**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:

$$Fe:O= \frac{72.41}{56}: \frac{27.59}{16} ≈1.29:1.72$$

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

$$Fe:O ≈1:1.33$$

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

$$Fe:O=3:3.99 ≈3:4$$

***Ответ:*** Химическая формула данного вещества $Fe\_{3}O\_{4}$.

***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:

$$Al:O= \frac{9}{27} : \frac{8}{16}=0.33:0.5=0.99:1.5 ≈2:3 $$

***Ответ:*** Химическая формула данного вещества: $Al\_{2}O\_{3}$.

***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:

$$C:H= \frac{85.71}{12} : \frac{14.29}{1}=7.14 :14.29 ≈1:2$$

Следовательно, простейшая формула этого газа $CH\_{2}$.

2) Находим молярную массу по простейшей формуле:

$M\left(CH\_{2}\right)=12+2=14г/моль$.

Однако отношению чисел атомов 1:2 соответствуют много формул, например $C\_{2}H\_{4}, C\_{3}H\_{6}$ и т. д.

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

$$M=V\* ρ=22.4\*1.25=28;$$

$$M=28г/моль$$

Так как близкая по численному значению молярная масса, равная 28 г, соответствует лишь формуле $C\_{2}H\_{4}$, то она является истинной формулой этого вещества.

***Ответ:*** Химическая формула исследуемого вещества $C\_{2}H\_{4}$ (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:

$$M\left(CO\_{2}\right)=44 г/моль;$$

$$44г CO\_{2} содержит 12г C $$

$$4.4 г CO\_{2} содержит X\_{1} г C $$

$$\frac{44}{4,4}=\frac{12}{X\_{1}}; X\_{1}= \frac{4,4\*12}{44}=1,2;$$

2) Находим массу водорода:

$$M\left(H\_{2}O\right)=18 г/моль;$$

$$18г H\_{2}O содержит 2 г H $$

$$2.7г H\_{2}O содержит X\_{2} г H $$

$$\frac{18}{2.7}=\frac{2}{X\_{2}}; X\_{2}=\frac{2.7\*2}{18}=0.3;$$

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

$$m\left(C\right)+ m\left(H\right)= 1.2 г+0,3 г=1.5 г;$$

$$m\left(O\right)=2.3 г-1.5 г=0.8 г$$

4) Находим отношение числа атомов элементов:

$$C:H:O=\frac{1.2}{12} :\frac{0.3}{1} :\frac{0.8}{16}=0.1:0.3:0.05=2:6:1$$

Следовательно, простейшая формула этого вещества $C\_{2}H\_{6}O$.

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

$$M\left(C\_{2}H\_{2}O\right)= 46г/моль;$$

$$M=29\*D\_{возд}=29\*1.59=46.11г/моль$$

В данном случае простейшая формула $C\_{2}H\_{2}O$ является истинной.

***Ответ:*** Химическая формула вещества $C\_{2}H\_{2}O$ .

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:

$$M\left(Ca\left(OH\right)\_{2}\right)= 40+\left(16+1\right)\*2=74 г/моль$$

2) Находим отношение масс кальция, кислорода и водорода:

$$Ca:O:H=40:32:2=20:16:1$$

***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:

$$M\left(NaOH\right)=23+16+1=40г/моль$$

2) Вычисляем массовую долю натрия:

$$W(Na)=23/40=0.575 мас.д., или 57\%$$

3) Вычисляем массовую долю кислорода:

$$W(Na)=16/40=0.4 мас.д., или 40\%$$

4) Вычисляем массовую долю водорода:

$$W(Na)=1/40=0.025 мас.д., или 2.5\%$$

5) Проверяем правильность вычисления:

$$0.575+0.4+0.025=1.00\left(в мас. д.\right);$$

$$57.5+40+2.5=100\left(в \%\right)$$

***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:

$$W\left(Na\right)+W\left(O\right)=0.575+0.4=0.975;$$

$$W\left(H\right)=1.0-0.975=0.025;$$

$$W\left(Na\right)+W\left(O\right)=57.5\%+40\%=97.5\%;$$

$$W\left(H\right)=100\%-97.5\%=2.5\%$$

***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:

$$M\left(Al\_{2}O\_{3}\right)=27\*2+16\*3=102г/моль$$

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

$$102т Al\_{2}O\_{3} содержит 54т Al$$

$$408т Al\_{2}O\_{3} содержит X т Al$$

$$102:408=54:X; X=\frac{408\*54}{102}=216т Al$$

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

Вычисление можно производить и так:

$$\frac{m(Al)}{m(Al\_{2}O\_{3})}=\frac{2M(Al)}{M(Al\_{2}O\_{3})}$$

$$m(Al)=m(Al\_{2}O\_{3})\frac{2M(Al)}{M(Al\_{2}O\_{3})}=408\*\frac{2.27}{102}=216т$$

