

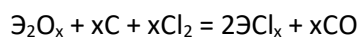
### Задача:

В истории открытия одного из элементов Периодической таблицы Д.И. Менделеева имел место следующий эпизод: в 1789 году немецкий химик, иностранный почетный член Петербургской Академии наук, Мартин-Генрих Клапрот (1743–1817), прокаливая оксид элемента, полученный из минерала «смоляная обманка» с углем, получил тяжелое кристаллическое вещество с металлическим блеском, которое при высокой температуре восстанавливало водяной пар; по этим признакам его сочли новым металлом. Однако впоследствии было обнаружено, что этот предполагаемый металл при прокаливании с углем в атмосфере хлора образует оксиды углерода и легколетучий хлорид, причем на 27 частей (по массе) взятого «металла» получилось 38 частей хлорида. В чистом виде элемент был получен только в 1841 году французским химиком Эженом Мелькьором Пелиго при восстановлении упомянутого хлорида металлическим калием.

- 1) Определите, о каком элементе идет речь, если валентность элемента в «металле» и хлориде одинакова. Приведите уравнения упомянутых реакций.
- 2) При длительном хранении как элемента в чистом виде, так и его соединений в закрытом сосуде можно детектировать образование в нём легкого инертного газа. Объясните данное явление и приведите уравнение соответствующей реакции.

### Решение:

1) Эрудированный школьник, возможно, уже знает, что из себя представляет минерал «смоляная обманка», однако найти неизвестный элемент можно и без этого. Так, если «металл» получали восстановлением оксида некоторого элемента углём, а при реакции с C и Cl<sub>2</sub> он даёт оксиды углерода и хлорид элемента, то «металл» представляет собой ни что иное, как также оксид этого элемента. Тогда с учётом того, что валентность элемента в этом оксиде равна его валентности в хлориде (обозначим её x), можно записать в общем виде уравнение реакции восстановительного хлорирования (в качестве оксида углерода запишем CO, на соотношение количеств оксида и хлорида это не влияет):



По уравнению реакции получаем, что  $n(\text{ЭCl}_x) = 2n(\text{Э}_2\text{O}_x)$ .

С другой стороны, по условию задачи имеем соотношение  $m(\text{Э}_2\text{O}_x) : m(\text{ЭCl}_x) = 27 : 38$ . Тогда преобразовывая равенство, можно выразить атомную массу элемента M:

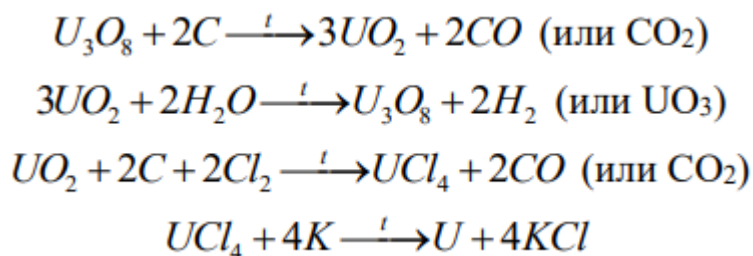
$$m(\text{ЭCl}_x) = \frac{38}{27} m(\text{Э}_2\text{O}_x)$$

$$(M + 35.5x) \cdot n(\text{ЭCl}_x) = \frac{38}{27} (2M + 16x) \cdot n(\text{Э}_2\text{O}_x)$$

$$(M + 35.5x) \cdot 2 = \frac{38}{27} (2M + 16x)$$

$$M = 59,5x$$

Из возможных значений молярной массы больше всего удовлетворяет условию задачи уран, т.к. олово и гафний не образуют подходящих по описанию оксидов и в условиях восстановительного хлорирования будут давать, соответственно,  $\text{SnCl}_4$  и  $\text{HfCl}_4$ . А диоксид урана  $\text{UO}_2$  – действительно устойчивый оксид чёрного цвета, обладающий металлическим блеском. Его получают восстановлением «урановой смолки» или «смоляной обманки»  $\text{U}_3\text{O}_8$ . Таким образом, уравнения всех описанных реакций:



2) Объяснить данное явление можно, если вспомнить, что уран радиоактивен и, в частности, подвергается альфа-распаду с образованием альфа-частиц – ядер атомов гелия, которые постепенно образуют соответствующий газ. Записать можно уравнение радиоактивного распада самого распространённого изотопа  $^{238}\text{U}$ :

