

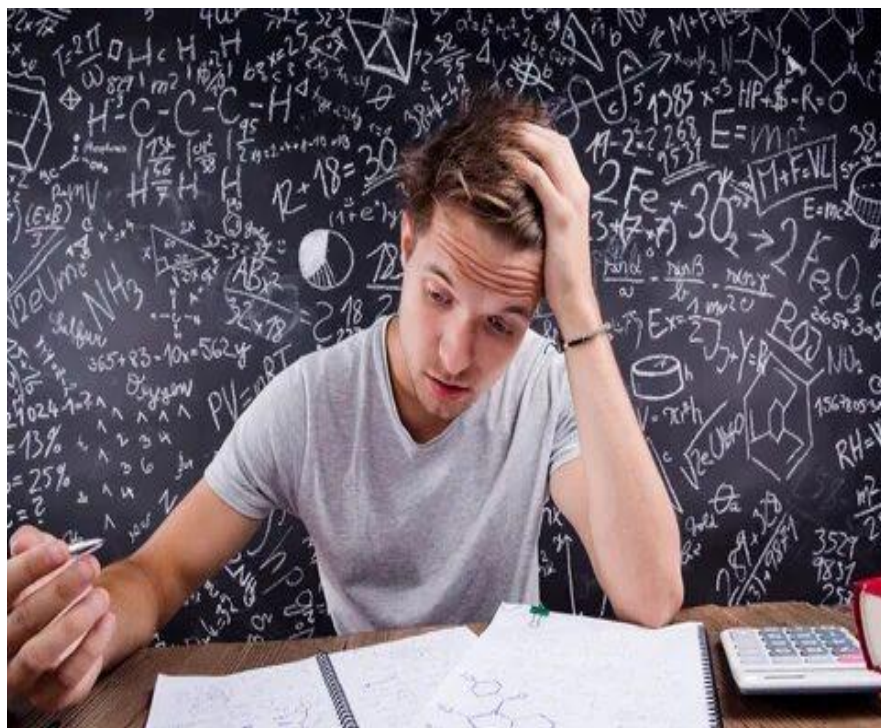


Государственное автономное учреждение дополнительного профессионального образования
Ярославской области

Институт развития образования



Семинар-практикум:
«**Совершенствование навыков
учащихся по решению
комбинированных расчетных
задач по химии**»
(задание №34 ЕГЭ по химии)



Горшкова Н.Н., ст. преподаватель
КОО ГАУ ДПО ЯО ИРО,
методист

МУ ДПО «ИОЦ» г. Рыбинска

Средний процент выполнения задания линии №34

23,8% - в 2019 году

12,7% - в 2020 году

9,0% - в 2021 году

9,5% - в 2022 году

29,5% - в 2023 году

По Ярославской области:

13 %- в 2024 году

15 %- в 2025 году

СПЕЦИФИКАЦИЯ

Номер задания	Проверяемые элементы содержания	Коды проверяемых элементов содержания по кодификатору	Коды требований	Уровень сложности задания	Макс. балл за выполнение задания	Примерное время выполнения задания
34	Расчёты массы (объёма, количества вещества) продуктов реакции, если одно из веществ дано в избытке (имеет примеси). Расчёты массы (объёма, количества вещества) продукта реакции, если одно из веществ дано в виде раствора с определённой массовой долей растворённого вещества. Расчёты с использованием понятий «массовая доля», «молярная концентрация», «растворимость»	5.4, 5.6, 5.7	10.4, 14	В	4	20-25 минут

СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ

При решении задач линии 34 проверяются следующие умения и навыки:

- составление уравнений химических реакций (согласно данным условия задачи), необходимых для выполнения стехиометрических расчётов;
- выполнение расчётов, необходимых для нахождения ответов на поставленные в условии задачи вопросы;
- формулирование логически обоснованного ответа на все поставленные в условии задания вопросы (например, определить физическую величину – массу, объём, массовую долю вещества).

СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ

Из рекомендаций **ФИПИ** для членов предметных комиссий:

«... Максимальная оценка за выполнение задания составляет 4 балла. При проверке следует в первую очередь обращать внимание на логическую обоснованность выполненных действий, поскольку некоторые задачи могут быть решены несколькими способами. Вместе с тем в целях объективной оценки предложенного способа решения задачи необходимо проверять правильность промежуточных результатов, которые использовались для получения ответа».

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Ответ правильный и полный, содержит следующие элементы: • правильно записаны уравнения реакций, соответствующих условию задания; • правильно произведены вычисления, в которых используются необходимые физические величины, заданные в условии задания; • продемонстрирована логически обоснованная взаимосвязь физических величин, на основании которой проводятся расчёты; • в соответствии с условием задания определена искомая физическая величина	4
Правильно записаны три элемента ответа	3
Правильно записаны два элемента ответа	2
Правильно записан один элемент ответа	1
Все элементы ответа записаны неверно	0
Максимальный балл	4

Примечание. В случае, когда в ответе содержится ошибка в вычислениях, которая привела к неверному ответу, оценка за выполнение задания снижается только на 1 балл.

Эволюция 34 задачи («весит» 4 первичных балла):

Год	Тип задачи	Примеры
2012	Задачи на «кислые соли»	В избытке кислорода сожгли 8 г серы. Полученный газ пропустили через 200 г 8%-ного раствора гидроксида натрия. Определите массовые доли солей в полученном растворе.
2013	Задачи на смеси	Смесь меди и оксида меди(II) может прореагировать с 243 г 10%-ного раствора бромоводородной кислоты, или с 28,8 г 85%-ного раствора серной кислоты. Определите массовую долю меди в смеси.
2014	Сложный материальный баланс	К карбиду алюминия добавили 400 мл воды. При этом выделился газ объёмом 13,44 л (н.у.). К полученной смеси прилили 160 г 30%-ного раствора гидроксида натрия. Определите массовые доли веществ в образовавшемся растворе.

