

РАСЧЕТНЫЕ ЗАДАНИЯ

Необходимые теоретические сведения

Определение формулы органического вещества

1. Расчет массовой доли элемента в веществе (процентное содержание элемента).

Например, в веществе состава C_3H_6 содержится 3 атома углерода и 4 атома водорода. Если взять 1 молекулу такого вещества, то его молекулярная масса будет равна: $MW_{C_3H_6} = 3 \cdot 12 + 6 \cdot 1 = 42$ а.е.м (абсолютная единица массы). Чтобы найти массовую долю углерода в этом веществе, надо массу углерода, содержащуюся в веществе, разделить на массу всего вещества:

$$\omega_C = \frac{12 \cdot 3}{12 \cdot 3 + 1 \cdot 6} = 0.857 \text{ или } 85.7\%.$$

2. Расчет молекулярной (истинной) формулы вещества (формула, в которой отражается реальное число атомов каждого вида, входящих в молекулу вещества).

Простейшая (эмпирическая) формула показывает соотношение атомов в веществе. Молекулярная формула может совпадать с простейшей формулой или быть кратной ей. Например, истинная формула бензола - C_6H_6 , а простейшая формула бензола - CH (соотношение $C:H = 1:1$).

Если в задаче даны только массовые доли элементов, то эти данные позволяют вычислить только простейшую формулу вещества. Для получения истинной формулы в задаче обычно даются дополнительные данные - молярная масса, относительная или абсолютная плотность вещества или другие данные, с помощью которых можно определить молярную массу вещества.

Пример 1. Определить формулу вещества, если оно содержит 84.21% углерода и 15.79% водорода, и имеет относительную плотность по воздуху, равную 3.93.

Решение:

1. Пусть масса вещества равна 100 г. Тогда масса углерода будет равна 84.21 г, а масса водорода - 15.79 г.
2. Найдём мольное содержание каждого атома в веществе:

$$\nu_C = \frac{m}{MW} = \frac{84.21}{12} = 7.0175 \text{ и } \nu_H = \frac{m}{MW} = \frac{15.79}{1} = 15.79$$

3. Определим молярное соотношение атомов С и Н:

С : Н = 7.0175 : 15.79 (сократим оба числа на меньшее) = 1 : 2.25 (умножим на 4)
= 4 : 9. Таким образом, простейшая формула - C_4H_9 .

4. По относительной плотности рассчитаем молярную массу:

$$MW = d_{\text{возд}} \cdot 29 = 3.93 \cdot 29 = 114 \text{ г/моль.}$$

5. Молярная масса, соответствующая простейшей формуле C_4H_9 - 57 г/моль, это в 2 раза меньше истинно молярной массы. Значит, истинная формула - C_8H_{18}

Пример 2. Соединение содержит 62.8% S и 37.2% F. Масса 118 мл данного соединения при 7⁰С и 98.64 КПа равна 0.51 г. Вывести формулу соединения.

Решение

1. Определим простейшую формулу соединения:

$$\frac{\nu_S}{\nu_F} = \frac{62.8/32}{37.2/19} = \frac{1.96}{1.96} = \frac{1}{1}$$

Простейшая формула SF

2. Находим молярную массу соединения (г/моль):

$$MW = \frac{mRT}{PV} = \frac{(0.51 \cdot 8.31 \cdot 280)}{(98.64 \cdot 103 \cdot 118 \cdot 10^6)} = 101.95$$

3. 101.95: 51 = 2. Следовательно, формула соединения S₂F₂

Расчет числа структурных изомеров

Пример 1. Каков состав смеси монобромидов, образующихся при бромировании изобутана, если известно, что отношение реакционной способности С-Н связей у первичного, вторичного и третичного атомов углерода составляет 1:82:1600?

Решение

В ходе мононитрования изобутана может образоваться 2 изомера. Поскольку в молекуле изобутана содержится 9 водородных атомов при первичном атоме углерода и 1 изомер при третичном атоме углерода. Следовательно, соотношение изомеров будет следующим:

$$(1) \quad \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{CH}_3 \\ | \\ \text{Br} \end{array} \quad S_1 = \frac{1 \cdot 1600}{1 \cdot 1600 + 9 \cdot 1} 100\% = 99.4\%$$

$$(2) \quad \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{CH}_2\text{Br} \\ | \\ \text{H} \end{array} \quad S_2 = \frac{9 \cdot 1}{1 \cdot 1600 + 9 \cdot 1} 100\% = 0.6\%$$

Задачи для самостоятельного решения

Вариант 1

Задача 1

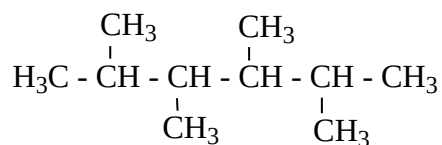
Массовая доля азота в одноосновной аминокислоте равна 15.73 %. Установите молекулярную формулу кислоты

Задача 2

При взаимодействии 0.672 л алкена (н.у.) с хлором образуется 3.39 г его дихлорпроизводного. Определите молекулярную формулу алкена, запишите его структурную формулу и назовите

Задача 3

Считая, что константа скорости свободно-радикального хлорирования по первичным атомам углерода равна 1.0, вторичным – 3.3 и третичным – 4.4 рассчитайте изомерный состав при монохлорировании приведенного ниже алкана.



