

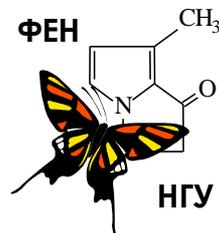


55-я Всесибирская открытая олимпиада школьников

Первый отборочный этап 2016-2017 уч. года

Задания по химии

11 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 Nature 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 Бойла 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 операция запаивания и оба взвешивания реторты проведены Бойлем при комнатной температуре (25 °С) и атмосферном давлении.

6. Состав свинцовой окалины зависит от температуры проведения опыта. При $t > 600\text{ }^\circ\text{C}$ получается желтый оксид, «массикот» (его красную модификацию называют «свинцовый глёт»), но если не поднимать температуру выше $500\text{ }^\circ\text{C}$, то образуется ярко-оранжевый «свинцовый сурик». Напишите формулы «массикота» и «свинцового сурика», а также уравнения реакций их образования в ходе опыта.
7. Как «массикот», так и «свинцовый сурик» довольно реакционноспособны и реагируют с растворами щелочей и многих кислот. Напишите уравнения реакций, происходящих при нагревании этих соединений в следующих растворах: а) $\text{NaOH}_{\text{кюиц}}$; б) $\text{HCl}_{\text{кюиц}}$; в) HNO_3 ; г) $\text{H}_2\text{SO}_4_{\text{кюиц}}$.

Задача 2. «Холодное пламя».

Говорят, что вещество **A1** обладает замечательным свойством: его пламя настолько холодное, что в нем не обугливается даже бумага. В пламени вещества **A1** можно держать руки, не боясь ожога. По крайней мере, так пишут в некоторых книгах и так думают немало людей.



Алиса решила узнать, правда ли это. Она выяснила, что вещество **A1** можно получить взаимодействием простых веществ **B** и **V** [реакция 1]. Для синтеза берут особую разновидность вещества **B** - пористый продукт, образующийся при пиролизе древесины без доступа воздуха, а желтое вещество **V**, встречающееся в природе в самородном состоянии, можно брать как в виде мелкого порошка, так и в виде кристаллов.

1. Назовите элементы, образующие простые вещества **B** и **V**. Некоторые разновидности этих простых веществ имеют свои собственные названия. Попробуйте вспомнить названия упомянутого «пористого продукта», а также тонкого (очень мелкого) желтого порошка вещества **V**.

Синтезируют **A1** следующим образом. В кварцевую трубку засыпают 40 г измельченного вещества **B**. Трубку помещают в трубчатую печь и присоединяют к ней колбу объемом 250 мл, в которую насыпают 120 г вещества **V**. Но перед тем, как присоединить колбу, трубку с веществом **B** прогревают, чтобы удалить адсорбированную **B** воду. Если эту процедуру не проделать, то при нагревании трубки в процессе синтеза выделяется большое количество веществ **B1** и **V1** [2]. (Здесь и далее буквами **B1-B4** зашифрованы соединения, содержащие элемент, образующий простое вещество **B**, **V1-V5** – соединения, содержащие элемент, образующий простое вещество **V**, **A1-A3** – соединения, содержащие оба этих элемента).

К другому концу трубки через переходник присоединяют колбу-приемник, для охлаждения которого используют ведро с ледяной водой. Температура слоя вещества **B** доводится до $900\text{ }^\circ\text{C}$, а колба с **V** нагревается с помощью бунзеновской горелки для того, чтобы ее пары начали поступать в трубку. Сделав все по данной методике, Алиса очень обрадовалась, увидев капли почти бесцветной жидкости, которые конденсировались в колбе-приемнике – это и было то самое вещество **A1**.

2. Напишите формулы веществ **A1**, **B1** и **V1**. Назовите вещество **A1**. Напишите уравнения реакций [1] и [2].

