

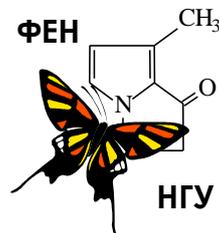


55-я Всесибирская открытая олимпиада школьников

Первый отборочный этап 2016-2017 уч. года

Задания по химии

9 класс



Задача 1. «Великий ученый».

«Он создал первый университет. Он, лучше сказать, сам был первым нашим университетом...».

А.С. Пушкин.

Вчера, 19 ноября 2016 года, исполнилось 305 лет со дня рождения великого учёного и просветителя, первого русского естествоиспытателя мирового уровня. Он был химиком, физиком, астрономом, историком, поэтом, художником, основоположником современного русского литературного языка. Все таланты этого выдающегося ученого не поддаются исчислению и не могут быть переоценены. Его заслуги перед человечеством настолько велики, что ЮНЕСКО (Организация Объединённых Наций по вопросам образования, науки и культуры) объявила 2011 г годом нашего выдающегося соотечественника.



1. Назовите фамилию, имя и отчество ученого, о котором идет речь. Как называется университет, основанный им в 1755 г (с 1940 г он носит его имя).

В своем сочинении «Рассуждение о твердости и жидкости тел» (1760 г) он писал: *«Все перемены в Натуре случающиеся такого суть состояния, что сколько чего у одного тела отнимется, столько присовокупится к другому. Так, ежели где убудет несколько материи, то умножится в другом месте; сколько часов положит кто на бдение, столько же сну отнимет. Сей всеобщий естественный закон простирается и в самые правила движения: ибо тело, движущее своею силою другое, столько же оные у себя теряет, сколько сообщает другому, которое от него движение получает».*

2. В приведенной цитате сформулированы два фундаментальных закона Природы, причем приоритет открытия одного из них (1748 г) закреплен за героем нашей задачи. Назовите эти законы и укажите, какой из них открыл гениальный русский ученый.

3. Приведите современные формулировки этих двух законов, до начала XX в. существовавших независимо друг от друга (в наше время эти законы обычно объединяют в единый, «всеобщий» закон).

Британский химик Р. Бойль в 1673 г провел следующий опыт. Он взял кусок свинца, поместил его в стеклянную реторту (сосуд с длинной шейкой, направленной вниз), герметически ее заплавил и взвесил. Затем он нагревал ее в таком виде 2 часа на огне, в результате чего часть свинца перешла в окалину. После этого он вскрыл реторту и снова взвесил: оказался привес, для объяснения которого он предложил гипотезу о способности огненной материи проходить через стекло реторты и затем соединяться с металлом.

Чтобы подтвердить свой закон, российский ученый повторил опыты Р. Бойля в 1756 г. Сам он написал об этом следующее: *«Делал опыты в заплавленных накрепко стеклянных сосудах, чтобы исследовать, прибывает ли вес металлов от чистого жару. Оными опытами нашлось, что славного Роберта Бойля мнение ложно, ибо без вес сожженного металла остается в одной мере».*

4. Попробуйте вставить в цитату пропущенный текст. Откуда все-таки взялся привес у Р. Бойля?

5. Какое количество кислорода (в молях) вступило в реакцию в опыте Р. Бойля, если привес в его опыте составил 0,609 г. Оцените объем реторты (в л), считая, что кислород израсходовался полностью, а молярный объем газа при температуре взвешивания (комнатная) составляет 24,4 л/моль.

6. К какому классу веществ относится свинцовая окалина? Известно, что ее состав зависит от температуры проведения опыта. При $t > 600\text{ }^\circ\text{C}$ получается вещество **А**, но если не поднимать температуру выше $500\text{ }^\circ\text{C}$, то образуется вещество **Б**. Установите их формулы, если известно, что массовая доля свинца в веществе **А** 0,928 (92,8 %), в веществе **Б** 0,907 (90,7 %). Напишите уравнения реакций образования веществ **А** и **Б** в ходе опыта.

Задача 2. «Отец металлов».

«Семь металлов создал свет,
По числу семи планет:
Дал нам Космос на добро
Медь, железо, серебро,
Злато, олово, свинец.
Сын мой! ... их отец!
И спеши, мой друг, узнать:
Всем им – ртуть родная мать!».

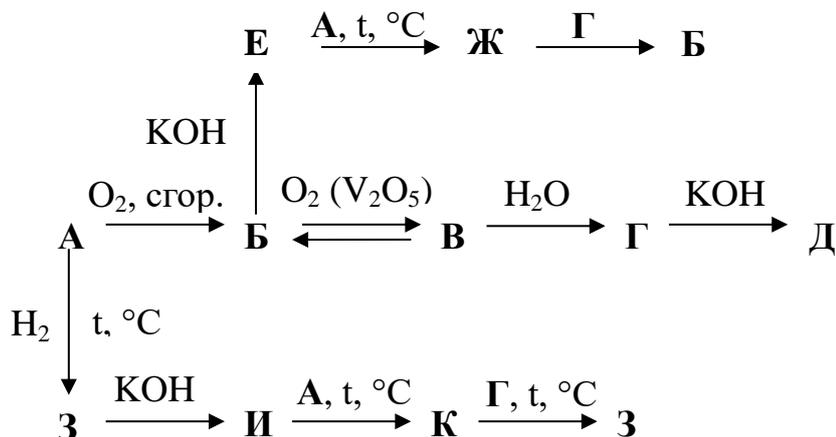


Из записок алхимика (перевод Н.А. Морозова).