***Ответ:*** 408т $Al\_{2}O\_{3}$ содержат 216т $Al$

***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):

$$M(CuO)=64+16=80г/моль$$

2) Вычисляем массу оксида меди(II):

$$64т Cu содержится в 80т CuO$$

$$3.2т Сu содержится в Xт CuO $$

$$64:3.2=80:X; X=\frac{3.2\*80}{64}=4т CuO$$

***Ответ:***3.2т $Cu$ содержится в 4т $CuO$.

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 $C\_{3}H\_{8}$ (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— $ν=\frac{m}{M}$, где $ν$ - количество ве­щества, т — масса вещества, М — молярная масса данного вещества, на­ходим количество вещества меди:

$$ν(Cu)=\frac{m(Cu)}{M(Cu)}=\frac{32г}{64г/моль}=0.5 моль$$

Можно рассуждать так:

$$64г Cu составляет 1 моль$$

$$32г Cu составляет X моль$$

$$64:32=1:X; X=\frac{32\*1}{64}=0.5 моль$$

***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):

$$M(CO\_{2})=44г/моль$$

2) Вычисляем количество вещества оксида углерода (IV):

$$ν(CO\_{2})=\frac{m(CO\_{2})}{M(CO\_{2})}=\frac{66г}{44г/моль}=1.5моль; $$

***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:***

$$ν=\frac{m}{M}; m(S)=υ(S)\*M(S)=0.25моль\*32г/моль=8г.$$

***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:

$$M(H\_{2}SO\_{4})=98г/моль$$

2) Определяем массу серной кислоты:

$$ν=\frac{m}{M}; m(H\_{2}SO\_{4})=υ(H\_{2}SO\_{4})\*M(H\_{2}SO\_{4}=2моль\*98г/моль=196г$$

***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:

$$ν(Ca)=\frac{m(Ca)}{M(Ca)}=\frac{20г}{40г/моль}=0.5моль$$

2) Вычисляем число атомов кальция:

$$1 моль содержит 6.02\*10^{23}атомов$$

$$0.5 моль содержит X атомов$$

$$1:0.5=6.02\*10^{23}:X; X=0.5\*6.02\*10^{23}=3.01\*10^{23}атомов$$

***Ответ:*** В 20 г кальция содержится $3.01\*10^{23}$ атомов.

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

***Решение:***

1) Определяем молярную массу воды:

$$M(H\_{2}O)=18г/моль$$

2) Находим количество вещества воды:

$$ν=\frac{m}{M}=\frac{36г}{18г/моль}=2моль$$

3) Определяем число молекул воды:

$$1моль H\_{2}O содержит 6.02\*10^{23}молекул $$

$$2моль H\_{2}O содержит X молекул $$

$$1:2=6.02\*10^{23}:X; X=2\*6.02\*10^{23}=12.04\*10^{23}молекул$$

***Ответ:*** В воде массой 36 г содержится $1.204\*10^{24}$ 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 $C\_{5}H\_{12}$(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 $C\_{7}H\_{16}$(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:

$$M(CO\_{2})=44г/моль; M(H\_{2})=2г/моль;$$

$$M(CH\_{4})=16г/моль; M\_{возд}=29г/моль;$$

2) Вычисляем плотности оксида углерода (IV):

$$ρ(CO\_{2})=\frac{44}{22.4}=1.96; D(CH\_{4})=\frac{44}{16}=2.75;$$

$$D(H\_{2})=\frac{44}{2} =22; D\_{возд}=\frac{44}{29}=1.52$$

***Ответ:***$ ρ(CO\_{2})= 1.96$, $D(CH\_{4})=2.75$, $D(H\_{2})=22$, $D\_{возд}= 1.52$.

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:

$$M(O\_{2})=32г/моль$$

2) Находим, какой объем занимают 48 г кислорода:

$$32г O\_{2} занимают объём 22.4л$$

$$48г O\_{2} занимаеют объём Xл$$

$$32:48=22.4:X; X=\frac{48\*22.4}{32}=33.6л O\_{2}$$

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

*Решение: Вариант 2.*

1) Вычисляем молярную массу кислорода:

$$M(O\_{2})=32г/моль$$

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

$$υ=\frac{m}{M}; υ(O\_{2})=\frac{48г}{32г/моль}=1.5моль$$

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

$$υ(O\_{2})=1.5моль\*22.4л/моль=33.6л$$

***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 $5.6м^{3}$метана и $2.24м^{3}$оксида углерода (II):

***Решение:***

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

$$M(CH\_{4})=16г/моль; M(CO)=28г/моль$$

2) Определяем массу $5.6м^{3}$ метана:

$$масса 22.4м^{3} CH\_{4} составляет 16кг$$

$$масса 5.6м^{3} CH\_{4} составляет X\_{1}кг$$

$$22.4:5.6=16:X\_{1}; X\_{1}=\frac{5.6\*16}{22.4}=4кг CH\_{4}$$

3) Определяем массу $2.24м^{3}$оксида углерода (II):

$$масса 22.4м^{3} CO составляет 28кг $$

$$масса 2.24м^{3} CO составляет X\_{2}кг$$

$$22.4:2.24=28:X\_{2}; X\_{2}=\frac{2.24\*28}{22.4}=28кг CO$$

4) Находим общую массу газовой смеси:

$$4кг+2.8кг=6.8кг$$

**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 $224м^{3}$ 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:

$$v(CO)=224м^{3}\*0.75=168м^{3 }CO$$

2) Определяем, какой объем кислорода потребуется, чтобы сжечь $168м^{3}$ оксида углерода (II):

$$2CO + O\_{2} \rightarrow 2CO\_{2}$$

*2 моль*  : *1 моль*

$$2\*22.4м^{3} : 22.4м^{3}$$

$$168м^{3} : Xм^{3}$$

$$X=\frac{168м^{3}}{2}=84м^{3} O\_{2}$$

Если молярные объемы обозначить буквой V, а данные и вычисляемые объемы газов обозначить $V\_{0}$ , то вычисление можно производить и так:

$$\frac{2V(CO)}{V(O\_{2})}=\frac{V\_{0}(CO)}{V\_{0}(O\_{2})};$$

$$V\_{0}(O\_{2})=V(O\_{2})\frac{V\_{0}(CO)}{2V(CO)}=22.4\frac{168}{44.8}=84м^{3} O\_{2}$$

3) Находим объем воздуха, необходимый для реакции:

$$100м^{3} воздуха содержат 21м^{3} кислорода$$

$$X\_{2}м^{3} воздуха содержат 84м^{3} кислорода$$

$$X\_{2}= \frac{100\*84}{21}=400м^{3}$$

***Ответ:*** Потребуется $84м^{3} O\_{2}$ или $400м^{3}$ 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:

$$1 массовая доля соответствует 500г$$

$$0.05 соответствует Xг$$

$$1:0.05=500:X; X=\frac{0.05\*500}{1}=25г NaCl$$

Рассуждать можно и так:

а) $100г раствора содержит 5г NaCl$

 $500г раствора содержат Xг NaCl$

$$100:500=5:X; X=\frac{5\*500}{100}=25г NaCl$$

б) $m(NaCl)=500г\*0.05=25г$

2) Вычисляем, какая масса воды потребуется:

$$m(H\_{2}O)=500г-25г=475г$$

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

***Задача 2*.** Какой объем хлороводорода (н.у.) и воды потребуется, чтобы приготовить 1л раствора ($ρ=1.05г/м^{3}$), 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:

$$ρ=\frac{m}{V}; m=ρ\*V$$

$$m\_{раствора}=1000\*1.05=1050г$$

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

$$1мас. д. соответствует 1050г$$

$$0.1мас. д. соответствует X\_{1}$$

$$1:0.1=1050:X\_{1}; X\_{1}=\frac{1050\*0.1}{1}=105г HCl$$

$$m(HCl)=1050\*0.1=105г$$

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

$$M(HCl)=36.5г/моль$$

$$36.5 HCl занимает объем 22.4л$$

$$105г HCl занимают объем X\_{2}$$

$$36.5:105=22.4:X\_{2}; X\_{2}=\frac{105\*22.4}{36.5}=64.44л HCl$$

4) Вычисляем, сколько потребуется воды для приготовления раствора:

$$m(H\_{2}O)=1050г-105г=945г$$

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

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

***Задача 1.*** Какой объем раствора ($ρ=1.80г/см^{3}$), в котором содержание $H\_{2}SO\_{4}$ в массовых долях равно 0.88, потребуется, чтобы приготовить 1л раствора, содержание $H\_{2}SO\_{4}$ в котором будет равным в массовых долях 0.1 ($ρ=1.069г/см^{3}$)?

