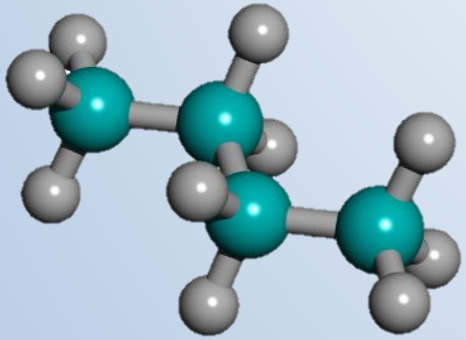
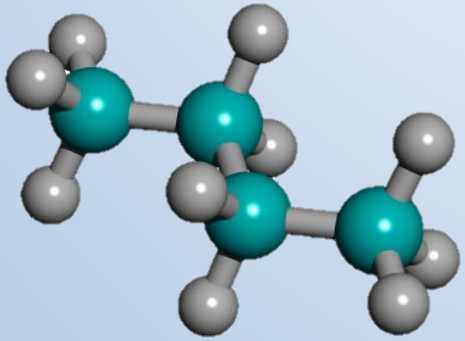
РЕШЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ ЗАДАЧ ПО УРАВНЕНИЯМ РЕАКЦИЙ



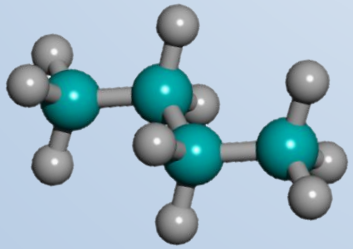
1-Й ТИП. ЗАДАЧИ НА ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАССОВОЙ ДОЛИ ОДНОГО ИЗ ПРОДУКТОВ РЕАКЦИИ В ПОЛУЧЕННОМ РАСТВОРЕ.

1. ЖЕЛЕЗО МАССОЙ 5,6 Г РАСТВОРИЛИ В 200 МЛ РАСТВОРА СОЛЯНОЙ КИСЛОТЫ (Р=1,05 Г/МЛ) С МАССОВОЙ ДОЛЕЙ 10%. ВЫЧИСЛИТЕ МАССОВУЮ ДОЛЮ ХЛОРИДА ЖЕЛЕЗА (II) В ПОЛУЧЕННОМ РАСТВОРЕ.



ПРИ РЕШЕНИИ ТАКИХ ЗАДАЧ СОБЛЮДАЕТСЯ СЛЕДУЮЩИЙ АЛГОРИТМ:

- Прочитайте текст задачи.
- Составьте уравнение реакции.
- Подчеркните формулы веществ, о которых идет речь в задаче.
- Найдите их молярные массы и подпишите под формулами, над формулами поставьте данные по условию задачи.
- Найдите массу чистого вещества, используя данные задачи.
- Определите количество каждого из исходных веществ.
- Найдите, какое из исходных веществ было взято в избытке.
- Определите массу раствора, предварительно исключив массу образовавшегося осадка или газа.
- Рассчитайте массу продукта по веществу, которое полностью расходуется в результате реакции, т.е. по недостатку.
- Определите массовую долю продукта в растворе.



Элементы ответа:

1) Составлено уравнение химической реакции:

$Fe + 2HCl = FeCl_2 + H_2\uparrow$

2) Рассчитаны массы веществ, полученных в ходе реакции:

$n(Fe) = n(FeCl_2) = n(H_2) = m(Fe)/M(Fe) = 5,6/56 = 0,1$ моль,

$m(FeCl_2) = n(Fe)\cdot M(FeCl_2) = 0,1\cdot 127 = 12,7$ г

$m(H_2) = n(H_2)\cdot M(H_2) = 0,1\cdot 2 = 0,2$ г

3) Рассчитана масса раствора:

m_1(раствора) $= \rho\cdot V(HCl) = 1,05\cdot 200 = 210$ г

m_2(раствора) $= m_1$(раствора) $+ m(Fe) - m(H_2) = 210 + 5,6 - 0,2 =$
$= 215,4$ г

4) Найдена массовая доля $FeCl_2$:

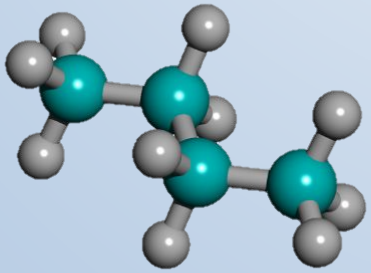
$w(FeCl_2) = m(FeCl_2)/m_2$(раствора) $= 12,7/215,4 = 0,059$ или 5,9%.

Типичные ошибки при решении задач данного типа:

1. Невнимательно читают условие задачи.
2. При нахождении количества вещества делят не массу чистого вещества, а массу раствора или объем раствора вещества на его молярную массу.
3. При нахождении массы раствора забывают исключать массу газа или осадка.
4. При определении количества исходного вещества или продукта реакции не обращают внимания на коэффициенты в уравнении, т.е. количественные отношения и неправильно находят избыток и недостаток.

