

5.	$\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{KOH} = \text{KHSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$	1 балл
6.	$\text{KHSO}_4 + 3\text{H}_2\text{O} = 2\text{H}_2 + \text{O}_2 + \text{KOH} + \text{H}_2\text{SO}_4$ $2\text{KOH} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$	3 балла
8.	$\text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{S} = \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{K}_2\text{S}$	1 балл
9.	$\text{SO}_2 + 2\text{KOH} = \text{K}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$	1 балл
10.	$\text{K}_2\text{SO}_3 + \text{S} = \text{K}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{K}_2\text{S}$	2 балла
11.	$\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_3 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{KHSO}_4 + \text{S} + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	3 балла
7.	$\text{H}_2\text{S} + 2\text{KOH} = \text{K}_2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$	1 балл
12.	$\text{K}_2\text{S} + \text{S} = \text{K}_2\text{S}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	2 балл
13.	$\text{K}_2\text{S}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{H}_2\text{S} + \text{S} + 2\text{KHSO}_4$	3 балла
Итого		20 баллов

Задача 10-2

3,52 г смеси карбонатов кальция и магния обработали избытком соляной кислоты, при этом выделилось 896 мл газа (н.у.). Определите состав исходной смеси карбонатов в % по массе.

Как бы вы решили эту же задачу, если бы в условии было сказано, что объём газа определён при 720 мм рт.ст. и 20 °С? Изменится ли при этом ответ? (20 баллов)

РЕШЕНИЕ

1. Составим уравнения реакций:



2 балла

2. При взаимодействии карбонатов с сильными кислотами выделяется углекислый газ.

Найдём его количество. Т.к.т условия нормальные,

$$v_{\text{CO}_2} = \frac{V_{\text{CO}_2}}{V_M} = \frac{0,896}{22,4} = 0,04 \text{ моль}$$

1 балл

3. Т.к. из 1 моль любого из данных карбонатов, как следует из равенства соответствующих коэффициентов в уравнениях реакций, образуется 1 моль углекислого газа, то и суммарное количество карбонатов также будет равно 0,04 моль.

1 балл

4. Приняв количество вещества одного из них, к примеру, CaCO_3 , за x , а другого за $(0,04 - x)$, можем составить уравнение

$$100x + 84(0,04 - x) = 3,52$$

где 100 и 84 – молярные массы CaCO_3 и MgCO_3 , соответственно.

Решив уравнение, получаем $x = 0,01$ моль – количество вещества CaCO_3 и $0,04 - 0,01 = 0,03$ моль – количество вещества MgCO_3 . И их массы, соответственно, будут равны:

$$m(\text{CaCO}_3) = 100 \cdot 0,01 = 1 \text{ (г)}$$

$$m(\text{MgCO}_3) = 84 \cdot 0,03 = 2,52 \text{ (г)} \text{ (или } 3,52 - 1 = 2,52)$$

5 баллов

(Если задача нахождения количества и массы карбонатов решена любым другим логичным математическим способом (система уравнений, «жуки-пауки», «правило рычага» и пр.), то за решение также ставится 5 баллов)

5. Отсюда находим состав исходной смеси:

$$\omega_{CaCO_3} = \frac{1}{3,52} \cdot 100\% = 28,4\%$$

$$\omega_{MgCO_3} = \frac{2,52}{3,52} \cdot 100\% = 71,6\%$$

$$(или 100 - 28,4 = 71,6)$$

2 балла

6. Для решения задачи в условиях, отличных от нормальных, используем универсальный газовый закон:

$$\frac{pV}{T} = \frac{p_0V_0}{T_0}$$

где p_0, V_0 и T_0 – давление, объём и температура газа в нормальных условиях (760 мм рт.ст., объём газа в нормальных условиях и 273 К, соответственно), а p, V и T в условиях, отличных от таковых (условия данной задачи – 720 мм рт.ст., 896 мл = 0,896 л и $20^\circ\text{C} = 293\text{ K}$).

3 балла

(Если в решении приведено уравнение Менделеева-Клапейрона, оно также оценивается в 3 балла)

Приведём объём газа к нормальным условиям:

$$V = \frac{pVT_0}{p_0T} = \frac{720 \cdot 0,896 \cdot 273}{760 \cdot 293} = 0,791 \text{ л}$$

2 балла

Отсюда можно найти количество вещества углекислого газа:

$$\frac{0,791}{22,4} = 0,0353 \text{ моль}$$

1 балл

Далее решение осуществляется, как и в случае нормальных условий, по схеме из пунктов 3-5. При этом массовые доли не изменяются.

