

Всероссийская олимпиада школьников по химии
Школьный этап, 9 класс
04 октября 2017 года

Решение задач.

Задание 1.

1. Для отделения спирта от воды можно использовать метод:
- 1) фильтрации
 - 2) декантации
 - 3) дистилляции
 - 4) сублимации
2. Выберите утверждение, в котором говорится о кислороде как о простом веществе.
- 1) Кислород поддерживает горение.
 - 2) Кислород входит в состав углекислого газа
 - 3) Кислород расположен в периодической таблице рядом с азотом
 - 4) Атом кислорода имеет 8 электронов
3. В каком из образцов одинаковой массы – золота или серебра – содержится больше атомов? Запишите символ элемента, соответствующего правильному ответу.
4. Сколько граммов кислорода необходимо для полного взаимодействия с 11,2 л (при н.у.) водорода? Ответ округлите до целых.
5. В некотором соединении на один атом серы приходится два атома кислорода. Соотношение масс серы и кислорода в этой молекуле равно:
- 1) 1:1
 - 2) 1:2
 - 3) 2:1
 - 4) 2:3

Решение:

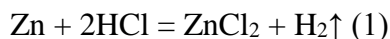
Задание	Содержание верного ответа	Баллы
1	3	5
2	2	5
3	Ag	5
4	4	5
5	1	5
Итого		25

Задание 2.

Имеется 120 г смеси песка, цинка и металлического кальция. Каков количественный состав этой смеси, если при обработке ее избытком водного раствора хлороводородной кислоты выделяется 26,88 л газа (н.у.) и остается 62 г нерастворимого осадка.

Решение:

1) В избытке хлороводородной кислоты не растворяется песок (SiO_2) и полностью растворяется цинк и кальций



2) На массу песка в исходной смеси приходится 62 г, а суммарная масса прореагировавших Zn и Ca равна 58 г.

3) Пусть в исходной смеси содержится x моль Zn и y моль Ca. В соответствии с уравнениями реакций (1) и (2) количество выделившегося водорода также составляет x моль (для первой реакции) и y моль (для второй реакции). В соответствии с условием задания

$$26,88/22,4 = x + y (3)$$

Зная суммарную массу прореагировавших Zn и Ca, можно записать

$$65x + 40y = 58 (4)$$

4) Решая совместно уравнения (3) и (4), окончательно получим $x = 0,4$ моль, $y = 0,8$ моль.

Этому количеству цинка и кальция соответствуют их массы, равные

$$m(\text{Zn}) = 0,4 \text{ моль} \cdot 65 \text{ г/моль} = 26 \text{ г}$$

$$m(\text{Ca}) = 0,8 \text{ моль} \cdot 40 \text{ г/моль} = 32 \text{ г}$$

баллы

Указания к оцениванию:

Элемент решения	Баллы
За правильное написание уравнений реакций по 3 балла	6
Расчёт количества вещества водорода	4
Составление формулы нахождения массы смеси	3
Решение системы уравнений и нахождение количества вещества металлов	5
Вычисление массы цинка и кальция	2
Итого	20

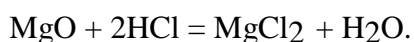
Задание 3.

Хлорофилл – зеленый пигмент растений, участвующий в процессе фотосинтеза – представляет собой сложное органическое соединение с молярной массой 892 г/моль. В состав хлорофилла входят (по массе): Mg – 2,69%, C – 73,99%, O – 8,97%, N – 6,27%, остальное – водород.

1. Рассчитайте, сколько атомов магния содержится в одной молекуле хлорофилла.
2. Выведите простейшую формулу хлорофилла.
3. Твердый остаток, полученный при сжигании 100 г хлорофилла, растворили в 200 г 10%-ой соляной кислоты. Рассчитайте массовые доли веществ в полученном растворе.

Решение:

1. Поскольку молярная масса хлорофилла составляет 892 г/моль, то на магний приходится $892 \times 0,0269 = 24$ г/моль, что соответствует одному атому магния в молекуле (поскольку молярная масса магния равна 24 г/моль).
2. Аналогично рассчитаем из данных задачи брутто-формулу хлорофилла $\text{MgC}_{55}\text{H}_{72}\text{O}_5\text{N}_4$.
3. Сжигание сложных веществ чаще всего приводит к образованию оксидов тех элементов, которые образуют исходное вещество. Таким образом, твердым продуктом сжигания хлорофилла может быть только MgO, который реагирует с соляной кислотой уравнению:



В 100 г хлорофилла содержится $100 \times 0,0269 = 2,69$ г или $2,69/24 = 0,112$ моль атомов магния. Отсюда следует, что $n(\text{MgCl}_2) = n(\text{MgO}) = n(\text{Mg}) = 0,112$ моль.

