**РЕШЕБНИК**

**ПО ХИМИИ**

**Содержание**

**1§ Задачи на вывод химических формул**

**Примеры решения задач……………………………………...2**

**Задания…………………………………………………………..5**

**2§ Задачи на расчеты по химическим формулам**

**Примеры решения задач……………………………………...6**

**Задания…………………………………………………………..8**

**3§ Задачи на расчеты с использованием понятия «моль»**

**Примеры решения задач……………………………………...9**

**Задания…………………………………………………………11**

**4§ Задачи на расчеты, с использованием плотностей, относительных плотностей и молярного объема газов**

**Примеры решения задач…………………………………….12**

**Задания…………………………………………………………15**

**5§ Задачи на расчеты, связанные с определением массовой доли растворенного вещества в растворе**

**Примеры решения задач…………………………………….16**

**Задания…………………………………………………………19**

**6§ Задачи на расчеты по уравнениям химических реакций**

**Примеры решения задач…………………………………….20**

**Задания…………………………………………………………25**

**7§ Задачи на расчеты по термохимическим уравнениям**

**Примеры решения задач…………………………………….26**

**Задания…………………………………………………………27**

**Формулы……………………………………………………….28**

**1§ Задачи на вывод химических формул**

**Примеры решения задач**

***1. Нахождение химической формулы вещества по массовым долям  
элементов***

***Задача.*** Элементный состав вещества следующий: массовая доля элемента железа 0,7241 (или 72,41%), массовая доля кислорода 0,2759 (или 27,59%). Выведите химическую формулу.

***Решение:***

1) Находим отношение числа атомов:

2) Меньшее число принимаем за единицу и находим следующее  
отношение:

3) Так как должно быть целое число атомов, то это отношение приводим к целым числам:

***Ответ:*** Химическая формула данного вещества .

***2. Нахождение химической формулы по отношению масс элементов,  
входящих в состав данного вещества***

***Задача.*** Найдите химическую формулу вещества, в состав которого входит 9 мас. ч. алюминия и 8 мас. ч. кислорода.

***Решение:***

Находим отношение числа атомов:

***Ответ:*** Химическая формула данного вещества: .

***3. Нахождение химической формулы вещества по массовым долям элементов, если указана плотность или относительная плотность данного вещества в газообразном состоянии***

***Задача 1.*** Экспериментально установлено, что элементный состав газообразного вещества следующий: массовая доля углерода 0,8571 (или 85,71%), массовая доля водорода 0,1429 (или 14,29%). Масса 1 л этого газа при нормальных условиях составляет 1,25 г. Найдите химическую формулу данного вещества.

***Решение:***

1) Находим отношение числа атомов элементов:

Следовательно, простейшая формула этого газа .

2) Находим молярную массу по простейшей формуле:

.

Однако отношению чисел атомов 1:2 соответствуют много формул, например и т. д.

3) Чтобы выяснить, какая из этих формул соответствует данному газу, находим молярную массу по плотности:

Так как близкая по численному значению молярная масса, равная 28 г, соответствует лишь формуле , то она является истинной формулой этого вещества.

***Ответ:*** Химическая формула исследуемого вещества (этилен).

***Задача 2****.* При сгорании 2,3 г вещества образуется 4,4 г оксида углерода (IV) и 2,7 г воды. Плотность паров этого вещества по воздуху равна 1,59. Определите молекулярную формулу данного вещества.

***Решение:***

Так как при сгорании данного вещества образуются оксид углерода (IV) и вода, то из этого следует, что в состав данного вещества входят углерод и водород.

1) Находим массу углерода:

2) Находим массу водорода:

3) Если в исследуемом веществе содержится кислород, то его находят по разности массы вещества и суммы масс углерода и водорода:

4) Находим отношение числа атомов элементов:

Следовательно, простейшая формула этого вещества .

5) Находим молярную массу исследуемого вещества по простейшей  
формуле и по относительной плотности его паров по воздуху:

В данном случае простейшая формула является истинной.

***Ответ:*** Химическая формула вещества .

Задания

1. Какова формула соединения, в котором массовая доля калия равна 0.565, углерода – 0.087, кислорода – 0.348?

