

А. А. БИНЯКОВСКИЙ, И. С. ПИНЧУК

Как решать олимпиадные задачи по химии

01.01.2018

Биняковский А.А., Пинчук И.С. Как решать олимпиадные задачи по химии. 2017 г., 79 стр.. Пособие содержит задачи и вопросы с ответами по различным разделам химии. Также приведены рекомендации и советы по их решению. Книга предназначена для учеников 9-11 классов средних образовательных учреждений, а также для студентов высших образовательных учреждений.

Предисловие.....	4
Неорганическая химия.....	6
Краткое руководство по решению задач по не- органической химии.....	6
Задачи 1-3.....	11
Задачи 4-6.....	15
Задачи 7-10.....	23
Органическая химия.....	35
Краткое руководство по решению задач по не- органической химии.....	35
Задачи 1-3.....	37
Задачи 4-6.....	41
Задачи 7-10.....	44
Одноходовки.....	49
Ответы.....	51
Неорганическая химия	
Ответы 1-3.....	51
Ответы 4-6.....	52
Ответы 7-10.....	55
Органическая химия	
Ответы 1-3.....	61
Ответы 4-6.....	67
Ответы 7-10.....	73
Одноходовки.....	78

Предисловие

В 2013 году я учился в обычной школе химии и не испытывал к химии никакого интереса. Слушая рассказы своего друга о том, как он занимался «химическим волшебством» в центре детского творчества, я начал больше всматриваться в окружающие меня предметы и явления. Я наблюдал, как он с лёгкостью отвечает на все вопросы учителя химии. Это было поразительно! Тогда же меня заинтересовали олимпиады по химии. Хорошая олимпиадная задача всегда приносила удовольствие, которое нельзя было ни с чем сравнить. Чтобы выигрывать олимпиады, надо было много читать, многое заучивать наизусть и прорешивать олимпиадные задачи из уже прошедших олимпиад. А если задуматься, все книги, которые пользуются сейчас интересом у химиков-олимпиадников, издавались не для них. В своём большинстве это пособия для студентов высших учебных заведений. В редких книгах есть советы к решению задач, где-то есть задачи с решениями. В этой книге собрано и то и другое. Она написана с целью помочь участникам химического олимпиадного движения, ведь умение быстро и правильно решать задачи безусловно самое важное умение олимпиадника.

Важно понимать, что задачи, представленные ниже, по своей конструкции и типу вопросов отличаются от типичных олимпиадных. В них мало численных данных и увеличена химическая составляющая, направленная на понимание сути процесса. Некоторые задачи – это так называемые обучающие задачи. Вы можете решать их с помощью интернета или других источников информации. Это способствует обучению. Радуйтесь, когда встречаете то, чего Вы раньше не знали, ведь именно так происходит процесс познания.

Ещё некоторые особенности задач, представленных в этой книге:

1) Задачи в этом сборнике разделены по трём категориям: неорганическая химия, органическая химия и одноходовки (краткие задачи с решением в одно действие). Задачи в разделах неорганическая и органическая химия поделены по уровням сложности: 1-3, 4-6, 7-10. Также каждой задаче присвоен индивидуальный уровень сложности, который указан в скобках в начале задачи.

Как решать олимпиадные задачи по химии

2) Вещества в цепочках, обозначенные одинаковой буквой с разным индексом обязательно имеют как минимум один общий элемент в составе.

3) При вычислении массовых долей массы элементов рекомендуется брать с точностью до десятых долей.

Если у Вас возникли вопросы, появилась непонятная ситуация или Вы не можете решить задачу, пишите Артёму Биняковскому на электронную почту mr.binyakovskiy@bk.ru или в социальной сети «ВКонтакте» vk.com/lyceum_1303.

Неорганическая ХИМИЯ

Краткое руководство по решению задач по неорганической химии.

Сейчас с каждым годом в олимпиадах уменьшается процент задач, которые рассчитаны только на знания студентов. Не стоит это путать с химической интуицией, она очень важна в решении задач. Чем же отличаются задачи по неорганической химии от прочих химических задач? Как бы не старались авторы сделать задачи чисто расчётными, всегда останется минимальный массив знаний химических закономерностей и соединений, без которых, увы, не решится ни одна задача.

Где обзавестись необходимыми знаниями? Здесь можно дать несколько советов. Прежде чем привести конкретные источники, стоит сказать следующее: существует множество способов запоминать и усваивать информацию. Рассмотрим один из них. Назовём его «эффект губки». Предположим, вы случайно услышали, как ваши товарищи или старшеклассники обсуждают любую тему, относящуюся к химии. Будь это факт из жизни дорогого нашего Дмитрия Ивановича или задача с московской олимпиады школьников. Идеальным вариантом будет тот, в котором вы вечером за чашкой чая загуглите услышанную вами информацию и просмотрите n смежных статей по этой теме. И вот Вы знаете больше, чем Ваши сверстники. Ниже приведён список литературы, специально подобранной для совершенствования своего навыка по неорганическим задачам (пункты расположены в порядке уменьшения нужной информации).

- 1) Неорганическая химия. В 3-х томах. *Под ред. Третьякова Ю.Д.*
- 2) Википедия (русская, английская и немецкая версии). Переключать статьи на другие языки можно в левой части экрана, во вкладке «Языки». Если вы в совершенстве не владеете ино-

странными языками, то для лучшего понимания оптимально будет воспользоваться автопереводом Google.

- 3) Гринвуд, Эрншо: Химия элементов. В 2-х томах
- 4) Housecroft С.Е., Sharpe А.Г. Inorganic Chemistry
- 5) Химические свойства неорганических веществ¹ Р. А. Лидин, В. А. Молочко, Л. Л. Андреева
- 6) Ваш школьный (лицейский) курс неорганики тоже весьма полезен

Вот перед вами оказалась задача по неорганической химии (почти всегда предварительно сказано, по какому разделу химии эта задача, так что проблем с этим обычно не возникает). С чего стоит начинать решение? Сначала внимательно прочитайте задачу до конца. Если в процессе чтения вы ничего не поняли, можно прочитать ещё несколько раз. Бывает так, что не понятно, с какой стороны начинать раскручивать задачу. В решении нам могут сильно помочь массовые доли элементов в веществе.

Давайте получше разберёмся, что это такое и как они могут нам помочь. Массовая доля – отношение массы атомов определённого элемента к общей массе вещества. Она может быть задана как явно (числом, десятичной дробью или процентами), так и косвенно. Приведу пример. Пусть в тексте задачи сказано следующее: «После растворения неизвестного металла массой 1 г. в концентрированной азотной кислоте выпал осадок массой 2,417 г...». Если предположить, что весь металл, который был растворён, перешёл в осадок, то можно легко посчитать массовую долю металла в осадке, она будет равна $\frac{1}{2,417}$. Сама по себе массовая доля мало что даёт. Но, проведя расчёты, можно практически наверняка сказать, какое вещество упомянуто в задаче. Как будем считать? Сначала лучше сделать предположение, тем самым откинув огромное количество соединений. Давайте посмотрим. Пока будем пользоваться только знанием химических закономерностей. При растворении металла в азотной кислоте могут получаться различные продукты: нитрат, гидратированный оксид, смешанный нитрат, кислый/основной нитрат, нитрат металла в разных степенях окисления,

¹ Этот сборник химических реакций позволяет максимально быстро интересующую нас реакцию, однако все реакции необходимо проверять в других источниках и с точки зрения химической логики из-за большого количества опечаток в этой книге.

нитрат оксокатиона металла, различные оксосоли и т.д.. Если вспомнить, что искомое вещество нерастворимо в воде, можно предположить, что искомое вещество – гидратированный оксид. Проверим это предположение. Составим уравнение:

массовая доля = $\frac{\text{молярная масса металла} \cdot k}{\text{молярная масса металла} \cdot k + 16 \cdot l + 18 \cdot n}$. Значения параметров k, l

и n берём 1,2,2 соответственно, что соответствует наиболее распространённой формуле гидратированного оксида $\text{MO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (если с выбранными нами значениями параметров не удастся получить ответ, надо будет последовательно менять значения параметров). Это может занять какое-то время. Подставив значения параметров в уравнение, найдём массу металла 48, что соответствует титану. На этом этапе очень важно проверить, соответствует ли предположенная нами валентность металла (в этом примере она равна 4) с реальной валентностью в этом соединении. Иначе можно получить интригующие формулы несуществующих соединений ☺. Если всё получилось, то наш ответ подходит под условие.

Теперь разберём некоторые приёмы при работе с массовыми долями. Допустим, задача сформулирована так: «Массовая доля неизвестного элемента в неизвестном соединении равна 64.36 %. Оно содержит этот элемент в высшей степени окисления и является солью сильной одноосновной кислоты...». С первого взгляда это пустое сотрясение воздуха. Согласно условиям, выберем все подходящие элементы и будем последовательно делить их молярные массы на массовую долю и вычитать массу элемента. Если при этом получится круглое число (суммарная масса остальных элементов в соединении), есть вероятность, что это и есть искомый элемент. Происходит это из-за того, что массы большинства элементов при составлении задач берут за целое число. Итак, поделив массу рения 186 на массовую долю, получим $288.999 = 289$. Вычтем массу рения и получим 103 (один калий и четыре кислорода). Искомая соль – KReO_4 .

Как мы уже видели, в ходе решения может возникнуть параметрическое уравнение, которое необходимо решить. Это можно сделать в одно нажатие кнопки калькулятора, если знать, куда нажимать. Речь идёт о решении уравнения с одной неизвестной и одним параметром. (если параметров больше, их можно подставлять вручную) Почти во всех калькуляторах, которыми пользуются школьники-олимпиадники, есть функция «Table». Она находит значения функции, зависящей от параметра. Сейчас давайте решим этим способом уже решённое нами уравнение.

1) Вводим в калькулятор значение молярной массы металла, выраженной через n . (допустим значения k и l нам известны)

2) В поле «Start» пишем 1. От этого значения начнётся подбор параметра

3) В поле «End» пишем 18. На этом значении подбор параметра закончится (число 18 соответствует максимальному количеству молекул воды в кристаллогидрате)

4) В поле «Step» пишем 1. Это будет минимальный шаг при подборе параметра

Готово, нажимаем «=». Мы получили таблицу из значений параметра и соответствующих им значений молярных масс. Теперь начинаем сверять значения молярных масс со значениями в таблице Менделеева. Так находится молярная масса неизвестного металла.

Кроме массовой доли полезными могут быть цвета веществ. Общую закономерность тут выдвинуть крайне сложно, ведь нередко даже анион может влиять на цвет вещества (VCl_4 – тёмно-красная жидкость, а VF_4 – жёлто-коричневый порошок).

В процессе чтения химической литературы можно научиться приблизительно предсказывать цвет того или иного соединения.

Если в условии даётся указание на цвет, агрегатное состояние, запах или вкус вещества, при наличии необходимых знаний это может сильно упростить задачу.

Теперь некоторые практические советы:

1) Выучите все тривиальные соединения, их свойства, внешний вид, запах. Если выделяется газ с запахом прелого сена, знайте, это фосген на 99,99%.

2) Есть некоторый набор реакций, которые из года в год повторяются в олимпиадных задачах. Их могут по-разному описывать, меня слова местами и т.д. Выучите и их.

3) Если в тексте задаче вы встретили словосочетание «индивидуальное вещество», то, опять же, с вероятностью 99,99% в этой задаче есть смесь.

4) Научитесь видеть вещество как член соответствующего ему гомологического ряда соединений. Например, хлороформ $CHCl_3$ не единственное соединение своего гомологического ряда. Если неизвестное соединение имеет свойства, похожие на свойства хлороформа, но по цифрам не подходит, это вполне может быть $SiHCl_3$ ($GeHCl_3$).

5) Классифицируйте все вещества по их свойствам. Это поможет вам исключать целые классы неорганических соединений во время поиска вещества. Рассмотрим это на примере ICl :

Класс соединений – интергалогениды (межгалогенные соединения).

Типичные свойства интергалогенидов, присущие и ICl: легкоплавное (или жидкое) вещество, окраска от бледно-жёлтого до тёмно-коричневого, имеет запах галогенов, гидролизуется водой, диспропорционирует при несильном нагревании. Увидев одно из этих свойств, надо зафиксировать эту мысль и использовать её в дальнейших рассуждениях.

Должны быть устойчивые связи «вещество-свойство» и «свойство-вещество», тогда любая задача по неорганической химии будет выглядеть для Вас как подаренные Вам n баллов.

6) Выучите массы хотя бы первых тридцати элементов. Это сэкономит время при расчётах во время олимпиады, а, возможно, и уберёт от ошибок.

7) Совет под номером 7 с каждым годом становится всё менее актуальным для всероссийской олимпиады, но он актуален для прочих олимпиад. Выучите имена первооткрывателей элементов и даты их открытия. Прочитайте происхождения названий элементов.

Неорганика 1-3

Вводная задача.

Металл Y растворили в серной кислоте. Полученный бесцветный раствор выпарили, сухой остаток прокалили при 400°C. Потеря массы при этом составила 23,61 %. Полученное вещество обработали перегретым водяным паром при 550°C. Конечное соединение содержит 44,03 % Y. Описать указанные превращения.

1. (сложность 1) Как известно, Москва – город памятников. Прогуливаясь по московским бульварам можно заметить, что некоторые памятники покрыты зелёным налётом, который появляется не сразу, а спустя некоторое время после установки памятника. Этот налёт представляет собой вещество X. В природе X встречается в виде одноимённого минерала, который относят к поделочным камням. При термическом разложении X образуется твёрдый Z и смесь двух газов K и H. Y тоже минерал и используется в украшениях так как имеет очень красивый и интенсивный цвет. X и Y имеют одинаковый элементный состав, но X массовая доля d-металла на 2,169 % больше, чем в Y. Указать соединения X, Y, K и H. Для X и Y привести названия соответствующих минералов. Написать реакцию термического разложения X в присутствии угарного газа.

2. (сложность 2) Серебристый металл D довольно легко окисляется, а водные растворы его солей окрашены в зелёный цвет. D медленно реагирует с холодной водой и быстро с горячей. Сумма цифр в атомном номере равна 15. Он используется в производстве денежных купюр. В остальном обладает типичными химическими свойствами элементов своего периода. Предложить элемент X, указать его самую устойчивую степень окисления. Предложить продукт реакции $D+O_2=?$

3. (сложность 2) В российском городе Альфа при транспортировке произошла утечка крайне ядовитого летучего соединения альфа. Оно растворимо в воде, обладает резким запахом и сильным онкогенным действием. Данное вещество также являлось военной тайной СССР (к

месту катастрофы военные не подпускали даже милицию). Альфа является продуктом крупнотоннажного органического синтеза и может быть получен в две стадии из диметиламина. Предложить соединение альфа, если известно, что оно содержит атомы трёх элементов в соотношении 1 к 1 к 4.

4. (сложность 2) "Необычный газ"

В ходе некоторой реакции из синего раствора выделяется газ А. Этот бесцветный газ с резким запахом крайне ядовит и взрывоопасен. При нагревании газа А до 400°C из него выпадает тёмноокрашенный аморфный порошок W. При сжигании смеси А и озоном развивается температура 5300°C. А взаимодействует и с кислотами, и с щелочами с образованием В и С соответственно. Плотность газа по воздуху 1,793. Предложить вещества А и В и строение вещества S.

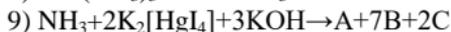
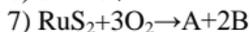
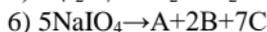
5. (сложность 2) Бинарное вещество У разлагается на два газа, его производные взрывоопасны, а массовая доля одного из элементов в нем более 98%.

6. (сложность 2) Вещество D широко применяется в быту, хотя и может представлять опасность для человека. Так, в 1824 г. в одном из российских городов из-за вещества D погибли от 200 до 600 человек. Учёными получены растворы D с концентрацией 99,99 %, а также оно выделено в чистом виде. D горит в атмосфере фтора фиолетовым пламенем, что указывает на наличие восстановительных свойств у D. Так, реакция H (галогенида d-металла, $\omega_{\text{Hal}}=32,53\%$) с D протекает со взрывом. Предложить вещества D и H.

7. (сложность 2) Дополнить и уравнять схемы химических реакций:



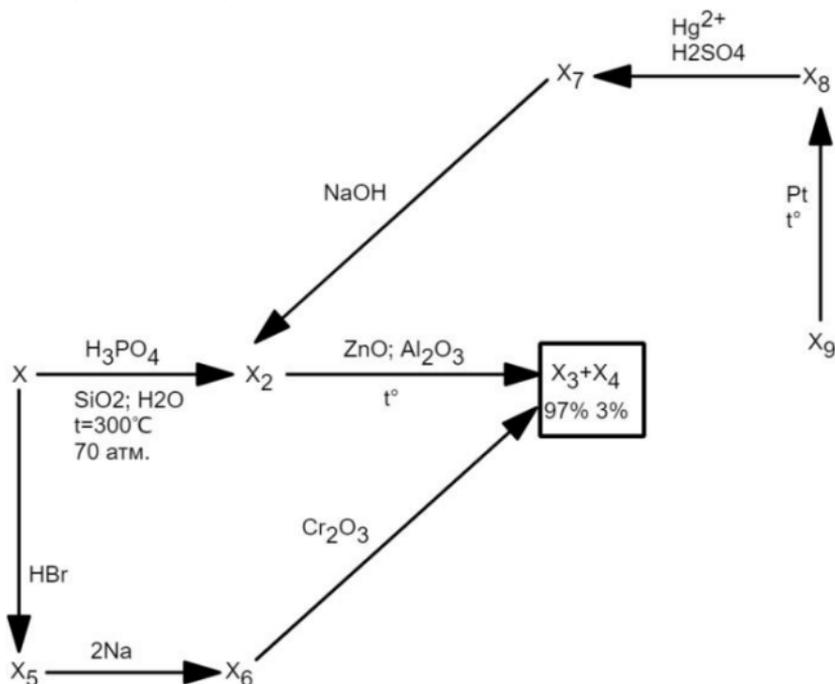
(в чём преимущество использования щавелевой кислоты в данном синтезе по сравнению с использованием SO_2 ?)



8. (сложность 3) Прореагировали два бесцветных газа, сумма молярных масс которых равна 32. Были получены два других газа с соотношением молярных масс 13,5 к 1. Предложить формулы этих газов.

9. (соединения 2) Впервые Q получено в 1862 году Фридрихом Вёллером. В СССР Q активно использовалось на стройках, где с его помощью получали пламя горелки с температурой до 3200°C. При сгорании D (продукт гидролиза Q) в кислороде наблюдается ослепительно-белое пламя. Чистый Q не имеет запаха, однако технический Q содержит примеси M и T, из-за чего имеет отвратительный запах. Реакция Q с азотом в зависимости от температуры может протекать по-разному: B образуется при 300-350°C, а Ч при 1000-1150°C. При гидролизе Ч образуется Ф. Предложить соединения Q, D, M, T, B, Ч и Ф.

10. (сложность 3) Цепочка



11. (сложность 3) Вещество Q хранилось в закрытой банке. Потом его растворили в кислоте, при этом раствор сильно отдаёт тухлыми яйцами, а исходное вещество не обладает запахом. Предложить такое вещество.

12. (сложность 1) Вещество используют на кухне Макдональдс как добавку к мясу и курице для предотвращения комкования. Он не растворяется в соляной кислоте и широко используется в органических и неорганических лабораториях. Указать это вещество.

13. (сложность 3) Общеизвестно, что некоторые элементы в Периодической системе объединяют в группы в связи со схожестью их свойств. Так, элементы E и R содержат одинаковое количество букв в названиях. Несмотря на различие их атомных масс практически в два раза, разделить смесь этих элементов в лаборатории невозможно. Предложить элементы E и R.

Неорганика 4-6.

