



@chem4you_ege



@chem4you



@stepenin

stepenin.ru

ЕГЭ по химии и биологии

Рабочая тетрадь к вебинару «Научись решать 34 задачу за 1 урок»

Смотреть вебинар:

[ВКонтакте](#)

[на YouTube](#)

[Решать все типы №34](#)



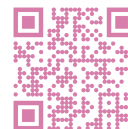
Сборник 30+10 вариантов: для подготовки к ЕГЭ

♥ 360 страниц А4, линии №1–34.

♥ Вопросы разного уровня сложности.



stepenin.ru/sbornik30



Тема 1. Задачи на избыток и недостаток. Последовательные реакции.

- [1] Вычислите объем газа (н.у.), который выделится при добавлении 0,11 моль цинка к раствору, содержащему 0,16 моль хлороводорода.
- [2] Вычислите массу осадка, который выпадет при сливании двух растворов, содержащих 13,32 г хлорида кальция и 16,4 г фосфата натрия. Запишите ответ в граммах с точностью до десятых.
- [3] Навеска алюминия массой 16,2 г вступила в реакцию с хлором объемом 13,44 л (при н. у.). Вычислите массу простого вещества, оставшегося после завершения реакции. Запишите ответ в граммах с точностью до десятых.
- [4] Сероводород объемом 19,04 л (при н. у.) сожгли в достаточном количестве кислорода. Полученный газ пропустили через избыток раствора гидроксида натрия. Вычислите массу образовавшейся соли. Ответ запишите в граммах с точностью до десятых.
- [5] Фосфор сожгли в избытке хлора. Шестую часть от полученного вещества добавили к избытку раствора гидроксида натрия и получили 574 г кислородсодержащей соли. Вычислите массу сгоревшего фосфора. Ответ запишите в граммах с точностью до целых.

Тема 2. Молярная концентрация. Растворимость.

- [6] Вычислите количество вещества гидроксида калия в 4 л его раствора с молярной концентрацией 0,27 моль/л.
- [7] Вычислите массу (в г) азотной кислоты, содержащуюся в 600 мл ее раствора с концентрацией 0,6 моль/л.
- [8] Какой минимальный объем (в мл) гидроксида натрия с молярной концентрацией 0,6 моль/л потребуется для полного растворения 6,72 г кремния?
- [9] Массовая доля аммиака в его насыщенном при некоторой температуре растворе равна 25%. Рассчитайте его растворимость в г/100 г воды при этой температуре. Ответ округлите до десятых.



[10] Сколько граммов насыщенного раствора можно приготовить из 15 г соли, если её растворимость равна 24 г/100 г воды? Ответ запишите с точностью до десятых.

[11] Вычислите массу соли, которую необходимо добавить к 300 г 18%-го раствора соли М, чтобы полученный раствор стал насыщенным. Растворимость соли М в условиях эксперимента составляет 55 г/100 г воды. Ответ дайте в граммах с точностью до десятых.

[12] Растворимость соли при 15°C составляет 20 г/100 г воды. Из разбавленного раствора этой соли массой 94 г при 15°C испарилось 10 г воды, в результате чего раствор стал насыщенным. Вычислите массу (в граммах) соли, которая содержится в этом растворе. В ответ запишите целое число.

[13] К 130 г 38,46%-го раствора нитрата натрия добавили 38 г хлорида натрия. Вычислите массу нерастворившейся соли. Растворимость хлорида натрия в условиях эксперимента составляет 36 г на 100 г воды.

[14] Вычислите массу насыщенного раствора сероводорода, которая потребуется для полного связывания ионов серебра, содержащихся в 200 г 29,75%-го раствора нитрата серебра. Растворимость сероводорода в условиях эксперимента равна 2,352 л (приведено к н.у.) в 1 л воды.

[15] В 100 г воды при некоторой температуре растворяется 21,2 г карбоната натрия (в пересчете на безводную соль). К некоторой порции насыщенного раствора карбоната натрия прилили 161,5 мл 18%-ной соляной кислоты ($\rho = 1,13$ г/мл). При этом выделился максимально возможный объем газа, а кислота вступила в реакцию полностью. Вычислите массу насыщенного раствора карбоната натрия, взятого для проведения реакции.

[16] Вычислите максимальный объем аммиака (приведенный к н. у.), который может поглотиться 150 г 7,6%-го раствора сульфата железа(II). Примите, что в условиях эксперимента в 100 г воды растворяется 47,6 г аммиака.

Тема 3. Кристаллогидраты.

[17] Молярная масса кристаллогидрата ацетата свинца (II) равна 379 г/моль. Установите формулу этого кристаллогидрата.

[18] При прокаливании 175 г медного купороса (кристаллогидрата сульфата меди (II)) до постоянной массы получили остаток массой 112 г. Установите формулу кристаллогидрата.

[19] Вычислите массу 15%-го раствора карбоната натрия, который можно приготовить из 128,7 г кристаллической соды ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$).

[20] Вычислите массу кристаллогидрата $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$, который можно получить при осторожном упаривании 492 г насыщенного при некоторой температуре раствора фосфата натрия, если в 100 г воды растворяется 25 г фосфата натрия (в расчете на безводную соль).

[21] К сульфиду калия массой 3,30 г, находящемуся в водном растворе, добавили 0,02 моль гексагидрата хлорида меди. Вычислите массу образовавшегося осадка.

[22] К 142,86 мл 9,12%-го раствора сульфата железа (II) с плотностью 1,05 г/мл добавили 8,34 г железного купороса ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$). Вычислите массу дигидрата хлорида бария, который необходимо будет внести в полученный раствор для полного осаждения сульфат-ионов.



[23] Алюминий массой 8,1 г сплавляли с 9,6 г серы. Полученную смесь растворяли в 96 г насыщенного раствора гидроксида натрия. Вычислите массу выпавшего осадка. Растворимость гидроксида натрия составляет 100 г на 100 г воды, растворимость сульфида натрия в условиях реакции – 20,6 г на 100 г воды. (ЕГЭ 2022, 2024)

Тема 4. Отбор порции. Разливание по сосудам.

[24] От раствора карбоната натрия объемом 3600 мл и молярной концентрацией 0,3 моль/л отобрали 1/6 часть. Вычислите массу карбоната натрия в этой порции.

[25] Из 20 г гидрокарбоната калия и 150 г воды приготовили раствор, а затем от него отобрали порцию массой 34 г. Вычислите массу осадка, который выпадет при добавлении к этой порции избытка раствора гидроксида бария.

[26] Раствор сульфата меди (II) разлили на две колбы. К 50 г раствора в первой колбе добавили избыток разбавленного раствора гидроксида натрия. При этом образовалось 4,9 г осадка. От раствора во второй колбе отобрали порцию, которая составляет 1/6 от его массы и пропустили через него 560 мл (н.у.) сероводорода. При этом все вещества прореагировали полностью. Вычислите массу исходного раствора сульфата меди (II).

Тема 5. Смеси. Доли и соотношения компонентов смесей.

[27] Смесь оксида железа (III) и цинка массой 57,75 г может вступить в реакцию с 1,68 л (при н. у.) кислорода. Вычислите объем угарного газа (при н. у.), который потребуется для полного восстановления оксида железа (III), содержащегося в исходной смеси.

[28] Смесь карбоната лития и карбоната бария обработали избытком раствора серной кислоты. При этом выделилось 4,48 л (н.у.) газа и образовалось 11,65 г осадка. Определите массу исходной смеси. Ответ запишите в граммах с точностью до сотых.

[29] Смесь цинка и карбоната цинка содержит 30% по массе карбоната цинка. 50 г такой смеси растворяли в избытке соляной кислоты. Вычислите массу полученной в ходе реакции соли.

[30] К 1,31 г смеси гидрида алюминия и нитрида алюминия прилили 100 мл воды, при этом выделилось 2,24 л (н.у.) газа. Осадок отфильтровали и высушили. Установите массу сухого остатка. (МГУ)

[31] Смешали воду, иодид натрия и гидроксид натрия в массовом соотношении 5,25 : 1,25 : 1 соответственно. К полученному раствору добавили раствор нитрата серебра. Фильтрат после отделения осадка содержал только воду и 34 г единственной соли. Вычислите массу (в г) первоначального раствора.

[32] На смесь сульфита аммония и гидрокарбоната натрия массой 49 г действовали избытком концентрированной азотной кислоты. Соотношение между объемами выделившихся в результате реакции газов оказалось равно 1 : 7 (в порядке возрастания их молярной массы, при одинаковых условиях). Вычислите, какой объем 16%-го раствора гидроксида натрия с плотностью 1,1 г/мл может вступить в реакцию таким же количеством такой же смеси солей.

Тема 6. Атомистика.

[33] Рассчитайте массу атомов кислорода, содержащихся в 51,0 г ацетата бария. Ответ дайте в граммах с точностью до десятых.

[34] Чему равна масса навески $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$, содержащей 48,00 г атомов кислорода? Ответ дайте в граммах с точностью до сотых.



[35] В порции метана содержится $5,117 \cdot 10^{24}$ электронов. Вычислите объем (при н. у.) этой порции.

[36] Вычислите массу натрия, который содержится в 426,4 г 10%-го раствора фосфата натрия.

[37] Вычислите массовые доли азота и аммиака в смеси объемом 1,344 л (н. у.), в которой содержится $4,094 \cdot 10^{23}$ электронов.

[38] В смеси пирита и сульфида цинка соотношение между атомами железа и серы равно 3 : 10. Порцию такой смеси массой 14,96 г подвергли обжигу в избытке кислорода. Вычислите, какая масса 11,2%-го раствора гидроксида калия потребуется для поглощения полученного при обжиге газа, если в результате образуется средняя соль.

[39] 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.

[40] К 254,1 г раствора нитрата железа (III) добавили 18,15 г этой же соли. В результате этого массовая доля нитрат-ионов в растворе увеличилась в 1,4 раза. Вычислите объём аммиака (н.у.), который потребуется для осаждения всех катионов железа (III) из итогового раствора.

[41] В реакции дихромата калия с концентрированной соляной кислотой атомы восстановителя отдали $1,204 \cdot 10^{23}$ электронов. Найдите объем (н.у.) образовавшегося при этом хлора.

[42] Смесь фосфора и оксида фосфора (III) массой 15,3 г растворили в 80%-ной азотной кислоте массой 800 г. Количество электронов, суммарно отданных атомами фосфора в оксиде фосфора (III) оказалось в 2 раза больше, чем количество электронов, отданных атомами фосфора – простого вещества. Вычислите массу непрореагировавшей азотной кислоты. (ЕГЭ 2023)

Тема 7. Расчет параметров конечного раствора.

[43] Определите массовую долю карбоната натрия в растворе, полученном кипячением 150 г 8,4%-ного раствора гидрокарбоната натрия. Испарением воды можно пренебречь.

[44] Слили 125 мл 5%-ного раствора гидроксида лития (плотностью 1,05 г/мл) и 100 мл 5%-ного раствора азотной кислоты (плотностью 1,03 г/мл). Определите среду полученного раствора и массовую долю нитрата лития в нём.

[45] Прокалили смесь хлорида натрия и карбоната цинка, при этом было получено 1,792 л (н. у.) газа. Твёрдый остаток обработали 16% раствором гидроксида натрия и получили 100,48 г раствора с массовой долей гидроксида натрия 7,96%. Вычислите массовые доли солей в исходной смеси.

[46] Газ, образовавшийся при гидролизе фосфида натрия массой 50 г, сожгли. Полученная кислота прореагировала с теплым раствором NaOH 20% массой 320 г, а после завершения реакции раствор охладили до 20 градусов. Растворимость фосфата натрия при температуре 20 градусов 12,1 г/100 г воды. Определите массу соли, выпавшей в осадок при охлаждении раствора. (ЕГЭ 2024)

Тема 8. Олеум.

[47] Рассчитайте количество вещества серной кислоты и оксида серы (VI), содержащихся в 200 г 30%-ного олеума. Запишите ответ, округлив его до сотых.

[48] Определите состав олеума (%) массой 133,6 г, если массовая доля атомов серы в нем составляет 33,53%.



[49] Вычислите массу (в г) оксида серы (VI), которую нужно добавить к 200,1 г раствора серной кислоты с массовой долей 95,95%, чтобы получить 20%-ный олеум.

[50] Олеум массой 114 г, в котором общее число электронов в 58 раз больше числа Авогадро, растворили в 26 г воды, затем добавили 11,6 г железной окалины и нагрели. Вычислите массовую долю соли в конечном растворе. Возможным образованием кислых солей пренебречь. В ответе запишите уравнения реакций, которые указаны в условии задачи, и приведите все необходимые вычисления. (ЕГЭ 2022, 2024)

Тема 9. Неполное протекание реакции. Задачи на пластинки.

[51] При нагревании образца карбоната бария часть вещества разложилась, при этом выделилось 4,48 л (н.у.) газа. К образовавшемуся твёрдому остатку последовательно добавили 100 мл воды и 200 г 20%-ного раствора сульфата натрия. Вычислите массовую долю гидроксида натрия в полученном растворе.

