

Задания для отработки навыков.

Для выполнения Заданий для обработки навыков, необходимо:

- прочитать раздел 4 «Протолитическое равновесие в растворах солей» теоретическая часть;
- выписать основные формулы расчета водородного показателя для буферных растворов и буферная емкость;
- посмотреть примеры выполнения заданий для обработки навыков;
- решить и выписать ответы ситуационных задач, которые будут необходимы вам для выполнения раздела 4 «Протолитическое равновесие в растворах солей» оценочная часть.

Выполнение данной части (раздел 4 «Протолитическое равновесие в растворах солей» практическая часть) рассчитано на 4 академических часа.

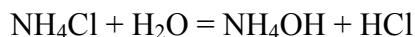
Пример 1.

Записать уравнения гидролиза для солей: NaCl, NH₄Cl, Al(NO₃)₃, CH₃COOK, CH₃COONH₄, Al₂S₃. Как меняется pH водных растворов этих солей? В каком случае гидролиз протекает необратимо?

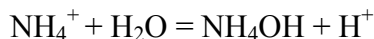
Решение:

а) NaCl образована сильным основанием NaOH и сильной кислотой HCl. гидролизу не подвергается, т.к. ни катион, ни анион соли не могут при взаимодействии с водой образовать молекулы слабых электролитов. Водные растворы этой соли имеют нейтральную реакцию среды (pH = 7).

б) NH₄Cl образована слабым основанием и сильной кислотой, поэтому гидролизуются по катиону:



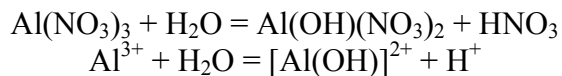
В ионной форме:



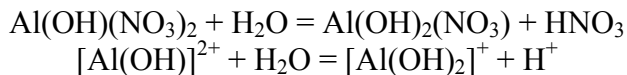
Для водного раствора данной соли pH < 7, т.к. анионы OH⁻ связаны образовавшимся слабым электролитом NH₄OH, а катионы H⁺ создают кислотную среду в растворе.

в) Al(NO₃)₃. образована многовалентным катионом, поэтому протекает ступенчато, через стадии образования основных солей:

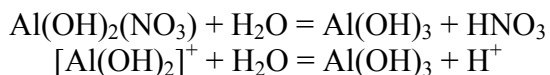
1 ступень:



2 ступень:



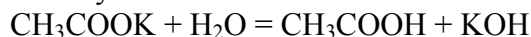
3 ступень:



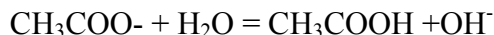
Гидролиз протекает достаточно сильно по первой ступени, слабо – по второй ступени и совсем слабо – по третьей ступени (ввиду накопления ионов водорода, процесс смещается в сторону исходных веществ). Более полному гидролизу способствует разбавление раствора и повышение температуры. (В этом случае можно учитывать гидролиз и по третьей ступени.)

Соль образована слабым основанием и сильной кислотой, поэтому гидролиз протекает по катиону, а реакция раствора кислая pH < 7.

г) CH_3COOK образована сильным основанием и слабой (ассоциированной) кислотой, поэтому гидролизуетея по аниону:

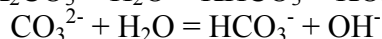
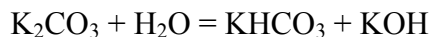


В ионной форме:

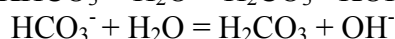
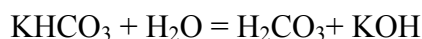


Соли многоосновных кислот гидролизуются ступенчато (с образованием кислых солей):

1 ступень:

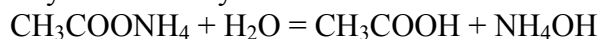


2 ступень:

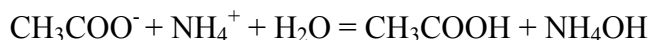


Первая ступень гидролиза протекает достаточно сильно, а вторая - слабо, о чём свидетельствует pH раствора карбоната и гидрокарбоната калия. (Лишь при сильном разбавлении и нагревании следует учитывать гидролиз образующейся кислой соли). Поскольку при взаимодействии с водой анионов слабых кислот образуются ионы OH^- , водный раствор соли имеет щелочную реакцию ($\text{pH} > 7$).

