

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ПО ХИМИИ 2015–2016 уч. г.
ШКОЛЬНЫЙ ЭТАП

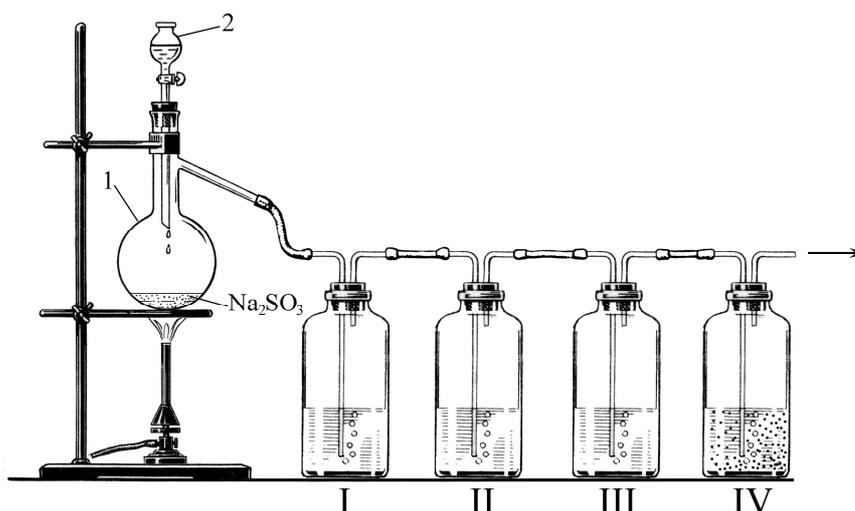
10 класс

Решения и критерии оценивания

В итоговую оценку из шести задач засчитываются пять решений, за которые участник набрал наибольшие баллы, то есть одна из задач с наименьшим баллом не учитывается. Максимальное количество баллов – 50.

Задача 1. Получение и свойства бесцветного газа

В колбу Вюрца (на рисунке обозначена цифрой 1) поместили сульфит натрия. Из капельной воронки (2) к сульфиту натрия прилили концентрированную серную кислоту и нагрели реакционную смесь. При этом выделялся бесцветный газ, который последовательно пропускали через растворы в промывных склянках I–IV.



Наблюдения за изменениями, протекающими в промывных склянках, представлены в таблице.

Номер склянки	Состав промывной жидкости	Наблюдаемые изменения
I	раствор лакмуса	фиолетовая окраска раствора изменилась на красную
II	бромная вода (водный раствор брома)	красно-бурая окраска исчезла, раствор полностью обесцветился
III	сероводородная вода (водный раствор сероводорода)	раствор помутнел, затем выпал осадок жёлтого цвета
IV	суспензия ¹ оксида марганца(IV)	частишки оксида марганца исчезли, раствор стал бесцветным и полностью прозрачным

¹ Суспензия – это взвесь частичек твёрдого вещества в жидкости.

А. Какой газ получали в колбе Вюрца? Приведите соответствующее уравнение реакции.

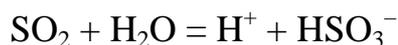
Б. Объясните наблюдаемые изменения в склянках I–IV. Ответ проиллюстрируйте уравнениями реакций.

Ответ.

А. Получали сернистый газ SO_2 .



Б. Склянка I. Сернистый газ – кислотный оксид. Реагируя с водой, он образует сернистую кислоту, которая изменяет окраску индикатора:



Склянка II. Сернистый газ восстанавливает бром, поэтому красно-бурая окраска, обусловленная Br_2 , исчезает:



Склянка III. Сернистый газ реагирует с сероводородом, при этом образуется сера:



Склянка IV. Сернистый газ реагирует с оксидом марганца(IV), при этом образуется сульфат марганца(II), хорошо растворимая соль, раствор которой бесцветен:



По 1 баллу за каждое объяснение и уравнение реакции.

Итого 10 баллов

Задача 2. Опыт по аналогии.

Юный химик решил повторить демонстрационный опыт получения метана. Но соли с формулой CH_3COONa он не нашёл и решил воспользоваться солью с похожей формулой $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COONa}$. Смешав вещество с натронной известью (смесь гидроксидов натрия и кальция) и прокалив эту смесь, он получил бесцветный газ, очень похожий на метан. Но плотность этого газа была иная.

1. Какой газ получил юный химик?
2. Запишите уравнение реакции получения этого газа.
3. Какова плотность полученного газа (при н. у)?
4. Каким способом можно собрать данный газ?

Ответ.

1. Получен этан, C_2H_6 **2 балла**
2. $\text{C}_2\text{H}_5\text{COONa} + \text{NaOH} = \text{C}_2\text{H}_6\uparrow + \text{Na}_2\text{CO}_3$ **3 балла**
3. Плотность – это отношение молярной массы к молярному объёму:
 $\rho = M / V_m = 30 \text{ г/моль} / 22,4 \text{ л/моль} = 1,34 \text{ г/л}$ **4 балла**
4. Этан можно собирать методом вытеснения воды **1 балл**

Всего 10 баллов.

