

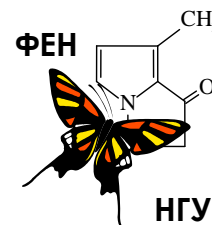


54-я Всесибирская открытая олимпиада школьников

Второй отборочный этап 2015-2016 уч. года

Задания по химии

10 класс



Дорогие ребята!

Вашему вниманию предлагается комплект заданий заочного тура Всесибирской олимпиады школьников по химии 2015-2016 года. В Вашем распоряжении почти полтора месяца времени и все доступные методические ресурсы: библиотеки, книги, задачки, 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 и только в исключительных случаях посылать их нам по почте (но в этом случае Вы должны быть уверены, что мы получим их до 25.01.2016 г). 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,

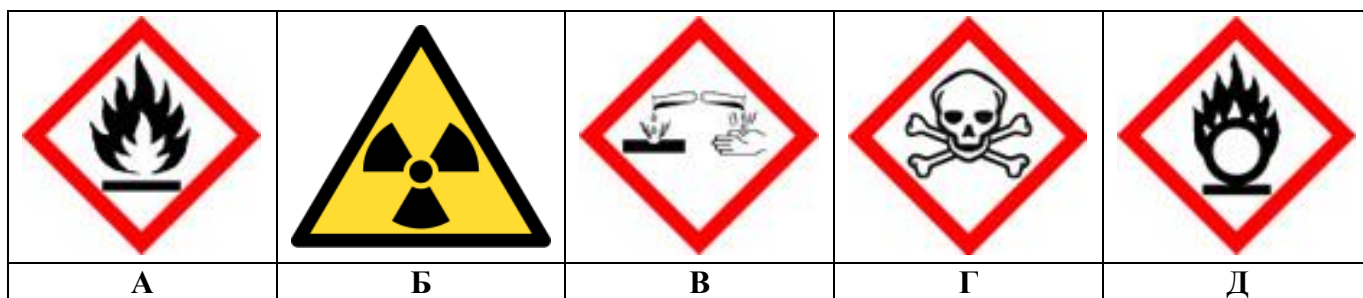
Методическая комиссия и жюри Всесибирской открытой олимпиады школьников.

Задание 1. «Техника безопасности».

«Чувство страха и чувство опасности относится к разным сферам. Первое к сфере инстинктов. Второе к сфере рассудка. Первое надо подавлять, второе развивать.

И. Шевелев

Знания техники безопасности спасли не одного химика от тяжелых увечий или даже гибели. Свод правил поведения в лаборатории при работе с химическими приборами, оборудованием и химическими реактивами в прямом смысле написан кровью. Строгое соблюдение этих правил, применение специальной одежды и специальных средств защиты позволяет безопасно работать в химических лабораториях и на производствах, использующих химические вещества. Для правильного обращения с химическими веществами используется специальная маркировка на таре, которая позволяет определить с какой степенью осторожности следует работать с реактивом, и какие средства защиты надо при этом применять. Ниже приведены некоторые типы таких маркировок.



1. Кратко (1-3 слова) поясните, о каких опасных свойствах вещества предупреждает каждый из представленных видов маркировки.

Алхимику необходимо было приготовить 1 л 20 % раствора серной кислоты (его плотность 1,26 г/мл) в воде (плотность 1 г/мл). Он правильно рассчитал необходимые количества концентрированной серной кислоты (массовая доля 98 %, плотность 1,84 г/мл) и воды. Затем он отмерил с помощью мерного цилиндра серную кислоту, перелил ее в литровый стакан и начал медленно добавлять к ней отмеренный объем воды. Однако смесь очень быстро забулькала, и ее брызги попали прямо на пальцы алхимика.

2. Какой объем концентрированной серной кислоты и воды отмерил алхимик (приведите необходимые расчеты)? Какие два основных правила техники безопасности, которые надо соблюдать при приготовлении раствора серной кислоты, нарушил этот алхимик? Какие действия необходимо предпринять, если кислота все-таки попадет на кожу? При необходимости напишите уравнение реакции.

Практически во всех школах проводятся лабораторные работы по химии. При этом учитель всегда подробно рассказывает учащимся о правилах техники безопасности при работе с химическими веществами и оборудованием. Однако, как только в руках оказываются колбы, пробирки и стаканы с настоящими веществами, многие забывают про эти правила и подвергают себя опасности.

3. Как называется процедура знакомства с правилами техники безопасности и чем она обязательно должна заканчиваться для человека, с этими правилами ознакомившегося?

