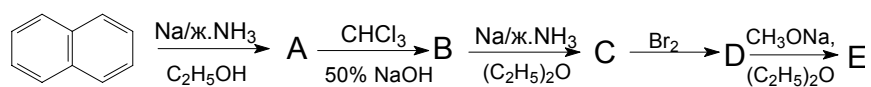


Задача 1.

В институте органической химии университета г. Кельн, в шестидесятых годах прошлого века был разработан следующий путь получения соединения **Е** из нафталина:

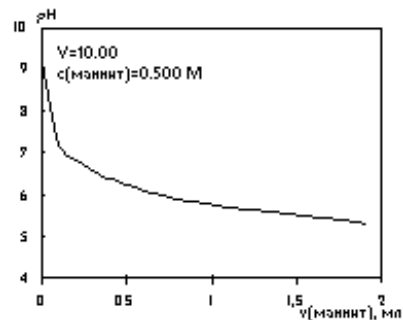
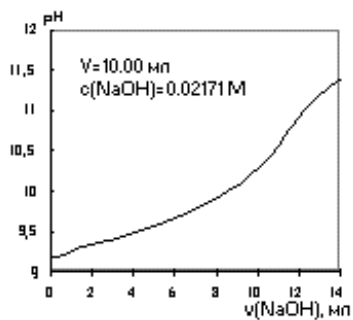
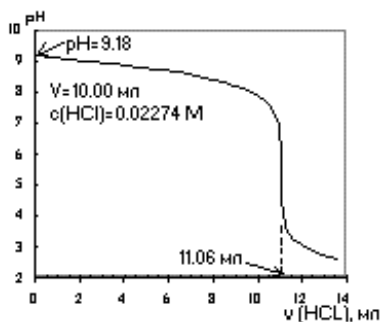


Вещество **Д** представляет собой смесь изомеров. Соединение **В** имеет две группы сигналов в спектре ЯМР- ^1H , а соединение **Е** – три группы сигналов, причем один из сигналов расположен при -0.45 м.д.

1. Расшифруйте схему превращений, установив структуры соединений **А–Е**.
2. Укажите, сколько изомеров **Д** образуется в реакции **С** $\rightarrow$ **Д**. Приведите их структурные формулы.
3. Назовите соединение **Е** по систематической номенклатуре.
4. Для соединения **Е** укажите примерное положение двух других сигналов протонов в спектре ЯМР- ^1H с точностью ± 1 м.д., а также соотношение интенсивностей всех трех сигналов.
5. На основании данных спектров ЯМР сделайте заключение об особенностях электронной структуры **Е**. Объясните сделанное Вами отнесение сигналов для соединения **Е**.

Задача 2.

На рисунках приведены кривые титрования 10.00 мл раствора вещества **X** (с молярной массой 381.4) растворами HCl, NaOH и маннита.



1. Что представляет собой вещество **X**? Напишите его формулу.
2. Напишите уравнения всех реакций, протекающих в ходе титрований.
3. Чему равна масса (г) вещества **X** в титруемом растворе?
4. Чему станет равно значение pH исходного раствора вещества **X**, если его разбавить водой в 5 раз?

Задача 3.

В 1937 г. Р. Шварц и М. Шмайссер озонированием раствора брома во фреоне при температуре -50°C синтезировали желто-оранжевый продукт, оказавшийся одним из оксидов брома. Спустя 37 лет Дж. Паскаль с сотрудниками установили, что разложение этого оксида при нагревании от -50°C до -5°C приводит к получению двух других оксидов - менее летучего (золотисто-желтого цвета) и более летучего (темно-коричневого цвета). Для химического анализа этих оксидов использовали реакцию с иодидом в кислой среде, выделившийся иод титровали 0.065 М раствором тиосульфата, бром из той же навески определяли потенциометрическим титрованием 0.02 М раствором нитрата серебра. Результаты анализов представлены в таблице:

Вещество	$V(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)$, мл	$V(\text{AgNO}_3)$, мл
желто-оранжевый оксид A	10.3	6.7
золотисто-желтый оксид B	17.7	14.4
темно-коричневый оксид C	8.74	14.2

1. Установите формулы оксидов **A**, **B** и **C**. Ответ подтвердите расчетами.
2. Рассчитайте массу навесок оксидов, использованных в химическом анализе.
3. Приведите возможные структурные формулы указанных оксидов.
4. В справочнике “Термодинамические свойства индивидуальных веществ” (1962 г.) отсутствуют надежно определенные величины энтальпий образования оксидов брома. Попробуйте оценить эти величины, исходя из энергий связей: $E(\text{Br}_2) = 193$, $E(\text{O}_2) = 498$, $E(\text{Br}-\text{O}) = 230$, $E(\text{Br}=\text{O}) = 300$ кДж/моль, энтальпия испарения жидкого брома 31 кДж/моль.

