**Вывод химических формул и расчеты по уравнениям реакций**

Формулы веществ показывают, какие элементы и в каком количестве входят в состав вещества. Различают формулы простейшие и молекулярные. Простейшая формула выражает наиболее простой возможный атомный состав молекул вещества, соответствующий отношениям масс между элементами,

образующими данное вещество. Молекулярная формула показывает действительное число атомов каждого элемента в молекуле (для веществ молекулярного строения).

Для вывода простейшей формулы вещества достаточно знать его состав и атомные массы образующих данное вещество элементов.

**П р и м е р** Определите формулу оксида хрома, содержащего 68,4 % хрома.

**Решение** Обозначим числа атомов хрома и кислорода в простейшей формуле оксида хрома соответственно через x и y. Формула оксида CrхOy. Содержание кислорода в оксиде хрома 31,6 %.

Тогда:

x : y = 68,4/52 : 31,6/16 = 1,32 : 1,98.

Чтобы выразить полученное отношение целыми числами, разделим полученные числа на меньшее число:

x : y = 1,32/1,32 : 1,98/1,32 = 1 : 1,5,

а затем умножим обе величины последнего отношения на два:

x : y = 2 : 3.

Таким образом, простейшая формула оксида хрома Cr2O3.

**П р и м е р** При полном сжигании некоторого вещества массой 2,66 г образовались СО2 и SO2 массами 1,54 г и 4 ,48 г соответственно. Найдите простейшую формулу вещества.

**Решение** Состав продуктов горения показывает, что вещество содержало углерод и серу. Кроме этих двух элементов, в состав его мог входить и кислород. Массу углерода, входившего в состав вещества, найдем по массе образовавшегося СО2. Мольная масса СО2 равна44 г/моль, при этом в1 моле СО2 содержится 12 г углерода. Найдем массу углерода m, содержащуюся в 1,54 г СО2:

44/12 = 1,54/m; m = 12•1,54/44 = 0,42 г.

Вычисляя аналогично массу серы, содержащуюся в 4,48 г SO2, получаем 2,24 г. Так как масса серы и углерода равна 2,66 г, то это вещество не содержит кислорода и формула вещества СхSy:

х :y = 0,42/12 : 2,24/32 = 0,035 : 0,070 = 1 : 2.

Следовательно, простейшая формула вещества СS2.

Для нахождения молекулярной формулы вещества необходимо, кроме состава вещества, знать его молекулярную массу.

**П р и м е р** Газообразное соединение азота с водородом содержит 12,5 % (масс.) водорода. Плотность соединения по водороду равна 16. Найдите молекулярную формулу соединения.

Решение Искомая формула вещества NхHу:

x : y = 87,5/14 : 12,5/1 = 6,25 : 12,5 = 1 : 2.

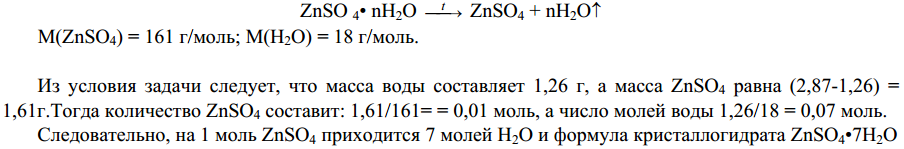
Простейшая формула соединения NH2. Этой формуле отвечает молекулярная масса, равная 16 а.е.м. Истинную молекулярную массу соединения найдем, исходя из его плотности по водороду:

М= 2•16 = 32 а.е.м.

Следовательно, формула вещества N2Н4.

**П р и м е р** При прокаливании кристаллогидрата сульфата цинка массой 2,87 г его масса уменьшилась на 1,26 г. Установите формулу кристаллогидрата.

**Решение** При прокаливании происходит разложение кристаллогидрата:



**П р и м е р** Найдите массу серной кислоты, необходимую для полной нейтрализации гидроксида натрия массой 20 г.

**Решение** Уравнение реакции:

H2SO4+ 2NaOH = Na2SO4+ 2Н2О.