Для того чтобы напомнить Вам об основных нарушениях техники безопасности, которые совершаются школьниками в лаборатории, нам пришлось самим нарушить все мыслимые и немыслимые запреты. На фотографии, сделанной в химической лаборатории кафедры химии СУНЦ НГУ, можно увидеть не менее 15 нарушений правил техники безопасности. Чтобы Вам было удобнее отмечать эти нарушения, фото разделено на прямоугольники (по вертикали буква, по горизонтали цифра).



4. Внимательно рассмотрите фотографию и установите, какие нарушения правил техники безопасности есть на этом фото. Для удобства проверки в своем решении приведите номер прямоугольника, в котором есть нарушение, и кратко поясните, в чем оно заключается, или что именно должен был сделать химик, чтобы не нарушать технику безопасности. Например:

В14	При перегонке жидкостей в колбу необходимо помещать «кипелки» или магнитный якорек (если жидкость нагревается на магнитной мешалке)
-----	---

Задание 2. «Мертвое море».

«Это было забавное купанье! Мы не могли утонуть. Здесь можно вытянуться на воде во всю длину, лежа на спине и сложив руки на груди, причем большая часть тела будет оставаться над водой. При этом можно совсем поднять голову... Вы можете лежать очень удобно на спине, подняв колени к подбородку и охватив их руками, — но вскоре перевернетесь, так как голова перевешивает. Вы можете встать на голову — и от середины груди до конца ног будете оставаться вне воды, но вы не сможете долго сохранять такое положение. Вы не можете плыть на спине, подвигаясь сколько-нибудь заметно, так как ноги ваши торчат из воды и вам приходится отталкиваться только пятками. Если же вы плывете лицом вниз, то двигаетесь не вперед, а назад. Лошадь так неустойчива, что не может ни плавать, ни стоять в Мертвом море, — она тотчас же ложится на бок».

Цитата из Марка Твена, приведенная в «Занимательной физике» Якова Перельмана

Солёные озёра – удивительное природное явление. Большое содержание минеральных солей обеспечивает такую высокую плотность воде, что человек может лежать на её поверхности.

Такие озёра есть на всех материках, даже в Антарктиде. Одним из самых крупных и популярных солёных озер является находящееся на границе Израиля, Палестины и Иордании Мёртвое море, воды которого знамениты своими целебными свойствами. Известно, что солёность воде Мёртвого моря в основном обеспечивают хлориды натрия, калия, магния и кальция.

1. Почему израильское солёное море-озеро называют Мёртвым?

Для анализа содержания солей в этом море-озере провели серию экспериментов:

1) 10 мл озёрной воды (плотность 1,19 г/мл) упарили досуха, а твердый остаток прокалили до полного удаления кристаллизационной воды. Масса остатка после упаривания составила 5,521 г, после прокаливания – 3,213 г.

2) К 10 мл озёрной воды добавляли раствор нитрата серебра с массовой долей 10 % (плотность 1,09 г/мл) до окончания реакции, истратив при этом 95,65 мл раствора нитрата серебра.

3) К 10 мл озёрной воды добавляли раствор карбоната натрия с массовой долей 5 % (плотность 1,05 г/мл) до окончания реакции, истратив при этом 43,15 мл карбоната натрия. Получившийся при этом осадок отфильтровали. Прозрачный раствор, полученный после отделения осадка (его называют маточным раствором), выпарили и высушили. Масса твёрдого остатка, полученного после испарения раствора, составила 3,618 г.

2. Вычислите общую солёность воды Мертвого моря (массовую долю суммы солей). Оцените суммарные запасы минеральных солей в Мёртвом море (в тоннах). Для простоты будем считать это море параллелепипедом с длиной 67 км, шириной 18 км, глубиной 306 м.

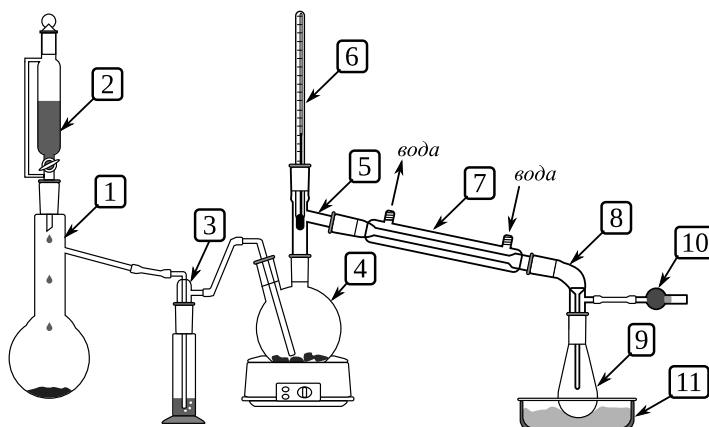
3. Напишите уравнения реакций, осуществленных в экспериментах 2) и 3).