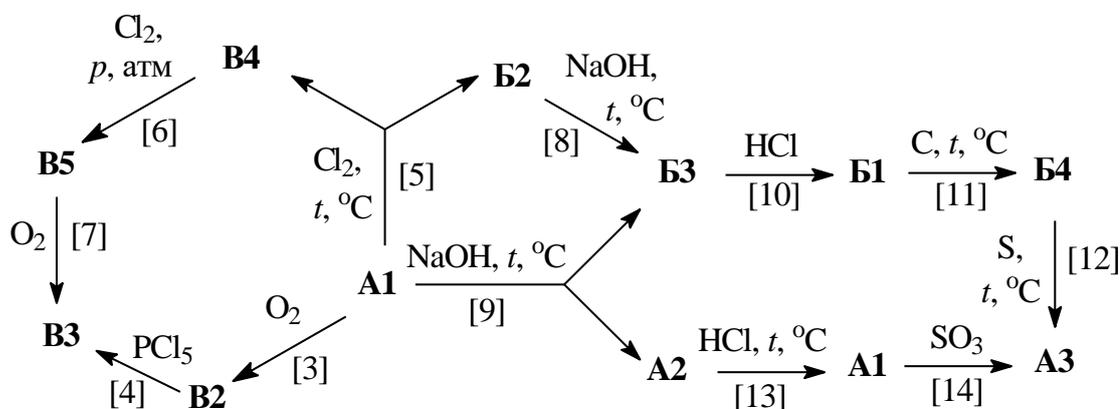
3. Определите выход вещества **A1**, если объем полученной жидкости 60 мл, а ее плотность равна $1,29\text{ г/мл}$. Известно, что исходное простое вещество **B** содержит примеси, массовая доля которых составляет 0,2 (20 %).

Как Алиса выяснила из эксперимента, если просто поджечь вещество **A1**, то в результате горения выделится вполне достаточно тепла, чтобы сжечь и бумагу, и руки неосторожного экспериментатора. А «холодное» горение возможно лишь при очень сильном разбавлении паров **A1**. Реакция горения вещества **A1** приводит к образованию газообразных веществ **B1** и **V2** [3].

4. Напишите формулу вещества **V2** и термохимическое уравнение реакции [3]. Вычислите количество тепла, которое выделится при сгорании 1 мл вещества **A1**. Нужные Вам для расчета теплоты образования веществ приведены в таблице.

Вещество	A1 _{ж.}	B1 _{газ}	V2 _{газ}
$Q_{\text{образ.}}$, кДж/моль	-88,7	393,5	297,0

Далее Вашему вниманию представлена схема превращений с участием вещества **A1** и некоторых продуктов его превращений.



5. Напишите формулы веществ **B2-B4**, **B3-B5**, **A2-A3** и уравнения реакций [4]-[14]. Дополнительно известно, что массовые доли элемента, образующего простое вещество **B**, составляют: в **B5** 31,1 %, в **A2** 62,4 %.

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. Оцените общую массу монет, собранных Ноулесом, считая, что собирал он их равномерно с октября 1967 г. по октябрь 2007 г.
2. Что произойдет, если в описанном опыте заменить соляную кислоту на серную или азотную? Напишите уравнения реакций, рассмотрев отдельно случаи с соляной кислотой, а также с концентрированными и разбавленными серной и азотной кислотами.
3. 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 100 г 10 % соляной кислоты ($\rho = 1,048 \text{ г/см}^3$).

4. Рассчитайте молярные концентрации веществ, содержащихся в оставшемся после опыта растворе.

Если аккуратно испарить этот раствор, можно получить до 7,77 г кристаллогидрата некой соли, которая используется как основной компонент разнообразных паяльных флюсов.