Эволюция 34 задачи («весит» 4 первичных балла):

Год	Тип задачи	Примеры
2015	Сложный химизм (оксид + раствор кислоты)	В 60 г 18%-ной ортофосфорной кислоты растворили 2,84 г оксида фосфора(V) и полученный раствор прокипятили. К полученному раствору добавили 30 г гидроксида натрия. Определите массу образовавшейся соли.
2016	Задачи на частичное разложение	При нагревании образца нитрата меди(II) часть вещества разложилась. При этом выделилось 2,8 л (в пересчёте на н.у.) смеси газов. Масса твёрдого остатка составила 32,2 г. К этому остатку последовательно добавили 50 мл воды и 160 г 10%-ного раствора гидроксида натрия. Определите массовую долю гидроксида натрия в образовавшемся растворе.

Эволюция 34 задачи («весит» 4 первичных балла):

Год	Тип задачи	Примеры
2017	Задачи на кристаллогидраты	Медный купорос ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) массой 50 г растворили в воде и получили раствор с массовой долей соли 16%. К этому раствору добавили 26 г цинка и после завершения реакции ещё 320 г 20%-ного раствора гидроксида натрия. Определите массовую долю гидроксида натрия в полученном растворе.
2018	Электролиз + мат.баланс	Для проведения электролиза (на инертных электродах) взяли 80 г 20%-ного раствора сульфата меди(II). После того как на аноде выделилось 0,896 л (н.у.) газа, процесс остановили. К образовавшемуся раствору добавили 28 г порошка железа. Определите массовую долю сульфата железа(II) в полученном растворе.

Эволюция 34 задачи («весит» 4 первичных балла):

Год	Тип задачи	Примеры
2019	Задачи на растворимость + порции	Растворимость карбоната натрия при определенной температуре равна 31,8 г на 100 г воды. Приготовили 200 г насыщенного раствора. Полученный раствор разделили на две части. К первой части добавили избыток соляной кислоты. При этом выделилось 4,48 л газа. Ко второй части прибавили 222 г 25 %-ного раствора хлорида кальция. Определите массовую долю хлорида кальция в полученном растворе
2020	Задачи на атомистику	Смесь оксида и пероксида натрия, в которой соотношение числа атомов натрия к числу атомов кислорода равно 3 : 2, нагрели в избытке углекислого газа. Продукт реакции растворили в воде и получили 600 г раствора. К этому раствору добавили 229,6 г раствора хлорида железа(III). После завершения реакции масса раствора составила 795 г, а массовая доля карбоната натрия в нём – 4%. Вычислите массу оксида натрия в исходной смеси.

Эволюция 34 задачи («весит» 4 первичных балла):

Год	Тип задачи	Примеры
2021	Задачи на колбы Частичное разложение Параллельные реакции Смешанные типы задач	Смесь хлорида бария и хлорида алюминия растворили в воде. Полученный раствор разлили по трем колбам. К 300 г раствора в первой колбе добавили 164 г 10%-ного раствора фосфата натрия. При этом все исходные вещества прореагировали полностью. К 120 г раствора во второй колбе добавили 155,61 г 20%-ного раствора сульфата натрия. При этом массовая доля сульфата натрия в полученном растворе оказалась вдвое меньше, чем в исходном. Вычислите массовую долю каждой из солей в третьей колбе. Процессами гидролиза пренебречь
2022	Задачи на протоны, нейтроны, электроны Смешанные типы задач	Смесь нитрата железа(II) и нитрата железа(III), в которой масса протонов в ядрах всех атомов составляет 49,07% от общей массы смеси, прокалили до постоянной массы. Твёрдый остаток растворили в избытке соляной кислоты. При этом образовалось 299 г раствора с массовой долей соли 25%. Вычислите массу исходной смеси нитратов.

Эволюция 34 задачи («весит» 4 первичных балла):

Год	Тип задачи	Примеры
2023	Массовые соотношения Смешанные типы задач	Газовую смесь, состоящую из водорода и угарного газа, взятых в массовом соотношении 8 : 7 сожгли в избытке кислорода. Продукты горения полностью поглотили раствором гидроксида натрия. При этом образовалось 265 г раствора, в котором массовая доля единственного растворенного вещества составляет 10%. Известно, что данный продукт реакции не реагирует со щелочью. Вычислите массовую долю исходного раствора гидроксида натрия.
2024	Смешанные типы задач	

Навеску хлората калия массой 17,15 г осторожно нагрели. При этом часть соли подверглась диспропорционированию, часть – разложилась с выделением газа, а часть не разложилась. Масса образовавшегося твердого остатка составила 14,75 г. Этот остаток растворили в 130 мл воды и получили раствор с массовой долей хлорида калия 3,22%. Вычислите массовую долю хлорат-ионов в твердом остатке, образовавшемся при прокаливании хлората калия.

Типичные ошибки при решении задач 34

1. Ошибки в материальном балансе

3. Не учли «скрытый химизм»

5. Ошибки расчетов

2. Ошибки в химических реакциях

4. Ошибки внимательности (читаем условие, подчеркиваем ключевые слова)



✓ Модель задачи не понята

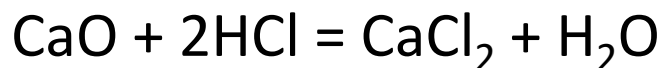
Тип 1. Задачи на атомистику

Смесь оксида кальция и карбоната кальция с массовой долей атомов кальция 62,5% растворили в 300 г раствора соляной кислоты. При этом наблюдалось выделение газа, и масса полученного раствора составила 361,6 г. Выделившийся в результате реакции газ пропустили через 80 г 10%-ного раствора гидроксида натрия. Вычислите массовую долю соли в конечном растворе.

Задачи на атомистику - это задачи на соотношения частиц (атомов, молекул, ионов и т.д.) в гомогенных и гетерогенных системах (растворах, твердых и газообразных смесях). Это могут быть массовые соотношения (например, массовая доля элемента в смеси), мольные соотношения (например, соотношение числа атомов водорода и кислорода или мольная доля), объемные соотношения (объемная доля и др.).