Задача 4

Приведите структуры насыщенных углеводородов, содержащих 16.28 % водорода по массе. Назовите их по номенклатуре ИЮПАК. Выберите те из них, которые дают только по три монохлорпроизводных, приведите структуры этих монохлорпроизводных.

Вариант 2

Задача 1

Рассчитать эмпирические формулы соединений, если известен процентный состав (кислород непосредственно не определяется):

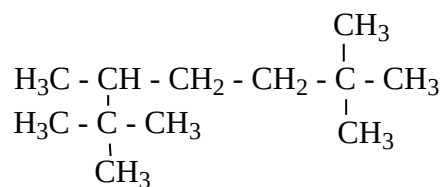
№	C	H	Cl
1	85.6	14.4	-
2	48.7	13.6	37.8

Задача 2

При пропускании 11.2 л смеси метана, оксида углерода (IV) и оксида углерода (II) через раствор гидроксида натрия, взятого в избытке, объем исходной смеси уменьшился на 4.48 л (н.у.). Для полного сгорания оставшейся смеси потребовалось 6.72 л (н.у.) кислорода. Определите процентный состав исходной смеси.

Задача 3

Считая, что константа скорости свободно-радикального бромирования по первичным атомам углерода равна 1.0, вторичным – 82 и третичным – 1600 рассчитайте изомерный состав при монобромировании приведенного ниже алкана.



Задача 4

Относительная плотность паров органического соединения по азоту равна 2. При сжигании 9.8 г этого соединения образуется 15.68 л углекислого газа (н. у) и 12.6 г воды. Выведите молекулярную формулу органического соединения.

Вариант 3

Задача 1

Рассчитать эмпирические формулы соединений, если известен процентный состав (кислород непосредственно не определяется):

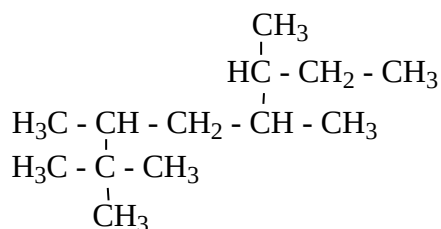
№	C	H	Cl
1	92.2	7.8	-
2	25.2	2.8	49.6

Задача 2

Качественный анализ *папаверина*, одного из алкалоидов опиума, показал наличие углерода, водорода и азота. Количественный анализ привел к следующим данным: 70.8% - C, 6.2% - H, 4.1% - N. Рассчитайте эмпирическую формулу папаверина

Задача 3

Считая, что константа скорости свободно-радикального хлорирования по первичным атомам углерода равна 1.0, вторичным – 3.3 и третичным – 4.4 рассчитайте изомерный состав при монохлорировании приведенного ниже алкана.



Задача 4

Анализ жидкого соединения дал 40.0% углерода и 6.7% водорода. При 200°C и 1 атм 10 мг соединения занимают объем 6.47 мл. Какова молекулярная формула соединения?.

Вариант 4

Задача 1

Рассчитать эмпирические формулы соединений, если известен процентный состав (кислород непосредственно не определяется):

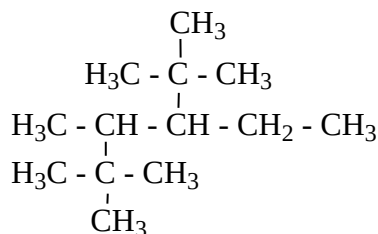
№	C	H	Cl
1	85.6	14.4	-
2	92.2	7.8	-

Задача 2

При взаимодействии 25.5 г предельной одноосновной кислоты с избытком раствора гидрокарбоната натрия выделилось 5.6 л (н.у.) газа. Определите молекулярную формулу кислоты

Задача 3

Считая, что константа скорости свободно-радикального бромирования по первичным атомам углерода равна 11.0, вторичным – 82 и третичным – 1600 рассчитайте изомерный состав при монобромировании приведенного ниже алкана.



Задача 4

Определить формулу вещества, если оно содержит 84.21% углерода и 15.79% водорода, и имеет относительную плотность по воздуху, равную 3.93?

.

Вариант 5

Задача 1

Рассчитать эмпирические формулы соединений, если известен процентный состав (кислород непосредственно не определяется):

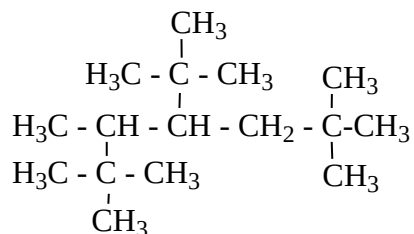
№	C	H	Cl
1	85.6	14.4	-
3	25.2	2.8	49.6

Задача 2

Установите молекулярную формулу третичного амина, если известно, что при его сгорании выделилось 0.896 л (н.у.) углекислого газа, 0.99 г воды и 0.112 л (н.у.) азота

Задача 3

Считая, что константа скорости свободно-радикального хлорирования по первичным атомам углерода равна 1.0, вторичным - 3.3 и третичным - 4.4 рассчитайте изомерный состав при монохлорировании приведенного ниже алкана:



Задача 4

Приведите структуры насыщенных углеводородов, содержащих 16.67 % водорода по массе. Назовите их по номенклатуре ИЮПАК. Выберите те из них, которые дают соответственно наибольшее и наименьшее число монохлорпроизводных, приведите структуры этих монохлорпроизводных.