**2. Выведите простейшую формулу соединения, если известен его элементный состав:**

**а) углерода 0.2730 (27.3%) и кислорода 0.7270 (72.7%)**

**б) кальция 0.8110 (81.1%) и азота 0.1890 (18.9%)**

**в) натрия 0.1760 (17.6%), хрома 0.3970 (39.7%) и кислорода 0.4270 (42.7%)**

**3. Найдите молекулярную формулу соединения азота с водородом, если массовая доля водорода в нем равна 12.5%, а относительная плотность паров этого вещества по водороду равна 16.**

4. **При сгорании 3,636г вещества образуется 8 г углекислого газа и 4,3632 г и воды. Масса 1 моль данного вещества равна 60г. Установить молекулярную формулу данного вещества.**

2§ Задачи на расчеты по химическим формулам

Примеры решения задач

*1. Нахождение отношения масс элементов по химической формуле  
сложного вещества*

*Задача.* Найдите отношение масс элементов в гидроксиде кальция.

***Решение:***

1) Находим молярную массу гидроксида кальция:

2) Находим отношение масс кальция, кислорода и водорода:

***Ответ:*** отношение масс кальция, кислорода и водорода в гидроксиде  
кальция равно 20:16:1

***2.*** *Нахождение содержания массовых долей элементов, в сложном веществе*

*Задача.* Вычислите массовые доли элементов в гидроксиде натрия.

**Решение:**

1) Находим молярную массу гидроксида натрия:

2) Вычисляем массовую долю натрия:

3) Вычисляем массовую долю кислорода:

4) Вычисляем массовую долю водорода:

5) Проверяем правильность вычисления:

***Ответ:*** Элементный состав следующий: массовая доля натрия 0,575 (или 57,5%), массовая доля кислорода 0,4 (или 40%) и массовая доля водорода 0,025 (или 2,5%).

***Примечание:*** Содержание водорода можно также вычислить по разности:

***3****. Нахождение массы элемента по известной массе сложного вещества*

*Задача.* Вычислите, сколько алюминия содержат 408 т оксида алюминия.

***Решение:***

1) Находим молярную массу оксида алюминия:

2) Вычисляем массу алюминия, содержащуюся в 408 т оксида алю­миния:

(Здесь и далее вычисление ведется в тех единицах массы, которые указаны в условиях задач.)

Вычисление можно производить и так:

***Ответ:*** 408т содержат 216т

***Примечание:*** Если в условии задачи дано вещество с примесью, тогда предварительно вычисляют массу чистого вещества, содержащуюся в смеси. Затем поступают, как указано выше.

*4. Нахождение массы сложного вещества по заданной массе элемента*

*Задача.* В какой массе оксида меда (II) содержится 3.2 т меди?

***Решение:***

1) Находим молярную массу оксида меди(II):

2) Вычисляем массу оксида меди(II):

***Ответ:***3.2т содержится в 4т .

Задания

1. Найдите отношение масс элементов в:

а) серной кислоте

б) гидроксиде алюминия

в) нитрате магния

г) сульфате железа(III)

2. Вычислите массовые доли веществ из предыдущего задания.

3. Вычислите, сколько углерода содержит 660кг (пропан).

4. В какой массе карбоната натрия содержится 1.15 г натрия.

3§ Задачи на расчеты с использованием понятия «моль»

**Примеры решения задач**

***1.****Вычисление количества вещества, соответствующего определенной массе вещества*

*Задача* ***1.*** Дано 32 г меди. Вычислите количество меди.

***Решение:***

Пользуясь формулой— , где - количество ве­щества, т — масса вещества, М — молярная масса данного вещества, на­ходим количество вещества меди:

Можно рассуждать так:

***Ответ:*** 32г Cu составляет 0.5 моль.

*Задача* ***2.*** Какое количество вещества составляют 66 г оксида угле­рода (IV)?

***Решение:***

1) Находим молярную массу оксида углерода (IV):

2) Вычисляем количество вещества оксида углерода (IV):

***Ответ:*** 66 г оксида углерода (IV) составляют 1,5 моль.

***2.*** *Вычисление массы вещества по известному числу молей вещества*

*Задача 1.* Дано 0,25 моль серы. Вычислите массу серы.