Задача 4.

Бинарные неорганические вещества одинакового стехиометрического состава **I – VII** имеют в своём составе один общий элемент. Все вещества при комнатной температуре жидкие. Некоторые их свойства представлены в таблице, где соединения расположены в порядке возрастания молекулярных масс.

В-во	$T_{\text{пл.}}, ^\circ\text{C}$	$T_{\text{кип.}}, ^\circ\text{C}$	окраска	отношение к воде
I	-23	77	бесцв.	не смешивается
II	-69	58	бесцв.	реак., вып. осадок (бел.), выд. газ
III	-50	83	бесцв.	реак., вып. осадок (бел.), выд. газ
IV	-21	153	коричн.	реак., обр. синий р-р, выд. газ
V	-24	136	бесцв.	реак., вып. осадок (бел.), выд. газ
VI	-33	114	бесцв.	реак., вып. осадок (бел.), выд. газ
VII	-7	-	жёлт.	реак., вып. осадок (корич.), выд. газ

1. Определите формулы веществ **I – VII**.
2. Напишите уравнения реакций **I – VII** с водой.
3. Какое из веществ (**I** или вода) будет в верхней фазе, а какое - в нижней?
4. Почему для вещества **VII** в графе $T_{\text{кип.}}$ стоит прочерк?
5. Почему все вещества так низко плавятся и не очень высоко кипят?

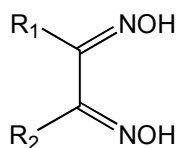
Задача 5.

При прибавлении к раствору 21 г трифенилфосфина (взят в 60% избытке от теории) в 200 мл горячего метанола 4.83 г кристаллогидрата **A** нитрата меди (II) выпал белый осадок комплекса **B** (содержит 9.8% Cu, 66.45% C и 4.65% H). После перекристаллизации и сушки масса **B** составила 11.18 г (выход 86%). В маточном растворе содержалось 2.78 г кислородсодержащего вещества **C** и избыток трифенилфосфина (других органических веществ обнаружено не было). Если вышеописанную реакцию проводить в этаноле, то вместо **B** образуется комплекс **D** (содержит 7.0% Cu), содержащий те же лиганды, что и **B**. При перекристаллизации **D** из метанола снова образуется **B**.

1. Расшифруйте вещества **A–D**. Ответ подтвердите расчетами.
2. Напишите уравнения протекающих химических реакций.
3. Нарисуйте пространственную структуру веществ **B**, **C** и **D**.
4. **B** является мооядерным комплексом. При помощи какого из указанных ниже физико-химических методов это можно установить: а) элементный анализ; б) криоскопия; в) ядерный магнитный резонанс; г) электронный парамагнитный резонанс?

Задача 6.

Диоксимы - 1,2-дикарбонильных соединений широко применяются для определения никеля различными методами.



Бензилдиоксим (БДО, $\text{R}_1=\text{R}_2=\text{C}_6\text{H}_5$) существует в трех изомерных формах - α , β и γ . С ионом Ni^{2+} α -БДО образует устойчивый комплекс состава 1:2, γ -БДО - малоустойчивый комплекс 1:1, а β -БДО с Ni^{2+} не взаимодействует.

Для диметилглиоксима (ДМГ, $\text{R}_1=\text{R}_2=\text{CH}_3$) известна только α -форма. Предполагается, что β - и γ -ДМГ в растворах быстро перегруппировываются в α -ДМГ.

Комплекс Ni^{2+} с ДМГ весьма устойчив, практически нерастворим в воде и экстрагируется хлороформом. Комплекс Fe^{2+} (и большинства других ионов переходных металлов) с ДМГ растворим в воде, а хлороформом экстрагируется только в присутствии пиридина или высших спиртов. На подобном различии свойств комплексов основано множество методов отделения и гравиметрического определения никеля с ДМГ.

