Методика решения задач на вывод формул органических соединений

Задачи на определение формулы органического вещества бывают нескольких видов. Обычно решение этих задач не представляет особых сложностей, однако часто выпускники теряют баллы на этой задаче. Причин бывает несколько:

1. Некорректное оформление;
2. Решение не математическим путем, а методом перебора;
3. Неверно составленная общая формула вещества;
4. Ошибки в уравнении реакции с участием вещества, записанного в общем виде.

Типы задач

1. Определение формулы вещества по массовым долям химических элементов или по общей формуле вещества;
2. Определение формулы вещества по продуктам сгорания;
3. Определение формулы вещества по химическим свойствам.

Необходимые теоретические сведения.

1. **Массовая доля элемента в веществе.**  
   Массовая доля элемента — это его содержание в веществе в процентах по массе. Например, в веществе состава С2Н4 содержится 2 атома углерода и 4 атома водорода. Если взять 1 молекулу такого вещества, то его молекулярная масса будет равна:  
   Мr(С2Н4) = 2 • 12 + 4 • 1 = 28 а.е.м. и там содержится 2 • 12 а.е.м. углерода.  
     
   Чтобы найти массовую долю углерода в этом веществе, надо его массу разделить на массу всего вещества:  
   ω(C) = 12 • 2 / 28 = 0,857 или 85,7%.  
   Если вещество имеет общую формулу СхНуОz, то массовые доли каждого их атомов так же равны отношению их массы к массе всего вещества. Масса х атомов С равна — 12х, масса у атомов Н — у, масса z атомов кислорода — 16z.  
   Тогда  
   ω(C) = 12 • х / (12х + у + 16z)  
     
   Если записать эту формулу в общем виде, то получится следующее выражение:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Массовая доля атома Э в веществе =** | Атомная масса атома Э | • | число атомов Э в | молекуле |
| **Аr(Э) • z** | | |  |
| **——————** | | |  |
| **Mr(вещ.)** | | |  |
| Молекулярная масса вещества | | |  |

1. **Молекулярная и простейшая формула вещества.**  
   Молекулярная (истинная) формула — формула, в которой отражается реальное число атомов каждого вида, входящих в молекулу вещества.  
   Например, С6Н6 — истинная формула бензола.  
   Простейшая (эмпирическая) формула — показывает соотношение атомов в веществе. Например, для бензола соотношение С:Н = 1:1, т.е. простейшая формула бензола — СН. Молекулярная формула может совпадать с простейшей или быть кратной ей.  
     
   **Примеры.**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Вещество** | **Молекулярная формула** | **Соотношение атомов** | **Простейшая формула** |
| Этанол | С2Н6О | С:Н:О = 2:6:1 | С2Н6О |
| Бутен | С4Н8 | С:Н = 1:2 | СН2 |
| Уксусная кислота | С2Н4О2 | С:Н:О = 1:2:1 | СН2О |

