

## ПРОБНЫЕ ЗАДАЧИ ПО ХИМИИ ДЛЯ ОЛИМПИАДЫ «СТАНЬ СТУДЕНТОМ ТНУ!»

### 1. Расчеты по химическим формулам. Определение формулы химического соединения

1. Два элемента X и Y образуют соединения состава  $X_2Y_2O_3$  и  $X_2YO_4$ , в которых массовая доля кислорода составляет соответственно 25,26% и 36,78% по массе. Установить формулы соединений.
2. Два элемента X и Y образуют соединения состава  $XYO_2$  и  $XYO_3$ , в которых массовая доля кислорода составляет соответственно 30,05% и 39,18% по массе. Известно, что молярная масса элемента X на 3,5 единицы больше молярной массы элемента Y. Установить формулы соединений.
3. При действии брома на углеводород образовалось его монобромпроизводное, давление паров которого по воздуху равно 5,207. Установить формулу исходного углеводорода, написать формулы возможных изомеров, указать их названия по систематической номенклатуре.
4. Определить химическую формулу соединения, состав которого в % по массе следующий: углерода - 85,71%; водорода - 14,29%. известно, что 0,5 моль этого вещества имеют массу 14 г.
5. Выведите формулу β-дикетона на основании следующих данных: массовая доля углерода - 60%, водорода - 8% , остальное - кислород. Относительная плотность паров ацетилаcetона по водороду составляет 50. Привести структурную формулу соединения, указать его название по систематической номенклатуре.
6. Алкен неразветвленного строения имеет двойную связь при первом углеродном атоме. Образец этого алкена массой 2,1 г присоединил бром массой 4,8 г. Определите формулу алкена и назовите его.
7. Циклоалкан, не имеющий ответвлений в цикле, имеет плотность паров по воздуху 1,931. Определите формулу углеводорода и напишите его структурную формулу.
8. Органическое вещество, содержащее 65,75% углерода, 15,06% (по массе) водорода и азот, имеет плотность по воздуху 2,517. Вывести формулу соединения. Записать формулы всех возможных изомеров.
9. Выведите формулу янтарной кислоты на основании следующих данных: углерода - 40,68%; водорода - 5,08% и кислорода - 54,24% (по массе). Янтарная кислота образует при взаимодействии с гидроксидом натрия две соли: кислую и среднюю.
10. Первичный амин образует с бромоводородом соль, массовая доля брома в которой составляет 71,4%. Определите формулу амина и назовите его.
11. При сжигании 6,2 г соединения получено 12 г диоксида кремния и вода массой 5,4 г. Вывести формулу соединения, если относительная плотность его паров по водороду составляет 31.
12. При полном окислении кислородом 3,4 г вещества образовалось 2,8 г азота и 5,4 г воды. Давление паров этого вещества по водороду равно 8,5. Установить формулу соединения.
13. При прокаливании на воздухе соединения, состоящего из меди и серы, получили 8 г оксида меди(II) и 3,2 г оксида серы(IV). Установить формулу соединения.
14. При термическом разложении 2 г неизвестного соединения выделяется 0,90 г кислорода. Твёрдый остаток - хлорид натрия. Определить простейшую формулу соединения.
15. Определить химическую формулу вещества, при сжигании которого в кислороде, образовалось 3,6 мл воды и 2,24 л азота (н.у.). Относительная плотность паров исходного вещества по водороду равна 16.
16. При полном сгорании 2,66 г соединения образовалось 0,784 л углекислого газа (н.у.) и 4,48 г диоксида серы. Определить простейшую формулу соединения.