14. (сложность 4) Юный химик Емельян получал кислород термоллизом фиолетовых кристаллов Ц. Он взвесил 5,00 г. фиолетовых кристаллов, поместил их в пробирку с газоотводом и прокалил. Твёрдый остаток Емельян высыпал в 3 % раствор соляной кислоты. Выпавший осадок он отфильтровал и взвесил (m_1). Но эти эксперименты не были запланированы программой лабораторных работ, поэтому, чтобы скрыть результаты своего эксперимента, Емельян решил засыпать в сосуд с раствором щавелевую кислоту. Сколько раз Емельян должен сходить от раковины, около которой находится щавелевая кислота, до своего рабочего места, если шпатель, которым он носит кислоту, вмещает 0,5 г. кислоты? Найдите состав фиолетовых кристаллов и значение m_1 .

15. (сложность 4) R имеет теоретическое применение в качестве сырья для соединений с высоким содержанием азота, но из-за низкой стабильности это пока не удаётся осуществить. R получают так: к бесцветной летучей жидкости, которая представляет собой тетрахлорид некоторого элемента, добавляют натриевую соль Т ($\omega_{\text{Na}}=35,38\%$). В качестве растворителя используют бензол. Если реакцию проводить в ацетонитриле с избытком азида натрия, то получается А ($\omega_{\text{N}}=77,30\%$). Предложить соединения R, Т и А.

16. (сложность 5) Вещество Q, разлагаясь при 25°C, даёт G. Вещество O, разлагаясь при 280°C, тоже даёт G. G, O и Q гидролизуются водой с различными скоростями, но в качестве продуктов всегда получается W и A. Массовая доля более тяжёлого элемента в G равна 88,4537 %, а в Q-82,9790 %. Массы брать с точностью до тысячных. Предложить вещества G, O и Q, а также рассчитать сумму коэффициентов в уравнении реакции взаимодействия Q с сернокислым раствором перманганата калия.

17. (сложность 5) Раствор соли цезия прилили к раствору соли алюминия, полученный раствор охладили. При этом наблюдалось выпадение осадка, в котором массовая доля кислорода составила 48,346 %.

18. (сложность 5) Элемент X- это типичный неметалл, но ему также характерны некоторые свойства металла. Напрямую X с кислородом не реагирует, но известно более трёх бинарных соединений X с кислородом. Рассмотрим три таких соединения (A, B, C). A получается при гидролизе $X_2(SO_4)_3$. B получают сжиганием X в озоне, и, наконец, C получают осторожной дегидратацией соответствующей кислоты.

19. (сложность 6, с решением) Бинарное соединение G_1 впервые было получено У. Грегори в 1835 году, но его циклическое псевдокластерное строение было окончательно установлено в 1944 году. Класс соединений G, к которому принадлежит G_1 , в настоящее время очень активно исследуется в связи с открытием электропроводности у некоторого соединения G_2 . Соединение G_1 обладает термохромными свойствами: он имеет светло-жёлтую окраску при -30°C , оранжевую при комнатной температуре и тёмно-красную при 100°C . G_1 получают взаимодействием некоторого хлорида с аммиаком. Оно нерастворимо в воде, но растворимо в бензоле. При нагревании и ударе оно способно детонировать. Термолизом G_1 можно получить как G_2 , так и циклический G_3 . При взаимодействии G_1 с пентахлоридом сурьмы получается A, а с трифторидом бора - B.

20. (сложность 4) Многие соединения металла X окрашены. Гексакарбонил данного металла реагирует даже с аргоном при очень низких температурах, образуя фиолетовое вещество при 20 К. Образующийся в этой реакции карбонил X дальше может вступить в реакцию с Хе. Металл X твердый и широко используемый. В высшей степени окисления имеет два красных соединения - сильнейших окислителя. Предложить металл X.

21. (сложность 5) История открытия одного очень важного явления в органической химии связана с изучением учёными Вёлером и Либихом строения двух солей ртути (A и B, далее соединеньца A и B). Первое можно получить взаимодействием нитрата ртути с неким соединением C в разбавленной азотной кислоте. C необычайно востребовано в быту русских людей. Если в соединеньце B все атомы некоторого элемента заменить на атомы элемента, следующего по группе после него, то получится вещество D. Оно известно по эффектной реакции его разложения: при нагревании D происходит многократное увеличение объёма реакционной массы. В названии этого опыта лежит метафора, которая указывает на принадлежность живого существа из отряда пре-

смыкающиеся к правителю Древнего Египта. Предложить и назвать соединения A-D, написать все описанные реакции, привести два названия A и опыта разложения D.

22. (сложность 5) Очень токсичное соединение X имеет более 16 тривиальных названий, заканчивающихся на одно слово соответствующие длине волны 540 нм.. Молярная масса 1014. Доля кислорода составляет 0,25246 %. Известен случай смерти известного политика, который находился в комнате с X. Соединение X можно получить сплавления синего порошка с белыми кристаллами, которые печально известны в качестве яда, использовавшегося в средневековье.

23. (сложность 6) Пролог: "Не всякая задача проста".

Происхождение названия элемента "X" сходно с происхождением названия элемента "Y". Тёмно-красный порошок "Z", содержащий элемент "X", впервые получил Роберт Бёрнс Вудворд в 1973-м году. Простое вещество, образованное атомами элемента "X", серебристо-белое, слегка желтоватое с розоватым или синеватым оттенком. Синтез "Z" в лаборатории весьма сложен. Вещество "i", изображенное на рис. 1, содержит два атома элемента "V", входящего в состав "Z". Название "V" переводится как "Безжизненный".

Задания:

- 1) Указать элементы "X" и "Y".
- 2) Указать шесть элементов из которых состоит "Z".
- 3) Указать формулу "i".
- 4) Указать элемент «V»

24. (сложность 5) В 1735-м году король Арагона и регент Кастилии Карлос I издал указ, который запрещал впредь ввозить металл L в Испанию. В этом же году испанский король Карл III приказал утопить в море весь привезённый в Испанию металл L. Это связано с тем, что после появления в Испании металла L там настал расцвет фальшивомонетчества и привёл к кризису. Металлический L можно относительно легко перевести в раствор, действуя на него некоторой жидкостью T. Если взять 2,450 г. L, то после завершения реакции из раствора можно выделить 6,506 г. оранжево-жёлтых кристаллов G, растворимых в воде и этаноле. Обработка хлором G 300°C даёт X. Нагреванием X до 380°C получают тёмно-зелёное M. Нагревание M до 435°C даёт коричневое R. Добавление к R NH_4Cl в водном растворе аммиака приводит к выпадению интенсивно-зелёного осадка E. Предложить металл L, а также жидкость T и вещества G, X, M, R и E.

25. (сложность 5) Фиолетовые кристаллы массой 1 г. ссыпали в полулитровый сосуд с водой. Произзошёл взрыв. Если считать, что реакция

произошла количественно, то концентрация щёлочи в полученном растворе составит 0,01457 моль/л.. Фиолетовые кристаллы получают реакцией D с недостатком кислорода. Предложить состав фиолетовых кристаллов.

26. (сложность 4) Соль R (её водный раствор имеет жёлтый цвет) содержит элемент X в высшей нечётной степени окисления, а название сосед элемента X по Периодической системе переводится с древнегреческого как "свинец". Предложить R и X.

27. (сложность 6) 95% X производят в России, но практически весь поставляется в Америку. X использовался в качестве обогревателя в советском луноходе. X образует два оксида, а водный раствор его двухзарядного катиона жёлтый. Найти X.

28. (сложность 5) Существует как минимум 7 бинарных соединений элементов А и Б. Многие из них гидролизуются, некоторые окрашены, при нагревании все переходят в соединение Ж. Ж не гидролизуются в холодной воде, существует в виде жёлто-коричневого порошка. Предложить такие соединения.

29. (сложность 6) Широкое применение находят соединения элемента Э в медицине в препаратах против бактерий. Э известен как элемент, который в будущем может вытеснить свинец из сферы его применения. В некоторых странах уже запрещено использовать свинец в пулях на охоте. Соль С (13.63 % хлора) использовалась в составе теней для век и лака для ногтей как красящий пигмент. Ещё один пигмент Е (непрозрачный жёлтый в акриловой краске) содержит 15.74 % элемента, названного в честь богини любви и красоты. Предложить соли С и Е.

30. (сложность 6) В далёком 1945ом году в США был заслан разведчик из СССР. По приказу партии, он прибыл на завод по производству X. В одном из кабинетов сотрудников производства он обнаружил удивительно красивую прозрачную стеклянную вазу интенсивно-зелёного цвета. С помощью специального прибора он сразу понял, что эта ваза имеет непосредственное отношение к производству. (завод не выпускал декорированные стеклянные вазы). В современном мире существует альтернативное применение X. В нём используют таблетки, которые содержат суммарно 88,0275 % металлов. Это смесь оксидов двух металлов, один из которых не встречается в природе.

31. (сложность 6) Кислоту L смешали с кислотой Y. Получился раствор кислот С и Е. Кроме этого, выделялся бесцветный газ U. U может участвовать в реакциях присоединения с галогенами. Например с некоторым галогеном образуется очень токсичное соединение M. Найти вещества L, Y, C, E, U, M.

32. (сложность 4) А не реагирует со фтором, кислотами и является бесцветным газом без запаха. Этот газ тяжелее воздуха. Он химически инертен, однако может вступать в реакции с металлами, например: $3A + 4Al = 3B + 4AlF_3$. Найти А и В.

33. (сложность 6) Разгадайте ребус:

1) $6^2, 7^2 + 1^2, 8 = (7, 1^4)^2, 6^2, 8^4$

2) $7, 8 + \boxed{17} = 7, 8, \boxed{17}$

3) $6, \boxed{1}, \boxed{7} = 6, \boxed{1} + \boxed{7}$

34. (сложность 6)

а) $A_5BC_2 \rightarrow X_{(газ)} + Y_{(газ)}$ реакция термического разложения.

б) $A_6BD \rightarrow X_{(газ)} + Y_{(газ)}$ реакция термического разложения.

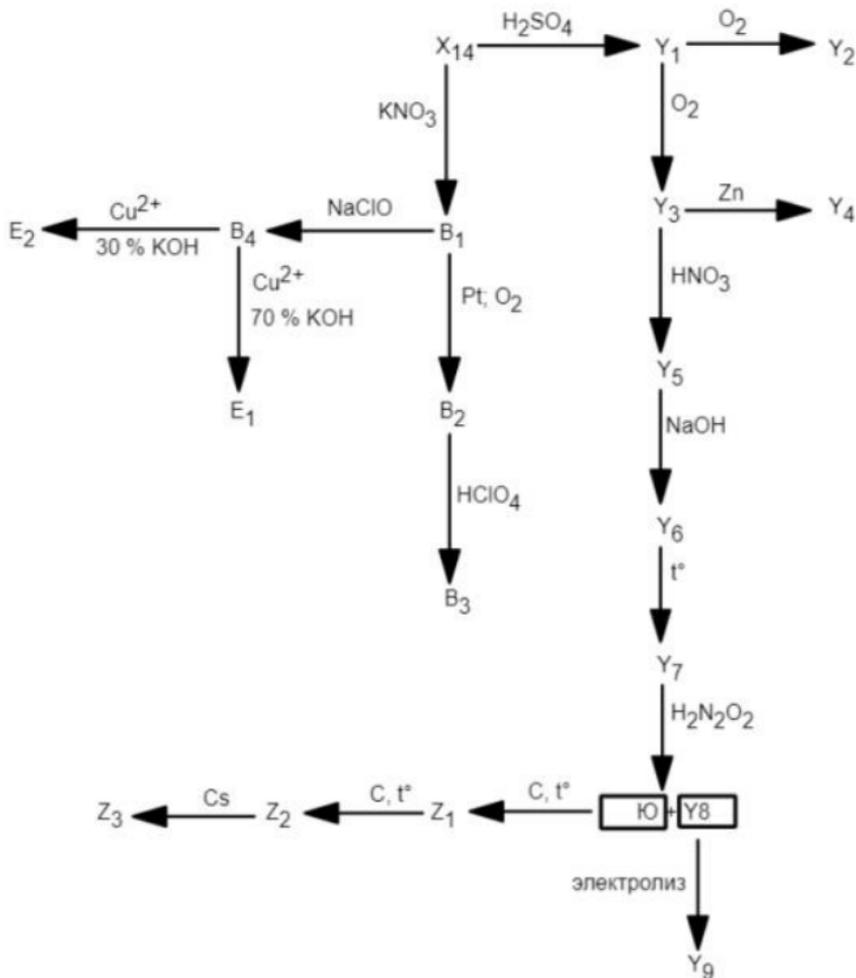
Указать рациональные формулы веществ.

35. (сложность 5) Некоторый металл легко окисляется на воздухе. Небольшую порцию этого металла растворили в азотной кислоте. К полученному раствору прилили соляную кислоту, после чего сразу выпал белый осадок Р. При пропускании хлора осадок растворяется. Предложить неизвестный металл.

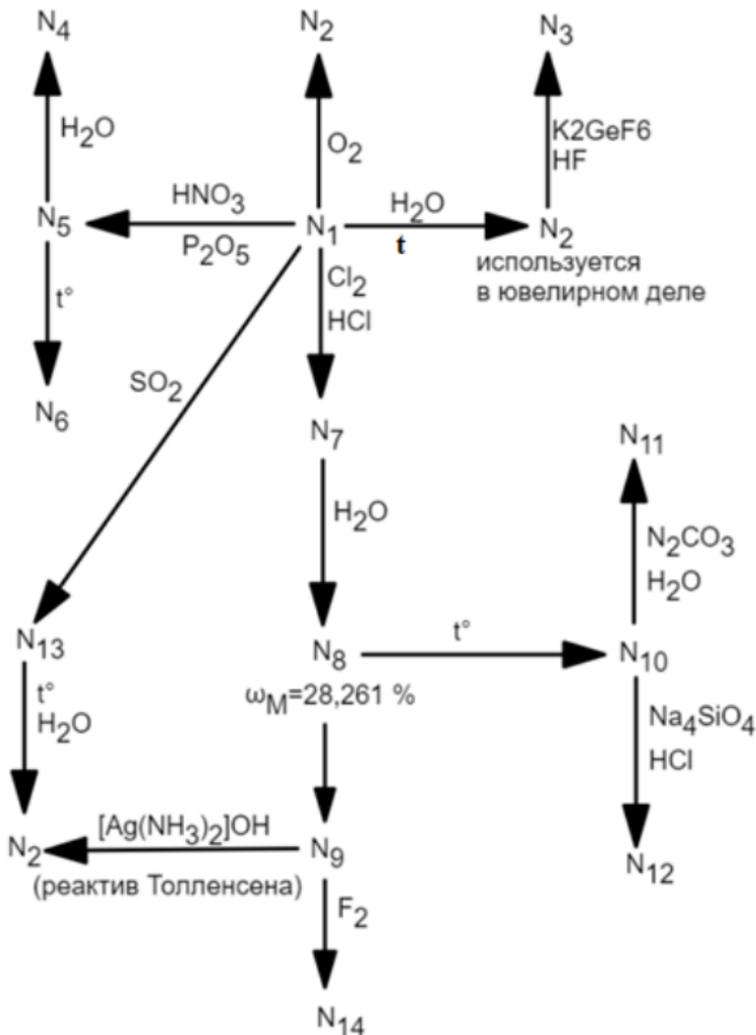
36. (сложность 4) А – красные кристаллы. Используются в ювелирном деле. Элемент Х, содержащийся в А, ценился до VIII века как золото. В химических синтезах его соединения используют как кислоту Льюиса. Водные растворы соединений Х вследствие гидролиза содержат полиядерные комплексы: $\min: [X(H_2O)_6]^{n+}$, $\max: [X_n(H_2O)_a(OH)_bO_c]^{z+}$. $A + N_2O_5 + nHNO_3 \rightarrow F$; $B \rightarrow t \rightarrow A_{(бесцв.)}$; $C \rightarrow X + A_{(бесцв.)}$. При нагреве до $1000^\circ C$ идёт реакция: $X + A_{(красный)} \rightarrow C$. Предложить соединения А, В, С, F и элемент Х.

37. (сложность 5) «Неадекватные вещества» (цепочка)

Определить вещества X_{14} , B_1 - B_4 , Y_1 - Y_9 , Z_1 - Z_3 , Ю. Вещество X_{14} – газ с рекордно низкой плотностью.



38. (сложность 6) Цепочка



39. (сложность 5) Вещество X является катализатором для получения адипиновой кислоты, в тестах на наркотики и для определения лантаноидов (жёлтый аморфный осадок). Получают из оксида Z с массовой долей кислорода 0,43985. Z - так же известный катализатор. Массовая доля азота в X - 0,119658. Предложить вещества X и Z.

40. (сложность 5) Дополнить и уравнивать схемы химических реакций:

- 1) $A+3B \rightarrow Sc(OH)_3+3NaF+3NH_4F$
- 2) $A+3B+4C+17D \rightarrow 2KCr(SO_4)_2 \cdot 12H_2O+12H_2O$
- 3) $2A+3B \rightarrow 2Cr_2O_3+3N_2+8H_2O$
- 4) $A+B \rightarrow O_2+2HF$
- 5) $A+B+C \rightarrow H_2[TiO_2(SO_4)_2]+H_2O$
- 6) $A+B+2C \rightarrow H[TiO_2(OH)_3]+H_2SO_4$
- 7) $A \rightarrow Sc_2O_3+3CO_2+12H_2O$
- 8) $4A+12B \rightarrow 4La(OH)_3+3C_2H_2+C_2H_6$
- 9) $2A+14B \rightarrow 2K_3TaO_4+8KCl+H_2+6H_2O$
- 10) $A+2B \rightarrow NH_4[O=C(NH_2)O]$

41. (сложность 6) Известно пять бинарных соединения фтора с элементом А. Ярко-красное C_1 разлагается уже при $20^\circ C$ на C_2 ($\omega_F=31,959\%$) и фтор. C_1 окисляет ксенон при нормальных условиях, окисляет платину до степени окисления +6. Также C_1 окисляет кислород до иона оксигенила. C_3 тоже может взаимодействовать с ксеноном. Получают C_3 фторированием A_2O элементарным фтором. Добавляя в горячий бесцветный концентрированный раствор C_4 элементарное А в соотношении 1 к 1 можно получить C_5 ($\omega_F=14,976\%$). В воде C_5 с образованием C_4 и А. Предложить вещества C_1-C_5 .

42. (сложность 6) Если к хромату калия добавить пероксид водорода, образуется устойчивый продукт Т красного цвета, а если реакцию проводить в кислой среде, а затем экстрагировать эфиром и пиридином, то выделяется нейтральный комплекс Д. Рассчитать состав образующихся соединений, если известно, что оба соединения содержат одинаковое количество элементов. Содержание кислорода в одном из этих соединений больше, чем в другом на 7,136 сотых долей. Предложить соединения Т и Д.

Неорганика 7-10.

43. (сложность 7) Порошок А прокалили и сделали стекло, стекло же в свою очередь растолкли и сплавляли с порошком В, при этом выделился газ С, но реакция шла под давлением и выделился не тот продукт, что хотел бывалый химик W. Получился же некий полупроводник Д. Хотя W хотел соединение Л. Разница между Д и Л составляет один атом, качественный состав их одинаковый, однако если вещество Л ещё реакционно способно, то вещество Д обладает высокой инертностью. Известно, что газ С является популярным и используется в методах очистки. Предложить вещества А, В, С, W, Л, Д.

44. (сложность 7) Соединение Ц очень полезного элемента X имеет интересный состав с содержанием X 47,6 процента. Атомы X в Ц имеют необычно высокое координационное число. X распространен в земной коре. Его растворы в +4 окрашиваются в зеленый цвет. Доля водорода в L ноль целых 4 десятых процента. Предложить вещества Ц и L.

45. (сложность 7) Жёлто-зелёный кристаллический осадок У может быть получен охлаждением смеси растворов двух сульфатов (А и В). 1896 году Антуан Анри Беккерель, используя в своих экспериментах У, открыл одно важнейшее явление. Доля серы в У составляет 11,11 %. У люминесцирует при освещении солнечным светом. Предложить вещества У, А и В. Указать, какое именно открытие сделал Беккерель.

46. (сложность 8) Содержание водорода в веществе равно 2,8383%. Оно применяется как лекарство от рака и имеет 2 изомера. Транс-изомер - оранжевые тяжелые кристаллы, цис-изомер - жёлтые кристаллы, которые при комнатной температуре переходят с транс-изомер. Предложить состав кристаллов.

