

ОЛИМПИАДНЫЕ ЗАДАНИЯ 11 КЛАССА

Решение 11-1

Система оценивания

Уравнения реакций получения соединений А - D - 1 балл за уравнение, всего $4 \times 1 = 4$ балла.

Названия соединений А - D - 0,5 балла за каждое, всего $0,5 \times 4 = 2$ балла.

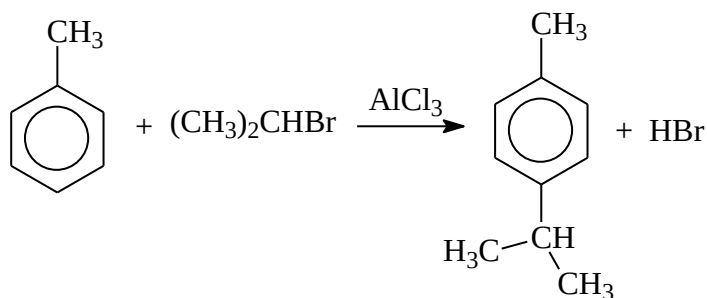
Структурные формулы соединений А - D - 0,5 балла за каждое, всего $0,5 \times 4 = 2$ балла.

Схема электронного баланса для превращения В в С - 1 балл.

Уравнение реакции бромирования D - 1 балл.

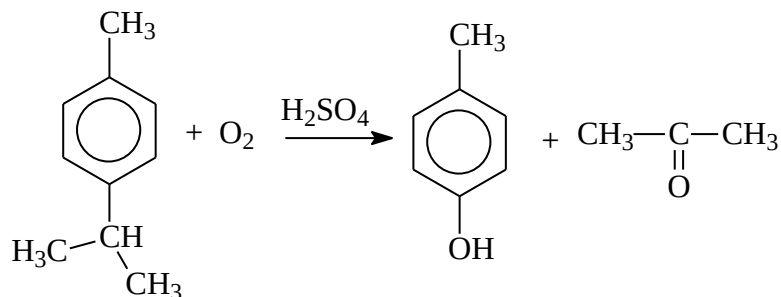
Итого: 10 баллов

Решение



1.

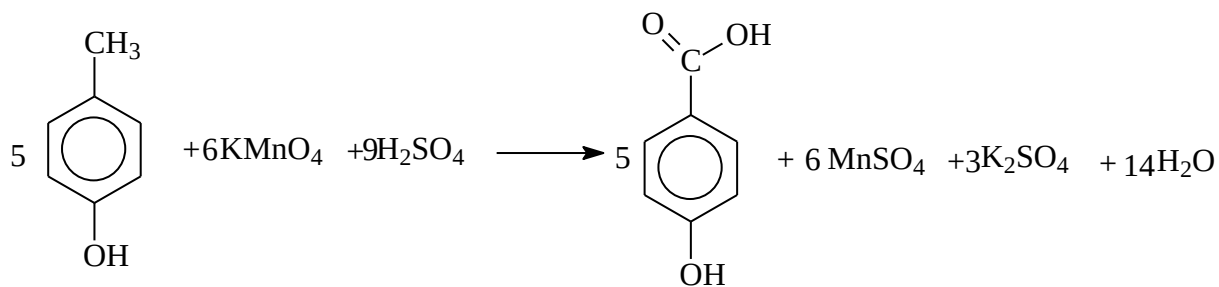
Название соединения А - 1-метил-4-изопропилбензол



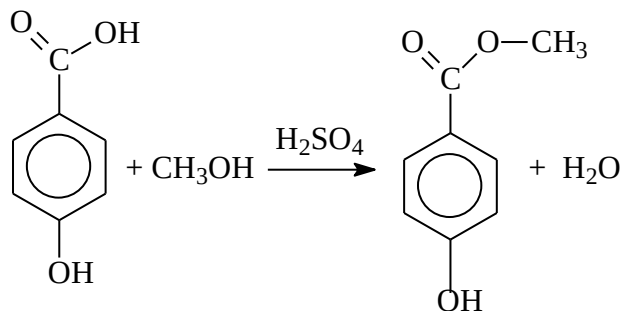
2.

Название соединения В - 1-метил-4-оксибензол

3.



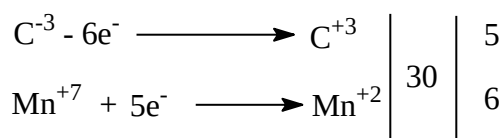
Название соединения С - 4-оксибензойная кислота



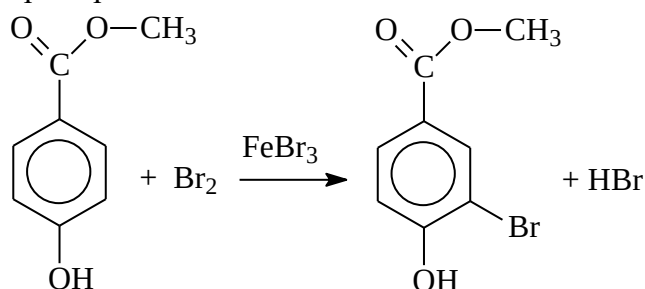
4.