Задача 3. Определение формулы вещества.

Дихлоралкен неизвестного строения объёмом 67,2 л (н. у.) содержит $7,22 \cdot 10^{24}$ атомов водорода. Определите молекулярную формулу дихлоралкена, приведите формулы всех его возможных структур и назовите их, используя правила номенклатуры IUPAC.

Ответ.

1) Общая формула дихлоралкенов – $C_nH_{2n-2}Cl_2$.

$$\nu(C_nH_{2n-2}Cl_2) = V / V_m = 67,2 / 22,4 = 3 \text{ моль}$$

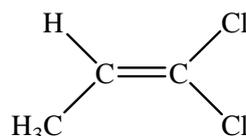
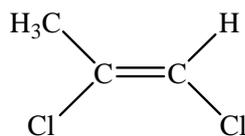
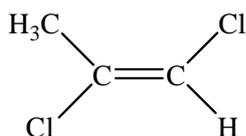
$$\nu(H) = N / N_A = 7,22 \cdot 10^{24} / 6,02 \cdot 10^{23} = 12 \text{ моль}$$

$$\nu(H) / \nu(C_nH_{2n-2}Cl_2) = 2n - 2 = 12/3 = 4,$$

$$n = 3. \text{ Молекулярная формула – } C_3H_4Cl_2.$$

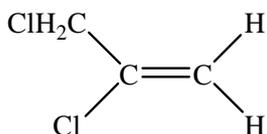
(3 балла за установление молекулярной формулы дихлоралкена любым способом на основе данных задачи)

2) Существует семь изомерных дихлоралкенов состава $C_3H_4Cl_2$ – пять структурных изомеров, два из них существуют в виде пары геометрических изомеров:

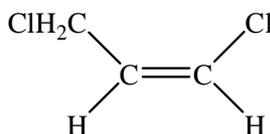


транс- и цис-1,2-дихлорпропены

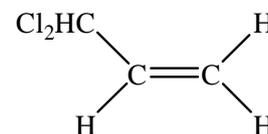
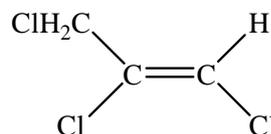
1,1-дихлорпропен



2,3-дихлорпропен



цис- и транс-1,3-дихлорпропены



3,3-дихлорпропен

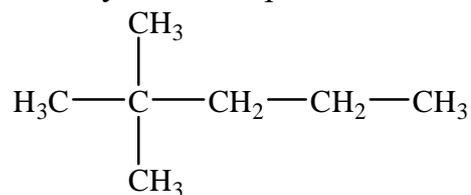
**(по 0,5 балла за каждую структуру, по 0,5 балла за каждое название)
Всего 10 баллов.**

Задача 4. Установление структуры реагента по числу продуктов реакции.

Определите строение и назовите по правилам номенклатуры IUPAC соединение с брутто-формулой C_7H_{16} , которое при бромировании на свету не образует третичных бромпроизводных. При его хлорировании на свету образуются четыре изомера, два из которых являются первичными монохлорпроизводными. Приведите структуры всех четырёх изомеров.

