**Определение формулы вещества**

1. При сгорании 11,2 л газа получилось 33,6 л СО2 и 27 г воды. 1 л газа при н.у. весит 1,875 г. Определить молекулярную формулу газа.

2. В результате сгорания 0,68 г газа образовалось 1,42 г Р2О5 и 0,54 г воды. Определить формулу вещества, если известно, что 1 л газа при н.у. весит 3,02 г.

3. Для установления формулы газообразного углеводорода 5 мл его смешали с 12 мл О2, и смесь была взорвана. После конденсации водяных паров объем газообразного остатка СО2 + О2 равнялся 7 мл, а после обработки его щелочью для поглощения СО2 осталось 2 мл газа. Найти формулу углеводорода.

4. При взрыве смеси 8 мл газообразного углеводорода с 36 мл О2 образовалось 16 мл СО2 и некоторое количество водяных паров. После взрыва не прореагировало 8 мл О2. Найти формулу газообразного углеводорода.

5. Полученную при сжигании 1,5 г аминокислоты в кислороде смесь газов пропускают через трубку с фосфорным ангидридом, а затем через известковую воду. Далее поглощают кислород и измеряют объем оставшегося газа. Какова формула аминокислоты, если масса Р2О5 после пропускания газов увеличилась на 0,9 г, масса осадка, выпавшего в известковой воде - 4 г, объем оставшегося после поглощения кислорода газа - 224 мл.

6. При сжигании 5,76 г вещества образовалось 2,12 г Na2CO3 и 5,824 л СО2 (н.у.) и 1,8 г воды. Определить формулу вещества.

7. При сжигании 12,6 г вещества образовалось 3,18 г Na2CO3, 4,14 г К2CO3, 4,032 л СО2 и 2,16 г Н2О. Определить молекулярную формулу вещества.

8. 2,2 г вещества с D(H2) = 22, нанесено на СаСО3 и вместе с ним сожжено в атмосфере кислорода. При этом было получено 3,36 л СО2, 1,8 г воды и 2,8 г несгораемого остатка. Определить формулу вещества.

9. 2,3 г вещества с D(H2) = 23 нанесено на гидроксид кальция и вместе с ним сожжено в атмосфере кислорода. При этом было получено 2,24 л СО2 и 4,5 г воды и 5,6 г несгораемого остатка. Установить формулу вещества.

10. В состав вещества входят C, H, O, S. При сжигании его навески массой 0,222 г были получены 0,396 г СО2, 0,162 г Н2О, а сера переведена в сульфат бария массой 0,3495 г. Dпаров(H2)=74. Определить истинную формулу вещества.

11. При полном сгорании 3,76 г органического бромосодержащего вещества получилось 1,76 г СО2 и 0,72 г воды. После поглощения всего брома, содержащегося в данном количестве вещества, в бромистое серебро, получено 7,52 г осадка. Dпаров по (H2)= 94. Определить молекулярную формулу вещества.

12. 54 г амина сожгли в избытке кислорода. Полученную газовую смесь после удаления О2 пропустили через раствор КОН с массовой долей 20%. Объём газа, не поглощенного щелочью, составил 13,44 л (н.у). Определите формулу амина.

13. При сжигании 5,34 г орг. вещества в избытке кислорода образовалось 3,78 г воды и 5,376 л (н.у) газовой смеси, объём которой при пропускании через избыток раствора щелочи уменьшился до 1,344 л (н.у). Предложите структурную формулу вещества. если известно, что оно содержит С, Н, О, N. Плотность по водороду оставшейся газовой смеси равна 15,00.

14. При сгорании 0,72 г органического вещества образуется 0,05 моль углекислого газа и 0,06 моль воды. 0,1 г паров исходного вещества занимает объем 31 мл при нормальных условиях. Найдите молекулярную формулу вещества, перечислите все возможные его изомеры и составьте их графические формулы.

15. При действии брома на свету на неизвестный углеводород образуется единственное галогенпроизводное, плотность паров которого в 5,207 раз больше плотности воздуха при одинаковых условиях. Определите строение углеводорода.