**Решение:**

1) Вычисляем массу 1л раствора, в котором содержание $H\_{2}SO\_{4}$ в массовых долях равно 0.1 (или 10%):

$$m\_{раствора}=1000\*1.069=1069г$$

2) Определяем массу чистой серной кислоты, которая потребуется:

$$100г приготовляемого раствора содержат 10г H\_{2}SO\_{4}$$

$$1069г приготовляемого раствора содержат X\_{1}г H\_{2}SO\_{4}$$

$$100:1069=10:X\_{1}; X\_{1}=\frac{1069\*10}{100}=106.9г H\_{2}SO\_{4}$$

или $m(H\_{2}SO\_{4})=1069\*0.1=106.9г$

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

$$100г раствора содержат 88г H\_{2}SO\_{4}$$

$$X\_{2}г раствора содержат 106.9г H\_{2}SO\_{4}$$

$$100:X\_{2}=88:106.9; X\_{2}=\frac{100\*106.9}{88}=121.5 г раствора$$

4) Вычисляем, какой объем занимает 121.5г раствора, в котором массовая доля $H\_{2}SO\_{4}$ равна 0.88 (или 88%):

$$V\_{раствора}=\frac{121.5}{1.80}=67.5 мл$$

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

***Задача 2.*** Какой объем воды потребуется для разбавления 200мл раствора ($ρ=1.4г/см^{3}$), содержание $HNO\_{3}$ в котором массовых долях составляет 0.68 (или 68%), чтобы получить раствор с содержанием $HNO\_{3}$, равным 0.1 (или 10%)?

***Решение:***

1) Находим массу 200мл разбавляемого раствора азотной кислоты:

$$m\_{раствора}=200\*1.4=280г$$

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

$$m(HNO\_{3})=280\*0.68=190.4г$$

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

$$m(HNO\_{3})=\frac{190.4}{0.1}=1904г$$

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

$$m(H\_{2}O)=1904г-280г=1624г$$

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*:$M\left(Na\right)=23 г/моль$ $$m\left(Na\right)=2\*23=46г$$$$M(NaOH)=40 г/моль$$$$m\left(NaOH\right)=2\*40=40г$$ |  $2Na$ $+2H\_{2}O \rightarrow $ $2NaOH$ $+ H\_{2}\uparrow $ 46г 80г 2.3г Xг$$46:2.3=80:X; X= \frac{2.3\*80}{46}=4г$$ |

Вычисление можно производить так:

$$\frac{2M(Na)}{2M(NaOH)}=\frac{m(Na)}{m(NaOH)}$$

$$m\left(NaOH\right)=2M\left(NaOH\right)\frac{m\left(Na\right)}{2M\left(NaOH\right)}=80\frac{2.3}{46}=4г$$

***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:*$$M(CaCO\_{3})=100г/моль$$$$m(CaCO\_{3})=100т$$$$M(CaO)=56г/моль$$$$m(CaO)=56т$$ | $CaCO\_{3}$ $ →$ $CaO$ + $CO\_{2}\uparrow $100т 56т Xт 224т |

$$X:100=224:56; X=\frac{100\*224}{56}=400т CaCO\_{3}$$

***Ответ:*** Требуется 400т $CaCO\_{3}$

***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:

$$100т известняка содержат 80т CaCO\_{3}$$

$$500т известняка сожержат X\_{1}т CaCO\_{3}$$

$$100:500=80:X\_{1}; X\_{1}=\frac{500\*80}{100}=400т CaCO\_{3} $$

2) Составляем уравнение реакции и производим вычисление:

|  |  |
| --- | --- |
| *Дано:*$$M(CaCO\_{3})=100г/моль$$$$m(CaCO\_{3})=100т$$$$M(CaO)=56г/моль$$$$m(CaO)=56т$$ | $CaCO\_{3}$ $→$ $CaO$ +$CO\_{2}\uparrow $ 100т 56т 400т $X\_{2}$ |