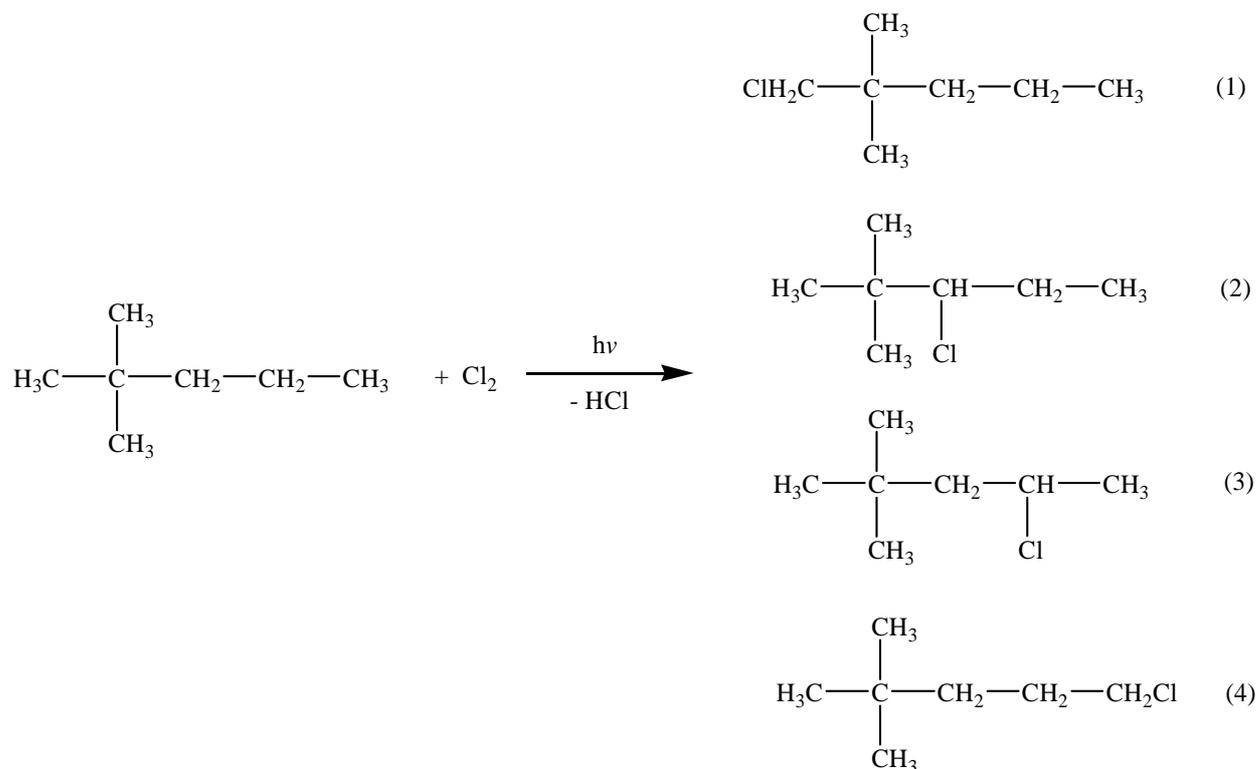
Ответ.

C_7H_{16} – алкан. Всем условиям удовлетворяет 2,2-диметилпентан.



2,2-диметилпентан при бромировании не даёт третичных монобромпроизводных, так как не имеет третичных атомов углерода.

Уравнение реакции хлорирования 2,2-диметилпентана:



Первый (1) и четвёртый (4) изомеры являются первичными монохлорпроизводными.

(5 баллов за правильную структурную формулу углеводорода, 1 балл за правильное название, по 1 баллу за структуру каждого монохлорпроизводного.)

Если исходная структура – неправильная, всё равно надо давать по 1 баллу за структуры продуктов, чтобы не было «двойного наказания».

Всего 10 баллов.

Задача 5. Правые части с коэффициентами.

Восстановите левую часть уравнений

- ... + ... = $\text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{KCl}$
- ... + ... = $\text{N}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$
- ... + ... + ... = 4CaCrO_4
- ... + ... + ... = $\text{N}_2 + 3\text{CO}_2 + \text{K}_2\text{S}$
- ... + ... = $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] + 2\text{KCl}$

Ответ.

- $2\text{Cr} + \text{KClO}_3 = \text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{KCl}$
- $2\text{H}_2\text{O}_2 + \text{N}_2\text{H}_4 = \text{N}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$
- $4\text{CaO}_2 + 2\text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{O}_2 = 4\text{CaCrO}_4$
или $4\text{CaO} + 2\text{Cr}_2\text{O}_3 + 3\text{O}_2 = 4\text{CaCrO}_4$
- $2\text{KNO}_3 + 3\text{C} + \text{S} = \text{N}_2 + 3\text{CO}_2 + \text{K}_2\text{S}$
- $\text{FeCl}_2 + 6\text{KCN} = \text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] + 2\text{KCl}$

(В некоторых схемах возможны и другие ответы. Приниматься будет любое уравнение, которое соответствует условию.)

**По 2 балла за уравнение.
Всего 10 баллов.**

Задача 6. Травление металла.

В раствор соляной кислоты погрузили металлическую пластинку массой 50 г. В результате реакции выделилось 1 л газа (н. у.), а масса пластинки уменьшилась на 4,99 %. Из какого металла была сделана пластинка?

Ответ.

Уравнение растворения металла в соляной кислоте, в общем виде:



$$v(\text{H}_2) = 1 / 22,4 = 0,0446 \text{ моль} \quad \text{1 балл}$$

Масса пластинки уменьшится за счёт растворения металла в кислоте **1 балл**

Масса прореагировавшего металла равна $m(\text{Me}) = 50 \times 0,0499 = 2,50$ (г) **1 балл**

Металл, из которого сделана пластинка, может быть двух- или трёхвалентным (из щелочных металлов пластинки не делают, а одновалентное серебро нерастворимо в соляной кислоте). Пусть металл двухвалентный, тогда

$$v(\text{Me}) = v(\text{H}_2) = 0,0446 \text{ моль} \quad \text{2 балла}$$

$$M(\text{Me}) = 2,50 / 0,0446 = 56 \text{ г/моль} - \text{это железо.} \quad \text{2 балла}$$

За любое правильное решение, отличное от приведённого выше, – максимальный балл.

Всего 10 баллов.