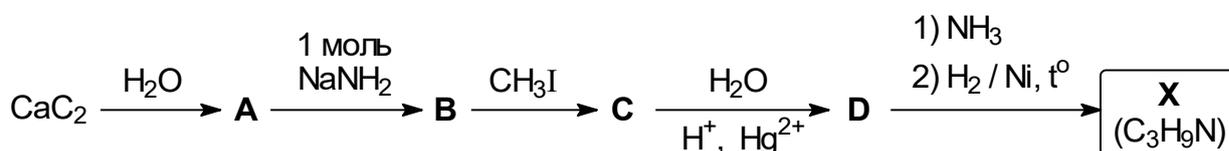
5. Вычислите количество молекул кристаллизационной воды, которое приходится на одну молекулу этой соли.

6. Напишите уравнения реакций, поясняющих роль этой соли в паяльном деле. Попробуйте предложить способ ее получения в безводном виде.

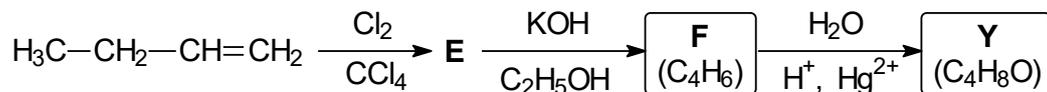
8. Если очистить от меди ровно половину поверхности новой монеты, а потом опустить ее в соляную кислоту, равномерно ли монета будет покрываться пузырьками газа? Поясните свой ответ.

Задача 4. «Химия и красота».

Однажды Антон заглянул в мамин шкафчик с косметическими средствами. Там ему сразу бросилась в глаза надпись на коробке с краской для волос: «не содержит аммиак». Прочитав состав краски, аммиак он действительно не обнаружил, зато обнаружил вещество **X** – *органическое производное NH₃, в котором один из атомов водорода замещен на разветвленный углеводородный радикал*. Немного подумав, Антон предложил схему синтеза **X**.



Антон продолжил исследовать мамин шкафчик, и теперь на глаза ему попала баночка с жидкостью для снятия лака. На этой баночке красовалась этикетка с надписью "не содержит ацетон". Прочитав состав этой жидкости, вместо ацетона Антон обнаружил в ее составе соединение **Y**. Он хорошо представлял, как можно получить это вещество и быстро "набросал" на листе бумаги схему синтеза **Y**:



Дополнительно известно, что соединение **F** реагирует с гидроксидом диамминсеребра(I) (или, так называемым, "аммиачным раствором оксида серебра(I)") с образованием светло-серого осадка.

Задания.

1. Приведите структурные формулы и названия органических соединений **A–F**, **X** и **Y**.
2. Приведите формулу гидроксида диамминсеребра(I), выделив в квадратных скобках внутреннюю сферу в этом комплексном соединении. Напишите *уравнение реакции* (упоминаемой в условии) между раствором этого соединения и веществом **F**.
3. Превращения **C** → **D** и **F** → **Y** (см. приведенные выше схемы) обычно называют в честь русского химика, впервые осуществившего подобного рода реакции. Назовите фамилию этого химика.
4. При взаимодействии соединения **F** с раствором перманганата калия в присутствии серной кислоты выделяется газ и образуется органическая кислота. Напишите *уравнение* этой реакции.

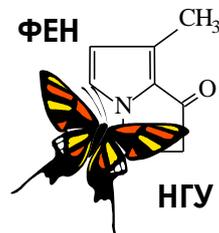


55-я Всесибирская открытая олимпиада школьников

Первый отборочный этап 2016-2017 уч. года

Задания по химии

10 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 Nature 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 Бойла 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. Состав свинцовой окалины зависит от температуры проведения опыта. При $t > 600\text{ }^\circ\text{C}$ получается вещество **A**, но если не поднимать температуру выше $500\text{ }^\circ\text{C}$, то образуется вещество **B**. Установите их формулы, если известно, что массовая доля свинца в веществе **A** 0,928 (92,8 %), в веществе **B** 0,907 (90,7 %). Напишите уравнения реакций образования веществ **A** и **B** в ходе опыта.