В период алхимии элемент **Х**, образующий желтое горючее простое вещество **А**, считали отцом всех металлов. Известно, что при сгорании **А** образуется газ **Б** с резким кислым запахом. Дальнейшее окисление **Б** кислородом в присутствии катализатора V_2O_5 (он не расходуется в реакции, а только увеличивает ее скорость) приводит к образованию вещества **В**. Соединение **В**, растворяясь в воде, образует очень известную кислоту **Г**, которая реагирует с гидроксидом калия с образованием соли **Д**. Газ **Б** тоже взаимодействует с гидроксидом калия, продуктом этой реакции является соль **Е**. При кипячении раствора **Е** с порошком **А** образуется вещество **Ж**, при обработке которого разбавленной кислотой **Г** выделяется газ **Б**.

При нагревании простого вещества **А** в атмосфере водорода можно получить газ **З** с отвратительным запахом, который проявляет кислотные свойства. Газ **З** реагирует с гидроксидом калия, образуя соль **И**. При кипячении раствора **И** с порошком **А** образуется соль **К**. Обработка соли **К** разбавленной кислотой **Г** при нагревании приводит к выделению из раствора газа **З**.

Описанные превращения представлены на схеме.



1. Напишите название элемента, которое мы пропустили при цитировании записок алхимика. Приведите химические формулы всех известных Вам бинарных (двухэлементных) соединений, которые образует этот элемент с перечисленными семью металлами.

2. Напишите формулы соединений **Б-К**. Дополнительно известно, что вещества **Б**, **В**, **З**, **И**, **К** – бинарные, остальные – трехэлементные. В состав соли **К** входят только элемент **Х** (массовая доля 45,1 %) и калий, а вещество **Ж** содержит 41,1 % калия, 25,2 % кислорода и 33,7 % элемента **Х**.

3. Укажите названия соединений **Б-К** и напишите уравнения реакций, представленных на схеме.

4. Известно, что превращение **Б** в **В** является равновесным газофазным экзотермическим процессом. В какую сторону (**Б** или **В**) сместится химическое равновесие, если на равновесную газовую смесь оказать следующие воздействия: а) добавить оксида ванадия(V); б) добавить кислорода; в) уменьшить давление смеси; г) увеличить температуру?

По современным представлениям, вокруг Солнца вращаются восемь планет (не считая планет «карликовых» и астероидов). Правда, совсем недавно, 20 января 2016 года астрономы из Калифорнийского технологического института Константин Батыгин и Майкл Браун объявили о возможной (с вероятностью 90 %) девятой планете на окраине Солнечной системы. Планета примерно в 10 раз тяжелее нашей, удалена от Солнца на 90 млрд км, и делает оборот вокруг светила за 10-20 тыс. лет. Пока учёные называют эту гипотетическую планету просто «Девятая планета».

5. Перечислите названия восьми остальных «классических» (не «карликовых») планет.

Задача 3. «Американский цент».

На состоявшихся на прошлой неделе выборах президента США, за которыми следил весь мир, победил кандидат от республиканской партии Дональд Трамп. А знаете ли Вы, что первым президентом-республиканцем в США в середине XIX века (1861-1865 годы) был Авраам Линкольн – освободитель американских рабов, ставший национальным героем американского народа? В год столетия Линкольна, в 1909 г., его профиль появился на монетах США достоинством один цент. Для большинства американцев эта монета является одним из символов страны, а порой встречаются фанаты, прямо-таки влюбленные в цент. Так, житель Алабамы Эдмонд Ноулес за 40 лет (с 1967 по 2007 годы) собрал таких монет на общую сумму 13 тыс. 84 доллара 59 центов.



До октября 1982 года одноцентовая монета состояла из медно-цинкового сплава и весила 3,08 г. Монеты, выпущенные после этой даты, внешне ничем не отличаются от более ранних аналогов: тот же цвет, абсолютно те же размеры, только вот вес легче – теперь цент весит 2,50 г и состоит из цинка, покрытого слоем меди. Если поцарапать или надпилить современную монету и опустить в разбавленный раствор соляной кислоты, то она покроется пузырьками какого-то газа и станет значительно легче. После прекращения выделения газа монета будет выглядеть так же, как до проведения опыта, но весить она теперь будет (после промывки и сушки) всего 0,06 г.

1. Зная, что один американский доллар составляет ровно 100 центов, вычислите общее количество монет (в штуках), собранных Ноулесом.
2. Оцените общую массу монет, собранных Ноулесом, считая, что собирал он их равномерно с октября 1967 по октябрь 2007 г.
3. Пузырьками какого газа покрывается профиль Линкольна в описанном опыте? Можно ли заменить соляную кислоту на серную или азотную, чтобы получить тот же результат? Напишите уравнения реакций, рассмотрев отдельно случаи с соляной кислотой, а также с концентрированными и разбавленными серной и азотной кислотами.
4. Оцените массовые доли меди и цинка в современных центах и центах старого (до 1982 года) образца. Плотность меди составляет $8,95 \text{ г/см}^3$, цинка – $7,14 \text{ г/см}^3$. Для оценки можно считать, что объем сплава равен сумме объемов вошедших в него металлов.

Допустим, мы опускали нашу монету ровно в 15 г 10 % соляной кислоты ($\rho = 1,048 \text{ г/см}^3$).

5. Какие вещества, помимо воды, содержатся в оставшемся после опыта растворе? Назовите их и рассчитайте их молярные концентрации.

Если аккуратно испарить этот раствор, можно получить до 7,77 г кристаллогидрата некой бинарной (двухэлементной) соли $\text{AB}_x \cdot n\text{H}_2\text{O}$, которая используется как основной компонент разнообразных паяльных флюсов.

6. Вычислите количество молекул кристаллизационной воды (n) в составе соли $\text{AB}_x \cdot n\text{H}_2\text{O}$.