ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ПО ХИМИИ.
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) … + … = Si_3N_4 + 12HCl
2) … + … + … = Si_3N_4 + 6CO
3) … + … = $8MnO_2 + 3K_2SiO_3 + 2KOH + 5H_2O$
4) … + … = SiH_4 + LiCl + $AlCl_3$
5) … + … = $SiO_2 + 2H_2[SiF_6]$

Задание 2. «Угадайка»

При горении простого вещества **А** образуется газ **Б**. Смесь газов **Б** и **В** общим объёмом 6,72 л (н. у.) полностью растворили в воде. В полученном растворе лакмус становится красным. На этот раствор подействовали нитратом бария, образовался белый осадок **Г** массой 34,95 г. Осадок отделили, а на оставшийся раствор подействовали нитратом серебра, в результате образовался белый осадок **Д,** его масса составила 43,05 г. В оставшемся бесцветном растворе, масса которого составила 60 г, лакмус тоже становится красным. В этот раствор добавили медь, нагрели, наблюдали выделение бурого газа, которое прекратилось, когда растворилось 9,6 г меди.

1) Установите формулы веществ **А–Д**, приведите расчёты.
2) Определите объёмное соотношение газов **Б** и **В** в смеси.
3) Запишите уравнения всех описанных реакций.

Задание 3. Окисление-восстановление смеси

При окислении подкисленным раствором перманганата калия смеси толуола и нитробензола масса органических продуктов реакции оказалась на 6,0 г больше массы исходных веществ. При каталитическом восстановлении водородом такой же смеси общая масса органических веществ уменьшается на 3,0 г.

1. Определите молярное соотношение толуола и нитробензола в исходной смеси при условии, что все реакции прошли количественно.
2. Напишите уравнения реакций взаимодействия компонентов исходной смеси с: а) подкисленным раствором перманганата калия, б) водородом в присутствии катализатора при условии, что бензольное кольцо в данном процессе не восстанавливается.

3. Предложите способ превращения толуола в нитробензол, проиллюстрировав его соответствующими уравнениями реакций с указанием условий их протекания.

Задание 4. Химия путешественника

Уходят в прошлое туристические костры, и на смену им приходят более цивилизованные и экологически безопасные горелки. Впрочем, ими туристы давно пользуются, оценив возможность не только быстро приготовить обед в условиях отсутствия дров, но и обогреть палатку. Учитывая широту современного ассортимента газовых горелок, сложно себе представить, что длительное время они были аутсайдерами среди используемого любителями активного отдыха портативного топливного оборудования. Проблема крылась в самом газе: применявшиеся в индустрии вещества **X** и **Y** были крайне капризными и очень чутко реагировали на перепады температур, не обеспечивая должной работы горелки, когда столбик термометра опускался ниже нуля. Из-за этой особенности газ длительное время применялся лишь в плитках и лампах, предназначенных для кемпингов и автотуризма. Лишь в 1989 году компания MSR начала продажу баллонов с газовой смесью, содержащей помимо веществ **X** и **Y** ещё и вещество **Z**.

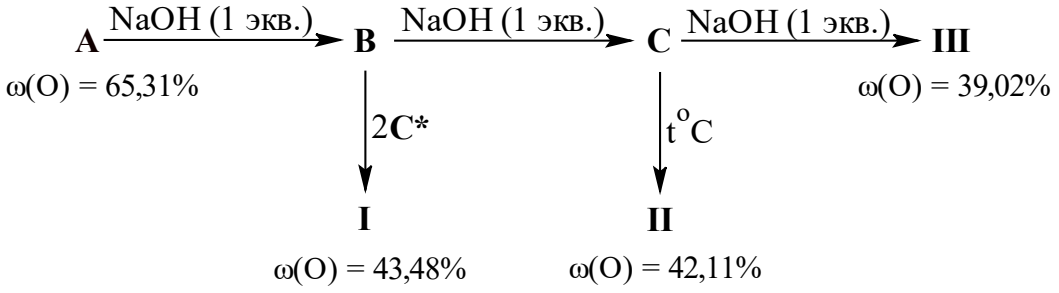
Про вещества **X**, **Y** и **Z** известно следующее:

- Вещества **X**, **Y** и **Z** при н. у. являются газами и относятся к классу алканов.
- Одна из самых распространённых смесей **X**, **Y** и **Z** имеет относительную плотность по водороду 27,25, причём $\varphi(\mathbf{X}) = ½\varphi(\mathbf{Y}) = \varphi(\mathbf{Z})$.
- При пропускании углекислого газа, образовавшегося при горении 11 г газа **X**, через избыток известковой воды, выпадает 75 г осадка.
- Дегидрирование **Z** приводит к образованию только одного продукта.