1. Изобразите структурные формулы α -, β - и γ -БДО.
2. Предложите механизм возможной перегруппировки β - и γ -ДМГ в α -ДМГ.
3. Изобразите структурные формулы комплексов ДМГ с Ni^{2+} и Fe^{2+} .
4. При экстракции иона Ni^{2+} из 100 мл его водного раствора 10 мл хлороформного раствора ДМГ в органическую фазу перешло 95% общего количества никеля. Чему равен коэффициент распределения никеля в этих условиях?
 1. Рассчитайте минимальное значение pH, при котором возможна экстракция 99% Ni^{2+} из водного раствора равным объемом 0.1 М раствора ДМГ в хлороформе. Общая константа устойчивости комплекса Ni^{2+} с ДМГ равна $\beta_2 = 2.5 \cdot 10^{17}$. Константы кислотности ДМГ составляют $K_{a1} = 2.9 \cdot 10^{-11}$, $K_{a2} = 9.0 \cdot 10^{-13}$. Константы распределения ДМГ и комплекса никеля в системе $\text{CHCl}_3\text{--H}_2\text{O}$ равны, соответственно, $K_{D,R} = 0.11$ и $K_D = 2.0 \cdot 10^2$.

Задача 7.

*“Спит гематит, молчит рубин.
И мнится мне - среди глубин
Судьба сатрапа и холопа
Сгустилась тяжестью литой,
Как самородок золотой
В руках слепого рудокопа.”*
Бахыт Кенжеев

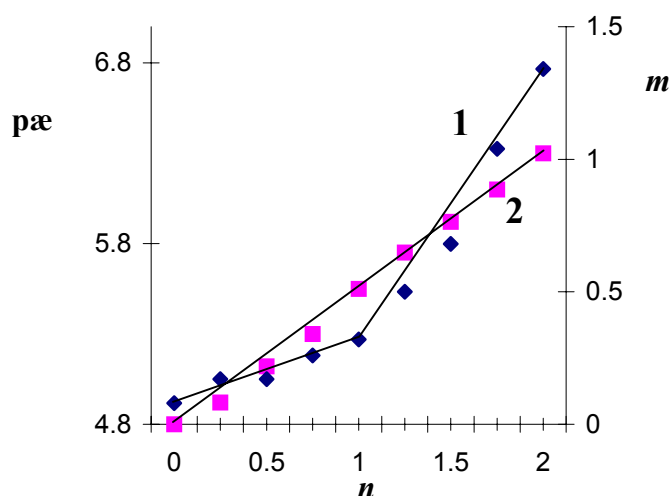
В шестидесятых годах прошлого столетия при изучении рудных месторождений Казахстана в минерале борните (Cu_5FeS_4) в виде коллоидных микроагрегатов был обнаружен новый минерал, который был назван **джезказганитом**. Но и в современных учебниках минералогии о нем пишется совсем немного: “Изучен слабо”.

Для анализа навеску тонкоизмельченного минерала 1.000 г прокалили в потоке кислорода до постоянной массы (остаток черного цвета 0.211 г), а летучие продукты разложения поглотили водным раствором перекиси водорода (объем раствора поглотителя довели до 100 мл). На титрование аликвоты 10 мл полученного раствора пошло 11.9 мл 0.2 М раствора гидроксида натрия. Аналогичная аликвота раствора с избытком раствора хлорида бария дает 0.247 г белого осадка.

1. В борните какого региона Казахстана (северного, южного, центрального, западного, восточного) был открыт новый минерал?
2. Определите состав минерала (формула).
3. Производство каких веществ можно организовать на базе борнита, если его запасы будут рентабельны для промышленной эксплуатации?
4. Выделение какого металла дополнительно возможно за счет совместного присутствия джезказганита в борните?
5. На какой стадии переработки борнита возможно концентрирование и выделение этого металла (см. п. 4)? (Концентрирование руды, окислительный обжиг, восстановление чернового металла, электрорафинирование.)
6. Предложите (в форме химических реакций) способ получения металла (см. п.4).

Задача 8.