16. Алкен нормального строения содержит двойную связь при первом атоме углерода. 0,35 г этого алкена могут присоединить 0,8 г брома. Определите формулу алкена и назовите его.

17. При сплавлении натриевой соли одноосновной карбоновой кислоты с гидроксидом натрия выделилось 11,2 л газообразного органического соединения, 1 л которого при н.у. имеет массу 1,965 г. Определите массу соли, вступившей в реакцию и состав выделившегося газа.

18. Определите строение углеводорода, если известно, что его 8,4 г обесцвечивают бромную воду, присоединяют 3,36 л водорода в присутствии никелевого катализатора, а при окислении водным раствором перманганата калия на холоду образует соединение симметричного строения.

19. Установите молекулярную формулу спирта, если при нагревании 274 г этого спирта с концентрированной серной кислотой образуется 133,4 г непредельного углеводорода с одной двойной связью. Выход в реакции равен 80%.

20. Определите строение предельного одноатомного спирта, если известно, что при взаимодействии его с бромоводородом образуется вторичный алкилбромид, а при действии на 30 мл этого спирта (плотность 0,8 г/см3) избытком металлического натрия выделяется водород в количестве, достаточном для полного гидрирования 2,24 л (н.у.) дивинила.

21. На нейтрализацию 0,1 моль карбоновой кислоты с молярной массой 90 г/моль израсходовано 8 г едкого натра. Найдите молекулярную формулу кислоты и определите ее основность.

22. При взаимодействии 71,15 мл 30%-ного раствора (плотность 1,04 г/см3) неизвестной органической одноосновной кислоты с избытком гидрокарбоната натрия выделилось 6720 мл газа (н.у.). Определите, какая кислота находилась в растворе.

23. Какой газ находится в цилиндре, если известно, что он гомолог этилена и для полного сгорания 60 см3 этого газа требуется 270 см3 кислорода (при н.у.)?

24. К какому классу органических соединений должно относиться вещество, при сжигании 11 г которого образуется 11,2 л (н.у.) оксида углерода(IV) и 9 г воды, если молярная масса этого вещества равно молярной массе углекислого газа?

25. Какова структурная формула предельной одноосновной кислоты, если объем CO2, образующегося при сжигании некоторого ее количества, в три раза больше объема CO2, выделившегося при действии на такое же количество данной кислоты избытка водного раствора гидрокарбоната натрия?

**Задачи на сгорание углеводородов.**

1. Для полного сжигания 2 л газообразного углеводорода потребовалось 13 л кислорода, при этом образовалось 8 л углекислого газа. Найти молекулярную формулу углеводорода.

2. При сжигании 3 л газообразного углеводорода получено 6 л углекислого газа и некоторое количество воды. Определите молекулярную формулу углеводорода, если известно, что для полного сжигания потребовалось 10,5 л кислорода.

3. Для полного сжигания 10 л газообразного углеводорода потребовалось 190,5 л воздуха. Определите состав углеводорода, если известно, что число электронов в его молекуле равно 22.

**Задачи с участием кристаллогидрата.**

40. При растворении 2,69 г кристаллогидрата сульфата цинка в 49,4 мл воды получен раствор с массовой долей безводной соли, равной 0,033. Установите формулу кристаллогидрата.

41. При растворении 5,56 г кристаллогидрата сульфата железа (II) в 24 мл воды получен раствор с массовой долей безводной соли, равной 0,1028. Установите формулу кристаллогидрата.

42. При растворении 29,52 г кристаллогидрата сульфата магния в 85 мл воды получен раствор с массовой долей безводной соли, равной 0,1257. Установите формулу кристаллогидрата.

43. При растворении 17,9 г кристаллогидрата сульфата цинка в 16,1 мл воды получен раствор с массовой долей безводной соли, равной 0,4735. Установите формулу кристаллогидрата.

