бастапқы заттардың көміртек атомдарын жоғарыда берілген сандарға сәйкес нөмірлеңіз. *Бастапқы заттардың барлық нөмірленген атомдары соңғы қосылыстардың құрамына кірді.*

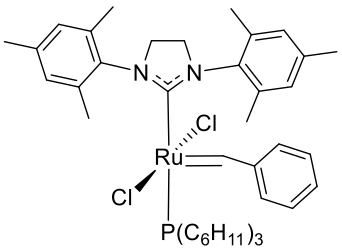


2011 жылы *Clavicorna pyxidata* саңырауқұлағынан бөлініп алынған (+)-омфадиол сесквитерпенінің толық синтезі алғаш рет жүзеге асырылды. Бұл зат биологиялық әсерге ие және оның құрылымы 5,7,3-түйіндес циклдік жүйеге негізделген. Төменде синтез сызбасы берілген:

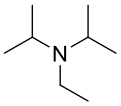




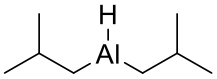
$Mn(dpm)_3$



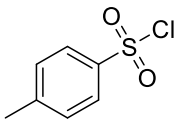
cat



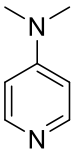
DIPEA



DIBAL



TsCl



DMAP

Қосымша мәліметтер:

- синтездің бірінші сатысында радикалды гидратация жүреді;

- **B** қосылысы 10 көміртек атомынан тұрады;

- **C** қосылысын алу кезінде элементар сатылардың бірінде нуклеофильдік қосылу реакциясы жүреді;

- **C** қосылысы бициклді болып табылады.

4.3. A-I және **(+)-омфадиолдың** құрылымдық формулаларын бейнелеңіз. Стереохимия бағаланбайды.

Задача 5. Патшалық реакция

5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6	Барлығы	Жалпыдан %
2	2	15	5	4	6	**34**	**9**

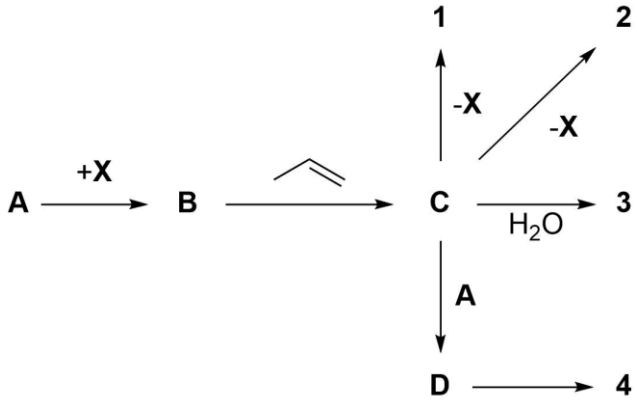
A газы – өткір иісі бар, химия өнеркәсібінде маңызды зат. Оның құрылысына байланысты полимерлер өндірісінде және органикалық синтезде қолданылады. Бұл зат негізінен консервант (E240) және медицинада зарарсыздандыру үшін пайдаланылады. **A** жоғары реакциялық қабілетке ие болғандықтан, су ерітіндісінде полимерленеді. Полимердің жоғары молекулалық формасы – **POM** (ағыл.), жақсы қасиеттерге ие, төзімді және оңай өңделеді. Зертханада метанол қосылған су ерітіндісі түрінде қолжетімді, бұл

полимеризацияны болдырмайды. Кейде метанол қосудың қажеті болмайды. Газ тәрізді **A** тығыздығы ауаның тығыздығына жақын.

5.1. **A** газын атаңыз және оның құрылымдық формуласын бейнелеңіз. Полимер атауындағы **POM** аббревиатурасын толық ашып жазыңыз.

5.2. **A** суда еріткен кезде оны тұрақтандыру үшін метанол қосу қай жағдайда қажет емес?

Катализаторлардың қатысуымен **A** алкендермен әрекеттесе алады, және реакция шарттарына байланысты әртүрлі өнімдер түзілуі мүмкін. Төменде **A** затының пропенмен әрекеттесу реакциясының сызбасы берілген.



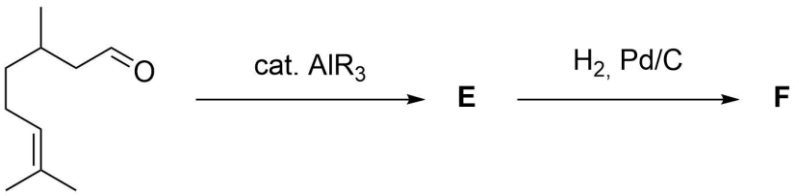
Сызбада: **1-4**- реакция өнімдері; **X, B, B', C, D, D'**- катиондар.