Решение:

Пишем уравнения реакции:



1. $n(\text{CaO}) = X$ моль, тогда $n(\text{CaCO}_3) = Y$ моль.

2. тогда количества вещества атомов кальция в оксиде кальция тоже равно $n(\text{Ca}) = X$ моль, а в карбонате кальция – $n(\text{Ca}) = Y$ моль.

3. Общее количество вещества атомов кальция равно $n(\text{Ca}) = (X + Y)$ моль

$$m(\text{Ca}) = n(\text{Ca}) * M(\text{Ca}) = 40 * (X + Y) \text{ г}$$

$$4. m(\text{CaO}) = 56X \text{ г}$$

$$m(\text{CaCO}_3) = 100Y \text{ г}$$

$$m(\text{смеси}) = 56X + 100Y \text{ г}$$

5. $m(\text{Ca})/m(\text{смеси}) = w(\text{Ca})$

$$40(X+Y) / 56X + 100Y = 0,625$$

$$40 (X + Y) = 0,625 (56X + 100Y)$$

$$40X + 40Y = 35 X + 62,5Y$$

$$40X - 35X = 62,5Y - 40Y$$

$$5X = 22,5Y$$

$X = 4,5Y$

6. $n(\text{CO}_2) = n(\text{CaCO}_3) = Y$ моль; $m(\text{CO}_2) = 44Y$ г.

7. $m(\text{полученного раствора}) = m(\text{CaO}) + m(\text{CaCO}_3) + m(\text{HCl}) - m(\text{CO}_2)$

$$361,6 = 56X + 100Y + 300 - 44Y$$

$$361,6 - 300 = 56X + 56Y$$

$$61,6 = 56(X+Y)$$

Составляем систему уравнений:

$$X + Y = 1,1$$

$X = 4,5Y$, решаем систему уравнений

$$4,5Y + Y = 1,1 \quad 5,5Y = 1,1$$

$$Y = 0,2 \text{ моль}, X = 1,1 - 0,2 = 0,9 \text{ моль}$$

$$n(\text{CO}_2) = 0,2 \text{ моль}, m(\text{CO}_2) = 0,2 \text{ моль} * 44 \text{ г/моль} = 8,8 \text{ г}$$

8. Находим количество гидроксида натрия

$$n(\text{NaOH}) = 80 \text{ г} * 0,1 / 40 \text{ г/моль} = 0,2 \text{ моль}$$

$n(\text{CO}_2) = 0,2 \text{ моль}$, так как количество гидроксида натрия и углекислого газа одинаковое, то образуется кислая соль гидрокарбонат натрия.

$$n(\text{NaHCO}_3) = n(\text{CO}_2) = 0,2 \text{ моль}$$

$$m(\text{NaHCO}_3) = 84 \text{ г/моль} * 0,2 \text{ моль} = 16,8 \text{ г}$$

$$m(\text{раствора NaHCO}_3) = m(\text{CO}_2) + m(\text{NaOH}) = 8,8 \text{ г} + 80 \text{ г} = 88,8 \text{ г}$$

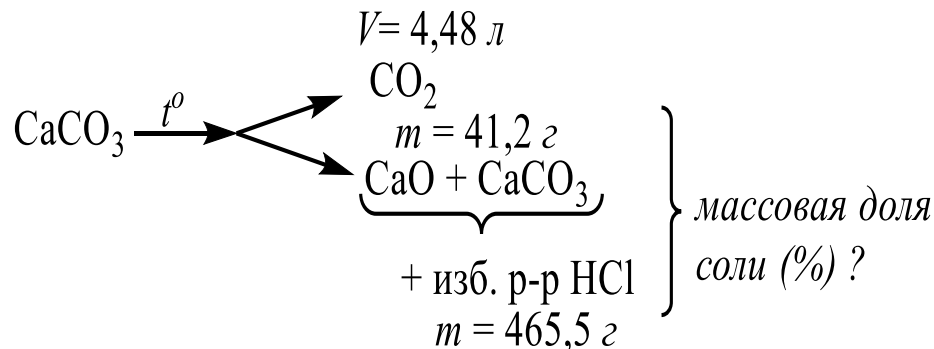
$$w(\text{NaHCO}_3) = m(\text{NaHCO}_3) / m(\text{раствора NaHCO}_3) * 100\% = 16,8 \text{ г} / 88,8 \text{ г} * 100\% = 18,92\%$$

Тип 2. Задачи на определение массовой доли в полученном растворе

При нагревании образца карбоната кальция **часть** вещества разложилась. При этом выделилось 4,48 л (н.у.) углекислого газа. Масса твёрдого остатка составила 41,2 г. Этот остаток добавили к 465,5 г раствора хлороводородной кислоты, взятой в избытке. Определите массовую долю соли в полученном растворе.

В ответе запишите уравнения реакций, которые указаны в условии задачи, и приведите все необходимые вычисления (**указывайте единицы измерения искомых физических величин**).

Составление схемы условия



1. Составим уравнения упомянутых реакций.
2. По объему углекислого газа определим массу оксида кальция в смеси, а затем массу неразложившегося карбоната кальция.
3. Определим массу выделившегося углекислого газа в результате реакции карбоната кальция с соляной кислотой и массу образовавшегося раствора.
4. Определим массу соли в растворе и массовую долю этой соли.

