

Задание 3. Анализ смеси по продуктам сгорания

При сгорании смеси двух органических соединений **A** и **B** образуются только углекислый газ и вода. Общая масса продуктов сгорания составляет 24,0 г, а массовая доля углерода в смеси продуктов равна 15 %. В промышленности из соединения **A** получают соединение **B**.

1. Установите качественный состав исходной смеси.
2. Вычислите массы соединений **A** и **B**, если известно, что массовая доля водорода в их смеси составляет 15,0 %.
3. Приведите уравнения реакций, лежащих в основе промышленного получения соединения **B** из соединения **A**. Укажите условия проведения этих реакций.

Задание 3. Анализ смеси по продуктам сгорания

Решение:

1. По условию задачи в составе органических соединений могут находиться только углерод, водород и кислород. Найдём соотношение углерода и водорода в конечной смеси:

$$m(\text{C})_{\text{в продуктах сгорания}} = 24,0 \cdot 0,15 = 3,6 \text{ г}, \quad \nu(\text{C}) = 3,6 / 12 = 0,3 \text{ моль};$$

$$\nu(\text{C}) = \nu(\text{CO}_2) = 0,3 \text{ моль}; \quad m(\text{CO}_2) = 0,3 \cdot 44 = 13,2 \text{ г}.$$

$$m(\text{H}_2\text{O})_{\text{в продуктах сгорания}} = 24 - 13,2 = 10,8 \text{ г}; \quad \nu(\text{H}_2\text{O}) = 10,8 / 18 = 0,6 \text{ моль};$$

$$\nu(\text{H}) = \nu(\text{H}_2\text{O}) \cdot 2 = 1,2 \text{ моль}.$$

Обратим внимание на соотношение количеств вещества углерода и водорода в продуктах сгорания: $\nu(\text{C}) : \nu(\text{H}) = 0,3 : 1,2 = 1 : 4$. Такое большое количество водорода возможно только в двух веществах (при отсутствии азота): метан CH_4 – соединение **A** и метанол CH_3OH – соединение **B**.

2. Пусть $\nu(\text{CH}_4) = a$ моль, $\nu(\text{CH}_3\text{OH}) = b$ моль; тогда $a + b = 0,3$ моль, так как $\nu(\text{C}) = 0,3$ моль.

$$\nu(\text{H})_{\text{в CH}_4} = 4a \text{ моль}, \quad \nu(\text{H})_{\text{в CH}_3\text{OH}} = 4b \text{ моль}; \quad m(\text{H})_{\text{в исходной смеси}} = (4a + 4b) \text{ г}.$$

$$m_{\text{исходной смеси}} = (16a + 32b) \text{ г}$$

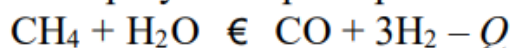
$$\omega(\text{H})_{\text{в исходной смеси}} = 0,15 = (4a + 4b) / (16a + 32b),$$

откуда $2a = b$.

$$a = 0,1; \quad b = 0,2.$$

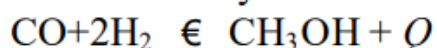
$$m(\text{CH}_4) = 0,1 \cdot 16 = 1,6 \text{ г}; \quad m(\text{CH}_3\text{OH}) = 0,2 \cdot 32 = 6,4 \text{ г}.$$

3. Метанол по значению и масштабам производства является одним из важнейших крупнотоннажных продуктов, выпускаемых современной химической промышленностью. Метанол получают из синтез-газа ($\text{CO} + \text{H}_2$), который образуется при паровой конверсии природного газа:



Реакция обратимая, является сильно эндотермической и протекает с увеличением объёма. Поэтому, в соответствии с принципом Ле Шателье, реакцию для смещения равновесия вправо нужно осуществлять при возможно более высоких температурах (800–1000 °С) и при пониженных давлениях. Процессы конверсии целесообразно осуществлять с избытком водяного пара и в присутствии никелевых катализаторов.

В основе получения метанола лежит реакция:



Реакция обратимая, экзотермическая и протекает с уменьшением объёма. Поэтому равновесие можно сместить в сторону выхода продукта при повышении давления и понижении температуры. Однако, ввиду того, что при низких температурах скорость реакции снижается, прибегают к нагреванию. Процесс осуществляют на цинк-хромовых и медьсодержащих катализаторах.

Критерии оценивания:

- | | |
|---|----------------|
| 1. Установление качественного состава исходной смеси | 4 балла |
| 2. Вычисление масс органических веществ, входящих в состав исходной смеси | 4 балла |
| 3. Уравнения реакций, лежащих в основе промышленного получения метанола из метана, с указанием условий, необходимых для их протекания | 2 балла |
| Всего за задачу – 10 баллов | |