1. Если в задаче даны только массовые доли элементов, то в процессе решения задачи можно 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.
2. **Относительная плотность газа Х по газу У — DпоУ(Х).**  
   Относительная плотность D — это величина, которая показывает, во сколько раз газ Х тяжелее газа У. Её рассчитывают как отношение молярных масс газов Х и У:  
   DпоУ(Х) = М(Х) / М(У)  
   Часто для расчетов используют **относительные плотности газов по водороду и по воздуху**.  
   Относительная плотность газа Х по водороду:  
   Dпо H2 = M(газа Х) / M(H2) = M(газа Х) / 2  
   Воздух — это смесь газов, поэтому для него можно рассчитать только среднюю молярную массу. Её величина принята за 29 г/моль (исходя из примерного усреднённого состава). Поэтому:  
   Dпо возд. = М(газа Х) / 29
3. **Абсолютная плотность газа при нормальных условиях.**  
   Абсолютная плотность газа — это масса 1 л газа при нормальных условиях. Обычно для газов её измеряют в г/л.  
   ρ = m(газа) / V(газа)  
   Если взять 1 моль газа, то тогда:  
   ρ = М / Vm,  
   а молярную массу газа можно найти, умножая плотность на молярный объём.
4. **Общие формулы веществ разных классов.**  
   Часто для решения задач с химическими реакциями удобно пользоваться не обычной общей формулой, а формулой, в которой выделена отдельно кратная связь или функциональная группа.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Класс органических веществ** | **Общая молекулярная формула** | **Формула с выделенной кратной связью и функциональной группой** |
| Алканы | CnH2n+2 | — |
| Алкены | CnH2n | CnH2n+1–CH=CH2 |
| Алкины | CnH2n−2 | CnH2n+1–C≡CH |
| Диены | CnH2n−2 | — |
| Гомологи бензола | CnH2n−6 | С6Н5–СnH2n+1 |
| Предельные одноатомные спирты | CnH2n+2O | CnH2n+1–OH |
| Многоатомные спирты | CnH2n+2Ox | CnH2n+2−x(OH)x |
| Предельные альдегиды | CnH2nO | |  |  |  | | --- | --- | --- | |  | O |  | |  | // |  | | CnH2n+1– | C– | H | |
| Кетоны | CnH2nO | |  |  |  | | --- | --- | --- | |  | O |  | |  | // |  | | CnH2n+1– | C– | O–CmH2m+1 | |
| Фенолы | CnH2n−6O | С6Н5(СnH2n)–OH |
| Предельные карбоновые кислоты | CnH2nO2 | |  |  |  | | --- | --- | --- | |  | O |  | |  | // |  | | CnH2n+1– | C– | OH | |
| Сложные эфиры | CnH2nO2 | |  |  |  | | --- | --- | --- | |  | O |  | |  | // |  | | CnH2n+1– | C– | O–CmH2m+1 | |
| Амины | CnH2n+3N | СnH2n+1NH2 |
| Аминокислоты (предельные одноосновные) | CnH2n+1NO2 | |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | |  | | O |  | |  | | // |  | | NH2– | CH– | C– | OH | |  | \ |  | | |  | C | nH | 2n+1 | |

Определение формул веществ по массовым долям атомов, входящих в его состав.

Решение таких задач состоит из двух частей:

* сначала находят мольное соотношение атомов в веществе — оно соответствует его простейшей формуле. Например, для вещества состава АхВу соотношение количеств веществ А и В соответствует соотношению числа их атомов в молекуле:  
  х : у = n(A) : n(B);
* затем, используя молярную массу вещества, определяют его истинную формулу.

1. **Пример 1.** Определить формулу вещества, если оно содержит 84,21% С и 15,79% Н и имеет относительную плотность по воздуху, равную 3,93.

**Решение примера 1.**

1. Пусть масса вещества равна 100 г. Тогда масса С будет равна 84,21 г, а масса Н — 15,79 г.
2. Найдём количество вещества каждого атома:  
   ν(C) = m / M = 84,21 / 12 = 7,0175 моль,  
   ν(H) = 15,79 / 1 = 15,79 моль.
3. Определяем мольное соотношение атомов С и Н:  
   С : Н = 7,0175 : 15,79 (сократим оба числа на меньшее) = 1 : 2,25 (домножим на 4) = 4 : 9.  
   Таким образом, простейшая формула — С4Н9.
4. По относительной плотности рассчитаем молярную массу:  
   М = D(возд.) • 29 = 114 г/моль.  
   Молярная масса, соответствующая простейшей формуле С4Н9 — 57 г/моль, это в 2 раза меньше истинно молярной массы.  
   Значит, истинная формула — С8Н18.

Есть гораздо более простой метод решения такой задачи, **но, к сожалению, за него не поставят полный балл**. Зато он подойдёт для проверки истинной формулы, т.е. с его помощью вы можете проверить своё решение.  
  
