

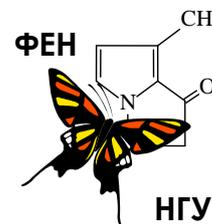


57-я Всесибирская открытая олимпиада школьников

Второй отборочный этап 2018-2019 уч. года

Задания по химии

11 класс



Дорогие ребята!

Вашему вниманию предлагается комплект заданий заочного тура Всесибирской олимпиады школьников по химии 2018-2019 года. В Вашем распоряжении целый месяц времени и все доступные методические ресурсы: библиотеки, книги, задачники, Интернет, школьная лаборатория и т.д. Единственное, о чем мы бы хотели Вас очень сильно попросить: постарайтесь выполнять задания максимально самостоятельно, не переписывая решения друг у друга.

Помните, что для того, чтобы попасть в число призеров, вовсе не обязательно правильно решить все задачи. Даже если Вам удастся найти частичное решение лишь к одному заданию, присылайте нам и его – для Вас это станет первым серьезным шагом на нелегком пути к познанию увлекательной и волшебной науки – химии. Мы, в свою очередь, будем знать о том, что где-то, может быть очень далеко от столицы Сибири, появился еще один любознательный школьник, интересы которого не ограничиваются дискотеками, развлекательными телепередачами, компьютерными играми и социальными сетями.

Для сокращения времени, затрачиваемого на проверку Ваших работ и процедуру подведения итогов, настоятельно просим Вас загружать Ваши решения на сайт отдельно по каждой задаче. Если у Вас нет возможности сканировать листы с решениями, попробуйте их сфотографировать, но обязательно затем проверьте, как они читаются на экране компьютера.

Успехов Вам во всех Ваших делах и начинаниях и с наступающим Новым годом!

С искренним уважением к Вам и Вашим педагогам и наставникам,

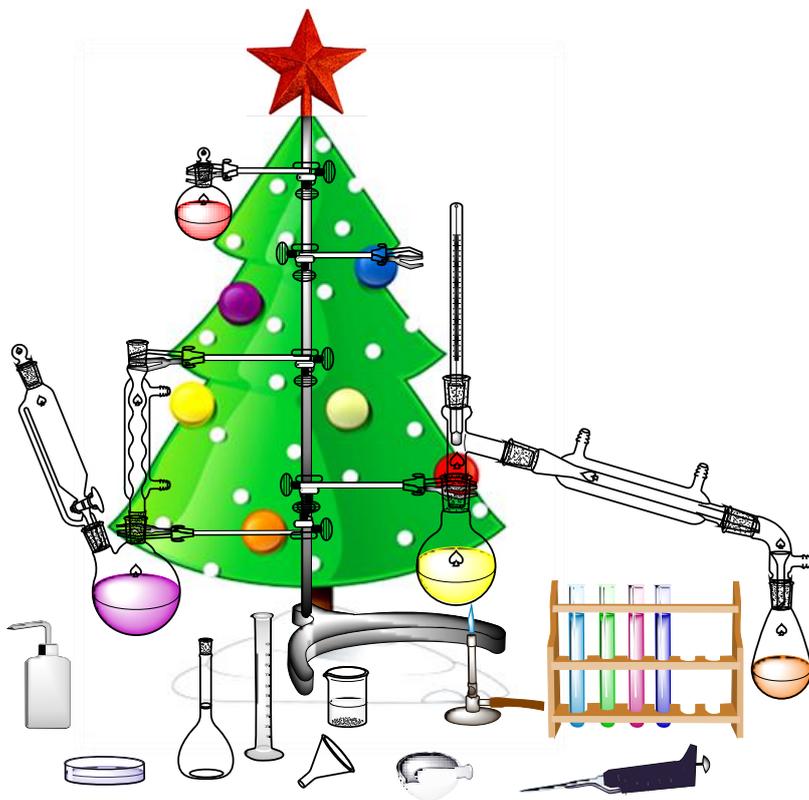
Методическая комиссия и жюри Всесибирской открытой олимпиады школьников по химии.

Задание 1. «У нас тоже ёлки».

Наша новогодняя ёлочка украшена не только разноцветными шарами и красной звездой, но и различной химической посудой и оборудованием, разместившимися вокруг нее.

1. Внимательно рассмотрите рисунок и укажите название химической посуды и оборудования, которое там изображено (в том числе названия отдельных деталей установок, расположенных слева и справа от ёлки). Для каких целей обычно используется установка, изображенная на рисунке справа?

В восьми емкостях, приведенных на рисунке, находятся окрашенные водные растворы неорганических солей. Четыре таких емкости входят в состав установок (обозначим их римскими цифрами I, II, III и IV), а четыре емкости стоят в ряд справа от ёлки в специальном держателе (их обозначим арабскими цифрами 1, 2, 3 и 4). Емкости пронумерованы слева направо по порядку их нахождения на рисунке. Известно, что окраска всех восьми растворов обусловлена присутствием в них элементов одного и того же периода Периодической системы (ПС). Однако в солях, находящихся в емкостях I-IV, эти элементы входят в состав анионов (с катионами калия), а в солях из емкостей 1-4 – в состав катионов.