[52] Навеску хлората калия массой 11,025 г осторожно нагрели. При этом часть ее подверглась диспропорционированию, часть – разложилась с выделением газа, а некоторая часть не разложилась. Масса получившегося твердого остатка составила 10,065 г. Этот остаток растворили в 110 мл воды и получили раствор с массовой долей хлорида калия 2%. Рассчитайте массовую долю перхлорат-ионов в твердом остатке после прокаливании хлората калия. (ЕГЭ 2024)

[53] Медную пластинку массой 50 г поместили в раствор хлорида ртути (II). Масса пластинки после реакции оказалась равной 52,74 г. Сколько меди (в г) растворилось?

[54] Цинковую пластинку массой 25 г поместили в раствор, полученный при растворении медного купороса в 130 мл воды. После того, как вся медь выделилась на пластинке, масса пластинки составила 24,83 г. Вычислите массу взятого медного купороса и массовую долю сульфата меди в исходном растворе. Гидролизом солей пренебречь.

Тема 10. Электролиз.

[55] 240 г 20%-го раствора сульфата меди (II) подвергли электролизу. Процесс прекратили, когда на аноде выделилось 3,36 л (при н. у.) газа. Рассчитайте массовую долю серной кислоты в полученном растворе.

[56] Через раствор, образовавшийся при добавлении 56 г технической смеси безводных хлоридов калия и меди (II) к воде, некоторое время пропускали электрический ток. На аноде собрали 7,392 л (н. у.) газа, на катоде – 3,36 л газа, а полученный раствор массой 200 г содержал 2,24% соли. Вычислите массовую долю инертных нерастворимых примесей в исходной смеси.

[57] Смесь оксида калия, хлорида калия и нитрата калия массой 19,29 г, мольное соотношение компонентов в которой равно 1 : 2,5 : 2 (в порядке перечисления) растворили в 100 мл воды. Полученный раствор подвергли электролизу до тех пор, пока на катоде не выделилось 896 мл (при н. у.) газа. Вычислите массовую долю гидроксида калия в полученном растворе.

[58] Для проведения электролиза (на инертных электродах) взяли 390 г 15%-ного раствора хлорида натрия. После того как масса раствора уменьшилась на 21,9 г, процесс остановили. К образовавшемуся раствору добавили 160 г 20%-ного раствора сульфата меди(II). Определите массовую долю хлорида натрия в полученном растворе. (ЕГЭ 2018)

Тема 11. Задачи с альтернативными реакциями.

[59] К 80,5 г 14%-го раствора сульфата цинка добавили 142,86 мл 21%-го раствора гидроксида калия ($\rho = 1,12$ г/мл). Вычислите количества полученных веществ.



@chem4you_ege



@chem4you



@stepenin

stepenin.ru

ЕГЭ по химии и биологии

[60] Алюминиевую пластинку массой 18,36 г поместили в раствор нитрата цинка и выдерживали, пока ее масса не увеличилась на 5,64 г. Пластинку вынули, высушили и полностью растворили в 280 г раствора гидроксида натрия. Вычислите массовые доли солей в полученном растворе. Гидролизом солей пренебречь.



Тематический сборник: подготовка к I части ЕГЭ



- ♥ 500 страниц А4, линии №1–28.
- ♥ Вопросы разного уровня сложности.



stepenin.ru/tests-bigbook



843673908



164529577





Ответы для самопроверки

[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]
1,792 л	12,4 г	5,4 г	107,1 г	651 г	1,08 моль	22,68 г	800 мл	33,3 г	77,5 г
[11]	[12]	[13]	[14]	[15]	[16]	[17]	[18]	[19]	[20]
81,3 г	14 г	9,2 г	1672,6 г	272,7 г	88,48 л	ниже	ниже	318 г	228 г
[21]	[22]	[23]	[24]	[25]	[26]	[27]	[28]	[29]	[30]
1,92 г	29,28 г	14,62 г	19,08 г	7,88 г	200 г	20,16 л	20,95 г	89,76 г	3,12 г
[31]	[32]	[33]	[34]	[35]	[36]	[37]	[38]	[39]	[40]
90 г	181,82 мл	12,8 г	87,75 г	19,04 л	17,94 г	ниже	200 г	98,92 г	15,12 л
[41]	[42]	[43]	[44]	[45]	[46]	[47]	[48]	[49]	[50]
2,24 л	592,75 г	5,42%	2,36%	ниже	47,8 г	ниже	ниже	95 г	20%
[51]	[52]	[53]	[54]	[55]	[56]	[57]	[58]	[59]	[60]
5,63%	37,06%	1,28 г	ниже	13,61%	8,7%	7,7%	4,6%	ниже	ниже

№17. Формула $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$

№18. Формула $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

№37. $\omega(\text{N}_2) = 45,16\%$, $\omega(\text{NH}_3) = 54,84\%$

№45. $\omega(\text{ZnCO}_3) = 71,4\%$, $\omega(\text{NaCl}) = 28,6\%$

№47. $n(\text{SO}_3) = 0,75$ моль, $n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1,43$ моль

№48. $\omega(\text{H}_2\text{SO}_4) = 88\%$, $\omega(\text{SO}_3) = 12\%$

№54. $m_{\text{кг}} = 42,5$ г, $\omega(\text{CuSO}_4) = 15,77\%$

№59. $n(\text{K}_2\text{SO}_4) = 0,07$ моль, $n(\text{K}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]) = 0,07$ моль

№60. $\omega(\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]) = 23,45\%$, $\omega(\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]) = 7,11\%$

**Решения задач по действиям**

[1] Уравнение реакции: $\text{Zn} + 2\text{HCl} = \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2\uparrow$

$0,11 : 1 > 0,16 : 2 \Rightarrow \text{HCl}$ в недостатке

$n(\text{H}_2) = n(\text{HCl}) : 2 = 0,16 : 2 = 0,08$ моль

$V(\text{H}_2) = n \cdot V_m = 0,08 \cdot 22,4 = 1,792$ л

[2] Уравнение реакции: $3\text{CaCl}_2 + 2\text{Na}_3\text{PO}_4 = \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2\downarrow + 6\text{NaCl}$

$n(\text{CaCl}_2) = m : M = 13,32 : 111 = 0,12$ моль

$n(\text{Na}_3\text{PO}_4) = m : M = 16,4 : 164 = 0,1$ моль

$0,12 : 3 < 0,1 : 2 \Rightarrow \text{CaCl}_2$ в недостатке

$n(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2) = n(\text{CaCl}_2) : 3 = 0,12 : 3 = 0,04$ моль

$m(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2) = M \cdot n = 310 \cdot 0,04 = 12,4$ г

[3] Уравнение реакции: $2\text{Al} + 3\text{Cl}_2 = 2\text{AlCl}_3$

$n(\text{Cl}_2) = V : V_m = 13,44 : 22,4 = 0,6$ моль

$n(\text{Al}) = m : M = 16,2 : 27 = 0,6$ моль

$0,6 : 2 > 0,6 : 3 \Rightarrow \text{Cl}_2$ в недостатке

На реакцию с хлором потребуется: $n_{\text{прореаг.}}(\text{Al}) = n(\text{HCl}) \cdot 2 : 3 = 0,6 \cdot 2 : 3 = 0,4$ моль

$n_{\text{ост.}}(\text{Al}) = 0,6 - 0,4 = 0,2$ моль

$m_{\text{ост.}}(\text{Al}) = M \cdot n_{\text{ост.}} = 27 \cdot 0,2 = 5,4$ г

[4] Уравнение реакции (1): $2\text{H}_2\text{S} + 3\text{O}_2 = 2\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

$n(\text{H}_2\text{S}) = V : V_m = 19,04 : 22,4 = 0,85$ моль

$n(\text{SO}_2) = n(\text{H}_2\text{S}) = 0,85$ моль

Уравнение реакции (2): $\text{SO}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

$n_1(\text{SO}_2) = n_2(\text{SO}_2) = 0,85$ моль, т.к. прореагировал весь сернистый газ, образовавшийся в первой реакции

$n(\text{Na}_2\text{SO}_3) = n(\text{SO}_2) = 0,85$ моль

$m(\text{Na}_2\text{SO}_3) = n \cdot M = 0,85 \cdot 126 = 107,1$ г

[5] Уравнение реакции (1): $2\text{P} + 5\text{Cl}_2 = 2\text{PCl}_5$

Уравнение реакции (2) $\text{PCl}_5 + 8\text{NaOH} = \text{Na}_3\text{PO}_4 + 5\text{NaCl} + 4\text{H}_2\text{O}$

$n(\text{Na}_3\text{PO}_4) = m : M = 574 : 164 = 3,5$ моль

$n_2(\text{PCl}_5) = n(\text{Na}_3\text{PO}_4) = 3,5$ моль

Перейдем к первой реакции. В реакцию (2) вступила 1/6 от полученного хлорида фосфора, поэтому

$n_1(\text{PCl}_5) = 6 \cdot n_2(\text{PCl}_5) = 21$ моль

$n(\text{P}) = n_1(\text{PCl}_5) = 21$ моль

$m(\text{P}) = n \cdot M = 21 \cdot 31 = 651$ г

[6] $n(\text{KOH}) = c \cdot V = 0,27 \cdot 4 = 1,08$ моль

[7] $n(\text{HNO}_3) = c \cdot V = 0,6 \cdot 0,6 = 0,36$ моль (для расчета сделали перевод 600 мл $\Rightarrow$ 0,6 л)

$m(\text{HNO}_3) = n \cdot M = 0,36 \cdot 63 = 22,68$ г

[8] Уравнение реакции: $\text{Si} + 2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} = \text{Na}_2\text{SiO}_3 + 2\text{H}_2\uparrow$

$n(\text{Si}) = m : M = 6,72 : 28 = 0,24$ моль

$n(\text{NaOH}) = n(\text{Si}) \cdot 2 = 0,48$ моль

$V(\text{NaOH}) = n : c = 0,48 : 0,6 = 0,8$ л или 800 мл

[9] Пусть в растворе $m(\text{H}_2\text{O}) = 100$ г, тогда составим пропорцию «масса вещества – массовая доля»:

100 г H_2O – 75%

x г NH_3 – 25%

$m(\text{NH}_3) = x = 100 \cdot 25 : 75 = 33,3$ г



[10] Составим пропорцию «масса вещества – масса воды» для модельного и реального растворов:

24 г соли – 100 г воды

15 г соли – x г воды

$$m(\text{H}_2\text{O}) = x = 15 \cdot 100 : 24 = 62,5 \text{ г}$$

$$m_{\text{насыщ. р-ра}} = m(\text{соли}) + m(\text{H}_2\text{O}) = 15 + 62,5 = 77,5 \text{ г}$$

*аналогично можно вести расчет через пропорцию «масса вещества – масса насыщенного раствора»

$$[11] m(\text{соли}) = m_{\text{р-ра}} \cdot \omega = 300 \cdot 0,18 = 54 \text{ г}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = m_{\text{р-ра}} - m(\text{соли}) = 300 - 54 = 246 \text{ г}$$

Пусть масса добавленной соли к ненасыщенному раствору $m_{\text{добав. (соли)}} = x \text{ г}$

$$\text{Тогда } m(\text{соли})_{\text{в насыщ. р-ре}} = 54 + x \text{ г}$$

Составим пропорцию «масса вещества – масса воды» для модельного и реального растворов:

55 г соли – 100 г воды

54 + x г соли – 246 г воды

$$m_{\text{в насыщ. р-ре}}(\text{соли}) = 54 + x = 55 \cdot 246 : 100 = 135,3 \text{ г}$$

$$m_{\text{добав. (соли)}} = 135,3 - 54 = 81,3 \text{ г}$$

*аналогично можно вести расчет через пропорцию «масса вещества – масса насыщенного раствора»

$$[12] \text{ После испарения воды получили насыщенный раствор } m_{\text{р-ра}} = 94 - m_{\text{пара}}(\text{H}_2\text{O}) = 94 - 10 = 84 \text{ г}$$

Составим пропорцию «масса вещества – масса раствора» для модельного и реального растворов:

20 г соли – 120 г раствора

x г соли – 84 г раствора

$$m_{\text{в насыщ. р-ре}}(\text{соли}) = 20 \cdot 84 : 120 = 14 \text{ г}$$

$$[13] m(\text{NaNO}_3) = m_{\text{р-ра}} \cdot \omega = 130 \cdot 0,3846 = 50 \text{ г}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 130 - 50 = 80 \text{ г}$$

Составим пропорцию «масса вещества – масса воды» для модельного и реального растворов:

36 г NaCl – 100 г воды

x г NaCl – 80 г воды

Рассчитаем массу хлорида натрия, который растворится в такой массе воды:

$$m(\text{NaCl}) = x = 36 \cdot 80 : 100 = 28,8 \text{ г}$$

$$m_{\text{в осадке}}(\text{NaCl}) = 38 - 28,8 = 9,2 \text{ г}$$

$$[14] \text{ Уравнение реакции: } \text{H}_2\text{S} + 2\text{AgNO}_3 = \text{Ag}_2\text{S} \downarrow + 2\text{HNO}_3$$

$$m(\text{AgNO}_3) = m_{\text{р-ра}} \cdot \omega = 200 \cdot 0,2975 = 59,5 \text{ г}$$

$$n(\text{AgNO}_3) = m : M = 59,5 : 170 = 0,35 \text{ моль}$$

$$n(\text{H}_2\text{S}) = 0,5 \cdot n(\text{AgNO}_3) = 0,175 \text{ моль}$$

$$m(\text{H}_2\text{S}) = n \cdot M = 0,175 \cdot 34 = 5,95 \text{ г}$$

Рассчитаем массу сероводорода в модельном растворе:

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 1000 \text{ мл} \cdot 1 \text{ г/мл} = 1000 \text{ г}$$

$$n(\text{H}_2\text{S}) = 2,352 : 22,4 = 0,105 \text{ моль}$$

$$m(\text{H}_2\text{S}) = n \cdot M = 0,105 \cdot 34 = 3,57 \text{ г}$$

Составим пропорцию «масса вещества – масса раствора» для модельного и реального растворов:

3,57 г H₂S – 1003,57 г раствора

5,95 г H₂S – x г раствора

$$x = 1672,6 \text{ г}$$

$$[15] \text{ Уравнение реакции: } \text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{HCl} = 2\text{NaCl} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$$

$$m_{\text{р-ра}}(\text{HCl}) = \rho \cdot V = 1,13 \cdot 161,5 = 182,5 \text{ г}$$

$$m(\text{HCl}) = m_{\text{р-ра}} \cdot \omega = 182,5 \cdot 0,18 = 32,85 \text{ г}$$

$$n(\text{HCl}) = m : M = 32,85 : 36,5 = 0,9 \text{ моль}$$

$$n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,5 \cdot n(\text{HCl}) = 0,45 \text{ моль}$$

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = n \cdot M = 0,45 \cdot 106 = 47,7 \text{ г}$$

Составим пропорцию «масса вещества – масса раствора» для модельного и реального растворов:

21,2 г соли – 121,2 г раствора

47,7 г соли – x г раствора

$$x = 272,7 \text{ г}$$



[16] Уравнение реакции: $2\text{NH}_3 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{FeSO}_4 = \text{Fe}(\text{OH})_2\downarrow + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

$$m(\text{FeSO}_4) = m_{\text{р-ра}} \cdot \omega = 150 \cdot 0,076 = 11,4 \text{ г}$$

$$m_{\text{исх.}}(\text{H}_2\text{O}) = 150 - 11,4 = 138,6 \text{ г}$$

$$n(\text{FeSO}_4) = m : M = 11,4 : 152 = 0,075 \text{ моль}$$

$$n(\text{NH}_3) = 2 \cdot n(\text{FeSO}_4) = 0,15 \text{ моль}$$

Рассчитаем, сколько аммиака может раствориться в воде, оставшейся после завершения реакции:

$$n_{\text{прореаг.}}(\text{H}_2\text{O}) = 2 \cdot n(\text{FeSO}_4) = 0,15 \text{ моль}$$

$$m_{\text{прореаг.}}(\text{H}_2\text{O}) = n \cdot M = 0,15 \cdot 18 = 2,7 \text{ г}$$

$$m_{\text{ост.}}(\text{H}_2\text{O}) = 138,6 - 2,7 = 135,9 \text{ г}$$

Составим пропорцию «масса вещества – масса воды» для модельного и реального растворов:

$$47,6 \text{ г NH}_3 - 100 \text{ г воды}$$

$$x \text{ г NH}_3 - 135,9 \text{ г воды}$$

$$x = 64,69 \text{ г}$$

$$n_{\text{раств.}}(\text{NH}_3) = 64,69 : 17 = 3,8 \text{ моль}$$

$$V(\text{NH}_3) = (0,15 + 3,8) \cdot 22,4 = 88,48 \text{ л}$$

[17] Пусть формула кристаллогидрата $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb} \cdot n\text{H}_2\text{O}$

$$M_{\text{кр}} = M_{\text{соли}}((\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}) + M_{\text{в.кр}}(\text{H}_2\text{O}) = 379 \text{ г/моль}$$

$$M_{\text{соли}}((\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}) = 325 \text{ г/моль}$$

$$M_{\text{в.кр}}(\text{H}_2\text{O}) = 379 - 325 = 54 \text{ г/моль}$$

$$54 = n \cdot 18$$

$$n = 54 : 18 = 3$$

Формула кристаллогидрата: $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$

[18] Пусть формула кристаллогидрата $\text{CuSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$

Изменение массы при прокаливании равно массе испарившейся воды из кристаллогидрата

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 175 - 112 = 63 \text{ г}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = m : M = 63 : 18 = 3,5 \text{ моль}$$

Масса твердого остатка после прокаливании – это масса безводной соли

$$n(\text{CuSO}_4) = m : M = 112 : 160 = 0,7 \text{ моль}$$

$$n(\text{CuSO}_4) : n(\text{H}_2\text{O}) = 0,7 : 3,5 = 1 : 5 \Rightarrow x = 5$$

Формула кристаллогидрата: $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

[19] Растворение кристаллогидрата в воде: $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}_{(\text{тв.})} \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_{3(\text{р-р})} + 10\text{H}_2\text{O}_{(\text{ж.})}$

$$n(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = m : M = 128,7 : (106 + 10 \cdot 18) = 0,45 \text{ моль}$$

$$n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = n(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 0,45 \text{ моль}$$

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = n \cdot M = 0,45 \cdot 106 = 47,7 \text{ г}$$

$$m(\text{р-ра}) = m(\text{Na}_2\text{CO}_3) : \omega = 47,7 : 0,15 = 318 \text{ г}$$

[20] Образование кристаллогидрата при упаривании раствора: $\text{Na}_3\text{PO}_{4(\text{р-р})} + 12\text{H}_2\text{O}_{(\text{ж.})} \rightarrow \text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}_{(\text{тв.})}$

Вычислим массу Na_3PO_4 в порции раствора по пропорции «масса вещества – масса раствора»

$$25 \text{ г Na}_3\text{PO}_4 - 125 \text{ г раствора}$$

$$x \text{ г Na}_3\text{PO}_4 - 492 \text{ г раствора}$$

$$x = 98,4 \text{ г}$$

$$n(\text{Na}_3\text{PO}_4) = m : M = 98,4 : 164 = 0,6 \text{ моль}$$

$$n(\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}) = n(\text{Na}_3\text{PO}_4) = 0,6 \text{ моль}$$

$$m(\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}) = n \cdot M = 0,6 \cdot 380 = 228 \text{ г}$$

[21] Уравнение реакции: $\text{K}_2\text{S} + \text{CuCl}_2 = \text{CuS}\downarrow + 2\text{KCl}$

$$n(\text{K}_2\text{S}) = m : M = 3,3 : 110 = 0,03 \text{ моль}$$

$$n(\text{CuCl}_2) = n(\text{CuCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = 0,02 \text{ моль}$$

$$0,03 : 1 > 0,02 : 1 \Rightarrow \text{CuCl}_2 \text{ в недостатке}$$

$$n(\text{CuS}) = n(\text{CuCl}_2) = 0,02 \text{ моль}$$

$$m(\text{CuS}) = n \cdot M = 0,02 \cdot 96 = 1,92 \text{ г}$$



[22] Уравнение реакции: $\text{FeSO}_4 + \text{BaCl}_2 = \text{BaSO}_4\downarrow + \text{FeCl}_2$

$$m_{\text{р-ра}}(\text{FeSO}_4) = \rho \cdot V = 142,86 \cdot 1,05 = 150 \text{ г}$$

$$m_{\text{в растворе}}(\text{FeSO}_4) = m_{\text{р-ра}} \cdot \omega = 150 \cdot 0,0912 = 13,68 \text{ г}$$

$$n_{\text{в растворе}}(\text{FeSO}_4) = m : M = 13,68 : 152 = 0,09 \text{ моль}$$

$$n(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = m : M = 8,34 : 278 = 0,03 \text{ моль}$$

$$n_{\text{добавл.}}(\text{FeSO}_4) = n(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 0,03 \text{ моль}$$

$$n_{\text{общ.}}(\text{FeSO}_4) = 0,09 + 0,03 = 0,12 \text{ моль}$$

$$n(\text{BaCl}_2) = n(\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = n_{\text{общ.}}(\text{FeSO}_4) = 0,12 \text{ моль}$$

$$m(\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = n \cdot M = 0,12 \cdot 244 = 29,28 \text{ г}$$

[23] Уравнение реакции (1): $2\text{Al} + 3\text{S} = \text{Al}_2\text{S}_3$

Уравнение реакции (2): $\text{Al}_2\text{S}_3 + 8\text{NaOH} = 2\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] + 3\text{Na}_2\text{S}$

Уравнение реакции (3): $2\text{Al} + 2\text{NaOH} + 6\text{H}_2\text{O} = 2\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] + 3\text{H}_2\uparrow$

Вычислим количество вещества реагентов:

$$n(\text{Al}) = m : M = 8,1 : 27 = 0,3 \text{ моль}$$

$$n(\text{S}) = m : M = 9,6 : 32 = 0,3 \text{ моль}$$

Составим пропорцию «масса вещества – масса раствора» для модельного и реального растворов:

100 г NaOH – 200 г раствора

x г NaOH – 96 г раствора

$$x = 96 \cdot 100 : 200 = 48 \text{ г}$$

$$n(\text{NaOH}) = m : M = 48 : 40 = 1,2 \text{ моль}$$

Вычислим массу образовавшегося сульфида натрия и воды в растворе:

$$0,3 : 2 = 0,15 > 0,3 : 3 = 0,1 \Rightarrow \text{сера в недостатке (по реакции 1)}$$

$$n_{\text{прореаг.}}(\text{Al}) = n(\text{S}) : 3 \cdot 2 = 0,3 : 3 \cdot 2 = 0,2 \text{ моль}$$

$$n_{\text{ост.}}(\text{Al}) = 0,3 - 0,2 = 0,1 \text{ моль}$$

$$n(\text{Al}_2\text{S}_3) = n(\text{S}) : 3 = 0,3 : 3 = 0,1 \text{ моль}$$

$$n_{\text{исп.}}(\text{NaOH}) = n(\text{Al}_2\text{S}_3) \cdot 8 + n_{\text{ост.}}(\text{Al}) = 0,1 \cdot 8 + 0,1 = 0,9 \text{ моль}$$

$1,2 > 0,9 \Rightarrow \text{NaOH}$ в достаточном количестве для растворения реагентов, щелочи избыток

$$n(\text{Na}_2\text{S}) = n(\text{Al}_2\text{S}_3) \cdot 3 = 0,1 \cdot 3 = 0,3 \text{ моль}$$

$$m(\text{Na}_2\text{S}) = n \cdot M = 0,3 \cdot 78 = 23,4 \text{ г}$$

$$n_{\text{прореаг.}}(\text{H}_2\text{O}) = n_{\text{ост.}}(\text{Al}) \cdot 3 = 0,1 \cdot 3 = 0,3 \text{ моль (по реакции 3)}$$

$$m_{\text{ост.}}(\text{H}_2\text{O}) = (96 - 48) - 0,3 \cdot 18 = 42,6 \text{ г}$$

Вычислим массу Na_2S , выпавшего в осадок, с помощью пропорции «масса вещества – масса воды»

20,6 г Na_2S – 100 г воды

y г Na_2S – 42,6 г воды

$$y = 20,6 \cdot 42,6 : 100 = 8,78 \text{ г } \text{Na}_2\text{S} \text{ может находиться в растворе}$$

$$m_{\downarrow}(\text{Na}_2\text{S}) = 23,4 - 8,78 = 14,62 \text{ г}$$

[24] $n_{\text{всего}}(\text{Na}_2\text{CO}_3) = c \cdot V = 0,3 \cdot 3,6 = 1,08 \text{ моль}$

$$n_{\text{в порции}}(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 1,08 : 6 = 0,18 \text{ моль}$$

$$m_{\text{в порции}}(\text{Na}_2\text{CO}_3) = M \cdot n = 106 \cdot 0,18 = 19,08 \text{ г}$$

[25] Уравнение реакции: $\text{KHCO}_3 + \text{Ba}(\text{OH})_2 = \text{BaCO}_3\downarrow + \text{KOH} + \text{H}_2\text{O}$

$$n(\text{KHCO}_3) = m : M = 20 : 100 = 0,2 \text{ моль}$$

$$m_{\text{нач. р-р}} = 20 + 150 = 170 \text{ г}$$

Порция меньше начального раствора в $170 : 34 = 5$ раз

$$n_{\text{в порции}}(\text{KHCO}_3) = 0,2 : 5 = 0,04 \text{ моль}$$

$$n(\text{BaCO}_3) = n_{\text{в порции}}(\text{KHCO}_3) = 0,04 \text{ моль}$$

$$m(\text{BaCO}_3) = n \cdot M = 0,04 \cdot 197 = 7,88 \text{ г}$$

[26] Уравнение реакции (1): $\text{CuSO}_4 + 2\text{NaOH} = \text{Cu}(\text{OH})_2\downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$

Уравнение реакции (2): $\text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{S} = \text{CuS}\downarrow + \text{H}_2\text{SO}_4$

$$n(\text{Cu}(\text{OH})_2) = m : M = 4,9 : 98 = 0,05 \text{ моль}$$

$$n_{\text{в 1 колбе}}(\text{CuSO}_4) = n(\text{Cu}(\text{OH})_2) = 0,05 \text{ моль}$$

$$n(\text{H}_2\text{S}) = V : V_m = 0,56 : 22,4 = 0,025 \text{ моль пошло на реакцию с } 1/6 \text{ раствора второй колбы}$$

$$n_{\text{во 2 колбе}}(\text{CuSO}_4) = 6 \cdot n(\text{H}_2\text{S}) = 6 \cdot 0,025 = 0,15 \text{ моль}$$

$$n_{\text{нач. р-р}}(\text{CuSO}_4) = n_{\text{в 1 колбе}} + n_{\text{во 2 колбе}} = 0,05 + 0,15 = 0,2 \text{ моль}$$