**Метод 2:** Находим истинную молярную массу (114 г/моль), а затем находим массы атомов углерода и водорода в этом веществе по их массовым долям.  
m(C) = 114 • 0,8421 = 96; т.е. число атомов С 96/12 = 8  
m(H) = 114 • 0,1579 = 18; т.е число атомов Н 18/1 = 18.  
Формула вещества — С8Н18.

Ответ: С8Н18.

1. **Пример 2.** Определить формулу алкина с плотностью 2,41 г/л при нормальных условиях.

**Решение примера 2.**  
  
Общая формула алкина СnH2n−2  
Как, имея плотность газообразного алкина, найти его молярную массу? Плотность ρ — это масса 1 литра газа при нормальных условиях.  
Так как 1 моль вещества занимает объём 22,4 л, то необходимо узнать, сколько весят 22,4 л такого газа:  
M = (плотность ρ) • (молярный объём Vm) = 2,41 г/л • 22,4 л/моль = 54 г/моль.  
Далее, составим уравнение, связывающее молярную массу и n:  
14 • n − 2 = 54, n = 4.  
Значит, алкин имеет формулу С4Н6.

Ответ: С4Н6.

1. **Пример 3.** Определить формулу предельного альдегида, если известно, что 3•1022 молекул этого альдегида весят 4,3 г.

**Решение примера 3.**  
  
В этой задаче дано число молекул и соответствующая масса. Исходя из этих данных, нам необходимо вновь найти величину молярной массы вещества.  
Для этого нужно вспомнить, какое число молекул содержится в 1 моль вещества.  
Это число Авогадро: Na = 6,02•1023 (молекул).  
Значит, можно найти количество вещества альдегида:  
ν = N / Na = 3•1022 / 6,02•1023 = 0,05 моль,  
и молярную массу:  
М = m / n = 4,3 / 0,05 = 86 г/моль.  
Далее, как в предыдущем примере, составляем уравнение и находим n.  
Общая формула предельного альдегида СnH2nO, то есть М = 14n + 16 = 86, n = 5.

Ответ: С5Н10О, пентаналь.

1. **Пример 4.** Определить формулу дихлоралкана, содержащего 31,86 % углерода.

**Решение примера 4.**  
  
Общая формула дихлоралкана: СnH2nCl2, там 2 атома хлора и n атомов углерода.  
Тогда массовая доля углерода равна:  
ω(C) = (число атомов C в молекуле) • (атомная масса C) / (молекулярная масса дихлоралкана)  
0,3186 = n • 12 / (14n + 71)  
n = 3, вещество — дихлорпропан.

Ответ: С3Н6Cl2, дихлорпропан.

Определение формул веществ по продуктам сгорания.

В задачах на сгорание количества веществ элементов, входящих в исследуемое вещество, определяют по объёмам и массам продуктов сгорания — углекислого газа, воды, азота и других. Остальное решение — такое же, как и в первом типе задач.

1. **Пример 5.** 448 мл (н. у.) газообразного предельного нециклического углеводорода сожгли, и продукты реакции пропустили через избыток известковой воды, при этом образовалось 8 г осадка. Какой углеводород был взят?

**Решение примера 5.**

1. Общая формула газообразного предельного нециклического углеводорода (алкана) — CnH2n+2  
   Тогда схема реакции сгорания выглядит так:  
   CnH2n+2 + О2 → CO2 + H2O  
   **Нетрудно заметить, что при сгорании 1 моль алкана выделится n моль углекислого газа.**  
   Количество вещества алкана находим по его объёму (не забудьте перевести миллилитры в литры!):  
   ν(CnH2n+2) = 0,488 / 22,4 = 0,02 моль.
2. При пропускании углекислого газа через известковую воду Са(ОН)2 выпадает осадок карбоната кальция:  
   СО2 + Са(ОН)2 = СаСО3 + Н2О  
   Масса осадка карбоната кальция — 8 г, молярная масса карбоната кальция 100 г/моль.  
   Значит, его количество вещества  
   ν(СаСО3) = 8 / 100 = 0,08 моль.  
   Количество вещества углекислого газа тоже 0,08 моль.
3. Количество углекислого газа в 4 раза больше чем алкана, значит формула алкана С4Н10.