47. (сложность 9) Одно вещество, хранится в открытой банке, постепенно зеленеет, выделяя кислород. При этом такие соединения редки. Можно заметить, что вещество при получении отдает йодом и, по-верх всего, ему не характерны такие соединения. Элемент х связан с

органикой металлургией. Так же он довольно интересно влияет на людей с отсутствием особого белка. Предложить состав этого вещества.

48. (сложность 9) Газ X можно получить сплавлением двух солей (Ф и N), содержащих ртуть. Этот газ поглощается кислотами. При реакции с хлором даёт циклический продукт. Циклический продукт реагирует с кислотами, щелочами, реактивом Гриньяра, аминами, ароматикой. Все реакции описаны. Предложить вещества и написать уравнение реакции взаимодействия двух солей.

49. (сложность 7, с решением) Соединение Щ бурно реагирует с жидкостью Б с выделением газа, молекула которого содержит одинаковое количество нейтронов и протонов, и выпадает осадок, который при нагревании выделяет Б. Температура плавления Б составляет 3.8 С. Предложить Щ и Б.

50. (сложность 8) Соединения А и В состоят только из элементов X_1 и X_2 , причём массовая доля X_1 в них различается на 21,3 %. Соединения А и В крайне неустойчивы. Предложить А, В .

51. (сложность 9, с решением) "Древнее вещество"

В соединении X массовая доля металла М составляет 62,34 % от массовой доли М в соединении Y, которая в свою очередь составляет 79,87 % от массовой доли М в веществе Z, водный раствор которого (Z) имеет голубую окраску. Синий порошок А, взаимодействуя с X в нужных условиях, даёт соединение В, прирост массы составляет 65,217 %. Однако химик, проводивший эксперимент, был пьян, пока он пересыпал вещество А в колбу, некоторое количество вещества ($m=65,522$ г.) просыпалось в литровую бутылку с диэтиловым эфиром. При этом температура плавления эфира уменьшилась на один градус. В спектре ПМР Н1 соединения В наблюдаются три синглета в области слабого поля (13 м.д.) и ещё два других синглета с соотношением интенсивностей 1:2:1:2:2 соответственно. Вещество А можно легко получить из вещества R, которое впервые было выделено из ромашки. Изомер соединения R (вещество W) является бинарным веществом и до недавнего времени использовался как инсектицид моли в быту.

Все упомянутые вещества кроме W окрашены.

Вопросы:

- 1) Предложить соединения X, Y, Z, A, B, R и металл M.
- 2) Предложить объяснение различию окраски R и W.
- 3) Какие ещё элементы открыл учёный, открывший металл M?

Справочные данные:

$$\rho_{(\text{эфира})} = 0.714 \text{ г/см}^3$$

$$\Delta_{\text{fus}} H^0_{(\text{эфира})} = 7.536 \text{ кДж/моль}$$

$$\Delta_{\text{vap}} H^0_{(\text{эфира})} = 26.71 \text{ кДж/моль}$$

$$T_{\text{пл.}(\text{эфира})} = -116.3 \text{ }^\circ\text{C}$$

52. (сложность 8) Довольно весёлое и известное вещество С существует в виде четырёх основных структур и использовалось как пищевая добавка к изделиям из муки. Оно растворимо в хлороформе, но нерастворимо в воде. По одной из методик получения С к бесцветной горючей жидкости А добавляют другую не очень стабильную жидкость В при 0°C в присутствии серной кислоты. Однако, вещество С известно благодаря другому своему свойству, которое здесь не упомянуто. Указать С и четыре основные его формы.

53. (сложность 8) Один из способов разделения катионов металлов А и В в водном растворе включает в себя следующее: через раствор, содержащий соли металлов А и В пропускают избыток SO₂. Затем добавляют сульфат натрия и охлаждают ледяной баней. Выпавшие в осадок кристаллы У содержат 46,654 % В, а исходная соль В (содержит серу) содержит 62,89% А. Предложить А, В и У.

54. (сложность 7) Вещество С используется для украшения еды и как компонент сладких гарниров в азиатской кухне. Оно также применяется в электронике для производства неискрящихся разъёмов. Стёкла, полученные при сплавлении силикатов с С, окрашены в интенсивно-красный цвет. С отражает инфракрасный и видимый свет, что объясняет его использование как покрытие в искусственных спутниках. Также тонкий слой С может быть нанесён на стёкла кабины самолёта для некоторых целей. Указать С.

55. (сложность 9) Вещество R использовалось для фиксирования отпечатков пальцев и представляет собой жёлтый порошок, крайне токсичный и взрывающийся при нагреве. Известный российский химик вынужден был прекратить свои исследования после отравления парами R. R обратимо реагирует с водой и выделяет хлор из соляной кислоты с параллельным образованием E. При пропускании аммиака через щелочной раствор R образуется С, а при реакции R с концентрированным раствором щёлочи получается Т. Потеря массы при взрыве R после конденсации веществ 25.17 %. R является оксидом. Предложить вещества R, E, C, T.

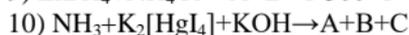
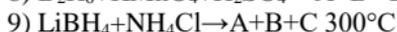
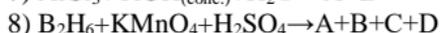
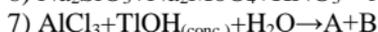
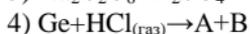
56. (сложность 10) Зелёный порошок, растворимый в органических растворителях, содержит 69,59 % металла. Это соединение пиррофорно и является одним из первых органических соединений для данного металла. Для этого соединения не нашлось практических применений из-за одного его свойства. Зеленому порошку А изоструктурен жёлтый порошок В, оба устойчивы к гидролизу, но В взрывается при нагрева-

нии. Оба получаются при реакции одной калиевой соли с тетрахлоридами металлов. Указать А и В.

57. (сложность 7) Один интересный минерал представляет собой бледно-жёлтые игольчатые кристаллы, содержащие металл. Молярная масса составляет 374 г/моль (тетрагидрат). Это ионное соединение содержит нетипичный для минералов анион и является единственным минералом, содержащим этот анион. Также известно, что такой минерал может формироваться вблизи захоронений особого типа промышленных отходов. Указать состав минерала.

58. (сложность 8) Сильный восстановитель – белые кристаллы П – существует только в виде димера, причём восстановительные способности проявляет только катион металла М. При длительном хранении на воздухе к ним добавляют жидкость Ч, чтобы избежать окисления. При нагревании раствора П из него выпадает жёлтый осадок основной соли У (доля металла 83.55%). П применяется как компонент пиротехнических составов и при чернении латуни. При подщелачивании раствора П из раствора начинает выпадать чёрный осадок Щ. Предложить вещества П, М, Ч, У и Щ.

59. (сложность 7) Дополнить и уравнять схемы химических реакций: (коэффициенты не расставлены)



60. (сложность 8) Гетерополикислоты применяются как катализаторы промышленного синтеза. Их можно условно представить как продукт замещения атома кислорода в кислоте на другие кислотные остатки. Здесь загадана одна такая четырёхосновная кислота. Этот жёлтый порошок получают из силиката натрия и триоксида вольфрама (доля Н=0.13898 %). Указать брутто-формулу кислоты.

61. (сложность 9) Комплекс молибдена 0, содержащий две нейтральные молекулы азота получают следующим образом:

1) Восстанавливают MoCl_5 до Mo^{+4} ацетонитрилом. При этом КЧ 6 у молибдена сохраняется.

2) Реакция замещения лигандов на THF (сумма коэффициентов в веществе равна 23)

3) Продукт снова восстанавливают порошком олова тоже с сохранением КЧ 6

4) К продукту добавляют металлический Mg и

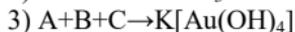
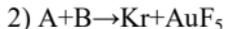
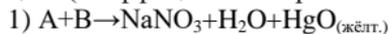
1,2-бис(дифенилфосфино)этан в присутствии молекулярного азота, при этом молибден восстанавливается до 0. Предложить состав комплекса.

62. (сложность 7) Самая сильная кислота, которая допускает хранение в специальных сосудах, была разработана совместно американскими и российскими учёными. Она протонирует бензол и фуллерен без их разложения. Она содержит хлор, углерод, бор и водород (доля H=0.191461 %). Известно, что в её основе лежит неправильный додекаэдр, к каждому атому-вершине которого прикреплен другой атом. Условная валентность бора и углерода – 6. Составить структурную формулу этой одноосновной кислоты.

63. (сложность 9) Начиная с 1984 года было подано более 600 патентов на широкий класс соединений, содержащих элемент N. Также в их состав обычно входят один металл и один неметалл. Изделия из такого вещества сейчас общедоступны и обычно покрыты никелем снаружи. Каждый современный ПК содержит деталь из этого вещества. Образец такого вещества был растворён в концентрированной азотной кислоте. Выделялся бурый газ, выпадал белый осадок, а раствор стал коричнево-фиолетового цвета. После добавления иодида натрия выпадает коричневый осадок. Далее раствор разделили на две пробирки. В первую добавили красную кровяную соль, выпал синий осадок. Во вторую – разбавленный раствор фторида калия - выпали бледно-розовые кристаллы необычного состава. (27.11 % фтора).

64. (сложность 7, с решением) Серебристо-белый порошок растворили в азотной кислоте (раствор B). Если добавить недостаток водной щёлочи, выпадет бесцветный осадок, в избытке щелочи он растворится. Исходный порошок подвергается пассивации при взаимодействии с концентрированными кислотами. Характерная степень окисления этого металла +3 Этот металл не играет никакой биологической роли. К раствору B добавили сульфид натрия, выделился сильно-пахнущий газ и выпал осадок.

65. (сложность 8) Дополнить и уравнять схемы химических реакций: (коэффициенты не расставлены)



- 4) $A+B+C \rightarrow Cu_2O_3 + Na_2SO_4 + NH_3 + H_2O$
 5) $A+B+C \rightarrow AgO + KNO_3 + K_2SO_4 + H_2O$
 6) $A+B \rightarrow AgF + HF + O_3$
 7) $A+B+C \rightarrow Cu + FeSiO_3 + SO_2$ прокаливание
 8) $A+B \rightarrow H_2[OsO_4(OH)_2]$
 9) $A+B \rightarrow IrF_4 + ClF$
 10) $A+B+C \rightarrow Ir(OH)_4$

66. (сложность 9) Жёлтые кристаллы Т поместили в сосуд с водой. После завершения реакции образовался бесцветный раствор G с осадком Н. Растворяя Н в кислоте Е можно получить G. Прокаливанием Н в газообразном Е можно получить К. К при реакции с водой даёт раствор G и либо Н, либо Т. Если к раствору G добавить раствор сульфида натрия, то выпадет тёмно-красный осадок. Газ при этом не выделяется. При реакции Н с тяжёлой ядовитой жидкостью W получается X с массовой долей более тяжёлого элемента 87,48 %.

67. (сложность 4) Газы А, Ы, D, F и G объединяет одно общее свойство.

условие	Количество газов, удовлетворяющих условию
Растворим в воде	1
Горит в кислороде	3
Бинарное	3
Содержат углерод	4

Предложить газы А, Ы, D, F, G и написать продукт реакции $\text{Ы} + [\text{Ru}(\text{NH}_3)_5(\text{H}_2\text{O})] \rightarrow ?$

68. (сложность 7) Газ содержит 42,42% азота. Он состоит из двух веществ (О и D) с одинаковой плотностью по азоту. О образуется, если к тетрафторгидразину добавить хлорид алюминия. D получается из О, если его нагреть до 100°C. Объяснить, в чём разница между О и D, какой из них и почему более термодинамически стабилен. Предсказать продукт реакции этих веществ с пентафторидом сурьмы.

69. (сложность 8) Три вещества, содержащие хлор, реагируют между собой с образованием тёмно-синего соединения (52,988% Cs, 22,709% F)

Найти это вещество и объяснить его строение, если известно, что все атомы в нём находятся в нечётных степенях окисления.

70. (сложность 7) Агроном, Блондин и Чернышов проводили реакцию. В ходе реакции на зелёные куски вещества в пробирке действовали последовательно азотной и соляной кислотой.

«Частицы в этом красном растворе имеют очень сложный состав.» - сказал Агроном

«Этот раствор синего цвета.» - сказал Блондин и поправил чёлку.

«Тут явно выделяется газ с массой -46.» - сказал Чернышов и ошибся знаком.

Найти состав зелёных кусков.

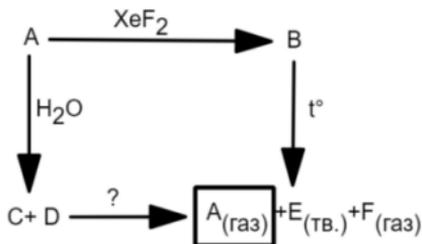
71. (сложность 8) «Ленивый человек в бесконечном покое сходен с неподвижною болотною водою, которая кроме смраду и презренных гадин ничего не производит.»

Михаил Ломоносов

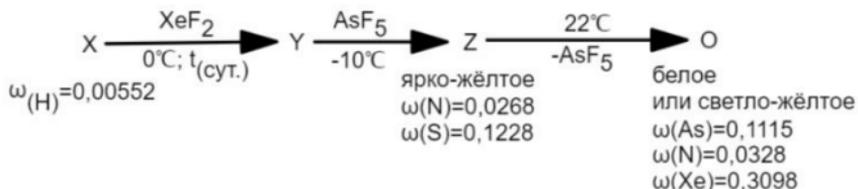
В 1985 году группа исследователей изучила масс-спектры паров X и обнаружили пики, отвечающие соединениям А и В. В соответствии с какой теорией можно выдвинуть предположение о строении А? Укажите область применения структуры А. Молекула типа связей ($I_1=1,39\text{Å}$, $I_2=1,44\text{Å}$). В менее распространён, что А, современный метод получения подобных соединений позволяет получить смесь А и В в соотношении 3 к 1 (процесс X). Впоследствии, фирме Mitsubishi удалось наладить промышленное производство А, но продукты этой реакции содержат кислород, поэтому метод не прижился. По стандартной методике получения чёрный порошок, полученный в результате процесса X, смешивают с толуолом и центрифугируют. Полученный осадок является смесью А, В и твёрдого раствора С. Легирование А щелочными металлами приводит к веществу D, которое при $T=16\text{K}$ является сверхпроводником. Примером экзоэдральных соединений этого типа может быть гидратированный А – гидратированный супермолекулярный комплекс. Вещество E ($X\text{Y}_2\text{A}$) является сверхпроводником при $T=33\text{K}$. ($\omega_A=7,979\%$) По аналогии с экзоэдральными соединениями существуют эндоэдральные соединения А. Например, соединение F содержит 22,58 % Се.

72. (сложность 8) «Свойства XeF_2 »

Найти все вещества, если известно, что С и D – кислоты. Предложить реагент для перевода D в А. *Указание: при переходе из А в В степень окисления X в А понижается.

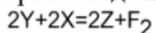


73. (сложность 10) X и Y содержат 5 элементов, а Z и O – 6 элементов. В соединении O фтор двухвалентен. Предложить структурные формулы веществ X, Y, Z, O.



74. (сложность 7) Жидкость (при н.у.) Щ загорается на воздухе, имеет меньшую плотность, чем у воды и разъедает фторопласт. Благодаря одному своему свойству, Щ – очень важный продукт, использующийся в энергетике. Образец Щ, массой 1 г. осторожно растворили в 500 г. абсолютного спирта. Полученный раствор выпарили, а твёрдый остаток разделили на две равные части. Одну растворили в 400 мл. воды (раствор Y), другую смешали с стехиометрическим количеством этилхлорида в органическом растворителе с образованием G. Рассчитать количественный состав Y и предложить формулу G, если массовая доля более тяжёлого элемента в исходной жидкости 77,2%. Почему спирт должен быть абсолютный?

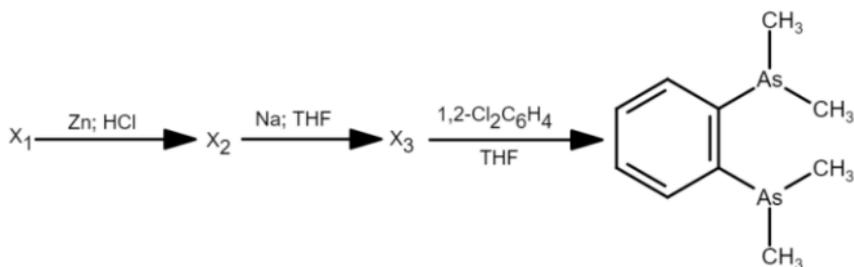
75. (сложность 7) Молекула Y по строению похожа на пероксид водорода. Y – жёлтое кристаллическое вещество. Является сильным окислителем, кроме того оно является сильнейшим фторирующим агентом, превосходящим F₂.



$$\omega_{\text{F}}(Z) = 42,53 \%$$

Предложите вещества X, Y, Z.

76. (сложность 9) Бунзен так писал об этом веществе: «Запах этого тела производит мгновенное покалывание рук и ног и даже головокружение и бесчувственность...». Отмечено, что когда человек подвергается воздействию запаха этих соединений, язык покрывается чёрным покрытием, даже когда никакие дальнейшие злые эффекты не заметны» Язык людей, подвергшихся воздействию паров X, покрывается чёрным налётом. X – это белое твёрдое вещество, очень хорошо растворимое в воде и горящее в кислороде. Его водный раствор имеет кислую реакцию среды. X – компонент гербицидов. Предложить вещества X₁-X₃.

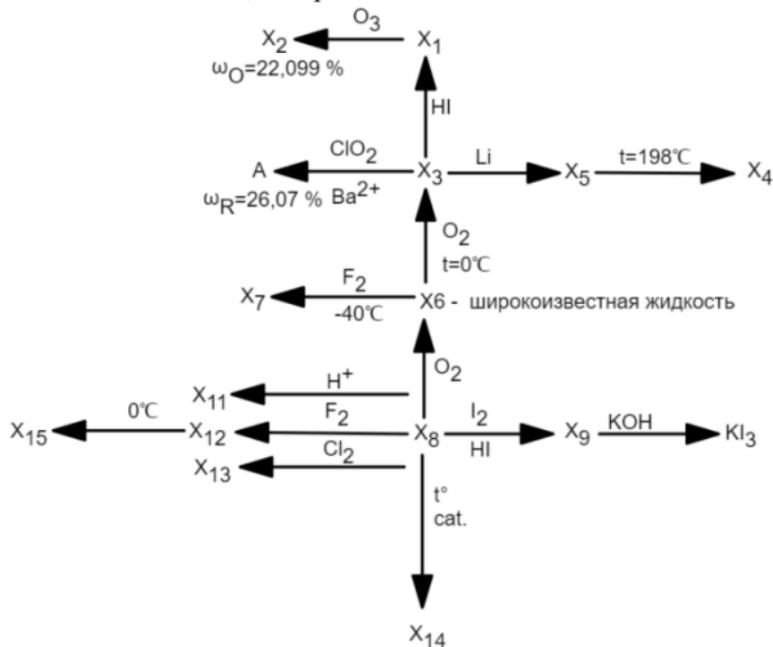


77. (сложность 10) Газ X_1 бесцветный, но при контакте с воздухом он буреет. Массовая доля азота в X_1 48,39 %. X_2 – бурый газ. При этом существует равновесие $X_4 + X_3 \leftrightarrow X_2 + X_1$. Предложить соединения X_1 - X_{40} .



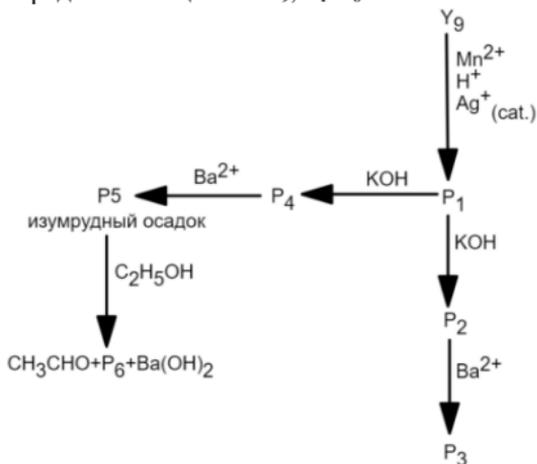
78. (сложность 7) «Незаурядный элемент» (цепочка)

R – некоторый элемент в составе A. Предложить вещества X_1 - X_{15} и A, если вещества X_1 - X_{15} содержат один и тот же элемент.