Решение:

1. Уравнения реакций



2. Количество вещества выделившегося углекислого газа

$$4,48 \text{ л} / 22,4 \text{ л/моль} = 0,2 \text{ моль}$$

3. По уравнению реакции (1)

$$n(\text{CO}_2) = n(\text{CaO}) = 0,2 \text{ моль.}$$

$$m(\text{CaO}) = n(\text{CaO}) \cdot M(\text{CaO}) = 0,2 \text{ моль} \cdot 56 \text{ г/моль} = 11,2 \text{ г}$$

4. Масса карбоната кальция в смеси

$$m(\text{CaCO}_3) = 41,2 \text{ г} - 11,2 \text{ г} = 30 \text{ г}$$

$$n(\text{CaCO}_3) = 30 \text{ г} / 100 \text{ г/моль} = 0,3 \text{ моль.}$$

По уравнению реакции карбоната кальция с соляной кислотой (3)

$$n(\text{CaCO}_3) = n(\text{CO}_2)$$

Масса выделившегося углекислого газа

$$m(\text{CO}_2) = n(\text{CO}_2) \cdot M(\text{CO}_2) = 0,3 \text{ моль} \cdot 44 \text{ г/моль} = 13,2 \text{ г}.$$

Масса раствора = масса продуктов прокаливания + масса соляной кислоты – масса выделившегося углекислого газа.

$$m(\text{р-ра}) = m(\text{смеси}) + m(\text{HCl р-ра}) - m(\text{CO}_2) = 41,2 \text{ г} + 465,5 \text{ г} - 13,2 \text{ г} = 493,5 \text{ г}.$$

$$4. m(\text{CaCl}_2) = (0,2 \text{ моль} + 0,3 \text{ моль}) \cdot 111 \text{ г/моль} = 55,5 \text{ г}$$

$$W(\text{CaCl}_2) \text{ в растворе} = 55,5 \text{ г} / 493,5 \text{ г} = 0,112 = 11,2\%.$$

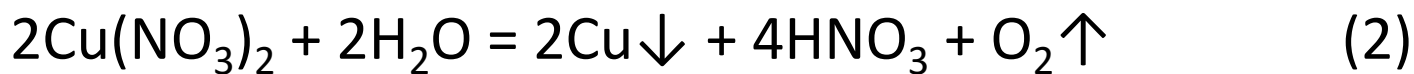
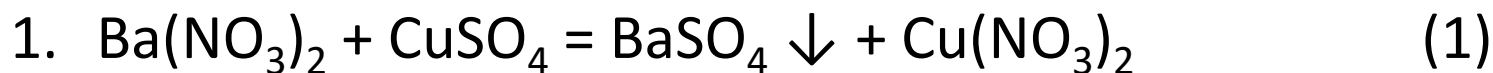
Ответ: $W(\text{CaCl}_2) \text{ в растворе} = 11,2\%$.

Тип 3. Задачи, в которой требуется составить материальный баланс

Твердую смесь нитрата бария и сульфата меди (II) общей массой 12,63 г добавили к 40 г воды. При этом в растворе не осталось ни ионов бария, ни сульфат ионов. Через полученный раствор пропускали постоянный электрический ток до тех пор, пока на аноде не выделилось 0,84 л(н.у.) газа, после чего в раствор добавили 50,4 г 10%-ного раствора гидроксида калия. Определите массовые доли веществ в конечном растворе. В ответе запишите уравнения реакций, которые указаны в условии задачи, и приведите все необходимые вычисления.

Решение задачи:

Составляем уравнения реакции:



Решаем по уравнению (1):

$n(\text{Ba}(\text{NO}_3)_2) = X$ моль, тогда $m(\text{Ba}(\text{NO}_3)_2) = 261x$ г

$n(\text{CuSO}_4) = n(\text{Ba}(\text{NO}_3)_2) = X$ моль, тогда $m(\text{CuSO}_4) = 160X$ г

$$261X + 160X = 12,63\text{г}$$

$$421X = 12,63$$

$$X = 0,03 \text{ моль}$$

$n(\text{Ba}(\text{NO}_3)_2) = 0,03$ моль и $n(\text{CuSO}_4) = 0,03$ моль

$n(\text{BaSO}_4) = n(\text{Ba}(\text{NO}_3)_2) = 0,03$ моль,

тогда $m(\text{BaSO}_4) = 0,03 \text{ моль} * 233\text{г/моль} = 6,99$ г

$n(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = n(\text{CuSO}_4) = 0,03$ моль

По уравнению (2): $2\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{Cu}\downarrow + 4\text{HNO}_3 + \text{O}_2\uparrow$

$n(\text{Cu}) = n(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = 0,03 \text{ моль}$, $m(\text{Cu}) = 0,03 \text{ моль} * 64 \text{ г/моль} = 1,92 \text{ г}$

$n(\text{O}_2)_2 = 1/2 n(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = 1/2 * 0,03 \text{ моль} = 0,015 \text{ моль}$, $m(\text{O}_2) = 0,015 \text{ моль} * 32 \text{ г/моль} = 0,48 \text{ г}$

$n(\text{HNO}_3) = 2n(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = 2*0,03 \text{ моль} = 0,06 \text{ моль}$

По уравнению (3): $2\text{H}_2\text{O} = 2\text{H}_2\uparrow + \text{O}_2\uparrow$

$n(\text{O}_2)_{\text{общее}} = 0,84 \text{ л} / 22,4 \text{ л/моль} = 0,0375 \text{ моль}$

$n(\text{O}_2)_3 = n(\text{O}_2)_{\text{общее}} - n(\text{O}_2)_2 = 0,0375 \text{ моль} - 0,015 \text{ моль} = 0,0225 \text{ моль}$