Задачи на определение массовой доли веществ в конечном растворе.

2. К раствору, полученному при добавлении 24 г гидрида натрия к 1 л воды. Прилили 100 мл 30%-ного раствора азотной кислоты (ρ=1,18 г/мл). Определите массовые доли **веществ** в конечном растворе.



При решении таких задач соблюдается следующий алгоритм:

- Прочитайте текст задачи.
- Составьте уравнение реакции.
- Подчеркните формулы веществ, о которых идет речь в задаче.
- Найдите их молярные массы и подпишите под формулами, над формулами поставьте данные по условию задачи.
- Найдите массу чистого вещества, используя данные задачи.
- Определите количество каждого из исходных веществ.
- Найдите, какое из исходных веществ было взято в избытке.
- Определите количество прореагировавшего вещества, взятого в избытке и количество остатка этого вещества после реакции.
- Определите массу раствора, предварительно исключив массу образовавшегося осадка или газа.
- Рассчитайте массу продукта (продуктов) и массу остатка исходного вещества по веществу, которое полностью расходуется в результате реакции, т.е. по недостатку.
- Определите массовую долю продукта (продуктов) реакции и массовую долю остатка избыточного вещества в растворе.

Элементы ответа:

1) Составлены уравнения реакций:

$NaH + H_2O = NaOH + H_2$

$NaOH + HNO_3 = NaNO_3 + H_2O$

2) Найдены количества веществ гидроксида натрия и азотной кислоты, и указано вещество, которое в растворе находится в избытке:

$\nu(NaOH) = \nu(H_2) = \nu(NaH) = 24/24 = 1$ моль

$\nu(HNO_3) = (100 \cdot 0{,}3 \cdot 1{,}18)/63 = 0{,}56$ моль

NaOH – в избытке

3) Вычислена масса раствора и массы составляющих его веществ:

$\nu(NaNO_3) = \nu(HNO_3) = 0{,}56$ моль

$m(NaNO_3) = 0{,}56 \cdot 85 = 47{,}6$ г.

$\nu(NaOH) = 1 - 0{,}56 = 0{,}44$ моль

$m(NaOH) = 0{,}44 \cdot 40 = 17{,}6$ г

$m(H_2) = 1 \cdot 2 = 2$ г

$m(\text{раствора}) = m(NaH) + m(H_2O) + m(\text{р-ра } HNO_3) - m(H_2) =$

$= 24 + 1000 + 118 - 2 = 1140$ г

4) Определены массовые доли веществ в растворе:

$w(NaOH) = 17{,}6/1140 = 0{,}015$ или 1,5%

$w(NaNO_3) = 47{,}6/1140 = 0{,}042$ или 4,2%

Гидролиз бинарных соединений

$CaC_2 + 2H_2O \rightarrow Ca(OH)_2 + C_2H_2\uparrow$

$Al_4C_3 + 12H_2O \rightarrow 4Al(OH)_3\downarrow + 3CH_4\uparrow$

$CaC_2 + 2HCl \rightarrow CaCl_2 + C_2H_2\uparrow$

$Al_4C_3 + 12HCl \rightarrow 4AlCl_3 + 3CH_4\uparrow$

$Ca_3N_2 + 6H_2O \rightarrow 3Ca(OH)_2 + 3NH_3\uparrow$

$Mg_3P_2 + 6H_2O \rightarrow 3Mg(OH)_2 + 3PH_3\uparrow$

$NaH + H_2O \rightarrow NaOH + H_2\uparrow$

$PCl_5 + 4H_2O \rightarrow H_3PO_4 + 5HCl$

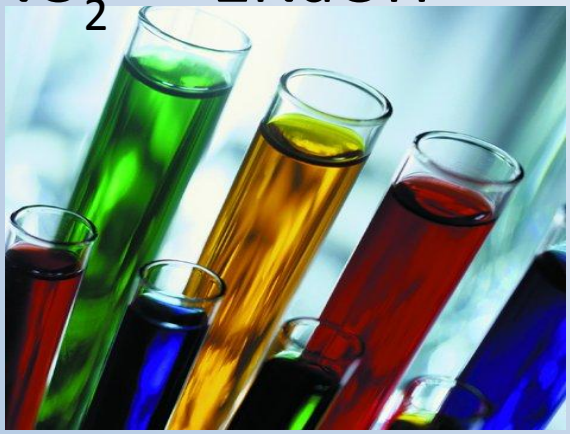
$PCl_5 + 8NaOH \rightarrow Na_3PO_4 + 5NaCl + 4H_2O$

$2NO_2 + 2NaOH \rightarrow NaNO_3 + NaNO_2 + H_2O$

3. На 21,6 г серебра подействовали 68%-ным раствором азотной кислоты, масса которого 600 г. Полученный при этом газ пропустили через 300 г 10%-ного холодного раствора гидроксида натрия. Рассчитайте массовые доли веществ в полученном растворе.