17. При сжигании 7,2 г органического вещества получено 22 г углекислого газа и 10,8 г воды. Плотность паров данного соединения по водороду равна 36. Установить формулу и строение этого соединения, если при его хлорировании получается только одно монохлорпроизводное.
18. Определите структурную формулу углеводорода, в котором массовая доля углерода составляет 88,9%. Известно, что углеводород реагирует с аммиачным раствором оксида серебра. Плотность паров углеводорода по воздуху составляет 1,862.
19. При взаимодействии этиленового углеводорода с бромом образовалось соединение, плотность паров которого по воздуху равна 7,45. Напишите структурные формулы возможных изомеров исходного углеводорода и назовите их по заместительной номенклатуре IUPAC.
20. При действии водного раствора аммиака на раствор массой 28,6 г, содержащий 20% (по массе) хлорида железа, получили гидроксид железа, масса которого составила 4,05 г. Определить формулу хлорида железа.
21. Щелочной металл массой 2,66 г обработали избытком хлора. Полученной твёрдое вещество растворили в воде и к полученному раствору добавили избыток раствора нитрата серебра, при этом выделился осадок массой 2,87 г. Какой щелочной металл был использован?
22. При взаимодействии 15 г предельного одноатомного спирта с избытком натрия выделяется 2,8 л водорода (н.у.). Установить формулу спирта. Написать формулы возможных изомеров.
23. На полное гидрирование 2,8 г этиленового углеводорода в присутствии катализатора потребовалось 896 мл водорода. Определите формулу исходного углеводорода. Напишите структурную формулу продукта гидрирования, если известно, что он содержит один третичный атом углерода.
24. Плотность пара одноосновной карбоновой кислоты по водороду составляет 37. Какой объём раствора щелочи с массовой долей гидроксида калия 20% и плотностью 1,2 г/см<sup>3</sup> необходимо взять для нейтрализации этой кислоты массой 11,1 г? Записать формулу кислоты.
25. При взрыве смеси, полученной из одного литра некоторого газа и двух литров кислорода, образуется 2 л CO<sub>2</sub> и 1 л азота. Измерения объёмов газов производились при одних и тех же условиях. Установите формулу неизвестного газа.
26. Сожгли 400 мл углеводорода в 1000 мл кислорода. После окончания реакции пары воды были сконденсированы и газ привели к первоначальным условиям. Объём газа составил 800 мл. Установить формулу углеводорода, если известно, что кислород прореагировал полностью.
27. Для полного сжигания газообразного вещества объёмом 500 мл потребовалось 2,5 л кислорода. В результате реакции образовалось 1,5 л углекислого газа и 2 л водяного пара. Измерения объёмов газов производились при одних и тех же условиях. Определить формулу соединения. Вычислить плотность его паров по углекислому газу.
28. Установить формулу циклоалкана, на полное сжигание которого потребовалось кислорода в 9 раз больше, чем объём самого циклоалкана. Написать формулы возможных изомерных циклоалканов.
29. Определите формулу насыщенного одноатомного спирта, если при дегидратации его образца объёмом 37 мл и плотностью 1,4 г/мл получили этиленовый углеводород массой 39,2 г. Записать формулы всех возможных изомерных спиртов.
30. При окислении органического соединения, содержащего углерод, водород и кислород, образовалось 48 г одноосновной карбоновой кислоты, для нейтрализации которой потребовалось 185,2 мл раствора гидроксида калия с массовой долей KOH 20,5% ( $\rho = 1,18$  г/мл). Установить формулу органического соединения, если известно, что данное соединение может реагировать с раствором фуксинсернистой кислоты с образованием окрашенного в розовый цвет соединения.
31. Этиленовый углеводород прореагировал с избытком бромоводорода. Молекулярная масса продукта реакции в 2,45 раз больше, чем масса исходного углеводорода. Определить формулу исходного углеводорода. Написать формулы возможных изомеров исходного углеводорода.

32. При хлорировании гомолога бензола массой 16 г в присутствии хлорида железа(III) образовалась смесь моноклорпроизводных такой же массы. Установите молекулярную формулу гомолога бензола, если выход реакции составил 77,7%.
33. 14 г алкена реагируют с 40 г брома, а при окислении этого алкена перманганатом калия в водном растворе образуется симметричный двухатомный спирт. Какая масса спирта при этом образуется, если выход реакции составляет 88% от теоретического? Назовите алкен.
34. Насыщенный первичный спирт подвергли окислению, при этом образовалась одноосновная карбоновая кислота. При сжигании 13,2 г этой кислоты получили оксид углерода(IV), для полной нейтрализации которого потребовалось 192 мл раствора гидроксида калия с массовой долей 28% (плотность 1,25 г/см<sup>3</sup>). Установите формулу исходного спирта.
35. Бензол массой 390 г обработали смесью концентрированной серной и азотной кислоты, причем выход реакции составил 75% от теоретического. Продукт реакции восстановили водородом в момент выделения, и выход этой реакции составил 80% от теоретического. Назовите конечный продукт и рассчитайте его массу.