***Решение:***

***Ответ:*** 0,25 моль серы соответствуют 8 г серы.

*Задача* ***2.*** Дано 2 моль серной кислоты. Вычислите массу серной кислоты.

***Решение:***

1) Вычисляем молярную массу серной кислоты:

2) Определяем массу серной кислоты:

***Ответ:*** 2 моль серной кислоты соответствуют 196 г серной кислоты.

***3.*** *Вычисление числа атомов и молекул, содержащихся в определенной  
массе вещества*

*Задача* ***1.*** Сколько атомов содержится в 20 г кальция?

***Решение:***

1) Вычисляем количество вещества, соответствующее 20 г кальция:

2) Вычисляем число атомов кальция:

***Ответ:*** В 20 г кальция содержится атомов.

*Задача* ***2.*** Сколько молекул содержится в 36 г воды?

***Решение:***

1) Определяем молярную массу воды:

2) Находим количество вещества воды:

3) Определяем число молекул воды:

***Ответ:*** В воде массой 36 г содержится молекул.

Задания

1. Вычислите количество веществ:

а) 560 г железа

б) 106.5 г хлора

в) 1755 г калия

г) 88.65 кг золота

д) 10г кальция

е) 50.505 кг цинка

2. Какое количество вещества составляют:

а) 108г (пентан)

б) 73г соляной кислоты

в) 0.64 кг сульфат меди(II)

г) 5.1 г аммиака

3. Вычислите массу:

а) 0.45 моль ванадия

б) 105 моль кислорода

в) 30 моль серной кислоты

г) 1.75 моль фосфорной кислоты

д) 32.1 моль хлорида кальция

е) 0.35 моль сернистого газа

4. Вычислите количество атомов:

а) в 20 г (гептан)

б) в 120 г гидроксида натрия

в) в 9.6 г магния

г) в 2.67 г бромида алюминия

4§ Задачи на расчеты, связанные с использованием плотностей, **относительных** плотностей **и** молярного объема газов

**Примеры решения задач**

**1.** *Нахождение плотности и относительной плотности газа по химической формуле данного газа*

*Задача.* Вычислите плотность и относительные плотности оксида угле­рода (IV) по водороду, метану и воздуху (плотность обозначается бук­вой ρ, а относительная плотность буквой D).

***Решение:***

1) Вычисляем молярные массы газов:

2) Вычисляем плотности оксида углерода (IV):

***Ответ:***, , , .

Такого вида расчеты широко применяются на практике, так как часто требуется определить, тяжелее или легче данный газ по отношению к воздуху.

***2.*** *Вычисление объема определенной массы газообразного вещества (н. у.)*

*Задача.* Какой объем занимают 48 г кислорода?

***Решение: Вариант1.***

1) Вычисляем молярную массу кислорода:

2) Находим, какой объем занимают 48 г кислорода:

***Ответ:*** Кислород массой 48г занимает объем 33,6 л.

*Решение: Вариант 2.*

1) Вычисляем молярную массу кислорода:

2) Находим количество вещества, которому соответствует 48 г кислорода:

3) Рассчитываем объем, который занимают 1,5 моль кислорода (н. у):

***Ответ:*** Кислород массой 48 г занимает объем 33,6 л.

***3. Вычисление массы газообразного вещества, занимающего определенный объем***

При расчетах необходимо следить за тем, чтобы единицы измерения раз­ных величин были пропорциональными. Так, если масса газообразного ве­щества выражена в килограммах, то объем следует выражать в кубических метрах.

***Задача.*** Вычислите массу газовой смеси, состоящей из метана и оксида углерода (II):

***Решение:***

1) Вычисляем молярные массы метана и оксида угле­рода (II):

2) Определяем массу метана:

3) Определяем массу оксида углерода (II):

4) Находим общую массу газовой смеси:

**Ответ:** Общая масса газовой смеси 6,8 кг.

***4. Вычисление массы вещества по уравнениям химических реакций,  
в которых участвуют или образуются газы***

***Задача.*** Какой объем кислорода и воздуха потребуется, чтобы сжечь оксида углерода (II), если содержание в нем негорючих приме­сей в объемных долях равно 0,25 (или 25%)?