Т.к. концентрация CuSO_4 в начальном растворе и первой колбе одинаковые, составим пропорцию

0,05 моль CuSO_4 – 50 г раствора в 1 колбе

$$0,2 \text{ моль } \text{CuSO}_4 - x \text{ г начального раствора} \Rightarrow m_{\text{нач. р-ра}} = x = 0,2 \cdot 50 : 0,05 = 200 \text{ г}$$



[27] Уравнение реакции (1): $2\text{Zn} + \text{O}_2 = 2\text{ZnO}$

Уравнение реакции (2): $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} = 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$

Рассчитаем массу цинка в смеси по реакции с кислородом:

$$n(\text{O}_2) = V : V_m = 1,68 : 22,4 = 0,075 \text{ моль}$$

$$n(\text{Zn}) = 2 \cdot n(\text{O}_2) = 2 \cdot 0,075 = 0,15 \text{ моль (по реакции 1)}$$

$$m(\text{Zn}) = n \cdot M = 0,15 \cdot 65 = 9,75 \text{ г}$$

Рассчитаем массу оксида железа (III) в смеси и объем угарного газа:

$$m(\text{Fe}_2\text{O}_3) = m_{\text{смеси}} - m(\text{Zn}) = 57,75 - 9,75 = 48 \text{ г}$$

$$n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = m : M = 48 : 160 = 0,3 \text{ моль}$$

$$n(\text{CO}) = 3 \cdot n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 3 \cdot 0,3 = 0,9 \text{ моль (по реакции 2)}$$

$$V(\text{O}_2) = n \cdot V_m = 0,9 \cdot 22,4 = 20,16 \text{ л}$$

[28] Уравнение реакции (1): $\text{Li}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Li}_2\text{SO}_4 + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$

Уравнение реакции (2): $\text{BaCO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{BaSO}_4\downarrow + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$

$$n_{\text{всего}}(\text{CO}_2) = V : V_m = 4,48 : 22,4 = 0,2 \text{ моль}$$

$$n(\text{BaSO}_4) = m : M = 11,65 : 233 = 0,05 \text{ моль}$$

$$n_2(\text{CO}_2) = n(\text{BaSO}_4) = 0,05 \text{ моль (по реакции 2)}$$

$$n_1(\text{CO}_2) = n_{\text{всего}}(\text{CO}_2) - n_2(\text{CO}_2) = 0,2 - 0,05 = 0,15 \text{ моль}$$

$$n(\text{Li}_2\text{CO}_3) = n_1(\text{CO}_2) = 0,15 \text{ моль}$$

$$n(\text{BaCO}_3) = n_2(\text{CO}_2) = 0,05 \text{ моль}$$

$$m(\text{Li}_2\text{CO}_3) = n \cdot M = 0,15 \cdot 74 = 11,1 \text{ г}$$

$$m(\text{BaCO}_3) = n \cdot M = 0,05 \cdot 197 = 9,85 \text{ г}$$

$$m_{\text{смеси}} = m(\text{Li}_2\text{CO}_3) + m(\text{BaCO}_3) = 11,1 + 9,85 = 20,95 \text{ г}$$

[29] Уравнение реакции (1): $\text{Zn} + 2\text{HCl} = \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2\uparrow$

Уравнение реакции (2): $\text{ZnCO}_3 + 2\text{HCl} = \text{ZnCl}_2 + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$

$$m(\text{ZnCO}_3) = m_{\text{смеси}} \cdot \omega = 50 \cdot 0,3 = 15 \text{ г}$$

$$m(\text{Zn}) = m_{\text{смеси}} - m(\text{ZnCO}_3) = 50 - 15 = 35 \text{ г}$$

$$n(\text{ZnCO}_3) = m : M = 15 : 125 = 0,12 \text{ моль}$$

$$n(\text{Zn}) = m : M = 35 : 65 = 0,54 \text{ моль}$$

$$n_{\text{всего}}(\text{ZnCl}_2) = n(\text{ZnCO}_3) + n(\text{Zn}) = 0,66 \text{ моль (по реакциям 1 и 2)}$$

$$m(\text{ZnCl}_2) = n \cdot M = 0,66 \cdot 136 = 89,76 \text{ г}$$

[30] Уравнение реакции (1): $\text{AlH}_3 + 3\text{НОН} = 3\text{H}_2\uparrow + \text{Al}(\text{ОН})_3\downarrow$

Уравнение реакции (2): $\text{AlN} + 3\text{НОН} = \text{NH}_3\uparrow + \text{Al}(\text{ОН})_3\downarrow$

Пусть $n(\text{AlH}_3) = x$ моль, тогда $m(\text{AlH}_3) = n \cdot M = x \cdot 30 = 30x$ г

Пусть $n(\text{AlN}) = y$ моль, тогда $m(\text{AlN}) = n \cdot M = y \cdot 41 = 41y$ г

$$m_{\text{смеси}} = m(\text{AlH}_3) + m(\text{AlN}) = 30x + 41y = 1,31 \text{ г (уравнение 1)}$$

$$n_{\text{всего}}(\text{газов}) = V : V_m = 2,24 : 22,4 = 0,1 \text{ моль}$$

$$n(\text{H}_2) = 3 \cdot n(\text{AlH}_3) = 3x \text{ моль}$$

$$n(\text{NH}_3) = n(\text{AlN}) = y \text{ моль}$$

$$n_{\text{всего}}(\text{газов}) = n(\text{H}_2) + n(\text{NH}_3) = 3x + y = 0,1 \text{ моль (уравнение 2)}$$

$$\begin{cases} 30x + 41y = 1,31 \\ 3x + y = 0,1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 0,03 \text{ моль} \\ y = 0,01 \text{ моль} \end{cases}$$

$$n_{\text{всего}}(\text{Al}(\text{ОН})_3) = n(\text{AlH}_3) + n(\text{AlN}) = 0,03 + 0,01 = 0,04 \text{ моль (по реакциям 1 и 2)}$$

$$m(\text{Al}(\text{ОН})_3) = n \cdot M = 0,04 \cdot 78 = 3,12 \text{ г}$$

[31] Уравнение реакции (1): $2\text{NaOH} + 2\text{AgNO}_3 = 2\text{NaNO}_3 + \text{Ag}_2\text{O}\downarrow + \text{H}_2\text{O}$

Уравнение реакции (2): $[2] \text{NaI} + \text{AgNO}_3 = \text{AgI}\downarrow + \text{NaNO}_3$

В фильтрате содержится только NaNO_3 , значит $n_{\text{всего}}(\text{NaNO}_3) = m : M = 34 : 85 = 0,4$ моль

Пусть $n(\text{NaOH}) = x$ моль, тогда $n_1(\text{NaNO}_3) = x$ моль (по реакции 1)

Пусть $n(\text{NaI}) = y$ моль, тогда $n_2(\text{NaNO}_3) = y$ моль (по реакции 2)

$$n_{\text{всего}}(\text{NaNO}_3) = n_1(\text{NaNO}_3) + n_2(\text{NaNO}_3) = x + y = 0,4 \text{ моль (уравнение 1)}$$

$$m(\text{NaOH}) = n \cdot M = x \cdot 40 = 40x \text{ г}$$

$$m(\text{NaI}) = n \cdot M = y \cdot 150 = 150y \text{ г}$$

Соотношение масс NaI и NaOH дано по условию, оно равно 1,25 : 1 соответственно

$$\frac{m(\text{NaI})}{m(\text{NaOH})} = \frac{150y}{40x} = 1,25 \Rightarrow 150y = 50x \text{ (уравнение 2)}$$



Составим систему уравнений, найдем количество вещества и массы NaI и NaOH

$$\begin{cases} x + y = 0,4 \\ 150y = 50x \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 0,3 \text{ моль} \\ y = 0,1 \text{ моль} \end{cases}$$

$$m(\text{NaOH}) = n \cdot M = 0,3 \cdot 40 = 12 \text{ г}$$

$$m(\text{NaI}) = n \cdot M = 0,1 \cdot 150 = 15 \text{ г}$$

Массы воды по соотношению из условия в 5,25 раз больше, чем масса NaOH

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 5,25 \cdot m(\text{NaOH}) = 5,25 \cdot 12 = 63 \text{ г}$$

$$m_{\text{р-ра}} = m(\text{NaOH}) + m(\text{NaI}) + m(\text{H}_2\text{O}) = 12 + 15 + 63 = 90 \text{ г}$$

[32] Уравнение реакции (1): $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3 + 2\text{HNO}_3 = (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + 2\text{NO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$

Уравнение реакции (2): $\text{NaHCO}_3 + \text{HNO}_3 = \text{NaNO}_3 + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$

$$V(\text{CO}_2) : V(\text{NO}_2) = n(\text{CO}_2) : n(\text{NO}_2) = 1 : 7 = x : 7x$$

Пусть $n(\text{CO}_2) = x$ моль, тогда $n(\text{NaHCO}_3) = x$ моль

Пусть $n(\text{NO}_2) = 7x$ моль, тогда $n((\text{NH}_4)_2\text{SO}_3) = n(\text{NO}_2) : 2 = 7x : 2 = 3,5x$ моль

$$m(\text{NaHCO}_3) = n \cdot M = x \cdot 84 = 84x \text{ г}$$

$$m((\text{NH}_4)_2\text{SO}_3) = n \cdot M = 3,5x \cdot 116 = 406x \text{ г}$$

$$m_{\text{смеси}} = m(\text{NaHCO}_3) + m((\text{NH}_4)_2\text{SO}_3) = 84x + 406x = 49x \Rightarrow x = 0,1 \text{ моль}$$

Рассчитаем количество вещества солей в исходной смеси:

$$n(\text{NaHCO}_3) = x = 0,1 \text{ моль}$$

$$n((\text{NH}_4)_2\text{SO}_3) = 3,5x = 3,5 \cdot 0,1 = 0,35 \text{ моль}$$

Уравнение реакции (3): $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3 + 2\text{NaOH} = 2\text{NH}_3\uparrow + \text{Na}_2\text{SO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$

Уравнение реакции (4): $\text{NaHCO}_3 + \text{NaOH} = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

$$n_3(\text{NaOH}) = 2 \cdot n((\text{NH}_4)_2\text{SO}_3) = 2 \cdot 0,35 = 0,7 \text{ моль}$$

$$n_4(\text{NaOH}) = n(\text{NaHCO}_3) = 0,1 \text{ моль}$$

$$n_{\text{всего}}(\text{NaOH}) = n_3(\text{NaOH}) + n_4(\text{NaOH}) = 0,7 + 0,1 = 0,8 \text{ моль}$$

$$m_{\text{всего}}(\text{NaOH}) = n \cdot M = 0,8 \cdot 40 = 32 \text{ г}$$

$$m_{\text{р-ра}}(\text{NaOH}) = m_{\text{всего}}(\text{NaOH}) : \omega = 32 : 0,16 = 200 \text{ г}$$

$$V_{\text{р-ра}}(\text{NaOH}) = m_{\text{р-ра}} : \rho = 200 : 1,1 = 181,82 \text{ мл}$$

[33] Атомистическая схема: $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ba} \rightarrow 1\text{Ba}, 4\text{C}, 4\text{O}, 6\text{H}$

$$n((\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ba}) = m : M = 51 : 255 = 0,2 \text{ моль}$$

$$n(\text{O}) = 4 \cdot n((\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ba}) = 4 \cdot 0,2 = 0,8 \text{ моль}$$

$$m(\text{O}) = n \cdot M = 0,8 \cdot 16 = 12,8 \text{ г}$$

[34] Атомистическая схема: $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \rightarrow 1\text{Ca}, 4\text{H}, 2\text{P}, 8\text{O}$

$$n(\text{O}) = m : M = 48 : 16 = 3 \text{ моль}$$

$$n(\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2) = n(\text{O}) : 8 = 3 : 8 = 0,375 \text{ моль}$$

$$m(\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2) = n \cdot M = 0,375 \cdot 234 = 87,75 \text{ г}$$