## 2. Задачи, решаемые по уравнению химической реакции

36. Имеется раствор, в 1 л которого содержится 18,9 г азотной кислоты и раствор, содержащий в 1 л 3,2 г гидроксида натрия. В каком объёмном соотношении необходимо смешать эти растворы для получения раствора, имеющего нейтральную реакцию?
37. Раствор, содержащий 5,1 г хлорида натрия, смешали с раствором, содержащим такую же массу нитрата серебра. Вычислить массу осадка, образующегося в результате реакции.
38. При растворении в разбавленной серной кислоте сплава магния и цинка массой 2,02 г выделилось 1,12 л газа (н.у.). Определите состав сплава в % и по массе.
39. Смесью алюминия и магния массой 15 г растворили в соляной кислоте. Полученный газ пропустили через раскаленную трубку с оксидом меди(II) при 400°C, после чего вышедший из трубки газ пропустили через трубку с оксидом фосфора(V). Масса второй трубки увеличилась на 13,5 г. Определить массовую долю магния в исходной смеси.
40. В токе хлора сожгли 880 мг смеси медных и железных опилок, в результате чего получилось 23 г смеси хлоридов этих металлов. Определить состав исходной смеси в % по массе.
41. К раствору, содержащему 1,6 г бромида калия, прибавили 6 г брома-сырца, имеющего примесь хлора. После окончания реакции, смесь выпарили и остаток высушили. Масса остатка составила 1,36 г. Вычислите содержание хлора в бrome-сырце (в % по массе).
42. Образец неизвестного металла растворили в разбавленной азотной кислоте, при этом выделилось 0,224 л монооксида азота (условия нормальные). К полученному раствору добавили избыток иодида калия, выпавший осадок отфильтровали, его масса составила 7,05 г. Какой металл был растворен в кислоте, если известно, что металл одновалентен.
43. Образец натрия массой 4,6 г (ч.д.а.) опустили в воду объемом 30 мл. После окончания реакции к раствору добавили 150 г раствора гидроксида натрия с массовой долей растворенного вещества 10%. Определить % концентрацию гидроксида натрия в полученном растворе.
44. В закрытом сосуде смешаны 30 г оксида азота(II) и 20 г кислорода. Определить массу образующегося диоксида азота, если его выход количественный. Какой газ в избытке и какова его масса.
45. К раствору, содержащему 26,1 г Ва(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, добавили 100 мл 20 % раствора серной кислоты (ρ=1,225 г/мл), осадок отфильтровали. Определить массу осадка, что содержится в фильтрате и в каком количестве?
46. При частичном восстановлении оксида кобальта(II) массой 30 г получили смесь оксида и металла массой 26,8 г. какое количество вещества водорода вступило в реакцию? Определите массовую долю кобальта в полученной смеси.

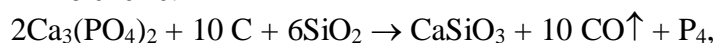
47. Какой объём газа, измеренный при 22°C и 98 кПа, выделится, если к раствору массой 200 г с массовой долей карбоната натрия 15% прилить раствор массой 200 г с массовой долей соляной кислоты 20%?
48. Концентрированным раствором гидроксида натрия с массовой долей 40% и плотностью 1,4 г/мл обработали 7,8 г смеси алюминия и оксида алюминия, при этом выделилось 3,36 л газа (н.у.). Определить % состав смеси по массе и объём израсходованного раствора щелочи.
49. Газ, полученный при разложении гидрида натрия водой, пропустили над раскаленным оксидом меди(II). Масса твёрдого вещества уменьшилась на 4 г. Выход на каждой стадии количественный. Определить массу использованного гидрида натрия.
50. При нагревании 450 г карбоната кальция образовалось 318 г твёрдого остатка. Найти массу и массовую долю карбоната кальция, неразложившегося в ходе реакции.
51. Смесь  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{NaNO}_3$  и  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  массой 41,8 г обработали 98 г 10%-ного раствора серной кислоты. При этом выделилось 2,24 л газа (н.у.). При последующем добавлении к раствору хлорида бария выпал белый осадок массой 46,6 г. Определить массовые доли компонентов в исходной смеси.
52. В каком молярном соотношении должны быть смешаны карбонат кальция и карбонат магния, чтобы при прокаливании смеси выше 1000°C масса её уменьшилась в 2 раза.
53. После пропускания хлора через трубку над нагретым порошком железа массой 4 г установили, что масса увеличилась на 0,213 г. Определить % состав смеси образовавшейся после реакции.
54. К раствору, содержащему 3,92 г ортофосфорной кислоты, добавили раствор, содержащий 4 г гидроксида натрия. Определить состав и массы образовавшихся солей.
55. Смесь  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  и  $\text{NaHCO}_3$  массой 146 г нагревали до тех пор, пока не прекратилось уменьшение массы. Масса остатка после нагревания 137 г. Какова массовая доля гидрокарбоната натрия в исходной смеси?
56. Металлический натрий, очищенный от продуктов окисления, растворили в воде. Когда реакция закончилась, добавили 86 мл 20% раствора серной кислоты. Какая соль и какой массой образовалась при этом? Плотность раствора серной кислоты  $\rho = 1,14$  г/мл.
57. Определить массу оксида лития, которую необходимо добавить к 150 г раствора с массовой долей гидроксида лития 10%, чтобы увеличить её до 15%.
58. К 416 г 10% раствора хлорида бария прилили избыток 14% раствора карбоната натрия. Осадок отфильтровали. К фильтрату прибавили раствор соляной кислоты до прекращения выделения газа. Для этого потребовалось 438 мл 5% раствора кислоты. Определить массу раствора соды, использованного для осаждения катиона бария.
59. Какую массу лития, не содержащего примесей, нужно взять для того, чтобы при растворении его в 200 мл воды образовался 5% раствор гидроксида лития.
60. Раствор массой 40 г, содержащий серную и азотную кислоты, обработали избытком хлорида бария, при этом образовалось 9,32 г осадка. Для нейтрализации оставшегося раствора понадобилось 20 мл 18%-ного раствора гидроксида натрия (плотность раствора 1,2 г/мл). Определить массовые доли азотной и серной кислот в растворе.
61. В токе кислорода окислили кальций и алюминий. Масса продуктов реакции окисления в 1,6 раз больше массы исходных металлов. Определить массовую долю кальция в исходной смеси металлов.
62. После полного термического разложения смеси карбонатов кальция и стронция массой 2 г, получили 1,23 г смеси оксидов. Определить массу карбоната кальция в исходной смеси.
63. Имеется смесь бромида и иодида калия. Образец этой смеси массой 2,85 г растворили в воде. Через раствор пропустили избыток хлора. Раствор упарили досуха и сухой остаток прокалили. В остатке получили соль, при взаимодействии которой с избытком раствора нитрата серебра образовался осадок массой 2,87 г. Определите массовую долю бромида калия в исходной смеси.
64. К смеси хлорида, бромида и иодида калия массой 7,02 г обработали избытком брома, после чего нагрели до постоянной массы, которая составила 6,55 г. Через сухой остаток пропус-