М(H2SO4) = 98 г/моль; М(NaOH) = 40 г/моль.

По условию: ν(NaOH) = 20/40 = 0,5 моль. Согласно уравнению реакции 1 моль H2SO4 реагирует с 2 молями NaОH, с 0,5 моль NaOH реагирует 0,25 моль H2SO4 или 0,25•98 = 24,5 г.

**П р и м е р** В токе хлора сожгли смесь медных и железных опилок массой1,76 г; в результате чего получилась смесь хлоридов металлов массой 4,60 г. Рассчитайте массу меди, вступившей в реакцию.

**Решение** Реакции протекают по схемам:

1) Cu + Cl2= CuCl2

2) 2Fe + 3Cl2= 2FeCl3

М(Cu) = 64 г/моль; М(Fe) = 56 г/моль; М(CuCl2) = 135 г/моль;

М(FeCl3) = 162,5 г/моль.

Обозначим содержание меди в смеси через х г. Тогда содержание железа в смеси составит (1,76 - х) г. Из уравнений (1,2) следует, что масса образующегося хлорида меди (II) "а" составит а= 135х/64 г, масса хлорида железа (III) "b" составит b = (1,76 - х)•162,5/56 г.

По условию задачи масса смеси хлоридов меди (II) и железа (III), т.е. а+ b = 4,60 г. Отсюда 135х/64 + 162,5• (1,76 - х)/56 = 4,60.

Следовательно, х= 0,63 , то есть масса меди 0,63 г.

**П р и м е р** При обработке смеси гидроксида и гидрокарбоната калия избытком раствора соляной кислоты образовался хлорид калия массой 22,35 г и выделился газ объемом 4,48 дм3 (н.у.). Рассчитайте состав исходной смеси(ω, %).

**Решение** Уравнения реакций:

1) KHCO3+ HCl = KCl + H2O + CO2↑

2) KOH + HCl = KCl + H2O

M(KHCO3) = 100 г/моль; М(KCl) = 74,5 г/моль;

М(KOH) = 56 г/моль.

По условию задачи объем газа (CO2) по реакции (1) равен 4,48 дм3 или 0,2 моль. Тогда из уравнения реакции (1) следует, что исходное количество в смеси гидрокарбоната калия составляет 0,2 моль или 0,2•100 = 20 г и образуется такое же количество 0,2 моль KCl или 0,2•74,5 = 14,9 г.

Зная общую массу KСl, образующегося в результате реакций (1 и 2) можно определить массу КСl, образующуюся по реакции (2). Она составит 22,35 - 14,9 = 7,45 г или 7,45/74,5 = 0,1 моль. На образование 0,1 моль КСl по реакции (2) потребуется такое же количество КОН, то есть 0,1 моль или 0,1•56 = 5,60 г. Следовательно, содержание исходных компонентов в смеси составит:

5,6•100/25,6 = 21,9 % КОН и 20,0•100/25,6 = 78,1 % KHCO3.

Задачи

51 При разложении карбоната металла (II) массой 21,0 г выделился СО2 объемом 5,6 дм3(н.у.). Установите формулу соли.

52 Найдите формулы соединений, имеющих состав в массовых долях процента: а) серы- 40 и кислорода- 60; б) железа- 70 и кислорода- 30; в) хрома- 68,4 и кислорода - 31,6; г) калия- 44,9; серы- 18,4 и кислорода- 36,7; д) водорода- 13,05; кислорода- 34,78 и углерода- 52,17; е) магния- 21,83;

фосфора- 27,85 и кислорода- 50,32.

53 Определите формулы соединений, имеющих состав в массовых долях процента: а) калия- 26,53; хрома- 35,35 и кислорода- 38,12; б) цинка- 47,8 и хлора- 52,2; в) серебра- 63,53; азота- 8,24 и кислорода- 28,23; г) углерода- 93,7; водорода- 6,3.