***Решение****:*

1) Вычисляем, сколько чистого оксида углерода (II) содержится в смеси:

2) Определяем, какой объем кислорода потребуется, чтобы сжечь оксида углерода (II):

*2 моль*  : *1 моль*

Если молярные объемы обозначить буквой V, а данные и вычисляемые объемы газов обозначить , то вычисление можно производить и так:

3) Находим объем воздуха, необходимый для реакции:

***Ответ:*** Потребуется или воздуха.

**Задания**

**1. Какой объём составляют данные вещества:**

**а) 15г водорода**

**б) 64г углекислого газа**

**в) 40г метана**

**г) 68г сернистого газа**

**2. Какой объем оксида углерода (IV) (н.у.) можно получить из 1246 г известняка, содержащего 10.4% некарбонатных примесей? Какой объем 20%-ной соляной кислоты (ρ=1.098г/моль) потребуется для этого?**

**3. 2г смеси угля с кремнием обработали 37%-ным раствором гидроксида натрия (ρ=1.4г/моль). При этом выделилось 1.12л газа (н.у.) . Определите массовую долю (в %) угля и смеси и объем израсходованного раствора гидроксида натрия.**

**4. Рассчитайте молярную концентрацию соляной кислоты с массовой долей HCl 38% (ρ=1.19 г/мл).**

**5§ Задачи на расчёты, связанные с определением массовой доли растворенного вещества в растворе**

**Примеры решения задач**

***1. Вычисление массы растворенного вещества и растворителя, если известны массовая доля растворенного вещества и масса раствора***

***Задача 1.*** Вычислите массу хлорида натрия и воды, необходимых для приготовления 500г раствора, в котором содержание хлорида натрия в массовых долях равно 0.05 (или 5%).

***Решение:***

1) Находим, какая масса хлорида натрия необходима для приготовления указанного раствора. При решении можно использовать два подхода:

Рассуждать можно и так:

а)

б)

2) Вычисляем, какая масса воды потребуется:

***Ответ:*** Потребуется 25г и 475г воды.

***Задача 2*.** Какой объем хлороводорода (н.у.) и воды потребуется, чтобы приготовить 1л раствора (), в котором содержание хлороводорода в массовых долях равно 0.1 (или 10%).

***Решение:***

1) Вычисляем массу 1л раствора, в котором содержится хлороводород в массовых долях, равных 0.1 (или 10%). Вычисление можно провести по известной вам формуле из курса физики:

2) Находим массу хлороводорода, содержащегося в 1050г раствора соляной кислоты указанной концентрации:

3) Вычисляем, какой объем (н.у.) занимают 105г хлороводорода:

4) Вычисляем, сколько потребуется воды для приготовления раствора:

***Ответ:*** Потребуется 64.44л и 945мл воды.

***2. Вычисления, связанные с разбавлением растворов.***

***Задача 1.*** Какой объем раствора (), в котором содержание в массовых долях равно 0.88, потребуется, чтобы приготовить 1л раствора, содержание в котором будет равным в массовых долях 0.1 ()?

**Решение:**

1) Вычисляем массу 1л раствора, в котором содержание в массовых долях равно 0.1 (или 10%):

2) Определяем массу чистой серной кислоты, которая потребуется:

или

3)Находим, сколько потребуется раствора, в котором массовая доля серной кислоты равно 0.88 (или 88%):

4) Вычисляем, какой объем занимает 121.5г раствора, в котором массовая доля равна 0.88 (или 88%):

***Ответ:*** Потребуется 67.5мл раствора, в котором содержится 0.88 массовых долей серной кислоты.

***Задача 2.*** Какой объем воды потребуется для разбавления 200мл раствора (), содержание в котором массовых долях составляет 0.68 (или 68%), чтобы получить раствор с содержанием , равным 0.1 (или 10%)?