7. Вещества **A** и **B** довольно реакционноспособны и реагируют с растворами щелочей и многих кислот. Напишите уравнения реакций, происходящих при нагревании этих соединений в следующих растворах: а) $\text{NaOH}_{\text{конц}}$; б) $\text{HCl}_{\text{конц}}$; в) HNO_3 ; г) $\text{H}_2\text{SO}_4_{\text{конц}}$.

Задача 2. «Холодное пламя».

Говорят, что вещество **A1** обладает замечательным свойством: его пламя настолько холодное, что в нем не обугливается даже бумага. В пламени вещества **A1** можно держать руки, не боясь ожога. По крайней мере, так пишут в некоторых книгах и так думают немало людей.



Алиса решила узнать, правда ли это. Она выяснила, что вещество **A1** можно получить взаимодействием простых веществ **B** и **V** [реакция 1]. Для синтеза берут особую разновидность вещества **B** - пористый продукт, образующийся при пиролизе древесины без доступа воздуха, а желтое вещество **V**, встречающееся в природе в самородном состоянии, можно брать как в виде мелкого порошка, так и в виде кристаллов.

1. Назовите элементы, образующие простые вещества **B** и **V**. Некоторые разновидности этих простых веществ имеют свои собственные названия. Попробуйте вспомнить названия упомянутого «пористого продукта», а также тонкого (очень мелкого) желтого порошка вещества **V**.

Синтезируют **A1** следующим образом. В кварцевую трубку засыпают 40 г измельченного вещества **B**. Трубку помещают в трубчатую печь и присоединяют к ней колбу объемом 250 мл, в которую насыпают 120 г вещества **V**. Но перед тем, как присоединить колбу, трубку с веществом **B** прогревают, чтобы удалить адсорбированную **B** воду. Если эту процедуру не проделать, то при нагревании трубки в процессе синтеза выделяется большое количество веществ **B1** и **V1** [2].

К другому концу трубки через переходник присоединяют колбу-приемник, для охлаждения которого используют ведро с ледяной водой. Температура слоя вещества **B** доводится до $900\text{ }^\circ\text{C}$, а колба с **V** нагревается с помощью бунзеновской горелки для того, чтобы ее пары начали поступать в трубку. Сделав все по данной методике, Алиса очень обрадовалась, увидев капли почти бесцветной жидкости, которые конденсировались в колбе-приемнике – это и было то самое вещество **A1**.

2. Напишите формулы веществ **A1**, **B1** и **V1**. Известно, что вещество **V1** имеет неприятный запах тухлых яиц. Назовите вещество **A1**. Напишите уравнения реакций [1] и [2].

3. Определите выход вещества **A1**, если объем полученной жидкости 60 мл, а ее плотность равна 1,29 г/мл. Известно, что исходное простое вещество **B** содержит примеси, массовая доля которых составляет 0,2 (20 %).

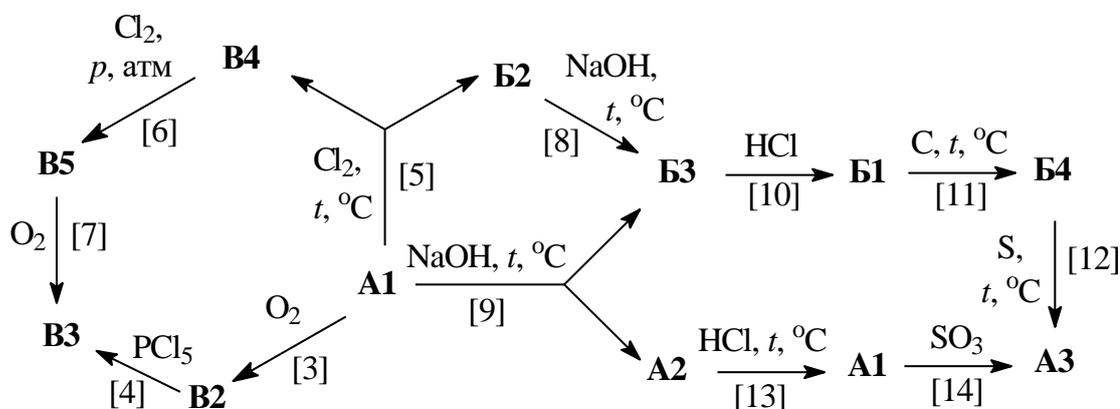
Как Алиса выяснила из эксперимента, если просто поджечь вещество **A1**, то в результате горения выделится вполне достаточно тепла, чтобы сжечь и бумагу, и руки неосторожного экспериментатора. А «холодное» горение возможно лишь при очень сильном разбавлении паров **A1**. Реакция горения вещества **A1** приводит к образованию газообразных веществ **B1** и **V2** [3].