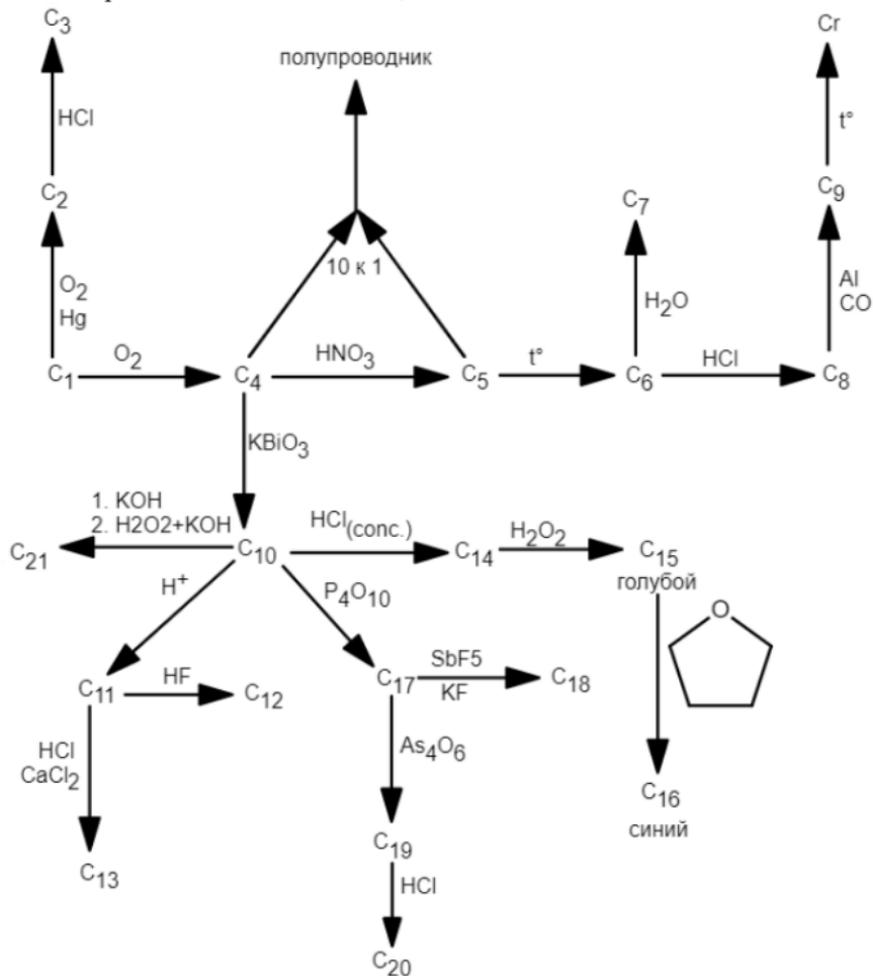
79. (сложность 7) «Продолжение банкета» (цепочка)

Определить вещества Y_9 , P_1 - P_6 .



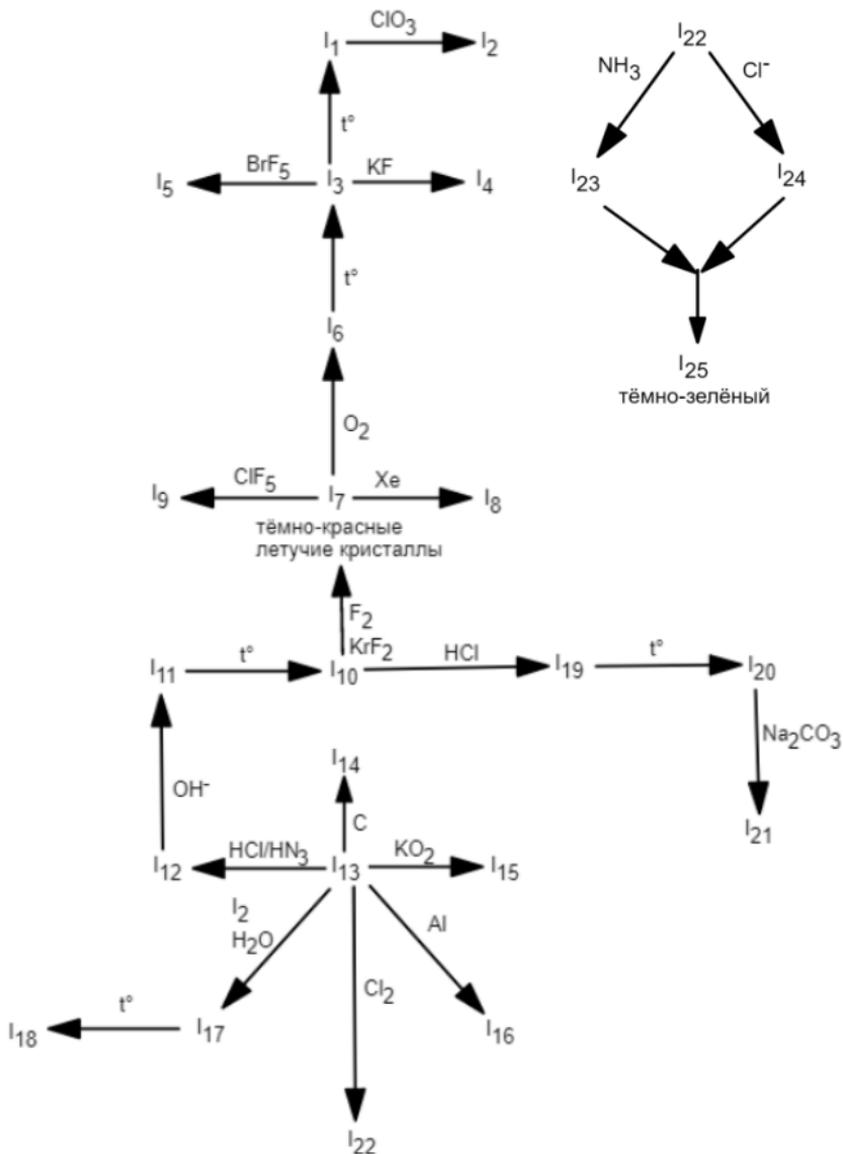
80. (сложность 8) «Хромое безрассудство» (цепочка)

Определить вещества C_1 - C_{21} , если известно, что соединение C_n не может содержать элементов больше, чем n .



81. (сложность 9) Цепочка

Найти все неизвестные вещества, если массовая доля более лёгкого элемента в I_{16} равна 36.770 %.



Органическая химия

Краткое руководство по решению задач по органической химии

Давайте разберемся, что представляет из себя задача по органике. Это может быть цепочка, последовательных реакций с неизвестными веществами или текстовая задача. Авторы часто дают дополнительную информацию, которая помогает нам в решении. Это массовые доли, сведения о симметрии, применении, исторические справки. Часто эта информация ничего не даёт, но она служит для проверки ответа. Когда задача решена, можно убедиться в верности решения, например, подставив массовую долю.

Перейдем к цепочкам. Чтобы их решать, нужно знать органические реакции, уметь предсказывать сразу несколько возможных продуктов реакции. Важно разбираться в изомерии и элементах симметрии соединений. В олимпиадных задачах часто кроме основных вопросов есть ещё дополнительные, в которых могут спрашивать теоретические сведения. Не стоит игнорировать эти вопросы, так как за них тоже ставят баллы. На вопрос как к ним подготовиться сложно ответить однозначно. Надо читать умные книжки и иметь большую химическую эрудицию. Если Вы только начинаете изучение органической химии и ищете учебник, который быстро введёт в курс дела и даст минимальный необходимый объём знаний, не стоит начинать с четырёхтомника "Органическая химия Реутов, Курц, Бутин". Это хороший, но далеко не самый краткий учебник и для быстрой подготовки не подойдёт.

Список литературы (в порядке уменьшения важности)

- 1) «Основы органической химии» Юровская М.А, Куркин А.В.
- 1) «Основы современного органического синтеза» Смит В.А., Дильман А.Д.
- 2) «Органическая химия» О. А. Реутов, А.Л. Курц, К.П. Бутин
- 3) «Именные реакции. Механизмы органических реакций» Дж. Дж. Ли
- 3) «Органическая химия. Задачи по общему курсу с решениями» Л. И.

Ливанцова

Некоторые практические советы:

- 1) Перед решением необходимо полностью прочитать задачу. Подсказки могут быть даже в вопросах.
- 2) При решении органических цепочек постоянно сравнивайте формулу продукта с конечным продуктом.
- 3) Во время подготовки попробуйте КРАТКО конспектировать какой-нибудь учебник.
- 4) Запомните, углерод не всегда четырёхвалентный. В угарном газе его валентность равно трём, также существуют соединения, в которых углерод образует две и шесть связей.

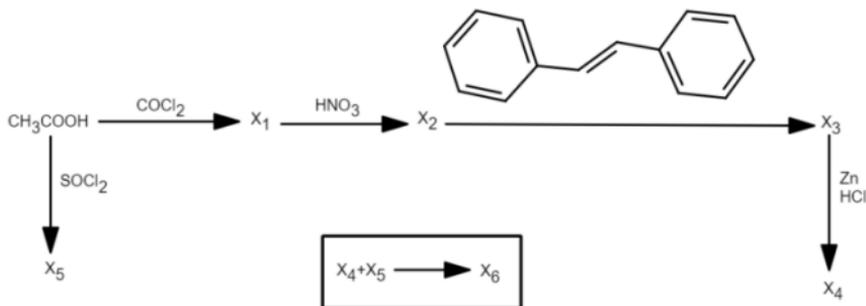
Органика 1-3

82. (сложность 3) Бесцветная жидкость с запахом скипидара содержит 81.61% хлора. Это важный промышленный продукт и получается качестве побочного продукта при синтезе тетрахлорметана и тетрахлорэтилена. Жидкость известна как растворитель хлора. При её хлорировании в различных условиях получают 4 продукта, один из которых 1,1,1-2-3-4,4,4-октахлорбутен-2.

83. (сложность 1) Рассмотрим некоторый гомологический ряд бинарных соединений X_1 - X_5 . Соединения X_3 - X_5 – это важнейшие растворители в органическом синтезе. X_4 используют как хладагент. X_5 Россия производит в очень больших количествах и пускает на экспорт.

84. (сложность 1) Цепочка

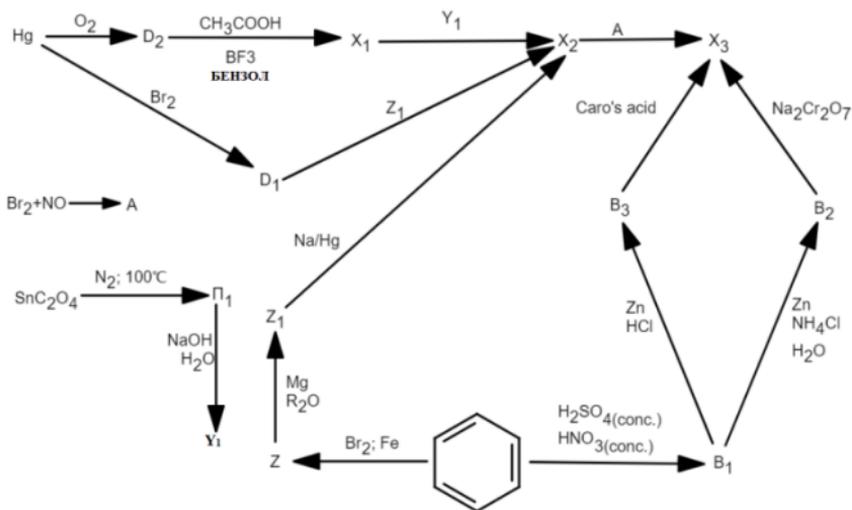
Предложить структурные формулы вещества X_1 - X_6 .



85. (сложность 2) Массовая доля водорода в X 0,0769 %. В X добавили две жидкости и твердое простое вещество в бане из сухого льда и ацетона. Раствор стал менять свой цвет то на синий, то на мутно-белый. После того как реакция закончилась, а раствор выпарили, остался ключевой продукт реакции и некоторое количество примесей. После добавления воды на дне колбы остался только продукт Y с содержанием углерода 90 %. Найти X и Y, а так же описать все наблюдаемые явления.

86. (сложность 2) Цепочка.

Определить все неизвестные вещества.



87. (сложность 1) В этой задаче будет описана схема одного из крупнейших промышленных синтезов. Бесцветная жидкость, открытая в первой половине 19ого века, реагирует с углеводородом X (85.71% C) в присутствии ортофосфорной кислоты. Продукт этой реакции окисляют кислородом воздуха с последующим разложением гидропероксида (выделяется ацетон). Написать соотношение продуктов реакции монохлорирования конечного продукта при кинетическом контроле.

88. (сложность 2) Юный химик А решил синтезировать известное вещество, исходник для которого используется в автомобилях как жидкость с достаточно низкой точкой плавления. Для это он приготовил ледяную баню, поместил в баню две жидкости в соотношении 3 к 1 и по каплям добавил жидкость Ч. Продуктом реакции является жидкость С с долей азота 18,502 %.

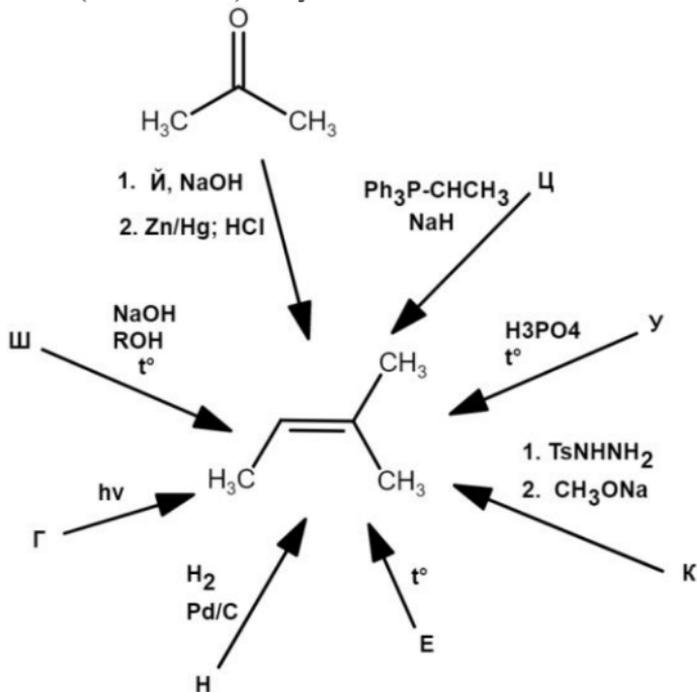
89. (сложность 1) Бесцветный порошок БП со сладковатым вкусом получают в две стадии из уксусной кислоты и имеет важное биологическое значение. Назвать все классы соединений, к которым можно отнести БП. Написать его реакции с этанолом, соляной кислотой, формальдегидом. Соединение БП2 гомолог БП и это одна из 20 природных соединений того же класса, что и БП. Реакция БП с БП2 может приводить к продукту БП3 с массовой долей углерода 46.875%.

90. (сложность 2) Вещество К было выделено и описано в 1825 Майклом Фарадеем. Оно имеет большое количество резонансных структур и изомеров, из которых ароматичностью обладает только один изомер. Написать продукты его реакций с хлором в дихлорметане (М), натрием в эфире (N), концентрированной серной кислотой (В), гексафторантимонатом фторония (V), кислородом (С), кислородом с V_2O_5 (X), водородом при давлении и катализаторе Pd/C (Z), нитрующей смесью (А) и горячей водой (S). Для М нарисовать все возможные пространственные изомеры и определить хиральность каждого из них. Также написать все возможные продукты с хлорметаном в присутствии кислоты Льюиса.

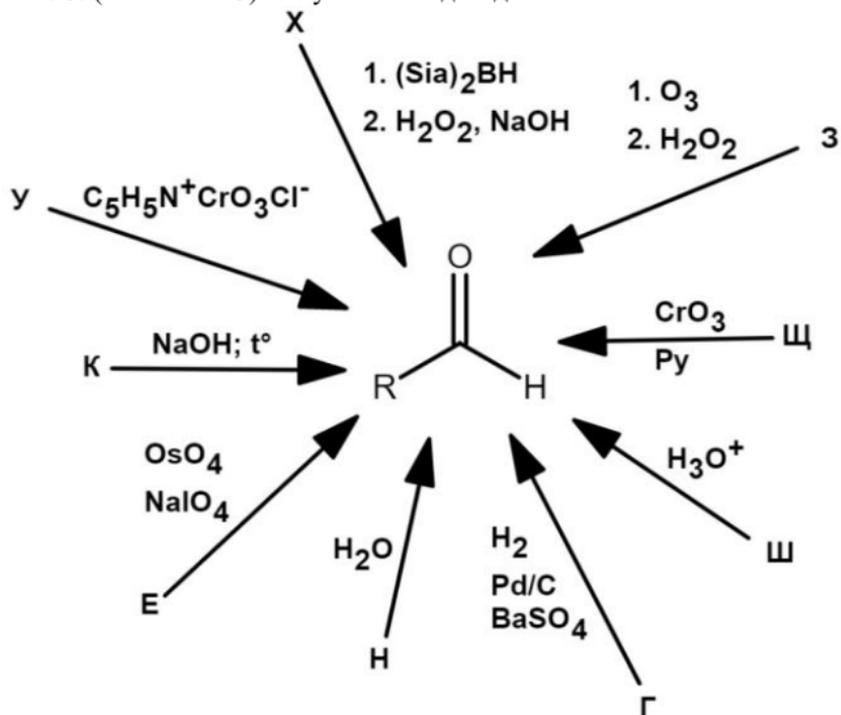
91. (сложность 3) Разгадайте схему синтеза:

Смешивают бензальдегид, пиридин и кислота X, и в качестве катализатора выступает альфаамиловый спирт при нагревании. Чистый продукт, выпавший в осадок, отмывают HCl. Используется в парфюмерной промышленности и содержится в широко используемой коре дерева D.

92. (сложность 2) Получение алкенов .



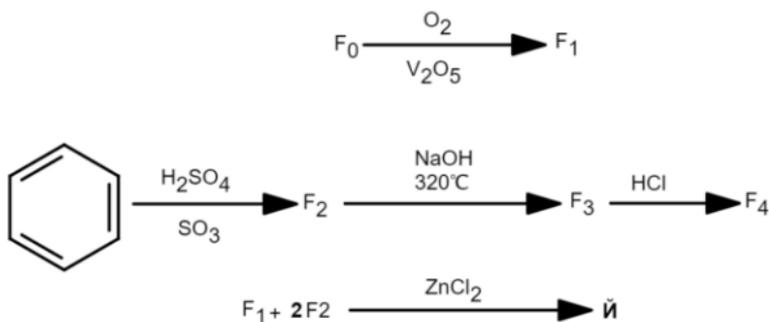
93. (сложность 3) Получение альдегидов.



Органика 4-6

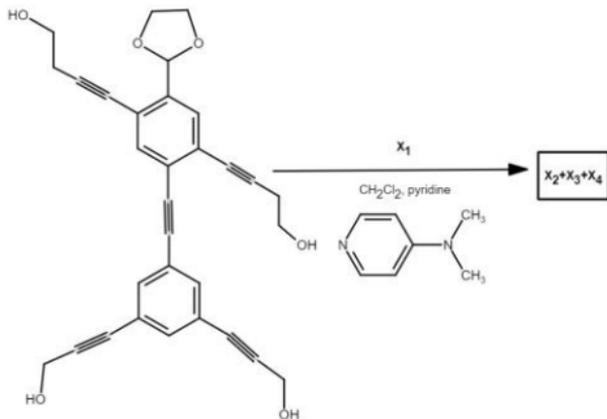
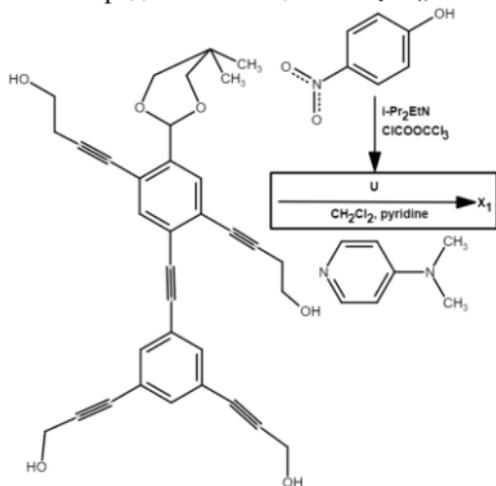
94. (сложность 4) Вещество X естественным путем получается во всех живых организмах фауны, обладает запахом неминуемого, содержание водорода - 13.72 процента. Образует кристаллические соли с кислотами (реагирует 1 к 2).