Название соединения D - метиловый эфир 4-оксибензойной кислоты.

5. Схема электронного баланса для превращения В в С:



6. Уравнение реакции бромирования соединения D:



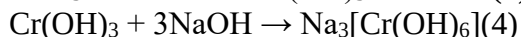
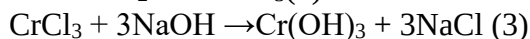
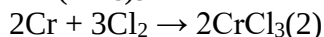
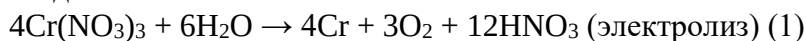
Решение 11-2

При электролизе раствора нитрата хрома (III) выделилось 26 г хрома, который сожгли в хлоре. К продукту постепенно добавляли 40%-ный раствор гидроксида натрия (плотность раствора 1,4 г/мл). Выпавший в начале осадок потом полностью перешел в раствор.

1. Запишите уравнения реакций.

2. Укажите количество анодного и катодного продукта (моль).

3. Рассчитайте объем раствора щелочи, затраченный на перевод в раствор выпавшего осадка.



1) Находим количество хрома и кислорода

$$n(\text{Cr}) = 26/52 = 0,5 \text{ (моль)}$$

$$n(\text{O}_2) = n(\text{Cr}) \cdot 3/4 = 0,375 \text{ (моль)}$$

2) Находим объем раствора гидроксида натрия, необходимое для растворения осадка гидроксида хрома (III)

По уравнениям реакций $n(\text{NaOH})$, необходимое для растворения осадка гидроксида хрома (III) равно

$$n(\text{NaOH}) = 3 \cdot n(\text{Cr}(\text{OH})_3)$$

$$n(\text{NaOH}) = 3 \cdot 0,5 = 1,5 \text{ (моль)}$$

$$m(\text{NaOH}) = 1,5 \cdot 40 = 60 \text{ (г)}$$

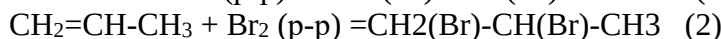
$$m(\text{р-ра NaOH}) = 60/0,4 = 150 \text{ (г)}$$

$$V(\text{р-ра NaOH}) = 150/1,4 = 107,14 \text{ (г)}$$

Критерии оценивания	Баллы
Правильно написаны уравнения реакции	1*4=4
Найдено количество кислорода, хрома	0,5*2=1
Найден объем раствора гидроксида натрия, необходимый для растворения осадка гидроксида хрома (III)	2
Итого	7

Решение задачи 11-3 (автор Исаев Д.С.)

В задаче имеется избыточная информация, поэтому способов решения может быть несколько. Запишем УХР взаимодействия компонентов смеси с бромной водорой:



Произведём расчёт количества брома:

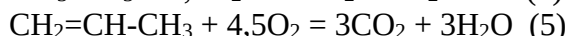
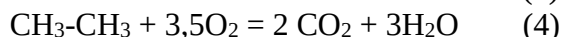
$$m(\text{Br}_2) = 400 \text{ г} \cdot 0,1 = 40 \text{ г}$$

$$n(\text{Br}_2) = 40 \text{ г} : 160 \text{ г/моль} = 0,25 \text{ моль}$$

Пусть количество этена равно x моль, количество этана y моль, а количество пропена – z моль. Тогда исходя из стехиометрических коэффициентов в уравнениях (1) и (2) можно составить математическое уравнение:

$$x + z = 0,25$$

Составим уравнения горения компонентов смеси:



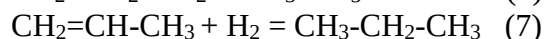
Произведём расчёт количества углекислого газа:

$$n(\text{CO}_2) = 23,52 \text{ л} : 22,4 \text{ л/моль} = 1,05 \text{ моль}$$

Исходя из стехиометрических коэффициентов в уравнениях (3), (4) и (5) можно составить второе уравнение:

$$2x + 2y + 3z = 1,05$$

Составим уравнения восстановления компонентов смеси:



Произведём расчёт общего количества этана:

$$n(\text{C}_2\text{H}_6) = 6,72 \text{ л} : 22,4 \text{ л/моль} = 0,3 \text{ моль}$$

Исходя из стехиометрических коэффициентов в уравнениях (6) и (7) можно составить ещё одно математическое уравнение:

$$x + y = 0,3$$

Решаем систему уравнений:

$$x + z = 0,25$$

$$2x + 2y + 3z = 1,05$$

$$x + y = 0,3$$

$$z = 0,15 \text{ моль} = n(\text{C}_3\text{H}_6); y = 0,2 \text{ моль} = n(\text{C}_2\text{H}_6); x = 0,1 \text{ моль} = n(\text{C}_2\text{H}_4)$$

