

4. Серый порошок представляет из себя смесь двух бинарных соединений, содержащих одни и те же элементы. При реакции с водой навески данного порошка выделился газ с плотностью по водороду 15.86 и образовался белый осадок. Осадок отфильтровали и взвесили. Масса осадка составила 16.8 г. После прокаливания масса осадка уменьшилась на 5.2 г. Выделившийся газ разделили на две части. Часть пропустили через раствор бромной воды. Бромная вода обесцветилась. Однако газ не полностью поглотился бромной водой. Другую часть сожгли в кислороде. Пропускание газообразных продуктов сгорания через известковую воду привело к её помутнению. Определите качественный и количественный состав серого порошка, укажите все зашифрованные в задаче соединения и напишите уравнения описанных реакций.

№ 4

- 1) При реакции с водой бинарного соединения, как правило, образуется гидрид одного элемента и гидроксид другого. Наиболее вероятно, что осадок представляет из себя нерастворимый гидроксид металла, а его прокаливание приводит к образованию оксида металла и воды.
- $$2M(OH)_y = M_2O_y + yH_2O$$
- 2) Примем за x атомную массу металла, а за y – его валентность.
- Тогда количество вещества гидроксида $n(M(OH)_y) = 16.8/(x + 17y)$
- Количество вещества оксида $n(M_2O_y) = (16.8 - 5.2)/(2x + 16y)$
- Исходя из уравнения реакции $n(M(OH)_y) = 2n(M_2O_y)$
- Таким образом, $16.8/(x + 17y) = 2 \cdot (16.8 - 5.2)/(2x + 16y)$
- Решая данное уравнение получаем, что $x = 12y$ или $A(M) = 12y$
- 3) Рассмотрим возможные валентности элемента M :
- $y = 1$, $A(M) = 12$, следовательно, M – углерод, но углерод не проявляет валентность I
- $y = 2$, $A(M) = 24$, следовательно, **M – магний**
- $y = 3$, $A(M) = 36$, элемент с такой атомной массой отсутствует
- $y = 4$, $A(M) = 48$, следовательно, **M – титан**
- Таким образом, одним из элементов бинарных соединений является либо магний, либо титан.
- 4) Из наблюдения, что пропускание газообразных продуктов сгорания через известковую воду привело к ее помутнению, можно сделать вывод, что одним из газообразных продуктов реакции является углекислый газ CO_2 .
- $$(1) \quad Ca(OH)_2 + CO_2 = CaCO_3 \downarrow + H_2O$$
- Значит, другим элементом, входящим в состав исходных бинарных соединений, является углерод.
- Таким образом, серый порошок состоит либо из карбидов титана, либо из карбидов магния.
- 5) Титан способен образовывать только один карбид – TiC , который не реагирует с водой при комнатной температуре. Магний способен образовывать три карбида Mg_2C , Mg_2C_3 и MgC_2 . Следовательно, серый порошок представляет из себя смесь карбидов магния. Они реагируют с водой следующим образом:
- $$(2) \quad Mg_2C + 4H_2O = 2Mg(OH)_2 \downarrow + CH_4 \uparrow$$
- $$MgC_2 + 2H_2O = Mg(OH)_2 \downarrow + HC \equiv CH \uparrow$$
- $$(3) \quad Mg_2C_3 + 4H_2O = 2Mg(OH)_2 \downarrow + CH_3-C \equiv CH \uparrow$$

С бромной водой способны взаимодействовать только ацетилен C_2H_2 и пропин C_3H_4 . Из наблюдения, что газ только частично поглотился бромной водой, можно сделать вывод, что один из газов – метан CH_4 . Следовательно, один из компонентов серого порошка Mg_2C .

Газ представляет из себя либо смесь метана и ацетилена, либо смесь метана и пропина.

Молярная масса газа составляет $M(\text{газа}) = d(H_2) \cdot M(H_2) = 15.86 \cdot 2 = 31.72$ г/моль, что больше молярной массы ацетилена (26) и метана (16). Следовательно, газ, образовавшийся в результате гидролиза серого порошка, представляет собой смесь метана и пропина. Таким образом, серый порошок представляет собой смесь **Mg_2C и Mg_2C_3** .

6) Количественный состав можно определить из значения молярной массы смеси метана и пропина. Пусть мольная доля метана – y . Тогда мольная доля пропина – $(1 - y)$.

Молярная масса смеси газов равна: $16y + 40(1 - y) = 31.72$.

Откуда, мольная доля метана (y) равна 0.345, а мольная доля пропина – 0.655.

На основании стехиометрии реакций (2) и (3) можно сделать вывод, что мольные доли Mg_2C и Mg_2C_3 в смеси такие же как мольные доли метана и пропина в газовой смеси.

Возьмем 1 моль смеси Mg_2C и Mg_2C_3 , тогда:

$$n(Mg_2C) = 0.345 \cdot 1 \text{ моль} = 0.345 \text{ моль}$$

$$m(Mg_2C) = 0.345 \text{ моль} \cdot 60 \text{ г/моль} = 20.7 \text{ г}$$

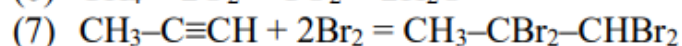
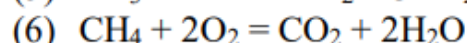
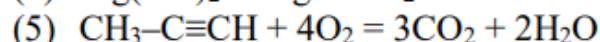
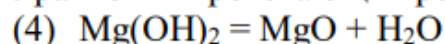
$$n(Mg_2C_3) = 0.655 \cdot 1 \text{ моль} = 0.655 \text{ моль}$$

$$m(Mg_2C_3) = 0.655 \text{ моль} \cdot 84 \text{ г/моль} = 55.0 \text{ г}$$

$$\omega(Mg_2C) = 20.7 / (20.7 + 55.0) \cdot 100 \% = \mathbf{27.3 \%}$$

$$\omega(Mg_2C_3) = 55.0 / (20.7 + 55.0) \cdot 100 \% = \mathbf{72.7 \%}$$

7) Уравнения протекающих реакций:



Рекомендации к оцениванию:

- | | |
|--|-----------|
| 1. Определен элемент Mg | 2 балла |
| 2. Определен состав газа (метан, пропин) по 0.5 балла | 1 балл |
| 3. Определен состав порошка (Mg_2C , Mg_2C_3) по 0.5 балла | 1 балл |
| 4. Рассчитан количественный состав смеси | 2.5 балла |
| 5. Уравнения реакций (1) – (7) по 0.5 балла
если реакция уравнена неверно – 0.25 балл | 3.5 балла |

ИТОГО: 10 баллов