95. (сложность 6) Вещество Й - красный порошок. Доля кислорода равна 24,1 %. При растворении раствор становится фиолетовым, а при УФ облучении раствор светится зеленым. Он окрашивает ткань в желтый цвет и получается с помощью необычной интерпретации хорошо известной школьникам реакции двухосновной кислоты в дегидратированной форме и двухосновного основания. Ниже приведена схема получения Й. Название вещества Е начинается на «на» и заканчивается на «фталин».



96. (сложность 4) В России семейство этих растений представлено в виде мелких жёлтых цветочков. Вещество содержится в составе растения с розово-фиолетовыми лепестками. Согласно легендам, оно применялось чтобы убивать волков. При попадании на кожу нейтрализуется щелочью. В нём 34 атома углерода и это белые кристаллы, растворимые в хлороформе. Назвать цветок, семейство и алкалоид.

97. (сложность 5) Вот что говорят китайские студенты о одном интересном классе соединений: «Значительно улучшает способность студентов понимать химию, физику, биологию и материаловедение на молекулярном уровне. Предоставьте учителям инструменты для обучения. «Докажите, что наука и искусство могут сочетаться для разработки более разнообразных методов обучения и более широких интересов для студентов. Надо повысить интерес и поощрять больше людей к участию и поддержке научных исследований». Далее о соединении: «Прикрепите к его ногам тиольные группы, и он сможет стоять на поверхности золота». Предложить вещества X_1 - X_4 , U.



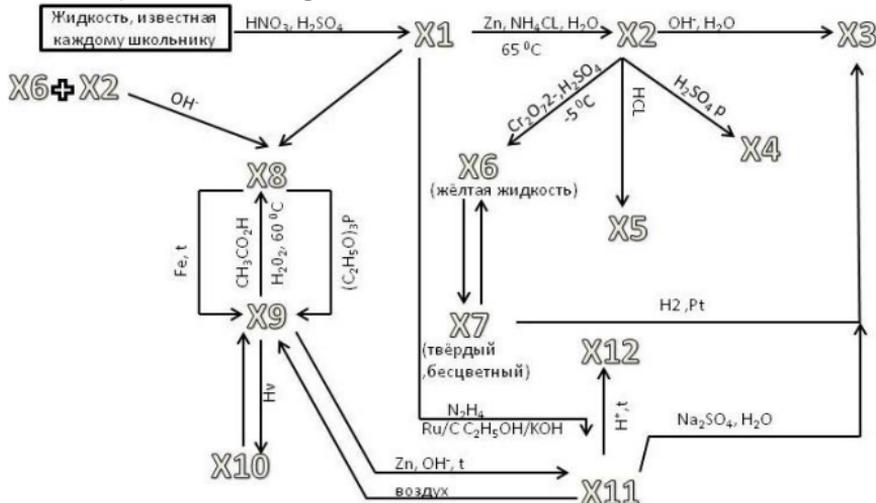
98. (сложность 6) Предложить синтез кубана из 2-бромцеклопента-2,4-диена.

99. (сложность 4) Известное взрывчатое вещество гексанитробензол нельзя получить прямым нитрованием бензола нитрующей смесью. Предложите альтернативный метод получения гексанитробензола, используя бензол в качестве единственного источника атомов углерода метан.

100. (сложность 5) Соединение Ж способно присоединять молекулярный кислород подобно гемоглобину. Известно, что Ж содержит четырёхзамещённый ($R=Ph$) порфириновый цикл (заместители находятся на ближайшем из возможных углеродов к металлу Ш). При реакции с кислородом образуется соединение ЖО. Массовые доли металла Ш в Ж и ЖО равны 8.3832% и 8.1871% соответственно.

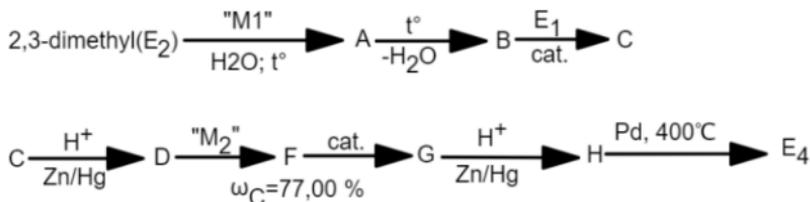
101. (сложность 5) При добавлении HCl к Т и $NaNO_2$ образовался продукт $C_6H_{12}O$. Предложить структурную формулу Т и продукта. Эта реакция является своеобразным аналогом реакции 2. Пример реакции 2: К алифатическому центральносимметричному соединению Ш- $C_{10}H_{22}O_2$ добавляют H^+ с образованием Ы- $C_{10}H_{20}O$. Предложить структурные формулы для Ш и Ы.

102. (сложность 4) Предложить соединения X_1 - X_{20} .



Органика 7-10

103. (сложность 9) E является первым членом гомологического ряда важных бинарных соединений. Это бесцветная жидкость, известная каждому школьнику. Второй член ряда - белые кристаллы, используется как антисептик, инсектицид и компонент взрывчатых смесей. Третий член - это бесцветные кристаллы с резким запахом, получают из каменноугольной смолы. Четвёртый - оранжевые кристаллы. Если в названии E4 поменять одну букву, то получится бинарное взрывчатое соединение Z, имеющее ровно 11 изомеров. E5 - пурпурный порошок. E6 - синезелёное вещество. E5 и E6 используются как полупроводники. Ниже приведена схема синтеза E4. (водный р-р M1 применяется для выведения татуировок.) Назвать E1-E6, назвать весь гомологический ряд, предложить формулы M1, M2, Z. Ниже представлена схема синтеза E4 из «2,3-dimethyl(E2)»:



$$\omega_{\text{O}}(M_1)=40,5\%$$

$$\omega_{\text{O}}(M_2)=13,445\%$$

104. (сложность 7) Вещество X так же очень известное лекарство, входящее в перечень жизненно необходимых продуктов, используется в качестве жаропонижающего. X получают в три этапа из фенолята натрия, действием CO_2 , HCl , H_2SO_4 и ангидрида Y. Вещество Z находится в природе во множестве растений. Масла Z выпускаются коммерчески. Так же Z широко используется в конфетах. Z можно получить в

одну стадию из X с помощью метанола и H_2SO_4 . Массовая доля кислорода в Z - 0,315789

105. (сложность 8) X - Зелёный порошок, доля водорода 8,0581 %. Обработка X кислотой даёт тёмно-голубоватое соединение Y. X и Y флуоресцируют в УФ. X впервые синтезировал во второй половине двадцатого века лауреат нобелевки по химии Аноним Анонимович. Ещё он неустойчив на свету и используется в том числе как пищевая добавка. Хлорофилл а.

106. (сложность 7) Очень известное лекарство X обладающее достаточно горьким вкусом, токсичное для печени в больших дозах используется как болеутоляющее. Массовая доля азота в X 8,5889 %. Из него в два этапа с помощью этилйодида, гидроксида натрия и этилового спирта в первом этапе, мочевины, соды, уксуса, и соляной кислоты во втором можно получит вещество Y с двумя новыми функциональными группами с массовой долей азота 15,555 % являющееся когда-то подсластителем в 240 раз слаще сахара, но плохо растворяющегося в воде и достаточно токсичного. Кол-во атомов азота в X – 1

107. (сложность 8) Однажды школьник Василий увидел в одной книге по химии формулу неизвестного ему инсектицида. Вглядевшись в его брутто-формулу, он определил вещество как хлорид углерода. Эти белые кристаллы получают в две стадии из плохо пахнущей жидкости Ж (предшественник для синтеза сэндвичивых соединений) на первой стадии и неорганической соли X во второй (соль здесь как катализатор). Исходный инсектицид предназначался для борьбы с красными огненными муравьями *Solenopsis Invicta*, но оказалось, что это вещество только способствует из размножению, убивая остальные виды. Ж имеет центр симметрии, три плоскости симметрии и три оси симметрии второго порядка (соединение два раза совмещается само с собой при повороте на 360)

108. (сложность 7) Интересная кислота III, рKa примерно равно 2, кислота - серый порошок, дигидрат кобальтовая соль в зависимости от состава может быть желтой (P_1 , $\omega_{Co}=28,468$ %) или коричневой (P_2 , $\omega_{Co}=36,157$ %), натриевая соль жёлтая. При сжигании кислоты наблюдаются только два продукта: бесцветная жидкость и бесцветный газ. Предложить кислоту III и соли P_1 и P_2 .

109. (сложность 10*) Номенклатурное название по IUPAC одного органического лиганда Y начинается на «ц» и заканчивается на «н». Комплексные соединения с этим лигандом широко применяются в органическом синтезе. Рассмотрим три таких комплекса:

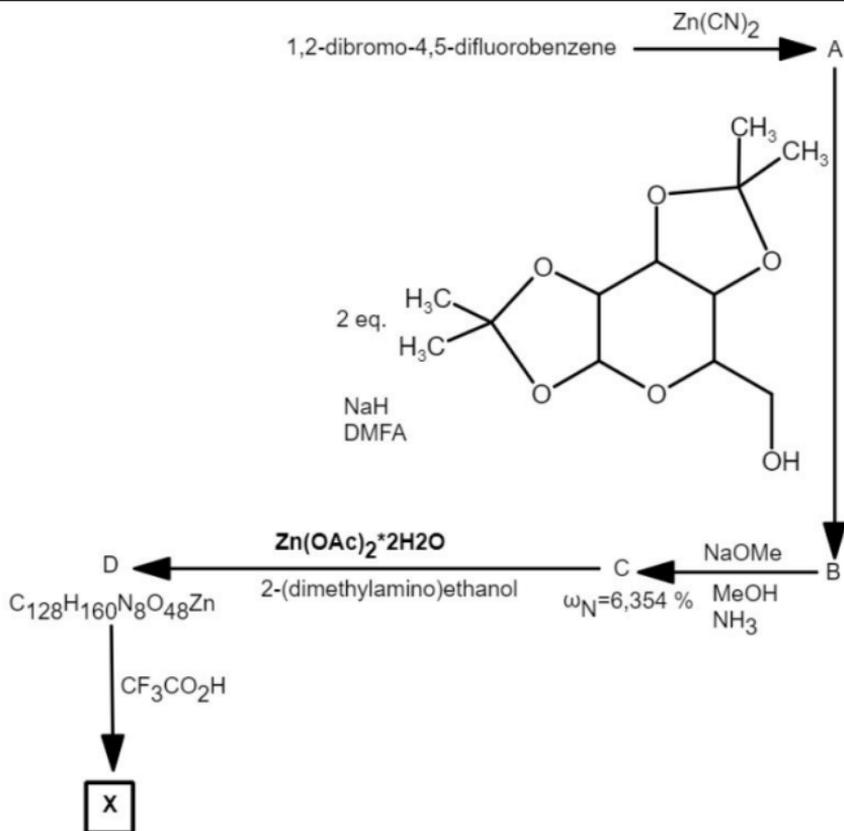
1. Реакция Y с неорганическим гидридом приводит к образованию Q. (Q ключевой реагент в одном из основных методов получения спиртов.)

2. Именной катализатор K (доля металла E=29.90% применяется в реакциях гидрирования). Этот оранжевый порошок получается в две стадии из Y действием гидрата трихлорида металла (доля ме=54.496%) на Y с образованием димерного W (1 стадия) и гексафторфосфат тетра-кисциклогексилфосфоний в пиридине (2 стадия).

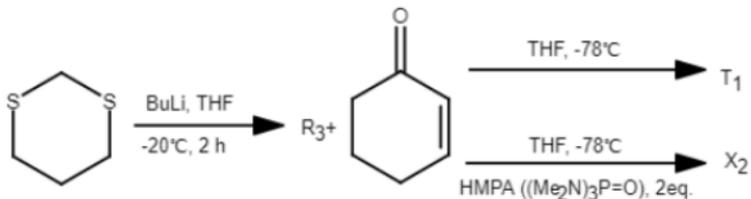
3. Реакция Y с гидратом трихлорида металла S (доля ме=39.06%) приводит к жёлто-оранжевому Ф. Ф-предшественник гомогенных катализаторов, его структура аналогична W.

110. (сложность 7) Летучая бесцветная жидкость Q с резким удушливым запахом и молярной массой 78,5 реагирует с высокорастворимой в воде солью W. Продукт А молярной массой 85 греют и затем разбавляют водой. Раствор пахнет характерным запахом неорганического газа, содержащего азот. Известно что в процессе выделялось два газа. Сумма их молярных масс 72. Так же имеется побочный неорганический продукт D с молярной массой около 58-59 г/моль.

111. (сложность 10) Недавно был зарегистрирован патент на соединение X, способное окрашивать целлюлозу в зелёный цвет. Ткани, окрашенные таким образом устойчивы к стирке. Ниже приведена схема синтеза:



112. (сложность 7) Предложить соединения R_3 , T_1 , X_2 .



113. (сложность 7) О некотором лиганде известно следующее:

- 1) содержит углерод, водород и фосфор
- 2) является пространственно затрудненным

3) содержит углерод в sp^3 гибридизации

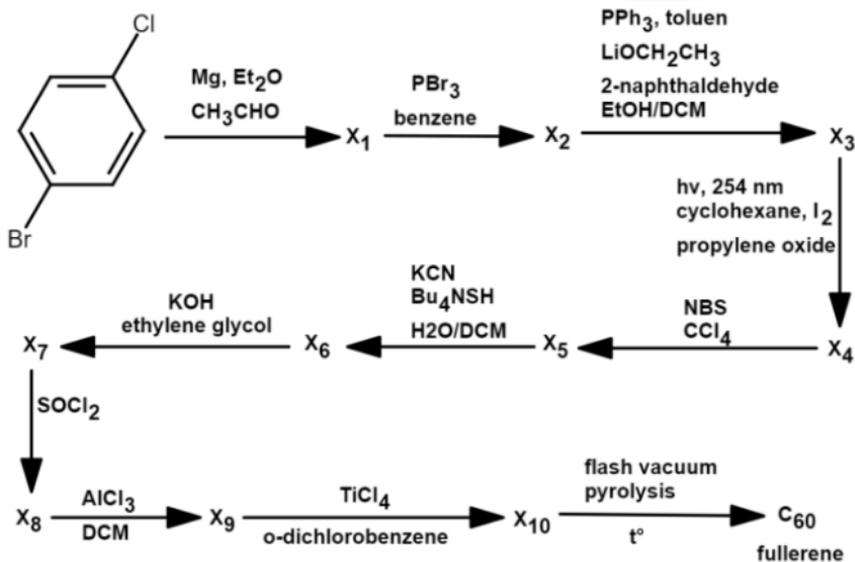
5) содержит 74,522% углерода

Предложить структурную формулу лиганда.

114. (сложность 7) Е получают конденсацией метилен-бис-формамида с глиоксалем, затем полученное вещество реагирует с мочевиной в присутствии концентрированной соляной кислоты. На завершающем этапе образовавшийся гидрохлорид нитруют смесью азотной кислоты и уксусного ангидрида. Предложить конечный продукт превращений.

115. (сложность 7) Альтернативный синтез.

В реакциях X_3 - X_4 и X_9 - X_{10} происходит образование одного нового цикла.



Одноходовки

1. Смешали две бесцветных жидкости, одну взяли в большом избытке. При этом из спектра ПМР другой жидкости пропали все сигналы

2. Предложить окрашенное вещество, при реакции с водой дающее бесцветный раствор

3. Предложить вещество, нерастворимое в кипящей царской водке

4. Предложить 4 двухатомных газа, которые при изменении условий могут димеризоваться

5. Предложить 7 разноцветных осадков, по одному на один цвет радуги

6. Предложить вещество, которое разлагается на:

а) Два твердых вещества

б) Твёрдое вещество, жидкость и газ

в) Два газа с соотношением плотностей более, чем 4 к 1.

г) Жидкость

д) Две жидкости

е) Жидкость и твердое вещество

ж) Газ и твёрдое вещество с соотношением молекулярных масс 1 к

57.75.

7. Назвать 7 элементов, известных с древнейших времен

8. Предложить 8 неорганических веществ с массовой долей азота более 93%.

9. Назвать максимальную и минимальную степень окисления, известную среди элементов (ответ на состояние 01.01.2018)

10. Объяснить строение $\text{GaSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

11. Вещество при гидролизе отразует только раствор трёх кислот

12. Одновалентные соединения элемента П склонно к диспропорционированию, а соединение А, содержащее П в степени окисления +1 существует в виде газа. АИФ

13. Химические свойства элементов Z_1 и Z_2 , что разделить смесь их простых веществ в обычной лаборатории не представляется возможным.

14. Предложить вещества, в ПМР ^1H которых наблюдается 1 пик, если его простейшая формула:

- a) C_2H
- b) CH
- c) $\text{C}_2\text{H}_6\text{N}$
- d) C_5H_{12}
- e) $\text{C}_3\text{H}_6\text{N}_2$

15. 1 молекула Y содержит более 50 атомов. Y образует гидрат на 24 молекулы воды ($\omega_{(\text{H})}=0,06122$).

16. Назвать жёлтый оксид и жёлтый гидроксид

17. Какой продукт можно получить осторожным нагреванием азид натрия?

18. Что получится если действовать озоном на $\text{C}_6\text{H}_5\text{NHNHC}_6\text{H}_5$?

19. Жёлтый порошок $+\text{CF}_3\text{COOH}=\text{X}+\text{CF}_3\text{COH}$

20. $\omega_{\text{X}}=50.0\%$. Предложить соединения.

21. Бинарное Z содержит 46.471% фтора. Массы брать до третьего знака после запятой.

22. При сжигании на воздухе элемента X образуются два оксида с необычным составом

23. Белое светящееся вещество сожгли в синем газе. Предложить структурную формулу продукта.

24. Два изомера простого вещества, различаются по цвету, активности и виду характерных для них реакций.

25. Предложить 3 газа с массой больше 200

26. Какое уникальное свойство объединяет сурьму, ртуть и серу?

27. Что общего между русской матрёшкой, бусами и папье-маше?

Ответы

Неорганика 1-3

Вводная задача. $Y \rightarrow Y_2(SO_4)_3 \cdot 8H_2O \rightarrow Y_2(SO_4)_3 \rightarrow YSO_4OH$.

1. X - $Cu_2CO_3(OH)_2$ (минерал малахит), Y - $Cu_3(CO_3)_2(OH)_2$ (азурит), K - CO_2 , H - H_2O . Реакция разложения в присутствии CO:



2. Tm, Tm_2O_3

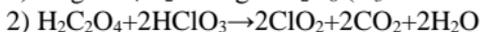
3. $N_2H_2(CH_3)_2$ – гептил (диметилгидразин)

4. A - $(CN)_2$, W - $(CN)_x$ (парациан, обладает слоистой решёткой типа графита), B - $H_2C_2O_4$ (щавелевая кислота), C - смесь KCN и KCNO.

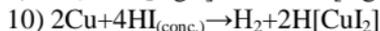
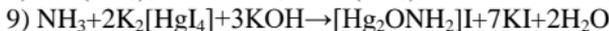
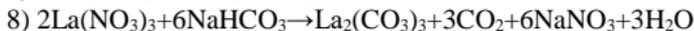
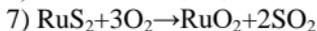
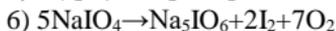
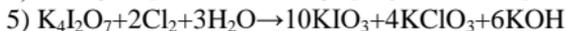
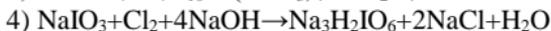
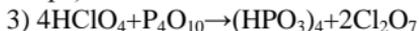
5. Гидриды азота: HN_3 .

