5. В начале XX века супруги Кюри открыли несколько новых элементов и создали новый раздел химии — радиохимию. Выделение элементов осуществлялось классическими методами аналитической химии, контроль их содержания проводили радиометрически изза малого содержания элементов в образцах. Далее описан пример последовательности действий, позволивших открыть новый элемент.

Образец минерала урана, содержащий в качестве примесей оксиды свинца, висмута, меди, мышьяка, сурьмы и элемента **X**, обработали азотной кислотой, затем жидкость выпарили и растворили остаток в воде. При пропускании через полученный раствор сероводорода выпал черный осадок, а уран остался в растворе, но именно осадок обладал высокой радиоактивностью. Для отделения мешающих элементов осадок обработали раствором сульфида аммония, а оставшееся твердое вещество – кипящей смесью серной и азотной кислот. При этом выпал осадок, не проявляющий радиоактивность. Его отфильтровали, к фильтрату добавили концентрированный раствор аммиака, что привело к выпадению радиоактивного осадка. Осадок перевели в форму сульфида и нагрели, в результате чего пары нового элемента **X** осели на холодной части ампулы в виде черной пленки.

- Определите элемент X, о котором дополнительно известно, что один из его изотопов может быть получен в одну стадию при радиоактивном распаде соответствующего изотопа одного из присутствующих в исходном минерале элементов. Напишите данное уравнение распада и укажите, как меняются заряд ядра атома и массовое число в ходе данного превращения.
- 2) Напишите уравнения всех упомянутых в задаче реакций.

1. Как известно, Марией Кюри было открыто два новых элемента — радий и полоний. Возможность образования одного из них в одну стадию при радиоактивном распаде какого-то из перечисленных в условии задачи элементов однозначно указывает на полоний (элемент X):

$$Bi \rightarrow Po + e^{-}$$

Речь идет о бета-минус распаде: заряд ядра атома увеличивается на единицу, а массовое число остается неизменным.

```
^{212}Bi \rightarrow ^{212}Po + ^{7}^{214}Bi \rightarrow ^{214}Po + ^{7}^{6}
```

- 2. Уравнения реакций:
- (1) $PbO + 2HNO_3 = Pb(NO_3)_2 + H_2O$
- (2) $Bi_2O_3 + 6HNO_3 = 2Bi(NO_3)_3 + 3H_2O$
- (3) $CuO + 2HNO_3 = Cu(NO_3)_2 + H_2O$
- (4) As₄O₆ + 8HNO₃ + 2H₂O = 4H₃AsO₄ + 8NO₂ (возможна запись уравнения для As₂O₃)
- (5) $Sb_2O_3 + 4HNO_3 = Sb_2O_5 + 4NO_2 + 2H_2O$
- (6) $PoO_2 + 4HNO_3 = Po(NO_3)_4 + 2H_2O$
- (7) $U_3O_8 + 8HNO_3 = 3UO_2(NO_3)_2 + 2NO_2 + 4H_2O$
- (8) $Cu(NO_3)_2 + H_2S = CuS + 2HNO_3$
- (9) $Pb(NO_3)_2 + H_2S = PbS + 2HNO_3$
- (10) $2Bi(NO_3)_3 + 3H_2S = Bi_2S_3 + 6HNO_3$
- (11) $3PoO_2 + H_2S = 3PoO + SO_2 + H_2O$
- (12) $2H_3AsO_4 + 5H_2S = As_2S_5 + 8H_2O$
- (13) $Bi_2S_3 + 6HNO_3 = 2Bi(NO_3)_3 + 3H_2S$
- (14) $Sb_2O_5 + 5H_2S = Sb_2S_5 + 5H_2O$
- (15) $As_2S_5 + (NH_4)_2S = 2NH_4AsS_3$ (или $As_2S_5 + 3(NH_4)_2S \rightarrow 2(NH_4)_3AsS_4$)
- (16) $Sb_2S_5 + (NH_4)_2S = 2NH_4SbS_3$ (или $Sb_2S_5 + 3(NH_4)_2S \rightarrow 2(NH_4)_3SbS_4$)
- $(17) \text{ CuS} + 8\text{HNO}_3 = \text{CuSO}_4 + 8\text{NO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$
- (18) $PbS + 8HNO_3 = PbSO_4 + 8NO_2 + 4H_2O$
- (19) $Bi_2S_3 + 24HNO_3 = Bi_2(SO_4)_3 + 24NO_2 + 12H_2O$
- $(20) \text{ PoO} + 6 \text{HNO}_3 = \text{Po}(\text{NO}_3)_4 + 2 \text{NO}_2 + 3 \text{H}_2 \text{O}$
- $(21) Po(NO_3)_4 + 4NH_3 + 3H_2O = PoO(OH)_2 + 4NH_4NO_3$

Рекомендации к оцениванию:

Определение элемента X
Тип распада
Изменение заряда ядра и массового числа – по 0.5 балла
Уравнение реакции (7)
Остальные уравнения реакций – по 0.25 балла (если не уравнены – 5 баллов по 0.1 балла)

ИТОГО: 10 баллов