Для емкостей I-IV также известно:

- эти растворы помещены именно в эти емкости исключительно для украшения ёлки; прямого отношения к установкам, в которых они находятся, эти растворы не имеют;

- в три раствора помещены кислородсодержащие соли, а в один – комплексная, с максимально возможным для этого комплекса числом одинаковых лигандов; для стабилизации двух из этих растворов (сохранение аниона исходной соли) к ним добавлено по одному дополнительному веществу;

- в составе анионов солей, содержащихся в двух из этих растворов, присутствует один и тот же элемент; аммонийная соль одного из этих анионов широко используется для демонстрации красочного химического опыта «вулкан на столе» [реакция 1]; калиевая соль этого аниона при нагревании до 500 °С разлагается довольно спокойно [реакция 2], так же как и аммонийная соль второго из этих анионов при нагревании до 180 °С [реакция 3];

- в составе анионов солей, содержащихся в двух оставшихся растворах, тоже присутствует один и тот же элемент; интенсивная окраска одного из этих анионов широко используется в качественном анализе для обнаружения катионов этого элемента в степени окисления +3 в разбавленных растворах [реакция 4] и в демонстрационных экспериментах под названием «искусственная кровь»; калиевая соль второго аниона может быть получена при окислении гидроксида этого элемента в степени окисления +3 хлором в сильнощелочной среде [реакция 5] и известна тем, что легко окисляет соляную кислоту [реакция 6];

Для емкостей 1-4 известно:

- в растворы 1-3 помещены соответствующие купоросы, а раствор под номером 4 получается при добавлении крепкого раствора аммиака к раствору 1 [реакция 7];

- растворы 2 и 3 становятся синими, если к № 2 добавить раствор аммиака [реакция 8], а к № 3 концентрированную соляную кислоту [реакция 9].

2. Напишите химические формулы солей, растворы которых расположены в описанных восьми емкостях, и укажите номер емкости, в которой находится каждый из этих растворов (для емкости 4 укажите формулу соли (а может, солей?), которая останется после испарения раствора). Соли, содержащиеся в емкостях I, II, III, IV, 4, назовите по традиционной химической номенклатуре.

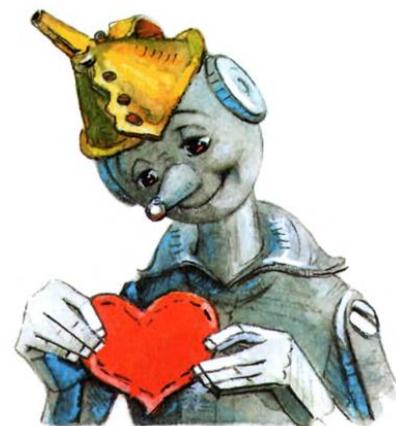
3. В какие из емкостей I-IV добавлено по одному дополнительному веществу? Назовите эти вещества и напишите уравнения реакций, которые будут проходить в растворах солей в этих емкостях в отсутствие этих дополнительных веществ.

4. Напишите уравнения реакций [1]-[9].

5. Будут ли растворы I-IV реагировать с: а) раствором аммиака; б) избытком разбавленной серной кислоты? Если реакции нет, обязательно укажите это, если есть, тоже укажите и напишите уравнение реакции.

Задание 2. «Железный дровосек».

В основе процессов черной металлургии лежит выплавка железа из различных руд. В рудах Абагазского железорудного месторождения (Тейская группа Кузнецкого Алатау, 186 км от Абакана) содержится, в основном, минерал **A** (массовая доля железа в чистом **A** 72,4 %), в меньших количествах минерал **B** (70 % Fe) и минерал **B** (46,6 % Fe). Процесс переработки руды и выплавки железа упрощенно можно представить так: сульфидные руды подвергают обжигу на воздухе, а образовавшийся оксид, как и оксидные руды, восстанавливают коксом (углем) в доменной печи при высокой температуре.



1. Вычислите химические формулы перечисленных железорудных минералов, зная, что они представляют собой бинарные (двухэлементные) соединения железа либо с серой, либо с кислородом. Проявите логику рассуждений и ход своих вычислений. Имейте в виду, что простое подтверждение ответа расчетом не будет оцениваться полным баллом.

2. Приведите минералогические и химические (по традиционной номенклатуре) названия минералов **A**, **B**, **B**. Отметим, что минералы **A** и **B** имеют и свои собственные названия, широко известные не только среди геологов и химиков. Приведите их и кратко поясните происхождение этих названий.