***Решение:***

1) Находим массу 200мл разбавляемого раствора азотной кислоты:

2) Вычисляем массу чистой азотной кислоты, содержащейся в 280г разбавляемого раствора:

3) Вычисляем, какую массу 10%-ного раствора можно приготовить из 190.4г чистой азотной кислоты:

4) Находим объём воды, который необходимо прилить для приготовления раствора заданной концентрации:

1624г воды соответствует 1624мл

***Ответ:*** Требуется прилить 1624мл воды.

**Задания**

**1. В 160мл сероуглерода (ρ=1.263г/мл) растворили 10г серы. Рассчитайте массовую долю серы в полученном растворе.**

**2. Какой объем 6 М раствора соляной кислоты нужно взять для приготовления 250мл 2.5М раствора кислоты?**

**3. К 500г раствора нитрата свинца прилили избыток раствора сульфида натрия. Масса образовавшегося осадка составила 23.9г. Рассчитайте массовую долю нитрата свинца в исходном растворе.**

**4. 66.4мл соляной кислоты (ρ=1.1г/мл) полностью прореагировало с 4.48л аммиака (н.у.). Какова массовая доля (в %) HCl в исходном растворе кислоты?**

**6§ Задачи на расчёты по уравнениям химических реакций**

**Примеры решения задач**

При решении задач по уравнениям химических реакций рекомендуется соблюдать указанную ниже последовательность:

1. Если вещества даны с примесями, то сначала вычисляют массу чистого вещества, содержащегося в примеси.

2. Составляют уравнение соответствующей химической реакции.

3. В уравнение реакции одной чертой подчёркивают химические формулы веществ, массы которых требуется вычислить.

4. Вычисляют количества тех веществ, формулы которых подчёркнуты.

5. Найденные числа пишут под соответствующими химическими формулами и производят вычисления, как показано ниже.

***1. Вычисление массы вещества (исходного или получаемого) по уравнению реакции, если известна масса другого вещества (получаемого или исходного)***

***Задача 1.*** Какая масса гидроксида натрия образуется при взаимодействии 2.3г натрия с водой? реакции и находим массы, соответствующие тем количествам вещества, которые заданы уравнением

***Решение:*** Составляем уравнение:

|  |  |
| --- | --- |
| *Дано*: | 46г 80г  2.3г Xг |

Вычисление можно производить так:

***Ответ:*** Образуется 4г гидроксида натрия.

***Задача 2.*** Какая масса карбоната кальция потребуется, чтобы получить 224т оксида кальция?

***Решение:*** Составляем уравнение реакции и производим вычисление:

|  |  |
| --- | --- |
| *Дано:* | +  100т 56т  Xт 224т |

***Ответ:*** Требуется 400т

***2. Вычисление массы вещества (исходного или полученного) по уравнению реакции, если известна масса другого вещества (получаемого или исходного), содержащего определенную массу примесей***

***Задача 1.*** Какая масса оксида кальция может быть полученного из 500т известняка, в котором массовая доля примесей составляет 0.2 (или 20%)?

***Решение:***

1) Находим массу чистого карбоната кальция:

2) Составляем уравнение реакции и производим вычисление:

|  |  |
| --- | --- |
| *Дано:* | +  100т 56т  400т |

***Ответ:*** Можно получить 224т .

***Задача 2.*** Какая масса жженой извести, в которой массовая доля оксида кальция составляет 0.9 (или 90%), может быть получена из 800т карбоната кальция?

***Решение:***

1) Составляем уравнение реакции и вычисляем, сколько можно получить без примесей:

|  |  |
| --- | --- |
| *Дано:* | +  100т 56т  800т |

2) Находим массу жженой извести с примесями:

***Ответ:*** Можно получить 497.8 жженой извести, в которой массовая доля оксида кальция составляет 0.9 (или 90%).

**3. *Вычисление массы продукта реакции, если известна массовая доля выхода продукта реакции по сравнению с теоретически возможным (и обратная задача)***

***Задача 1.*** На гашеную известь, взятую в необходимом количестве, подействовали 3.15кг чистой азотной кислоты. Какую массу нитрата кальция получили, если практический выход в массовых долях составляет 0.98 (или 98%) по сравнению с теоретическим?

***Решение:***

1) Согласно уравнению реакции находим теоретический выход:

|  |  |
| --- | --- |
|  | +  126г 164кг  3.15кг |

2) Находим 98%-ный выход:

**Ответ:** Получили 4.02 кг .

***Задача 2.*** Из 140т жженой извести получили 182т гашеной извести. Сколько процентов или массовых долей, это составляет от теоретически возможного выхода?