3 балла

(Максимальный балл выставляется, если продемонстрировано расчетом, что массы/массовые доли карбонатов такие же, как в первом случае. Если утверждение не подтверждено расчетом, то выставляется 1 балл)

Итого

20 баллов

Задача 10-3

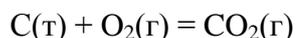
Известно, что негашеную известь можно получить разложением карбоната кальция, причем эта реакция является эндотермической – для получения 1 моля негашеной извести требуется затратить 157 кДж теплоты. Рассчитайте, какое количество каменного угля нужно сжечь, чтобы выделившейся теплоты хватило для получения 100 г извести, если известно, что при полном сгорании одного моля углерода выделяется 393,5 кДж теплоты, а массовая доля углерода в каменном угле составляет 80%. (20% - негорючие примеси). Теплотерями пренебечь. Напишите уравнения реакций разложения карбоната кальция и полного сгорания углерода. Выясните, хватит ли сосуда объемом 40 л, чтобы собрать выделяющийся из реакционного сосуда при разложении карбоната кальция газ (его считать идеальным) при комнатной температуре (25°C) и стандартном атмосферном давлении. (20 баллов)

РЕШЕНИЕ

Уравнения реакций



1 балл



1 балл

Рассчитаем количество молей негашеной извести:

$$n(\text{CaO}) = \frac{m}{M} = \frac{100}{(40 + 16)} = 1,786 \text{ (моль)}$$

1 балл

Зная количество теплоты, необходимое для получения 1 моля извести, рассчитаем количество теплоты:

$$Q_{\text{затрач}} = n(\text{CaO}) * Q(\text{CaO}) = 1,786 * 157 = 280,36 \text{ (кДж)}$$

4 балла

Теперь посчитаем, какое количество молей углерода надо взять, чтобы получить такое количество молей теплоты:

$$n(\text{C}) = \frac{280,36}{393,5} = 0,71 \text{ (моль)}$$

4 балла

Тогда масса углерода:

$$m(\text{C}) = n(\text{C}) * M = 0,71 * 12 = 8,55 \text{ (г)}$$

1 балл

Учитывая, что каменный уголь состоит из углерода на 80%, масса каменного угля:

$$m(\text{угля}) = \frac{m(\text{C})}{0,8} = 0,71 * 12 = 10,7 \text{ (г)}$$

2 балла

Узнаем количество выделившегося при разложении карбоната кальция углекислого газа.

По уравнению реакции:

$$n(\text{CO}_2) = n(\text{CaO}) = 1,786 \text{ (моль)}$$

2 балла

Узнаем, какой объем занимает этот газ:

$$pV = nRT, \text{ откуда } V(\text{CO}_2) = \frac{nRT}{p} = \frac{1,786 * 8,314 * (273 + 25)}{10^5} = 0,0442 \text{ (м}^3\text{)} = 44,2 \text{ (л)}$$

3 балла

(Если атмосферное давление бралось равным не 10^5 , а $1,013 \cdot 10^5$, ответ будет $0,0437 \text{ м}^3$ или $43,7 \text{ л.}$)

Поскольку объем выделившегося газа будет больше 40 л, приготовленного сосуда не хватит, чтобы собрать весь выделяющийся при разложении карбоната кальция газ.

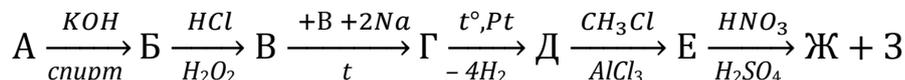
1 балл

Итого

20 баллов

10-4.

Дана следующая последовательность превращений:



Приведите структурные формулы веществ А – З, назовите их. Напишите уравнения всех реакций и дайте необходимые пояснения об образовании тех или иных изомеров.

Известно, что вещество А является моноклоралканом, содержащим 45.2 % Cl. (20 баллов)

РЕШЕНИЕ

Брутто формула вещества А – $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{Cl}$.