Ответ: С4Н10.

1. **Пример 6.** 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.

**Решение примера 6.**  
  
Так как вещество при сгорании превращается в углекислый газ и воду, значит, оно состоит из атомов С, Н и, возможно, О. Поэтому его общую формулу можно записать как СхНуОz.

1. Схему реакции сгорания мы можем записать (без расстановки коэффициентов):  
   СхНуОz + О2 → CO2 + H2O  
   Весь углерод из исходного вещества переходит в углекислый газ, а весь водород — в воду.
2. Находим количества веществ CO2 и H2O, и определяем, сколько моль атомов С и Н в них содержится:  
   ν(CO2) = V / Vm = 15,68 / 22,4 = 0,7 моль.  
   На одну молекулу CO2 приходится **один** атом С, значит, углерода столько же моль, сколько CO2.

ν(C) = 0,7 моль  
ν(Н2О) = m / M = 12,6 / 18 = 0,7 моль.

В одной молекуле воды содержатся **два** атома Н, значит количество водорода **в два раза больше**, чем воды.  
ν(H) = 0,7 • 2 = 1,4 моль.

1. Проверяем наличие в веществе кислорода. Для этого из массы всего исходного вещества надо вычесть массы С и Н.  
   m(C) = 0,7 • 12 = 8,4 г, m(H) = 1,4 • 1 = 1,4 г  
   Масса всего вещества 9,8 г.  
   m(O) = 9,8 − 8,4 − 1,4 = 0, т.е.в данном веществе нет атомов кислорода.  
   Если бы кислород в данном веществе присутствовал, то по его массе можно было бы найти количество вещества и рассчитывать простейшую формулу, исходя из наличия трёх разных атомов.
2. Дальнейшие действия вам уже знакомы: поиск простейшей и истинной формул.  
   С : Н = 0,7 : 1,4 = 1 : 2  
   Простейшая формула СН2.
3. Истинную молярную массу ищем по относительной плотности газа по азоту (не забудьте, что азот состоит из **двухатомных** молекул N2 и его молярная масса 28 г/моль):  
   Mист. = Dпо N2 • M(N2) = 2 • 28 = 56 г/моль.  
   Истиная формула СН2, её молярная масса 14.  
   56 / 14 = 4.  
   Истинная формула С4Н8.

Ответ: С4Н8.

1. **Пример 7.** Определите молекулярную формулу вещества, при сгорании 9 г которого образовалось 17,6 г CO2, 12,6 г воды и азот. Относительная плотность этого вещества по водороду — 22,5. Определить молекулярную формулу вещества.

**Решение примера 7.**

1. Вещество содержит атомы С,Н и N. Так как масса азота в продуктах сгорания не дана, её надо будет рассчитывать, исходя из массы всего органического вещества. Схема реакции горения:  
   СхНуNz + O2 → CO2 + H2O + N2
2. Находим количества веществ CO2 и H2O, и определяем, сколько моль атомов С и Н в них содержится:

ν(CO2) = m / M = 17,6 / 44 = 0,4 моль.  
ν(C) = 0,4 моль.  
ν(Н2О) = m / M = 12,6 / 18 = 0,7 моль.  
ν(H) = 0,7 • 2 = 1,4 моль.

1. Находим массу азота в исходном веществе.  
   Для этого из массы всего исходного вещества надо вычесть массы С и Н.

m(C) = 0,4 • 12 = 4,8 г,  
m(H) = 1,4 • 1 = 1,4 г

Масса всего вещества 9,8 г.

m(N) = 9 − 4,8 − 1,4 = 2,8 г ,  
ν(N) = m /M = 2,8 / 14 = 0,2 моль.