$Ag + 2HNO_3 \rightarrow AgNO_3 + NO_2 + H_2O$

$2NO_2 + 2NaOH \rightarrow NaNO_3 + NaNO_2 + H_2O$



МАССОВОЙ ДОЛИ ОДНОГО ИЗ ИСХОДНЫХ ВЕЩЕСТВ В ОБРАЗОВАВШЕМСЯ РАСТВОРЕ.

4. Железо массой 5,6 г растворили в 100 мл раствора соляной кислоты (р=1,05 г/мл) с массовой долей 10%. Вычислите массовую долю хлороводорода в полученном растворе.

5. В 110 мл 9%-ной хлороводородной кислоты (плотность раствора 1,04г/мл) растворили газообразный аммиак, выделившийся при гидролизе 2,96 г нитрида кальция. Определите массовую долю хлороводорода в полученном при этом растворе.

При решении таких задач соблюдается следующий алгоритм:

- Прочитайте текст задачи.
- Составьте уравнение реакции.
- Подчеркните формулы веществ, о которых идет речь в задаче.
- Найдите их молярные массы и подпишите под формулами, над формулами поставьте данные по условию задачи.
- Найдите массу чистого вещества, используя данные задачи.
- Определите количество каждого из исходных веществ.
- Найдите, какое из исходных веществ было взято в избытке.
- Определите количество прореагировавшего вещества, взятого в избытке и количество остатка этого вещества после реакции.
- Найдите массу оставшегося после реакции исходного вещества.
- Определите массу раствора, предварительно исключив массу образовавшегося осадка или газа.
- Определите массовую долю остатка одного из исходных веществ в полученном растворе.

Элементы ответа:

1) Составлено уравнение химической реакции:

$Fe + 2HCl = FeCl_2 + H_2\uparrow$

2) Рассчитаны массы веществ, вступивших в реакцию и полученных в ходе реакции:

$n(Fe) = n(H_2) = m(Fe)/M(Fe) = 5,6/56 = 0,1$ моль,

$n(HCl)_{прореаг.} = 2n(Fe) = 0,1 \cdot 2 = 0,2$ моль

$m(HCl)_{прореаг.} = n(HCl) \cdot M(HCl) = 0,2 \cdot 36,5 = 7,3$ г

$m(H_2) = n(H_2) \cdot M(H_2) = 0,1 \cdot 2 = 0,2$ г

$m(HCl)_{исх.} = \rho \cdot V(HCl) \cdot w(HCl) = 1,05 \cdot 100 \cdot 0,1 = 10,5$ г

3) Рассчитана масса полученного раствора и масса не вступившего в реакцию хлороводорода:

m(получ. раствора) = m(исх. раствора) + m(Fe) – $m(H_2) = \rho \cdot V(HCl) +$
$+ m(Fe) - m(H_2) = 105 + 5,6 - 0,2 = 110,4$ г

$m_{изб}(HCl) = m(HCl)_{исх.} - m(HCl)_{прореагир.} = 10,5 - 7,3 = 3,2$ г

4) Найдена массовая доля HCl:

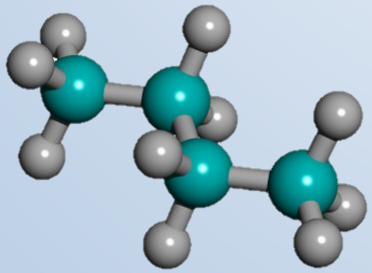
$w(HCl) = m_{изб}(HCl)/$ m(получ. раствора) $= 3,2/110,4 = 0,029$ или 2,9%.

Типичные ошибки при решении задач данного типа:

- Не внимательно читают условие задачи и неправильно пишут уравнение реакции.
- При нахождении количества вещества делят массу раствора или объем раствора вещества на его молярную массу.
- При нахождении массы раствора забывают исключать массу газа или осадка.
- При определении количества исходного вещества или продукта реакции не обращают внимания на коэффициенты в уравнении, т.е. количественные отношения.
- Определяют массовую долю прореагировавшего вещества, а не остатка вещества после реакции в образовавшемся растворе.

3-Й ТИП. ЗАДАЧИ НА ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАССЫ ИЛИ ОБЪЕМА ВЕЩЕСТВА, КОТОРЫЙ НЕОБХОДИМО ДОБАВИТЬ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ РАСТВОРА С ЗАДАННОЙ ПРОЦЕНТНОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ.

6. Рассчитайте, сколько граммов карбида алюминия следует добавить к 250 г 20%-ного раствора хлороводородной кислоты, чтобы массовая доля кислоты уменьшилась в 4 раза.