тил и избыток хлора. Масса остатка после нагревания составила 5,215 г. Определить массы и массовые доли галогенидов калия в исходной смеси.

65. Какую массу оксида марганца(IV) и какой объём раствора соляной кислоты с массовой долей 36% ( $\rho = 1,18 \text{ г/см}^3$ ) необходимо взять для получения хлора, в количестве достаточном для вытеснения из раствора иодида калия молекулярного йода массой 30,48 г? Выход продукта на каждой стадии составляет 80% от теоретически возможного.
66. Газ, полученный при взаимодействии 9,6 г меди с 51 мл 81% раствора азотной кислоты ( $\rho = 1,45 \text{ г/мл}$ ), пропустили через 150 мл 20% раствора гидроксида натрия ( $\rho = 1,22 \text{ г/мл}$ ). Определить, какие вещества и какой массой содержатся в растворе после полного поглощения газа.
67. Сколько грамм кристаллического карбоната натрия необходимо для нейтрализации раствора, образующегося при пропускании 4,48 л (н.у.) аммиака через 3 л 9%-ного раствора уксусной кислоты ( $\rho = 1,05 \text{ г/мл}$ )?
68. Задача. К раствору, в котором находится нитрат алюминия массой 42,6 г, прилили раствор, содержащий 37,2 г карбоната натрия. Образовавшийся осадок отделили и прокалили до постоянной массы. Определить массу остатка после прокаливания.
69. Метан объёмом 8,96 л (н.у.) подвергли хлорированию. В результате получили смесь хлороформа и тетрахлорида углерода массой 54,7 г. Вычислите массовую долю хлороформа в смеси продуктов хлорирования.
70. Смесь изомерных пропиловых спиртов массой 3,6 г подвергли окислению (окислитель взят в избытке, разрыва связей C-C не происходило), получив после отделения воды и избытка окислителя смесь двух органических веществ массой 3,8 г. Определите массовые доли спиртов в исходной смеси.
71. При сжигании смеси этанола и пропанола-1 массой 21,2 г образовался диоксид углерода, на поглощение которого затратили раствор объёмом 200,5 мл с массовой долей гидроксида натрия 30% и плотностью 1,33 г/мл (при взаимодействии углекислого газа со щелочью образовалась средняя соль). Чему равна массовая доля этанола в исходной смеси спиртов?
72. Для синтеза хлороводорода использовали 6 г водорода и 142 г хлора. Найдите состав образовавшейся после реакции газовой смеси (в объёмных долях), а также массовую долю соляной кислоты в растворе, полученном пропусканием газовой смеси через 854 г воды. Измерения объёмов газов производились при нормальных условиях.
73. Раствор массой 300 г, содержащий 20% гидроксида натрия по массе, поглотил 2,24 л (н.у.) углекислого газа. Установить массовые доли веществ, находящихся в растворе после поглощения газа.
74. Для нейтрализации 10 г раствора, содержащего смесь соляной и бромоводородной кислоты, потребовалось 2,5 г 3,2% раствора гидроксида натрия. При действии на раствор кислот той же массы избытка раствора нитрата серебра выпадает 0,3315 г осадка. Определите массовые доли (в %) кислот в исходном растворе.
75. Вычислить массу йода, который образуется, если пропустить 10 г хлора через раствор, содержащий 15 г иодида натрия?

