

Задача 1

Какие реакции являются окислительно-восстановительными? Запишите номера правильных ответов в порядке возрастания без пробелов и знаков препинания.

- 1) $\text{C} + 2\text{Cl}_2 = \text{CCl}_4$;
- 2) $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4$;
- 3) $2\text{KMnO}_4 = \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{MnO}_2 + \text{O}_2$;
- 4) $6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} = \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$;
- 5) $\text{SO}_2 + \text{Cl}_2 = \text{SO}_2\text{Cl}_2$;
- 6) $2\text{NaHCO}_3 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$;
- 7) $2\text{KClO}_3 = 2\text{KCl} + 3\text{O}_2$;
- 8) $\text{Br}_2 + \text{KI} = \text{I}_2 + \text{KBr}$.

Решение

Для решения этой задачи можно определить степени окисления всех элементов и установить, какие элементы в процессе реакции меняют свои степени окисления.

Но можно и сэкономить силы. Если в реакции участвует простое вещество (степень окисления 0), то атом элемента, конечно же, будет менять свою степень окисления. Таким образом, уравнения 1, 3, 4, 5, 7 и 8 явно соответствуют окислительно-восстановительным реакциям.

Что с остальными уравнениями? Уравнение 2 соответствует получению кислоты из кислотного оксида и воды – это не окислительно-восстановительный процесс. Уравнение 6 – термическое разложение кислой соли на среднюю соль, кислотный оксид и воду – тоже не представляет окислительно-восстановительный процесс.

Ответ: 134578

2 балла.

Задача 2

В каком водородном соединении больше всего массовая доля водорода? Запишите его формулу. Индексы пишите строчными цифрами, без пробелов. Пример: FeCl_3 . Не забудьте использовать латинские буквы!

Примечание: Речь идет о нуклиде ^1H .

Решение

Массовая доля водорода в соединении будет тем больше, чем меньше молярные массы других элементов, входящих в соединение. Рассмотрим самые легкие элементы – элементы 2-го периода. Водород образует с ними соединения LiH , BeH_2 , B_2H_6 (и высшие бораны), CH_4 (и высшие алканы), NH_3 (а также N_2H_4 и N_2H_2), H_2O (а также H_2O_2), HF . Очевидно, что имеет смысл рассматривать только простейшие соединения, т.к. в веществах, содержащих несколько атомов элемента 2-го периода, массовая доля водорода меньше (это нетрудно проверить расчетом). Очевидно также, что из соединений,

содержащих одинаковое число атомов водорода, надо ограничиться рассмотрением тех, которые образованы более легкими элементами.

Итак, сравним LiH, BeH₂, CH₄, NH₃. Хотя литий – самый легкий из элементов 2-го периода, гидрид лития содержит всего 1 атом водорода, а метан – 4. В метане массовая доля водорода максимальна.

Это можно подтвердить расчетом:

$$\begin{aligned}\omega(\text{H})_{\text{LiH}} &= M(\text{H})/M(\text{LiH}) = 1/8 = 0,125 \text{ или } 12,5\%; \\ \omega(\text{H})_{\text{BeH}_2} &= 2M(\text{H})/M(\text{BeH}_2) = 2/11 = 0,182 \text{ или } 18,2\%; \\ \omega(\text{H})_{\text{CH}_4} &= 4M(\text{H})/M(\text{CH}_4) = 4/16 = 0,25 \text{ или } 25\%; \\ \omega(\text{H})_{\text{NH}_3} &= 3M(\text{H})/M(\text{NH}_3) = 3/17 = 0,176 \text{ или } 17,6\%.\end{aligned}$$

Следует не забыть, что ответ должен быть записан латинскими буквами.

Ответ: CH₄.

2 балла.

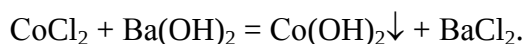
Задача 3

К раствору хлорида кобальта добавили избыток раствора гидроксида бария. Запишите формулу выпавшего осадка (на фото). Индексы пишите строчными цифрами, без пробелов. Пример: Fe2(SO4)3.



Решение

Барий – аналог кальция и бария. Гидроксид бария, как и любая щелочь, реагирует с солями переходных металлов с образованием нерастворимых гидроксидов:



Следует не забыть, что ответ должен быть записан латинскими буквами.

Ответ: Co(OH)2.

2 балла.

Задача 4

Это растворы одного из галогенов в воде (нижний слой) и гексане (верхний слой):



Запишите формулу растворенного вещества. Индексы пишите строчными цифрами, без пробелов. Пример: $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$.

Решение

К галогенам относится фтор, хлор, бром и иод.

Раствор фтора F_2 в воде или гексане существовать не может – начнется химическая реакция.

Хлор Cl_2 – желто-зеленый газ, его растворы имеют слабую зеленоватую окраску.

Бром Br_2 – жидкость красного цвета. В воде растворяется слабо, образует оранжевый раствор. В неполярных растворителях, представителем которых является гексан, растворяется хорошо, цвет более интенсивный, почти красный. Описание подходит под фотографию.

Иод I_2 – сероватые кристаллы. В воде растворяются очень плохо, окраска раствора слабо-желтая. В неполярных растворителях, таких как гексан, окраска фиолетовая.

Ответ: Br_2 .

2 балла.

Задача 5

В избытке воды массой A г растворили B г оксида серы SO_3 . Какова будет массовая доля C вещества, которое получилось в образовавшемся растворе?

- 1) $C = B/(A + B)$;
- 2) $C = 80B/98(A + B)$;
- 3) $C = 98B/80(A + B)$;
- 4) $C = 98B/(A + 80B)$
- 5) $C = 98B/(80A + B)$
- 6) $C = B/A$

Решение

Запишем уравнение реакции:



Массовая доля равна:

$$\omega = m(\text{в-ва})/m(\text{р-ра}).$$

Вещество в растворе – это серная кислота H_2SO_4 . Найдём её массу, ведя расчёт по оксиду серы, т.к. вода в избытке:

$$m(\text{в-ва}) = m(\text{H}_2\text{SO}_4) = n(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot M(\text{H}_2\text{SO}_4) = n(\text{SO}_3) \cdot M(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{m(\text{SO}_3)}{M(\text{SO}_3)} \cdot M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98B/80.$$

Масса раствора складывается из масс исходных веществ, т.к. из полученного раствора ничего не выделяется:

$$m(\text{р-ра}) = A + B.$$

Итак:

$$\omega = \frac{98B/80}{A + B} = 98B/80(A+B).$$

Ответ: 3

2 балла.