



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 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 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 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.

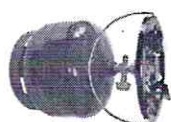
1. Определите молярное соотношение толуола и нитробензола в исходной смеси при условии, что все реакции прошли количественно.
2. Напишите уравнения реакций взаимодействия компонентов исходной смеси с: а) подкисленным раствором перманганата калия, б) водородом в присутствии катализатора при условии, что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

Всероссийская олимпиада школьников по химии 2018–2019 уч. г.
Муниципальный этап. 10 класс

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

Задание 4. Химия путешественника

Уходит 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 аутсайдером 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 $\varphi(X) = \frac{1}{2}\varphi(Y) = \varphi(Z)$.
- 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 реакции 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 А:

А-10-05

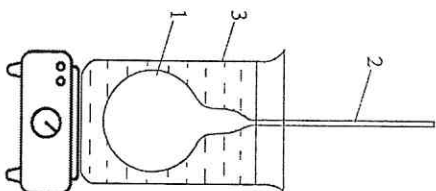


* Для осуществления превращения $\text{B} \rightarrow \text{I}$ вещество B нагревают с двумя эквивалентами вещества C .

- 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 зажали.



Колбу с хорошо запаханным капилляром вынули из водяной бани, охладили до комнатной температуры и взвесили. Затем её опустили запаянным концом в освобождённую от растворённых газов воду и под водой отломали запаянный 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 удастся легко вводить внутрь колбы 1 необходимое количество исследуемого жидкого вещества, не используя практически никакого дополнительного оборудования?
6. Рассмотренный в данной задаче метод² 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 запаковано, это легко сразу увидеть. Что должен увидеть экспериментатор, если капилляр плохо запакован?

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 .

X-10-03


N¹

- 1) $4\text{NH}_3 + 3\text{SiCl}_4 \Rightarrow \text{Si}_3\text{N}_4 + 12\text{HCl}$ 25
- 2) $3\text{SiO}_2 + 2\text{N}_2 + 6\text{C} \Rightarrow \text{Si}_3\text{N}_4 + 6\text{CO}$ 25
- 3) $8\text{KMnO}_4 + 3\text{SiH}_4 \Rightarrow 8\text{MnO}_2 + 3\text{K}_2\text{SiO}_3 + 2\text{KOH} + 5\text{H}_2\text{O}$ 25
- 4) $\text{SiH}_4 + \text{LiCl} + \text{AlCl}_3$ 05
- 5) $\text{SiH}_4 + \text{F}_2\text{O} \rightarrow \text{SiO}_2 + 2\text{H}_2[\text{SiF}_6]$ 05 65 14 14

N²

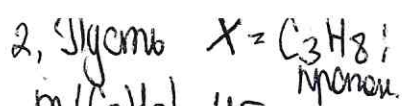
- 1) $\boxed{\text{A} - \text{H}_2\text{S}}$
 $2\text{H}_2\text{S} + 3\text{O}_2 \xrightarrow{t^\circ} 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{SO}_2 \uparrow$
 $\boxed{\text{B} - \text{SO}_2} \quad \boxed{\text{B} - \text{O}_2}$
 $\text{B} + \text{B} \rightarrow \text{V}(6; 2n)$
 $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{t^\circ} 2\text{SO}_3$; $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$
 $\text{D}(\overline{\text{B}}\text{B}) = \frac{V}{V_m}$
 $\text{D}(\overline{\text{B}}\text{B}) = \frac{6,72 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} = 0,3 \text{ моль}$
 $V(\text{SO}_3) = 22,4 \text{ л/моль} \cdot 0,3 \text{ моль} = 6,72 \text{ л} \Rightarrow \text{г, т, л}$
 $\boxed{\Gamma - \text{BaSO}_4}$
 $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Ba}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{HNO}_3$

- 2) $\text{B} : \text{B} = V(\text{SO}_2) : V(\text{O}_2) = 6,72 : 3,36 = 2 : 1$
 $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{t^\circ} 2\text{SO}_3$
 $\frac{2 \text{ моль}}{2 \text{ л}} \quad \frac{2 \text{ моль}}{2 \text{ л}}$