1 балл

Тогда: 35.5 - 45.2 %

$\text{C}_n\text{H}_{2n+1}$ - 54.8 %

$12n + 2n + 1 = 43.0$ $n = 3.$

2 балла

А - 1-хлорпропан или 2-хлорпропан.

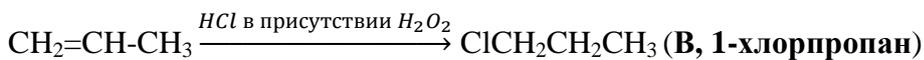
1 балл

Исходя из условий задачи это не принципиально, поскольку на 2-ой стадии оба этих соединения дают один и тот же продукт.

1 балл



2 балла



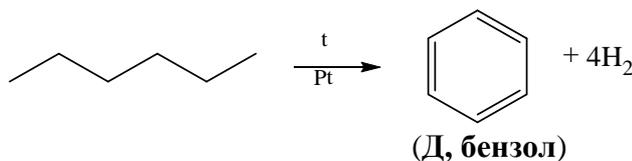
2 балла

В присутствии перекиси водорода реакция идет по радикальному механизму (против правила Марковникова)

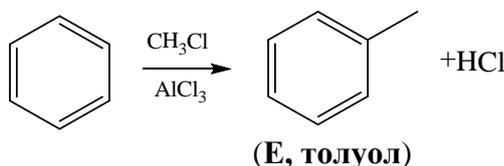
2 балла



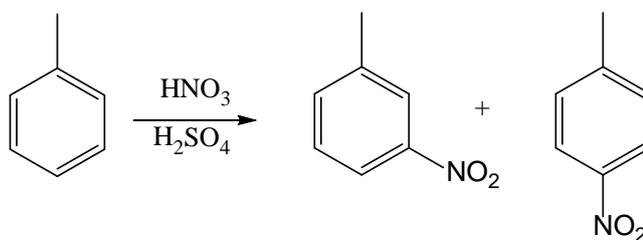
1 балл



2 балла



1 балл



(Ж и З, орто- и пара-нитротолуол)

2 балла

CH₃-группа – электронодонорный заместитель (заместитель 1-го рода), ориентирует электрофильные реагенты в орто- и пара-положения.

3 балла

Итого

20 баллов

11-5.

При окислении алкена (алкильный фрагмент не имеет разветвлений) перманганатом калия в нейтральной среде вес полученного продукта увеличивается на 37.8 %. Установите структурную формулу исходного алкена, если известно, что при взаимодействии со смесью перманганата калия с серной кислотой наряду с образованием продукта выделяется диоксид углерода. Приведите все необходимые расчеты. Напишите полные уравнения реакций. (20 баллов)

РЕШЕНИЕ

Брутто-уравнение окисления алкенов перманганатом калия в нейтральной среде:



1 балл

Из этого уравнения следует:

Масса алкена – 62.2%, т.е.:

M(OH)₂ 34 составляет 37.8 %

M алкена x - 62.2 %

2 балла

x = 56. 12n + 2n = 56. n = 4.

2 балла

Формулы алкена – C₄H₈, что соответствует одному из изомерных бутенов.

1 балл

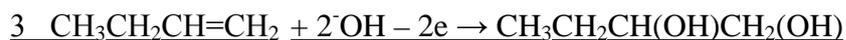
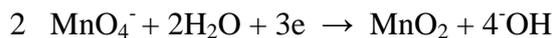
Поскольку из условий задания известно, что алкильный заместитель не имеет разветвлений, а при окислении его смесью перманганата калия и серной кислоты выделяется диоксид углерода, то этот алкен – бутен-1 (CH₃CH₂CH=CH₂).

2 балла

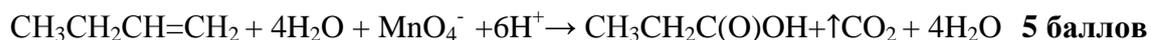
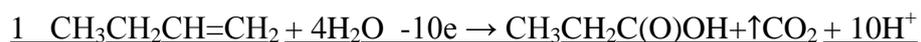
Окисление алкенов смесью перманганата калия и серной кислоты приводит к образованию карбоновых кислот. При окислении терминальных алкенов одним из продуктов является метановая кислота, которая в этих условиях окисляется до диоксида углерода.

2 балла

Уравнения реакций:



5 баллов



По 5 б. дается за полностью уравненные уравнения с приведением электронного баланса.

Итого

20 баллов