$m(\text{O}_2)_3 = 0,0225 \text{ моль} * 32 \text{ г/моль} = 0,72 \text{ г}$

$n(\text{H}_2) = 2n(\text{O}_2)_3 = 2*0,0225 \text{ моль} = 0,045 \text{ моль}$

$m(\text{H}_2) = 0,045 * 2 = 0,09 \text{ г}$

По уравнению (4): $\text{HNO}_3 + \text{KOH} = \text{KNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

$$n(\text{KOH}) = w \cdot m(\text{раствора KOH}) / M(\text{KOH}) = 0,1 \cdot 50,4\text{г} / 56\text{г/моль} = 0,09 \text{ моль}$$

$$n(\text{KOH}) \text{ прореагирует} = n(\text{HNO}_3) = 0,06 \text{ моль}$$

$$n(\text{KOH}) \text{ останется} = 0,09 - 0,06 = 0,03 \text{ моль}$$

$$m(\text{KOH})_{\text{останется}} = 0,03 \cdot 56\text{г/моль} = 1,68\text{г}$$

$$n(\text{KNO}_3) = n(\text{KOH}) = 0,06 \text{ моль}, m(\text{KNO}_3) = 0,06 \cdot 101\text{г/моль} = 6,06\text{г}$$

$$m(\text{раствора}) = m(\text{смеси}(\text{Ba}(\text{NO}_3)_2 + \text{CuSO}_4) + m(\text{H}_2\text{O}) - m(\text{BaSO}_4) - m(\text{Cu}) - m(\text{O}_2)_2 - m(\text{H}_2)_2 - m(\text{O}_2)_3 + m_{\text{р-ра}}(\text{KOH}) = 12,63\text{г} + 40\text{г} - 6,99\text{г} - 1,92\text{г} - 0,48\text{г} - 0,09\text{г} - 0,72\text{г} + 50,4\text{г} = 92,83\text{г}$$

$$w(\text{KNO}_3) = 6,06\text{г} / 92,83\text{г} \cdot 100\% = 6,53\%$$

$$w(\text{KOH}) = 1,68\text{г} / 92,83\text{г} \cdot 100\% = 1,81\%$$

$$w(\text{H}_2\text{O}) = 100\% - 6,53\% - 1,81\% = 91,66\%$$

Тип 4. Задачи на кристаллогидраты

К раствору, содержащему 48 г сульфата меди (II), добавили раствор, содержащий 7,8 г сульфида натрия. Выпавший осадок отфильтровали, фильтрат осторожно выпарили. Определите количественный и качественный состав твёрдого остатка.

Дано:

$$m(\text{CuSO}_4) = 48 \text{ г}$$

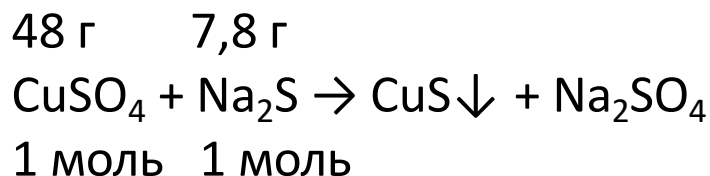
$$m(\text{Na}_2\text{S}) = 7,8 \text{ г}$$

Найти:

Остаток?

Решение:

1. Составляем уравнение реакции:



2. Вычисляем количество исходных веществ:

$$M(\text{CuSO}_4) = 64 + 32 + 16 \cdot 3 = 144 \text{ г/моль}$$

$$n(\text{CuSO}_4) = 48 / 144 = 0,3 \text{ моль}$$

$$M(\text{Na}_2\text{S}) = 23 \cdot 2 + 32 = 78 \text{ г/моль}$$

$$n(\text{Na}_2\text{S}) = 7,8 / 78 = 0,1 \text{ моль}$$

Решение:

3. Из вычислений мы видим, что CuSO_4 находится в избытке, а Na_2S – в недостатке. $n(\text{CuSO}_4) > n(\text{Na}_2\text{S})$ Значит, часть сульфата натрия не прореагирует и останется в растворе.

Вычислим, какое количество $n(\text{CuSO}_4)$ останется в растворе после реакции:

$$n(\text{CuSO}_4)_{\text{ост}} = n(\text{CuSO}_4)_{\text{исх}} - n(\text{CuSO}_4)_{\text{прореаг}} = 0,3 - 0,1 = 0,2 \text{ моль}$$

4. Так как раствор отфильтровали, то CuS в твёрдом остатке отсутствует. После выпаривания остаются твердые соли кристаллогидратов $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ и $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (мы нашли ответ о качественном составе **твёрдого остатка после выпаривания раствора**).

5. Ищем ответ на вопрос о количественном составе твёрдого остатка после выпаривания раствора, то есть определяем массу кристаллогидратов.

$$M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 160 + 18 \cdot 5 = 250 \text{ г/моль}$$

$$m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 250 \cdot 0,2 = 50 \text{ г}$$

$$M(\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 142 + 180 = 322 \text{ г/моль}$$

$$m(\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 322 \cdot 0,1 = 32,2 \text{ г}$$

Ответ: После выпаривания остаются твердые соли кристаллогидратов $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ и $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$; $m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 50 \text{ г}$, $m(\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 32,2 \text{ г}$

Тип 4. Задачи на кристаллогидраты

2
1

Фосфид кальция массой 18,2 г растворили в 182,5 г 20%-ной соляной кислоты. К полученному раствору добавили 200,2 г кристаллической соды ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$). Определите массовую долю карбоната натрия в конечном растворе.

Решение:

Дано:

$$m(\text{CaP}) = 18,2 \text{ г}$$

$$m_{\text{р-ра}}(\text{HCl}) = 182,5 \text{ г}$$

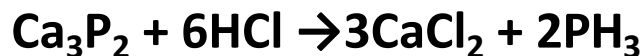
$$\omega(\text{HCl}) = 20\%$$

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 200,2 \text{ г}$$

Найти:

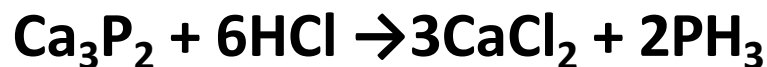
$$\omega(\text{Na}_2\text{CO}_3) = ?$$

1. Составим уравнение реакции.



Решение:

1. Составим уравнение реакции:



Далее следует понять, весь ли фосфид кальция прореагировал с кислотой. Если кислота закончилась, то фосфид кальция продолжит реагировать с водой.