3. Для перечисленных в условии задачи соединений железа (металлическое железо, минералы **A-B**) напишите уравнения реакций с: а) разбавленной серной кислотой; б) концентрированной серной кислотой. Если реакция не идет, обязательно укажите это. Если существуют какие-то общие правила, в соответствии с которыми эти реакции должны были бы идти, но не идут, сформулируйте эти правила и объясните, почему эти реакции общим правилам не подчиняются.

4. Для описанных в задаче сульфидных минералов напишите уравнения реакций их обжига на воздухе, а для оксидных – уравнения реакций их восстановления коксом.

Во время работы одной из смен металлургического комбината из каждой тонны руды, содержащей 70 масс. % минерала **A** (остальное – не содержащие железа, углерода и не реагирующие в этих условиях с коксом примеси) получали 490 кг чугуна с массовой долей железа 96 % (остальное – углерод). Общие затраты кокса на весь процесс у этой смены составляли 500 кг на каждую тонну руды.

4. Вычислите эффективность (выход) процесса выплавки железа в этой смене.

5. Рассчитайте массу кокса, истраченного на восстановление минерала **A**, содержащегося в 1 т руды. Какая доля кокса была израсходована на нагрев доменной печи до необходимой температуры? Будем считать, что кокс – это чистый углерод, окисляющийся в этом процессе до своего высшего оксида.

6. Оцените массу сказочного Железного дровосека, если считать, что он состоит только из железа, плотность которого составляет $7,9 \text{ г/см}^3$. Объем внутренних полостей дровосека, занятых в основном воздухом (ну и добрым сердцем, конечно), примите равным 0,2 от общего объема его тела. Приведите необходимые рассуждения и вычисления.

Задание 3. «Такое простое вещество».

В таблице приведены некоторые физические и физико-химические характеристики одного простого вещества и составляющих его молекул.

1	2	3	4	5	6	7	8
Длина связи	Внешний вид при 70 К	Энергия ионизации	Плотность при н.у.	Теплоёмкость в интервале 54,4-90,1 К	Теплопроводность	Температура кипения	Растворимость в 100 мл воды при н.у.
121 пм	голубоватая жидкость	1164 кДж/моль	1,429 г/л	55,7 Дж/(К·моль)	0,027 Вт/(м·К)	90,1 К	4,89 мл

9	10	11	12	13	14	15	16
Сродство к электрону	Теплота испарения	Содержание в атмосфере	Сродство к протону	Энергия связи	Постоянный дипольный момент	Теплоёмкость в интервале 90,1-298 К	Температура плавления
-42,38 кДж/моль	3,410 кДж/моль	20,94 об. %	-401,7 кДж/моль	498 кДж/моль	0 Д	29,3 Дж/(К·моль)	54,4 К

1. Установите вещество. Ответ подтвердите расчетом его молекулярной массы.

2. Какие из приведенных данных являются характеристиками молекул, а какие – вещества в целом? В ответе можно указать только соответствующие цифры (характеристики молекул: 1, 2, 4, 5, 7, ..., характеристики вещества: 3, 6, 8, 9, ...).

3. Рассчитайте количество молекул неизвестного вещества, содержащихся в 1 мл его насыщенного водного раствора при н.у. Вычислите его массовую долю в этом растворе. Опишите равновесный процесс растворения этого вещества в воде с помощью уравнения реакции и рассчитайте константу равновесия для этого процесса при н.у. Можно считать, что объем воды при растворении в ней этого вещества не изменяется.

4. Вычислите количество тепла, которое нужно затратить для нагрева 100 г голубоватой жидкости от 70 К до н.у.

5. Задача кажется Вам не очень химической? Что ж, напишите уравнения реакций, соответствующие химическим процессам, энергетические характеристики которых указаны в столбцах 3, 9, 10, 12, 13. Какие из этих процессов являются экзотермическими?

6. Элемент, входящий в состав нашего простого вещества, образует с неким металлом четыре соединения, в двух из которых содержание металла составляет 83 и 71 масс. %. Вычислите его атомную массу и установите металл. Напишите формулы и названия всех четырех этих соединений и укажите способы их преимущественного получения.



Задание 4. «Гормоны».

Гормоны (др.-греч. ὁρμάω — двигаю, побуждаю) - это сигнальные химические вещества, оказывающие сложное и многогранное воздействие на организм в целом либо на определённые органы и системы-мишени. Среди гормонов довольно известна группа катехоламинов: дофамин, адреналин (он же эпинефрин) и норадреналин.

