ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ПО ХИМИИ. 2018–2019 уч. г.
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП. 11 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. Анализ смеси спиртов

Смесь трёх изомерных бутиловых спиртов массой 15,18 г подвергли окислению подкисленным раствором перманганата калия. Реакция прошла количественно и без разрушения углеродного скелета органических соединений. Органические продукты реакции выделили из реакционной смеси, и оказалось, что их масса не изменилась по сравнению с исходной массой спиртов. Смесь этих продуктов обработали концентрированной бромоводородной кислотой, при этом выделилась тяжёлая бесцветная, не смешивающаяся с водой жидкость массой 9,59 г с массовой долей брома 58,39 %. К оставшимся продуктам окисления (выделенным после реакции с HBr) добавили раствор гидрокарбоната натрия, при этом выделился газ объёмом 0,38 л (н. у.).

1. Определите возможный качественный состав исходной смеси спиртов и массу каждого спирта. Приведите соответствующие расчёты.
2. Напишите уравнения реакций окисления спиртов, входящих в состав исходной смеси.

Задание 2. Высокосимметричный углеводород

В 1897 году американский химик-органик М. Гомберг синтезировал, хотя и с небольшим выходом, углеводород, структура которого по тем временам казалась довольно экзотической. Этот углеводород, обладающий достаточно высокой устойчивостью, образует бесцветные, нерастворимые в воде кристаллы. Он не реагирует ни с бромом, растворённым в четырёххлористом углероде, ни с водным раствором перманганата калия. При каталитическом гидрировании 1 моль этого углеводорода поглощается 12 моль водорода. Массовая доля углерода в этом соединении составляет 93,75 %, а молярная масса находится в интервале 300–350 г/моль. Молекула углеводорода имеет симметричное строение.

1. Определите молекулярную формулу искомого углеводорода.
2. На основании характеристики химических свойств углеводорода предложите его структурную формулу.

Задание 3. Правые части

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

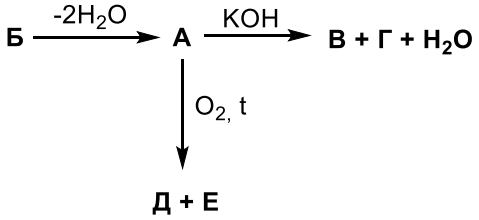
1) … + … $\xrightarrow{t}$ $Cr_2O_3 + K_2SO_4$
2) … +… = $2CrO_3 + K_2SO_4 + H_2O$
3) … + … $\xrightarrow{t}$ $2Cr_2O_3 + 2K_2CO_3 + CO_2$
4) … + … + … = $2Cr_2(SO_4)_3 + 2CO_2 + 9H_2O$
5) … + … + … = $2Cr(OH)_3 + 6NaCl + 3CO_2$
6) … + … + … = $2K[Cr(OH)_4] + 3S + 6NH_3$
7) … + … + … = $Cr_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + H_2O$
8) … + … = $K_2CrO_4 + H_2O$
9) … + … + … = $4CrCl_3 + 2H_2O$
10) … + … + … = $2Na_2CrO_4 + 2H_2O$

Задание 4. Необычная жидкость

Навеску карбида алюминия массой 2,00 г поместили в избыток бесцветной гигроскопичной жидкости **X**, при этом выделился бесцветный газ **Y**, который вдвое легче аргона. Реакционную смесь упарили досуха, а остаток прокалили, получив при этом 2,83 г белого порошка **Z**. Определите вещества **X, Y** и **Z**, ответ подтвердите расчётом. Напишите уравнения реакций, описанных в задаче. Где применяется жидкость **X**?

Задание 5. Ядовитый газ

Вещество **А** представляет собой ядовитый газ с резким запахом. Получить газ **А** можно дегидратацией органического вещества **Б**. При взаимодействии газа **А** со щёлочью образуются вещества **В**, **Г** и вода. Газ **А** хорошо горит в кислороде, при этом образуются только газы (при н. у.) **Д** и **Е**, каждый из которых входит в состав воздуха. Определите вещества **А–Е** и приведите их названия, если известно, что молярная масса **В** больше, чем у **Г**, а молярная масса **Д** больше, чем у **Е**. Предложите ещё один способ получения газа **А**.



Задание 6. Определение молярных масс жидкостей

Перед юными химиками была поставлена задача определить молярные массы жидкостей **X** и **Y**. Они взяли большой шприц с градуировкой и краном (см. рисунок 1) и измерили его массу, она составила 78,40 г. Затем они ввели в шприц несколько миллилитров хлороформа ($CHCl_3$), закрыли кран и снова взвесили. На следующем этапе шприц с отмеренной навеской хлороформа поместили в термостат (см. рисунок 2), $CHCl_3$ полностью испарился. За счёт расширения пара поршень шприца выдвинулся на определённую величину. Объём образующихся паров хлороформа был точно измерен.



Рисунок 1

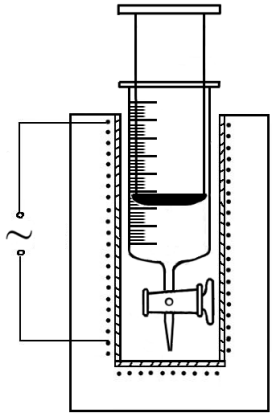


Рисунок 2

Затем пары хлороформа удалили из шприца, ввели в него несколько миллилитров исследуемой жидкости **X** и снова взвесили. Потом шприц поместили в тот же термостат, выдержали до полного испарения **X** и отметили объём образующихся паров. Аналогичные действия были повторены с веществом **Y**. Результаты измерений приведены в таблице.

Исследуемое вещество	**Хлороформ ($CHCl_3$)**	**X**	**Y**
Масса шприца с исследуемым веществом, г	78,80	78,60	78,60
Объём паров исследуемого вещества[1], мл	118	95	59

1. Определите экспериментальные значения молярных масс жидкостей **X** и **Y**, приведите все необходимые расчёты.

[1] При измерении объёма паров исследуемых веществ температура в термостате была всегда постоянной, давление практически не изменялось.

2. Согласно справочнику, значения молярных масс **X** и **Y** должны быть практически одинаковыми. Однако со справочными данными совпало только экспериментально полученное значение молярной массы жидкости **X**. Молярная масса **Y** оказалась существенно завышенной. Предложите возможное объяснение этому факту, если известно, что измерения и расчёты юными исследователями были проведены корректно.

3. Вещество **X** – прекрасный растворитель для жиров, смол и многих других органических веществ, благодаря чему находит широкое применение в лабораторной практике. Наряду с хлороформом применялся для анестезии в медицине. Это чрезвычайно огнеопасная жидкость. **X** получают в промышленности как побочный продукт при производстве этанола прямой газофазной гидратацией этилена в присутствии фосфорной кислоты. Определите вещество **X**, напишите уравнение реакции его промышленного получения.

4. Вещество **Y** – бесцветная едкая жидкость с резким запахом, неограниченно смешивается с водой, реагирует с гидрокарбонатом натрия. Одно из направлений применения **Y** – использование в качестве консерванта. Определите вещество **Y**, напишите уравнение реакции его с $NaHCO_3$.