2. Вычислим количество вещества исходных продуктов и выясним, что находится в избытке, а что в недостатке.

$$M(\text{Ca}_3\text{P}_2) = 40 \cdot 3 + 31 \cdot 2 = 182 \text{ г/моль}$$

$$n(\text{Ca}_3\text{P}_2) = 18,2 / 182 = 0,1 \text{ моль}$$

Вычисляем массу соляной кислоты в растворе:

$$m(\text{HCl}) = 0,2 \cdot 182,5 = 36,5 \text{ г}$$

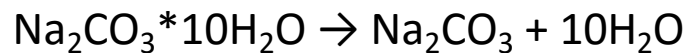
$$M(\text{HCl}) = 1 + 35,5 = 36,5 \text{ г/моль}$$

$$n(\text{HCl}) = 36,5 / 36,5 = 1 \text{ моль}$$

Вывод: в недостатке находится фосфид кальция.

3. Посчитаем, какое количество соляной кислоты осталось после реакции: $n_{\text{ост}}(\text{HCl}) = 1 - 0,6 \text{ моль} = 0,4 \text{ моль}$

4. Растворяем кристаллогидрат карбоната натрия в воде:



5. Вычислим количество вещества кристаллогидрата натрия:

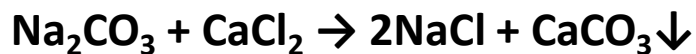
$$M(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 23 \cdot 2 + 12 + 16 \cdot 3 + 10 \cdot 18 = 286 \text{ г/моль}$$

$$n(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 200,2 / 286 = \textcolor{red}{0,7} \text{ моль}$$

6. Запишем какие реакции протекают после добавления в раствор гидрокарбоната натрия:



$$0,2 \text{ моль} \quad 0,4 \text{ моль} \qquad \qquad 0,2 \text{ моль}$$



$$0,3 \text{ моль} \quad 0,3 \text{ моль} \qquad \qquad 0,3 \text{ моль}$$

Вычисляем какое количество вещества осталось :

$$n_{\text{ост}}(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,7 - 0,2 - 0,3 = 0,2 \text{ моль}$$

7. Вычисляем массу раствора, который образовался в конце всех реакций:

$$\bullet \quad m(\text{CO}_2) = 0,2 \cdot 44 = 8,8 \text{ г} \quad m(\text{PH}_3) = 34 \cdot 0,2 = 6,8 \text{ г} \quad m(\text{CaCO}_3) = 0,3 \cdot 100 = 30 \text{ г}$$

$$\bullet \quad m_{\text{р-ра}} = 18,2 + 182,5 + 200,2 - 8,8 - 6,8 - 30 = 355,3 \text{ г}$$

8. Вычисляем массу карбоната натрия, оставшегося в растворе и его массовую долю: $m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 106 \cdot 0,2 = 21,2 \text{ г}$

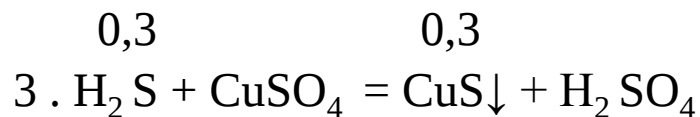
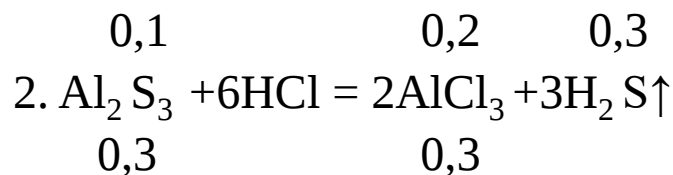
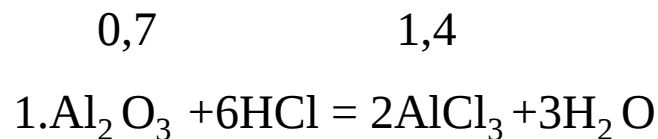
$$\bullet \quad \omega(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{21,2}{355,3} \cdot 100\% = \textcolor{green}{5,96\%}$$

Разбор задания линии 34

1. Смесь оксида алюминия и сульфида алюминия, в которой массовая доля алюминия составляет 50%, растворили в избытке 700г соляной кислоты. Выделившийся газ полностью поглотили 240 г 20% раствора сульфата меди (II), причём исходные вещества прореагировали без остатка. Вычислите массовую долю соли, образовавшейся при взаимодействии исходной твёрдой смеси с соляной кислотой.

Решение

1. Записываем уравнения химических реакций.



1. Находим массу сульфата меди, $m(\text{CuSO}_4) = 240 \cdot 0,2 = 48$ г.

$$\nu \text{CuSO}_4 = 48/160 = 0,3 \text{ моль.}$$

По третьему уравнению находим $\nu \text{H}_2\text{S} = 0,3$ моль. Значит во втором уравнении количество вещества Al_2S_3 0,1 моль. Можем найти массу $m \text{Al}_2\text{S}_3 = 0,1 \cdot 150 = 15$ г. Количество вещества алюминия в сульфиде алюминия 0,2 моль так как здесь два атома алюминия.

У нас нет количества вещества оксида алюминия. Обозначаем его через x , тогда

$$\nu(\text{Al}) = 2x \text{ моль.}$$

Зная массовую долю алюминия в смеси, составляем уравнение:

$$0,5 = 27 \cdot (0,2 + 2x) / 15 + 102x, \text{ где } 102 \text{ это молярная масса оксида алюминия.}$$

Решаем уравнение и находим $x=0,7$ моль, тогда масса оксида алюминия равна $0,7 \cdot 102 = 71,4$ г

1. Находим массу хлорида алюминия по 1 и 2 уравнению:

$$\nu(\text{AlCl}_3) = 1,4 + 0,2 \text{ моль} = 1,6 \text{ моль}$$

$$m(\text{AlCl}_3) = \nu(\text{AlCl}_3) \cdot M(\text{AlCl}_3) = 1,6 \cdot 133,5 = 213,6 \text{ г.}$$

2. Находим массовую доли соли в растворе:

$$\begin{aligned} w(\text{AlCl}_3) &= 213,6 / m(\text{Al}_2\text{O}_3) + m(\text{Al}_2\text{S}_3) + m(\text{раствора}) - m(\text{H}_2\text{S}) \\ &= 213,6 / 71,4 + 15 + 700 - 0,3 \cdot 34 = 213,6 / 776,2 = 0,2752, 27,52\% \end{aligned}$$

Ответ. 27, 52%

Разбор задания линии 34

2. Смесь оксида лития и нитрида лития с массовой долей атомов лития 56%, растворили в 365 г 20% соляной кислоты, причём все вещества полностью прореагировали. Затем к образовавшемуся раствору добавили 410г 20% раствора фосфата натрия. Найдите массовую долю хлорида натрия в конечном растворе.