***Решение:***

1) Согласно уравнению реакции находим теоретически возможный выход:

|  |  |
| --- | --- |
|  | +  56т 74т  140т |

2) Находим практический выход:

***Ответ:*** Практический выход составляет 98.38% или 0.9838 мас. д.

***4. Вычисление массы продукта реакции, если одно из исходных веществ взято в избытке.***

***Задача 1.*** Вычислите массу сульфата бария, выпадающего в осадок при сливании растворов, один из которых содержит 522г нитрата бария, а второй 500г сульфата калия.

***Решение:***

1) Составляем уравнение реакции:

|  |  |
| --- | --- |
|  | *+ +*  1 моль 1 моль 1 моль  261г 174г 233г  522г 500г *X* |

2) Находим количество каждого из веществ, которые содержатся в растворе:

3) По исходному уравнению видно, что 1 моль нитрата бария реагирует с 1 моль сульфата калия. Следовательно, сульфат калия дан в избытке. Поэтому расчёт ведут по веществу, которое дано в недостатке:

***Ответ:*** В осадок выпадает 466г .

***Задача 2.*** Вычислите массу нитрата натрия, образующего при взаимодействии 630кг раствора, в котором массовая доля составляет 0.5 (или 50%), с 170кг раствора, содержащего гидроксида натрия в массовых долях, равных 0.4 (или 40%).

***Решение:***

1) Находим, какая масса чистых веществ дана:

а)

б)

2) Составляем уравнение реакции:

|  |  |
| --- | --- |
|  | + +  1 моль 1 моль 1 моль  40кг 63кг 85кг  68кг 315кг |

3) Находим количество каждого из веществ:

4) Из уравнения реакции видно, что азотная кислота дана в избытке. Расчёт ведём по гидроксиду натрия:

***Ответ:*** Получается 144.5 кг .

**Задания**

**1. Рассчитайте массу осадка, которая образуется при сливании растворов, один из которых содержит 260г нитрата бария, а второй 220г сульфата калия.**

**2. Какова масса осадка, образующегося при сливании 200г 20%-ного раствора гидроксида натрия с раствором, содержащим 3 моль сульфата меди(II).**

**3. Слили 40г 10%-ного раствора серной кислоты с раствором нитрата бария, содержащим 2.61г соли. Рассчитайте массу образовавшегося осадка.**

**4. К раствору, содержащему 20г гидроксида натрия, прилили раствор, содержащий 33г хлороводорода. Какая масса соли образовалась.**

**7§ Задачи на расчёты по термохимическим уравнениям**

**Примеры решения задач**

***1. Вычисление на основе термохимического уравнения количества выделенной или поглощенной теплоты по известной массе одного из реагирующих веществ***

***Задача.*** Вычислите по термохимическому уравнению количества теплоты, выделяемой при сгорании 1кг серы:

***Решение:*** Данное термохимическое уравнение показывает, что при сгорании 1 моль серы (32г) выделяется 297 кДж теплоты. Учитывая это, записываем:

***Ответ:*** При сгорании 1 кг серы выделяется 9281 кДж теплоты.

***2. Нахождение масс реагирующих веществ, если известно, какое количество теплоты выделилось в данной реакции***

***Задача.*** По термохимическому уравнению вычислите, сколько сгорело угля, если при реакции выделилось 33520 кДж теплоты.

***Решение:*** Данное термохимическое уравнение показывает, что при сгорании 1 моль угля (12г) выделяется 402 кДж теплоты. Учитывая это, записываем:

***Ответ:*** 33520 кДж теплоты выделяется при сгорании 1 кг угля.

**Задания**

**1. В результате реакции, термохимическое уравнение которой**

**выделилось 265 кДж теплоты. Найдите массу образовавшегося при этом оксида меди(II) и оксида серы(IV).**

**2. В соответствии с термохимическим уравнением**

**для получения 2111кДж теплоты необходимо затратить кислород объемом (н.у.).**

**3. В соответствии с термохимическим уравнением реакции**

**найти количество теплоты, необходимое для разложения 1.7г нитрата серебра.**

**4. В соответствии с термохимическим уравнением**

**Какая масса угля нужна, чтобы выделилось 1206 кДж теплоты?**

**Формулы**