33. Навеску кристаллогидрата карбоната натрия массой 28,6 г подвергли высушиванию и полному обезвоживанию, после чего она стала весить 10,6 г. Определите формулу кристаллогидрата. (МГУ, 2003, ББИ)

34. Определите формулу кристаллогидрата сульфата магния, если его навеска массой 7,38 г после высушивания и полного обезвоживания стала весить на 3,78 г меньше. (МГУ, 2003, ББИ)

35. Определите формулу кристаллогидрата сульфата железа (II), если его навеска массой 6,95 г после высушивания и полного обезвоживания стала весить на 3,15 г меньше. (МГУ, 2003, ББИ)

36. Определите формулу кристаллогидрата сульфата натрия, если его навеска массой 9,66 г после высушивания и полного обезвоживания стала весить на 5,4 г меньше. (МГУ, 2003, ББИ)

37. Образец кристаллогидрата состава MgCO3·nH2O прокаливали до прекращения выделения газов, которые пропускались последовательно через промывные склянки с концентрированной серной кислотой и с известковой водой. Масса первой склянки при этом увеличилась на 3,6 г, а во второй выпало 4,0 г осадка. Установите состав кристаллогидрата и массу его исходного образца.

15. При охлаждении водного раствора нитрата неизвестного металла было получено 0,3 моль кристаллогидрата, в котором массовая доля безводной соли составляет 59,5%, а масса кристаллизационной воды на 22,8 г меньше массы безводной соли. Определить молярную массу кристаллогидрата и установить его состав. (МГУ, 2004, ФНМ)

16. При охлаждении водного раствора сульфата неизвестного металла было получено 0,5 моль кристаллогидрата, в котором массовая доля безводной соли составляет 51,351%, а масса кристаллизационной воды на 9 г меньше массы безводной соли. Определить молярную массу кристаллогидрата и установить его состав. (МГУ, 2004, ФНМ)

17. При охлаждении водного раствора перхлората неизвестного металла было получено 0,2 моль кристаллогидрата, в котором массовая доля безводной соли составляет 67,37%, а масса кристаллизационной воды на 23,0 г меньше массы безводной соли. Определить молярную массу кристаллогидрата и установить его состав. (МГУ, 2004, ФНМ)

18. При охлаждении водного раствора нитрата неизвестного металла было получено 0,08 моль кристаллогидрата, в котором массовая доля безводной соли составляет 62,37%, а масса кристаллизационной воды на 5,68 г меньше массы безводной соли. Определить молярную массу кристаллогидрата и установить его состав. (МГУ, 2004, ФНМ)

**3. Определение формулы вещества по химическим свойствам.**

8. При дегидрировании 95,0 г гомолога бензола образовался непредельный углеводород (с одной двойной связью), который может присоединить 76,0 г брома. Напишите все возможные структурные формулы исходного углеводорода, если выход первой реакции равен 60%, а второй — 100%. (МГУ, 2004, олимп.)

26. При нагревании 3,0 г кислородсодержащего органического вещества природного происхождения с избытком свежеприготовленного гидроксида меди (II) получено 2,88 г осадка красного цвета. При сжигании образца этого вещества в атмосфере озона суммарное количество образовавшихся углекислого газа и воды в три раза превысило количество озона, потребовавшегося для полного сгорания образца. Определите формулу исходного вещества и приведите по одной структурной формуле его изомеров в линейной и циклической формах. (МГУ, 2003, ФФМ)

28. При нагревании 6,0 г кислородсодержащего органического вещества природного происхождения с избытком аммиачного раствора оксида серебра получено 10,8 г осадка. При сжигании образца этого вещества суммарное количество образовавшихся углекислого газа и воды в два раза превысило количество кислорода, потребовавшегося для полного сгорания образца. Определите формулу исходного вещества и приведите по одной структурной формуле его изомеров в линейной и циклической формах. (МГУ, 2003, ФФМ)

