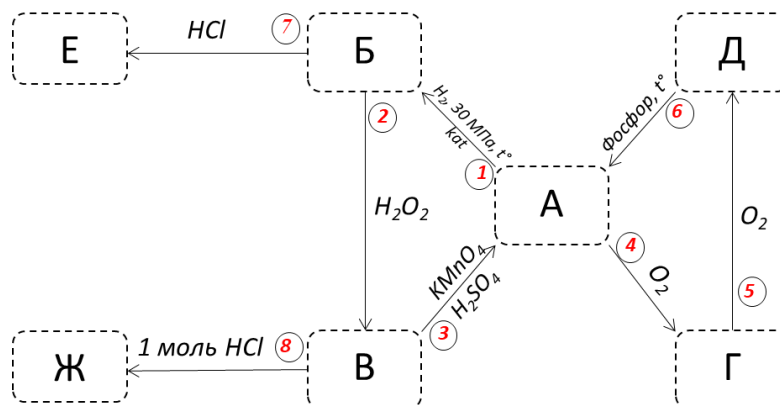


9 класс
Вариант №1

Задание 9-1



На приведенной схеме представлены превращения веществ А-Ж, содержащие в своем составе неизвестный элемент А. А – простое вещество, образованное элементом А. Вещества Б, В – водородные соединения элемента А. Вещество В имеет плотность по воздуху 1,105 и содержит 87,5 масс.% элемента А. Вещества Б, В, Г, Д – бинарные соединения. Вещества Е, Ж – соли.

1. Установите формулы веществ А-Ж.

Обозначение	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж
Вещество							

2. Приведите вычисление молекулярной формулы вещества В.

3. Напишите уравнения приведенных на схеме реакций (1-8).

Решение

1. А – N₂

Б – NH₃

В – N₂H₄

Г – NO

Д – NO₂

Е – NH₄Cl

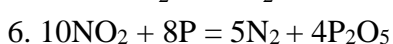
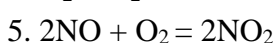
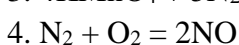
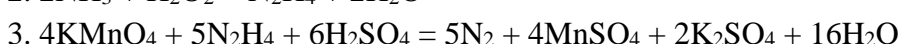
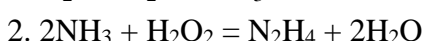
Ж – [N₂H₅]Cl

2. Молярная масса вещества В $1,105 \cdot 29 = 32$ г/моль

Соотношения элементов N:H = $87,5/14 : 12,5/1 = 6,25 : 12,5 = 1:2$

Простейшая формула NH₂; Молекулярная формула N₂H₄

3. Уравнения реакций:



Система оценивания:

1. За правильно записанные вещества **A-E** по 1 баллу (6 баллов)
За вещество **Ж** 2 балла
2. Вычисления молекулярной формулы **B** – 2 балла
3. За уравнения реакций 1-2 и 4-7 по 1 баллу (6 баллов)
За уравнения реакций 3 и 8 – по 2 балла (4 балла)

Задание 9-2

Некоторое химическое соединение состоит из трех элементов **X**, **Y** и **Z**. Их массовые доли равны 23,31 %, 42,11 % и 34,59 % соответственно.

Известно, что в 2,359 г атомов элемента **X** суммарное число элементарных частиц (e , p , n) составляет $2,108 \cdot 10^{24}$, а один атом содержит 46 элементарных частиц.

Масса одного атома элемента **Y** составляет $2,656 \cdot 10^{-23}$ г.

Число протонов и нейтронов в атоме элемента **Z** отличается на единицу. Элемент **Z** образует катион, в котором количество электронов и протонов различается на единицу.

Также известно, что элементы **X** и **Z** находятся в одном периоде.

1. С помощью расчетов определите элементы **X**, **Y**, **Z**.
2. Вычислите и установите молекулярную формулу неизвестного соединения.
3. Изобразите структурную формулу этого соединения.