[35] Атомистическая схема: $\text{CH}_4 \rightarrow \text{C}, 4\text{H}$

Порядковый номер углерода равен 6, значит в 1 атоме C – 6 электронов

Порядковый номер водорода равен 1, значит в 1 атоме H – 1 электрон

$$N_{\text{е в 1 молекуле}}(\text{CH}_4) = 6 + 1 \cdot 4 = 10 \text{ электронов}$$

$$N_{\text{молекул}}(\text{CH}_4) = N_{\text{е всего}} : N_{\text{е в 1 молекуле}} = 5,117 \cdot 10^{24} : 10 = 5,117 \cdot 10^{23} \text{ молекул}$$

$$n(\text{CH}_4) = N_{\text{молекул}} : N_{\text{А}} = (5,117 \cdot 10^{23}) : (6,02 \cdot 10^{23}) = 0,85 \text{ моль}$$

$$V(\text{CH}_4) = n \cdot V_{\text{м}} = 0,85 \cdot 22,4 = 19,04 \text{ л}$$

[36] Атомистическая схема: $\text{Na}_3\text{PO}_4 \rightarrow 3\text{Na}, \text{P}, 4\text{O}$

$$m(\text{Na}_3\text{PO}_4) = m_{\text{р-ра}} \cdot \omega = 426,4 \cdot 0,1 = 42,64 \text{ г}$$

$$n(\text{Na}_3\text{PO}_4) = m : M = 42,64 : 164 = 0,26 \text{ моль}$$

$$n(\text{Na}) = 3 \cdot n(\text{Na}_3\text{PO}_4) = 3 \cdot 0,26 = 0,78 \text{ моль}$$

$$m(\text{Na}) = M \cdot n = 23 \cdot 0,78 = 17,94 \text{ г}$$

[37] Атомистическая схема (1): $\text{N}_2 \rightarrow 2\text{N}$

Атомистическая схема (2): $\text{NH}_3 \rightarrow \text{N}, 3\text{H}$

Порядковый номер азота равен 7, значит в 1 атоме N – 7 электронов

Порядковый номер водорода равен 1, значит в 1 атоме H – 1 электрон

$$N_{\text{е в 1 молекуле}}(\text{N}_2) = 2 \cdot 7 = 14 \text{ электронов}$$

$$N_{\text{е в 1 молекуле}}(\text{NH}_3) = 7 + 1 \cdot 3 = 10 \text{ электронов}$$

$$\text{Пусть } n(\text{N}_2) = x \text{ моль, тогда в такой порции азота } n_{\text{е}}(\text{N}_2) = x \cdot 14 = 14x \text{ моль}$$

$$\text{Пусть } n(\text{NH}_3) = y \text{ моль, тогда в такой порции азота } n_{\text{е}}(\text{NH}_3) = y \cdot 10 = 10y \text{ моль}$$



$$n_{\text{е в смеси}} = N_{\text{е всего}} : N_A = (4,094 \cdot 10^{23}) : (6,02 \cdot 10^{23}) = 0,68 \text{ моль}$$

$$n_{\text{е в смеси}} = n_{\text{е}}(\text{N}_2) + n_{\text{е}}(\text{NH}_3) = 14x + 10y = 0,68 \text{ моль (уравнение 1)}$$

$$n(\text{газов}) = V : V_M = 1,344 : 22,4 = 0,06 \text{ моль}$$

$$n(\text{газов}) = n(\text{N}_2) + n(\text{NH}_3) = x + y = 0,06 \text{ моль (уравнение 2)}$$

$$\begin{cases} 14x + 10y = 0,68 \\ x + y = 0,06 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 0,02 \text{ моль} \\ y = 0,04 \text{ моль} \end{cases}$$

$$m(\text{N}_2) = M \cdot n = 28 \cdot 0,02 = 0,56 \text{ г}$$

$$m(\text{NH}_3) = M \cdot n = 17 \cdot 0,04 = 0,68 \text{ г}$$

$$m_{\text{смеси}} = m(\text{N}_2) + m(\text{NH}_3) = 0,56 + 0,68 = 1,24 \text{ г}$$

$$\omega(\text{N}_2) = m(\text{N}_2) : m_{\text{смеси}} \cdot 100\% = 0,56 : 1,24 \cdot 100\% = 45,16\%$$

$$\omega(\text{NH}_3) = 100\% - \omega(\text{N}_2) = 100 - 45,16 = 54,84\%$$

[38] Уравнение реакции (1): $4\text{FeS}_2 + 11\text{O}_2 = 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 8\text{SO}_2$

Уравнение реакции (2): $2\text{ZnS} + 3\text{O}_2 = 2\text{ZnO} + 2\text{SO}_2$

Уравнение реакции (3): $2\text{KOH} + \text{SO}_2 = \text{K}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

Пусть $n(\text{FeS}_2) = x$ моль, $n(\text{ZnS}) = y$ моль

Атомистическая схема (1): $\text{FeS}_2 \rightarrow \text{Fe}, 2\text{S}$

$$n(\text{S}) = 2 \cdot n(\text{FeS}_2) = 2x \text{ моль}$$

$$n(\text{Fe}) = n(\text{FeS}_2) = x \text{ моль}$$

Атомистическая схема (2): $\text{ZnS} \rightarrow \text{Zn}, \text{S}$

$$n(\text{S}) = n(\text{ZnS}) = y \text{ моль}$$

Тогда $n(\text{Fe}) = x$ моль, $n(\text{S}) = 2x + y$

$$m_{\text{смеси}} = m(\text{FeS}_2) + m(\text{ZnS}) = 120x + 97y = 14,96 \text{ г (уравнение 1)}$$

$$\frac{n(\text{Fe})}{n(\text{S})} = \frac{3}{10} = \frac{x}{2x + y} \Rightarrow x = 0,75y \text{ (уравнение 2)}$$

$$\begin{cases} 120x + 97y = 14,96 \\ x = 0,75y \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 0,06 \text{ моль} \\ y = 0,08 \text{ моль} \end{cases}$$

$$n(\text{SO}_2) = 2x + y = 0,2 \text{ моль (по реакциям 1 и 2)}$$

$$n(\text{KOH}) = 2 \cdot n(\text{SO}_2) = 0,4 \text{ моль (по реакции 3)}$$

$$m(\text{KOH}) = n \cdot M = 0,4 \cdot 56 = 22,4 \text{ г}$$

$$m_{\text{р-ра}} = m(\text{KOH}) : \omega = 22,4 : 0,112 = 200 \text{ г}$$

[39] Уравнение реакции (1): $4\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 = 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 8\text{NO}_2\uparrow + \text{O}_2\uparrow$

Уравнение реакции (2): $4\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 = 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 12\text{NO}_2\uparrow + 3\text{O}_2\uparrow$

Уравнение реакции (3): $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 6\text{HCl} = 2\text{FeCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$

Соль в полученном растворе – это FeCl_3 . Найдём его количество вещества:

$$m(\text{FeCl}_3) = m_{\text{р-ра}} \cdot \omega = 299 \cdot 0,25 = 74,75 \text{ г}$$

$$n(\text{FeCl}_3) = m : M = 74,75 : 162,5 = 0,46 \text{ моль}$$

$$n_{\text{всего}}(\text{Fe}_2\text{O}_3) = n(\text{FeCl}_3) : 2 = 0,46 : 2 = 0,23 \text{ моль (по реакции 3)}$$

Определим состав исходной смеси нитратов

Атомистическая схема (1): $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{Fe}, 2\text{N}, 6\text{O}$

Атомистическая схема (2): $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \rightarrow \text{Fe}, 3\text{N}, 9\text{O}$

Порядковый номер железа равен 26, значит в 1 атоме Fe – 26 протонов

Порядковый номер азота равен 7, значит в 1 атоме N – 7 протонов

Порядковый номер кислорода равен 8, значит в 1 атоме O – 8 протонов

$$N_{\text{р в 1 молекуле}}(\text{Fe}(\text{NO}_3)_2) = 26 + 2 \cdot 7 + 6 \cdot 8 = 88 \text{ протонов}$$

$$\text{Пусть } n(\text{Fe}(\text{NO}_3)_2) = x \text{ моль, тогда } n_{\text{протонов}}(\text{Fe}(\text{NO}_3)_2) = 88x \text{ моль}$$

$$N_{\text{р в 1 молекуле}}(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3) = 26 + 3 \cdot 7 + 9 \cdot 8 = 119 \text{ протонов}$$

$$\text{Пусть } n(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3) = y \text{ моль, тогда } n_{\text{протонов}}(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3) = 119y \text{ моль}$$

$$m(\text{смеси}) = m(\text{Fe}(\text{NO}_3)_2) + m(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3) = 180x + 242y \text{ г}$$

$$m(p) = 0,4907 \cdot m(\text{смеси})$$

$$88x + 119y = 0,4907 \cdot (180x + 242y) \Rightarrow y = 1,3x \text{ (уравнение 1)}$$

По реакциям 1 и 2 рассчитаем количество вещества оксида железа (III)

$$n_1(\text{Fe}_2\text{O}_3) = n(\text{Fe}(\text{NO}_3)_2) : 2 = x : 2 = 0,5x \text{ моль}$$

$$n_2(\text{Fe}_2\text{O}_3) = n(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3) : 2 = y : 2 = 0,5y \text{ моль}$$

$$n_{\text{всего}}(\text{Fe}_2\text{O}_3) = n_1(\text{Fe}_2\text{O}_3) + n_2(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 0,5x + 0,5y = 0,23 \text{ моль (уравнение 2)}$$

$$\begin{cases} y = 1,3x \\ 0,5x + 0,5y = 0,23 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 0,2 \text{ моль} \\ y = 0,26 \text{ моль} \end{cases}$$

$$m(\text{Fe}(\text{NO}_3)_2) = n \cdot M = 0,2 \cdot 180 = 36 \text{ г}$$

$$m(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3) = n \cdot M = 0,26 \cdot 242 = 62,92 \text{ г}$$

$$m_{\text{смеси}} = m(\text{Fe}(\text{NO}_3)_2) + m(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3) = 36 + 62,92 = 98,92 \text{ г}$$



[40] Уравнение диссоциации соли в растворе: $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \rightarrow \text{Fe}^{3+} + 3\text{NO}_3^-$

$$n_{\text{доб.}}(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3) = m : M = 18,15 : 242 = 0,075 \text{ моль}$$

$$n_{\text{доб.}}(\text{NO}_3^-) = 3 \cdot n_{\text{доб.}}(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3) = 3 \cdot 0,075 = 0,225 \text{ моль}$$

$$m_{\text{доб.}}(\text{NO}_3^-) = n \cdot M = 0,225 \cdot 62 = 13,95 \text{ г}$$

Пусть в начальном растворе $n_{\text{нач.}}(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3) = x$ моль

$$\text{Тогда } n_{\text{нач.}}(\text{NO}_3^-) = 3 \cdot n_{\text{нач.}}(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3) = 3x \text{ моль}$$

$$m_{\text{нач.}}(\text{NO}_3^-) = n \cdot M = 3x \cdot 62 = 186x \text{ г}$$

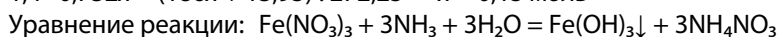
$$m_{\text{всего}}(\text{NO}_3^-) = m_{\text{нач.}}(\text{NO}_3^-) + m_{\text{доб.}}(\text{NO}_3^-) = 186x + 13,95 \text{ г}$$

$$\text{В начальном растворе } \omega_{\text{нач.}}(\text{NO}_3^-) = m_{\text{нач.}}(\text{NO}_3^-) : m_{\text{р-ра}} = 186x : 254,1 = 0,732x$$

$$\text{В полученном растворе } \omega_{\text{получ.}}(\text{NO}_3^-) = m_{\text{всего}}(\text{NO}_3^-) : m_{\text{р-ра}} = (186x + 13,95) : (254,1 + 18,15)$$

$$\text{По условию } 1,4 \cdot \omega_{\text{нач.}}(\text{NO}_3^-) = \omega_{\text{получ.}}(\text{NO}_3^-)$$

$$1,4 \cdot 0,732x = (186x + 13,95) : 272,25 \Rightarrow x = 0,15 \text{ моль}$$



$$n_{\text{всего}}(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3) = n_{\text{всего}}(\text{NO}_3^-) : 3 = (3 \cdot 0,15 + 0,225) : 3 = 0,225 \text{ моль}$$

$$n(\text{NH}_3) = 3 \cdot n_{\text{всего}}(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3) = 3 \cdot 0,225 = 0,675 \text{ моль}$$

$$V(\text{NH}_3) = n \cdot V_m = 0,675 \cdot 22,4 = 15,12 \text{ л}$$

[41] Уравнение реакции: $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 14\text{HCl} = 2\text{CrCl}_3 + 3\text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{KCl} + 7\text{H}_2\text{O}$

Процесс окисления: $2\text{Cl}^- - 2e = \text{Cl}_2$

$$n_{\text{отдан.}}(e) = N_e : N_A = (1,204 \cdot 10^{23}) : (6,02 \cdot 10^{23}) = 0,2 \text{ моль}$$

Соотношение числа электронов к числу полученных молекул Cl_2 равно 2 : 1

$$n(\text{Cl}_2) = n_{\text{отдан.}}(e) : 2 = 0,2 : 2 = 0,1 \text{ моль}$$

$$V(\text{Cl}_2) = n \cdot V_m = 0,1 \cdot 22,4 = 2,24 \text{ л}$$

[42] Уравнение реакции (1): $\text{P} + 5\text{HNO}_3 (\text{конц}) = \text{H}_3\text{PO}_4 + 5\text{NO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

Процесс окисления в реакции (1): $\text{P}^0 - 5e = \text{P}^{+5}$

Уравнение реакции (2): $\text{P}_2\text{O}_3 + 4\text{HNO}_3 (\text{конц}) + \text{H}_2\text{O} = 2\text{H}_3\text{PO}_4 + 4\text{NO}_2 \uparrow$