30. При нагревании 4,5 г кислородсодержащего органического вещества природного происхождения с избытком свежеприготовленного гидроксида меди (II) получено 7,2 г осадка красного цвета. При сжигании образца этого вещества суммарное количество образовавшихся при этом углекислого газа и воды в два раза превысило количество кислорода, потребовавшегося для полного сгорания образца. Определите формулу исходного вещества и приведите по одной структурной формуле его изомеров в линейной и циклической формах. (МГУ, 2003, ФФМ)

32. При нагревании 6,7 г кислородсодержащего органического вещества природного происхождения с избытком аммиачного раствора оксида серебра получено 10,8 г осадка. Для сжигания образца этого вещества потребовался объём кислорода, в 1,1 раза превышающий объём выделившегося при этом углекислого газа. Определите формулу исходного вещества и приведите по одной структурной формуле его изомеров в линейной и циклической формах. (МГУ, 2003, ФФМ)

44. 140 г углеводорода, имеющего плотность 3,587 г/л при 162°С и нормальном давлении, нагрели в присутствии оксида хрома (III) и получили смесь двух изомерных гомологов бензола, которую затем окислили нейтральным раствором перманганата калия. В результате окисления выделили смесь калиевых солей двух ароматических карбоновых кислот общей массой 144,8 г, содержащую 43,92% углерода. Установите формулу исходного углеводорода и рассчитайте процент его превращения в ароматические углеводороды при условии, что их окисление было количественным.

45. 100 г углеводорода, имеющего плотность 3,270 г/л при 152°С и нормальном давлении, нагрели в присутствии оксида хрома (III) и получили смесь двух изомерных гомологов бензола, которую затем окислили нейтральным раствором перманганата калия. В результате окисления выделили смесь калиевых солей двух ароматических карбоновых кислот общей массой 153 г, содержащую 30,59% калия по массе. Установите формулу исходного углеводорода и рассчитайте процент его превращения в ароматические углеводороды при условии, что их окисление было количественным.

46. 130 г углеводорода, имеющего плотность 3,604 г/л при 160°С и нормальном давлении, нагрели в присутствии оксида хрома (III) и получили смесь двух изомерных гомологов бензола, которую затем окислили нейтральным раствором перманганата калия. В результате окисления выделили смесь калиевых солей двух ароматических карбоновых кислот общей массой 120,2 г, содержащую 2,83% водорода. Установите формулу исходного углеводорода и рассчитайте процент его превращения в ароматические углеводороды при условии, что их окисление было количественным.

47. 120 г углеводорода, имеющего плотность 3,088 г/л при 177°С и нормальном давлении, нагрели в присутствии оксида хрома (III) и получили смесь двух изомерных гомологов бензола, которую затем окислили нейтральным раствором перманганата калия. В результате окисления выделили смесь калиевых солей двух ароматических карбоновых кислот общей массой 161,2 г, содержащую 25,81% кислорода. Установите формулу исходного углеводорода и рассчитайте процент его превращения в ароматические углеводороды при условии, что их окисление было количественным.

**4. Определение формул неорганических веществ.**

11. При полном разложении нитрата металла (степень окисления +1) масса твёрдого остатка составила 21,7% от массы исходного нитрата. Установите формулу нитрата и запишите уравнение реакции его разложения. (МГУ, 2004, ББА)

12. При полном разложении сульфата металла (степень окисления +2) масса твёрдого остатка составила 52,6% от массы исходного сульфата. Установите формулу сульфата и запишите уравнение реакции его разложения. (МГУ, 2004, ББА)

13. При полном разложении нитрата металла (степень окисления +1) масса твёрдого остатка составила 63,5% от массы исходного нитрата. Установите формулу нитрата и запишите уравнение реакции его разложения. (МГУ, 2004, ББА)

14. При полном разложении нитрата металла (степень окисления +2) масса твёрдого остатка составила 44,4% от массы исходного нитрата. Установите формулу нитрата и запишите уравнение реакции его разложения. (МГУ, 2004, ББА)

**5. Определение формулы по электронному, атомному составу.**

1. Молекула алкана содержит 26 электронов. Установите его формулу.

2. Установите молекулярную формулу углеводорода, молекула которого содержит 40 электронов, а молекулярная масса которого 70.