5.3. **1-2** ***(реті маңызды емес),*** **3-4, B-D** құрылымдарын бейнелеңіз. **X** – органикалық реакциялардың басым көпшілігінің механизмдерінде кездесетін бөлшек, бірақ оның жазбаша белгіленуі нақты құрылымынан өте алыс. **X** үшін әдетте қолданылатын белгілеуді жазыңыз.

Химия пәні бойынша олимпиадаға қатысушы Рашит **A** затының екі молекуласы мен пропеннен 4 затының түзілуінің әдемі бірсатылы механизмін ұсынды.

5.4. Ұсынылған механизмді бейнелеңіз. Бұл реакцияның осындай механизм бойынша жүруі неге екіталай?

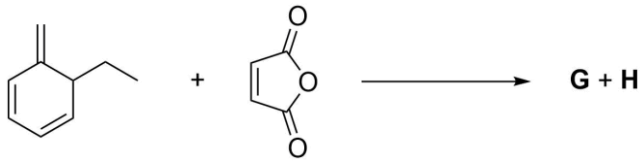
1 немесе 2 түзілуіне ұқсас молекула ішілік түрлену нұсқасы төмендегі сызба бойынша цитронеллальдан ментол алу үшін қолданылуы мүмкін.



F – ментол.

5.5. **E** және **F** құрылымдарын бейнелеңіз.

E түзілуін енова реакциясының нұсқасы ретінде қарастыруға болады. Төменде көрсетілген триен малеин ангидридімен қыздырғанда әрекеттесіп, екі өнім – **G** және **H** түзеді. **G** енова реакциясының нәтижесінде түзіледі және өнім қоспасында көп мөлшерде болады.



5.6. **G** және **H** құрылымдарын бейнелеңіз. **G** өнімінің басым түзілуін қалай түсіндіруге болады?

Задача 6. Хлор ерігіштігі

6.1	6.2	6.3	6.4	6.5	6.6	6.7	6.8	Барлығы	Жалпыдан %
4	2	4	4	4	8	4	6	**36**	**10**

Газ тәрізді хлор судың құрамында аз мөлшерде ериді. Қышқыл және бейтарап ортада хлордың ерігіштігін сипаттайтын негізгі тепе-теңдік 1-реакциямен өрнектеледі:

(1) $H_2O + Cl_{2(г)} \rightleftarrows H^+ + Cl^- + HClO$

Бұл реакция үшін 298 K температурада $\Delta_r G° = +24.12$ кДж/моль.

6.1. 1-реакция үшін тепе-теңдік тұрақтысын, хлордың судың ішінде жалпы ерігіштігін (г/л) 1 бар хлордың газ тәрізді қысымында және осы жағдайларда ерітіндінің pH мәнін есептеңіз. Басқа тепе-теңдіктер жүйеде жоқ деп есептеңіз.

Қосымша тепе-теңдік гипохлор қышқылының диссоциациясы болып табылады:

(2) $HClO \rightleftarrows H^+ + ClO^-$

$K_a(HClO) = 3.16 \cdot 10^{-8}$ екені белгілі. Қышқыл ортада гипохлор қышқылының диссоциациясына назар аудармауға болатынын көрсетейік.

6.2. pH = 3.00 кезінде HClO қанша бөлігі ClO^--ге диссоциацияланатынын есептеңіз.

6.3. Хлордың судағы ерітіндісі үстіндегі хлордың қысымы қандай болғанда, pH мәні ClO^- үлесі 0.1% деңгейге дейін жетеді?

Шындығында, (2) тепе-теңдігін елемеуге болғанымен, есеп хлордың ерігіштігін айтарлықтай төмендетіп жібереді, өйткені ерітіндіде хлордың молекулалық формасы да болады, яғни тағы бір (3) тепе-теңдігі іске асады:

(3) $Cl_{2(г)} \rightleftarrows Cl_{2(р\text{-}р)}$

Белгілі болғандай, хлордың парциалдық қысымы 1 бар болғанда, оның нақты ерігіштігі 6,50 г/л.

6.4. 3-реакцияның тепе-теңдік константасын есептеңіз.

Хлордың таза суда ерігіштігі 10 °C температурада қысымның функциясы ретінде зерттелді. Төмендегі эксперименттік деректер алынды:

$P(Cl_2)$ / бар	0.05	0.1	0.2	?	0.8
$s(Cl_2)$ / г/л	1.13	?	2.77	5.64	8.35

Талдау нәтижесінде, бұл деректерді түзу сызықты түрге келтіруге болатыны анықталды, және алынған сызықтық тәуелділіктің бос мүшесі 3-реакцияның тепе-теңдік тұрақтысына сәйкес келеді.

6.5. Осы шамалар арасындағы тәуелділік қай координаталарда сызықтық болатынын көрсетіңіз.

