

ЛІХ МОСКОВСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ХИМИИ

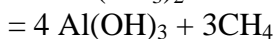
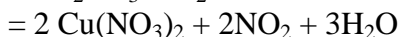
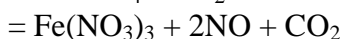
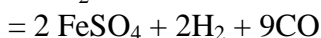
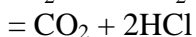
2002-2003 уч. год

10 класс

ЗАДАНИЯ

1. Известно, что белая краска на старинных картинах, представляющая собой свинцовые белила - основной карбонат свинца, темнеет после длительного пребывания в помещениях. Один из методов реставрации состоит в обработке потемневших участков пероксидом водорода. Почему краска темнеет и почему снова становится белой? Почему при реставрации на картинах иногда пропадает желтый цвет? Напишите соответствующие уравнения реакций.

2. Даны правые части уравнений химических реакций. Каждое из них описывает взаимодействие двух веществ. Запишите эти уравнения полностью.



3. Газовую смесь, полученную при разложении некоторого нитрата **A**, пропустили в раствор гидроксида калия. В поглотительном растворе были обнаружены нитрат- и нитрит-ионы. Масса твердого остатка **B** после разложения нитрата относится к массе исходного нитрата как 4 : 9. При прокаливании вещества **B** в токе CO был получен темный порошок **C**, масса которого относится к массе **B** как 7 : 10. Определите вещества **A**, **B** и **C** и напишите уравнения всех упомянутых реакций.

4. Согласно одной из методик определения "общего олова", к водному раствору пробы добавляют равный объем концентрированной соляной кислоты, затем вносят в колбу несколько железных гвоздей и некоторое время кипятят. Нерастворившиеся остатки гвоздей извлекают, раствор охлаждают, добавляют к нему кусочки мрамора и сразу титруют раствором иода до появления окраски иода.

1) Что такое "общее олово"? На каких химических реакциях основана указанная методика?

2) Зачем в реакционную смесь добавляют кусочки мрамора? (учитывая, что мелом его заменить нельзя).

3) Что будет определяться по этой методике, если пропустить стадию кипячения с железными гвоздями?

4) Какую массу олова (в пересчете на металл) содержал раствор, на титрование которого пошло 25 мл раствора иода с концентрацией 0,1 моль/л?

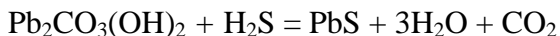
5. Смесь этена и пропена объемом 11,2 л имеет плотность по водороду 16,8. К смеси прибавили такой же объем водорода и пропустили ее над платиновым катализатором. Объем смеси на выходе из реактора составил 17,92 л. Определите состав начальной и конечной смеси газов (в % по объему) и степень превращения (в %), считая, что она одинакова для обоих алкенов. Все объемы измерены при н.у.

6. Три изомерных вещества **A**, **B** и **B** содержат 49,0% углерода, 2,7% водорода и элемент **X**. Продукты сгорания этих веществ в кислороде не содержат нелетучего остатка и полностью поглощаются раствором щелочи. Плотность паров этих веществ в пересчете на нормальные условия равна 6,56 г/л. Молекула соединения **A** имеет нулевой дипольный момент, дипольный момент молекулы **B** больше, чем молекулы **B**. Установите структурные формулы этих трех изомеров.

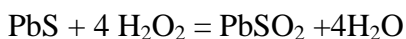
РЕКОМЕНДАЦИИ К РЕШЕНИЮ

1.

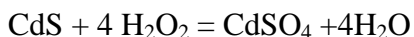
Свинцовые белила взаимодействуют с сероводородом, при этом образуется черный сульфид свинца



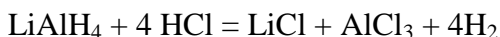
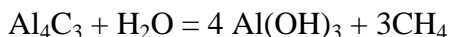
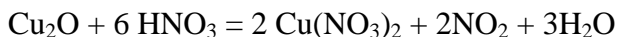
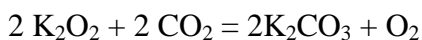
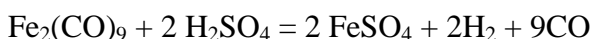
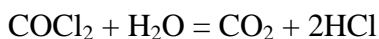
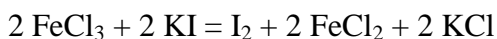
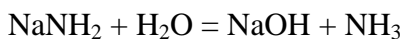
При обработке пероксидом водорода



Желтый цвет пропадает, так как одновременно окисляется и сульфид кадмия, который образует желтый пигмент.



2.



3.

Так как в растворе обнаружены нитрат- и нитрит-ионы, то при разложении нитрата был получен оксид (или металл), диоксид азота и кислород, а не нитрит. Изменение массы при прокаливании в токе СО свидетельствует о восстановлении оксида до металла. Значит, при разложении нитрата был получен оксид.

Определим металл:

Пусть x - грамм-эквивалент металла.