6. Общее количество атомов в образце предельной одноосновной карбоновой кислоты массой 97,5 г равно 13,0 моль. Определите молекулярную формулу кислоты. (МГУ, 2004, олимп.)

19. Общее количество атомов в образце предельного одноатомного спирта массой 120 г равно 22,5 моль. Определите молекулярную формулу спирта. (МГУ, 2003, БФ)

21. Общее количество атомов в образце предельной одноосновной карбоновой кислоты массой 97,5 г равно 13,0 моль. Определите молекулярную формулу кислоты. (МГУ, 2003, БФ)

23. Общее количество атомов в образце предельного одноатомного альдегида массой 79,2 г равно 12,6 моль. Определите молекулярную формулу альдегида. (МГУ, 2003, БФ)

7. В молекуле алкана содержится x первичных и y третичных атомов углерода. Найдите число четвертичных атомов углерода.

20. В молекуле алкана содержится 9 первичных и 3 четвертичных атома углерода. Найдите число третичных атомов углерода.

22. В молекуле циклоалкана содержится 7 первичных и 3 четвертичных атома углерода. Найдите число третичных атомов углерода. (МГУ, 2003, БФ)

24. В молекуле алкана содержится 7 первичных и 3 третичных атома углерода. Найдите число четвертичных атомов углерода.

**6. Определение формул по массовым долям элементов.**

9. В предельной одноосновной карбоновой кислоте массовая доля кислорода равна 43,24%. Определите формулу кислоты.

10. В монохлоралкане массовая доля хлора равна 55,04%. Определите формулу монохлоралкана. (МГУ, 2004, Хим.)

49. Определите молекулярную формулу фторпроизводного алкана, в 34,27 г которого содержится 17,44 г фтора.

52. Определите молекулярную формулу предельного многоатомного спирта, в 31,25 г которого содержится 14,15 г кислорода.

55. Определите молекулярную формулу хлорпроизводного алкана, в 35,24 г которого содержится 23,83 г хлора.

57. Определите молекулярную формулу предельного многоатомного спирта, в 37,67 г которого содержится 16,62 г углерода.

50. Бромирование на свету углеводорода **А** приводит только к одному монобромпроизводному — **В**, содержащему 37,56% брома по массе. При нитровании углеводорода **А** концентрированной азотной кислотой образуется только одно мононитропроизводное углеводорода — **C**. Установите строение соединений **А**, **B** и **C**.

53. Хлорирование на свету углеводорода **А** приводит к двум монохлорпроизводным — **B** и **C**. При нитровании углеводорода **А** концентрированной азотной кислотой образуется два мононитропроизводных углеводорода — **D** и **E**, содержащих 8,48% азота по массе. Установите строение **А** — **E**.

56. Хлорирование на свету углеводорода **А** приводит только к одному монохлорпроизводному — **B**, содержащему 22,98% хлора по массе. При нитровании углеводорода **А** концентрированной азотной кислотой образуется только одно мононитропроизводное углеводорода — **C**. Установите строение соединений **А**, **B** и **C**.

58. Бромирование на свету углеводорода **А** приводит к двум монобромпроизводным — **B** и **C**. При нитровании углеводорода **А** концентрированной азотной кислотой образуется одно мононитропроизводное углеводорода — **D**, содержащее 17,88% кислорода по массе. Установите строение соединений **А** — **D**.

38. При выдерживании фуллерена С60 в потоке газообразного фтора в течение четырёх часов было получено твёрдое вещество, которое по данным элементного анализа содержало 55,516% фтора по массе, а в масс-спектре проявляло два пика, соответствующих молярным массам 1594,6 и 1632,6. Установите формулы соединений, содержащихся в полученной смеси, и определите их мольные доли. Атомные массы примите равными: С — 12,01, F — 19,00.