4. Рассчитайте массовую долю каждого из хлоридов (Na, K, Mg и Ca) в воде Мёртвого моря.

5. Вычислите мольную долю каждого из компонентов в остатке после упаривания в первом эксперименте (воду считать за отдельный компонент).

Задание 3. «Химический практикум».

Студент 1 курса факультета естественных наук Новосибирского государственного университета Дима на практикуме по неорганической химии собрал установку для синтеза предложенного ему преподавателем неорганического соединения (см. рис.). В ходе выполнения практикума он сделал следующие записи в своём лабораторном журнале (цифры совпадают с обозначениями на рис.):



«В **1** поместил порошок перманганата калия, в **2** залил концентрированную соляную кислоту ($\omega = 36,5\%$, $\rho = 1,18$ г/мл), в **4** положил 1,78 г кусочков твёрдого олова.

3 заполнил концентрированной серной кислотой таким образом, чтобы трубка погрузилась в жидкость на ~1 см. **10** заполнил безводным хлоридом кальция.

Взвесил **9** вместе со стеклянной пробкой, $m = 148,34$ г.

Медленно по каплям добавлял соляную кислоту в **1**. Равномерный ток (1–2 пузырька в секунду в **3**) желто-зеленого газа **A** пропускал в **4** в течение 1–2 мин, затем начал нагревание **4** с помощью колбонагревателя. С того момента, как в **9** начали появляться капли бесцветной жидкости **B**, нагревание и пропускание газа **A** продолжал еще 2 часа.

Закрыв краник на **2**, отсоединил **9**, закрыл ее пробкой и взвесил. Масса **9** с жидкостью **B** составила 151,48 г.

1. Приведите названия частей установки, обозначенных цифрами **1**–**11** на рисунке.

2. С какой целью Дима заполнил **3** концентрированной серной кислотой, а в **10** поместил безводный хлорид кальция?

3. Установите вещества **A** и **B**, вычислите выход **B** (отношение массы полученного вещества к максимально возможной массе, т.е. если бы все олово превратилось в **B**) в ходе эксперимента.

4. Напишите уравнения реакций, проведенных Димой в ходе выполнения синтеза.

5. Вычислите минимальный объем (при н.у.) газа **A**, необходимый для полного превращения олова в **B**. Каковы должны быть минимальная масса перманганата калия и минимальный объем взятой Димой соляной кислоты, чтобы получить такой объем газа **A**?

Часть полученной жидкости **B** Дима вылил в концентрированную соляную кислоту, получив прозрачный раствор [реакция 1]. Добавив к нему раствор хлорида аммония, он получил белый осадок, нерастворимый в кислотах, но растворившийся в избытке натриевой щелочи [2].

Вторую часть полученной жидкости **A** Дима смешал с разбавленным раствором аммиака, что тоже привело к образованию белого осадка [3]. Отфильтровав этот осадок, он взял небольшую его часть и поместил ее в раствор натриевой щелочи, где осадок благополучно растворился [4]. Другую часть осадка он растворил в серной кислоте [5], а к полученному раствору добавил раствор сульфида натрия, в результате чего выпал красивый желто-оранжевый осадок [6]. Этот красивый осадок наотрез отказался растворяться в соляной кислоте, зато легко растворился в натриевой щелочи [7] и даже в избытке раствора сульфида натрия [8]. Прокипятив этот желто-оранжевый осадок в концентрированной азотной кислоте, Дима снова получил белый осадок [9], который уже не растворялся ни в кислотах, ни в щелочах.

6. Напишите уравнения реакций [1-9].

7. Вещества, полученные Димой в реакциях [3] и [9] в виде белых осадков, настолько близкие «родственники», что даже имеют почти одинаковые исторические названия (за исключением одной маленькой детали). Приведите эти названия и объясните, почему же эти вещества имеют настолько разную реакционную способность: одно растворяется как в кислотах, так и в щелочах, а второе не растворяется ни в щелочах, ни в кислотах.

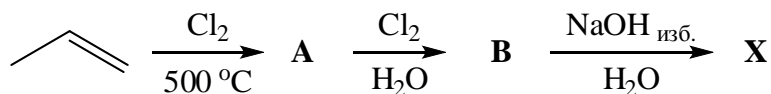
Задание 4. «Сладкая жизнь».