Решение

1. Элемент **X** – это фосфор P;

Число элементарных частиц в атоме фосфора:

$$15 \text{ электронов} + 15 \text{ протонов} + 16 \text{ нейтронов} = 46.$$

К этому же выводу мы придем, вычислив молярную массу элемента на основе данных о том, что $2,108 \cdot 10^{24}$ элементарных частиц элемента имеет массу 2,359 г. Число атомов элемента в 46 раз меньше числа элементарных частиц:

$$N_{\text{атомов X}} = 2,108 \cdot 10^{24} / 46 = 4,583 \cdot 10^{22}.$$

Количество вещества:

$$n(\text{X}) = N / N_A = 4,583 \cdot 10^{22} / 6,02 \cdot 10^{23} = 0,0761 \text{ моль}.$$

Молярная масса X:

$$M(\text{X}) = m / n = 2,359 / 0,0761 = 31 \text{ г/моль}.$$

Найдем молярную массу элемента **Y**:

$$M(\text{Y}) = m_{\text{атома}} \cdot N_A = 2,656 \cdot 10^{-23} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 16 \text{ г/моль}.$$

Элемент **Y** – это кислород O.

Элемент **Z** образует катион с зарядом +1, и, как и находится в том же периоде, что и фосфор, т.е. в третьем периоде. Элемент **Z** – это натрий Na. Число протонов в атоме натрия равно 11, число нейтронов – 12, что соответствует условию задачи.

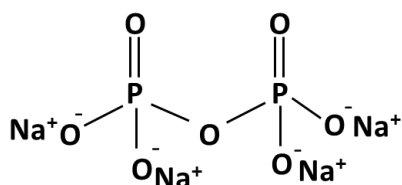
2. Запишем формулу вещества как $\text{X}_x\text{Y}_y\text{Z}_z$.

Найдем соотношение индексов:

$$x : y : z = \frac{23,31}{31} : \frac{42,11}{16} : \frac{34,59}{23} = 0,7519 : 2,632 : 1,504 = 1 : 3,5 : 2 = 2 : 7 : 4.$$

Молекулярная формула $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$.

3. Структурная формула



Система оценивания:

1. За определение элемента **X**, с использованием всех физических данных – 8
(За определение элемента **X** только исходя из 46 элементарных частиц – 4)
За определение элемента **Y** – 4 балла
За определение элемента **Z** – 2 балла
2. Установление формулы с вычислением – 3 балла
3. Структурная формула – 3 балла

Задание 9-3

В лабораторный химический реактор, имеющий размеры 20x15x10 см, ввели 59,4 г фосгена COCl_2 . Температуру в реакторе повысили до 700°C , в результате чего началась обратимая реакция разложения данного вещества. Через некоторое время в реакторе установилось равновесие. Константа равновесия при указанной температуре равна 3.

1. Запишите уравнение протекающей реакции.
2. Вычислите равновесные концентрации (моль/л) всех компонентов образовавшейся смеси.
3. Приведите массу (г) всех веществ в реакторе при равновесии.

Решение

1. Уравнение реакции: $\text{COCl}_2 \rightleftharpoons \text{CO} + \text{Cl}_2$

2. Рассчитаем количество вещества фосгена:

$$M(\text{COCl}_2) = 99 \text{ г/моль}; \quad n = 59,4/99 = 0,6 \text{ моль.}$$

Объем реактора: $V = 2 \cdot 1,5 \cdot 1 \text{ дм}^3 = 3 \text{ дм}^3 = 3 \text{ л.}$

Начальная концентрация фосгена $0,6/3 = 0,2 \text{ моль/л.}$

К моменту равновесия концентрация COCl_2 уменьшится на x , а концентрации CO и Cl_2 увеличатся на эту величину.

Выражение для константы равновесия:

$$K = [\text{CO}] [\text{Cl}_2] / [\text{COCl}_2]$$

$$3 = x^2 / (0,2 - x)$$

Находим корни квадратного уравнения ($x^2 + 3x - 0,6 = 0$):

$$x_{1,2} = -3,19 \text{ и } 0,1882.$$

Равновесные концентрации: $[\text{CO}] = [\text{Cl}_2] = x = 0,1882 \text{ моль/л;}$

$$[\text{COCl}_2] = 0,2 - x = 0,0118 \text{ моль/л.}$$

3. Количество вещества всех реагентов в реакторе объемом 3 л при равновесии:

$$n(\text{COCl}_2) = 0,0354 \text{ моль}; n(\text{CO}) = n(\text{Cl}_2) = 0,565 \text{ моль}.$$

Масса реагентов при равновесии:

$$m(\text{COCl}_2) = 3,50 \text{ г}; m(\text{CO}) = 15,82 \text{ г}; m(\text{Cl}_2) = 40,12 \text{ г}.$$

Система оценивания:

1. Написание уравнения реакции – 2 балла
2. Расчет равновесной концентрации COCl_2 – 8 баллов
Расчет равновесных концентраций CO и Cl_2 – по 2 балла
3. Расчет массы каждого вещества – по 2 балла

