

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ХИМИИ  
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП ОТВЕТЫ НА ЗАДАНИЯ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО ТУРА  
11 КЛАСС

**Задание 11-1. (5 баллов)**

Масса молекулы органического вещества составляет  $9,96 \cdot 10^{-26}$  кг. Массовые доли кислорода и водорода соответственно равны 53,33% и 6,67%, остальное – углерод. Рассчитайте число атомов в молекуле данного органического вещества.

**Решение:**

1) Найдено соотношение атомов углерода, водорода и кислорода в молекуле органического вещества:

$$n(\text{C}) : n(\text{H}) : n(\text{O})$$

$$\underline{40} \quad \underline{6,67} \quad \underline{3,33}$$

$$12 \quad 1 \quad 16$$

$$1 : 2 : 1 \quad (\text{CH}_2\text{O})_n \quad \mathbf{1 \text{ балл}}$$

2) По условию  $N = 1$ , тогда

$$M_r = m(\text{молекулы}) \cdot N_a = 9,96 \cdot 10^{-23} \cdot 6 \cdot 10^{23} = 59,76 \approx 60 \quad \mathbf{3 \text{ балла}}$$

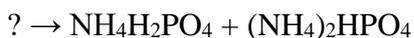
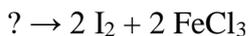
$$3) 12n + 2n + 16n = 60$$

$$n = 2$$

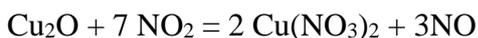
$$\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2 \quad \mathbf{1 \text{ балл}}$$

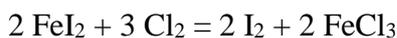
**Задание 11-2. (5 баллов)**

Восстановите левые части приведенных ниже уравнений химических реакций:



**Решение:**





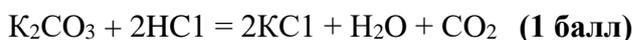
За каждое восстановленное уравнение – 1 балл

**Задание 11-3. (10 баллов)**

В четырех пробирках без надписей находятся водные растворы NaOH, HCl, поташа и  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ . Предложите способ определения содержимого каждой пробирки, не применяя дополнительных реактивов. Напишите уравнения химических реакций.

Составим таблицу: (2 балла)

Вещества	1. NaOH	2. HCl	3. $\text{K}_2\text{CO}_3$	4. $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	Общий результат наблюдения
1. NaOH	X	—	—	$\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow$	1 осадок
2. HCl	—	X	$\text{CO}_2 \uparrow$	—	1 газ
3. $\text{K}_2\text{CO}_3$	—	$\text{CO}_2 \uparrow$	X	$\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow$ $\text{CO}_2 \uparrow$	1 осадок и 2 газа
4. $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	$\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow$	—	$\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow$ $\text{CO}_2 \uparrow$	X	2 осадка и 1 газ



Исходя из представленной таблицы по числу выпадения осадка и выделения газа можно определить все вещества (2 балла)

**Задание 11-4. (10 баллов)**

При действии избытка металлического натрия на 36.7мл вещества А (плотность 0.806 г/см<sup>3</sup>) выделяется столько же водорода, сколько его требуется для полного гидрирования 10 мл изопрена (плотность 0.681 г/см<sup>3</sup>). При действии на вещество А хлороводорода в присутствии концентрированной серной кислоты образуется вторичное хлорпроизводное, а при действии только  $\text{H}_2\text{SO}_4$  при нагревании – алкен.

1) Определите строение вещества А.

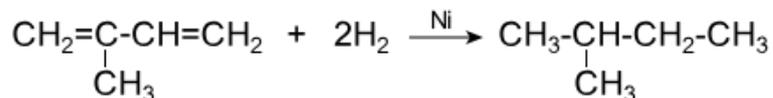
2) Запишите уравнения указанных реакций, назовите полученные соединения.

3) Укажите, какие природные соединения являются полимерами изопрена.

**Решение:**

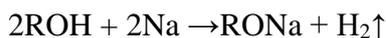
1) Рассчитываем количество изопрена  $n = 10 \times 0.681 / 68 = 0.1$  моль. **1 балл**

Тогда в соответствии с уравнением гидрирования изопрена:



количество водорода будет равно 0.2 моль. **1 балл**

Вещество А - предельный вторичный одноатомный спирт, содержащий в своем составе не менее трех атомов водорода. Спирты реагируют с натрием с выделением водорода, при взаимодействии с галогеноводородами образуют галогенпроизводные, при этом вторичные спирты дают вторичные галогеналканы, а действие серной кислоты приводит к элиминированию, в результате которого образуется алкен. В общем виде реакция спирта с натрием выглядит так:



В соответствии с уравнением количество вещества спирта, вступившего в реакцию с натрием, равно 0.4 моль. **1 балл**

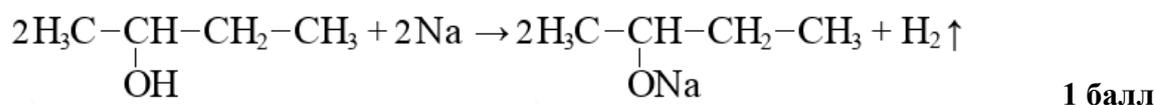
Масса спирта  $m = 36.7 \times 0.806 = 29.58$  г. **1 балл**

Следовательно, молярная масса спирта  $M = 29.58 / 0.4 = 74$  г/моль.