Решение:

1. $\text{Li}_2\text{O} + 2\text{HCl} = 2\text{LiCl} + \text{H}_2\text{O}$
2. $\text{Li}_3\text{N} + 4\text{HCl} = 3\text{LiCl} + \text{NH}_4\text{Cl}$
3. $3\text{LiCl} + \text{Na}_3\text{PO}_4 = 3\text{NaCl} + \text{Li}_3\text{PO}_4 \downarrow$

1 Находим массу соляной кислоты , исходя из раствора.

$m_{\text{HCl}} = 365 \cdot 0,2 = 73$ г, находим $\nu_{\text{HCl}} = 73/36,5 = 2$ моль.

Находим $\nu_{\text{Na}_3\text{PO}_4} = 410 \cdot 0,2 / 164 = 0,5$ моль.

2. Пусть количество вещества оксида лития x моль, количество вещества нитрида лития – y моль. Тогда по первому уравнению количество вещества соляной кислоты $2x$, а по второму уравнению $4y$ /

Составляем первое уравнение для системы уравнений : $2x + 4y = 2$

Составляем второе уравнение : $m_{\text{Li}_2\text{O}} = M_{\text{Li}_2\text{O}} \cdot x = 30x$

$m_{\text{Li}_3\text{N}} = M_{\text{Li}_3\text{N}} \cdot y = 35y$, зная, что все атомы азота составляют 56 % записываем в числитель:

$7 \cdot (2x + 3y)$. Уравнение : $7 \cdot (2x + 3y) / 30x + 35y = 0,56$. Решаем систему уравнений :

Решаем систему уравнений :

$$2x + 4y = 2$$

$$7 \cdot (2x + 3y) / 30x + 35y = 0,56$$

Находим $x = 0,2$ моль Li_2O

$$y = 0,4 \text{ моль } \text{Li}_3\text{N}$$

1. По 1 и 2 уравнению находим количество вещества хлорида лития. В первом уравнении $\nu \text{LiCl} = 0,4$ моль, во втором 1,2 моль. Всего 1.6 моль. По 3 уравнению находим, что хлорид лития в избытке и расчет ведем по недостатку, по Na_3PO_4

$0,5 / 1 = x / 3$. Отсюда $\nu \text{NaCl} = 1,5$ моль, а масса равна 87,8 г.

1. Находим массовую долю хлорида натрия

2. $w \text{NaCl} = 87,8 / 737 = 0,119$. Или 11,9 %.

Чтобы найти массу раствора, мы суммируем массу оксида и нитрида лития, раствора соляной кислоты, раствора фосфата натрия и отнимаем массу фосфата лития. (737 г)

Ответ: 11,9%

Разбор задания №34

(1 реакция) $4\text{Al}(\text{NO}_3)_3 = 2\text{Al}_2\text{O}_3 + 12\text{NO}_2 + 3\text{O}_2$

(2 реакция) $2\text{NaOH} + 2\text{NO}_2 = \text{NaNO}_3 + \text{NaNO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

(3 реакция) $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$

3% примесей => чистого $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ в навеске содержится 97%

$n_2(\text{NaOH}) = n_3(\text{NaOH})$ - из условия задачи

$n_3(\text{NaOH}) = 2n(\text{H}_2\text{SO}_4)$ – по коэффициентам 3 реакции

$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = m(\text{H}_2\text{SO}_4) / M(\text{H}_2\text{SO}_4)$

$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = m_{\text{р-ра}}(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot w(\text{H}_2\text{SO}_4) =$

$w(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot \rho(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot V(\text{H}_2\text{SO}_4) =$

$= 1,8 \text{ г/мл} \cdot 200 \text{ мл} \cdot 0,05 = 18 \text{ г}$

$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 18 \text{ г} / 98 \text{ (г/моль)} = 0,184 \text{ моль}$

ОКРУГЛЯЕМ ДО 3-ГО ЗНАКА

$n_3(\text{NaOH}) = 2n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 2 \cdot 0,184 \text{ моль} = 0,368 \text{ моль}$

$n_2(\text{NaOH}) = n_3(\text{NaOH}) = 0,368 \text{ моль}$

$n(\text{NO}_2) = n_2(\text{NaOH}) = 0,368 \text{ моль}$ - по коэффициентам 2
реакции

$n(\text{NO}_2) : n(\text{Al}(\text{NO}_3)_3) = 12 : 4 = 3 : 1$ - по коэффициентам 1 реакции

$n(\text{Al}(\text{NO}_3)_3) = n(\text{NO}_2) / 3 = 0,368 \text{ моль} / 3 = 0,123 \text{ моль}$

$m_{\text{чистого}}(\text{Al}(\text{NO}_3)_3) = n(\text{Al}(\text{NO}_3)_3) \cdot M =$

$= 0,123 \text{ моль} \cdot 213 \text{ (г/моль)} = 26,199 \text{ г}$

$m_{\text{технич}}(\text{Al}(\text{NO}_3)_3) = m_{\text{чистого}}(\text{Al}(\text{NO}_3)_3) / 0,97 = 27 \text{ г}$

Ответ: 27 г

3. Технический нитрат алюминия, содержащий 3% примесей подвергли прокаливанию.