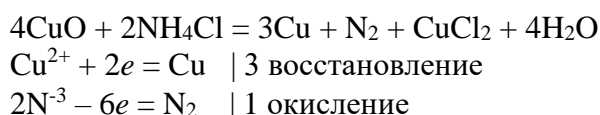
Задание 9-4

Для получения металлической меди ученик решил провести реакцию хлорида аммония и оксида меди(II) при нагревании. Для этого он приготовил смесь указанных веществ, поместил их в пробирку с газоотводной трубкой и начал нагревать ее в пламени спиртовой горелки. Выделяющиеся из пробирки газообразные продукты реакции он пропустил через стакан с ледяной водой. При этом масса содержимого в стакане увеличилась на 1 грамм, а кислотность воды в стакане не изменилась. После проведения опыта и охлаждения пробирки ученик добавил воду к твердому содержимому пробирки и обнаружил в ней кроме меди раствор голубого цвета.

1. Определите, какие вещества были получены учеником в результате опыта. Напишите уравнение химической реакции и уравняйте его методом электронного баланса.
2. Объясните, почему увеличилась масса воды в стакане, а кислотность воды после пропускания через нее газообразных продуктов осталась без изменений.
3. Рассчитайте массу оксида меди(II) в исходной смеси и массу полученной меди.
4. Рассчитайте, какую максимальную массу меди можно получить из оксида меди(II), взятого учеником в опыте.

Решение

1. Уравнение реакции:



2. Масса содержимого в стакане увеличилась на массу выделившейся в реакции H_2O . Азот не растворился в воде.

3. Рассчитаем массы CuO и Cu .

$$n(\text{H}_2\text{O}) = m(\text{H}_2\text{O})/M(\text{H}_2\text{O}) = 1/18 = 0,0556 \text{ моль}.$$

$$n(\text{CuO}) = n(\text{H}_2\text{O}) = 0,0556 \text{ моль}.$$

$$n(\text{Cu}) = \frac{3}{4} \cdot n(\text{H}_2\text{O}) = 0,0417 \text{ моль}.$$

$$m(\text{CuO}) = n(\text{CuO}) \cdot M(\text{CuO}) = 0,0556 \cdot 80 = 4,45 \text{ г}.$$

$$m(\text{Cu}) = n(\text{Cu}) \cdot M(\text{Cu}) = 0,0417 \cdot 64 = 2,67 \text{ г.}$$

4. Расчет теоретической массы меди

$$n_{\text{теор}}(\text{Cu}) = n(\text{CuO}) = 0,0556 \text{ моль.}$$

$$m_{\text{теор}}(\text{Cu}) = n_{\text{теор}}(\text{Cu}) \cdot M(\text{Cu}) = 0,0556 \cdot 64 = 3,56 \text{ г.}$$

Система оценивания:

1. Определены продукты реакции **CuCl₂, N₂, H₂O** – по 2 баллу
Полуреакция окисления – 1 балл
Полуреакция восстановления – 1 балл
Правильно подобраны коэффициенты в ОВР реакции – 2 балла
2. Ответ на вопрос, почему увеличилась масса – 2 балла
Ответ на вопрос, почему не изменилась кислотность – 2 балла
3. За расчет **m(CuO)** – 2 балла
m(Cu) – 2 балла
m_{теор}(Cu) – 2 балла

Задание 9-5

Перед Вами данные о растворимости безводных солей в воде.

t °С	0	20	40	60	80	100
$m(\text{Na}_2\text{SO}_4)$ г/л H ₂ O	50	194	488	453	437	425
$m(\text{BaCl}_2)$ г/л H ₂ O	316	362	412	464	522	582

1. Насыщенный при 40 °С раствор сульфата натрия приготовили, растворив в 100 мл воды некоторую массу десятиводного кристаллогидрата этой соли. Вычислите массу взятого кристаллогидрата.
2. Приготовленный насыщенный раствор поделили пополам, первую половину охладили до 0 °С, а вторую нагрели до 100 °С. Вычислите, какие массы осадков выпали в первом и втором случае, если известно, что в при 0 °С выпадает десятиводный кристаллогидрат, а при 100 °С – безводная соль.
3. Раствор из первого стакана отфильтровали и прибавили к нему равный по массе насыщенный раствор хлорида бария. Все манипуляции проводили при температуре 0 °С. С раствором из второго стакана провели аналогичные действия, но при температуре 100 °С. Рассчитайте, какие массы осадков образовались в первом и втором стаканах.
4. Упомянутые в задаче вещества встречаются в природе в виде минералов. Приведите их названия.
5. Традиционное название декагидрата сульфата натрия связано с его поведением при нагревании выше 30 °С. Что происходит при этой температуре?