6. D - H_2O , H - AuF_5 .

7.



(в случае использования щавелевой кислоты в качестве продукта выделяется углекислый газ, который разбавляет взрывоопасный диоксид хлора)



8. NH_3 и CH_4

9. Q - CaC_2 , D - C_2H_2 , M - Ca_3P_2 , T - CaS , Ы - $Ca(CN)_2$, Ч - $CaCN_2$, Ф - NH_3

10. X - этилен, X₂ - этанол, X₃ - трансбутадиен, X₄ - цисбутадиен, X₅ - бромэтан, X₆ - бутан, X₇ - этаналь, X₈ - ацетилен, X₉ - этан.

11. Q - Na_2SO_3

12. SiO₂

13. Nb and Ta

Неорганика 4-6

14. Ц-КМnO₄, m₁=1,83 г., Емельян должен сходить до раковины и обратно 8 раз.

15. R-Si(N₃)₄, T-NaN₃, A-Na₂[Si(N₃)₆]

16. Q-B₅H₁₁, G-B₁₀H₁₄, O-B₂H₆. Сумма 257. (указание: для простоты можно считать, что и бор и водород имеют степень окисления ноль. Это можно делать, потому что закон электронейтральности для борана не нарушается.)

17. [CsAl(SeO₄)₂]·12H₂O

18. В условии задачи сказано, что X – типичный неметалл. Составим список неметаллов, которые напрямую не реагируя с кислородом, имеют более трёх бинарных соединений с кислородом: F, Cl, Br, I. Осталось выбрать из списка самый электроположительный элемент – йод.

A-I₂O₄, B-I₄O₉, C-I₂O₅.

19. G₁-S₄N₄, G₂-(SN)_x, G₃-S₂N₂, A-S₄N₄·SbCl₅, B-S₄N₄·BF₃.

20. Cr

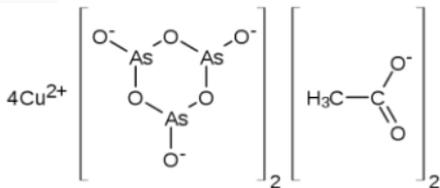
21. A – Hg(ONC)₂, фульминат ртути, гремучая ртуть; B – Hg(OCN)₂, цианат ртути; C – C₂H₅OH, этиловый спирт; D – Hg(SCN)₂

Hg(NO₃)₂+3C₂H₅OH=Hg(OCN)₂+2CH₃CHO+5H₂O

2Hg(CNS)₂=2HgS+C₃N₄+CS₂ (опыт «Фараонова змея»)

(на воздухе CS₂ сгорает: CS₂+3O₂=CO₂+2SO₂)

22. X-Cu₄[As₃O₆]₂[C₃HO₂]₂ – ацетат-арсенит меди (II). Другие названия: английская, базельская, бриксенская, венская, вюрцбургская, горная, императорская, кассельская, лейпцигская, мейвидерская, митисовая, мшистая, парижская, швейнфуртская, швейцарская, эйсlebenская зелень.





23.

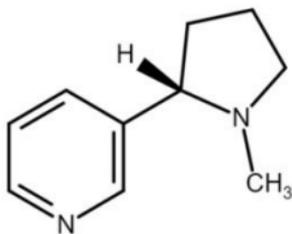
Кобольд (горный дух)

X - Co

Y - Ni

Z - витамин B12, рисунок слева.

Шесть элементов: C, H, O, N, P, Co.



i - НИКОТИН

24. L-Pt, Т-царская водка ($\text{HCl}_{(\text{conc.})} + \text{HNO}_3_{(\text{conc.})}$ в соотношении 3 к 1 по объёму), G- $\text{H}_2[\text{PtCl}_6] \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, X- PtCl_4 , M- Pt_2Cl_6 , R- PtCl_2 ,

E- $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4][\text{PtCl}_4]$ (зелёная соль Магнуса)

25. D- Cs_{11}O_3

26. X - технеций, R - KTcO_4

27. X - полоний

28. Сульфиды фосфора. A-P, B-S.

29. E- BiVO_4 , C- BiOCl

30. 7% PuO_2 93% UO_2

31. L - ClSO_3H , Y - HCOOH , C - HCl , E - H_2SO_4 , U - CO , M - COCl_2 .

32. A - CF_4 , B- Al.

33. 1 - $(\text{CN})_2 + \text{H}_2\text{O} = (\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$; 2 - $\text{NO} + \text{Cl}_2 = \text{NOCl}_2$; 3 - $\text{CH}_2\text{N}_2 = \text{CH}_2 + \text{N}_2$

34. 1 - NH_4HF_2 , 2 - NH_4PH_2

35. P - TlCl

36. X - Al, A - Al_2O_3 , B - рубин, F - $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$, C - AlO.

37.

$\text{X}_{14} - [\text{H}]$

$\text{B}_1 - \text{NH}_3$

$\text{B}_2 - \text{NO}$

$\text{B}_3 - \text{NOClO}_4$

$\text{B}_4 - \text{N}_2\text{H}_4$

$\text{E}_1 - \text{Cu}$

$\text{E}_2 - \text{Cu}_2\text{O}$

$\text{Y}_1 - \text{H}_2\text{S}$

$\text{Y}_2 - \text{S}$

$\text{Y}_3 - \text{SO}_2$

$\text{Y}_4 - \text{ZnS}_2\text{O}_4$

$\text{Y}_5 - \text{NOHSO}_4$

$\text{Y}_6 - \text{NaHSO}_4$

$\text{Y}_7 - \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_7$

$\text{Y}_8 - \text{H}_2\text{SO}_4$

$\text{Y}_9 - \text{H}_2\text{S}_2\text{O}_8$

Ю - N_2O

$\text{Z}_1 - \text{CO}_2$

$\text{Z}_2 - \text{CO}$

$\text{Z}_3 - \text{Cs}_2\text{C}_2\text{O}_2$

38.

$\text{N}_1 - \text{Zr}$

$\text{N}_2 - \text{ZrO}_2$

$\text{N}_3 - \text{K}_3\text{ZrF}_7$

$\text{N}_4 - \text{Zr}_2\text{O}_2(\text{OH})_2(\text{NO}_3)_2$

$\text{N}_5 - \text{ZrOS}$

$\text{N}_6 - \text{Zr}_a\text{O}_b(\text{NO}_3)_2$

$\text{N}_7 - \text{H}_2[\text{ZrCl}_6]$

$\text{N}_8 - \text{ZrOCl}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$

$\text{N}_9 - \text{Zr}_2\text{O}_3\text{Cl}_2$

$\text{N}_{10} - \text{ZrOCl}_2$

$\text{N}_{11} - \text{ZrO}(\text{OH})_2$

$\text{N}_{12} - \text{ZrSiO}_4$

$\text{N}_{13} - \text{ZrOS}$

$\text{N}_{14} - \text{Zr}_2\text{O}_3\text{ClF}$

39. X - NH_4VO_3 , Y - V_2O_5

40.

1) $(\text{NH}_4)_3\text{ScF}_6 + 3\text{NaOH} \rightarrow \text{Sc}(\text{OH})_3 + 3\text{NaF} + 3\text{NH}_4\text{F}$

2) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 3\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 4\text{H}_2\text{SO}_4 + 17\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{KCr}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O} + 12\text{H}_2\text{O}$

3) $2\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 3\text{N}_2\text{H}_4 \rightarrow 2\text{Cr}_2\text{O}_3 + 3\text{N}_2 + 8\text{H}_2\text{O}$

4) $\text{H}_2\text{O} + \text{OF}_2 \rightarrow \text{O}_2 + 2\text{HF}$

5) $\text{TiOSO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{H}_2[\text{TiO}_2(\text{SO}_4)_2] + \text{H}_2\text{O}$

6) $\text{TiOSO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}[\text{TiO}_2(\text{OH})_3] + \text{H}_2\text{SO}_4$

7) $\text{Sc}_2(\text{CO}_3)_3 \cdot 12\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Sc}_2\text{O}_3 + 3\text{CO}_2 + 12\text{H}_2\text{O}$

8) $4\text{LaC}_2 + 12\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{La}(\text{OH})_3 + 3\text{C}_2\text{H}_2 + \text{C}_2\text{H}_6$

9) $2\text{TaCl}_4 + 14\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{K}_3\text{TaO}_4 + 8\text{KCl} + \text{H}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$

10) $\text{CO}_2 + 2\text{NH}_3 \rightarrow \text{NH}_4[\text{O}=\text{C}(\text{NH}_2)\text{O}]$

41. C₁ - AgF_3 , C₂ - Ag_3F_8 ($\text{Ag}[\text{AgF}_4]_2$), C₃ - AgF_2 , C₄ - AgF , C₅ - Ag_2F

42. T - $\text{K}_3[\text{Cr}(\text{O}_2)_4]$, Д - $[\text{Cr}(\text{py})\text{O}(\text{O}_2)_2]$

Неорганика 7-10

43. Д - $B_{12}C_3$ Л - $B_{13}C_2$ С - CO В - $Na_2B_4O_7 \cdot H_2O$

44. X - U, Ц - $(NH_4)_4UF_{10}$

45. Y - $K_2UO_2(SO_4)_2 \cdot 2H_2O$, А - UO_2SO_4 , В - K_2SO_4 .

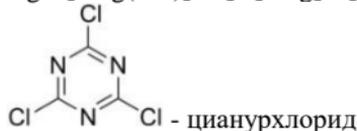
Он открыл радиоактивность.

46. $[(NH_3)_2PdCl_2]$

47. $KNiO_6$

48. X - $(CN)_2$ Y - ClCN Ф и N - $Hg(CN)_2$ и $HgCl_2$

$HgCl_2 + Hg(CN)_2 = C_2N_2 + Hg_2Cl_2$.



49. Как всегда надо искать зацепку. Здесь это газ с одинаковым количеством нейтронов и протонов. Под это условие подходит много газов, среди которых самые простые это SO_2 , CO, CO_2 , NO и NO_2 . Сразу исключим диоксид серы, т.к. он не будет выделяться из водного раствора по причине достаточно хорошей растворимости в воде. Можно предположить, что Щ - формиат натрия, тогда из раствора должно выпасть нечто, что при нагревании даст угарный газ. Этот вариант тоже не подходит. Продолжив перебор убедимся, что ни один из предложенных газов не подходит. В задаче говорится, что из жидкости Б выпадает осадок, который при нагревании выделяет Б. Здесь можно заметить некоторую аналогию с реакцией гидролиза, в ходе которой в осадок выпадает гидроксид металла, который при разложении выделяет воду.

Под определение типичной реакции гидролиза эта реакция не подходит, поскольку температура плавления воды равна $0^\circ C$, а не $3,8^\circ C$. Но если заменить обычную воду на тяжёлую (D_2O), то условия задачи будут соблюдаться. Тогда газ с одинаковым содержанием нейтронов и протонов - это D_2 . Перейдём к соединению Щ. Оно должно восстанавливать дейтерий из воды и давать осадок. Подходит $LiAlD_4$ - дейтерированный алюмогидрид лития. Щ - $LiAlD_4$ Б - D_2O

50. А - NI_3 В - IN_3

51. Ответы и подробное решение к задаче «Древнее вещество».

Попробуем разобраться.

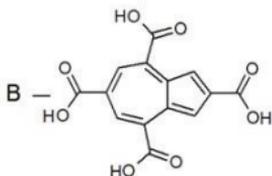
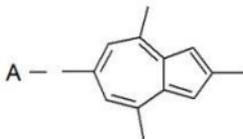
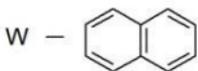
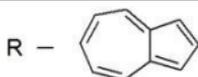
Сразу видно, что в условии много чисел, но не особо понятно, как с помощью них считать. Начнём решение с единственного известного вещества – растворителя диэтилового эфира. Он изменил температуру плавления после добавления в него примеси, что можно описать формулой:

$$\Delta T = \frac{RT^{\wedge 2}}{1000\Delta fusH0(\text{эфира})} *$$

$M(p - \text{ля}) * n$. Здесь n – моляльность раствора, то есть количество моль

растворённого вещества на 1000 г. растворителя. Выразим количество вещества через массу и молярную массу. Так как в литровой бутылке эфира всего 714 г., поделим данное выражение на 0,714. Получим: $1 = \frac{8,314 * (-116,3 + 272)^{\wedge 2}}{1000 * 7536} * 74 * \frac{65,522}{0,714x}$; $x = 184$ ($C_{14}H_{16}$). Перейдём ко второй

части зачачи – перебору вариантов. Можно предположить, что А – это замещённая ароматика, так как для алифатических соединений достичь спектров из одних синглетов довольно сложно (ясно, что В и А не имеют существенных различий в строении, потому что одно получается из другого в одну стадию). В спектре так же наблюдаются синглеты в 13 м.д., что указывает на наличие карбоксо-групп. А если вспомнить, что прирост массы из А в В составит целых 65 %, то можно догадаться, что вещество А было окислено, то есть А – ароматическое соединение с алкильными заместителями, В – карбоновая кислота. Окислителем был, конечно, $KMnO_4$. Тогда Y – K_2MnO_4 и Z – K_3MnO_4 . Тут следует заметить: если А и его предшественник углеводороды, то почему они окрашены? Такое может быть из-за специфических электронных эффектов, например при смещении электронной плотности. Можно прийти к выводу, что R – азулен, далее перебором заместителей с суммарной массой $184 - 128 = 56$ находим, что А – 2,4,6,8-тетраметилазулен. Он окисляется в соответствующую кислоту. Бесцветный изомер азулена ($C_{10}H_8$) – это нафталин. Его клали в шкафы



X – $KMnO_4$

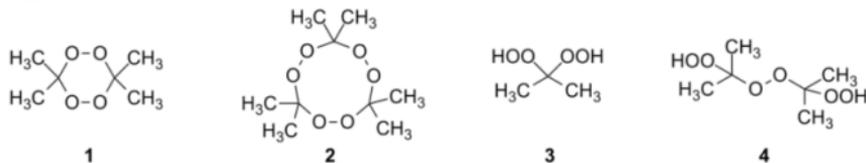
Y – K_2MnO_4

Z – K_3MnO_4

M – K

в надежде избавиться от насекомы, пока не узнали, что он вызывает отравление.

52.

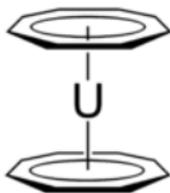


53. $\text{U-NaPu}(\text{SO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, $\text{B-Pu}_2(\text{SO}_4)_3$

54. Золото

55. R-OsO_4 , $\text{E-H}_2[\text{OsCl}_6]$, $\text{C-K}[\text{NO}_3\text{O}_3]$, $\text{T-K}_2[\text{OsO}_4(\text{OH})_2]$

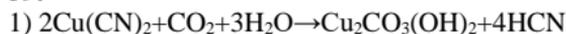
56. Ураноцен и его аналог с торием.



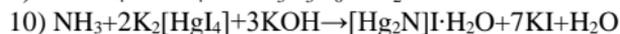
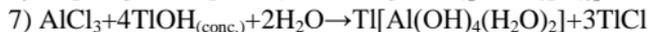
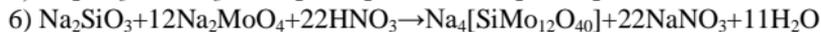
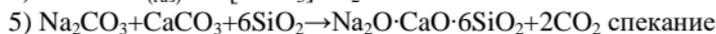
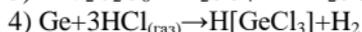
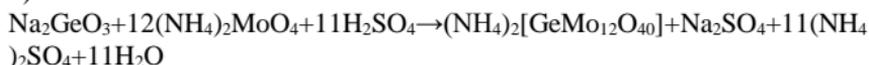
57. $\text{UO}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$

58. П - $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$, Ч - Hg У - $\text{Hg}_2(\text{OH})\text{NO}_3$, М - Hg , Щ - $(\text{Hg} + \text{HgO})$

59.



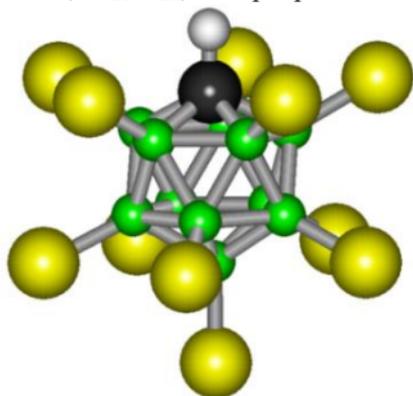
2)



60. $\text{H}_4\text{SiW}_{12}\text{O}_{40}$

61. $\text{Mo}(\text{N}_2)_2(\text{dppe})_2$

62. $\text{H}(\text{CB}_{11}\text{Cl}_{11})$ — карборановая кислота



63. При растворении вещества в азотной кислоте происходило выделение диоксида азота, это значит, что происходило окисление. Реакция с красной кровяной солью является качественной на присутствие ионов Fe^{2+} . В этой реакции образуется интенсивно-синего цвета с условным составом $\text{KFe}[\text{Fe}(\text{CN})_6]$. В ходе экспериментов из раствора выпадал коричневый осадок после добавления йодида натрия. Очевидно, что это йод. Значит в начальном растворе находилось железо в степени окисления +3. Теперь рассчитаем состав бледно-розового осадка, он содержит 27,11 % F. Если принять во внимание их необычное строение, можно понять, что это $\text{NdF}_3 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$. Белый осадок, выпадающий при добавлении азотной кислоты, может быть борной кислотой. Загаданное вещество является сплавом бора, неодима и железа в некотором соотношении. Такие сплавы обладают свойствами очень сильных магнитов и используются в том числе в жёстких дисках компьютеров.

Особо сильные магниты, состоящие из сплава B, Fe и Nd.

64. Словами «серебристо-белый порошок» обычно описывается металл. Здесь будет использован приём «бритва Оккама». Давайте будем последовательно исключать из списка металлов не подходящие под условия. По условию видно, что металл обладает амфотерными свойствами, что позволяет исключить щелочные, щелочноземельные металлы, лантаноиды, актиноиды, шесть платиновых металлов, золото, ртуть, гафний тантал и вольфрам. Из-за пассивации с концентрированными кислотами можем исключить также медь, серебро, цинк, кадмий. Из-за окрашенности соединений исключаем триаду железа (для краткости здесь упомянуты только некоторые исключённые элементы). Если вспомнить про наиболее устойчивую степень окисления +3, остаются только алюми-

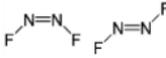
ний, галлий и скандий. Но галлий не подвергается пассивации концентрированными кислотами, а алюминий принимает участие в построении соединительной ткани и содержится во всех тканях и органах человека. Таким образом, наш металл – скандий. Sc

65.

