

**ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
ПО ХИМИИ 2018-2019 уч. г.  
ШКОЛЬНЫЙ ЭТАП**

**10 класс**

**Задания, ответы и критерии оценивания**

В итоговую оценку из 6 задач засчитываются 5 решений, за которые участник набрал наибольшие баллы, то есть одна из задач с наименьшим баллом не учитывается. Максимальное количество баллов – 50.

**Задание 1. Восстановить части уравнения.**

Восстановите левую или правую часть уравнений следующих химических реакций:

- 1)  $\dots \rightarrow \text{MnBr}_2 + \text{Br}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
- 2)  $\dots \rightarrow 2\text{CaCO}_3\downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$
- 3)  $\dots \rightarrow 4\text{Fe}(\text{OH})_3\downarrow + 4\text{Na}_2\text{SO}_4$
- 4)  $\text{CuS} + 4\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \dots$
- 5)  $6\text{HNO}_3 + \text{P}_2\text{O}_5 \rightarrow \dots$

**Решение.**

- 1)  $\text{MnO}_2 + 4\text{HBr} = \text{MnBr}_2 + \text{Br}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
- 2)  $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 = 2\text{CaCO}_3\downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$
- 3)  $4\text{FeSO}_4 + 8\text{NaOH} + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{Fe}(\text{OH})_3\downarrow + 4\text{Na}_2\text{SO}_4$
- 4)  $\text{CuS} + 4\text{H}_2\text{O}_2 = \text{CuSO}_4 + 4\text{H}_2\text{O}$
- 5)  $6\text{HNO}_3 + \text{P}_2\text{O}_5 = 3\text{N}_2\text{O}_5 + 2\text{H}_3\text{PO}_4$

За каждое уравнение по 2 балла

**Всего - 10 баллов**

**Задание 2. Установление формулы.**

При хлорировании на свету индивидуального изомера некоторого алкана была получена смесь продуктов реакции, в которой содержалось только два изомерных монохлорпроизводных. Плотность паров монохлорпроизводных по исходному алкану равна 1,4.

А. Изомер какого алкана был взят для этого эксперимента? Выводы подтвердите соответствующими расчетами.

Б. Сколько изомеров имеет этот алкан? Напишите структурные формулы всех изомеров искомого алкана и назовите их по систематической номенклатуре.

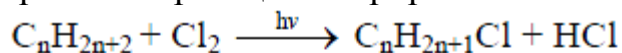
В. Установите строение изомера этого алкана, при хлорировании которого образуются только два моногалогенпроизводных.

Г. Напишите уравнение реакции хлорирования этого изомера и укажите, какой из хлорзамещенных преобладает в смеси продуктов реакции. Назовите по систематической номенклатуре органические продукты реакции.

**Решение.**

А. Общая формула алканов  $C_nH_{2n+2}$

Уравнение реакции хлорирования алканов в общем виде:

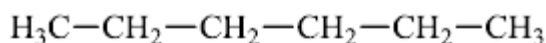


$$M(C_nH_{2n+2}) = (14n+2) \text{ г/моль}; \quad M(C_nH_{2n+1}Cl) = (14n+36,5) \text{ г/моль}$$

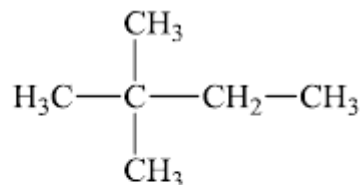
$$D(C_nH_{2n+1}Cl) = \frac{M(C_nH_{2n+1}Cl)}{M(C_nH_{2n+2})}; \quad \frac{14n+36,5}{14n+2} = 1,4$$

$n=6$ , следовательно, в эксперименте использовали изомер гексана  $C_6H_{14}$ .