При решении таких задач соблюдается следующий алгоритм:

- Прочитайте текст задачи.
- Составьте уравнение реакции.
- Подчеркните формулы веществ, о которых идет речь в задаче.
- Найдите их молярные массы и подпишите под формулами, над формулами поставьте данные по условию задачи.
- Возьмите за х моль количество исходного вещества, которое необходимо добавить к раствору.
- Определите массу чистого прореагировавшего вещества.
- Найдите количество прореагировавшего исходного вещества и количества газообразного продукта реакции или осадка.
- Найдите массу оставшегося после реакции прореагировавшего вещества.
- Определите массу раствора, предварительно исключив массу образовавшегося осадка или газа.
- Определите количества вещества одного из исходных веществ в полученном растворе с учетом новой массовой доли.

ементы ответа:

Составлено уравнение химической реакции:

$C_3 + 12HCl = 4AlCl_3 + 3CH_4 \uparrow$

Рассчитаны массы веществ, вступивших в реакцию и ученных в ходе реакции:

сть $n(Al_4C_3) = x$ моль,

реаг.$(HCl) = 12x$ моль,

$H_4) = 3x$ моль

тавш.$(HCl) = m_{исх.}(HCl) - m_{прореаг.}(HCl) = m_{исх.\ раствора} \cdot w_1 -$

прореаг.$\cdot M = 250 \cdot 0{,}2 - 36{,}5 \cdot 12x = 50 - 438x$ (г)

Рассчитана масса раствора

луч. раствора $= m_{исх.раствора} + m(Al_4C_3) - m(CH_4) = m_{исх.раствора} +$

$(Al_4C_3) \cdot M(Al_4C_3) - n(CH_4) \cdot M(CH_4) = 250 + 144x - 3x \cdot 16 =$

$50 + 96x$ (г)

Найдена масса Al_4C_3:

$HCl) = m_{оставш.}(HCl) / m_{получ.раствора}$

$5 = (50 - 438x) / (250 + 96x)$

уда $x = 0{,}085$ моль, $m(Al_4C_3) = 0{,}085 \cdot 144 = 12{,}2$ г.

7. Какой объем 30%-ного раствора аммиака (р=0,892г/мл) необходимо добавить к 200мл 40%-ного раствора соляной кислоты (р=1,15г/мл), чтобы массовая доля кислоты уменьшилась вчетверо?

Задача такого же типа, но за х берем не количество вещества, а объем аммиака

Элементы ответа:

1) Составлено уравнение химической реакции:

$NH_3 + HCl = NH_4Cl$

2) Рассчитаны массы веществ, вступивших в реакцию:

$V_{р\text{-}ра}(NH_3) =$ x мл,

$m(NH_3) = V_{р\text{-}ра}(NH_3) \cdot w(NH_3) \cdot \rho(NH_3) = x \cdot 0{,}3 \cdot 0{,}892 = 0{,}2676x$

$m_{исх}(HCl) = V_{р\text{-}ра}(HCl) \cdot \rho(HCl) \cdot w(HCl) = 200 \cdot 0{,}4 \cdot 1{,}198 = 95{,}84$ г

$m_{прореагир.}(HCl) = M(HCl) \cdot m(NH_3)/M(NH_3) = 36{,}5 \cdot 0{,}2676x/17 = 0{,}575x$

3) Рассчитана масса оставшегося хлороводорода и масса раствора:

$m_{изб}(HCl) = m_{исх.}(HCl) - m_{прореагир.}(HCl) = 95{,}84 - 0{,}575x$

$m(раствора) = m_{р\text{-}ра}(HCl) + m_{р\text{-}ра}(NH_3) = 200 \cdot 1{,}198 + 0{,}892x =$

$= 239{,}6 + 0{,}892x$

4) Найден объем раствора аммиака:

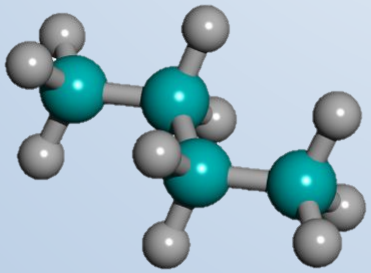
$w(HCl) = m_{изб.}(HCl)/m(раствора)$

$0{,}1 = (95{,}84 - 0{,}575x)/(239{,}6 + 0{,}892x)$

откуда x = 108,2 мл.

3.1 К ЭТОМУ ЖЕ ТИПУ ОТНОСЯТСЯ ЗАДАЧИ С ДОБАВЛЕНИЕМ ВОДЫ В РАСТВОР, ЧТОБЫ ПОЛУЧИТЬ ОПРЕДЕЛЕННУЮ МАССОВУЮ ДОЛЮ СОЛИ В НЕМ.

8. Смешали 250 мл 7%-ного раствора уксуса (р=1,05г/мл) и 150 мл 10%-ного раствора гидроксида калия (р=1,06 г/мл). Сколько миллилитров воды следует добавить к полученной смеси, чтоб массовая доля ацетата калия в ней составила бы 2%.



Элементы ответа.