Если при -64°C в 400.0 мл жидкого NH_3 растворить 0.7700 г MeX_n , то образуется раствор вещества **A** (концентрация 0.25 моль/л), в котором координационное число Me уменьшается на единицу, газ не выделяется, а электропроводность (κ , $\text{ом}^{-1}\cdot\text{см}^{-1}$) увеличивается от $1,6\cdot 10^{-7}$ ($\text{p}\kappa = -\lg \kappa = 6.8$) до $1.2\cdot 10^{-5}$ ($\text{p}\kappa = 4,92$). В 1938 г. Royen P. к одинаковым порциям такого раствора добавлял разное количество Na ($n = \frac{V_{\text{Na}}}{V_{\text{MeX}_n}}$) и после полного выделения газа Y ($m = \frac{V_{\text{Y}}}{V_{\text{MeX}_n}}$) измерял κ . Зависимости $\text{p}\kappa = f(n)$ (1) и $m = f(n)$ (2) приведены на рисунке.



Из растворов с $n = 1.0$ при -33°C и пониженном давлении NH_3 (p) были выделены бесцветные соединения **Б**, **В** и **Г**, при нагревании которых получили кристаллы соединения **Д**, имеющие металлический блеск (таблица).

Соединение	Б	В	Г
p , мм.рт.ст.	416	23	~ 0
Потеря массы при нагревании, мас.%	52.24	27.82	3.03

Из раствора с $n > 1.0$ при стандартном давлении выделились желто-зеленые кристаллы соли **Е**, тогда как при $n \leq 1.0$ осадки не выделялись.

- Объясните сильное изменение κ при растворении MeX_n в NH_3 .
 - Расшифруйте вещества и напишите уравнения реакций.
 - Объясните изменение $\text{p}\kappa$ незначительное при $n \leq 1.0$ и резкое при $1.0 \leq n \leq 2$.
 - Предскажите два возможных варианта изменения κ при $n > 2.0$, если анион в **Е** максимально ненасыщен по **X**, а масса **Е** не меняется.
- Считайте, что при растворении MeX_n объем не изменяется.

Задача 9.

*“И я не однажды любил,
Как сыч, летал по ночам.
Но что-то главное позабыл
И гневное промолчал.”*
Бахыт Кенжеев

Существуют три естественных радиоактивных ряда: ряд ${}_{92}^{238}\text{U}$, ряд ${}_{92}^{235}\text{U}$ и ряд ${}_{90}^{232}\text{Th}$.

1. Определите, сколько частиц с массовым числом равным 4 можно разместить в ядрах ${}_{92}^{238}\text{U}$, ${}_{90}^{232}\text{Th}$, ${}_{92}^{235}\text{U}$ и для каждого из названных рядов найдите выражения, позволяющие, зная массовое число изотопа, отнести его к одному из указанных рядов.
2. Дайте определение массового числа.
3. В ряду тория имеется изотоп ${}_{90}^{228}\text{Th}$. Какова должна быть последовательность радиоактивного распада при переходе от ${}_{90}^{232}\text{Th}$ к ${}_{90}^{228}\text{Th}$? Укажите все возникающие при этом изотопы.
4. Укажите последовательность операций, которую целесообразнее всего использовать для выделения изотопа ${}_{90}^{228}\text{Th}$.
5. Образец радиохимически чистого изотопа ${}_{90}^{228}\text{Th}$ ($T_{1/2} = 1.9$ лет) радиоактивностью a Бк поместили в предварительно эвакуированную ампулу и запаляли. Ряд ${}_{90}^{232}\text{Th}$ заканчивается одним из стабильных изотопов свинца. При распаде ${}_{90}^{228}\text{Th}$ в цепочке радиоактивных нуклидов имеется один из изотопов радона. Возможные изотопы свинца: ${}^{206}\text{Pb}$, ${}^{207}\text{Pb}$, ${}^{208}\text{Pb}$. Возможные изотопы радона:
 ${}^{219}\text{Rn}$, $T_{1/2} = 3.92$ с, ${}^{220}\text{Rn}$, $T_{1/2} = 54.5$ с, ${}^{222}\text{Rn}$, $T_{1/2} = 3.8$ дня
С помощью выражений, полученных ранее (см. вопрос 1), определите изотопы свинца и радона в ряду тория.
6. Примите, что через 30 дней в ампуле наступило вековое равновесие. Рассчитайте отношение парциальных давлений газообразных продуктов распада, используя a как число.
7. Как известно, при переработке отходов урановой руды (смоляной обманки, урановой смолки) супругами Кюри были открыты два новых элемента: полоний и радий. Какие из указанных ниже изотопов радия и полония могли быть выделены из урановой руды в процессе ее переработки? При ответе на этот вопрос укажите на те признаки (свойства), которые позволили Вам выбрать тот или иной изотоп.