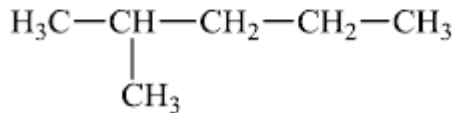
Б. Гексан имеет пять изомеров:



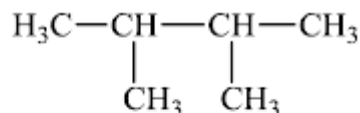
н-гексан



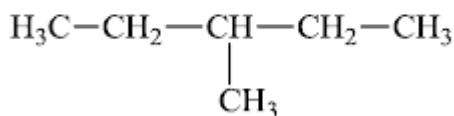
2,2-диметилбутан



2-метилпентан



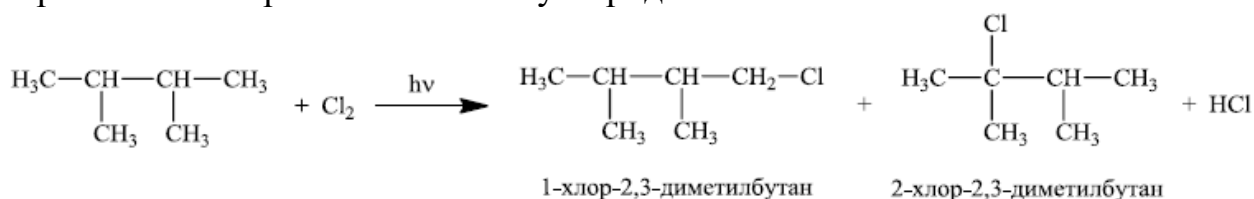
2,3-диметилбутан



3-метилпентан

В. Только при хлорировании 2,3-диметилбутана образуются два изомерных монохлорпроизводных.

Г. В смеси органических продуктов реакции преобладает 2-хлор-2,3-диметилбутан, так как в реакциях радикального замещения наиболее вероятна атака третичного атома углерода.



За пункт А – 4 балла.

За пункты Б, В, Г – по 2 балла.

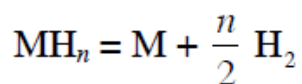
**Всего – 10 баллов.**

### Задание 3. Электролиз.

Расплав бинарного неорганического соединения массой 6,30 г подвергли электролизу. На аноде выделилось 3,36 л (н. у.) водорода. Определите, какое вещество подвергли электролизу. Что с ним произойдёт в водном растворе?

#### Решение.

Поскольку вещество бинарное и при электролизе выделяется водород, это гидрид (1 балл). Судя по тому, что расплав проводит электрический ток, гидрид ионный, т. е., скорее всего, гидрид активного металла. Запишем уравнение реакции в общем виде ( $n$  – степень окисления металла):



$\nu(H_2) = 3,36 : 22,4 = 0,15$  моль.

По уравнению реакции  $\nu(MH_n) = 0,15 : (n : 2) = 0,3 : n$ .

Молярная масса гидроксида:  $M(MH_n) = 6,30 : (0,3 : n) = 21n$ .

Атомная масса металла равна  $21n - n = 20n$ .

При  $n = 2$  атомная масса равна 40 г/моль – это кальций. Формула гидроксида –  $CaH_2$ .

В водном растворе  $CaH_2$  разлагается:

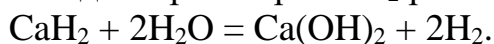


Схема электролиза – 3 балла.

Молярная масса гидроксида – 3 балла.

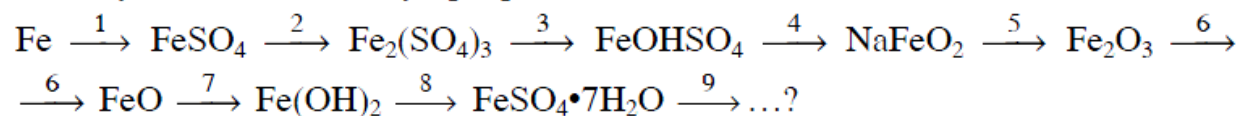
Формула гидроксида – 2 балла.

Уравнение реакции – 2 балла.