Процесс окисления в реакции (2): $2\text{P}^{+3} - 4e = 2\text{P}^{+5}$

Пусть $n(\text{P}) = x$ моль, тогда $n_1(e) = 5 \cdot n(\text{P}) = 5x$ моль

Пусть $n(\text{P}_2\text{O}_3) = y$ моль, тогда $n(\text{P}^{+3}) = 2 \cdot n(\text{P}_2\text{O}_3) = 2y$ моль, значит $n_2(e) = 2 \cdot n(\text{P}^{+3}) = 4y$ моль

$$n_2(e) : n_1(e) = 4y : 5x = 2 : 1 \Rightarrow y = 2,5x$$

$$m_{\text{смеси}} = m(\text{P}) + m(\text{P}_2\text{O}_3) = 31x + 110y = 15,3 \text{ г}$$

$$\begin{cases} y = 2,5x \\ 31x + 110y = 15,3 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 0,05 \text{ моль} \\ y = 0,125 \text{ моль} \end{cases}$$

$$\begin{cases} y = 2,5x \\ 31x + 110y = 15,3 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 0,05 \text{ моль} \\ y = 0,125 \text{ моль} \end{cases}$$

$$n_{\text{прореаг.}}(\text{HNO}_3) = 5 \cdot n(\text{P}) = 5 \cdot 0,05 = 0,25 \text{ моль}$$

$$n_{\text{прореаг.}}(\text{HNO}_3) = 4 \cdot n(\text{P}_2\text{O}_3) = 4 \cdot 0,125 = 0,5 \text{ моль}$$

$$m_{\text{всего}}(\text{HNO}_3) = m_{\text{р-ра}} \cdot \omega = 800 \cdot 0,8 = 640 \text{ г}$$

$$m_{\text{ост.}}(\text{HNO}_3) = m_{\text{всего}}(\text{HNO}_3) - m_{\text{прореаг.}}(\text{HNO}_3) = 640 - (0,25 + 0,5) \cdot 63 = 592,75 \text{ г}$$

[43] Уравнение реакции: $2\text{NaHCO}_3 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

$$m(\text{NaHCO}_3) = m_{\text{р-ра}} \cdot \omega = 150 \cdot 0,084 = 12,6 \text{ г}$$

$$n(\text{NaHCO}_3) = m : M = 12,6 : 84 = 0,15 \text{ моль}$$

$$n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = n(\text{NaHCO}_3) : 2 = 0,15 : 2 = 0,075 \text{ моль}$$

$$n(\text{CO}_2) = n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,075 \text{ моль}$$

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = n \cdot M = 0,075 \cdot 106 = 7,95 \text{ г}$$

$$m(\text{CO}_2) = n \cdot M = 0,075 \cdot 44 = 3,3 \text{ г}$$

$$m_{\text{получ. р-ра}} = m_{\text{нач. р-ра}} - m(\text{CO}_2) = 150 - 3,3 = 146,7 \text{ г}$$

$$\omega(\text{Na}_2\text{CO}_3) = m(\text{Na}_2\text{CO}_3) : m_{\text{получ. р-ра}} = 7,95 : 146,7 = 5,42\%$$

[44] Уравнение реакции: $\text{LiOH} + \text{HNO}_3 = \text{LiNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

$$m_{\text{р-ра}}(\text{LiOH}) = \rho \cdot V = 1,05 \cdot 125 = 131,25 \text{ г}$$

$$m(\text{LiOH}) = m_{\text{р-ра}} \cdot \omega = 131,25 \cdot 0,05 = 6,56 \text{ г}$$

$$n(\text{LiOH}) = m : M = 6,56 : 24 = 0,27 \text{ моль}$$

$$m_{\text{р-ра}}(\text{HNO}_3) = \rho \cdot V = 100 \cdot 1,03 = 103 \text{ г}$$

$$m(\text{HNO}_3) = m_{\text{р-ра}} \cdot \omega = 103 \cdot 0,05 = 5,15 \text{ г}$$

$$n(\text{HNO}_3) = m : M = 5,15 : 63 = 0,08 \text{ моль}$$

$0,27 : 1 > 0,08 : 1 \Rightarrow \text{HNO}_3$ в недостатке, LiOH в избытке (среда раствора будет щелочная)

$$n(\text{LiNO}_3) = n(\text{HNO}_3) = 0,08 \text{ моль}$$

$$m(\text{LiNO}_3) = n \cdot M = 0,08 \cdot 69 = 5,52 \text{ г}$$

$$m_{\text{получ. р-ра}} = m_{\text{р-ра}}(\text{LiOH}) + m_{\text{р-ра}}(\text{HNO}_3) = 131,25 + 103 = 234,25 \text{ г}$$

$$\omega(\text{LiNO}_3) = m(\text{LiNO}_3) : m_{\text{получ. р-ра}} = 5,52 : 234,25 = 2,36\%$$



[45] Уравнение реакции (1): $\text{ZnCO}_3 = \text{ZnO} + \text{CO}_2 \uparrow$

Уравнение реакции (2): $\text{ZnO} + 2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} = \text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$

$$n(\text{CO}_2) = V : V_m = 1,792 : 22,4 = 0,08 \text{ моль}$$

$$n(\text{ZnCO}_3) = n(\text{ZnO}) = n(\text{CO}_2) = 0,08 \text{ моль (по реакции 1)}$$

$$m(\text{ZnCO}_3) = n \cdot M = 0,08 \cdot 125 = 10 \text{ г}$$

$$m(\text{ZnO}) = n \cdot M = 0,08 \cdot 81 = 6,48 \text{ г}$$

$$m_{\text{ост.}}(\text{NaOH}) = m_{\text{получ. р-ра}} \cdot \omega = 100,48 \cdot 0,0796 = 8 \text{ г}$$

$$n_{\text{прореаг.}}(\text{NaOH}) = 2 \cdot n(\text{ZnO}) = 2 \cdot 0,08 = 0,16 \text{ моль (по реакции 2)}$$

$$m_{\text{прореаг.}}(\text{NaOH}) = n \cdot M = 0,16 \cdot 40 = 6,4 \text{ г}$$

$$m_{\text{всего}}(\text{NaOH}) = m_{\text{прореаг.}}(\text{NaOH}) + m_{\text{ост.}}(\text{NaOH}) = 6,4 + 8 = 14,4 \text{ г}$$

$$m_{\text{р-ра иск.}}(\text{NaOH}) = m_{\text{всего}}(\text{NaOH}) : \omega = 14,4 : 0,16 = 90 \text{ г}$$

$$\text{Массу полученного раствора можно рассчитать } m_{\text{р-ра иск.}}(\text{NaOH}) + m(\text{ZnO}) + m(\text{NaCl}) = 100,48 \text{ г}$$

$$90 + 6,48 + m(\text{NaCl}) = 100,48$$

$$m(\text{NaCl}) = 100,48 - 90 - 6,48 = 4 \text{ г}$$

$$m_{\text{нач. смеси}} = m(\text{ZnCO}_3) + m(\text{NaCl}) = 10 + 4 = 14 \text{ г}$$

$$\omega(\text{ZnCO}_3) = m(\text{ZnCO}_3) \cdot 100\% : m_{\text{нач. смеси}} = 10 \cdot 100\% : 14 = 71,4\%$$

$$\omega(\text{ZnO}) = 100\% - \omega(\text{ZnCO}_3) = 100 - 71,4 = 28,6\%$$

[46] Уравнение реакции (1): $\text{Na}_3\text{P} + 3\text{H}_2\text{O} = 3\text{NaOH} + \text{PH}_3 \uparrow$

Уравнение реакции (2): $\text{PH}_3 + 2\text{O}_2 = \text{H}_3\text{PO}_4$

Уравнение реакции (3): $\text{H}_3\text{PO}_4 + 3\text{NaOH} = \text{Na}_3\text{PO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$ (тип полученной соли подтвердим расчетом)

Рассчитаем количество фосфорной кислоты и щелочи для определения типа соли в (3)

$$n_1(\text{Na}_3\text{P}) = m : M = 50 : 100 = 0,5 \text{ моль}$$

$$n_1(\text{PH}_3) = n_2(\text{PH}_3) = n_1(\text{Na}_3\text{P}) = 0,5 \text{ моль}$$

$$n_2(\text{H}_3\text{PO}_4) = n_3(\text{H}_3\text{PO}_4) = n_2(\text{PH}_3) = 0,5 \text{ моль} \Rightarrow m_3(\text{H}_3\text{PO}_4) = n \cdot M = 0,5 \cdot 98 = 49 \text{ г}$$

$$m_{\text{всего}}(\text{NaOH}) = m_{\text{р-ра}} \cdot \omega = 320 \cdot 0,2 = 64 \text{ г} \Rightarrow n_{\text{всего}}(\text{NaOH}) = m : M = 64 : 40 = 1,6 \text{ моль}$$

$$0,5 : 1 = 0,5 \text{ моль} < 1,6 : 3 = 0,53 \text{ моль} \Rightarrow \text{NaOH в избытке, образуется средняя соль}$$

Рассчитаем массу воды в полученном теплом растворе

$$n_3(\text{Na}_3\text{PO}_4) = n_3(\text{H}_3\text{PO}_4) = 0,5 \text{ моль} \Rightarrow m_3(\text{Na}_3\text{PO}_4) = n \cdot M = 0,5 \cdot 164 = 82 \text{ г}$$

$$n_{\text{ост.}}(\text{NaOH}) = n_{\text{всего}} - n_3(\text{NaOH}) = 1,6 - 0,5 \cdot 3 = 0,1 \text{ моль} \Rightarrow m_{\text{ост.}}(\text{NaOH}) = n \cdot M = 0,1 \cdot 40 = 4 \text{ г}$$

$$m_{\text{получ. теплого р-ра}} = m_3(\text{H}_3\text{PO}_4) + m_{\text{р-ра}}(\text{NaOH}) = 49 + 320 = 369 \text{ г}$$

$$m_{\text{в получ. р-ре}}(\text{H}_2\text{O}) = m_{\text{получ. теплого р-ра}} - m_3(\text{Na}_3\text{PO}_4) - m_{\text{ост.}}(\text{NaOH}) = 369 - 82 - 4 = 283 \text{ г}$$

Рассчитаем массу осадка безводного фосфата натрия с учетом его растворимости

$$(12,1 : 100) = x : 283 \Rightarrow x = m_{\text{в р-ре}}(\text{Na}_3\text{PO}_4) = 34,24 \text{ г}$$

$$m_{\downarrow}(\text{Na}_3\text{PO}_4) = m_3(\text{Na}_3\text{PO}_4) - m_{\text{в р-ре}}(\text{Na}_3\text{PO}_4) = 82 - 34,24 = 47,76 \text{ г}$$

[47] $m(\text{SO}_3) = m_{\text{олеума}} \cdot \omega = 200 \cdot 0,3 = 60 \text{ г}$

$$n(\text{SO}_3) = m : M = 60 : 80 = 0,75 \text{ моль}$$

$$m_{\text{в олеуме}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = m_{\text{олеума}} - m_{\text{в олеуме}}(\text{SO}_3) = 200 - 60 = 140 \text{ г}$$

$$n_{\text{в олеуме}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = m : M = 140 : 98 = 1,43 \text{ моль}$$

[48] $m_{\text{в олеуме}}(\text{S}) = m_{\text{олеума}} \cdot \omega = 133,6 \cdot 0,3353 = 44,8 \text{ г}$

Пусть $n(\text{SO}_3) = x$ моль, а $n(\text{H}_2\text{SO}_4) = y$ моль.

$$n_1(\text{S}) = n(\text{SO}_3) = x \text{ моль}$$

$$n_2(\text{S}) = n(\text{H}_2\text{SO}_4) = y \text{ моль}$$

$$n_{\text{общ.}}(\text{S}) = m_{\text{в олеуме}}(\text{S}) : M = 44,8 : 32 = 1,4 \text{ моль}$$

$$n_{\text{общ.}}(\text{S}) = n_1(\text{S}) + n_2(\text{S}) = x + y = 1,4 \text{ моль (уравнение 1)}$$

$$m(\text{SO}_3) = n \cdot M = 80x \text{ г}$$

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = n \cdot M = 98y \text{ г}$$

$$m_{\text{олеума}} = m(\text{SO}_3) + m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 80x + 98y = 133,6 \text{ г (уравнение 2)}$$

$$\begin{cases} x + y = 1,4 \\ 80x + 98y = 133,6 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 1,2 \text{ моль} \\ y = 0,2 \text{ моль} \end{cases}$$

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = n \cdot M = 1,2 \cdot 98 = 117,6 \text{ г}$$

$$m(\text{SO}_3) = n \cdot M = 0,2 \cdot 80 = 16 \text{ г}$$

$$\omega(\text{H}_2\text{SO}_4) = m(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot 100\% : m_{\text{олеума}} = 117,6 \cdot 100\% : 133,6 = 88\%$$

$$\omega(\text{SO}_3) = 100\% - \omega(\text{H}_2\text{SO}_4) = 100 - 88 = 12\%$$



[49] Уравнение реакции: $\text{H}_2\text{O} + \text{SO}_3 = \text{H}_2\text{SO}_4$

$$m_{\text{исх.}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = m_{\text{р-ра}} \cdot \omega = 200,1 \cdot 0,9595 = 192 \text{ г}$$

$$m_{\text{исх.}}(\text{H}_2\text{O}) = m_{\text{р-ра}} - m_{\text{исх.}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 200,1 - 192 = 8,1 \text{ г}$$