6.6. 10°C температурадағы 1 және 3 реакциялардың тепе-теңдік константаларын анықтап, кестедегі сұрақ белгісімен белгіленген бос орындарды толтырыңдар.

6.7. 3-реакция бойынша хлордың суда еру энтальпиясын есептеңіз.

Сілтілік ортада газ бен ерітінді арасындағы тепе-теңдікті сипаттайтын негізгі реакция 3-реакция болып табылады:

(4) $3Cl_{2(г)} + 6OH^- \rightleftarrows 5Cl^- + ClO_3^- + 3H_2O$

Бұл реакцияның тепе-теңдік тұрақтысы $1.136 \cdot 10^{75}$-не тең екені белгілі (T = 298 K).

6.8. Егер E° = 1.36 В болса, pH = 14.00 жағдайында ClO_3^--тің Cl^--ке айналу жартылай реакциясының стандартты электродтық потенциалын есептеңіз.

Задача 7. Қарапайым элементтердің күрделі түрлері

7.1	7.2	7.3	7.4	Барлығы	Жалпыдан %
7	3	2	4	**16**	**7**

Көптеген *p*-элементтердің қарапайым заттары жан-жақты зерттелгенімен, олардың жаңа модификацияларын іздеу үлкен қызығушылық тудырады. Алайда, ықтимал модификацияларды синтездеуге тырысудан бұрын олардың тұрақтылығын бағалау қажет, бұл үшін термодинамикалық циклдер көмектесе алады.

Элемент *X* -тің әлеуетті аллотроптық модификациясы — X_8, иондық құрылымы бар қарапайым зат болып табылады, оның құрамында Y^+ катионы және Z^- анионы бар. Бұл басқа иондық қосылыстардың құрамында да кездеседі.

Z^- анионының натрий тұзы **A** газын **B** тұзының ерітіндісін **C** еріткішінен өткізу арқылы алынуы мүмкін (*1-реакция*). Теориялық тұрғыдан 3.09 г **A** және 5.47 г **B** қолдану арқылы 4.56 г NaZ алуға болады.

Алынған NaZ негізінде түзілетін HZ қышқылы кейіннен Y^+ катионын синтездеу үшін пайдаланылады. Ол үшін HZ-ті -78 °C температурада **D** тұзымен әрекеттестіреді (*2-реакция*). **D** тұзы сүрме пентафториді мен **E** газынан алынады. Бұл газдың тығыздығы HZ тығыздығынан шамамен 1.5 есе жоғары. Нәтижесінде Y^+ қамтитын **F** заты түзіледі.

3.91 г NaZ және 18.37 г **F** арқылы теориялық тұрғыдан 6.75 г X_8 алуға болады, алайда мұндай синтез әлі күнге дейін жүзеге асырылмаған (*3-реакция*).

7.1. Элемент *X* -ті және **A**-**F** қосылыстарының формулаларын анықтаңыз.

7.2. *1-3 реакция* теңдеулерін жазыңыз.

7.3. Y^+ катионы мен Z^- анионының Льюис құрылымдарын геометриясын көрсете отырып бейнелеңіз. Бұл бөлшектердің құрамында цикл жоқ екенін ескеріңіз.

X_8 түрінің тұрақтылығын бағалау үшін оны *X* элементінің термодинамикалық тұрғыдан ең тұрақты модификациясына, X_n -ге айналдыру энтальпиясын есептеуге болады:

$$X_8 \rightarrow 8/nX_n \qquad (4\text{-реакция})$$

Теориялық тұрғыдан есептелген X_8 кристалдық торының энергиясы 600 кДж/моль-ге тең.

Y^+ және Z^- иондарының түзілу энтальпиясын бағалау үшін зерттеушілер келесі рәсімдерді қолданды. Біріншіден, HZ қышқылының протонға ұқсастығы (газ фазасындағы $HZ \rightarrow H^+ + Z^-$ реакциясының энтальпиясы) өлшенді, оның мәні 1430 кДж/моль болды. Газ тәрізді H^+ протонының энтальпиясы (1530 кДж/моль) және HZ газының энтальпиясы (300 кДж/моль) белгілі болғандықтан, зерттеушілер газ фазасындағы Z^- ионының түзілу энтальпиясын анықтады.

Y^+ катионының түзілу энтальпиясы кванттық химия әдістерімен бағаланып, 1480 кДж/моль деп табылды.