### 3. Задачи на вычисление выхода продукта реакции от теоретически возможного

76. Рассчитать, сколько фосфора можно получить из 31 г фосфата кальция при электротермическом восстановлении по схеме:



если выход фосфора составляет 95% от теоретически возможного выхода?

77. Какую массу железа можно получить из 2 тонн железной руды, содержащей 94% оксида железа(III). Выход железа при выплавке руды составляет 84%.
78. Вычислите объём аммиака (при н.у.), который можно получить, нагревая 20 г хлорида аммония с избытком гашеной извести, если объёмная доля выхода аммиака составляет 98%.
79. Вычислите объём азота (при н.у.), который можно получить при разложении 6,4 г нитрита аммония, если объёмная доля выхода аммиака составляет 98%.

80. Сколько потребуется фосфата кальция, содержащего 30% примесей для получения 620 кг фосфора? В состав примесей фосфор не входит.
81. Какой объём монооксида азота (н.у.) можно получить, при нагревании 20 г медных стружек, содержащих 4% не реагирующих примесей, с достаточным количеством раствора азотной кислоты?
82. При растворении в соляной кислоте 5 г негашеной извести, содержащей примесь карбоната, выделилось 140 мл газа (н.у.). Определить процентное содержание примеси карбоната в образце извести.

#### 4. Растворы, концентрация, пересчет концентраций

83. Какую массу оксида серы(VI) необходимо добавить к 100 г 95%-ного раствора серной кислоты для получения раствора с массовой долей серной кислоты 96%?
84. Рассчитать, сколько нужно взять воды (в г и мл) и 96% серной кислоты (плотность раствора равна 1,84 г/мл) для приготовления 500 г 10%-ного раствора серной кислоты.
85. К какой массе 40%-ного раствора серной кислоты ( $\rho = 1,3$  г/мл) надо добавить 100 г 10%-ного олеума, чтобы получить 60% раствор серной кислоты.
86. Потребовалось нейтрализовать раствор, содержащий 19,6 г серной кислоты. Для нейтрализации вначале был использован раствор, содержащий 6 г гидроксида натрия. Дальнейшую нейтрализацию проводили раствором гидроксида калия. Сколько мл раствора КОН было затрачено, если использовали 10%-ный раствор плотностью 1,20 г/мл.
87. В колбу со 100 мл воды опустили кусочек лития массой 28 г. Рассчитать, на сколько уменьшится масса содержимого колбы после протекания реакции. Определить массовую долю гидроксида лития в полученном растворе.
88. Имеется раствор гидроксида лития, полученный растворением 28 г лития в воде. Установлено, что 10 мл этого раствора эквивалентны 182 мл 0,5 М раствора азотной кислоты. Определить объём воды, в которой был растворен литий.
89. В 200 мл воды растворили 30,24 л хлористого водорода (при н.у.), затем добавили 1 л 30%-ного раствора нитрата серебра (плотность раствора - 1,35 г/мл). Образовавшийся осадок отфильтровали. Определить массовые доли веществ, содержащихся в фильтрате.
90. К 101 мл 20,5%-ного раствора хлорида аммония ( $\rho = 1,06$  г/мл) прибавили 125 мл 18%-ного раствора гидроксида натрия и полученный раствор прокипятили. Вычислите массовые доли веществ, содержащихся в растворе. Потерями воды при кипячении пренебречь.
91. Раствор, содержащий 6 г гидроксида натрия, поглотил 2,24 л (н.у.) углекислого газа. Установите массовые доли веществ в полученном растворе.
92. Вычислите массовую долю фосфорной кислоты в растворе, полученном при взаимодействии 14,2 г оксида фосфора(V) с 50 мл воды.
93. В каких соотношениях необходимо смешать по массе 60% и 15% серную кислоту для приготовления 900 г 40% раствора?
94. Определить плотность 25% по массе раствора, для которого известно, что 1 мл этого раствора содержит 0,458 г растворенного вещества.
95. Какой объём аккумуляторной серной кислоты с массовой долей 0,3 и плотностью 1220 кг/м<sup>3</sup> можно приготовить из 50 кг раствора 95% серной кислоты плотностью 1775 кг/м<sup>3</sup>?
96. Хлор используется для обеззараживания воды. Рассчитайте, какая масса хлора потребуется для хлорирования 5000 кг воды, если для хлорирования используется 0,02 мг хлора на 1 литр воды. Написать уравнение взаимодействия хлора с водой.
97. В каком соотношении по массе нужно смешать 60% и 15% раствор гидроксида калия, чтобы получить 900 г 40% раствора?
98. До какого объёма надо разбавить 500 мл 20% по массе раствора хлорида калия ( $\rho = 1,152$  г/мл), чтобы получить 4,5% раствор ( $\rho = 1,029$  г/мл).