*«Сахар и пряности – и
будет много радости»
Народная мудрость.*

Несколько веков назад сахар, как и пряности, был доступен только богачам. А ведь если бы люди не ели сахар, то мир был бы другим. Все потому, что несколько веков назад большой спрос на сахар стимулировал использование труда невольников и послужил толчком для насильственной миграции миллионов африканцев в Новый Свет. Более того, торговля сахаром в XVIII веке ускорила экономический подъем в Европе.

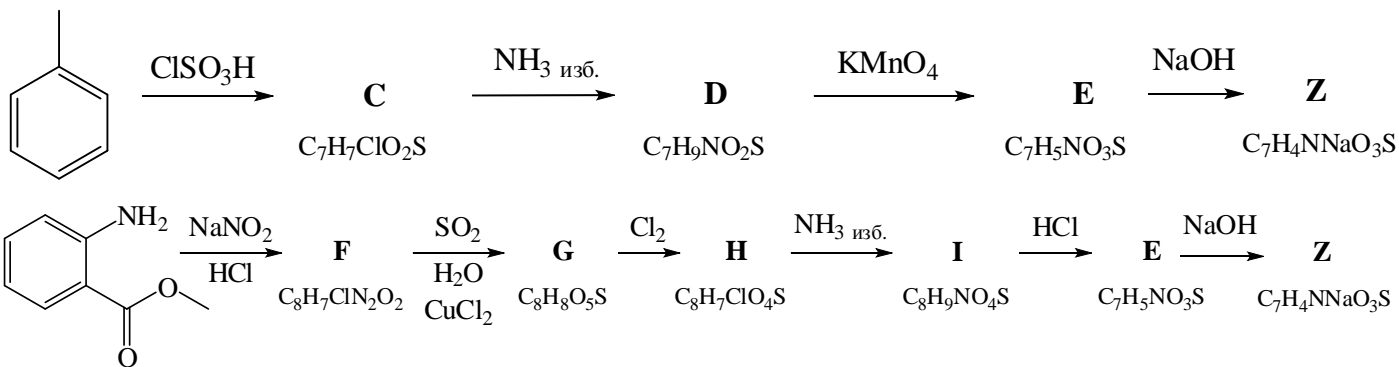


Существует множество веществ со сладким вкусом. Пример такого соединения со сладким вкусом – вещество **X**. Оно применяется в качестве эмульгатора в пищевой промышленности. Его можно получить по следующей схеме.



Несмотря на то, что сладкий вкус привлекает людей, существуют множество ядовитых веществ, имеющих сладкий вкус. Вещество **Y** очень сходно с веществом **X** и тоже обладает сладковатым вкусом, однако является довольно ядовитым. Попадая в организм человека, вещество **Y** под действием ферментов окисляется, в частности, до щавелевой кислоты. Щавелевая кислота вызывает повреждение почечной ткани, а также, взаимодействуя, например, с ионами Ca^{2+} , образует почечные камни (нерастворимые соли щавелевой кислоты).

Избыточное потребление сахара приводит к возникновению болезни, которая называется «сахарный диабет». В связи с нарушением работы эндокринной системы организм вырабатывает мало инсулина и человек может умереть даже от небольшого количества съеденного сахара. Для таких людей лучший совет – умеренность в употреблении сахара. Для того чтобы больные сахарным диабетом тоже могли есть сладкое, были синтезированы специальные вещества – сахарозаменители, которые обладают сладким вкусом. Одним из таких заменителей является вещество **Z**. Его можно получить по приведенным ниже схемам.



1. Как мы знаем, сахар (сахароза) – это дисахарид, который состоит из остатков двух моносахаридов. Приведите молекулярную формулу сахарозы. Из каких двух остатков моносахаридов состоит сахароза? Назовите эти два моносахарида, приведите их молекулярные формулы и нарисуйте их структурные формулы в проекции Фишера.

2. Приведите структурные формулы веществ А-В и Х.

3. Известно, что на сжигание 0,1 моль вещества Y расходуется 5,6 л кислорода (измерено при н.у.), а образуется при этом 4,48 л углекислого газа (н.у.) и 5,4 г воды. Определите молекулярную формулу вещества Y (ответ подтвердите расчетом), назовите его и нарисуйте структурную формулу. Как называются соли щавелевой кислоты?

4. Приведите структурные формулы веществ С-И и Z, если известно, что в соединении С все ароматические атомы водорода являют неэквивалентными.