54 Определите простейшие формулы минералов, имеющих состав в массовых долях процента: а) меди- 34,6; железа- 30,4; серы- 35,0; б) кальция- 29,4; серы- 23,5; кислорода- 47,1; в) кальция- 40,0; углерода- 12,0; кислорода- 48,0; г) натрия- 32,9; алюминия- 12,9; фтора- 54,2.

55 Установите формулы: а) оксида ванадия, если оксид массой 2,73 г содержит металл массой 1,53 г: б) оксида ртути, если при полном разложении его массой 27 г выделяется кислород объемом 1,4 дм3(н.у.)?

56 Установите формулу вещества, состоящего из углерода, водорода и кислорода в отношении

масс соответственно 6 : 1 : 8, если плотность паров его по воздуху равна 2,07.

57 Определите формулу соединения, имеющего состав в массовых долях процента металла- 38,71; фосфора- 20,00; кислорода- 41,29.

58 Найдите формулу соединения с мольной массой 63 г/моль, имеющего состав в массовых долях процента: водорода- 1,59; азота- 22,21 и кислорода- 76,20.

59 Установите формулу соединения (М= 142 г/моль), имеющего состав в массовых долях процента: серы- 22,55; кислорода- 45,02 и натрия- 32,43.

60 Найдите формулу соединения (М= 84 г/моль), имеющего состав в массовых долях процента: магния- 28,5; углерода- 14,3; кислорода- 57,2.

61 Найдите формулу соединения (М= 136 г/моль), имеющего состав в массовых долях процента: кальция- 29,40; водорода- 0,74; фосфора- 22,80; кислорода- 47,06.

62 Установите формулу соединения (М= 102 г/моль), имеющего состав в массовых долях

процента: алюминий- 52,9; кислород- 47,1.

63 При сжигании в кислороде вещества массой3,4 г образовались азот и вода массой 2,8 г и5,4 г соответственно. Установите формулу вещества.

64. Найдите формулу соединения (М= 310 г/моль), имеющего состав в массовых долях процента: кальция- 38,75; фосфора- 20,00; кислорода- 41,25.

65 Найдите формулу углеводорода, имеющего состав в массовых долях процента: углерода- 82,76; водорода- 17,24. В газообразном состоянии углеводород объемом 1,12 дм3 (н.у.) имеет массу 2,9 г.

66 Найдите формулу соединения бора с водородом (борана), имеющего состав в массовых долях процента: бора- 78,2; водорода- 21,8; если масса 1 дм3

этого газа равна массе1 дм3 азота(н.у.).

67 Найдите формулу вещества, имеющего состав в массовых долях процента: углерода - 93,75; водорода- 6,25. Плотность этого вещества по воздуху равна 4,41.

68 Найдите формулу вещества, если его плотность по водороду равна49,5; а состав выражается в массовых долях процента: углерода- 12,12; кислорода- 16,16; хлора- 71,72.

69 При сгорании углеводорода массой 4,3 г образовался диоксид углерода массой 13,2 г. Плотность пара углеводорода по водороду равна 43. Какова формула углеводорода?

70 При полном сгорании соединения серы с водородом образуется вода и диоксид серы массами 3,6 г и12,8 г соответственно. Установите формулу исходного вещества.

71 Какова формула кремневодорода (силана), если известно, что при сжигании его массой 6,2 г образуется диоксид кремния массой 12,0 г? Плотность кремневодорода по воздуху равна 2,14.

72 При полном сгорании органического вещества массой 13,8 г образовались диоксид углерода и вода массами 26,4 г и 16,2 г соответственно. Плотность пара этого вещества по водороду равна 23. Определите формулу вещества.

73 При сжигании неизвестного вещества массой 5,4 г в кислороде образовались азот, диоксид углерода и вода массами 2,8 г; 8,8 г; 1,8 г соответственно. Определите формулу вещества, если его мольная масса равна 27 г/моль.

74 Массовые доли оксидов натрия, кальция и кремния (IV) в оконном стекле составляют соответственно13,0; 11,7 и75,3 %. Каким мольным отношением этих оксидов выражается состав стекла?