**Всего – 10 баллов.**

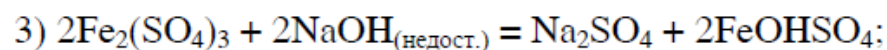
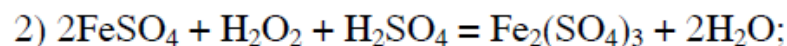
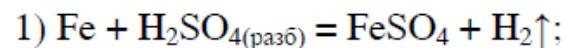
### Задание 4. Превращения железа.

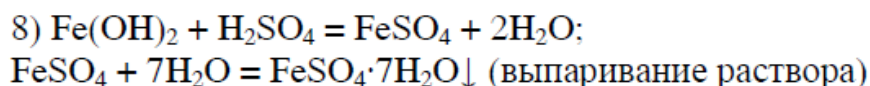
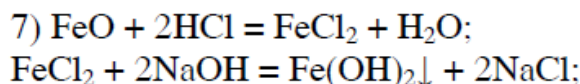
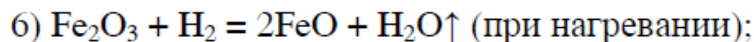
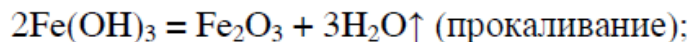
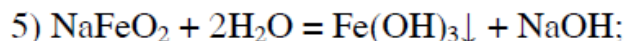
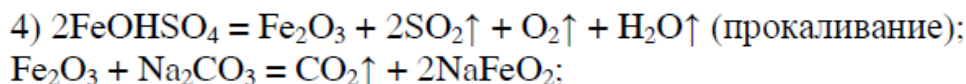
Как осуществить цепочку превращений:



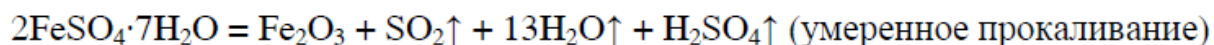
Некоторые процессы идут в несколько стадий. Напишите уравнения всех реакций и укажите условия их протекания.

#### Решение.





(по 1 баллу за каждое превращение).



(2 балла).

**Всего – 10 баллов.**

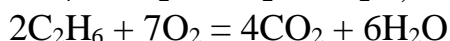
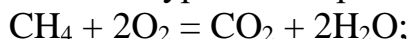
#### Задание 5. Анализ смеси углеводородов

На сжигание 25 мл смеси метана и этана взяли 90 мл кислорода. После реакции объём смеси углекислого газа и кислорода составил 60 мл.

Определите состав исходной смеси в мольных %. Учтите, что объёмы всех газов (газовых смесей) измеряли при одних и тех же условиях (не обязательно н. у.!).

**Решение.**

Запишем уравнения реакций:



По 2 балла за уравнение.

Поскольку объёмы измеряли при одних и тех же условиях, количества газов пропорциональны объёму с одним и тем же коэффициентом пропорциональности (закон Авогадро). (1 балл)

Пусть  $V(\text{CH}_4) = x$  мл,  $V(\text{C}_2\text{H}_6) = y$  мл, тогда  $x + y = 25$  (1 балл).

В реакцию вступило  $(2x + 3,5y)$  мл  $\text{O}_2$ , а осталось  $(90 - 2x - 3,5y)$  мл (1 балл).

Образовалось  $(x + 2y)$  мл  $\text{CO}_2$  (1 балл).

Объём смеси  $\text{CO}_2$  и  $\text{O}_2$

после реакции:  $(90 - 2x - 3,5y) + (x + 2y) = 60$ , откуда  $x + 1,5y = 30$ .

Решая систему, находим  $x = 15$ ,  $y = 10$  (1 балл).