$${}^{226}\text{Ra} \quad T_{1/2} = 1620 \text{ лет}$$

$${}^{216}\text{Po} \quad T_{1/2} = 0.15 \text{ с}$$

$${}^{225}\text{Ra} \quad T_{1/2} = 14,8 \text{ дня}$$

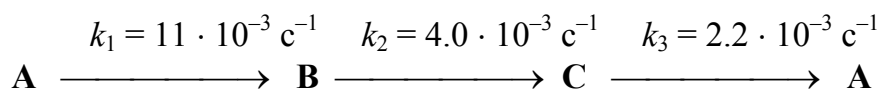
$${}^{210}\text{Po} \quad T_{1/2} = 138.4 \text{ дня}$$

^{228}Ra $T_{1/2} = 6/7$ лет

8. При сравнении радиоактивности различных образцов руды с радиоактивностью специально приготовленных образцов Мария Кюри предположила, что в руде содержатся небольшие количества неизвестных радиоактивных изотопов. На каком основании можно сделать такое предположение?
9. Каким условиям (какому условию) должны удовлетворять образцы для сравнения?
10. Приведите формулу урановой смолки.

Задача 10.

В газовой фазе при 60°C протекает реакция по следующему механизму:



Начальные давления веществ **A**, **B** и **C** равны $4.00 \cdot 10^4$ Па, $1.33 \cdot 10^4$ Па и $0.64 \cdot 10^4$ Па соответственно.

1. Рассчитайте начальную молярную концентрацию вещества **A** (в моль/л).
2. Напишите кинетическое уравнение, выражающее закон действующих масс для промежуточного вещества **B**.
3. Определите общее давление (в Па) в системе после того, как концентрации перестанут изменяться.
4. Во сколько раз уменьшится давление вещества **A** после окончания реакций?
1. Какая из перечисленных величин не зависит от исходного состава смеси: а) $[A]_{\infty}$; б) $[A]_{\infty} / [B]_{\infty}$; в) $[A]_{\infty} + [B]_{\infty}$; г) $[A]_{\infty} - [B]_{\infty}$?
2. В первой реакции выделяется 34 кДж/моль теплоты, во второй - поглощается 22 кДж/моль. Рассчитайте тепловой эффект третьей реакции.
3. Исходную смесь нагрели до 100°C. Во сколько раз в конечной смеси вещества **C** будет больше, чем вещества **B**, если энергия активации второй реакции на 20 кДж/моль больше, чем энергия активации третьей реакции? При расчете используйте уравнение Аррениуса.

Задача 11.

Квантовомеханическое рассмотрение вращения двухатомной молекулы приводит к простой формуле для вращательных уровней энергии:

$$E_J = \frac{h^2}{8\pi^2 I} J(J+1) = B_0 J(J+1),$$

где $J = 0, 1, 2, 3, \dots$ - вращательное квантовое число;

$h = 6.626 \cdot 10^{-34}$ Дж·с - постоянная Планка;

$I = \mu r_0^2$ - момент инерции молекулы;

$\mu = m_1 \cdot m_2 / (m_1 + m_2)$ - приведенная масса молекулы;

m_1, m_2 - массы атомов;

r_0 - межъядерное расстояние;

B_0 - вращательная постоянная, выраженная в единицах энергии (Дж).

Вращательные переходы, которые происходят только между соседними состояниями с поглощением или испусканием электромагнитного излучения, регистрируются в виде вращательных спектров в микроволновом диапазоне.