$$100:400=56:X\_{2}; X\_{2}=\frac{400\*56}{100}=224т CaO$$

***Ответ:*** Можно получить 224т $CaO$.

***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 $CaO$ без примесей:

|  |  |
| --- | --- |
| *Дано:*$$M(CaCO\_{3})=100г/моль$$$$m(CaCO\_{3})=100т$$$$M(CaO)=56г/моль$$$$m(CaO)=56т$$ | $CaCO\_{3}$ $ →$ $CaO$ + $CO\_{2}\uparrow $ 100т 56т 800т $X\_{1}$ |

$$100:800=56:X\_{1}; X\_{1}=\frac{800\*56}{100}=448т CaO$$

2) Находим массу жженой извести с примесями:

$$90т CaO содержится в 100т жженой извести$$

$$448т CaO содержится X\_{2} жженой извести$$

$$90:448=100:X\_{2}; X\_{2}=\frac{448\*100}{90}=497.8т жженой извести $$

***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 $Ca(NO\_{3})\_{2}$ получили, если практический выход в массовых долях составляет 0.98 (или 98%) по сравнению с теоретическим?

***Решение:***

1) Согласно уравнению реакции находим теоретический выход:

|  |  |
| --- | --- |
| $$M(HNO\_{3})=63г/моль$$$$m(HNO\_{3})=2\*63=126кг$$$$M(Ca(NO\_{3})\_{2})=164г/моль$$$$m(Ca(NO\_{3})\_{2})=164кг$$ | $Ca(OH)\_{2}+$ $2HNO\_{3}$ $\rightarrow $ $Ca(NO\_{3})\_{2}$ + $2H\_{2}O$ 126г 164кг 3.15кг $X\_{1}$ |

$$126:3.15=164:X\_{1}; X\_{1}=\frac{3.15\*164}{126}=4.1 кг Ca(NO\_{3})\_{2} (теоретический выход)$$

2) Находим 98%-ный выход:

$$4.1кг Ca(NO\_{3})\_{2} соответствует 100\% $$

$$X\_{2}кг Ca(NO\_{3})\_{2} соответсвует 98\%$$

$$4.1:X\_{2}=100:98; X\_{2}=\frac{4.1\*98}{100}=4.02 кг Ca(NO\_{3})\_{2} (практический выход)$$

**Ответ:** Получили 4.02 кг $Ca(NO\_{3})\_{2}$.

***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:

|  |  |
| --- | --- |
| $$M(CaO)=56г/моль$$$$m(CaO)=56т$$$$M(Ca(OH)\_{2})=74г/моль$$$$m(Ca(OH)\_{2})=74т$$ | $CaO$ +$H\_{2}O\rightarrow $ $Ca(OH)\_{2}$ 56т 74т 140т $X\_{1}$ |

$$56:140=74:X\_{1}; X\_{1}=\frac{140\*74}{56}=185т Ca(OH)\_{2} (теоретический выход) $$

2) Находим практический выход:

$$185т Ca(OH)\_{2} - 100\%$$

$$182т Ca(OH)\_{2} - X\_{2}$$

$$185:182=100:X\_{2}; X\_{2}=\frac{182\*100}{185}=98.38\% (практический выход)$$

***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:

|  |  |
| --- | --- |
| $$M(Ba(NO\_{3})\_{2})=261г/моль $$$$m(Ba(NO\_{3})\_{2})=261 $$$$M(K\_{2}SO\_{4})=174г/моль$$$$m(K\_{2}SO\_{4})=174г$$$$M(BaSO\_{4})=233г/моль$$$$m(BaSO\_{4})=233г$$ | $Ba(NO\_{3})\_{2}$ *+* $K\_{2}SO\_{4}$$\rightarrow $$BaSO\_{4}\downright $ *+* $2KNO\_{3}$1 моль 1 моль 1 моль 261г 174г 233г 522г 500г *X* |