1. C : H : N = 0,4 : 1,4 : 0,2 = 2 : 7 : 1  
   Простейшая формула — С2Н7N.  
   Истинная молярная масса  
   М = Dпо Н2 • М(Н2) = 22,5 • 2 = 45 г/моль.  
   Она совпадает с молярной массой, рассчитанной для простейшей формулы. То есть это и есть истинная формула вещества.

Ответ: С2Н7N.

1. **Пример 8.** Вещества содержит С, Н, О и S. При сгорании 11 г его выделилось 8,8 г CO2, 5,4 г Н2О, а сера была полностью переведена в сульфат бария, масса которого оказалась равна 23,3 г. Определить формулу вещества.

**Решение примера 8.**  
  
Формулу заданного вещества можно представить как CxHySzOk. При его сжигании получается углекислый газ, вода и сернистый газ, который затем превращают в сульфат бария. Соответственно, вся сера из исходного вещества превращена в сульфат бария.

1. Находим количества веществ углекислого газа, воды и сульфата бария и соответствующих химических элементов из исследуемого вещества:

ν(CO2) = m/M = 8,8/44 = 0,2 моль.  
ν(C) = 0,2 моль.  
ν(Н2О) = m / M = 5,4 / 18 = 0,3 моль.  
ν(H) = 0,6 моль.  
ν(BaSO4) = 23,3 / 233 = 0,1 моль.  
ν(S) = 0,1 моль.

1. Рассчитываем предполагаемую массу кислорода в исходном веществе:

m(C) = 0,2 • 12 = 2,4 г  
m(H) = 0,6 • 1 = 0,6 г  
m(S) = 0,1 • 32 = 3,2 г  
m(O) = mвещества − m(C) − m(H) − m(S) = 11 − 2,4 − 0,6 − 3,2 = 4,8 г,  
ν(O) = m / M = 4,8 / 16 = 0,3 моль

1. Находим мольное соотношение элементов в веществе:  
   C : H : S : O = 0,2 : 0,6 : 0,1 : 0,3 = 2 : 6 : 1 : 3  
   Формула вещества C2H6SO3.  
   Надо отметить, что таким образом мы получили только простейшую формулу.  
   Однако, полученная формула является истинной, поскольку при попытке удвоения этой формулы (С4Н12S2O6) получается, что на 4 атома углерода, помимо серы и кислорода, приходится 12 атомов Н, а это невозможно.

Ответ: C2H6SO3.

Определение формул веществ по химическим свойствам.

1. **Пример 9.** Определить формулу алкадиена, если г его могут обесцветить 80 г 2%-го раствора брома.

**Решение примера 9.**

1. Общая формула алкадиенов — СnH2n−2.  
   Запишем уравнение реакции присоединения брома к алкадиену, не забывая, что в молекуле диена **две двойные связи** и, соответственно, в реакцию с 1 моль диена вступят 2 моль брома:  
   СnH2n−2 + 2Br2 → СnH2n−2Br4
2. Так как в задаче даны масса и процентная концентрация раствора брома, прореагировавшего с диеном, можно рассчитать количества вещества прореагировавшего брома:

m(Br2) = mраствора • ω = 80 • 0,02 = 1,6 г  
ν(Br2) = m / M = 1,6 / 160 = 0,01 моль.

1. Так как количество брома, вступившего в реакцию, в 2 раза больше, чем алкадиена, можно найти количество диена и (так как известна его масса) его молярную массу:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **0,005** |  | **0,01** |
| СnH2n−2 | + 2Br2 → | СnH2n−2Br4 |

1. Мдиена = m / ν = 3,4 / 0,05 = 68 г/моль.
2. Находим формулу алкадиена по его общей формул, выражая молярную массу через n:

14n − 2 = 68  
n = 5.

Это пентадиен С5Н8.

Ответ: C5H8.

1. **Пример 10.** При взаимодействии 0,74 г предельного одноатомного спирта с металлическим натрием выделился водород в количестве, достаточном для гидрирования 112 мл пропена (н. у.). Что это за спирт?