- 1) $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NaOH} \rightarrow 2\text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{HgO}_{(\text{жёлт.})}$
- 2) $2\text{Au} + 5\text{KrF}_2 \rightarrow 5\text{Kr} + 2\text{AuF}_5$
- 3) $\text{AuOOH} + \text{KOH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{K}[\text{Au}(\text{OH})_4]$
- 4) $2\text{Cu}(\text{OH})_2 + (\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8 + 4\text{NaOH} \rightarrow \text{Cu}_2\text{O}_3 + 2\text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{NH}_3 + 5\text{H}_2\text{O}$
- 5) $2\text{AgNO}_3 + \text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8 + 4\text{KOH} \rightarrow 2\text{AgO} + 2\text{KNO}_3 + 2\text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
- 6) $6\text{AgF}_2 + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow 6\text{AgF} + 6\text{HF} + \text{O}_3$
- 7) $2\text{CuFeS}_2 + 5\text{O}_2 + 2\text{SiO}_2 \rightarrow 2\text{Cu} + 2\text{FeSiO}_3 + 4\text{SO}_2$ прокаливание
- 8) $\text{OsO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2[\text{OsO}_4(\text{OH})_2]$
- 9) $\text{IrF}_6 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{IrF}_4 + 2\text{ClF}$
- 10) $4\text{Ir}(\text{OH})_3 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \rightarrow 4\text{Ir}(\text{OH})_4$

66. T-InCl, G-InCl₃, H-In, E-HCl, K-InCl₂, W-Hg, X-Hg₄In.

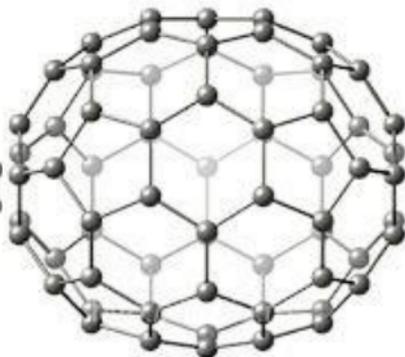
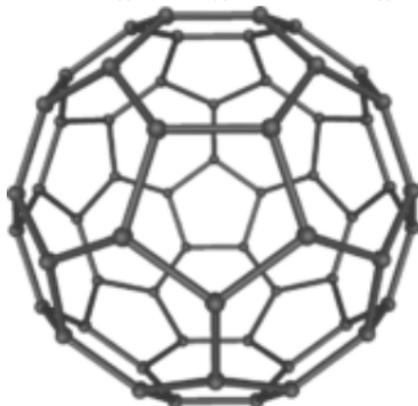
67. C₂HF, N₂O, C₃H₈, C₂H₄O, CO₂, [Ru(NH₃)₅(N₂O)]²⁺

68. Дифтордивинил N₂F₂ 

69. Cs₂SbF₆, представляет собой смесь CsSbF₆ и Cs₃SbF₆.

70. Зелёные куски – это металлический ванадий.

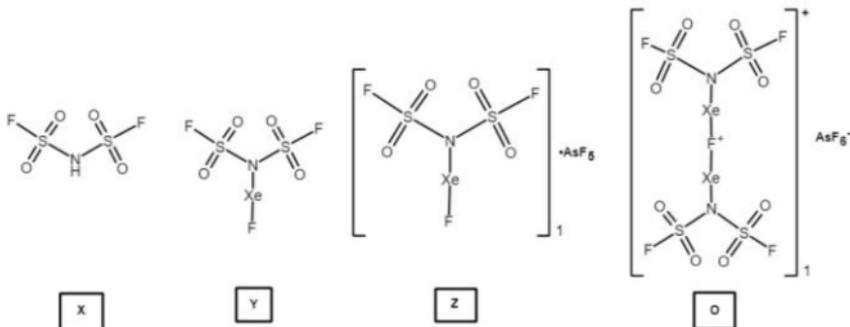
71. A – C₆₀. B – C₇₀, D – Cs₂RbC₆₀ F – CeC₄₀.



72. A – CrO₂F₂, B – CrOF₃, C – H₂Cr₂O₇, D – HF, E – CrO₂, F – Cl₂.

73. X – HN(SO₂F)₂, Y – FXeN(SO₂F)₂, Z – (FXe(NSO₂F))₂·AsF₅,

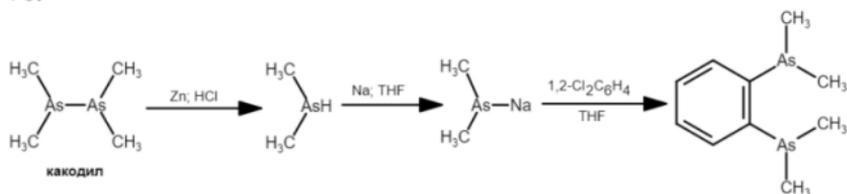
O - $[F\{XeN(SO_2F)_2\}_2]AsF_6$



74. Щ – сплав Na и K с содержанием K 77,2 %. У содержит 0,20719 % C_2H_5OK и 0,0840 % C_2H_5ONa . G – $C_2H_5OC_2H_5$.

75. $2SbF_5 + O_2F_2 = O_2SbF_6 + F_2$

76.



77.

$X_1 - {}^{15}NO$

$X_2 - {}^{14}NO_2$

$X_3 - {}^{15}NO_2$

$X_4 - {}^{14}NO$

$X_5 - NH_3$

$X_6 - HCN$

$X_7 - (CN)_2$

$X_8 - N_2H_4$

$X_9 - [Ni(N_2H_4)_3]Cl_2$

$X_{10} - N_2$

$X_{11} - [Ru(NH_3)_5(N_2)]^{2+}$

$X_{12} - HN_3$

$X_{13} - NaN_3$

$X_{14} - NON_3$

$X_{15} - NH_4NO_3$

$X_{16} - NCl_3$

$X_{17} - NF_3$

$X_{18} - NH_3$

$X_{19} - NO$

$X_{20} - [NF_4][SbF_6]$

$X_{21} - ONF_3$

$X_{22} - FN_3$

$X_{23} - (NH_2)_2CO$

$X_{24} - NH_2CONF_2$

$X_{25} - NF_2H$

$X_{26} - N_2F_4$

$X_{27} - NF_2$

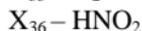
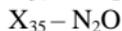
$X_{28} - NClF_2$

$X_{29} - [N_2F_3][AsF_6]$

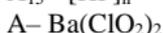
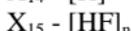
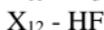
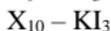
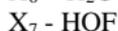
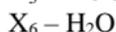
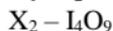
$X_{30} - HNO_3$

$X_{31} - NO_2F$

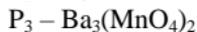
$X_{32} - NOF$



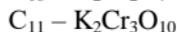
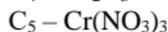
78.



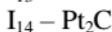
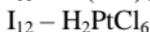
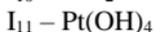
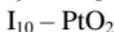
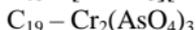
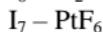
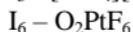
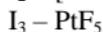
79.



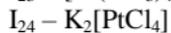
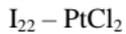
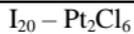
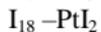
80.



81.



Как решать олимпиадные задачи по химии

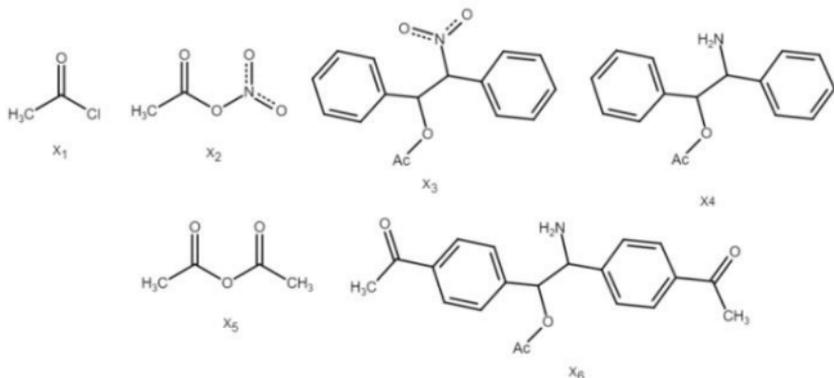


Органика 1-3

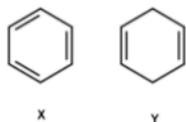
82. C_4Cl_6 -гексахлорбутадиен.

83. X_1-CH_4 , X_2-CH_3Cl , $X_3-CH_2Cl_2$, X_4-CHCl_3 , X_5-CCl_4 .

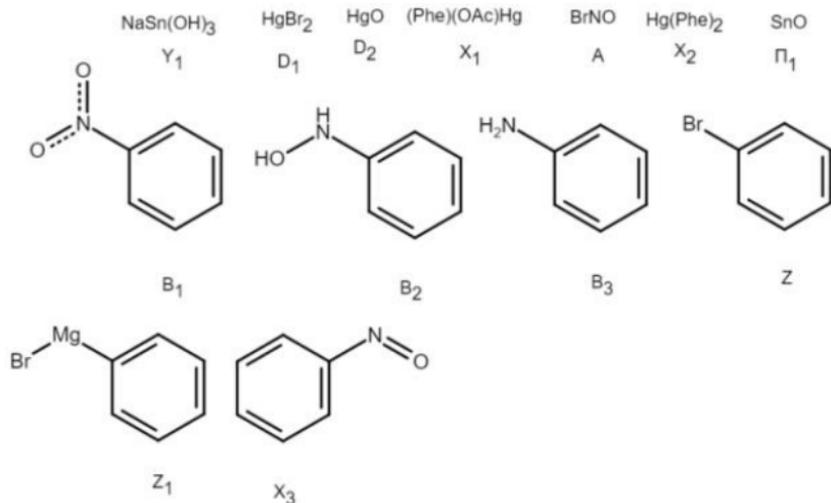
84.



85.

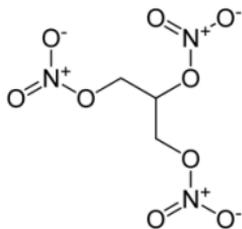


86.

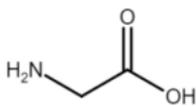


87. Фенол, X-C₃H₆.

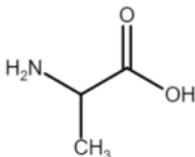
88. Нитроглицерин



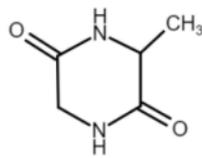
89.



БП
глицин



БП2
аланин

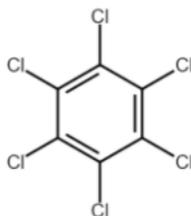


БП3

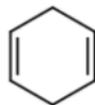
90.



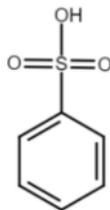
К



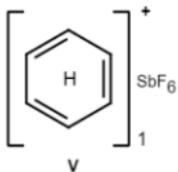
М



Н



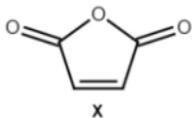
В



В



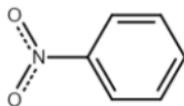
С



Х



З

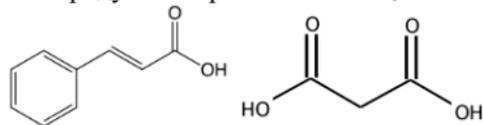


А

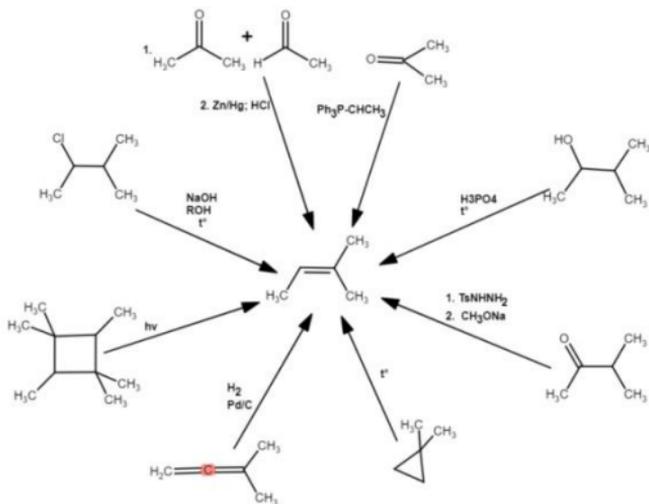
нет реакции
S

Пространственные изомеры 1,2,3,4,5,6-гексахлорбензола

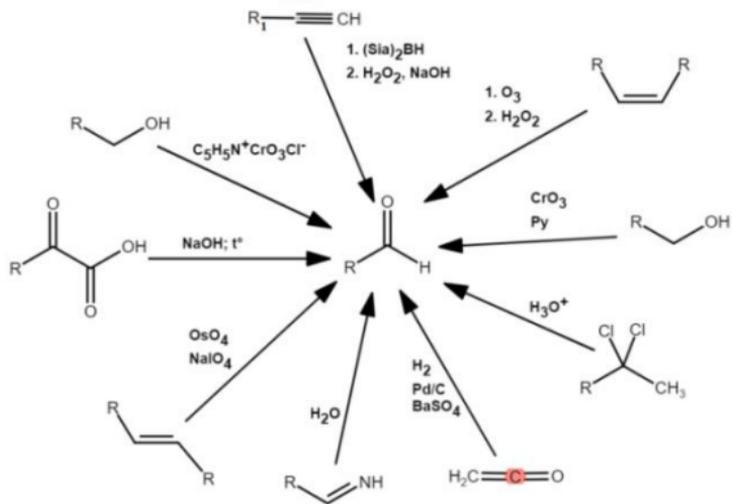
91. Продукт - коричная кислота, X – малоновая кислота



92.



93.

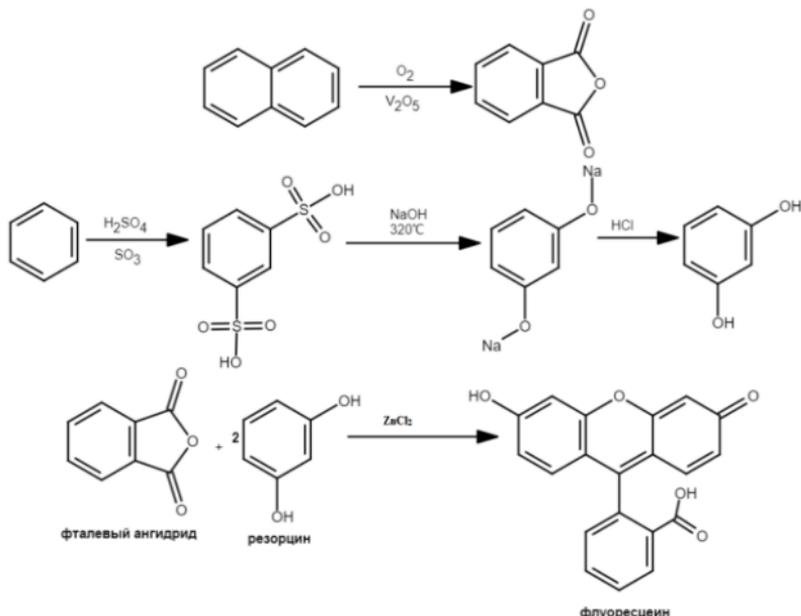


Органика 4-6

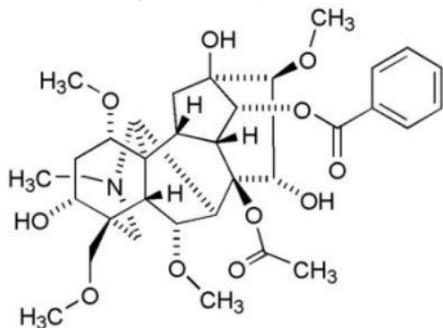
94.



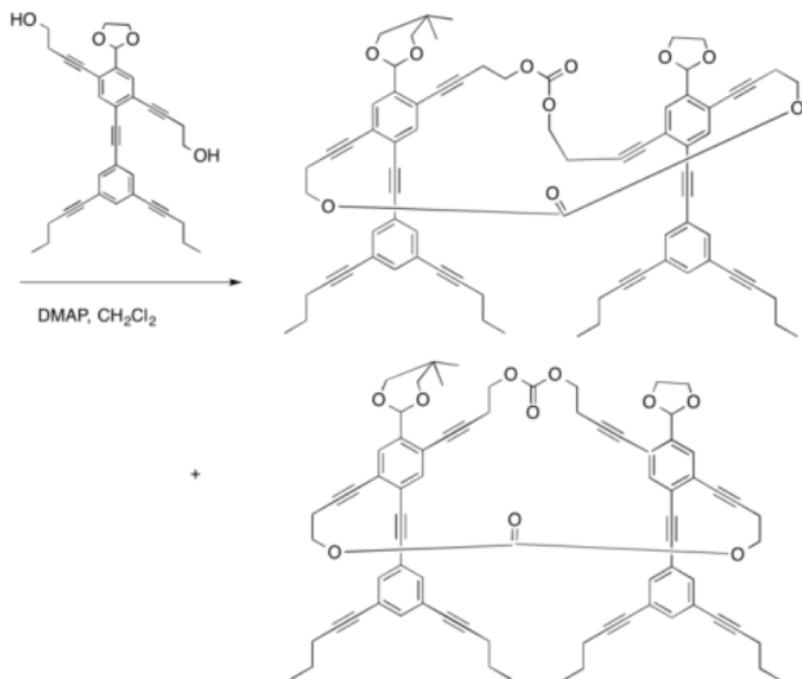
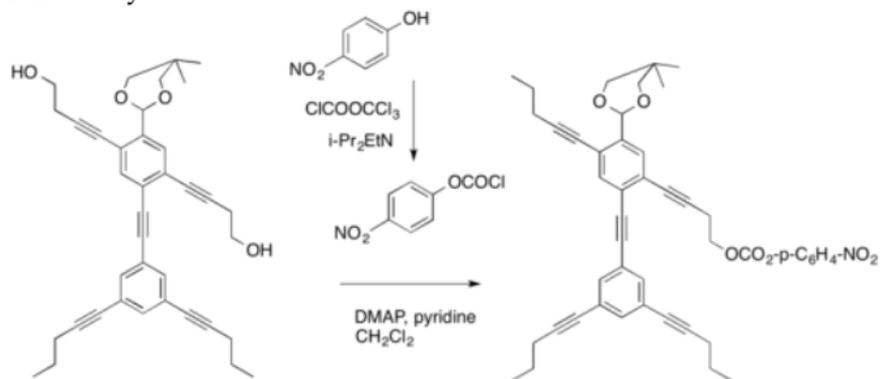
95.



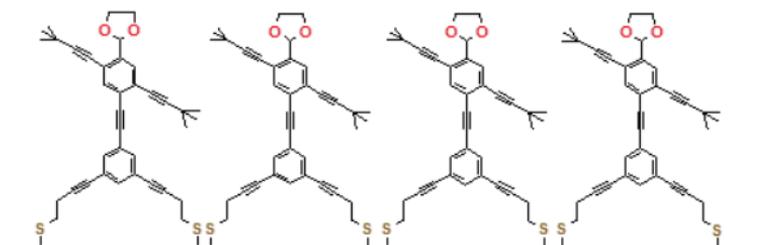
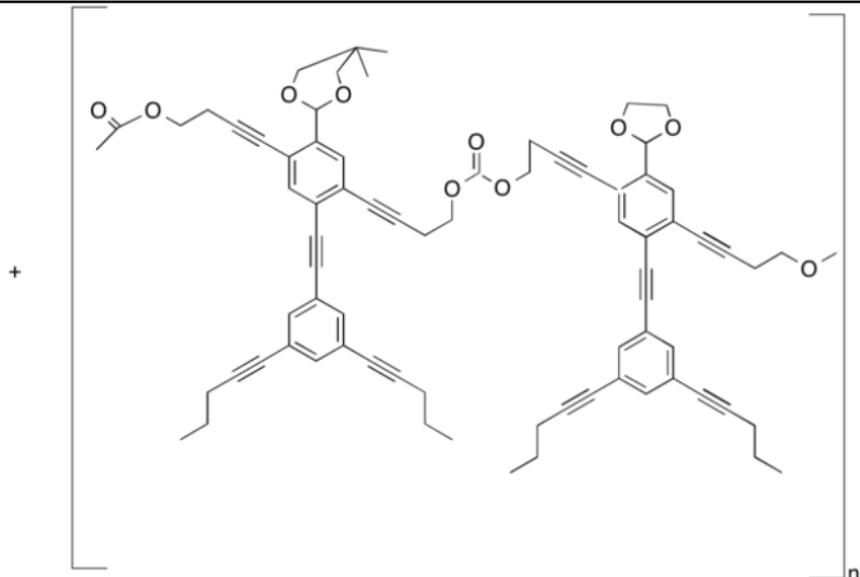
96. Семейство - лютиковые. Цветок называется борец (аконит). Соответственно, алкалоид - аконитин. Семейство лютиковые.