Рассчитаем объём смеси:

$$V(\text{смеси}) = n(\text{смеси}) \cdot 22,4 \text{ л/моль} = 10,08 \text{ л}$$

Рассчитаем объёмные доли компонентов газовой смеси:

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

Критерии оценивания	Баллы
Правильно написаны уравнения химических реакций	1х *7=7
Составлена система уравнений и решена	3
Рассчитан объём смеси, рассчитаны объёмные доли компонентов газовой смеси	3
Итого	13

Решение задачи 11-4

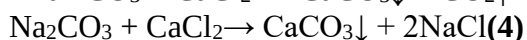
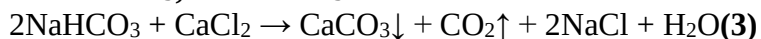
1. Окрашивание пламени газовой горелки в желтый цвет свидетельствует о присутствии в соединениях 1-3 атомов натрия, слабый фиолетовый оттенок пламени в случае соединений 4 и 5 – о наличии атомов калия.

2. Неокрашенный газ без запаха, образующийся при действии кислоты, может быть CO_2 , тогда вещества 1 и 2 – карбонат натрия Na_2CO_3 и гидрокарбонат натрия NaHCO_3 .



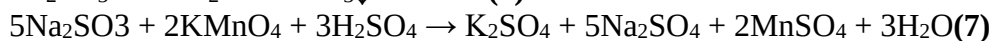
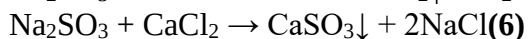
3. Так как с CaCl_2 вещество 1 образует осадок и газ, а вещество 2 только осадок, следовательно

1 - NaHCO_3 ; 2 - Na_2CO_3



4. Взаимодействие (обесцвечивание) с веществами 3 и 4 определяет их восстановительные свойства, а реакция с подкисленным раствором KI веществ 4 и 5 определяет их окислительные свойства. Следовательно, соединение 3 – восстановитель, 5 – окислитель, а 4 – и окислитель и восстановитель одновременно.

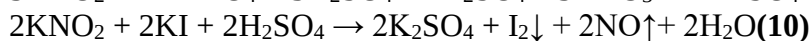
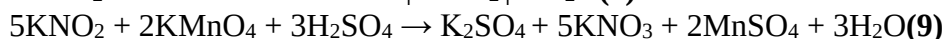
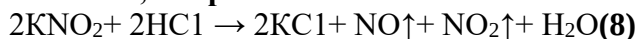
5. При взаимодействии соединения 3 с HCl выделяется газ с неприятным запахом, а с CaCl₂ образуется осадок, что позволяет предположить, что соединение 3 - Na₂SO₃ – сульфит натрия



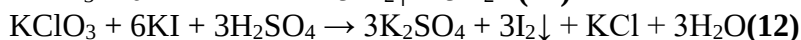
6. При взаимодействии соединения 4, обладающего и окислительными, и восстановительными свойствами, с HCl выделяется окрашенный газ с неприятным запахом, предположительно, NO₂.

Вывод:

4 – KNO₂, нитрит калия



7. Окислитель 5, образующий окрашенный газ с неприятным запахом при действии соляной кислоты, не образующий осадка с ионами кальция может быть хлоратом калия KClO₃.

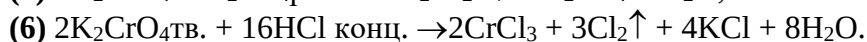
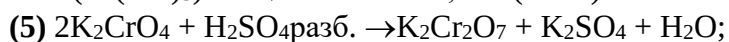
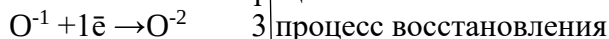
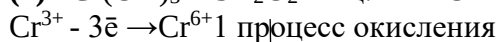
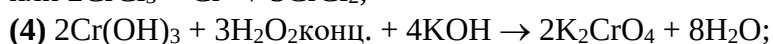
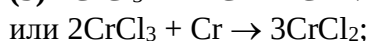
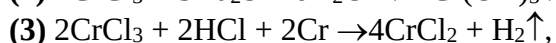
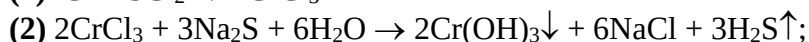
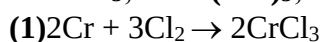


5 - KClO₃ – хлорат калия

Критерии оценивания	балл
Написаны 12 уравнений реакции	0,5*12=6 баллов
Определены вещества в боксах 1,2	0,5*2=1 баллов
Определены вещества в 3,4,5 боксах	1*3=3 балла
Итого	10 баллов

Решение задачи 11-5

А-CrCl₃; Б-Cr(OH)₃; В-CrCl₂; Г- K₂CrO₄; Д-K₂Cr₂O₇



Критерии оценивания	балл
Написаны 6 уравнений реакции	1*6=6 баллов
Определены вещества в боксах А, Б, В, Г, Д	0,5*5=2,5 баллов
Написан электронный баланс	1,0 балл
Указан окислитель и восстановитель	0,5 балла
Итого	10 баллов