Вся вода в исходном растворе вступит в реакцию с оксидом серы (VI)

$$n_{\text{исх.}}(\text{H}_2\text{O}) = m : M = 8,1 : 18 = 0,45 \text{ моль}$$

$$n_{\text{прореаг.}}(\text{SO}_3) = n_{\text{исх.}}(\text{H}_2\text{O}) = 0,45 \text{ моль (по реакции)}$$

$$m_{\text{прореаг.}}(\text{SO}_3) = n \cdot M = 0,45 \cdot 80 = 36 \text{ г}$$

$$n_{\text{образ.}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = n_{\text{прореаг.}}(\text{SO}_3) = 0,45 \text{ моль (по реакции)}$$

$$m_{\text{образ.}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = n \cdot M = 0,45 \cdot 98 = 44,1 \text{ г}$$

$$m_{\text{в олеуме}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = m_{\text{исх.}}(\text{H}_2\text{SO}_4) + m_{\text{образ.}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 192 + 44,1 = 236,1 \text{ г}$$

Составим пропорцию для вычисления массы SO_3 в 20%-ном олеуме

$$x \text{ г } \text{SO}_3 - 20\%$$

$$236,1 \text{ г } \text{H}_2\text{SO}_4 - 80\%$$

$$m_{\text{в олеуме}}(\text{SO}_3) = 236,1 \cdot 20 : 80 = 59 \text{ г}$$

$$m_{\text{добавл.}}(\text{SO}_3) = m_{\text{прореаг.}}(\text{SO}_3) + m_{\text{в олеуме}}(\text{SO}_3) = 36 + 59 = 95 \text{ г}$$

[50] Уравнение реакции (1): $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4$

Уравнение реакции (2): $2\text{Fe}_3\text{O}_4 + 10\text{H}_2\text{SO}_4 (\text{конц}) = 3\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{SO}_2 \uparrow + 10\text{H}_2\text{O}$

Определим состав олеума и найдем начальные количества SO_3 и H_2SO_4

Пусть $n_{\text{всего}}(\text{SO}_3) = x$ моль, $n_{\text{всего}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = y$ моль

$$\text{Тогда } n(\text{p}^+ \text{ в } \text{SO}_3) = (16 + 8 \cdot 3) \cdot x = 40x \text{ моль, } n(\text{p}^+ \text{ в } \text{H}_2\text{SO}_4) = (1 \cdot 2 + 16 + 8 \cdot 4) \cdot y = 50y \text{ моль}$$

$$n_{\text{всего}}(\text{p}^+) = N : N_A = 58 \text{ моль} \Rightarrow 40x + 50y = 58 \text{ (уравнение 1)}$$

$$m(\text{олеум}) = m_{\text{исх.}}(\text{SO}_3) + m_{\text{исх.}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 80x + 98y \text{ г} \Rightarrow 80x + 98y = 114 \text{ (уравнение 2)}$$

$$\begin{cases} 40x + 50y = 58 \\ 80x + 98y = 114 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 0,2 \text{ моль} \\ y = 1 \text{ моль} \end{cases}$$

$$\begin{cases} 40x + 50y = 58 \\ 80x + 98y = 114 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 0,2 \text{ моль} \\ y = 1 \text{ моль} \end{cases}$$

В составе олеума 0,2 моль SO_3 и 1 моль H_2SO_4

Рассчитаем количество и массу образующейся соли и сернистого газа

$$n_{\text{добав.}}(\text{H}_2\text{O}) = m : M = 26 : 18 = 1,44 \text{ моль} > \text{SO}_3 \text{ в недостатке в реакции (1)}$$

$$n_1(\text{H}_2\text{SO}_4) = n_1(\text{SO}_3) = 0,2 \text{ моль} \Rightarrow n_{\text{всего}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = n_{\text{исх.}}(\text{H}_2\text{SO}_4) + n_1(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1 + 0,2 = 1,2 \text{ моль}$$

$$n_2(\text{Fe}_3\text{O}_4) = m : M = 11,6 : 232 = 0,05 \text{ моль}$$

$$0,05 : 2 < 1,2 : 10 \Rightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4 \text{ в недостатке в реакции (2)}$$

$$n_2(\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3) = n_2(\text{Fe}_3\text{O}_4) \cdot 3 : 2 = 0,05 \cdot 3 : 2 = 0,075 \text{ моль}$$

$$n_2(\text{SO}_2) = n_2(\text{Fe}_3\text{O}_4) \cdot 2 = 0,05 \cdot 2 = 0,1 \text{ моль} \Rightarrow m_2(\text{SO}_2) = n \cdot M = 0,1 \cdot 64 = 6,4 \text{ г}$$

$$m_2(\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3) = n \cdot M = 0,075 \cdot 400 = 30 \text{ г}$$

Рассчитаем массовую долю соли в конечном растворе

$$m_{\text{конеч. р-ра}} = m(\text{олеум}) + m_{\text{добав.}}(\text{H}_2\text{O}) + m(\text{Fe}_3\text{O}_4) - m_2(\text{SO}_2) = 114 + 26 + 11,6 - 6,4 = 145,2 \text{ г}$$

$$\omega(\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3) = m_2(\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3) : m_{\text{конеч. р-ра}} \cdot 100\% = 30 : 145,2 \cdot 100 = 20,66\%$$

[51] Уравнение реакции (1): $\text{BaCO}_3 = \text{CO}_2 \uparrow + \text{BaO}$

Уравнение реакции (2): $\text{BaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ba(OH)}_2$

Уравнение реакции (3): $\text{Ba(OH)}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4 = \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{NaOH}$

$$n(\text{CO}_2) = V : V_M = 4,48 : 22,4 = 0,2 \text{ моль}$$

$$n(\text{BaO}) = n(\text{CO}_2) = 0,2 \text{ моль (по реакции 1)}$$

$$m(\text{BaO}) = n \cdot M = 0,2 \cdot 153 = 30,6 \text{ г}$$

$$n(\text{Ba(OH)}_2) = n(\text{BaO}) = 0,2 \text{ моль (по реакции 2)}$$

$$m(\text{Na}_2\text{SO}_4) = m_{\text{р-ра}} \cdot \omega = 200 \cdot 0,2 = 40 \text{ г}$$

$$n(\text{Na}_2\text{SO}_4) = m : M = 40 : 142 = 0,282 \text{ моль}$$

$$0,2 : 1 < 0,282 : 1 \Rightarrow \text{Ba(OH)}_2 \text{ в недостатке}$$

$$n(\text{BaSO}_4) = n(\text{Ba(OH)}_2) = 0,2 \text{ моль (по реакции 3)}$$

$$m(\text{BaSO}_4) = n \cdot M = 0,2 \cdot 233 = 46,6 \text{ г}$$

$$n(\text{NaOH}) = 2 \cdot n(\text{Ba(OH)}_2) = 0,4 \text{ моль (по реакции 3)}$$

$$m(\text{NaOH}) = n \cdot M = 0,4 \cdot 40 = 16 \text{ г}$$

$$m_{\text{конеч. р-ра}} = m_{\text{добавл.}}(\text{H}_2\text{O}) + m(\text{BaO}) + m_{\text{р-ра}}(\text{Na}_2\text{SO}_4) - m(\text{BaSO}_4) = 100 + 30,6 + 200 - 46,6 = 284 \text{ г}$$

$$\omega(\text{NaOH}) = m(\text{NaOH}) : m_{\text{конеч. р-ра}} \cdot 100\% = 16 : 284 \cdot 100 = 5,63\%$$



[52] Уравнение реакции (1): $2\text{KClO}_3 = 2\text{KCl} + 3\text{O}_2\uparrow$

Уравнение реакции (2): $4\text{KClO}_3 = \text{KCl} + 3\text{KClO}_4$

Вычислим количество вещества реагентов и продуктов реакций

$$\Delta m(\text{навески}) = m(\text{O}_2) = 11,025 - 10,065 = 0,96 \text{ г}$$

$$n(\text{O}_2) = m : M = 0,96 : 32 = 0,03 \text{ моль}$$

$$n_1(\text{KClO}_3) = n(\text{O}_2) \cdot 2 : 3 = 0,03 \cdot 2 : 3 = 0,02 \text{ моль}$$

$$n_1(\text{KCl}) = n_1(\text{KClO}_3) = 0,02 \text{ моль}$$

$$m_1(\text{KCl}) = n \cdot M = 0,02 \cdot 74,5 = 1,49 \text{ г}$$

Пусть x моль KClO_3 подверглось диспропорционированию

$$n_2(\text{KCl}) = n_2(\text{KClO}_3) : 4 = 0,25x \text{ моль}$$

$$n_{\text{общ.}}(\text{KCl}) = n_1(\text{KCl}) + n_2(\text{KCl}) = 0,02 + 0,25x \text{ моль}$$

$$m_{\text{общ.}}(\text{KCl}) = n_{\text{общ.}} \cdot M = (0,02 + 0,25x) \cdot 74,5 = 1,49 + 18,625x \text{ г}$$

$$\omega(\text{KCl}) = m_{\text{общ.}}(\text{KCl}) : m_{\text{р-ра}} = 0,02$$

$$\omega(\text{KCl}) = (1,49 + 18,625x) : (110 \cdot 1 + 10,065) = 0,02$$

$$x = 0,05 \text{ моль } \text{KClO}_3$$

$$n_2(\text{KClO}_4) = n_2(\text{KClO}_3) \cdot 3 : 4 = 0,05 \cdot 3 : 4 = 0,0375 \text{ моль}$$

$$n(\text{ClO}_4^-) = n_2(\text{KClO}_4) = 0,0375 \text{ моль}$$

$$m(\text{ClO}_4^-) = n \cdot M = 0,0375 \cdot 99,5 = 3,73 \text{ г}$$

$$\omega(\text{ClO}_4^-) = m(\text{ClO}_4^-) : m_{\text{тв. остатка}} \cdot 100\% = 3,73 : 10,065 \cdot 100 = 37,06\%$$

[53] Уравнение реакции: $\text{Cu} + \text{HgCl}_2 = \text{Hg}\downarrow + \text{CuCl}_2$

Пусть в реакцию вступило x моль меди

$$n_{\text{прореаг.}}(\text{Cu}) = n_{\text{обр.}}(\text{Hg}) = x \text{ моль}$$

$$m_{\text{прореаг.}}(\text{Cu}) = n \cdot M = 64x \text{ г}$$

$$m_{\text{обр.}}(\text{Hg}) = n \cdot M = 201x \text{ г}$$

$$m_{\text{исх. пласт.}} + m(\text{Hg}) - m(\text{Cu}) = m_{\text{фин. пласт.}}$$

$$50 + 201x - 64x = 52,74$$

$$137x = 2,74$$

$$x = 0,02 \text{ моль}$$

$$m(\text{Cu}) = n \cdot M = 0,02 \cdot 64 = 1,28 \text{ г}$$

[54] Уравнение реакции: $\text{Zn} + \text{CuSO}_4 = \text{ZnSO}_4 + \text{Cu}\downarrow$

Пусть в реакцию вступило x моль цинка

$$n_{\text{прореаг.}}(\text{Zn}) = n_{\text{обр.}}(\text{Cu}) = x \text{ моль}$$

$$m_{\text{прореаг.}}(\text{Zn}) = n \cdot M = 65x \text{ г}$$

$$m_{\text{обр.}}(\text{Cu}) = n \cdot M = 64x \text{ г}$$

$$\Delta m = 25 - 24,83 = 0,17 \text{ г}$$

$$\Delta m = m(\text{Zn}) - m(\text{Cu}) = 0,17 \text{ г}$$

$$65x - 64x = 0,17$$

$$x = 0,17 \text{ моль}$$

$$n_{\text{прореаг.}}(\text{Zn}) = n(\text{CuSO}_4) = 0,17 \text{ моль}$$

$$n(\text{CuSO}_4) = n(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 0,17 \text{ моль}$$

$$m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = M \cdot n = 250 \cdot 0,17 = 42,5 \text{ г}$$

$$m(\text{CuSO}_4) = M \cdot n = 160 \cdot 0,17 = 27,2 \text{ г}$$

$$m_{\text{нач. р-ра}} = m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) + m(\text{H}_2\text{O}) = 42,5 + 130 = 172,5 \text{ г}$$

$$\omega(\text{CuSO}_4) = m(\text{CuSO}_4) : m_{\text{нач. р-ра}} \cdot 100\% = 27,2 : 172,5 \cdot 100 = 15,77\%$$

[55] Уравнение реакции: $2\text{CuSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{Cu}\downarrow + \text{O}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{SO}_4$

$$m(\text{CuSO}_4) = m_{\text{р-ра}} \cdot \omega = 240 \cdot 0,2 = 48 \text{ г}$$

$$n(\text{CuSO}_4) = m : M = 48 : 160 = 0,3 \text{ моль}$$

$$n(\text{O}_2) = V : V_m = 3,36 : 22,4 = 0,15 \text{ моль}$$

Предположим, что в процесс электролиза вступила все соль

Рассчитаем теоретически возможное количество вещества образующегося кислорода

$$n_{\text{теор.}}(\text{O}_2) = n(\text{CuSO}_4) : 2 = 0,3 : 2 = 0,15 \text{ моль}$$