1. Выведите общую формулу для расчета частот поглощения в чисто вращательном спектре двухатомной молекулы. (Частота перехода связана с разницей энергий соотношением Планка: $h\nu = \Delta E$).
2. В спектроскопии для измерения энергии используют специальную единицу - «обратный сантиметр» (см^{-1}). Один обратный сантиметр соответствует энергии света с длиной волны 1 см. Выразите 1 см^{-1} в Дж и в Дж/моль.
3. Ниже приведены положения трех соседних пиков поглощения из вращательного спектра HF: 82.19 см^{-1} , 123.15 см^{-1} , 164.00 см^{-1} . Определите: (а) вращательную постоянную (в см^{-1}); (б) межъядерное расстояние в молекуле фтороводорода.
4. Рассчитайте изотопные сдвиги (в см^{-1}) в приведенных в п. 3 частотах поглощения фтороводорода при замещении водорода на дейтерий.
5. Средняя энергия теплового движения при температуре T равна kT ($k = 1.38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К - постоянная Больцмана). Если эта энергия меньше энергии перехода на первый вращательный уровень, то все молекулы находятся на нулевом уровне и не вращаются. Определите температуру, ниже которой молекулы фтороводорода не вращаются.

Задача 12.

Соединения **A** и **B** представляют собою бесцветные жидкости с температурами кипения 106.2°C и 74°C соответственно. В их ИК- спектрах присутствуют интенсивные полосы поглощения при 1715 см⁻¹(**A**) и 1740 см⁻¹ (**B**). Оба вещества образуют кристаллические производные с 2,4-динитрофенилгидразином. В спектре ЯМР-¹H соединения **A** наблюдаются только два синглета с химическими сдвигами δ 1.10 м.д. и 1.95 м.д. и соотношением интегральных интенсивностей 3:1. По данным масс-спектрометрии, молекулярная масса **A** равна 100. Соединение **B** также дает в спектре ЯМР-¹H только два синглета с химическими сдвигами δ 1.10 м.д. и 9.50 м.д., соотношение интегральных интенсивностей которых равно 9:1. В его спектре ЯМР-¹³C содержатся 3 сигнала с химическими сдвигами 23.4 м.д., 44.2 м.д. и 205.6 м.д.

При взаимодействии **A** и **B** в присутствии сильного основания образуется соединение **C**, в спектре ЯМР-¹H которого наблюдаются два синглета с химическими сдвигами δ 1.10 м.д. и 1.17 м.д. и два дублета при 6.40 м.д. и 7.00 м.д. с расщеплением между компонентами 15.0 Гц. Соотношение интегральных интенсивностей сигналов составляет 9:9:1:1. Вещество **C** реагирует с HBr, образуя вещество **D**, в спектре ЯМР-¹H которого наблюдаются два синглета с химическими сдвигами δ 1.08 м.д. и 1.13 м.д., а также три мультиплета (дублеты дублетов) при 2.71 м.д. с расщеплениями 1.9 Гц и 17.7 Гц, при 3.25 м.д. с расщеплениями 10.0 Гц и 17.7 Гц и при 4.38 м.д. с расщеплениями 1.9 Гц и 10.0 Гц. Соотношение интегральных интенсивностей этих пяти сигналов в спектре составляет 9:9:1:1:1.

1. Определите строение соединений **A**, **B**, **C** и **D**.
2. Сделайте заключение о стереохимии соединения **C**.
3. Проведите отнесение сигналов в спектрах ЯМР-¹H всех соединений и в спектре ЯМР-¹³C соединения **B**.
4. Предложите наиболее простой путь синтеза **A** из доступных исходных веществ.

Задача 13.

*“...он знал, что дни его долги,
И говорил, как власть имущий, и мне советовал - не лги
И не ищи иного смысла в житье, чем тот, что Бог и бес
Влагают, как простые числа, в хитросплетения словес.”*
Бахыт Кенжеев

При прокаливании смесей оксидов (и пероксидов) различного состава (шихта) в токе кислорода были получены однофазные препараты (II-IV). Составы исходных смесей, условия прокаливания и свойства образующихся соединений представлены в таблице. В состав всех исходных смесей входил темный оксид (I), обладающий гранецентрированной кубической решеткой ($a = 0.54223$ нм) и имеющий плотность 11.21 г/см³.