В свою очередь соляной кислоты введено в реакцию:

$$m(\text{HCl}) = 200 \times 0,10 = 20 \text{ г}, n(\text{HCl}) = 20/36,5 = 0,548 \text{ моль}.$$

По уравнению реакции видно, что соляная кислота взята в избытке. Избыток кислоты составил:

$$n(\text{HCl})_{\text{изб}} = 0,548 - 2 \times 0,112 = 0,324 \text{ моль}, m(\text{HCl})_{\text{изб}} = 0,324 \times 36,5 = 11,826 \text{ г}.$$

Масса раствора, полученного после реакции, складывается из массы раствора соляной кислоты и массы растворенного оксида магния:

$$m(\text{р-ра}) = 200 + 0,112 \times 40 = 204,5 \text{ г}.$$

В конечном растворе присутствуют хлорид магния массой $0,112 \times 95 = 10,64$ г непрореагировавшая соляная кислота. Их массовые доли в растворе составляют:

$$\omega(\text{MgCl}_2) = 10,64/204,5 = 0,052 \text{ (5,2\%)}$$

$$\omega(\text{HCl}) = 11,826/204,5 = 0,0578 \text{ (5,78\%)}$$

Указания к оцениванию:

Расчёт числа атомов магния в молекуле хлорофилла	2 балла
Расчёт брутто-формулы молекулы хлорофилла	3 балла
Формула твёрдого остатка	3 балла
Уравнение реакции с соляной кислотой	2 балла
Расчёт массы хлорида магния	3 балла

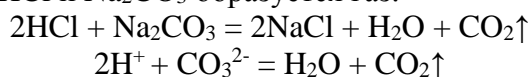
Расчёт массы соляной кислоты	3 балла
Расчёт массы раствора	3 балла
Расчёт массовой доли хлорида магния	3 балла
Расчёт массовой доли соляной кислоты	3 балла
Итого	25 баллов

Задание 4.

Известно, что в четырех пробирках под номерами 1, 2, 3 и 4 находятся растворы HCl, CaCl₂, KCl, FeCl₃. Однако не известно, какое именно вещество находится в каждой конкретной пробирке. В каждую из пробирок добавили раствор карбоната натрия. В пробирке 1 визуальных изменений не произошло, в пробирке 2 образовался осадок, в пробирке 3 образовался газ, а в пробирке 4 одновременно произошло образование осадка и выделение газа. Определите, какое вещество находится в каждой пробирке. Ответ проиллюстрируйте соответствующими уравнениями реакций в молекулярной и сокращенной ионной формах.

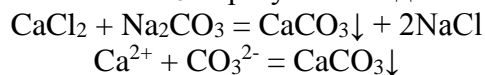
Решение:

1) При взаимодействии HCl и Na₂CO₃ образуется газ:



В пробирке 3 – HCl.

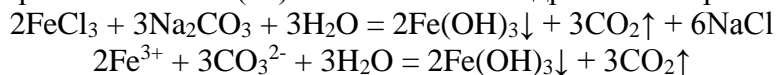
2) При взаимодействии CaCl₂ и Na₂CO₃ образуется осадок:



В пробирке 2 - CaCl₂.

3) При сливании водных растворов KCl и Na₂CO₃ не происходит химической реакции. Поэтому в пробирке 1 – KCl.

4) При сливании водных растворов FeCl₃ и Na₂CO₃ одновременно образуется осадок и выделяется газ. Реакция между FeCl₃ и Na₂CO₃ протекает с промежуточным образованием карбоната железа (III) и мгновенным гидролизом образовавшейся соли



В пробирке 4 - FeCl₃.

Указания к оцениванию:

Элемент решения	Баллы
За правильное определение веществ в пробирках по 3 балла	12
Правильное написание молекулярных уравнений по 3 балла	9
Правильное написание сокращенных ионных уравнений по 3 балла	9
Итого	30