

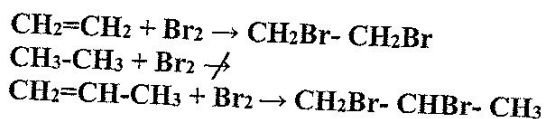
**Всероссийская олимпиада школьников по химии**  
**Школьный этап, 11 класс**

**Решение задач и указания к оцениванию**  
**max = 100 баллов**

**Задание 1.**

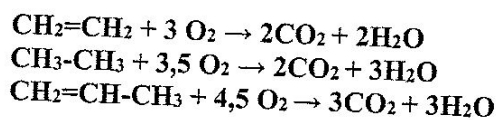
Пропускание смеси этена, этана и пропилена через 400 г 10% раствора брома уменьшает исходный объем на 5,6 л (н.у.). При этом образуется 49,1 г осадка. При сжигании такого же количества смеси образуется 23,52 л (н.у.) углекислого газа, а на гидрирование затрачивается 5,6 л (н.у.) водорода (конечный объем этана составляет 6,72 л). Установите объемную долю каждого компонента смеси.

**Решение:**

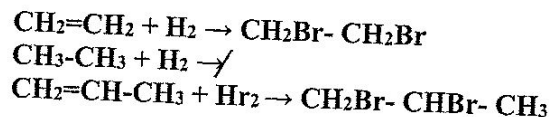


$$m(\text{Br}_2)=40 \text{ г} \quad n(\text{Br}_2)=0,25 \text{ моль}$$

$$\begin{aligned} \text{Пусть } n(\text{C}_2\text{H}_4) &= x \text{ моль} \quad n(\text{C}_2\text{H}_6) = y \text{ моль} \quad n(\text{C}_3\text{H}_6) = z \text{ моль} \\ x + z &= 0,25 \quad (1) \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} n(\text{CO}_2) &= 1,05 \text{ моль} \\ 2x + 2y + 3z &= 1,05 \quad (2) \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} \text{Общее количество этана } n(\text{C}_2\text{H}_6) &= 0,3 \text{ моль} \\ x + y &= 0,3 \quad (3) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Решаем систему уравнений (1-3)} \\ x=0,1 \quad y=0,2 \quad z=0,15 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} n(\text{смеси}) &= 0,45 \text{ моль} \\ V(\text{смеси}) &= 10,08 \text{ л} \\ \varphi(\text{C}_2\text{H}_4) &= 22,2\% \quad \varphi(\text{C}_2\text{H}_6) = 44,4\% \quad \varphi(\text{C}_3\text{H}_6) = 33,3\% \end{aligned}$$

**Указания к оцениванию:**

Содержание верного ответа	Баллы
Составлены уравнения взаимодействия с бромом	4
Найдено количество вещества брома	1
Составлены уравнения горения	6

Найдено количество вещества $\text{CO}_2$	1
Составлены уравнения взаимодействия с водородом	4
Найдено количество вещества этана	1
Найдены количества веществ в исходной смеси	5
Найдены объемные доли	4
<b>Всего</b>	<b>26</b>

### Задание 2.

Газ **A**, который используют при резке и сварке металлов, смешали со взрывоопасным газом **B** в молярном соотношении 1:1 и пропустили при нагревании над платиновым катализатором (реакция 1). Получился газ **C**, который используют для ускорения созревания плодов. Газ **C** пропустили через раствор **D** желтого цвета, который в процессе взаимодействия с газом **C** обесцветился (р-я 2). При пропускании газа **C** через розовый раствор вещества **E** также наблюдается обесцвечивание раствора и образуется вещество **F** (р-я 3), используемое для изготовления незамерзающих смесей (антифриз).

- Определите вещества **A-F**, приведите их названия по номенклатуре ИЮПАК, для веществ **A**, **C** и **F** составьте структурные формулы.
- Составьте уравнения описанных реакций 1-3 (используйте структурные формулы).