75 Установите формулу кристаллогидрата сульфата натрия, если потеря массы при прокаливании составляет 55,91 % от массы кристаллогидрата.

76 Установите формулу кристаллогидрата хлорида бария, если при прокаливании соли массой 36,6 г потеря в массе составила 5,4 г.

77 Найдите формулу кристаллогидрата сульфата железа (II), если при прокаливании соли массой 2,78 г потеря в массе составила 1,26 г.

78 Остаток после прокаливания кристаллогидрата сульфата меди (II) массой 25 г составил 16 г. Установите формулу кристаллогидрата.

79 При обезвоживании кристаллогидрата хлорида меди (II) массой 1,197 г потеря в массе составила 0,252 г. Установите формулу кристаллогидрата.

80 Найдите формулу кристаллогидрата хлорида кальция, если при прокаливании его массой 5,88 г выделилась вода массой 1,44 г.

81 Найдите формулу кристаллогидрата карбоната натрия, если при прокаливании его массой 14,3 г образуется карбонат натрия массой 5,3 г.

82 В состав алюмокалиевых квасцов входит кристаллизационная вода с массовой долей 45,5 %. Вычислите, сколько молей воды приходится на один моль KAl(SO4)2.

83 Определите формулу кристаллогидрата, в котором массовые доли эле-ментов составляют: магния - 9,8 %; серы- 13,0 %; кислорода- 26,0 %; воды- 51,2 %.

84 Установите формулу кристаллогидрата, состав которого выражается в массовых долях процента: железа- 20,14; серы- 11,51; кислорода- 63,35; водорода- 5,00.

85 Найдите формулу кристаллической соды, имеющей состав в массовых долях процента: натрия- 16,08; углерода- 4,20; кислорода- 72,72; водорода- 7,00.

86 Установите формулу кристаллогидрата сульфата кальция, если при прокаливании кристаллогидрата массой 1,72 г потеря массы составила 0,36 г.

87 В азотной кислоте растворили гидроксид цинка массой 1,98 г и из полученного раствора выкристаллизовали кристаллогидрат соли массой 5,94 г. Установите формулу этого кристаллогидрата.

88 Определите формулу карналлитаx KCl•yMgCl2•zH2O, если известно, что при прокаливании 5,55 г его масса уменьшилась на 2,16 г; а при прокаливании осадка полученного действием раствора щелочи на раствор, содержащий столько же соли, потери составляют 0,36 г.

89 В состав соединения входят углерод, водород, хлор и сера. При сжигании этого вещества массой 1,59 г образуется диоксид углерода и вода массами 1,76 г и 0,72 г соответственно. При растворении этого вещества массой 0,477 г и добавлении к раствору нитрата серебра образуется осадок массой 0,861 г. Мольная масса вещества равна 159 г/моль. Установите формулу вещества.

90 Определите формулу двойного сульфата железа (III) и аммония, если известно, что при растворении его массой 19,28 г в воде и последующем добавлении избытка концентрированного раствора NaOH выделяется газ объемом 896 см3(н.у.) и образуется бурый осадок, при прокаливании которого масса остатка составляет 3,20 г.

91 Определите формулу соединения, в котором массовые доли элементов составляют: металла- 28 %; серы- 24 %; кислорода- 48 %.

92 Природный кристаллогидрат содержит кристаллизационную воду и соль с массовыми долями 56 % и44 % соответственно. Выведите формулу кристаллогидрата, если известно, что соль, входящая в состав кристаллогидрата окрашивает пламя в желтый цвет и с раствором хлорида бария образует белый, нерастворимый в воде и кислотах, осадок.

93 Вычислите объем водорода (н.у.), который выделится при взаимодействии алюминия массой 2,7 г с раствором, содержащим КОН массой 20 г.

94 При взаимодействии металла (II) массой 6,85 г с водой выделился водород объемом 1,12 дм3 (н.у.). Определите металл.

95 К раствору, содержащему сульфат железа (III) массой 40 г, прибавили раствор, содержащий NаОН массой 24 г. Какова масса образовавшегося осадка?