7.4. Z^- түзілу энтальпиясын есептеп, (4) реакцияның энтальпиясын анықтаңыз.

Задача 8. Болат

8.1	8.2	8.3	8.4	8.5	8.6	8.7	Барлығы	Жалпыдан %
12	8	12	4	15	10	2	**51**	**8**

Бірінші орынды өндіру және тұтыну бойынша сенімді түрде темір иеленеді. Адамзат темірді, шойынды және болатты алуды шамамен 4000–6000 жыл бұрын меңгерген, алайда бұл материалдарды өндірудің негізгі принципі ежелгі заманнан бері бүгінгі күнге дейін айтарлықтай өзгеріссіз жеткен: ол әлі күнге дейін Fe_2O_3-тің көміртекпен қалпына келтірілуіне негізделген. Бұл процесс кезең-кезеңімен жүреді, аралық темір оксидтері түзіледі:

$$6Fe_2O_3 + C = 4Fe_3O_4 + CO_2 \qquad Q_1 = -70.1 \text{ кДж моль}^{-1}$$
$$2Fe_3O_4 + C = 6FeO + CO_2 \qquad Q_2 = -250.7 \text{ кДж моль}^{-1}$$
$$2FeO + C = 2Fe_{тв} + CO_2 \qquad Q_3 = -136.5 \text{ кДж моль}^{-1}$$

Ал артық көміртегі мен көмірқышқыл газы реакциялық жүйе жағдайында қайтымды пропорцияда:

$$CO_2 + C = 2CO \qquad Q_4 = -172.5 \text{ кДж моль}^{-1}$$

8.1. Fe_2O_3-ті көміртекпен толық тотықсыздандыру реакцияларының теңдеулерін жазыңыз, олар көмірқышқыл және көміртек тотығы түзілуімен жүреді (5 және 6-реакциялар). Сондай-ақ, Fe_2O_3-ті көміртегі тотығымен толық тотықсыздандыру реакциясының (реакция 7) теңдеуін жазыңыз және әр реакцияның жылу эффектісін есептеңіз.

Fe_2O_3-ті қалпына келтіру жоғары температурада жүргізіледі. Процесс қатысушыларының стандартты энтропия мәндері белгілі:

Зат	C	CO	CO_2	Fe_2O_3	$Fe_{тв}$	$Fe_{ж}$
$S°$ / Дж·моль$^{-1}$·K^{-1}	5.6	197.5	213.7	87.0	27.2	34.8

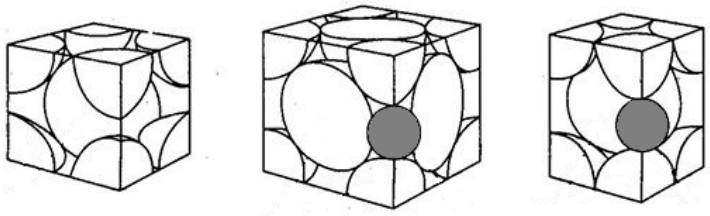
8.2. 5 және 6 реакциялары стандартты қысым жағдайында өздігінен жүретін температураны анықтаңыз.

Практикада CO_2 және CO-ның қалдық қысымдары стандартты мәндерден өзгеше болады.

8.3. CO_2 қысымы 10 кПа болған жағдайда, 5-реакцияның өздігінен жүруі басталатын температураны есептеңіз. Осы жағдайда жүйедегі CO-ның тепе-теңдік қысымы қандай?

8.4. 2-сұрақта есептелген температураларда темір сұйық күйде бола ма? Осы сұраққа жауап беру үшін темірдің балқу температурасын есептеңіз. Темірдің балқу энтальпиясы 12.4 кДж/моль екені белгілі.

Шойын мен болаттың фазалық күйі өте күрделі. Оларда темір мен көміртектің қосылыстары да, ену ерітінділері де түзіледі. Мысалы, таза α-темірден (1, ОЦК-қаптама, ρ = 7.874 г/см^3)басқа, болатта аустенит (2) және мартенсит (3) кездесуі мүмкін. Олар көміртек атомдарының γ-темір мен α-темірдегі бос орындарға енуі нәтижесінде түзіледі. Мұндай фазалардың стехиометриялық құрамы тұрақты емес, өйткені көміртек атомдары тек бос орындардың бір бөлігін ғана толтыра алады.



1 2 3

8.5. Темір атомының радиусын және аустенит пен мартенсит фазаларының бос орындарына сыя алатын атомдардың радиусын есептеңіз. Көміртек атомының (көміртек атомының радиусы r_C = 0.77 Å) енуі тор параметрін бұзатынын дәлелдеңіз. Барлық фазалардағы темір атомының радиусы бірдей деп есептеңіз.

Темір мен көміртек қорытпаларында түзілетін тағы бір фаза – **X**, оның стехиометриялық құрамы қатаң белгіленген. Оның элементарлы ұяшығы 16 атомнан тұрады және оның параметрлері 5.084, 6.748 және 4.517 Å (ромбикалық сингония), ал **X** фазасының тығыздығы таза темірдің тығыздығынан аз ғана ерекшеленеді.

8.6. X фазасының ең қарапайым формуласын анықтаңыз және оның тығыздығын есептеңіз.

8.7. X затының тривиалды атауы қандай?