99. Смешаны 100 г раствора с массовой долей некоторого вещества 0,2 и 50 г раствора с массовой долей этого же вещества 0,32. Определить массовую долю растворенного вещества в полученном растворе.
100. Потребовалось приготовить 1 кг нашатырного спирта (массовая доля аммиака - 10%) путем разбавления 25% раствора аммиака дистиллированной водой. В каком соотношении необходимо смешать по массе 25% раствор аммиака и дистиллированную воду?
101. При добавлении к 50 г мл воды 2 г смеси натрия и оксида натрия получили 5,4% щелочи. Определить массовую долю натрия в исходной смеси.
102. Раствор щелочи, полученный при растворении 4,6 г натрия в 20 мл воды, нейтрализовали раствором серной кислоты с массовой долей 0,1. Сколько мл раствора кислоты пошло на нейтрализацию раствора щелочи (плотность раствора серной кислоты -  $1,066 \text{ г/см}^3$ )?
103. Как приготовить 50 г 10% раствора серной кислоты, исходя из 96% раствора серной кислоты плотностью  $1,84 \text{ г/см}^3$  и воды.
104. К какому объёму 40% раствора серной кислоты необходимо прибавить 100 г 10% олеума, чтобы получить 60% раствор? Плотность 40% раствора серной кислоты -  $1,30 \text{ г/см}^3$ .
105. Необходимо приготовить 240 г 50% раствора серной кислоты. Какие объёмы 60% и 30% раствора серной кислоты нужно взять. Плотность 60% раствора равна  $1,5 \text{ г/мл}$ , плотность 30% раствора -  $1,20 \text{ г/мл}$ .
106. Какой объём 15% раствора серной кислоты (плотность раствора -  $1,10 \text{ г/мл}$ ) необходимо взять для реакции с избытком цинка, чтобы полученного водорода хватило для восстановления  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  до железа.
107. К какому объёму раствора с массовой долей гидроксида натрия 30% (плотность раствора -  $1,33 \text{ г/мл}$ ) необходимо прилить 200 мл воды, чтобы получить 8% раствор щелочи?
108. Металлический натрий массой 4,6 г растворили в 30 мл воды. Когда реакция закончилась, к полученному раствору прилили 86 мл 20% раствора серной кислоты (плотность раствора -  $1,139 \text{ г/см}^3$ ). Какая соль и какой массой образовалась при этом?
109. В 200 мл воды растворили 30,24 г хлорида водорода (н.у.), затем к полученному раствору добавили 1 л 30% раствора нитрата серебра ( $\rho = 1,35 \text{ г/мл}$ ). Определите состав и концентрацию полученного раствора.
110. Какова концентрация раствора, получаемого прибавлением к 50 мл воды 50 мл 96% раствора серной кислоты (плотность раствора кислоты  $1,84 \text{ г/см}^3$ )?
111. Из 15% раствора сахарозы выпарили 60 г воды и в результате образовался 18% раствор. Определить массу исходного раствора.
112. Какие массы растворов с массовой долей сульфата меди(II) 10% и 40% необходимо смешать для получения 300 г 30% раствора.
113. Какую массу 30% олеума необходимо добавить к 131 г 40% раствора серной кислоты, чтобы получить 5% раствор олеума?
114. Определить массу оксида серы(VI) и 73,5% раствора серной кислоты, необходимых для приготовления 250 г раствора серной кислоты с массовой долей 83,3%.
115. Какой объём сероводорода в л (н.у.) необходимо растворить в 300 г воды для получения раствора с массовой долей сероводорода 1,2%?
116. Для заливки свинцовых аккумуляторов требуется раствор серной кислоты плотностью  $1,27 \text{ г/мл}$ , что соответствует 35,7% раствору. Какой объём 18,8 М раствора серной кислоты и воды необходимо взять для приготовления 2,4 л аккумуляторной кислоты?
117. В 446 г раствора серной кислоты с массовой долей 7,8% растворили 250 г оксида серы(VI). Найти массовую долю серной кислоты в полученном растворе.
118. Из 640 г 16% раствора выпарили 160 г воды, при этом из раствора выпал осадок безводной соли массой 8 г. Вычислить массовую долю соли в насыщенном растворе.
119. Из 3% по массе раствора ортофосфорной кислоты выпарили 40 г воды и получили 5% раствор кислоты. Определить массу исходного раствора.