96 Какую массу карбоната кальция следует взять, чтобы полученным при его разложении диоксидом углерода наполнить баллон емкостью 40 дм3

при 188 К и давлении 101,3 кПа?

97 Бертолетова соль при нагревании разлагается с образованием хлорида калия и кислорода. Какой объем кислорода при 0 °С и давлении 101325 Па можно получить из одного моля бертолетовой соли?

98 Определите массу соли, образующейся при взаимодействии оксида кальция массой14 г с раствором, содержащим азотную кислоту массой 35 г.

99 К раствору, содержащему хлорид кальция массой 0,22 г, прибавили раствор, содержащий нитрат серебра массой 2,00 г. Какова масса образовавшегося осадка? Какие вещества будут находиться в растворе?

100 При действии соляной кислотой на неизвестный металл массой22,40 г образуется хлорид металла (II) и выделяется газ объемом 8,96 дм3(н.у.). Определите неизвестный металл.

101 Вычислите содержание примесей в массовых долях процента в известняке, если при полном прокаливании его массой 100 г выделился диоксид углерода объемом 20 дм3(н.у.).

102 Какая масса алюминия потребуется для получения водорода, необходимого для восстановления оксида меди (II), получающегося при термическом разложении малахита массой 6,66 г?

103 На восстановление оксида неизвестного металла (III) массой 3,2 г потребовался водород объемом 1,344 дм3(н.у.). Металл потом растворили в избытке раствора соляной кислоты, при этом выделился водород объемом 0,896 дм3(н.у.). Определите металл и напишите уравнения соответствующих реакций.

104 При взаимодействии галогенида кальция массой 0,200 г с раствором нитрата серебра образовался галогенид серебра массой 0,376 г. Определите, какая соль кальция была использована.

105 Смесь хлоридов натрия и калия массой 0,245 г растворили в воде и на полученный раствор подействовали раствором нитрата серебра. В результате реакции образовался осадок массой 0,570 г. Вычислите массовые доли (%) хлоридов натрия и калия в смеси.

106 Смесь фторидов натрия и лития массой 4 г обработали при нагревании концентрированной серной кислотой. При этом получили смесь сульфатов металлов массой 8 г. Определите содержание солей в исходной смеси в массовых долях процента.

107 Определите состав смеси (ω, %) NaHCO3, Na2CO3, NaCl, если при нагревании ее массой 10 г выделяется газ объемом 0,672 дм3 (н.у.), а при взаимодействии с соляной кислотой такой же массы смеси выделяется газ объемом 2,016 дм3(н.у.).

108 Определите состав смеси (ω, %), образующейся при взаимодействии порошкообразного алюминия массой 27 г с оксидом железа (III) массой 64 г.

109 После добавления хлорида бария в раствор, содержащий смесь сульфатов натрия и калия массой1,00 г, образовался сульфат бария массой 1,49 г. В каком соотношении смешаны сульфаты натрия и калия?

110 К водному раствору сульфатов алюминия и натрия массой 9,68 г добавили избыток раствора нитрата бария, при этом выпал осадок массой 18,64 г. Вычислите массу сульфатов алюминия и натрия в исходной смеси.

111 При взаимодействии сплава цинка и магния массой 20 г с избытком раствора серной кислоты образовалась смесь сульфатов данных металлов массой 69 г. Определите состав сплава в массовых долях процента.

112 Сплав алюминия и магния массой 3,00 г смешивают с избытком оксида хрома (III) и поджигают. В результате образуется хром массой 5,55 г. Определите состав исходной смеси (ω, %).

113 Смесь угарного и углекислого газов объемом 1 дм3 (н.у.) имеет массу 1,43 г. Определите состав смеси в объемных долях (%).

114 Какая масса известняка, содержащего карбонат кальция (ω= 90 %) потребуется для получения 10 т негашеной извести?

115 При обработке раствором NaOH смеси алюминия и оксида алюминия массой 3,90 г выделился газ объемом 840 см3 (н.у.). Определите состав смеси (ω, %).