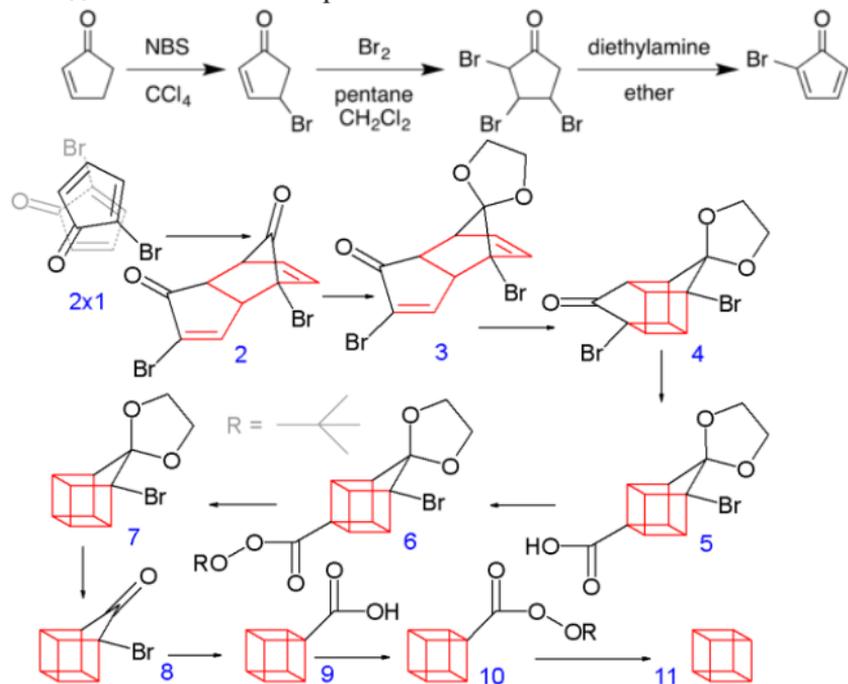
97. Нанопуты:



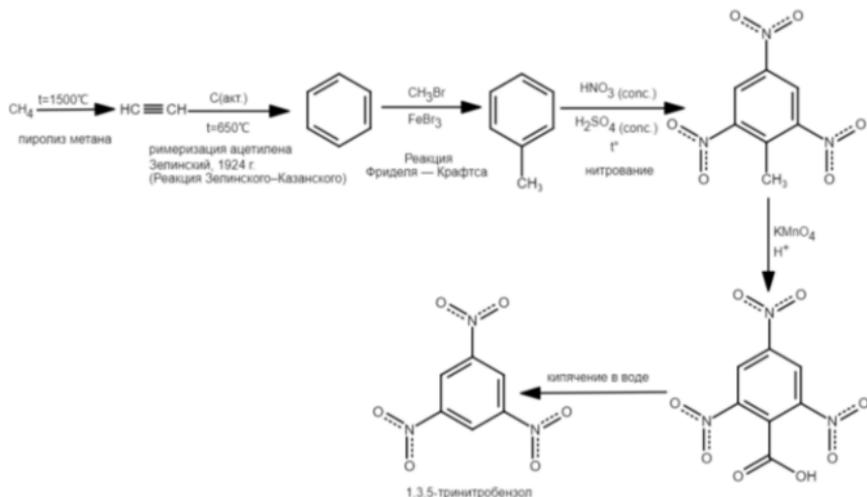
Как решать олимпиадные задачи по химии



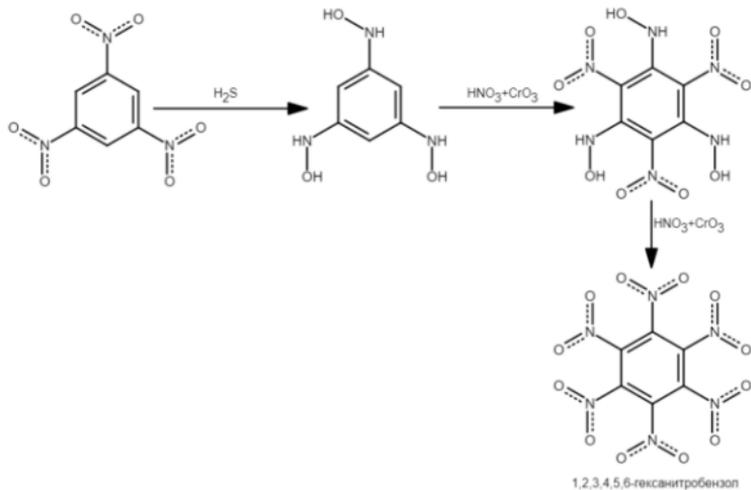
98. Один из возможных вариантов синтеза:



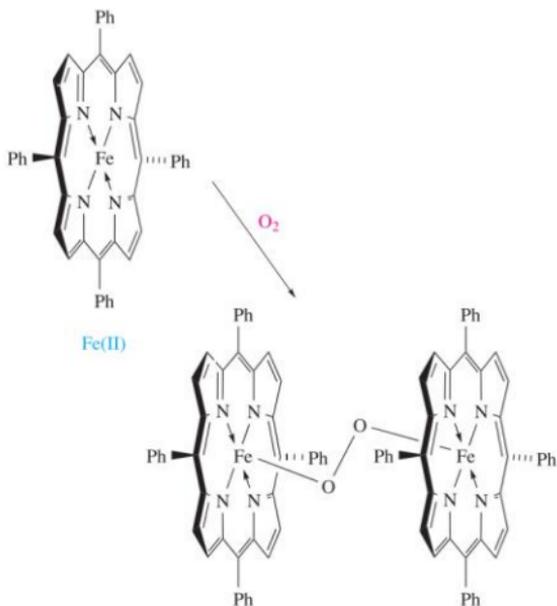
99.



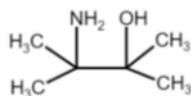
Далее следует оригинальный синтез гексанитробензола из 1,3,5- тринитротолуола, который был разработан и использовался в Третьем Рейхе:



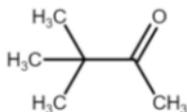
100.



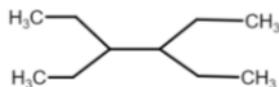
101.



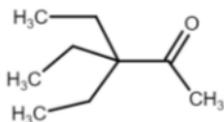
T



продукт



Ш

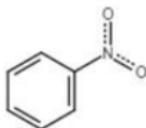


Ы

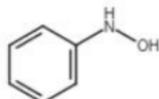
102.



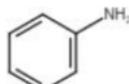
жикш



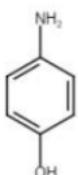
X₁



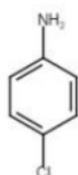
X₂



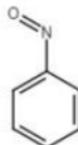
X₃



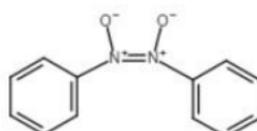
X₄



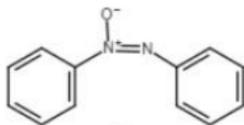
X₅



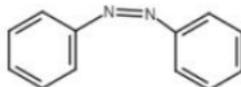
X₆



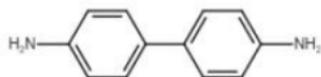
X₇



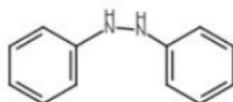
X₈



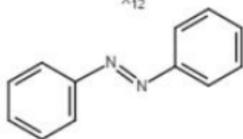
X₉



X₁₂



X₁₁



X₁₀

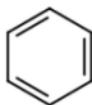
Органика 7-10

103. Название гомологического ряда – ацены.

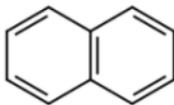
$M_1 - KMnO_4$

$M_2 - SOCl_2$

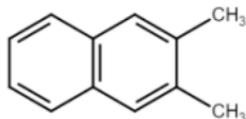
$Z - N_4H_4$ (тетрацен)



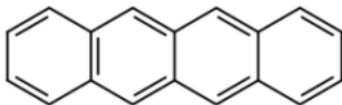
бензол



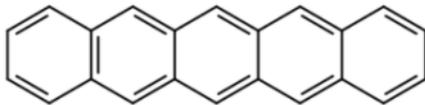
нафталин



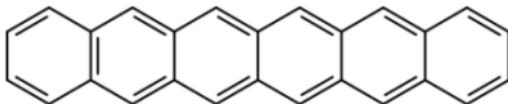
2,3-диметилнафталин



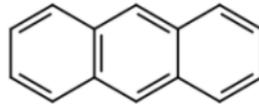
тетрацен



пентацен

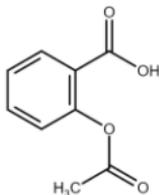


гексацен



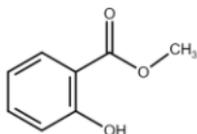
антрацен

104.



аспирин

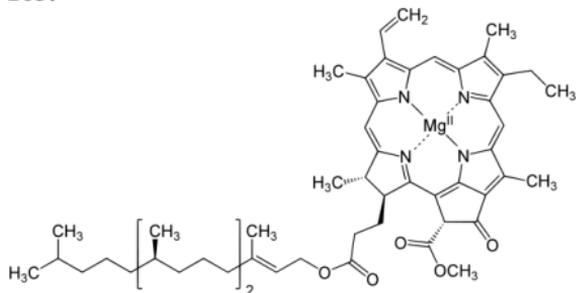
x



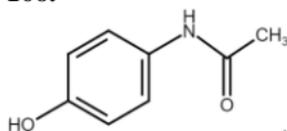
метилсалицилат

z

105.

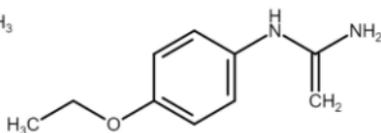


106.



парацетамол

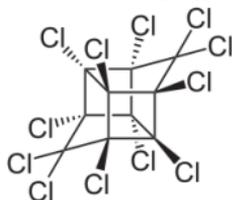
X



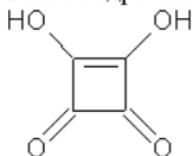
dulcin

Y

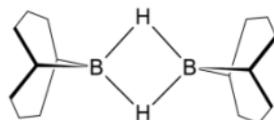
107. Mirex $C_{10}Cl_{12}$



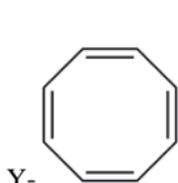
108. Квадратная кислота.



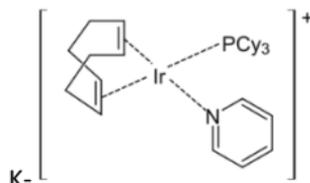
109. Лиганд – циклоокта-1,5-диен.



Получение Q:

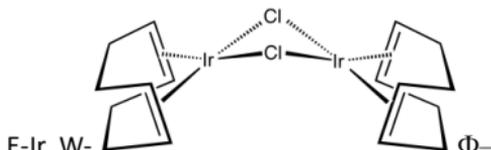


Y-

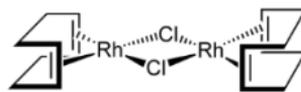


K-

PF_6^-



E-Ir, W-

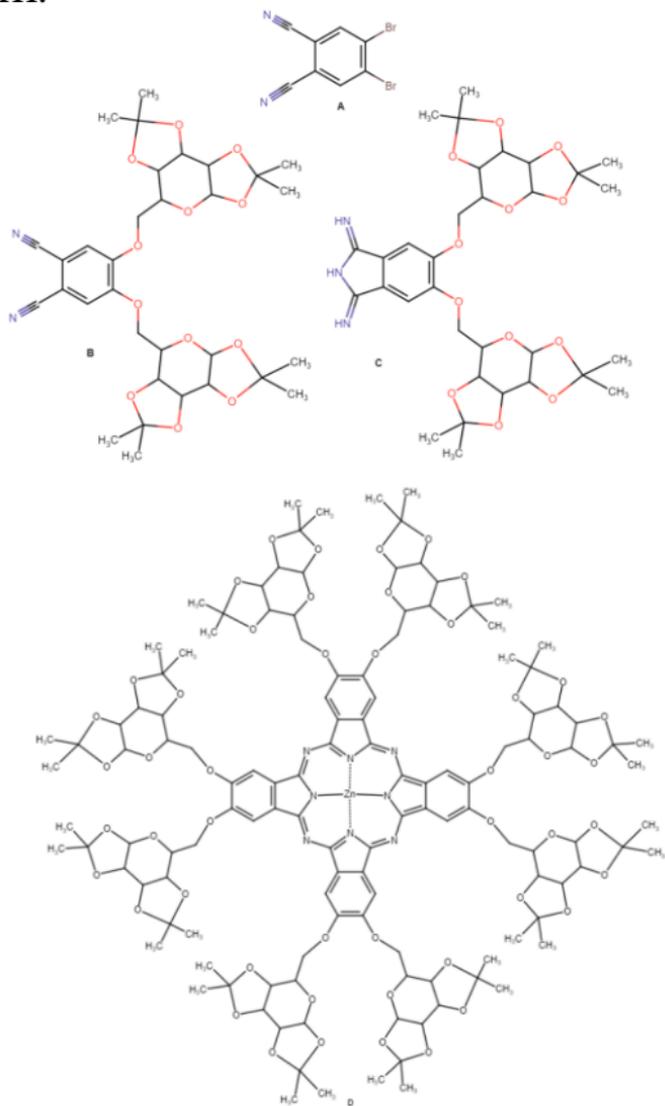


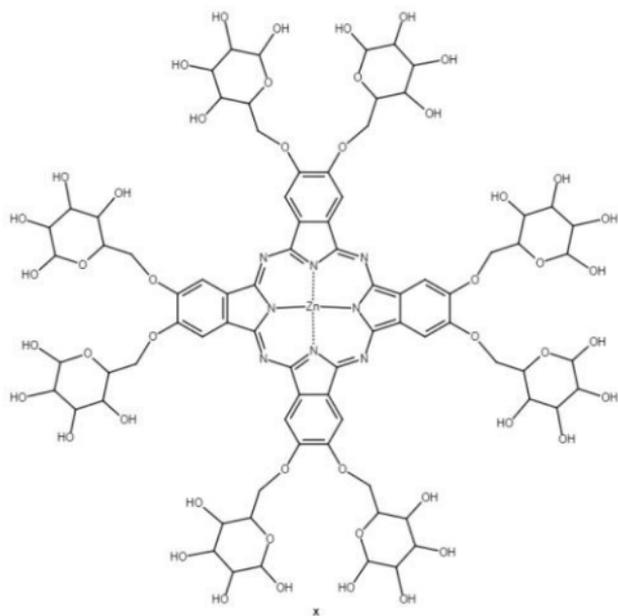
Ф-

S-Rh, K-катализатор *Crabtree* $[C_8H_{12}IrP(C_6H_{11})_3(C_5H_5N)]PF_6$

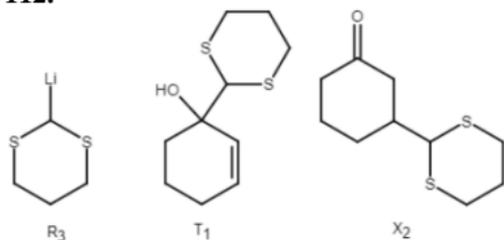
110. W – NaN_3 , Q – CH_3COCl , A – CH_3CON_3 D – $NaCl$

111.

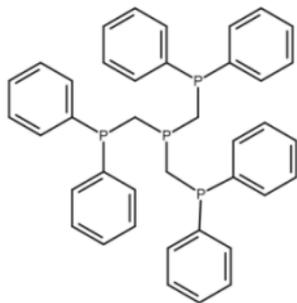




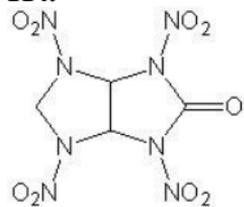
112.



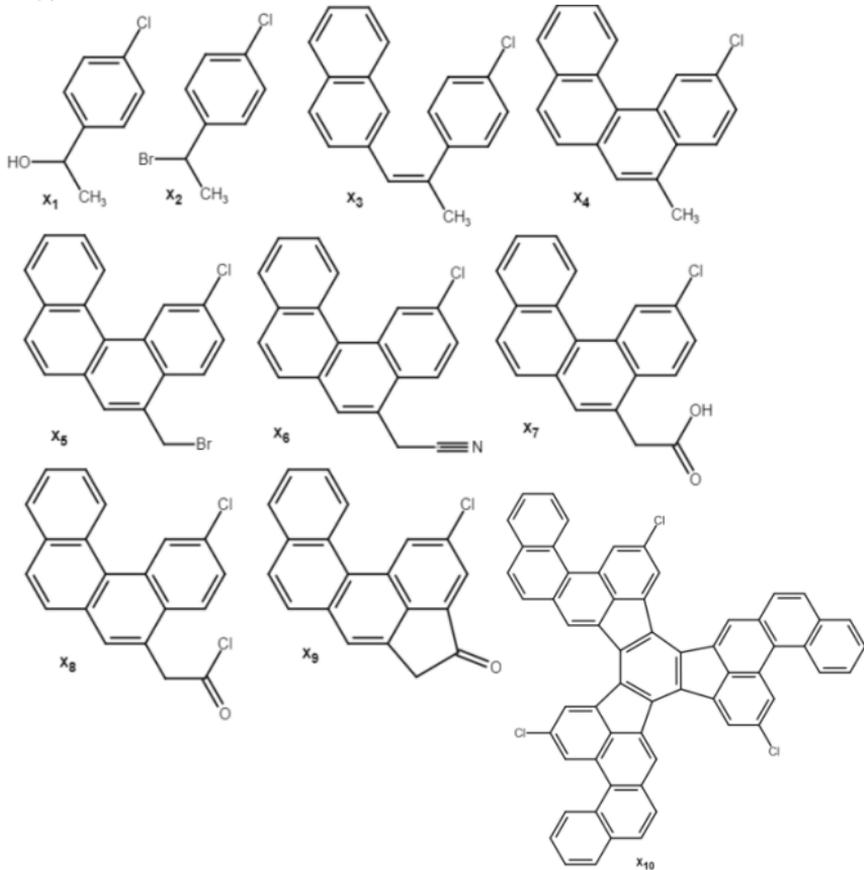
113. $P(CH_2PPh_2)_3$



114.

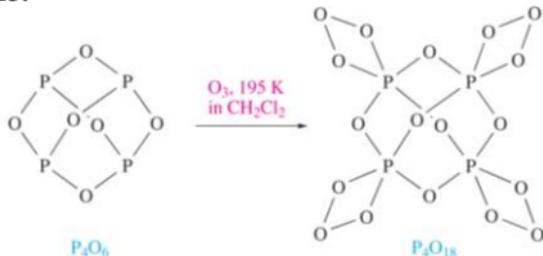


115.



Одноходовки

1. бензол и D_2SO_4
2. $NOCl$, $TiCl_3$
3. Ta
4. NO , NO_2 , ClO_3 .
5. красный- Ag_2CrO_4 , оранжевый- S_4N_4 , жёлтый- PbI_2 (SnS_2), зелёный- $Ni(OH)_2$, голубой- $Cu(OH)_2$, синий- $KFe[Fe(CN)_6]$, фиолетовый- $BaFeO_4$.
6. a- AlF , b- $Cu_2CO_3(OH)_2$, c- XeO_4 , d- $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$, e- Hg_2Br_2 , f- $Na_2S_2O_7$, g- ^{235}U .
7. Cu, Ag, Au, Pb, Sn, Fe, C.
8. HN_3 , HN_5 , NH_4N_3 , $N_2H_5N_3$, $N_2H_6N_6$, N_4H_4 , N_3H_3 , N_2H_2 .
9. +10, известна для частицы PtO_4^{2+} ; -5, известна для бора.
10. Цвасцы $GaGa(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$
11. ICl_3
12. A- AlF
13. Nb и Ta
14. а) $C_{24}H_{12}$ (коронен) б) C_2H_2 в) тетраметилгидразин д) неопентан е) уролтропин
15. $C_{60} \cdot 24H_2O$
16. HgO и $TI OH$
17. NaN_2
18. H_2O_3
19. $S_8 + CF_3COOOH = S_8O + CF_3COOH$
20. SO_2 CT_4 CH_3OH
21. XeF_6
22. например As
- 23.



24. Триплетный и синглетный кислороды
25. WF_6 , TeF_6 , IF_7

26. это единственные элементы женского рода в Периодической системе.

27. Русская матрёшка, бусы и папье-маше - всё это тривиальные названия углеродных нанотрубок.