



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) ... + ... = $\text{Si}_3\text{N}_4 + 12\text{HCl}$
- 2) ... + ... + ... = $\text{Si}_3\text{N}_4 + 6\text{CO}$
- 3) ... + ... = $8\text{MnO}_2 + 3\text{K}_2\text{SiO}_3 + 2\text{KOH} + 5\text{H}_2\text{O}$
- 4) ... + ... = $\text{SiH}_4 + \text{LiCl} + \text{AlCl}_3$
- 5) ... + ... = $\text{SiO}_2 + 2\text{H}_2[\text{SiF}_6]$

Задание 2. «Угадайка»

При горении простого вещества **A** образуется газ **B**. Смесь газов **B** и **B** общим объёмом 6,72 л (н. у.) полностью растворили в воде. В полученном растворе лакмус становится красным. На этот раствор действовали нитратом бария, образовался белый осадок **Г** массой 34,95 г. Осадок отделили, а на оставшийся раствор действовали 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 **A–Д**, приведите расчёты.
- 2) Определите объёмное соотношение газов **B** и **B** 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 приходит более цивилизованные и экологически безопасные торелки. 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 аутсайерами 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 торелки, 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**.

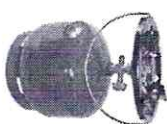
Про вещества **X**, **Y** и **Z** известно следующее:

- 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 $\varphi(\text{X}) = \frac{1}{2}\varphi(\text{Y}) = \varphi(\text{Z})$.
- 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**:



X-10-11

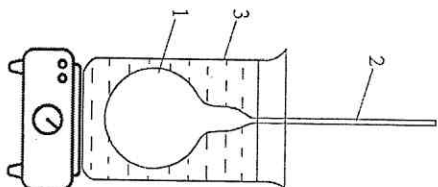


* Для осуществления превращения B → I вещество B нагревают с двумя эквивалентами вещества С.

- 1) Определите с помощью расчёта формулы веществ А–С, 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 зажали.



3

Колбу с хорошо загипнатым капилляром вынули из водяной бани, охладили до комнатной температуры и взвесили. Затем её опустили загипнатым концом в освобождённую от растворённых газов воду и под водой отломали загипнанный 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 заливания 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 загипнано, это легко сразу увидеть. Что должен увидеть экспериментатор, если капилляр плохо загипн?

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.

4

Задание N1

X-10-11

- 1) $4NH_3 + 3SiCl_4 \rightarrow Si_3N_4 + 12HCl$ 25
- 2) $3SiO_2 + 4N + 6C \rightarrow Si_3N_4 + 6CO$ 15
- 3) $8KMnO_4 + 3SiCl_4 \rightarrow 8MnO_2 + 3K_2SiO_3 + 2KCl + 5H_2O$ 25
- 4) $Li[AlSi] + 4HCl \rightarrow SiH_4 + LiCl + AlCl_3$ 25
- 5) $3SiF_4 + 2H_2O \rightarrow SiO_2 + 2H_2[SiF_6]$ 25 25 25

Задание N2

- 1) предположим, что прелее вещество - органическое вещество - метан, т.к. все органика горит до CO_2 и H_2O тогда получим уравнение
 $CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$, в итоге образовался углекислый газ
- 2) $CO_2 + SO_3 + 4H_2O \rightarrow H_2CO_3 + H_2SO_4 + O_2$ - образовалось 2 кислоты
 6,42 г
- 3) $H_2SO_4 + Ba(NO_3)_2 \rightarrow BaSO_4 \downarrow + HNO_3$
 осадок белого цвета (34,95 г)
- 4) $HNO_3 + AgNO_3 \rightarrow AgNO_2 \downarrow + HNO_3$
 осадок белого цвета
- 5) $HNO_3 + Cu \rightarrow NO_2 \downarrow + Cu(NO_3)_2 + 2H_2O$
 (0,6 г)
 бурый газ

- А - CH_4 - метан
- Б - CO_2 - углекислый газ
- В - SO_3 - окисл серы (VI)
- Г - $BaSO_4$ - осадок бария 15.
- Д - $AgNO_2$ - осадок серебра

Задание

- N 1 75 75
- N 2 - 15
- N 3 - X
- N 4 - X

Итого: 8 баллов

15 X 75 Рядовая ТН
 15 X 75 Визитерова О.В.
 15 X 75 Скобикова Е.М.
 Председатель комиссии
 зам. председателя комиссии