Состав шихты		$T_{\text{отж.}}, ^\circ\text{C}$	t , час	Δm , %	продукт	параметры решетки			d , г/см ³
в-во	m , мг					a , нм	b , нм	c , нм	
Li ₂ O I	65 232	400	16	6,8	II	0,521		1,461	5,33
Li ₂ O ₂ BaO ₂ I	41 306 243	420	16	5,9	III	0,8367			6,98
Na ₂ O ₂ BaO ₂ I	82 354 248	450	15	3,5	IV	0,8590			6,61

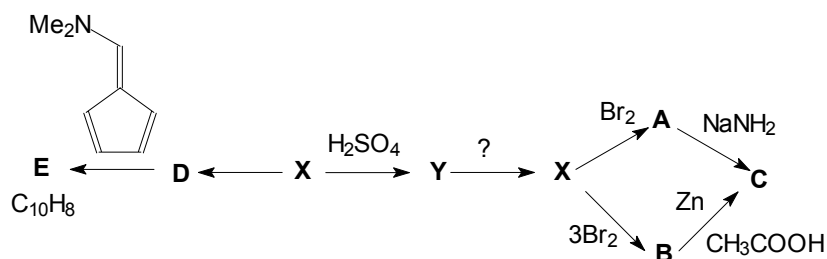
Соединение II растворяется в 2 М растворах LiOH, образуя темно-зеленые растворы.

1. Определите состав оксида I.
2. Определите состав соединений II – IV.
3. Определите степени окисления всех элементов в соединении IV.
4. Кому принадлежит приоритет в открытии этого типа соединений?
5. Когда (с точностью до четверти века) произошло это открытие?
6. Для проведения этой работы требовались чистые препараты Li₂O, Li₂O₂, Na₂O₂ и BaO₂.
Предложите способы их лабораторного получения в форме химических реакций.
7. Напишите уравнения реакций синтеза.

Задача 14.

Более ста лет назад Виктором Мейером было открыто новое химическое вещество **X**. При демонстрации опытов на лекции В. Мейер обнаружил что бензол не дает характерного темно-синего окрашивания в присутствии изатина и серной кислоты, хотя раньше считалось, что это реакция характерна для бензола. Оказалось, что синтетический бензол, в отличие от бензола, полученного пиролизом каменноугольной смолы, этого окрашивания не дает, а реакция с изатином обусловлена примесью, содержащейся в бензоле.

Обработав 2000 л бензола концентрированной серной кислотой, В. Мейер выделил из образовавшейся сульфокислоты около 2 кг прозрачной, бесцветной жидкости **X** с т.кип. 83°C . В качестве вариантов названия **X** он рассматривает: виолен, индоген, криптан, тиол, индофен, однако останавливает свой выбор на названии, которое носит это вещество в настоящее время и отражает его природу.



Обработка вещества **X** одним эквивалентом брома приводит к соединению **A**, бромирование тремя эквивалентами брома дает соединение **B** состава $\text{C}_4\text{HBr}_3\text{S}$, обработка последнего цинком в уксусной кислоте приводит к соединению **C**, которое может быть в свою очередь получено из соединения **A** обработкой амидом натрия в жидком аммиаке.

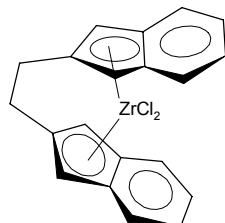
Соединение **X** может быть окислено с образованием нестойкого продукта **D** состава $\text{C}_4\text{H}_4\text{SO}_2$, последний вступает в реакцию с диметиламинофульвеном, давая темно-синий продукт **E** состава C_{10}H_8 , имеющий т.пл 99°C .

1. Приведите название и формулу **X**.
2. Какие превращения происходят с **X** при обработке серной кислотой?
3. Как бы Вы на месте В. Мейера осуществили обратное превращение сульфокислоты **Y** в **X**?
4. Объясните происходящие превращения и дайте структуры соединений **A**, **B**, **C**.
5. Что представляет собой соединение **D** и в чем причина его неустойчивости?

6. Приведите структуру **E**.
7. Как происходит взаимодействие соединения **D** с диметиламинофульвеном?

Задача 15.

Высокая каталитическая активность циркониоценовых комплексов в полимеризации пропилена привела к мощному развитию этой области химии. Известны цирконоцены, полимеризующие до 25 тысяч грамм пропилена в час на грамм циркония в полипропилен с изотактичностью 97%. Но применение катализаторов в промышленности требует не только высокой активности, но и легкости и дешевизны их получения.



В 2001 году компания Shell разработала метод синтеза лигандов для соответствующего комплекса с высоким выходом:

