ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ПО ХИМИИ. 2018–2019 уч. г.
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП. 10 КЛАСС

Общие указания: если в задаче требуются расчёты, они обязательно должны быть приведены в решении. Ответ, приведённый без расчётов или иного обоснования, не засчитывается.

Задание 1. Правые части с коэффициентами

По правой части уравнения с коэффициентами восстановите формулы веществ и коэффициенты в левой части уравнения реакции.

1) … + …= HCl + S + H_2O
2) … + … = $3Cl_2$ + KCl + $3H_2O$
3) … + …. = $CaCl_2$ + $2H_2O$ + $2Cl_2$
4) … + … = $3KHSO_4$ + $HClO_4$ + $2ClO_2$ + H_2O
5) … + … = $2Cl_2O_7$ + $4HPO_3$

Задание 2. Количественный анализ смеси

Смесь двух солей **А** и **Б** окрашивает пламя в жёлтый цвет. Эту смесь массой 20 г обработали раствором гидроксида бария при нагревании до прекращения выделения газа. При этом выделилось 2,24 л (н. у.) газа **В** и выпал осадок. Газ **В** отлично растворяется в воде, его раствор имеет щелочную среду, а плотность газа равна 0,759 г/л. На осадок подействовали избытком соляной кислоты, при этом осадок частично растворился и выделился газ **Г** объёмом 1,12 л (н. у.) и массой, которая в 6,25 раза меньше массы исходной смеси солей. Водный раствор газа **Г** показал слабокислую реакцию среды. После реакции с кислотой осталось 23,3 г твёрдого остатка.

1) На основании рассуждений и расчётов определите соли **А** и **Б**, газы **В** и **Г**.
2) Найдите массы солей в исходной смеси.
3) Напишите уравнения всех описанных реакций.

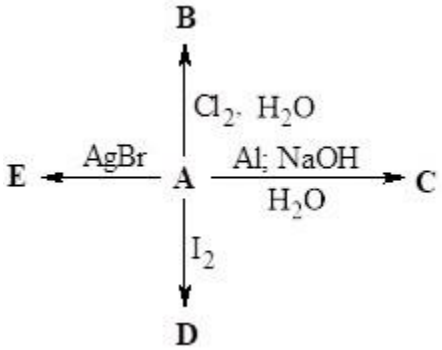
Задание 3. Окисление газа

При окислении неизвестного газообразного (при н. у.) соединения, имеющего резкий запах, водным раствором перманганата калия образовалось 4,60 г карбоната калия, 6,67 г гидрокарбоната калия, 11,60 г оксида марганца(IV) и вода.

1) Установите, какое вещество подверглось окислению.
2) Приведите уравнение реакции окисления.
3) Вычислите, какой объём (н. у.) искомого соединения введён в реакцию.
4) Приведите три уравнения реакций окисления этого соединения другими реагентами.

Задание 4. Важная неорганическая соль

Неорганическая натриевая соль **A** имеет много областей применения – удаление избытка хлора при отбеливании тканей, противовоспалительное и дезинтоксикационное действие, окислительно-восстановительное титрование. Ниже представлены некоторые реакции с участием раствора соли **A**:



В таблице ниже приведены некоторые характеристики солей **A**–**E**:

Соль	**ω(Na),%**	**ω(O),%**	**Число элементов, входящих в состав соли**
A	29,11	30,38	3
B	32,39	45,07	3
C	58,97	–	2
D	17,04	35,56	3
E	17,21	23,94	4

Определите с помощью расчёта формулы солей **A**–**E**. Напишите уравнения представленных реакций.

Задание 5. Неорганические изомеры

Явление изомерии очень характерно для органических соединений, но в неорганической химии оно тоже встречается. Одним из ярких примеров являются изомеры **B** и **D**. Ниже представлена схема получения этих изомеров из простого вещества **A**:

$$\mathbf{B} \xleftarrow{AgF;\ 125^{\circ}C} \mathbf{A} \xrightarrow{Cl_2} \mathbf{C} \xrightarrow{KF;\ SO_2(ж.)} \mathbf{D}$$

1) Определите с помощью расчёта формулы веществ **A**–**D**, если дополнительно известно, что из 1,00 г **A** получается 2,11 г **C**, а вещества **C** и **B** имеют однотипное строение. Для веществ **B** и **D** приведите структурную формулу.

2) Напишите уравнения реакций. Примите во внимание, что в превращении **C** → **D** SO_2 является растворителем.

3) Каков тип гибридизации центрального атома в молекуле **D**?

Задание 6. Определение молярной массы жидкости

Перед юными химиками была поставлена задача определить молярную массу жидкости **X**. Им выдали запаянную стеклянную ампулу (см. рисунок 1), содержащую точно измеренную массу исследуемого вещества **X**. Ампула была помещена в прибор, как показано на рисунке 2.



Рисунок 1.
Ампула с навеской исследуемой жидкости.