Так как грамм-эквивалент - это количество, которое присоединяет 8 г кислорода, то

$$x : (x + 8) = 7 : 10 \text{ отсюда } 10x = 7(x + 8), x = 56/3 = 18,67$$

Очевидный вариант - это железо(III). При валентности I или II таких элементов нет.

Тогда вещество **С** - Fe, вещество **В** - Fe_2O_3 .

Теперь нужно определить нитрат.

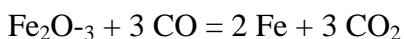
$\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ с образованием Fe_2O_3 Отношение массы оксида к массе нитрата составляет: $(0,5 \cdot 160) : 242 = 80 : 242 = 4 : 12,1$, что не соответствует условию.

Остается предположить, что вещество А - нитрат двухвалентного железа, и при разложении железо окисляется.

Тогда отношение масс составит $(0,5 \cdot 160) : 242 = 80 : 180 = 4 : 9$, что соответствует условию. Таким образом, вещество А - это $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$.

Вещество А при наличии расчета

Реакции



4.

(1) Общее олово означает суммарное количество олова, независимо от его степени окисления, а именно сумму олова(II) и олова(IV)

Реакции: При кипячении с гвоздями: $\text{SnCl}_4 + \text{Fe} = \text{SnCl}_2 + \text{FeCl}_2$

При титровании иодом: $\text{SnCl}_2 + \text{I}_2 + 2\text{HCl} = \text{SnCl}_4 + 2\text{HI}$

Когда SnCl_2 в растворе заканчивается, то иод перестает расходоваться, и можно наблюдать его окраску.

(В данном случае мы пишем SnCl_4 как форму существования четырехвалентного олова в растворе, так как реакции идут в концентрированной HCl . Однако, другие реальные формы также приветствуются).

(2) Так как мы имеем дело с кислотно-основным титрованием и в системе присутствуют вещества, которые легко окисляются, контакт с кислородом воздуха может исказить результаты анализа. Мрамор, представляющий собой карбонат кальция, взаимодействует с соляной кислотой с выделением CO_2 , причем мрамор растворяется медленно, в отличие от мела. Постоянное выделение CO_2 в процессе титрования защищает раствор от контакта с кислородом.

(3) Только двухвалентное олово.

(4) 25 мл 0,1 М раствора содержит 0,0025 моль иода. На основании уравнения реакции, раствор содержал такое же количество олова.

Масса олова $118,7 \cdot 0,0025 = 0,3$ г.

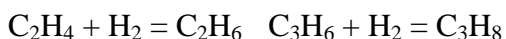
5.

Определим состав исходной смеси. Пусть a - доля этена.

Тогда $14a + 21(1 - a) = 16,8$, $a = 0,6$.

Всего смесь содержит 0,5 моль газов. Т.е. ее состав 0,3 моль этена и 0,2 моль пропена.

Водорода также 0,5 моль. Общий объем 22,4 л.



По реакциям видно, что объем смеси уменьшается на объем израсходовавшегося водорода.

Конечный объем соответствует 0,8 моль (17,92 : 22,4). Значит, в реакцию вступило 0,2 моль водорода. Это соответствует 40% его общего количества. Углеводородов также прореагировало в сумме 0,2 моль, что составило 40% их общего количества.

Так как степени превращения алкенов по условию одинаковы, то степень превращения каждого из них составляет 40%.

(другой способ подсчета с тем же результатом оценивается так же).

Определим состав конечной смеси.

H_2 - 0,3 моль

C_2H_6 - 0,3 · 0,4 = 0,12 моль

C_2H_4 - 0,3 - 0,12 = 0,18 моль,

C_3H_8 - 0,2 · 0,4 = 0,08 моль.

C_3H_6 - 0,2 - 0,08 = 0,12 моль.

6.

Молярная масса всех трех веществ - 6,56 · 22,4 = 147 г/моль

Определим содержание элементов:

Углерод: 147 · 0,49 = 72,03 г/моля (т.е. 6 атомов)

Водород: 147 · 0,027 = 4 г/моль (т.е. 4 атома)

На долю X приходится 147 - (72+4) = 71 г/моль

Логично предположить, что это два атома хлора. Т.к. продукты сгорания являются летучими и поглощаются щелочью - других вариантов нет.

Таким образом, формула каждого из веществ $\text{C}_6\text{H}_4\text{Cl}_2$

Вещества - изомеры дихлорбензола: 1,2-, 1,3-, 1,4-

Дипольный момент молекулы представляет собой сумму векторов дипольных моментов отдельных связей.

Нулевой дипольный момент соответствует 1,4-изомеру. **А** - 1,4-дихлорбензол

Дипольный момент 1,2-изомера больше, чем 1,3-изомера (т.к. угол между связями меньше) Таким образом, **Б** - 1,2 - дихлорбензол, **В** - 1,3 - дихлорбензол