

### Задача №1

В 1703 году немецкий химик Георг Шталь (1659-1734 гг.) предложил первую научную химическую теорию – теорию флогистона. Эта теория объясняла и предсказывала ряд фактов, связанных с горением веществ и получением металлов из руд. Некоторые из положений этой теории приведены ниже:

- 1) Существует материальная субстанция, содержащаяся во всех горючих телах – флогистон.
- 2) Горение представляет собой разложение тела с выделением флогистона, который необратимо рассеивается в воздухе, и его движение представляет собой видимый огонь.
- 3) Флогистон всегда находится в сочетании с другими веществами и не может быть выделен в чистом виде; наиболее богаты флогистоном вещества, сгорающие без остатка.

На основании положений этой теории и опираясь на Ваше знание современных химических теорий выполните задания и ответьте на следующие вопросы:

- 1) Где содержится больше флогистона, в угле или в железе?
- 2) Напишите схемы процессов в рамках теории флогистона: а) сгорание железа до железной окалины, б) горение угля, в) восстановление железной окалины углем, г) восстановление углем серного ангидрида до серы. Выделяющийся/поглощающийся флогистон обозначьте буквой «Ф». Вещества записывайте, используя слова, а не формулы, например, «уголь», «железо» и т.д. Если одно из веществ содержит больше флогистона, укажите это в уравнении реакции.
- 3) В каком случае выделяется(поглощается) больше флогистона, при сгорании угля или восстановлении серной кислоты углем до серы?
- 4) Как объяснить в рамках теории флогистона тот факт, что масса окалины больше, чем масса сгорающего железа?
- 5) Определите массу флогистона, который образуется при сгорании на воздухе 50 кг железа. Примите, что сгорание протекает на 90%.
- 6) Кто опроверг теорию флогистона? Как этот ученый объяснил(а) процессы горения веществ?

### Решение:

- 1) Больше флогистона содержится в угле, т.к. он сгорает полностью.
- 2) а) уголь  $\rightarrow$  Ф  
б) железо  $\rightarrow$  железная окалина + Ф  
в) железная окалина + уголь (содержит больше флогистона)  $\rightarrow$  железо  
г) серный ангидрид + уголь (содержит больше флогистона)  $\rightarrow$  сера
- 3) Больше флогистона выделяется при сгорании угля, т.к. сера тоже может сгореть, т.е. содержит какое-то количество флогистона.
- 4) Этот факт объясняется тем, что флогистон имеет отрицательную массу.
- 5) При сгорании железа образуется железная окалина  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , при этом 3 моль железа (168 г) присоединяют 2 моль кислорода  $\text{O}_2$  (64 г). В нашем случае железа реагирует:

$$m^{\text{реак}}(\text{Fe}) = 50000 \text{ г} \cdot 0,9 = 45000 \text{ г}$$

Такая масса железа может присоединить кислород массой:

$$m(\text{O}_2) = (45000 : 168) \cdot 64 \approx 17143 \text{ г}$$

Следовательно, масса выделившегося флогистона равна -17143 г.

6) Опроверг теорию флогистона Антуан Лоран Лавуазье. Горение веществ по Лавуазье заключается во взаимодействии с кислородом воздуха, за счет чего масса продукта реакции больше массы исходного вещества.

Похожие опыты проводил Михаил Васильевич Ломоносов.

**Критерии оценивания:**

- 1) Ответ, что больше флогистона в угле – **1 балл**. Объяснение - **1 балл**.
- 2) Каждая реакция – по **2 балла** (всего **8 баллов**).
- 3) Объяснение того, что в угле больше флогистона – **2 балла**.
- 4) Догадка об отрицательной массе флогистона – **2 балла**.
- 5) Расчет массы реагирующего железа – **2 балла**. Расчет массы присоединенного кислорода – **1 балл**. Масса флогистона – **1 балл**.
- 6) Фамилия ученого(любого из указанных в решении) – **1 балл**. Объяснение – **1 балл**.

**Итого: 20 баллов**