Выделившийся при этом газ полностью поглотили таким количеством гидроксида натрия, которое способно полностью

нейтрализовать 200 мл 5% раствора серной кислоты (плотность 1,8 г/мл).

Вычислите массу технического нитрата алюминия. В ответе

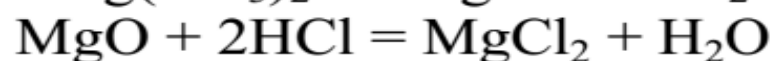
запишите уравнения реакций, которые указаны в условии задачи, и приведите все необходимые вычисления (указывайте единицы измерения искомых физических величин).

Разбор задания линии 34

При нагревании образца нитрата магния массой 44,4 г часть вещества разложилась. При этом выделилось 13,44 л (в пересчёте на н.у.) смеси газов. К полученному твёрдому остатку добавили 124,1 г 20%-ного раствора соляной кислоты. Определите массовую долю соляной кислоты в полученном растворе.

В ответе запишите уравнения реакций, которые указаны в условии задачи, и приведите все необходимые вычисления.

1) Записаны уравнения реакций:



2) Рассчитано количество вещества соединений в твёрдом остатке:

$$n(\text{газов}) = 13,44 / 22,4 = 0,6 \text{ моль}$$

$$n(\text{MgO}) = 2/5 n(\text{газов}) = 0,24 \text{ моль}$$

$$m(\text{MgO}) = n \cdot M = 0,24 \cdot 40 = 9,6 \text{ г}$$

$$n(\text{Mg}(\text{NO}_3)_2) = m / M = 44,4 / 148 = 0,3 \text{ моль}$$

$$n(\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \text{ разл.}) = n(\text{MgO}) = 0,24 \text{ моль}$$

$$n(\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \text{ остаток}) = n(\text{Mg}(\text{NO}_3)_2) - n(\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \text{ разл.}) = 0,3 - 0,24 = 0,06 \text{ моль}$$

$$m(\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \text{ остаток}) = n \cdot M = 0,06 \cdot 148 = 8,88 \text{ г}$$

3) Вычислена масса избытка HCl в полученном растворе:

$$m(\text{HCl в исходном р-ре}) = m(\text{р-ра}) \cdot \omega = 124,1 \cdot 0,2 = 24,82 \text{ г}$$

$$n(\text{HCl в исходном р-ре}) = m / M = 24,82 / 36,5 = 0,68 \text{ моль}$$

$$n(\text{HCl прореагировало}) = 2n(\text{MgO}) = 0,24 \cdot 2 = 0,48 \text{ моль}$$

$$n(\text{HCl остаток}) = 0,68 - 0,48 = 0,2 \text{ моль}$$

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

4) Вычислена масса раствора и массовая доля HCl в растворе:

$$m(\text{р-ра}) = 124,1 + 9,6 + 8,88 = 142,58 \text{ г}$$

$$\omega(\text{HCl избыток}) = m(\text{HCl избыток}) / m(\text{р-ра}) = 7,3 / 142,58 = 0,051, \text{ или } 5,1\%$$

Задачи №34 для самостоятельного решения:

1. Смесь цинка и карбоната цинка, в которой количество атомов цинка относится к количеству атомов кислорода, как 5 к 6, полностью растворили в 500 г разбавленного раствора серной кислоты. При этом все исходные вещества прореагировали полностью и выделилось 22,4 л смеси газов (н.у.). К полученному раствору добавили 500 г 40%-го раствора гидроксида натрия. Определить массовую долю сульфата натрия в конечном растворе.

2. Смесь меди и оксида меди (II), в которой массовая доля атомов меди составляет 96%, растворили в 472 г концентрированной серной кислоты, взятой в избытке. При этом наблюдалось выделение газа. Минимальная масса 10%-го раствора NaOH, который может прореагировать с выделившимся газом, равна 200 г. Определите массовую долю соли в растворе, образовавшемся после добавления серной кислоты к исходной смеси веществ.

Задачи №34 для самостоятельного решения:

3. Фосфид магния массой 2,68 г растворили в 54,75 г 10% -ного раствора соляной кислоты. К полученному раствору добавили 10,6%-ный раствор, полученный растворением 40,04 г кристаллической соды ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$) в воде. Определите массовую долю хлорида натрия в конечном растворе.

34

Смесь кальция и карбоната кальция, в которой массовая доля атомов кальция составляет 50%, растворили в 300 г соляной кислоты, взятой в избытке. При этом образовался раствор массой 330 г. Один из выделившихся газов был поглощён 400 г 4%-ного раствора гидроксида натрия. Вычислите массовую долю соли в образовавшемся после поглощения газа растворе.

В ответе запишите уравнения реакций, которые указаны в условии задачи, и приведите все необходимые вычисления (указывайте единицы измерения и обозначения искомых физических величин).

Задачи №34 для самостоятельного решения:

5. Смесь меди и оксида меди (II), в которой массовая доля атомов меди составляет 96%, растворили в концентрированной серной кислоте массой 472 г, взятой в избытке. Полученный газ растворили в минимальном количестве раствора гидроксида натрия массой 200 г с массовой долей щёлочи 10%. Вычислите массовую долю соли в растворе, полученном после реакции исходной смеси с кислотой.

Ответ . 20%

6. Медный купорос массой 100 г растворили в воде и получили раствор с массовой долей соли 20%. К этому раствору добавили 32,5 г цинка и после завершения реакции еще 560 г 40%-ного раствора гидроксида калия. Найдите массовую долю гидроксида калия в полученном растворе

Ответ: 13,9%

7. В 684 г 10%-ного раствора сульфата алюминия добавили 560 г 10%-ного раствора гидроксида натрия. Выпавший осадок отделили, а к оставшемуся раствору добавили 980 г раствора серной кислоты. Массовая доля кислоты в конечном растворе составила 2,66%. Вычислите массовую долю серной кислоты в исходном растворе

Ответ: 10%