Кислорода в теории образуется столько же, сколько и на практике $\Rightarrow$ полный электролиз соли

$$n(\text{Cu}) = n(\text{CuSO}_4) = 0,3 \text{ моль} \Rightarrow m(\text{Cu}) = M \cdot n = 64 \cdot 0,3 = 19,2 \text{ г}$$

$$m(\text{O}_2) = M \cdot n = 32 \cdot 0,15 = 4,8 \text{ г}$$

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = n(\text{CuSO}_4) = 0,3 \text{ моль} \Rightarrow m(\text{H}_2\text{SO}_4) = M \cdot n = 98 \cdot 0,3 = 29,4 \text{ г}$$

$$m_{\text{конеч. р-ра}} = m_{\text{р-ра}}(\text{CuSO}_4) - m(\text{Cu}) - m(\text{O}_2) = 240 - 19,2 - 4,8 = 216 \text{ г}$$

$$\omega(\text{H}_2\text{SO}_4) = m(\text{H}_2\text{SO}_4) : m_{\text{конеч. р-ра}} \cdot 100\% = 29,4 : 216 \cdot 100 = 13,61\%$$



[56] Уравнение реакции (1): $\text{CuCl}_2 = \text{Cu} \downarrow + \text{Cl}_2 \uparrow$

Уравнение реакции (2): $2\text{KCl} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{KOH} + \text{H}_2 \uparrow$

$$n(\text{H}_2) = V : V_M = 3,36 : 22,4 = 0,15 \text{ моль}$$

$$n_{\text{прореаг.}}(\text{KCl}) = 2 \cdot n(\text{H}_2) = 2 \cdot 0,15 = 0,3 \text{ моль (по реакции 2)}$$

$$m_{\text{прореаг.}}(\text{KCl}) = M \cdot n = 74,5 \cdot 0,3 = 22,35 \text{ г}$$

$$m_{\text{ост.}}(\text{KCl}) = m_{\text{р-ра}} \cdot \omega = 200 \cdot 0,0224 = 4,48 \text{ г}$$

$$m_{\text{исх.}}(\text{KCl}) = 22,35 + 4,48 = 26,83 \text{ г}$$

$$n_{\text{общ.}}(\text{Cl}_2) = V : V_M = 7,392 : 22,4 = 0,33 \text{ моль}$$

$$n_2(\text{Cl}_2) = n(\text{H}_2) = 0,15 \text{ моль (по реакции 2)}$$

$$n_1(\text{Cl}_2) = n_{\text{общ.}}(\text{Cl}_2) - n_2(\text{Cl}_2) = 0,33 - 0,15 = 0,18 \text{ моль}$$

$$n(\text{CuCl}_2) = n_1(\text{Cl}_2) = 0,18 \text{ моль (по реакции 1)}$$

$$m(\text{CuCl}_2) = M \cdot n = 135 \cdot 0,18 = 24,3 \text{ г}$$

$$m_{\text{прим.}} = m_{\text{тех. смеси}} - m_{\text{исх.}}(\text{KCl}) - m(\text{CuCl}_2) = 56 - 26,83 - 24,3 = 4,87 \text{ г}$$

$$\omega_{\text{прим.}} = m_{\text{прим.}} : m_{\text{тех. смеси}} \cdot 100\% = 4,87 : 56 \cdot 100 = 8,7\%$$

[57] Уравнение реакции (1): $\text{K}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} = 2\text{KOH}$

Уравнение реакции (2): $2\text{KCl} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2 \uparrow + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{KOH}$

Вычислим количества исходных веществ

Пусть $n(\text{K}_2\text{O}) = x$ моль, тогда $n(\text{KCl}) = 2,5x$ моль, $n(\text{KNO}_3) = 2x$ моль (по соотношению в условии)

$$m_{\text{смеси}} = m(\text{K}_2\text{O}) + m(\text{KCl}) + m(\text{KNO}_3)$$

$$94 \cdot x + 74,5 \cdot 2,5x + 101 \cdot 2x = 19,29 \Rightarrow x = 0,04 \text{ моль}$$

$$n(\text{K}_2\text{O}) = 0,04 \text{ моль}$$

$$n(\text{KCl}) = 0,1 \text{ моль}$$

$$n(\text{KNO}_3) = 0,08 \text{ моль}$$

$$n(\text{H}_2) = V : V_M = 0,896 : 22,4 = 0,04 \text{ моль}$$

Вычислим массу щелочи

$$n_1(\text{KOH}) = 2 \cdot n(\text{K}_2\text{O}) = 0,08 \text{ моль}$$

Если электролизу подвергнется весь KCl, то $n(\text{H}_2) = 0,5 \cdot n(\text{KCl}) = 0,05 \text{ моль}$

$0,04 < 0,05 \Rightarrow$ электролиз неполный

$$n_2(\text{KOH}) = 2 \cdot n(\text{H}_2) = 0,08 \text{ моль (по реакции 2)}$$

$$n_{\text{общ.}}(\text{KOH}) = 0,08 + 0,08 = 0,16 \text{ моль}$$

$$m_{\text{общ.}}(\text{KOH}) = n \cdot M = 0,16 \cdot 56 = 8,96 \text{ г}$$

Вычислим массу конечного раствора и массовую долю щелочи в нем

$$m_{\text{конеч. р-ра}} = m(\text{смеси}) + m(\text{H}_2\text{O}) - m(\text{H}_2) - m(\text{Cl}_2)$$

$$m_{\text{конеч. р-ра}} = 19,29 + 100 - 0,04 \cdot 2 - 0,04 \cdot 71 = 116,37 \text{ г}$$

$$\omega(\text{KOH}) = m(\text{KOH}) : m_{\text{конеч. р-ра}} \cdot 100\% = 8,96 : 116,37 \cdot 100\% = 7,7\%$$

[58] Уравнение реакции (1): $2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2 \uparrow + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{NaOH}$

Уравнение реакции (2): $2\text{NaOH} + \text{CuSO}_4 = \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$

Вычислим количества исходных веществ

$$m(\text{NaCl}) = m_{\text{р-ра}} \cdot \omega = 390 \cdot 0,15 = 58,5 \text{ г}$$

$$n(\text{NaCl}) = m : M = 58,5 : 58,5 = 1 \text{ моль}$$

Если NaCl потратится полностью то: $n(\text{H}_2) = 0,5 \text{ моль}$, $n(\text{Cl}_2) = 0,5 \text{ моль}$

$$\Delta m_{(\text{р-ра})} = 2 \cdot 0,5 + 71 \cdot 0,5 = 36,5 \text{ г}$$

$21,9 \text{ г} < 36,5 \text{ г}$ (по условию задачи) $\Rightarrow$ **неполный** электролиз.

Для расчёта количества NaCl вводим переменную.

$$n(\text{H}_2) = x \text{ моль} \Rightarrow m(\text{H}_2) = n \cdot M = 2 \cdot x = 2x \text{ г}$$

$$n(\text{Cl}_2) = x \text{ моль} \Rightarrow m(\text{Cl}_2) = n \cdot M = 71 \cdot x = 71x \text{ г}$$

$$\Delta m_{(\text{р-ра})} = 2x + 71x = 21,9 \text{ г} \Rightarrow x = 0,3 \text{ моль}$$

$$n(\text{NaOH}) = 2 \cdot n(\text{H}_2) = 2 \cdot 0,3 = 0,6 \text{ моль}$$

$$n_{\text{ост.}}(\text{NaCl}) = 1 - 0,6 = 0,4 \text{ моль} \Rightarrow m(\text{H}_2) = n \cdot M = 0,4 \cdot 58,5 = 23,4 \text{ г}$$

Рассчитаем количество вещества и массу осадка

$$m(\text{CuSO}_4) = m_{\text{р-ра}} \cdot \omega = 160 \cdot 0,2 = 32 \text{ г}$$

$$n(\text{CuSO}_4) = m : M = 32 : 160 = 0,2 \text{ моль}$$

$0,6 : 2 > 0,2 : 1 \Rightarrow \text{CuSO}_4$ в недостатке

$$m(\text{Cu}(\text{OH})_2) = 0,2 \cdot 98 = 19,6 \text{ г}$$

Рассчитаем массу конечного раствора и массовую долю хлорида натрия в нем

$$m_{\text{конеч. р-ра}} = m_{\text{нач. р-ра}} + m_{\text{р-ра}}(\text{CuSO}_4) - m(\text{H}_2) - m(\text{Cl}_2) - m(\text{Cu}(\text{OH})_2)$$

$$m_{\text{конеч. р-ра}} = 390 + 160 - 21,9 - 19,6 = 508,5 \text{ г}$$

$$\omega(\text{NaCl}) = m_{\text{ост.}}(\text{NaCl}) : m_{\text{конеч. р-ра}} \cdot 100\% = 23,4 : 508,5 \cdot 100\% = 4,6\%$$



[59] Для того, чтобы записать уравнение реакции, нужно определить, какой из реагентов в избытке

$$m(\text{ZnSO}_4) = m_{\text{р-ра}} \cdot \omega = 80,5 \cdot 0,14 = 11,27 \text{ г}$$

$$m_{\text{р-ра}}(\text{KOH}) = \rho \cdot V = 142,86 \cdot 1,12 = 160 \text{ г}$$

$$m(\text{KOH}) = \omega \cdot m_{\text{р-ра}} = 0,21 \cdot 160 = 33,6 \text{ г}$$

$$n(\text{ZnSO}_4) = m : M = 11,27 : 161 = 0,07 \text{ моль}$$

$$n(\text{KOH}) = m : M = 33,6 : 56 = 0,6 \text{ моль}$$

$$n(\text{ZnSO}_4) : n(\text{KOH}) = 0,07 : 0,6 = 1 : 8,57 \Rightarrow \text{KOH в большом избытке}$$

Уравнение реакции: $\text{ZnSO}_4 + 4\text{KOH} = \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{K}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$

$$n(\text{K}_2\text{SO}_4) = n(\text{ZnSO}_4) = 0,07 \text{ моль}$$

$$n(\text{K}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]) = n(\text{ZnSO}_4) = 0,07 \text{ моль}$$

[60] Уравнение реакции (1): $2\text{Al} + 3\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 = 2\text{Al}(\text{NO}_3)_3 + 3\text{Zn} \downarrow$

Пусть в реакцию вступило x моль алюминия

$$n_{\text{обр.}}(\text{Zn}) = n_{\text{прореаг.}}(\text{Al}) \cdot 3 : 2 = 1,5x \text{ моль}$$

$$m_{\text{обр.}}(\text{Zn}) = n \cdot M = 1,5x \cdot 65 = 97,5x \text{ г}$$

$$m_{\text{прореаг.}}(\text{Al}) = n \cdot M = 27x \text{ г}$$

$$\Delta m = m(\text{Zn}) - m(\text{Al}) = 5,64 \text{ г}$$

$$97,5x - 27x = 5,64$$

$$x = 0,08 \text{ моль}$$

Рассчитаем состав пластинки после реакции

$$n_{\text{обр.}}(\text{Zn}) = 1,5 \cdot 0,08 = 0,12 \text{ моль}$$

$$n_{\text{прореаг.}}(\text{Al}) = 0,08 \text{ моль}$$

$$n_{\text{нач.}}(\text{Al}) = m : M = 18,36 : 27 = 0,68 \text{ моль}$$

$$n_{\text{ост.}}(\text{Al}) = n_{\text{нач.}}(\text{Al}) - n_{\text{прореаг.}}(\text{Al}) = 0,68 - 0,08 = 0,6 \text{ моль}$$

Рассчитаем количество вещества и массу солей в растворе после полного растворения пластинки

Уравнение реакции (2): $2\text{Al} + 2\text{NaOH} + 6\text{H}_2\text{O} = 2\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] + 3\text{H}_2 \uparrow$

Уравнение реакции (3): $\text{Zn} + 2\text{NaOH} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4] + \text{H}_2 \uparrow$

$$n(\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]) = n_{\text{ост.}}(\text{Al}) = 0,6 \text{ моль (по реакции 2)}$$

$$m(\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]) = n \cdot M = 0,6 \cdot 118 = 70,8 \text{ г}$$

$$n_2(\text{H}_2) = n_{\text{ост.}}(\text{Al}) \cdot 3 : 2 = 0,6 \cdot 3 : 2 = 0,9 \text{ моль}$$

$$n(\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]) = n_{\text{обр.}}(\text{Zn}) = 0,12 \text{ моль (по реакции 2)}$$

$$m(\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]) = n \cdot M = 0,12 \cdot 179 = 21,48 \text{ г}$$

$$n_3(\text{H}_2) = n_{\text{обр.}}(\text{Zn}) = 0,12 \text{ моль}$$

$$m_{\text{всего}}(\text{H}_2) = n \cdot M = (0,9 + 0,12) \cdot 2 = 2,04 \text{ г}$$

$$m_{\text{конеч. р-ра}} = m_{\text{р-ра}}(\text{NaOH}) + m_{\text{пластинки}} + \Delta m_{\text{пластинки}} - m_{\text{всего}}(\text{H}_2)$$

$$m_{\text{конеч. р-ра}} = 280 + 18,36 + 5,64 - 2,04 = 301,96 \text{ г}$$

$$\omega(\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]) = m(\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]) : m_{\text{конеч. р-ра}} \cdot 100\% = 70,8 : 301,96 \cdot 100\% = 23,45\%$$

$$\omega(\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]) = m(\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]) : m_{\text{конеч. р-ра}} \cdot 100\% = 21,48 : 301,96 \cdot 100\% = 7,11\%$$



Сборник 30+10 вариантов: для подготовки к ЕГЭ

♥ 360 страниц А4, линии №1–34.

♥ Вопросы разного уровня сложности.



stepenin.ru/sbornik30