По закону Авогадро мольные доли равны объемным долям:

$$\chi(\text{CH}_4) = 15 : 25 = 0,6 = 60\%;$$

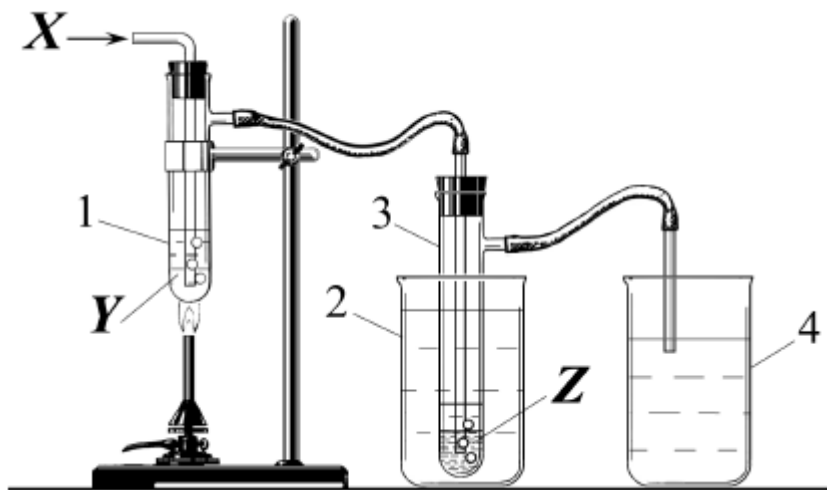
$$\chi(\text{C}_2\text{H}_6) = 10 : 25 = 0,4 = 40\%$$

(1 балл).

**Всего – 10 баллов.**

### Задание 6. Завод в пробирке

Юные химики решили в лаборатории воспроизвести промышленный способ получения вещества Z. Для этого они собрали установку, представленную на рисунке.



В пробирку (1) они налили насыщенный раствор некоторой соли Y и нагрели. Через горячий раствор пропустили ток газа X жёлто-зелёного цвета. Летучие вещества, выделяющиеся из реактора, конденсировали в пробирке-приёмнике (3), которая была опущена в стакан (2) с холодной водой. Через некоторое время на дне приёмника начала конденсироваться тяжёлая жидкость Z, имеющая красно-бурю окраску. Известно, что соль Y окрашивает пламя в жёлтый цвет.

А. Какие вещества зашифрованы буквами X, Y и Z? Ответ поясните и проиллюстрируйте соответствующим уравнением реакции.

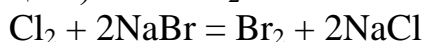
Б. Как в промышленности получают вещество Z?

В. Газоотводную трубку от пробирки (3) опустили в стакан (4), заполненный некоторой жидкостью. С какой целью это сделали? Какую жидкость лучше использовать для достижения поставленной цели? Ответ подтвердите соответствующими уравнениями.

### Решение.

А. На рисунке представлена установка для получения брома.

Вещества X –  $\text{Cl}_2$ , Y – NaBr (соль натрия, так как окрашивает пламя в жёлтый цвет) и Z –  $\text{Br}_2$ .

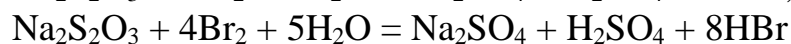
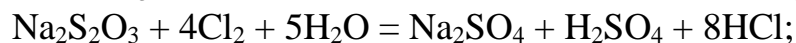


(4 балла – по одному баллу за каждое вещество и одно уравнение).

Б. В промышленности бром получают аналогичным методом. Хлор пропускают через горячую морскую воду, озёрные и подземные рассолы, содержащие бромид-ионы  $\text{Br}^-$ . Образующийся бром отгоняют с водяным паром (2 балла).

В. Газоотводную трубку от пробирки (3) опустили в стакан (4) для поглощения избытка хлора и паров брома, которые не сконденсировались в

приёмнике. В качестве поглотителей можно использовать, например, растворы щелочей, соды, тиосульфата натрия:



(4 балла – 2 балла за идею и 2 балла – за уравнения реакций).

**Всего – 10 баллов.**