2) Находим количество каждого из веществ, которые содержатся в растворе: $v=\frac{m}{M}$

$$v=(Ba(NO\_{3})\_{2})=522/261=2 моль$$

$$v=(K\_{2}SO\_{4})=500/174=2.9 моль$$

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:

$$При взаимодействии 261г Ba(NO\_{3})\_{2} образуется 233г BaSO\_{4}$$

$$При взаимодействии 522г Ba(NO\_{3})\_{2} образуется Xг BaSO\_{4}$$

$$261:522=233:X; X=\frac{522\*233}{261}=466г BaSO\_{4}$$

***Ответ:*** В осадок выпадает 466г $BaSO\_{4}$.

***Задача 2.*** Вычислите массу нитрата натрия, образующего при взаимодействии 630кг раствора, в котором массовая доля $HNO\_{3}$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) $100кг раствора содержат 50кг HNO\_{3}$

$$600кг раствора содержат X\_{1}кг HNO\_{3}$$

$$100:630=50:X\_{1}; X\_{1}=\frac{630\*50}{100}=315кг HNO\_{3} (чистый)$$

б)$100кг раствора содержат 40кг NaOH$

$$170кг раствора содержат X\_{2}кг NaOH $$

$$100:170=40:X\_{2}; X\_{2}=\frac{170\*40}{100}=68 кг NaOH (чистый)$$

2) Составляем уравнение реакции:

|  |  |
| --- | --- |
| $$M(NaOH)=40г/моль$$$$m(NaOH)=40 кг$$$$M(HNO\_{3})=63г/моль$$$$m(HNO\_{3})=63кг$$$$M(NaNO\_{3})=85г/моль$$$$m(NaNO\_{3})=85кг$$ | $NaOH$ + $HNO\_{3}$ $\rightarrow $ $NaNO\_{3}$ + $H\_{2}O$1 моль 1 моль 1 моль 40кг 63кг 85кг 68кг 315кг $X\_{3}$ |

3) Находим количество каждого из веществ:

$$v=\frac{m}{M}$$

$$v(NaOH)=\frac{68}{40}=1.7 моль$$

$$v(HNO\_{3})=\frac{315}{63}=5 моль$$

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

$$Из 40кг NaOH получается 85кг NaNO\_{3}$$

$$Из 68кгNaOH получается X\_{3}кг NaNO\_{3}$$

$$40:68=85:X\_{3}; X\_{3}=\frac{68\*85}{40}=144.5 кг NaNO\_{3}$$

***Ответ:*** Получается 144.5 кг $NaNO\_{3}$.

**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:

$$S+O\_{2}=SO\_{2}+297кДж$$

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

$$При сгорании 32г серы выделяется 297 кДж$$

$$При сгорании 1000г серы выделяется 297 кДж$$

$$32:1000=297:X; X=\frac{1000\*297}{32}≈9281 кДж$$

***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.

$$C+O\_{2}=CO\_{2}+402 кДж$$

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

$$Если выделилось 402 кДж, то сгорело 12г угля$$

$$Если выделилось 33520 кДж, то сгорело X г угля$$

$$402:33520=12:X; X=\frac{33520\*12}{402}=1000 г$$

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

**Задания**

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

$$Cu\_{2}S + 2O\_{2} \rightarrow 2CuO + SO\_{2} + 530кДж$$

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

**2. В соответствии с термохимическим уравнением**

$$C + O\_{2} \rightarrow CO\_{2}+ 394кДж$$

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

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

$$2AgNO\_{3} \rightarrow 2Ag + 2NO\_{2} + O\_{2}-317кДж$$

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

**4. В соответствии с термохимическим уравнением**

$$C + O\_{2} \rightarrow CO\_{2} + 402кДж$$

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

**Формулы**

$Mr=\frac{m}{ν}$$m=ν\*Mr$$ν=\frac{m}{Mr}$

$ν=\frac{N}{Na}$$N=ν\*Na$$Na=6.02\*10^{23}$

$m=ρ\*Vm$$ν=\frac{V}{Vm}$$Vm=22.4л$

$M=ρ\*Vm$$ρ=\frac{m}{Vm}$$V=ν\*Vm$

$ρ\_{газа}=\frac{Mr\_{газа}}{Vm\_{газа}}$$Mr\_{возд}=29г/моль$

$D\_{возд}=\frac{M\_{в-ва}}{M\_{возд}}$$Mr\_{(H\_{2})}=2г/моль$$Mr\_{(O\_{2})}=32г/моль$

$Mr\_{в-ва}=D\_{возд}\*Mr\_{возд}$$Mr\_{возд}=29г/моль$

$$ω\_{х/эл}=\frac{n\_{х/эл}\*Ar\_{х/эл}}{Mr\_{в-ва}}\*100\%$$

$$n\_{х/эл}=\frac{ω\_{х/эл}\*Mr\_{в-ва}}{Ar\_{х/эл}}$$

$$ω\_{р-ра}=\frac{m\_{в-ва}}{m\_{р-ра}}\*100\%$$