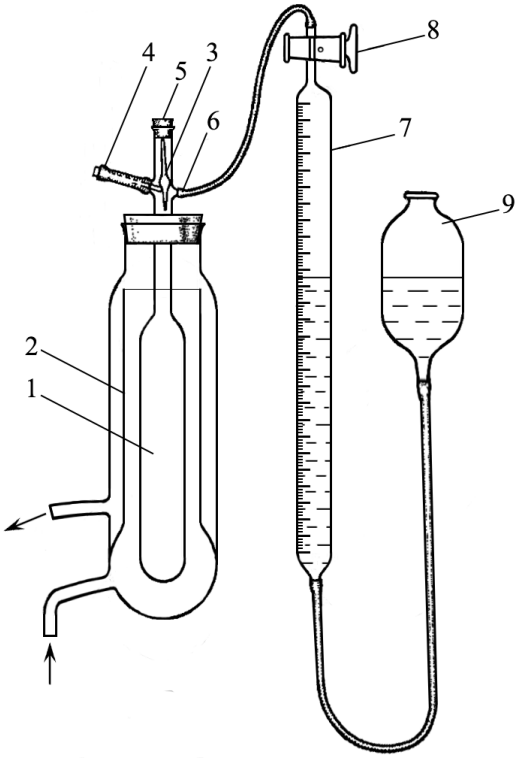


Рисунок 2.
Прибор для определения молярной массы вещества по плотности пара:
1 – сосуд для испарения вещества; 2 – паровая баня (стрелками показано направление движения горячего пара); 3 – ампула с исследуемым веществом; 4 – приспособление для сбрасывания ампул; 5 – пробка; 6 – отросток для отвода воздуха; 7 – бюретка; 8 – трёхходовой кран; 9 – уравнительный сосуд.

Прибор состоит из стеклянного сосуда-испарителя 1, помещённого в паровую баню 2. Верхняя часть сосуда 1 имеет приспособление 4 для сбрасывания ампулы и боковой отросток 6 для отвода воздуха, верхнее отверстие сосуда герметично закрывается пробкой 5. Отросток 6 присоединён трубкой к газовой бюретке 7 через трёхходовой кран 8, который позволяет сообщать внутреннее пространство прибора с внешней атмосферой. Газовая бюретка 7 с помощью резиновой трубки соединена с уравнительным сосудом 9.

Горячий пар по трубке поступает снизу во внутренний цилиндр бани 2 (на рисунке показано стрелкой), обогревает сосуд для испарения 1, через верхний

конец внутреннего цилиндра поступает в пространство между внутренним и внешним цилиндрами и вместе с каплями сконденсировавшегося пара выходит по пароотводной трубке.

В процессе нагревания прибора паром следили за изменением уровня воды в бюретке, которую вытеснял расширяющийся воздух из сосуда 1. Когда уровень воды в бюретке 7 перестал изменяться, давление в системе выровняли с атмосферным и, поставив кран бюретки 8 на сообщение с атмосферой, полностью вытеснили из неё воздух, поднимая сосуд 9. После этого вновь установили кран 8 на сообщение с сосудом 1 и с помощью устройства 4 сбросили ампулу 3.

Ампула, упав на дно сосуда 1, разбилась, жидкость **X**, находившаяся в ней, быстро нагрелась, закипела, и образующийся пар вытеснил в бюретку объём воздуха, равный его собственному объёму. В результате этого уровень воды в бюретке понизился. Уравнительный сосуд постепенно опустили вниз, следя за тем, чтобы уровни воды в нём и в бюретке по возможности находились на одной высоте. Когда объём воздуха в бюретке перестал увеличиваться, т. е. испарение жидкости **X** завершилось, измерили объём вытесненного воздуха. Результаты измерений приведены в таблице.

Масса навески исследуемой жидкости X, мг	**Объём воздуха, вытесненного парами жидкости X, мл**	**Температура воздуха, °C**	**Атмосферное давление (барометрическое), мм рт. ст.**	**Давление паров воды при температуре эксперимента (25°C)[1], мм рт. ст.**
129	38,5	25	748	23,76

1. Определите значение молярной массы жидкости **X**, приведите все необходимые расчёты.
2. Принимая, что жидкость **X** является алканом, установите её молекулярную формулу.
3. Предложите структурные формулы трёх изомеров **X**, удовлетворяющих условию.
4. Какой из изомеров **X** имеет наиболее высокую температуру кипения?
5. Через некоторое время после того, как испарение жидкости **X** в сосуде 1 завершается и объём газа перестаёт увеличиваться, наблюдается обратный процесс, т. е. подъём воды в газовой бюретке 7. Это происходит, несмотря на то что температура в паровой бане 2 не изменяется. Предложите объяснение этому факту.

[1] Для расчётов следует учесть, что воздух, находясь в бюретке над водой, насытился парами воды и при неизменном атмосферном давлении увеличил свой объём. Измеренное внешнее атмосферное давление уравновешивается и парциальным давлением воздуха, вытесненного в бюретку, и парциальным давлением паров воды.