120. В каком объёмном соотношении необходимо смешать 23% раствор карбоната калия ( $\rho = 1,21$  г/мл) и 27% раствор азотной кислоты ( $\rho = 1,21$  г/мл) для того, чтобы произошло полное взаимодействие веществ.
121. Вычислить массу 8% раствора глюкозы, который нужно взять, чтобы при растворении в нём 15 г глюкозы получить 15% раствор.
122. Какую массу кристаллической соды необходимо растворить в 350 мл воды, чтобы получить раствор с массовой долей карбоната натрия равной 10%?
123. Определить массу тетрагидрата бромида меди(II), которую необходимо растворить в 351 г 1,61% раствора бромида меди, чтобы образовался 10,63% раствор  $\text{CuBr}_2$ .
124. Определить массу кристаллогидрата  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$  и раствора с массовой долей сульфата хрома(III) 15%, которые необходимы для приготовления 795 г раствора с массовой долей безводной соли равной 20%.
125. Для получения водорода в лаборатории было использовано 250 г раствора серной кислоты. После того как вся кислота была израсходована, удалось получить водород, объём которого при  $27^\circ\text{C}$  и давлении 103 кПа оказался равным 6,05 л. Определить массовую концентрацию раствора кислоты, использованного для получения водорода.
126. В каком объёмном соотношении необходимо смешать 23%-ный раствор карбоната натрия ( $\rho = 1,21$  г/мл) и 27%-ный раствор азотной кислоты ( $\rho = 1,21$  г/мл) для того, чтобы произошло полное взаимодействие веществ.

#### 5. Задачи с использованием закона объёмных отношений, вычисление объёмов газов и состава газовых смесей

127. В каком объёмном соотношении необходимо смешать гелий и кислород, чтобы средневзвешенная молярная масса смеси была равна молярной массе воздуха.
128. Смесь трёх газообразных соединений содержит 45% по объёму монооксида азота и 15% по объёму диоксида азота, остальное приходится на неизвестный газ, в состав которого также входит элемент азот. Найти молярную массу неизвестного газа, если массовая доля монооксида азота в смеси равна 23,6%. Установить формулу этого газа.
129. 15 л смеси угарного и углекислого газов (н.у.) весят 27,18 г. Сколько литров каждого из газов в смеси. Определить относительную плотность смеси по водороду.
130. Для синтеза соляной кислоты взяли 6 г водорода и 142 г хлора. Найти состав образовавшейся после реакции газовой смеси (в молярных долях), а также массовую долю образовавшейся соляной кислоты в растворе, полученном при пропускании газовой смеси через 854 г воды. Выход хлороводорода по реакции - 100%.
131. Смесь азота и водорода объёмом 43,2 л пропущена вначале над нагретым катализатором, а затем через раствор соляной кислоты, в результате чего объём газовой смеси уменьшился до 9,6 л. Измерения объёмов газов проведены при одних и тех же условиях. Определить молярную долю азота в исходной смеси, если оставшийся газ негорюч.
132. При прохождении равных объёмов азота и водорода через контактный аппарат в аммиак превращается 12% азота. Определить состав газовой смеси (в % по объёму), выходящей из контактного аппарата.
133. Азотоводородная смесь объёмом 43,2 л пропущена вначале над нагретым платиновым катализатором, а затем через раствор соляной кислоты, в результате чего объём газовой смеси уменьшился до 9,6 л. Измерения объёмов газов проведены при одинаковых условиях. Определить молярную долю азота в исходной смеси, если оставшийся газ негорюч.
134. Через катализатор пропущено 89,6 л смеси азота и водорода. После прохождения через катализатор смесь занимает объём 67,2 л (н.у.). Полученный аммиак растворен в 100,88 мл 12%-ного раствора аммиака (плотность раствора - 0,95 г/мл). Определить массовую долю аммиака в полученном растворе.