1) Записано уравнение реакции:

$CH_3COOH + KOH \longrightarrow KCH_3COO + H_2O$

2) Рассчитаны количества веществ реагентов и сделан вывод об избытке кислоты:

$n(KOH) = 150 \cdot 1{,}06 \cdot 0{,}1/56 = 0{,}284$ моль

$n(CH_3COOH) = 250 \cdot 1{,}05 \cdot 0{,}07/60 = 0{,}306$ моль – в избытке

3) Вычислена масса продукта реакции:

$m(KCH_3COO) = 0{,}284 \cdot 98 = 27{,}8$ г

4) Вычислена масса добавленной воды:

$$0{,}02 = \frac{27{,}8}{150 \cdot 1{,}06 + 250 \cdot 1{,}05 + x}$$

откуда $\boldsymbol{x} = 968{,}5$ г

$V(H_2O) = 968{,}5$ мл

3.2 Определить массу оксида, который необходимо добавить к раствору кислоты (щелочи), чтобы концентрация кислоты (щелочи) увеличилась до определенной массовой доли.

9. Какую массу оксида серы (VI) следует добавить к 500 г 20%-ного раствора серной кислоты, чтобы увеличить её массовую долю до 40%?

10. Какую массу фосфора необходимо сжечь в кислороде, чтобы растворив полученный оксид в 1000 г раствора ортофосфорной кислоты с массовой долей 50%, получить раствор этой кислоты с массовой долей 75%?

11. К 120 г 8%-го раствора гидроксида натрия добавили 18,6 г оксида натрия. Вычислите массовую долю гидроксида натрия в образовавшемся растворе.

При решении таких задач соблюдается следующий алгоритм:

- Прочитайте текст задачи.
- Составьте уравнение реакции.
- Подчеркните формулы веществ, о которых идет речь в задаче.
- Найдите их молярные массы и подпишите под формулами, над формулами поставьте данные по условию задачи.
- Найдите массу чистого вещества, используя данные задачи.
- Возьмите количество вещества сгоревшего неметалла или оксида, добавленного в раствор, за х моль.
- Определите количество вещества и массу новой порции образовавшейся кислоты (щелочи).
- Определите массу раствора с учетом массы добавленного оксида.
- Определите массу чистого вещества с учетом новой порции кислоты (щелочи).
- Определите количества вещества неметалла или оксида в полученном растворе с учетом новой массовой доли.

Элементы ответа:

1) Составлено уравнение химической реакции:

$SO_3 + H_2O = H_2SO_4$

2) Рассчитана масса серной кислоты, находившейся в исходном растворе и получившейся из x моль оксида серы (VI):

$m_1(H_2SO_4) = m_1(\text{раствора}) \cdot w_1(H_2SO_4) = 500 \cdot 0{,}2 = 100$ г

$m(SO_3) = n(SO_3) \cdot M(SO_3) = 80x$

$m_2(H_2SO_4) = n(H_2SO_4) \cdot M(H_2SO_4) = 98x$

3) Рассчитана масса раствора и суммарная масса серной кислоты в нём:

$m_2(\text{раствора}) = m_1(\text{раствора}) + m(SO_3) = 500 + 80x$

$m_3(H_2SO_4) = m_1(H_2SO_4) + m_2(H_2SO_4) = 100 + 98x$

4) Найдена масса SO_3, необходимая для растворения:

$w_2(H_2SO_4) = m_3(H_2SO_4)/m_2(\text{раствора})$

$0{,}4 = (100+98x)/(500+80x)$

откуда $x = 1{,}52$ моль, $m(SO_3) = 1{,}52 \cdot 80 = 121{,}6$ г.

Элементы ответа:

1) Составлены уравнения химических реакций:

$4P + 5O_2 = 2P_2O_5$

$P_2O_5 + 3H_2O = 2H_3PO_4$

2) Рассчитаны массы веществ, вступивших в реакцию и полученных в ходе реакции:

$n(P) = n(H_3PO_4) = x$ моль,

$n(P_2O_5) = 0,5x$ моль,

$m(P_2O_5) = n(P_2O_5)\cdot M(P_2O_5) = 0,5x\cdot 142 = 71x$

$m_2(H_3PO_4) = n(H_3PO_4)\cdot M(H_3PO_4) = 98x$

3) Рассчитана начальная и общая масса H_3PO_4 и найдена масса раствора

$m_1(H_3PO_4) = m_1(\text{раствора})\cdot w_1(H_3PO_4) = 1000\cdot 0,5 = 500$ г

$m_3(H_3PO_4) = m_2(H_3PO_4) + m_1(H_3PO_4) = 500 + 98x$

$m_2(\text{раствора}) = m_1(\text{раствора}) + m(P_2O_5) = 1000 + 71x$

4) Найдена масса фосфора, необходимая для сжигания:

$w_2(H_3PO_4) = m_3(H_3PO_4)/m_2(\text{раствора})$

$0,75 = (500+98x)/(1000+71x)$

откуда $x = 5,59$ моль, $m(P)=5,59\cdot 31=173,29$ г.