1) Каковы объёмные доли газов в самой распространённой газовой смеси?
2) Определите вещества **X**, **Y** и **Z**. Ответ подтвердите расчётом.
3) Напишите уравнения реакций горения веществ **X**, **Y**, **Z**, уравнение реакции углекислого газа с избытком известковой воды, а также уравнение реакции дегидрирования вещества **Z**.

Задание 5. Неорганические гомологи

Явление гомологии характерно для органических соединений, но в неорганической химии оно тоже встречается. Одним из ярких примеров являются гомологи **I–III**. Ниже представлена схема получения этих гомологов из неорганической кислоты **A**:

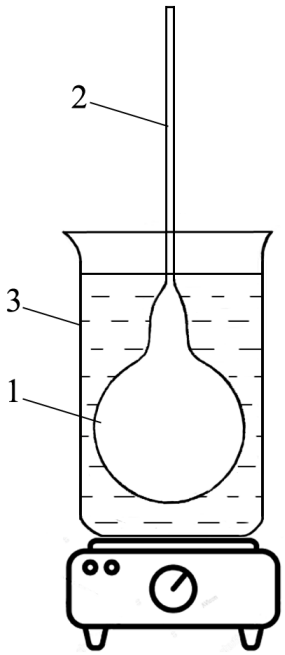


* Для осуществления превращения **B** → **I** вещество **B** нагревают с двумя эквивалентами вещества **C**.

1) Определите с помощью расчёта формулы веществ **A**–**C**, **I**–**III**. Напишите необходимые уравнения реакций.
2) Определите гомологическую разность между солями **I**–**III**.
3) Приведите структурные формулы солей **I** и **II**.

Задание 6. Определение молярной массы жидкости

Перед юными химиками была поставлена задача определить молярную массу жидкости **X**. Они взяли круглодонную колбу 1 (см. рисунок) с тонким капилляром (2) и тщательно взвесили её. Затем ввели в неё некоторое количество исследуемой жидкости **X**. Колбу поместили в водяную баню 3 и нагрели до полного испарения жидкости **X** внутри колбы. Пары исследуемого вещества **X** полностью вытеснили воздух из колбы, их избыток вышел через капилляр 2 в атмосферу. Выждали ещё несколько минут для того, чтобы пар в колбе принял температуру кипящей воды и давление внутри колбы установилось равным атмосферному. Затем, не прекращая нагревания колбы, конец капилляра 2 запаяли.



Колбу с хорошо запаянным капилляром вынули из водяной бани, охладили до комнатной температуры и взвесили. Затем её опустили заплавленным концом в освобождённую от растворённых газов воду и под водой отломили заплавленный кончик. Вода ворвалась в колбу и заполнила её практически полностью. Наполненную водой колбу вместе с обломанным кончиком взвесили. Результаты измерений приведены в таблице ниже.

Масса колбы с воздухом, г	Масса колбы с парами жидкости **X**, г	Масса колбы, заполненной водой[1], г	Температура воздуха, °C	Атмосферное давление, кПа
64,19	64,52	224,2	25	101,3

1. Определите значение молярной массы жидкости **X**, приведите все необходимые расчёты.

2. Принимая, что жидкость **X** является дихлорпроизводным углеводорода, установите её молекулярную формулу.

3. Предложите структурные формулы двух изомеров **X**.

4. Предположите, какой из изомеров **X** имеет более высокую температуру кипения. Обоснуйте своё предположение.

5. Капилляр 2 имеет небольшой внутренний диаметр (~ 1 мм). Как удаётся легко вводить внутрь колбы 1 необходимое количество исследуемого жидкого вещества, не используя практически никакого дополнительного оборудования?

6. Рассмотренный в данной задаче метод определения молярной массы вещества по плотности пара был разработан французским учёным Ж.Б. Дюма в первой половине XIX столетия. Автор этого метода отмечал, что после заплавления капилляра следует вынуть колбу из воды и быстро перевернуть её вверх дном. Конденсирующаяся жидкость стекает в шейку колбы и в случае, если отверстие не вполне хорошо запаяно, это легко сразу увидеть. Что должен увидеть экспериментатор, если капилляр плохо запаян?

[1] При решении данной задачи можно принять следующие допущения:
1) принять плотность воды при температуре эксперимента равной 1 г/мл;
2) пренебречь массой исследуемой жидкости **X**, которая осталась в шаре при его заполнении водой;
3) считать, что температура пара вещества **X** в колбе, погруженной в водяную баню, равна 100 °C.