

3. При полном сгорании 3,36 л (н. у.) смеси двух газообразных алканов А и В с неразветвлённой углеродной цепью образовалось 11,88 г воды и выделилось 343,38 кДж теплоты.

1) Установите молекулярные формулы и назовите алканы А и В, если известно, что они являются ближайшими гомологами, причём алкан В имеет бóльшую молярную массу.

2) Рассчитайте мольную долю (в %) алкана А в смеси.

3) Определите теплоту сгорания алкана В (в кДж/моль, с точностью до целых), если известно, что при сгорании 1 моль А выделяется 2044 кДж теплоты.

Ответ:

Название А – пропан

Название В – бутан или н-бутан

Мольная доля А (%) – 60

Теплота сгорания В(%) – 2657 (диапазон от 2600 до 2700)

5 баллов – по 1 баллу за названия и мольную долю, 2 балла за теплоту.

Решение.

Для алканов можно использовать следующие общие формулы: C_nH_{2n+2} и C_mH_{2m+2} при условии, что $m = n + 1$. Пусть количество вещества А равно x моль, количество вещества В – y моль. Общее количество газовой смеси равно $3,36 / 22,4 = 0,15$ моль.

Уравнение № 1: $x + y = 0,15$.

Уравнения реакций горения соединений А и В в общем виде:

I. $C_nH_{2n+2} + (1,5n + 0,5)O_2 \rightarrow nCO_2 + (n + 1)H_2O$

II. $C_mH_{2m+2} + (1,5m + 0,5)O_2 \rightarrow mCO_2 + (m + 1)H_2O$

Согласно этим уравнениям, $n(H_2O)_I = (n + 1)x$ моль, $n(H_2O)_{II} = (m + 1)y$ моль.

Общее количество вещества воды равно $11,88 / 18 = 0,66$ моль.

Уравнение № 2: $(n + 1)x + (m + 1)y = 0,66$.

Решение системы уравнений № 1 и № 2 при условии, что $m = n + 1$, приводит к выражению: $y = 0,51 - 0,15n$.

Далее необходимо применить подбор:

При $n = 1$, $y = 0,36$ – не согласуется с условием задачи, т. к. $x + y = 0,15$.

При $n = 2$, $y = 0,21$ – также не подходит.

При $n = 3$, $y = 0,06$ – согласуется с условием задачи.

При $n = 4$, $y < 0$.

Следовательно, $C_nH_{2n+2} = C_3H_8$ пропан (А), $C_mH_{2m+2} = C_4H_{10}$ бутан (В).

$n(C_3H_8) = 0,15 - 0,06 = 0,09$ моль, мольная доля $0,09 / 0,15 \cdot 100 \% = 60 \%$.

При сгорании 0,09 моль пропана выделяется $2044 \cdot 0,09 = 183,96$ кДж теплоты.

При сгорании смеси алканов выделилось 343,38 кДж теплоты. Следовательно, теплота сгорания бутана будет равна $(343,38 - 183,96) / 0,06 = 2657$ кДж/моль.