

Задание 1. Неизвестный Минерал

Минерал **X** с плотностью $\rho = 4.193 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$ содержит в своем составе 3 элемента. При окислительном обжиге этого минерала при температуре 1400°C образуется твердое соединение темно-серого цвета **A**, кристаллы черного цвета **B** и газ с резким запахом **C**. Известно, что газ **C** также выделяется при обжиге **A** и **B**. При обжиге **A** кроме газа **C** еще выделяется вещество **D** в котором валентность более тяжелого элемента равна 1. Если к веществу **D** прибавить раствор с избытком соляной кислоты образуется кислота **E**.

Дополнительная информация:

Параметры решетки вещества **X**:

- $a = 5.289 \text{ \AA}$
- $c = 10.423 \text{ \AA}$
- $Z = 4$

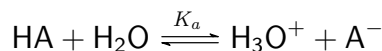
1. Найдите все вышеперечисленные соединения и напишите все реакции. (11 баллов)

У аквакомплексов более тяжелого элемента в соединении **D**, длина связи с лигандами которые находятся в экваториальном положении короче длины связи с лигандами которые находятся в аксиальном положении.

2. С чем связано это явление? (1 балл)

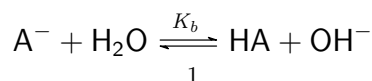
Задание 2. Равновесие

Представим одноосновную кислоту HA . В водном растворе происходит кислотно-основная реакция с водой:



- (1) Напишите выражение для константы равновесия этой реакции. Эту константу также называют константой кислотности HA , т.к. она выступает в роли кислоты. Учтите, что концентрацию растворителя, при записи выражения для константы, можно не учитывать. (1 балл)

Образующийся анион A^- также может реагировать с водой в кислотно-основной реакции:



- (2) Напишите выражение для константы равновесия этой реакции. Эту константу также называют константой основности A^- , т.к. он выступает в роли основания. Учтите, что концентрацию растворителя, при записи выражения для константы, можно не учитывать. (1 балл)

Все знакомы с константой автопротолиза воды, $K_w = [H_3O^+][OH^-]$, которая связывает концентрацию оксониевого катиона (H_3O^+), и гидроксид аниона (OH^-). Но также, эту константу можно выразить с помощью K_a и K_b .

- (3) Выразите K_w через K_a и K_b , используя $K_w = [H_3O^+][OH^-]$. (10 балл)

Задание 3. Теллур

Теллур, один из наиболее редких неметаллов, довольно похож на своих соседей по группе. Теллур может вступать в реакцию с горячим гидроксидом натрия, диспропорционируя на два аниона. Его кислоты в степенях окисления -2 и 4 похожи на кислоты серы, однако высшая кислота отличается от таковой серы. Известно, что ее молярная масса в 2.34 раза больше молярной массы серной кислоты. Ее можно получить окислением диоксида теллура перманганатом калия в азотной кислоте, или же водным раствором пероксида водорода. Она является довольно сильным окислителем, например, легко окисляет йодоводород в водном растворе. Примечательно, что образовавшееся вещество, содержащее теллур может диссоциировать дальше.

- (1) Напишите все упомянутые реакции (12 балл)

Задание 4. Душевное равновесие

В современном мире бывает довольно трудно сохранить душевное равновесие. В этой задаче вы попробуете сохранить хотя-бы химическое.

Дана реакция: $A + 2B \longrightarrow 2C$

- (1) Представьте, что все вещества находятся в газовой фазе. Куда сместится равновесие при повышении давления? Почему? (2 балл)
- (2) Представьте, что все вещества находятся в водном растворе. Константа равновесия для такого случая записывается так: $K_c = \frac{[C]^2}{[A][B]^2}$. Для этой реакции она равна 1.23. Если смешать 0.2 М А, 0.3 М В и 0.1 М С, в какую сторону пойдет реакция? (6 балл)
- (3) Представьте, что все вещества находятся в твердой фазе. Как изменится равновесие при варьировании массы А (при условии постоянности масс остальных веществ)? Почему? (4 балл)