

Всероссийская олимпиада школьников по химии
Школьный этап, 11 класс
2019/2020 год

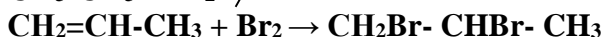
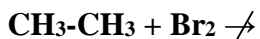
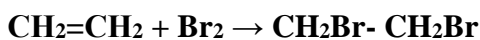
Решение задач и указания к оцениванию

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:

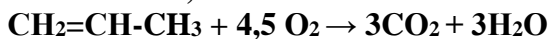
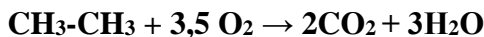
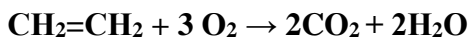


$$m(\text{Br}_2)=40 \text{ г}$$

$$n(\text{Br}_2)=0,25 \text{ моль}$$

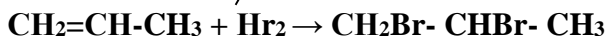
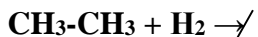
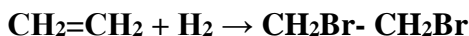
$$\text{Пусть } n(\text{C}_2\text{H}_4)=x \text{ моль} \quad n(\text{C}_2\text{H}_6)=y \text{ моль} \quad n(\text{C}_3\text{H}_6)=z \text{ моль}$$

$$x + z = 0,25 \quad (1)$$



$$n(\text{CO}_2)=1,05 \text{ моль}$$

$$2x + 2y + 3z = 1,05 \quad (2)$$



$$\text{Общее количество этана } n(\text{C}_2\text{H}_6)=0,3 \text{ моль}$$

$$x + y = 0,3 \quad (3)$$

Решаем систему уравнений (1-3)

$$x=0,1 \quad y=0,2 \quad z=0,15$$

$$n(\text{смеси})=0,45 \text{ моль}$$

$$V(\text{смеси})=10,08 \text{ л}$$

$$\varphi(\text{C}_2\text{H}_4)=22,2\% \quad \varphi(\text{C}_2\text{H}_6)=44,4\% \quad \varphi(\text{C}_3\text{H}_6)=33,3\%$$

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 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
Всего	26

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: CH₃≡CH этин

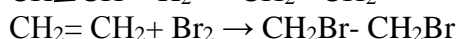
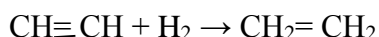
B: H₂ водород

C: CH₂=CH₂ этен

D: Br₂ бром

E: KMnO₄ перманганат калия

F: CH₂ – CH₂ этан-1,2-диол
 | |
 OH OH



Указания к оцениванию:

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

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

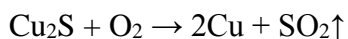
$$x : y : z = 34,63/64 : 30,42/56 : 34,95/32 = 1 : 1 : 2$$

CuFeS_2

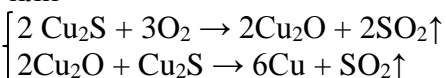
Газ, перерабатываемый в серную кислоту, оксид серы (IV) SO_2 . Следовательно, твердый остаток после начальных стадий переработки Cu_aS_b

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

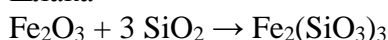
Cu_2S



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

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

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

Указания к оцениванию:

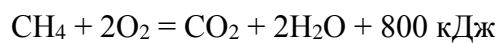
Содержание верного ответа	Баллы
Определена формула халькопирита	5
Определена формула твердого остатка Cu_2S	5
Составлены уравнения обжига Cu_2S	6
Составлено уравнение получения силиката железа (III)	2
Составлено уравнение обжига халькопирита	5
Определена масса меди с учетом выхода продукта реакции	7
Всего	30

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
Всего	17