4. Напишите формулу вещества **V2** и термохимическое уравнение реакции [3]. Вычислите количество тепла, которое выделится при сгорании 1 мл вещества **A1**. Известно, что массовые доли элементов, входящих в состав **V2**, равны 0,5 (50 %), а нужные Вам для расчета теплоты образования веществ приведены в таблице.

Вещество	A1 _{ж.}	B1 _{газ}	V2 _{газ}
$Q_{\text{образ.}}$, кДж/моль	-88,7	393,5	297,0

Далее Вашему вниманию представлена схема превращений с участием вещества **A1** и некоторых продуктов его превращений. Здесь и ранее буквами **B1-B4** зашифрованы соединения,

содержащие элемент, образующий простое вещество **В**, **В1-В5** – соединения, содержащие элемент, образующий простое вещество **В**, **А1-А3** – соединения, содержащие оба этих элемента.



5. Напишите формулы веществ **В2-В4**, **В3-В5**, **А2-А3** и уравнения реакций [4]-[14]. Дополнительно известно, что массовые доли элемента, образующего простое вещество **В**, составляют: в **В4** 47,5 %, в **В5** 31,1 %, в **А2** 62,4 %.

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. Оцените общую массу монет, собранных Ноулесом, считая, что собирал он их равномерно с октября 1967 г. по октябрь 2007 г.
2. 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.
3. 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 100 г 10 % соляной кислоты ($\rho = 1,048 \text{ г/см}^3$).

4. 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.

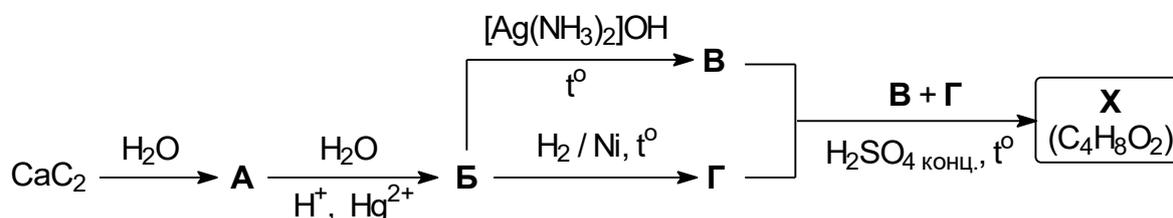
5. Вычислите количество молекул кристаллизационной воды (n) в составе соли $AB_x \cdot nH_2O$.

6. Напишите уравнения реакций, поясняющих роль этой соли в паяльном деле.

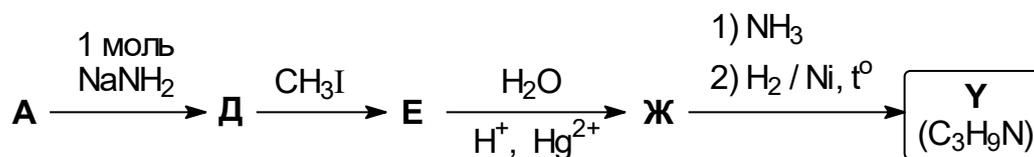
7. Если очистить от меди ровно половину поверхности новой монеты, а потом опустить ее в соляную кислоту, равномерно ли монета будет покрываться пузырьками газа? Поясните свой ответ.