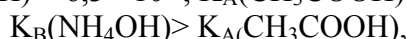
д) $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ образована слабым основанием и слабой кислотой, поэтому гидролизуетея и по катиону и по аниону:



Или в ионной форме:

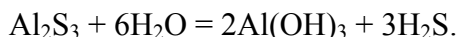


Гидролиз таких солей протекает очень сильно, поскольку в результате его образуются и слабое основание, и слабая кислота.



поэтому реакция водного раствора этой соли будет слабощелочной, почти нейтральной: ($\text{pH} = 7-8$).

е) Al_2S_3 . Гидролиз протекает необратимо с образованием летучих и малорастворимых продуктов:



Поскольку и катионы H^+ и анионы OH^- связаны образованием малодиссоциирующих продуктов, то для данного раствора, учитывая растворимость H_2S в воде, $\text{pH} < 7$.

Пример 2. Степень гидролиза нитрата аммония в растворе с молярной концентрацией, равной 0,001 моль/л, равна $7,5 \cdot 10^{-4}$. Рассчитать pH.

Решение:

Запишем ионно-молекулярное уравнение гидролиза: $\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{NH}_4\text{OH}$

Из уравнения следует, что при гидролизе 1 моль NH_4^+ получается 1 моль H^+ . Поскольку степень гидролиза – это доля подвергшихся гидролизу ионов NH_4^+ от их общей концентрации 0,001 моль/л, концентрация гидролизующихся ионов аммония равна:

$$C_{\text{гидр.}} = c \cdot \alpha_r = 0,001 \cdot 7,5 \cdot 10^{-4} = 7,5 \cdot 10^{-7} = c\text{H}^+$$

$$\text{pH} = -\lg(7,5 \cdot 10^{-7}) = 6,13.$$

Задачи для самоконтроля.

1. Написать ионно-молекулярные уравнения реакций гидролиза с указанием pH при растворении в воде следующих солей: сульфата цинка, нитрата калия, хлорида цезия, сульфата хрома (III).
2. Написать в ионно-молекулярной форме уравнения гидролиза следующих солей: K_2S , Li_2CO_3 , K_3PO_4 , K_2SO_3 , ZnCl_2 .

3. Написать в молекулярной форме уравнение гидролиза гидросолей и определить pH среды их водных растворов: NaHSO_3 , NaHS , KHCO_3 , Na_2HPO_4 , NaH_2PO_4 .
4. Вычислить константу гидролиза фторида калия, определить степень гидролиза этой соли в 0,01M растворе и pH раствора.
5. Сравните степень гидролиза соли и pH среды в 0,1 М и 0,001 М растворах цианида калия.
6. При 60 °С ионное произведение воды $K_{\text{H}_2\text{O}} = 10^{-12}$. Считая, что константа диссоциации хлорноватистой кислоты не изменяется с температурой, определить pH 0,001 н раствора KOCl при 25 и 60°C.
7. pH 0,1 М раствора натриевой соли органической одноосновной кислоты равен 10. Вычислить K диссоциации этой кислоты.
8. Исходя из значений K диссоциации соответствующих кислот и оснований, указать реакцию водных растворов следующих солей: NH_4CN , NH_4F , $(\text{NH}_4)_2\text{S}$.
9. Вычислить константу гидролиза карбоната натрия, степень гидролиза соли в 0,1 М растворе и pH среды.
10. Вычислить константу гидролиза ортофосфата калия. Каков pH в 2,4М растворе Na_3PO_4 . Определить степень гидролиза.