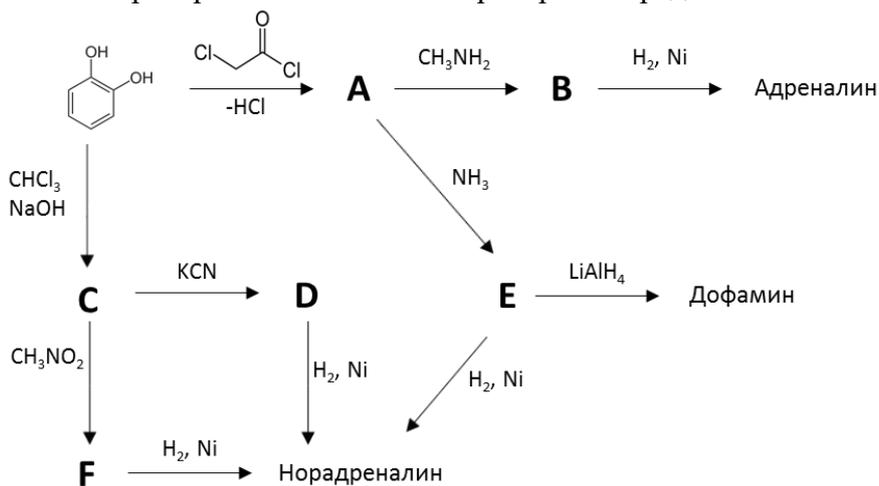
Fight or Flight



Адреналин (1-(3,4-диоксифенил)-2-метиламиноэтанол) — основной гормон мозгового вещества надпочечников. Играет важную роль в физиологической реакции «бей или беги». По химическому строению норадреналин отличается от него отсутствием метильной группы у атома азота аминогруппы боковой цепи. Уровень норадреналина в крови повышается при стрессовых состояниях, шоке, травмах, кровопотерях и т.д. Считается одним из важнейших «медиаторов бодрствования». Дофамин является химическим предшественником адреналина и норадреналина, его формула $C_8H_{11}NO_2$. Дофамин является одним из химических факторов внутреннего подкрепления и служит важной частью «системы вознаграждения» мозга. Освобождение дофамина нейронами активирует «центр положительных эмоций и удовольствия» и дает человеку ощущение комфорта, поднимает настроение.

1. Изобразите структурные формулы упомянутых гормонов.

Эти гормоны синтезируются и в нашем организме, но при необходимости могут быть введены в него в виде лекарственных препаратов. Синтез этих препаратов предложен на схеме.



2. Изобразите структурные формулы соединений А-Е, приведенных на этой схеме.

Адреналин как лекарство используется в виде водного раствора его соли. Эту соль медики называют «гидрохлорид адреналина» или «солянокислый адреналин», а химики назвали бы хлоридом адреналиния. Например, при остановках сердца внутрисердечно (то есть прямым уколом в сердце) вводят 1 мл данного лекарственного препарата с концентрацией 1 мг/мл.

3. Изобразите структурную формулу этой соли и ответьте на вопрос, почему медики используют для инъекций не сам адреналин, а его соль?

4. Рассчитайте массу адреналина и количество его молекул, которые попадают в организм человека при такой инъекции.

Норадреналин принимает участие в регуляции артериального давления при различных заболеваниях, в том числе при септическом, геморрагическом шоке, большой кровопотере. В медицине также используется в виде соли - «одноводного виннокислого норадреналина» или моногидрата гидротартрата норадреналиния C₁₂H₁₉NO₁₀. На практике разово обычно используется капельное внутривенное введение раствора 4 мг лекарства (в расчете на сам норадреналин) в 500 мл 5% раствора глюкозы (раствор 1) или в 500 мл 0,9% раствора хлорида натрия (раствор 2).

5. Рассчитайте, какие массы (г) и количества (моль) глюкозы, хлорида натрия и норадреналина тартрата моногидрата потребуются для приготовления растворов 1 и 2 в объемах, достаточных для проведения десятикратной терапии у 20 пациентов любым из растворов. Плотность раствора глюкозы 1,0175 г/см³, плотность раствора хлорида натрия 1,0045 г/см³.

6. Вычислите моляльности (m = моль вещества / кг растворителя) 5% раствора глюкозы (m₁) и 0,9% раствора хлорида натрия (m₂) и их соотношение m₁/m₂. Случайным ли оказалось это число? Как называют такие растворы химики и почему? А как называют именно эти растворы медики и почему?

7. Для винной кислоты известны 3 стереоизомерные формы. Изобразите их строение.

Дофамин, который очень часто неточно называют допамином, широко используется в медицине при острой сердечно-сосудистой недостаточности. Интересно, что период полувыведения (T_{1/2}) этого «гормона мотивации и счастья» из взрослого человеческого организма не очень велик и составляет 9 мин.

8. Рассчитайте, сколько дофамина останется в организме (в процентах) через 36 минут после внутривенного введения препарата. Посмотрите внимательно на расшифрованную Вами схему синтеза дофамина и попробуйте ответить, почему его иногда называют допамином, и почему правильным вариантом является именно дофамин?