39. Оптически активный углеводород **А** с массовой долей углерода 88,89% при гидрировании на платине превращается в углеводород **B** с массовой долей углерода 84,21%. При частичном восстановлении соединения **А** образуется либо оптически активный углеводород **C** с массовой долей углерода 87,27%, либо изомерный ему оптически неактивный углеводород **D**. Установите строение соединений **А** — **D**, объясните полученные результаты.

**7. Формула вещества в составе газовой смеси.**

25. Газообразный углеводород массой 10,56 г смешан с криптоном, объёмная доля последнего составляет 20%. Смесь находится в сосуде объёмом 10 л под давлением 110 кПа при 28°С. Определите формулу углеводорода. (МГУ, 2003, ФФМ)

27. Газообразный углеводород массой 22 г смешан с аргоном, объёмная доля последнего составляет 30%. Смесь находится в сосуде объёмом 15 л под давлением 118 кПа при 25°С. Определите формулу углеводорода. (МГУ, 2003, ФФМ)

29. Газообразный углеводород массой 6,4 г смешан с гелием, объёмная доля последнего составляет 20%. Смесь находится в сосуде объёмом 11 л под давлением 113 кПа при 26°С. Определите формулу углеводорода. (МГУ, 2003, ФФМ)

31. Газообразный углеводород массой 11,2 г смешан с азотом, объёмная доля последнего составляет 20%. Смесь находится в сосуде объёмом 10 л под давлением 125 кПа при 28°С. Определите формулу углеводорода. (МГУ, 2003, ФФМ)

48. Какой галогеноводород находится в смеси с азотом, если при 70°С и нормальном атмосферном давлении плотность смеси составляет 0,885 г/л.

51. Какой амин находится в смеси с аргоном, если при нормальном атмосферном давлении и температуре 65°С плотность смеси составляет 1,27 г/л.

54. Какой углеводород находится в смеси с азотом, если при 60°С и нормальном атмосферном давлении плотность смеси составляет 0,824 г/л.

**Задачи на кислые и средние соли в растворе .**

1. Определите, какое вещество, и в каком количестве образуется, если прореагировали (н.у.):

1. 0,2 моль Н2S и 0,2 моль КОН;
2. 2,24 л SO2 и 4 г NaOH;
3. 4,48 л СО2 и 7,4 г Са(ОН)2;
4. 4,48 л аммиака и 19,6 г серной кислоты;
5. 0,3 моль гидроксида натрия и 0,3 моль фосфорной кислоты;
6. 4,48 л аммиака и 100 г 9,8 %-ного раствора фосфорной кислоты;
7. 14,2 г Р2О5 и 0,4 моль КОН;
8. 5,6 г оксида кальция и 0,2 моль серной кислоты.

2. Определить количества растворенных веществ в растворе, полученном пропусканием через 200 г 4 %-ного раствора гидроксида натрия при н.у.:

1. 1,12 л углекислого газа;
2. 2,24 л сернистого газа;
3. 3,36 л сероводорода;
4. 4,48 л углекислого газа;
5. 20 г SO3.

3. Определить состав раствора в массовых %:

1. Раствор, полученный смешиванием 100 г 9,8 %-ного раствора серной кислоты и 200 г 3%-ного раствора гидроксида натрия;
2. Раствор, полученный при растворении 7,1 г Р2О5 в 500 г 2%-ного раствора гидроксида натрия;
3. Раствор, полученный при пропускании 4,48 л углекислого газа через 200 г 5,6 %-ного раствора гидроксида натрия.

4. Задачи, предлагавшиеся на курсах в РХТУ по этой теме:

1. 12,45 л сернистого газа (объём измерен при 300 К и давлении 100 кПа) полностью поглощены 1 л 5 масс. % раствора едкого натра (плотность 1,05 г/мл). Сколько моль, и каких растворенных веществ находится в окончательном растворе?
2. 80 л сероводорода (объём измерен при температуре 20°С и давлении 60,9 кПа) сожгли и продукты сгорания полностью поглотили 600 мл 14 масс. % раствора едкого натра (плотность1,15 г/мл). Сколько моль и каких растворенных веществ находится в окончательном растворе?