135. Смесь водорода и хлороводорода объёмом 7 л (н.у.) пропустили через избыток раствора нитрата серебра, получив при этом 28,7 г осадка. Определить объёмную долю водорода в исходной смеси газов.
136. Углекислый газ, полученный при сжигании угля массой 50 г, пропустили через раствор баритовой воды. Какая масса осадка образовалась, если массовая доля углерода в угле составляет 96%. Выход продукта на каждой стадии считать количественным.
137. Сколько м<sup>3</sup> кислорода будет израсходовано на сжигание 1 м<sup>3</sup> газовой смеси, содержащей по объёму 75% метана, 15% этана, 5% водорода и 5% негорючих примесей.
138. Природный газ содержит по объёму: 90% метана, 3% углекислого газа, 5% этана и 2% азота. Какой объём воздуха необходим для сжигания 1 м<sup>3</sup> этого газа?
139. К смеси кислорода и азота объёмом 100 мл добавили водород объёмом 100 мл. После взрыва и охлаждения смеси до комнатной температуры объём остатка составил 92 мл. Установили, что в остатке азот и водород. Рассчитать объёмные доли компонентов в исходной и образовавшейся смеси газов.
140. Смесь монооксида углерода и кислорода занимала объём 500 мл. После сжигания CO за счёт имеющегося в смеси кислорода общий объём смеси уменьшился до 350 мл. Условия, при которых производились измерения объёмов одинаковые. Определить молярную долю угарного газа в исходной смеси.
141. Какой объём озонированного кислорода необходим для сжигания 45 л смеси угарного газа и водорода, если относительная плотность этой газовой смеси по водороду равна 11,1. Объёмная доля озона в озонированном кислороде равна 25%.
142. В стальном баллоне объёмом 5 л при 22°C и давлении 620 кПа находится аммиак. Какая масса гидросульфата аммония может быть получена, если весь аммиак пропустить через избыток раствора серной кислоты?
143. В закрытом сосуде объёмом 0,6 м<sup>3</sup> при 0°C содержится смесь 0,2 кг углекислого газа, 0,4 кг кислорода и 0,15 кг метана. Найти: а) общее давление смеси газов; б) процентный состав смеси по объёму; и парциальное давление каждого газа.
144. Газовая смесь состоит из 0,03 м<sup>3</sup> метана, 0,04 м<sup>3</sup> водорода и 0,01 м<sup>3</sup> угарного газа. Исходное давление метана, водорода и монооксида углерода составляет соответственно 96,84; 84 и 108,8 кПа. Объём смеси составил 0,08 м<sup>3</sup>. Определить парциальные давления газов и общее давление газовой смеси.
145. В газометре над водой находится 7,4 л кислорода при 23°C и давлении 104,1 кПа, давление насыщенного водяного пара при этой температуре равно 2,8 кПа. Какой объём займет находящийся в газометре кислород, если пересчитать на н.у.
146. Смешали 0,5 л монооксида азота и 3 л воздуха (объёмная доля кислорода равна 20%). Оксид азота(II) прореагировал полностью. Условия приведены к первоначальным. Определить состав полученной газовой смеси в л и в мольных долях.
147. В газовом анализе разницу между объёмом смеси газа с избытком кислорода до сжигания и после сжигания называют "сжатием", например  $\Delta V(\text{H}_2\text{O}) = 0$ , так как в условиях анализа водяной пар конденсируется в жидкость. Найти величину сжатия при сжигании: а) 50 мл метана; б) 50 мл угарного газа; в) 30 мл водорода.
148. Специальный резервуар по очереди заполняли газами и взвешивали, выдерживая при этом одинаковые физические условия. Масса резервуара с азотом, аргонном и неизвестным газом составила соответственно по отдельности 47,6; 50,0 и 50,8 г. Вычислите молярную массу неизвестного газа.
149. К 5 л (н.у.) смеси метана, этилена и бутилена-1 массой 6,96 г добавили 5 л водорода, полученную смесь пропустили над никелевым катализатором. Объём смеси уменьшился до 6 л (н.у.). Определить состав исходной смеси углеводородов в молярных долях.
150. В эвдиометре сожгли 100 л смеси водорода, метана и кислорода. После конденсации воды и приведения условий к первоначальным объём смеси составил 35 л. после поглощения углекислого газа раствором щелочи объём остатка составил 25 л. Определить состав исходной смеси, если в остатке тлеющая лучина загорается.