### Решение:

**A:**  $\text{CH}\equiv\text{CH}$     этин

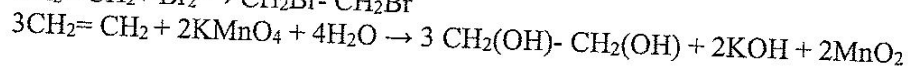
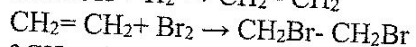
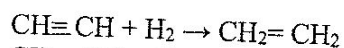
**B:**  $\text{H}_2$     водород

**C:**  $\text{CH}_2=\text{CH}_2$     этен

**D:**  $\text{Br}_2$     бром

**E:**  $\text{KMnO}_4$     перманганат калия

**F:**  $\begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{CH}_2 \\ | \quad | \\ \text{OH} \quad \text{OH} \end{array}$     этандиол-1,2



### Указания к оцениванию:

Содержание верного ответа	Баллы
Составлены формулы и приведены названия веществ	18
Составлены уравнения реакций	9
<b>Всего</b>	<b>27</b>

### Задание 3.

Халькопирит представляет собой природный минерал, в состав которого входят медь, железо и сера. Массовые доли названных элементов соответственно 34,64%, 30,42% и 34,95%. При обжиге халькопирита получают твердый продукт, к которому добавляют песок и повторно нагревают. Образующийся легкоплавкий силикат железа (III) удаляют, а твердый остаток, содержащий 79,85% меди по массе, обжигают в токе кислорода и

получают черновую медь, имеющую степень чистоты около 99%, и газ, который используют в производстве серной кислоты.

- Проведите расчеты и установите формулу халькопирита;
- Напишите уравнения всех описанных реакций, протекающих при получении черновой меди из халькопирита;
- Какая масса меди может получиться из 1 т руды, содержащей 78% (масс.) халькопирита при 90% выходе продукта?

#### Решение:

Халькопирит  $\text{Cu}_x\text{Fe}_y\text{S}_z$

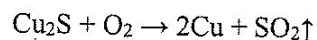
$x : y : z = 34,63/64 : 30,42/56 : 34,95/32 = 1 : 1 : 2$

$\text{CuFeS}_2$

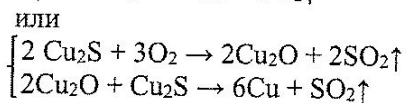
Газ, перерабатываемый в серную кислоту, оксид серы (IV)  $\text{SO}_2$ . Следовательно, твердый остаток после начальных стадий переработки  $\text{Cu}_4\text{S}_6$

$a : b = 79,85/64 : 20,15/32 = 1 : 2$

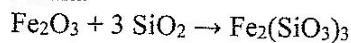
$\text{Cu}_2\text{S}$



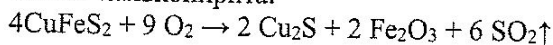
или



Песок используется для связывания оксида железа (III) в силикат, который удаляют в виде шлака



Обжиг халькопирита:



Согласно стехиометрической схеме  $\text{CuFeS}_2 \rightarrow \text{Cu}$   $n(\text{Cu}) = n(\text{CuFeS}_2) = 4,24$  кмоль

$m(\text{Cu})_{\text{теор}} = 271$  кг

$m(\text{Cu})_{\text{практ}} = 244$  кг

#### Указания к оцениванию:

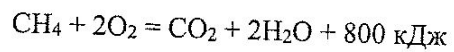
Содержание верного ответа	Баллы
Определена формула халькопирита	5
Определена формула твердого остатка $\text{Cu}_2\text{S}$	5
Составлены уравнения обжига $\text{Cu}_2\text{S}$	6
Составлено уравнение получения силиката железа (III)	2
Составлено уравнение обжига халькопирита	5
Определена масса меди с учетом выхода продукта реакции	7
<b>Всего</b>	<b>30</b>

#### Задание 4.

Составьте термохимическое уравнение горения метана, если его удельная теплота сгорания равна 50 МДж/кг. Определите, на сколько градусов можно было бы нагреть 10 кг воды за счет теплоты, выделившейся при горении 32,09 л (1 атм., 25°C) метана? (теплоемкость воды 4,2 Дж/г·градус).

**Решение:**

1. Если в реакцию вступает 1 моль (16 г) метана, то выделяется  $16 \cdot 50 = 800$  (кДж)



2.  $pV = nRT$        $n(\text{CH}_4) = 1,313$  моль

Тогда  $Q = 1050,6$  кДж

$Q = m \cdot c \cdot \Delta t$        $\Delta t = 25^\circ\text{C}$

**Указания к оцениванию:**

Содержание верного ответа	Баллы
Составлены термохимическое уравнение	10
Найдено изменение температуры	7
<b>Всего</b>	<b>17</b>