**Решение примера 10.**

1. Формула предельного одноатомного спирта — CnH2n+1OH. Здесь удобно записывать спирт в такой форме, в которой легко составить уравнение реакции — т.е. с выделенной отдельно группой ОН.
2. Составим уравнения реакций (нельзя забывать о необходимости уравнивать реакции):

2CnH2n+1OH + 2Na → 2CnH2n+1ONa + H2  
C3H6 + H2 → C3H8

1. Можно найти количество пропена, а по нему — количество водорода. Зная количество водорода, по реакции находим количество вещества спирта:

ν(C3H6) = V / Vm = 0,112 / 22,4 = 0,005 моль => ν(H2) = 0,005 моль,  
νспирта = 0,005 • 2 = 0,01 моль.

1. Находим молярную массу спирта и n:

Mспирта = m / ν = 0,74 / 0,01 = 74 г/моль,  
14n + 18 = 74  
14n = 56  
n = 4.

Спирт — бутанол С4Н7ОН.

Ответ: C4H7OH.

1. **Пример 11.** Определить формулу сложного эфира, при гидролизе 2,64 г которого выделяется 1,38 г спирта и 1,8 г одноосновной карбоновой кислоты.

**Решение примера 11.**

1. Общую формулу сложного эфира, состоящего из спирта и кислоты с разным числом атомов углерода можно представить в таком виде:  
   CnH2n+1COOCmH2m+1  
   Соответственно, спирт будет иметь формулу  
   CmH2m+1OH,  
   а кислота  
   CnH2n+1COOH.  
   Уравнение гидролиза сложного эфира:  
   CnH2n+1COOCmH2m+1 + H2O → CmH2m+1OH + CnH2n+1COOH
2. Согласно закону сохранения массы веществ, сумма масс исходных веществ и сумма масс продуктов реакции равны.  
   Поэтому из данных задачи можно найти массу воды:

mH2O = (масса кислоты) + (масса спирта) − (масса эфира) = 1,38 + 1,8 − 2,64 = 0,54 г  
νH2O = m / M = 0,54 / 18 = 0,03 моль

Соответственно, количества веществ кислоты и спирта тоже равны моль.  
Можно найти их молярные массы:

Мкислоты = m / ν = 1,8 / 0,03 = 60 г/моль,  
Мспирта = 1,38 / 0,03 = 46 г/моль.

Получим два уравнения, из которых найдём m и n:

MCnH2n+1COOH = 14n + 46 = 60, n = 1 — уксусная кислота  
MCmH2m+1OH = 14m + 18 = 46, m = 2 — этанол.

Таким образом, искомый эфир — это этиловый эфир уксусной кислоты, этилацетат.

Ответ: CH3COOC2H5.

1. **Пример 12.** Определить формулу аминокислоты, если при действии на 8,9 г её избытком гидроксида натрия можно получить 11,1 г натриевой соли этой кислоты.

**Решение примера 12.**

1. Общая формула аминокислоты (если считать, что она не содержит никаких других функциональных групп, кроме одной аминогруппы и одной карбоксильной):  
   NH2–CH(R)–COOH.  
   Можно было бы записать её разными способами, но для удобства написания уравнения реакции лучше выделять в формуле аминокислоты функциональные группы отдельно.
2. Можно составить уравнение реакции этой аминокислоты с гидроксидом натрия:  
   NH2–CH(R)–COOH + NaOH → NH2–CH(R)–COONa + H2O  
   Количества вещества аминокислоты и её натриевой соли — равны. При этом мы не можем найти массу какого-либо из веществ в уравнении реакции. Поэтому в таких задачах надо выразить количества веществ аминокислоты и её соли через молярные массы и приравнять их:

M(аминокислоты NH2–CH(R)–COOH) = 74 + МR   
M(соли NH2–CH(R)–COONa) = 96 + МR  
νаминокислоты = 8,9 / (74 + МR),  
νсоли = 11,1 / (96 + МR)  
8,9 / (74 + МR) = 11,1 / (96 + МR)  
МR = 15

Легко увидеть, что R = CH3.  
Можно это сделать математически, если принять, что R — CnH2n+1.   
14n + 1 = 15, n = 1.  
Это аланин — аминопропановая кислота.