4 ТИП: ЗАДАЧИ НА ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТИПА СОЛИ, ПОЛУЧЕННОЙ В РЕЗУЛЬТАТЕ РЕАКЦИИ, ВЫЧИСЛЕНИЯ ЕЕ МАССЫ ИЛИ МАССОВОЙ ДОЛИ В ПОЛУЧЕННОМ РАСТВОРЕ.

12. В 60 г 18% ортофосфорной кислоты растворили 2,84 г оксида фосфора (V) и полученный раствор прокипятили. Какая соль и в каком количестве образуется, если к полученному раствору добавить 30г гидроксида натрия?

13. Аммиак объемом 4,48л (н.у.) пропустили через 200г 4,9% раствора ортофосфорной кислоты. Назовите соль, образующуюся в результате реакции, и определите ее массу.

14. Каков состав и какова массовая доля соли, которая образуется при пропускании 26,88 л (н.у.) углекислого газа через 171 мл 24%-ного раствора гидроксида калия (ρ=1,23г/мл)?

При решении таких задач соблюдается следующий алгоритм:

- Прочитайте текст задачи.
- Составьте уравнение реакции.
- Подчеркните формулы веществ, о которых идет речь в задаче.
- Найдите их молярные массы и подпишите под формулами, над формулами поставьте данные по условию задачи.
- Найдите массу чистого вещества, используя данные задачи.
- Определите количество каждого из исходных веществ.
- Найдите, какое из исходных веществ было взято в избытке.
- По коэффициентам реакции определите соотношение исходных веществ и определите тип соли.
- Найдите количество вещества образовавшейся соли по веществу, взятому в недостатке.
- Определите массу соли.
- Определите массу раствора, предварительно исключив массу образовавшегося осадка или газа.
- Определите массовую долю соли в растворе.

Элементы ответа.

1) Записано уравнение реакции:

$P_2O_5 + 3H_2O = 2H_3PO_4$

2) Рассчитано количество вещества образовавшейся ортофосфорной кислоты:

$n(P_2O_5) = 2,84/142 = 0,02$ моль,

$n(H_3PO_4) = 2\ n(P_2O_5) = 0,04$ моль

3) Рассчитано количество вещества щелочи:

$n(NaOH) = 30/40 = 0,75$ моль

4) Сделан вывод об избытке щелочи и об образовании 0,15 моль ортофосфата натрия:

$n(H_3PO_4) = 60 \cdot 0,18/98 + 0,04 = 0,15$ моль

(т.е. $n(NaOH):n(H_3PO_4) = 5:1$)

В соответствии с уравнением $H_3PO_4 + 3NaOH = Na_3PO_4 + 3H_2O$ образуется 0,15 моль Na_3PO_4

5-й тип. Определить массу или объем кислоты (основания), необходимый для реакции нейтрализации данного вещества.

15. В 100 мл 5%-ного раствора соляной кислоты (плотность раствора 1,02г/мл) внесли 6,4 г карбида кальция. Сколько мл 15%-ного раствора азотной кислоты (плотность раствора 1,08г/мл) следует добавить к полученной смеси для ее полной нейтрализации?

16. Аммиак, выделившийся при взаимодействии 5,6 г гидроксида калия с 5,0 г хлорида аммония, растворили в 50 г воды. Определите массовую долю аммиака в полученном растворе. Сколько мл 10%-ной азотной кислоты с плотностью 1,06 г/мл потребуется для нейтрализации аммиака?

17. На нейтрализацию 7,6 г смеси муравьиной и уксусной кислот израсходовано 35 мл 20% раствора гидроксида калия (ρ=1,20г/мл). Рассчитайте массу уксусной кислоты и ее массовую долю в исходной смеси кислот.

18. Хлорид фосфора (V) массой 4,17 г полностью гидролизован в избытке воды. Какой объем раствора гидроксида калия с массовой долей 10% (ρ=1,07 г/см^3) необходим для полной нейтрализации полученного раствора?

Элементы ответа.

1) записаны уравнения реакций:

$CaC_2 + 2HCl = CaCl_2 + C_2H_2$

$CaC_2 + 2H_2O = Ca(OH)_2 + C_2H_2$

$Ca(OH)_2 + 2HNO_3 = Ca(NO_3)_2 + 2H_2O$

2) рассчитаны количества веществ реагентов и сделан вывод об избытке карбида кальция:

$n(HCl) = 100 \cdot 1{,}02 \cdot 0{,}05/36{,}5 = 0{,}14$ моль

$n(CaC_2) = 6{,}4/64 = 0{,}1$ моль – в избытке

3) рассчитаны количества веществ гидроксида кальция и азотной кислоты, вступивших в реакцию друг с другом:

$n(Ca(OH)_2) = 0{,}1 - 0{,}14/2 = 0{,}03$ моль

$n(HNO_3) = 0{,}06$ моль

4) вычислен объём раствора азотной кислоты:

$m(р\text{-}ра) = m(HNO_3)/w = 0{,}06 \times 63/0{,}15 = 25{,}2$ г

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{25{,}2}{1{,}08} = 23{,}3 \text{ мл}$$

Элементы ответа:

1) записаны уравнения реакций гидролиза хлорида фосфора и нейтрализации двух кислот:

$PCl_5 + 4H_2O = H_3PO_4 + 5HCl$

$H_3PO_4 + 3KOH = K_3PO_4 + 3H_2O$

$HCl + KOH = KCl + H_2O$

2) рассчитаны количества веществ хлорида фосфора(V) и кислот, образовавшихся при гидролизе:

$n(PCl_5) = 4,17/208,5 = 0,02$ моль

$n(H_3PO_4) = n(PCl_5) = 0,02$ моль

$n(HCl) = 5n(PCl_5) = 0,1$ моль

3) рассчитаны необходимые количество вещества и масса щелочи:

$n(KOH) = n(HCl) + 3n(H_3PO_4) = 0,1 + 0,06 = 0,16$ моль

$m(KOH) = 0,16 \cdot 56 = 8,96$ г

4) рассчитаны масса и объём раствора щёлочи:

$m_{р\text{-}ра}(KOH) = m(KOH)/w(KOH) = 8,96/0,10 = 89,6$ г

$V_{р\text{-}ра}(KOH) = m_{р\text{-}ра}(KOH)/\rho = 89,6/1,07 = 83,7$ мл

6-й тип. Задачи на вычисление массовой доли компонентов смеси.

19. Определите массовые доли (в %) сульфата железа (II) и сульфида алюминия в смеси, если при обработке 25 г этой смеси водой выделился газ, который полностью прореагировал с 960 г 5%-ного раствора сульфата меди (II).

20. Смесь порошкообразных серебра и меди массой 4,608 г с массовой долей серебра 60%, растворили при нагревании в концентрированной серной кислоте. Выделившийся при этом газ пропустили через раствор гидроксида бария массой 42,75 г с массовой долей 20%. Вычислите массу образовавшегося осадка.

21. Смесь меди и оксида меди (II) может прореагировать с 243 г 10%-ного раствора бромоводородной кислоты, или 28,8 г 85%-ного раствора серной кислоты. Определите массовую долю меди в смеси.

22. Смесь безводных сульфата алюминия и хлорида меди (II) растворили в воде и добавили к избытку раствора гидроксида натрия. При этом образовалось 19,6 г осадка. А если этот же раствор солей добавить к раствору нитрата бария, то выделится 69,9 г осадка. Определите массовую долю сульфата алюминия в смеси.

Элементы ответа:

1) Составлены уравнения реакций:

$2Ag + 2H_2SO_4 = Ag_2SO_4 + SO_2\uparrow + 2H_2O$

$Cu + 2H_2SO_4 = CuSO_4 + SO_2\uparrow + 2H_2O$

$SO_2 + Ba(OH)_2 = BaSO_3 + H_2O$

2) Рассчитаны массы и количество вещества Ag и Cu:

m(Ag) = 4,608 г · 0,6 = 2,7648 г;

n(Ag) = 2,7648 г / 108 г/моль = 0,0256 моль;

m(Cu) = 4,608 г – 2,7648 г = 1,8432 г;

n(Cu) = 1,8432 г / 64 г/моль = 0,0288 моль

3) Рассчитано количество вещества SO_2 (общее):

$n_1(SO_2) = 0,5n(Ag) = 0,0128$ моль;

$n_2(SO_2) = n(Cu) = 0,0288$ моль;

$n(SO_2) = 0,0288$ моль + 0,0128 моль = 0,0416 моль

4) Рассчитаны массы $Ba(OH)_2$ и $BaSO_3$:

$m(Ba(OH)_2) = 42,75$ г · 0,2 = 8,55 г;

$n(Ba(OH)_2) = 8,55$ г / 171 г/моль = 0,05 моль; $Ba(OH)_2$ – в избытке;

$m(BaSO_3) = 0,0416$ моль · 217 г/моль = 9,03 г

Элементы ответа:

1) записаны уравнения реакций:

$CuO + 2HBr = CuBr_2 + H_2O$

$CuO + H_2SO_4 = CuSO_4 + H_2O$

$Cu + 2H_2SO_4 = CuSO_4 + SO_2 + 2H_2O$

2) рассчитано количество вещества реагентов:

$m(HBr) = 243 \cdot 0,1 = 24,3$ г

$n(HBr) = 24,3 / 81 = 0,3$ моль

$n(CuO) = 0,5n(HBr) = 0,15$ моль

$m(H_2SO_4) = 28,8 \cdot 0,85 = 24,48$ г

$n(H_2SO_4)$(общее) $= 24,48 / 98 = 0,25$ моль

$n(H_2SO_4)$(в реакции с CuO) $= n(CuO) = 0,15$ моль

$n(H_2SO_4)$(в реакции с Cu) $= 0,25$ моль $- 0,15$моль $= 0,1$ моль

$n(Cu) = 0,5n(H_2SO_4) = 0,05$ моль

3) вычислены массы веществ и их смеси:

$m(CuO) = 0,15 \cdot 80 = 12,0$ г

$m(Cu) = 0,05 \cdot 64 = 3,2$ г

m(смеси) $= 12,0 + 3,2 = 15,2$ г

4) вычислена массовая доля меди в смеси:

$\omega(Cu) = 3,2 / 15,2 = 0,21$, или 21%

Иногда в условии задачи звучит – масса увеличилась или уменьшилась за счет выделение газа или выпадения осадка.

