



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 + H₂O
- 2) ... + ... = 3Cl₂ + KCl + 3H₂O
- 3) ... + ... = CaCl₂ + 2H₂O + 2Cl₂
- 4) ... + ... = 3KHSO₄ + HClO₄ + 2ClO₂ + H₂O
- 5) ... + ... = 2Cl₂O₇ + 4HPO₃

Задание 2. Количественный анализ смеси

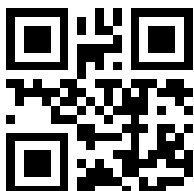
Смесь двух солей **А** и **Б** окрашивает пламя в жёлтый цвет. Эту смесь массой 20 г обработали раствором гидроксида бария при нагревании до прекращения выделения газа. При этом выделилось 2,24 л (н. у.) газа **В** и выпал осадок. Газ **В** отлично растворяется в воде, его раствор имеет щелочную среду, а плотность газа равна 0,759 г/л. На осадок действовали 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 слабоокислительную 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

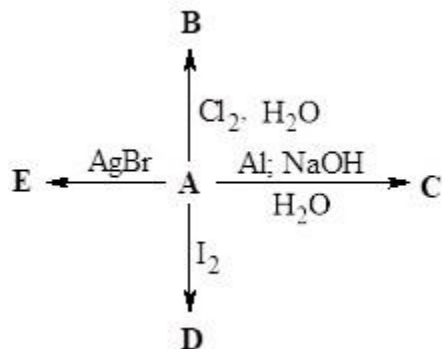
При окислении неизвестного газообразного (при н. у.) соединения, имеющего резкий запах, водным раствором перманганата калия образовалось 4,60 г карбоната калия, 6,67 г гидрокарбоната калия, 11,60 г оксида марганца(IV) и вода.

- 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**:



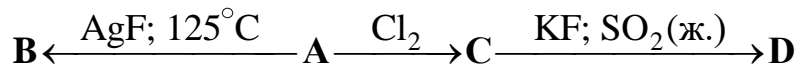
В таблице ниже приведены некоторые характеристики солей **A–E**:

Соль	$\omega(\text{Na}), \%$	$\omega(\text{O}), \%$	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

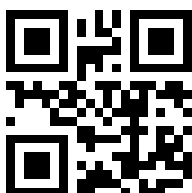
Определите с помощью расчёта формулы солей **A–E**. Напишите уравнения представленных реакций.

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**:



- 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 $\text{C} \rightarrow \text{D}$ 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.

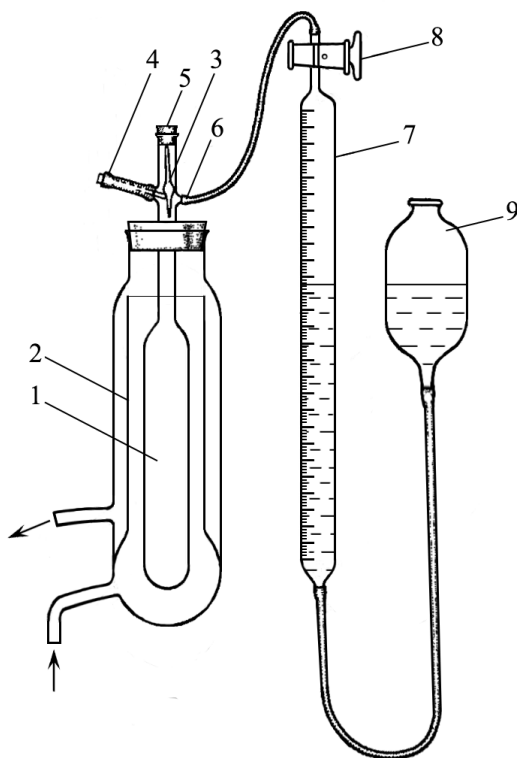
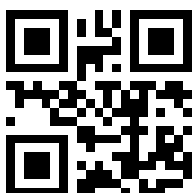


Рисунок 2.
Прибор для определения молярной массы вещества по плотности пара:

- 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 – уравнильный 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 уравнильным 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, °С	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 уравнивается и парциальным давлением воздуха, вытесненного в бюретку, и парциальным давлением паров воды.