Ответ: NH2–CH(CH3)–COOH.

Задачи для самостоятельного решения.

Часть 1. Определение формулы вещества по составу.

**1–1.** Плотность углеводорода при нормальных условиях равна 1,964 г/л. Массовая доля углерода в нем равна 81,82%. Выведите молекулярную формулу этого углеводорода.

**1–2.** Массовая доля углерода в диамине равна 48,65%, массовая доля азота равна 37,84%. Выведите молекулярную формулу диамина.

**1–3.** Относительная плотность паров предельной двухосновной карбоновой кислоты по воздуху равна 4,07. Выведите молекулярную формулу карбоновой кислоты.

**1–4.** 2 л алкадиена при н.у. имеет массу, равную 4,82 г. Выведите молекулярную формулу алкадиена.

**1–5. (ЕГЭ–2011)** Установите формулу предельной одноосновной карбоновой кислоты, кальциевая соль которой содержит 30,77 % кальция.

Часть 2. Определение формулы вещества по продуктам сгорания.

**2–1.** Относительная плотность паров органического соединения по сернистому газу равна 2. При сжигании 19,2 г этого вещества образуется 52,8 г углекислого газа (н.у.) и 21,6 г воды. Выведите молекулярную формулу органического соединения.

**2–2.** При сжигании органического вещества массой 1,78 г в избытке кислорода получили 0,28 г азота, 1,344 л (н.у.) СО2 и 1,26 г воды. Определите молекулярную формулу вещества, зная, что в указанной навеске вещества содержится 1,204•1022 молекул.

**2–3.** Углекислый газ, полученный при сгорании 3,4 г углеводорода, пропустили через избыток раствора гидроксида кальция и получили 25 г осадка. Выведите простейшую формулу углеводорода.

**2–4.** При сгорании органического вещества, содержащего С, Н и хлор, выделилось 6,72 л (н.у.) углекислого газа, 5,4 г воды, 3,65 г хлороводорода. Установите молекулярную формулу сгоревшего вещества.

**2–5. (ЕГЭ–2011)** При сгорании амина выделилось 0,448 л (н.у.) углекислого газа, 0,495 г воды и 0,056 л азота. Определить молекулярную формулу этого амина.

Часть 3. Определение формулы вещества по химическим свойствам.

**3–1.** Определить формулу алкена, если известно, что он 5,6 г его при присоединении воды образуют 7,4 г спирта.

**3–2.** Для окисления 2,9 г предельного альдегида до кислоты потребовалось 9,8 г гидроксида меди (II). Определить формулу альдегида.

**3–3.** Одноосновная моноаминокислота массой 3 г с избытком бромоводорода образует 6,24 г соли. Определить формулу аминокислоты.

**3–4.** При взаимодействии предельного двухатомного спирта массой 2,7 г с избытком калия выделилось 0,672 л водорода. Определить формулу спирта.

**3–5. (ЕГЭ–2011)** При окислении предельного одноатомного спирта оксидом меди (II) получили 9,73 г альдегида, 8,65 г меди и воду. Определить молекулярную формулу этого спирта.

Ответы и комментарии к задачам для самостоятельного решения.

1–1. С3Н8

1–2. С3Н6(NH2)2

1–3. C2H4(COOH)2

1–4. C4H6

1–5. (HCOO)2Ca — формиат кальция, соль муравьиной кислоты

2–1. С8Н16О

2–2. С3Н7NO

2–3. С5Н8 (массу водорода находим, вычитая из массы углеводорода массу углерода)

2–4. C3H7Cl (не забудьте, что атомы водорода содержатся не только в воде, но и в HCl)

2–5. C4H11N

3–1. С4Н8

3–2. С3Н6О

3–3. С2Н5NO2

3–4. C4H8(OH)2

3–5. C4H9OH