Поскольку молярная масса спирта  $M = 14n + 18$ , то  $14n + 18 = 74$ ;  $n = 4$ . **1 балл**

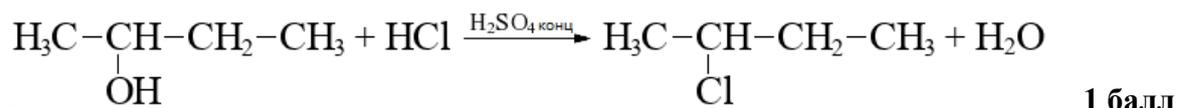
Вещество А - бутанол-2 **1 балл**

2)



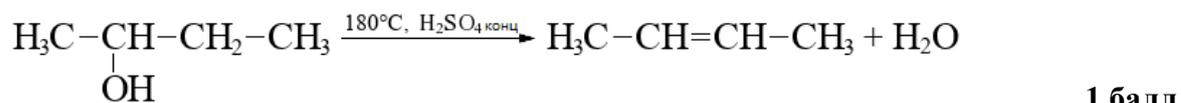
**1 балл**

2 – втор- бутилат натрия **2 балла**



**1 балл**

2 – хлорбутан **1 балл**



**1 балл**

Бутен -2 **1 балл**

3) Полимерами изопрена являются натуральный каучук и гуттаперча **2 балла**

**Задание 11-5. (15 баллов)**

$$1) n(\text{P}_2\text{O}_5) = m(\text{P}_2\text{O}_5) / M(\text{P}_2\text{O}_5) = 28,4 / 142 = 0,2 \text{ моль}$$

$$n(\text{P}) = n(\text{P}_2\text{O}_5) * 2 = 0,2 * 2 = 0,4 \text{ моль}$$

$$m(\text{P}) = n(\text{P}) * M(\text{P}) = 0,4 * 31 = 12,4 \text{ г}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = m(\text{H}_2\text{O}) / M(\text{H}_2\text{O}) = 10,8 / 18 = 0,6 \text{ моль}$$

$$n(\text{H}) = n(\text{H}_2\text{O}) * 2 = 0,6 * 2 = 1,2 \text{ моль}$$

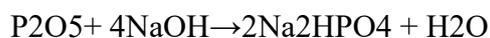
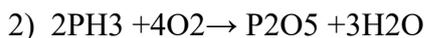
$$m(\text{H}) = n(\text{H}) * M(\text{H}) = 1,2 * 1 = 1,2 \text{ г}$$

$$m(\text{O}) = m(\text{в-ва}) - m(\text{P}) - m(\text{H}) = 13,8 - 12,4 - 1,2 = 0 \text{ г}$$

Значит, O в в-ве не содержался

$$P(x)H(y): x : y = n(\text{P}) : n(\text{H}) = 0,4 : 1,2 = 1 : 3$$

Значит, неизвестное в-во -  $\text{PH}_3$  **(3 балла)**



$$3) n(\text{H}_3\text{PO}_4) = n(\text{P}_2\text{O}_5) * 2 = 0,2 * 2 = 0,4 \text{ моль}$$

$$m \text{ p-ра}(\text{NaOH}) = \rho \text{ p-ра}(\text{NaOH}) * V \text{ p-ра}(\text{NaOH}) = 1,351 * 74 = 100 \text{ г}$$

$$m(\text{NaOH}) = \omega(\text{NaOH}) * m \text{ p-ра}(\text{NaOH}) / 100\% = 32\% * 100 / 100\% = 32 \text{ г}$$

$$n(\text{NaOH}) = m(\text{NaOH}) / M(\text{NaOH}) = 32 / 40 = 0,8 \text{ моль}$$

Исходя из соотношений количеств веществ  $\text{P}_2\text{O}_5$  и  $2\text{NaOH}$ , образуется гидрофосфат натрия  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  **(4 балла)**

$$4) n(\text{H}_3\text{PO}_4) = n(\text{Na}_2\text{HPO}_4) = 0,4 \text{ моль}$$

$$m(\text{Na}_2\text{HPO}_4) = n(\text{Na}_2\text{HPO}_4) * M(\text{Na}_2\text{HPO}_4) = 0,4 * 142 = 56,8 \text{ г}$$

$$m(\text{H}_3\text{PO}_4) = n(\text{H}_3\text{PO}_4) * M(\text{H}_3\text{PO}_4) = 0,4 * 98 = 39,2 \text{ г}$$

$$m \text{ p-ра} = m(\text{H}_3\text{PO}_4) + m(\text{NaOH}) = 100 + 39,2 = 139,2 \text{ г};$$

$$\omega(\text{Na}_2\text{HPO}_4) = m(\text{Na}_2\text{HPO}_4) * 100\% / m \text{ p-ра} = 56,8 * 100\% / 139,2 = 40,8\%$$

**(4 балла)**