23.В результате нагревания 12,96 г смеси порошков меди и оксида меди (II) на воздухе ее масса увеличилась на 2,24 г. Вычислите объем раствора серной кислоты с массовой долей 96% и плотностью 1, 84 г/мл, который потребуется для растворения исходной смеси.

24.В результате нагревания 20,5 г смеси порошков оксида магния и карбоната магния ее масса уменьшилась на 5,5 г. Вычислите объем раствора серной кислоты с массовой долей 28% и плотностью 1,2 г/мл, который потребуется для растворения исходной смеси.

7-Й ТИП. ЗАДАЧИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РЕАКЦИЙ КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЯ.

25. При растворении 5,75 г натрия в воде получили раствор с массовой долей вещества 20%. К этому раствору добавили 44,5 г 15%-ного раствора хлорида алюминия. При этом образовался тетрагидроксоалюминат натрия. Определите массовую долю щелочи в полученном растворе.

26. Определите массовую долю соли в растворе, полученном в результате растворения в 150 мл воды 10,34 г оксида калия и 6,5 г цинка.

Элементы ответа:

1) Записаны уравнения реакций:

$K_2O + H_2O = 2KOH$

$Zn + 2KOH + 2H_2O = K_2[Zn(OH)_4] + H_2$

2) Рассчитано количество вещества реагентов, сделан вывод об избытке KOH:

$n(K_2O) = 10,34 / 94 = 0,11$ моль

$n(Zn) = 6,5 / 65 = 0,1$ моль

$n(KOH) = 2n(K_2O) = 0,22$ моль – избыток

3) Вычислены массы продуктов реакций:

$n(H_2) = n(Zn) = 0,1$ моль

$m(H_2) = 0,1 \cdot 2 = 0,2$ г

$n(K_2[Zn(OH)_4]) = n(Zn) = 0,1$ моль

$m(K_2[Zn(OH)_4]) = 0,1 \cdot 211 = 21,1$ г

4) Вычислена массовая доля соли в растворе:

$\omega(K_2[Zn(OH)_4]) = 21,1 / (150 + 10,34 + 6,5 - 0,2) = 21,1 / 166,64 =$
$= 0,1266$, или $12,66\%$

8–й тип Задачи, в которых часть вещества разложилась, а часть прореагировала.

27. При нагревании образца нитрата алюминия часть вещества разложилась. При этом выделилось 6,72 л (н.у.) смеси газов. Масса твердого остатка составила 23,38 г. Остаток полностью растворили в необходимом для реакции минимальном объеме 24 %-ного раствора гидроксида натрия. При этом образовался тетрагидроксоалюминат натрия. Определите массовую долю нитрата натрия в полученном растворе. В ответе запишите уравнения реакций, которые указаны в условии задачи, и приведите все необходимые вычисления.

$$4Al(NO_3)_3 \xrightarrow{t} 2Al_2O_3 + \overbrace{12NO_2 + 3O_2}^{6,72\,л}$$

$$Al(NO_3)_3 + 4NaOH \rightarrow Na[Al(OH)_4] + 3NaNO_3$$

$$Al_2O_3 + 2NaOH + 3H_2O \rightarrow 2Na[Al(OH)_4]$$

$n(газов) = \frac{6,72}{22,4} = 0,3$ моль

$n(Al_2O_3) = 2/15\, n(газов) = 0,04$ моль

$m(Al_2O_3) = 0,04 \cdot 102 = 4,08$ г

$m(Al(NO_3)_3$ остаток$) = 25,38 - 4,08 = 21,3$ г

$n(Al(NO_3)_3$ ост.$) = \frac{21,3}{213} = 0,1$ моль

$n(NaOH) = 4n(Al(NO_3)_3$ ост$) + 2n(Al_2O_3) =$

$= 0,4 + 0,08 = 0,48$ моль

$m(NaOH) = 0,48 \cdot 40 = 19,2$ г

$m(р\text{-}ра\ NaOH) = \frac{19,2}{0,24} = 80$ г

$n(NaNO_3) = 3n(Al(NO_3)_3$ ост$) = 0,1 \cdot 3 = 0,3$ моль

$m(NaNO_3) = 0,3 \cdot 85 = 25,5$ г