N³  + $\text{KMnO}_4 \rightarrow \text{KOH} + \text{H}_2\text{O} + \text{NH}_3$ 05 есть пер-

N⁴

- 1) X, Y, Z - алканы
 - 2) $\rho(\text{H}_2) = 24,25$; $\omega(\text{X}) = 0,5 \omega(\text{Y}) = \omega(\text{Z})$
 - 3) Децирирование Z приводит к образованию одного продукта
- Известно, что децирирование Z приводит к образованию одного продукта, значит мы можем утверждать, что Z - CH_4 и следовательно: $\text{CH}_4 \xrightarrow{\text{C, 600}^\circ\text{C}} \text{C}_2\text{H}_2$



$$m(C_3H_8) = 115$$

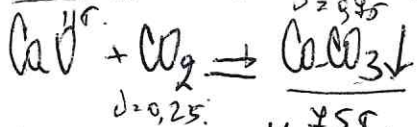
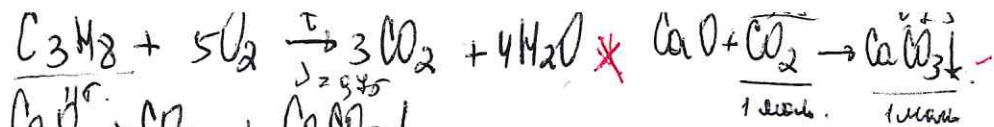
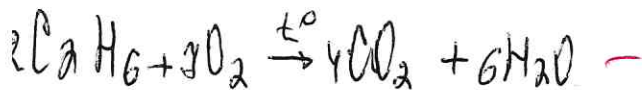
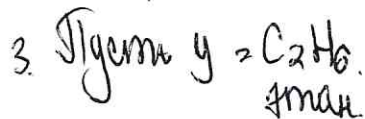
$$d(C_2H_8) = \frac{m}{M}$$

$$D(C_3H_8) = 0,25 \text{ моль.} \quad m(C_3H_8) = 115$$

$$V(C_3H_8) = V_m \cdot V$$

$$V(C_3H_8) = 22,4 \text{ л/моль} \cdot 0,25 \text{ моль} = 5,6 \text{ л}$$

$$(V_m = \frac{5,61}{0,25 \text{ mols}} = 22,44 \text{ l/mole.})$$



$$\begin{array}{l} V = 45,6 \text{ l} \\ C_3H_8 \\ \hline 1 \text{ mole} \\ \hline 1 \text{ l} \end{array} + 5 O_2 \rightarrow \begin{array}{l} V = x \text{ l} \\ 3 CO_2 \\ \hline 3 \text{ moles} \\ \hline 3 \text{ l} \end{array} + 4 H_2O$$

$$V = Xn.$$

$5,6 \cdot 3 =$

16, 8A.

$$D(\text{CO}_2) = \frac{V}{V_{\text{m}}}$$

$$V(\text{CO}_2) = \frac{10,8 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} = 0,48 \text{ моль}$$

$$V(Ca(OH)_2) = \frac{m'}{\rho}$$

$$\begin{aligned} d(\text{CaCO}_3) &= \frac{m}{V} \\ d(\text{CaCO}_3) &= \frac{75 \text{ g}}{100 \text{ cm}^3/\text{mol}} = 0,75 \text{ mol/cm}^3 \end{aligned}$$

H₂O
0.55
Def. 5.1

Def. 5

Задача 5 X

Задача № 6 X

Задание 1. БС ²⁴ ~~М~~ ^{Ворошилов} Лихомедов М.С.
Александр С.Ю.

Задание 2 - 1

Заранее 3-05 Ельч Ельч 115 и 8.

Загавне 4 - 0,55 $\frac{\text{фл.}}{\text{фл.}}$ Давидова Л.Р.
Овсепьянкова Т.Д.

Загранс 5 X Ма Вадимово МО
РХОВЕ Т.Н.

заранее 6 X ~~от~~ Славинский Н.Р.
СР Копылова С.В.

Углерод: 4,5 б.а.а.а.

Председатель торг. Казначейство №

Всего президентов Уинн-Джорджо Р. Ф.