Задача 4. «Химия и красота».

Однажды Антон заглянул в мамин шкафчик с косметическими средствами и обратил внимание на надпись на баночке с жидкостью для снятия лака "не содержит ацетон!". Действительно, тщательно изучив состав этой жидкости, среди ее компонентов он не обнаружил названия этого вещества, однако увидел название соединения X. Антон хорошо представлял, как можно получить это вещество и быстро "набросал" на листе бумаги схему синтеза X из карбида кальция.



Далее Антон добрался до баночек, предназначенных для окраски волос. На одной из них он обнаружил надпись "не содержит аммиак". Прочитав состав краски, аммиак он и правда, не увидел, зато обнаружил вещество Y – органическое производное NH_3 , в котором один из атомов водорода замещен на разветвленный углеводородный радикал. Схему синтеза Y Антон тоже сумел придумать довольно быстро.



Задания.

1. Приведите *структурные формулы* и *названия* органических соединений А–Ж, X и Y.

2. Превращения $A \rightarrow B$ и $E \rightarrow Ж$ обычно называют в честь известного русского химика, впервые осуществившего подобного рода реакции. Назовите фамилию этого химика.

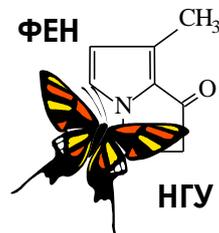


55-я Всесибирская открытая олимпиада школьников

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 Nature 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 окислы. 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!».

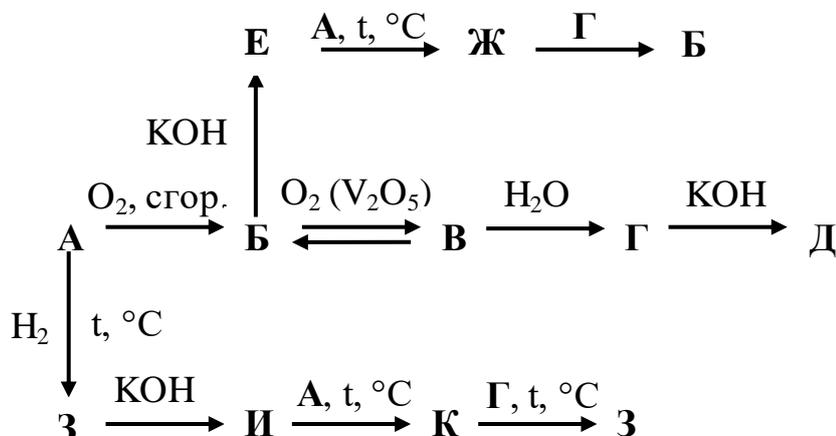


Из записок алхимика (перевод Н.А. Морозова).

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 одноцентровая 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 100 г 10 % соляной кислоты ($\rho = 1,048 \text{ г/см}^3$).

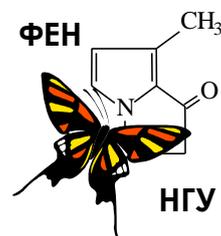
5. Какие вещества, помимо воды, содержатся в оставшемся после опыта растворе? Назовите их и рассчитайте их молярные концентрации.

Если аккуратно испарить этот раствор, можно получить до 7,77 г кристаллогидрата некой бинарной (двухэлементной) соли $AB_x \cdot nH_2O$, которая используется как основной компонент разнообразных паяльных флюсов.

6. Вычислите количество молекул кристаллизационной воды (n) в составе соли $AB_x \cdot nH_2O$.



55-я Всесибирская открытая олимпиада школьников
Первый отборочный этап 2016-2017 уч. года
Задания по химии
8 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 Бойла 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. 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!».