Решение

1. x – масса кристаллогидрата $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$

массовая доля Na_2SO_4 в кристаллогидрате 0,441, массовая доля воды 0,559.

Нужно добавить 290,3 г $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$.

2. А) Половина раствора имеет массу $390,3/2 = 195,15$ г, содержит 32,8 % Na_2SO_4 , или 64 г соли, остальное 131,15 г H_2O .

После выпадения осадка кристаллогидрата массой y масса раствора уменьшится на y и станет равной $(195,15 - y)$. Масса Na_2SO_4 уменьшится на $0,441y$. Массовая доля Na_2SO_4 в насыщенном при 0 град. растворе: $5/105 = 0,0476$.

Решаем уравнение:

$$(64 - 0,441 y) / (195,15 - y) = 0,0476.$$

Находим $y = 139,1$ г.

Б) Половина раствора имеет массу $390,3/2 \text{ г} = 195,15$, содержит 32,8 % Na_2SO_4 , или 64 г соли, остальное 131,15 г H_2O .

Пусть y – масса безводной соли, которая выпадет в осадок при нагревании до 100 град.

Тогда масса оставшейся в растворе соли $(64 - y)$, масса раствора $(195,15 - y)$. Массовая доля Na_2SO_4 в насыщенном при 100 град. растворе $42,5/142,5 = 0,298$.

Решаем уравнение:

$$(64 - y) / (195,15 - y) = 0,298.$$

$y = 8,33$ г.

3. А) Масса раствора в стакане после выпадения осадка $195,15 - 139,1 = 56,05$ г, масса Na_2SO_4 в растворе 2,668 г.

$$n(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 2,668/142 = 0,0188 \text{ моль}$$

Масса раствора BaCl_2 тоже 56,05 г, массовая доля BaCl_2 там $31,6/131,6 = 0,240$.

$$\text{Масса BaCl}_2: 56,05 \cdot 0,240 = 13,452 \text{ г.}$$

$$n(\text{BaCl}_2) = 13,452/208 = 0,0647 \text{ моль.}$$

Уравнение реакции: $\text{BaCl}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4 = \text{BaSO}_4 + 2\text{NaCl}$

Na_2SO_4 в недостатке, получим 0,0188 моль BaSO_4

$$m(\text{BaSO}_4) = 0,0188 \cdot 233 = 4,38 \text{ г.}$$

Б) Масса раствора в стакане после выпадения осадка $195,15 - 8,33 = 186,82$ г, масса Na_2SO_4 в растворе 55,67 г.

$$n(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 55,67/142 = 0,392 \text{ моль}$$

Масса раствора BaCl_2 тоже 186,82 г, массовая доля BaCl_2 там $58,2/158,2 = 0,3679$.

$$\text{Масса BaCl}_2 \quad 186,82 \cdot 0,3679 = 68,73 \text{ г}$$

$$n(\text{BaCl}_2) = 68,73/208 = 0,330 \text{ моль}$$

Уравнение реакции: $\text{BaCl}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4 = \text{BaSO}_4 + 2\text{NaCl}$.

BaCl_2 в недостатке, получим 0,330 моль BaSO_4 .

$$m(\text{BaSO}_4) = 0,330 \cdot 233 = 76,89 \text{ г.}$$

4. $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ – мирабилит;

Na_2SO_4 – тенарит (тенардит);

BaSO_4 – барит.

5. В области этой температуры происходит перегиб на кривой растворимости: до точки перегиба растворимость увеличивается с ростом температуры, а после нее – растворимость с ростом температуры несколько понижается.

Система оценивания:

1. Расчет массы кристаллогидрата (290,3 г) – 2 балла
 2. Расчет массы осадка в 1 стакане (139,1 г) – 2 балла
Расчет массы осадка в 2 стакане (8,33 г) – 2 балла
 3. Расчет массы осадка в 1 стакане (4,38 г) – 4 балла (2 балла за $n(\text{BaCl}_2)$ и 2 балла за $m(\text{BaSO}_4)$)
Расчет массы осадка в 2 стакане (76,89 г) – 4 балла (2 балла за $n(\text{BaCl}_2)$ и 2 балла за $m(\text{BaSO}_4)$)
 4. За каждое название по 1 баллу (3 балла)
 5. За ответ на вопрос – 3 балла
-