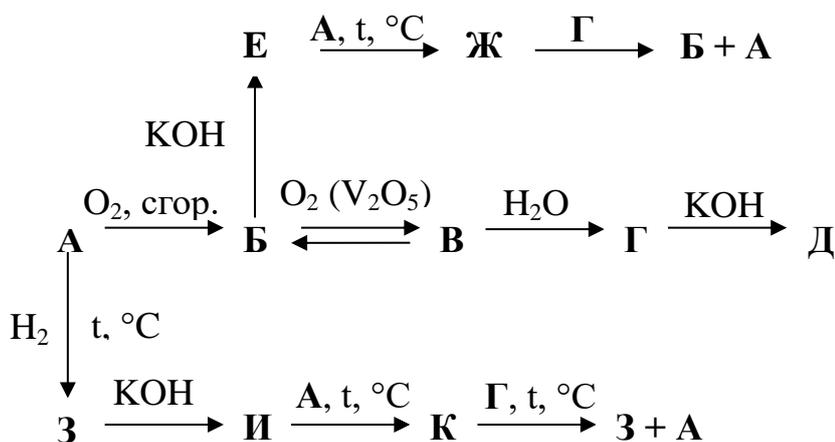


Из записок алхимика (перевод Н.А. Морозова).

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

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

Описанные превращения представлены на схеме.



1. Напишите название элемента, которое мы пропустили при цитировании записок алхимика. Имейте в виду, что в русском языке это слово вовсе не обязательно должно иметь «мужской» род. Приведите химические формулы всех известных Вам бинарных (двухэлементных) соединений, которые образует этот элемент с перечисленными семью металлами.

2. Напишите формулы соединений **Б-К**. Чтобы Вам было полегче, в таблице приведены массовые доли элемента **X** в этих соединениях. Дополнительно известно, что вещества **Б, В, З, И, К** – бинарные, остальные – трехэлементные, а про вещество **Ж** еще известно, что в его состав входят элемент калий (массовая доля 41,1 %) и элемент кислород (25,2 %).

Вещество	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З	И	К
Масс. доля X , %	50,1	40,1	32,7	18,4	20,3	33,7	94,1	29,1	45,1

3. Напишите уравнения реакций, представленных на схеме.

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».

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

Задача 3. «Химический язык».

«Химический язык – система условных обозначений и понятий, предназначенная для краткой, ёмкой и наглядной записи и передачи химической информации».

Жуков С.Т. «Химия 8-9 класс»: <http://www.chem.msu.su/rus/school/zhukov1>

Человечество использует много разных языков. Кроме естественных языков (японского, английского, русского – всего более 2,5 тысяч), существуют еще и искусственные языки, среди которых выделяются языки различных наук. Так, в химии используется свой, химический язык. «Буквами» этого языка являются символы химических элементов, «словами» - формулы химических соединений, «предложениями» - уравнения химических реакций.

Символ химического элемента обозначает сам элемент или один атом этого элемента. Каждый такой символ представляет собой сокращенное латинское название химического элемента, состоящее из одной или двух букв латинского алфавита. Символ пишется с прописной буквы. Общего правила произношения символов не существует, однако каждый человек, изучающий химию, должен уметь читать слова и предложения, написанные на химическом языке и даже воспринимать их на слух.

Произношение ряда химических формул вслух на русском языке звучит так:

- а) эн-о; б) эн-аш-четыре-дважды-эс; в) цэ-аш-четыре; г) аргентум-два-эс-о-четыре;
- д) плюмбум-хлор-два; е) калий-два-силициум-о-три; ж) купрум-эн-о-три-дважды;
- з) феррум-цэ-о-три; и) гидраргирум-иод-два; к) кальций-три-пэ-о-четыре-дважды.

1. Составьте химические формулы веществ а) – к) по их произношению.
2. Рассчитайте относительные молекулярные массы веществ а), г), е), ж), к).
3. Вычислите массовые доли элемента кислорода в веществах а), г), е), ж), к).
4. Назовите все перечисленные вещества а) – к).