

## Тема урока: Гидролиз солей.

Сделайте конспект урока, ответьте на вопросы письменно.

Определение:

*Гидролиз солей – это взаимодействие ионов соли с водой с образованием малодиссоциирующих частиц.*

Гидролиз, дословно, - это разложение водой. То есть, соли в растворе находятся в виде ионов, и движущей силой реакции является образование малодиссоциирующих частиц (общее правило для многих реакций в растворах).

Катионы сильного основания и анионы сильной кислоты таких частиц образовать не могут, следовательно, в реакцию гидролиза не вступают.

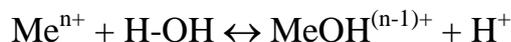
Какие типы гидролиза возможны? Поскольку соль состоит из катиона и аниона, то возможно три типа гидролиза:

- гидролиз по катиону (в реакцию с водой вступает только катион);
- гидролиз по аниону (в реакцию с водой вступает только анион);
- совместный гидролиз (в реакцию с водой вступает и катион, и анион);

### Как катион может взаимодействовать с водой?

Катион это положительная частица, а молекула воды полярна, условно можно представить ее состоящей из положительно поляризованного атома водорода и отрицательно поляризованной гидроксильной группы.

Какую же часть молекулы воды оторвет и присоединит к себе катион?



*Гидролиз по катиону приводит к образованию гидроксокатионов и ионов водорода (среда раствора кислая).*

Отмечаем, что только иногда, при  $n=1$ , вместо гидроксокатионов получаем молекулы слабого основания.

А может ли гидроксокатион вступить в реакцию со следующей молекулой воды? Сообщаем, что это будет вторая ступень гидролиза, и что каждая следующая ступень протекает в тысячи раз слабее, чем предыдущая, что даже первая ступень протекает обычно на доли процента. Поэтому, как правило, рассматривается только первая ступень гидролиза.

**Гидролиз по аниону** разбираем аналогично, записываем уравнение:



Подводим учеников к выводу:

***Гидролиз по аниону приводит к образованию гидроанионов и гидроксид-ионов (среда раствора щелочная).***

**Полный гидролиз.** Для полного протекания гидролиза нужно, ***чтобы соль была образована очень слабой кислотой и очень слабым основанием.*** Кроме того, желательно, чтобы один из продуктов гидролиза, уходил из сферы реакции в виде газа. (*Малорастворимые вещества, остающиеся в контакте с раствором, вообще говоря, не уходят из сферы реакции, поскольку все равно, сколько то растворимы.*) Поэтому полному гидролизу подвергаются обычно ***соли газообразных или неустойчивых кислот: сероводородной, угольной, отчасти сернистой. К ним примыкают вещества, которые в обычном понимании уже не являются солями: нитриды, фосфиды, карбиды, ацетилениды, бориды. Полностью гидролизуются также алкоголяты.***

**Алгоритм написания уравнений гидролиза.**

**1. Определяем тип гидролиза.** “Правило цепочки”: цепочка рвется по слабому звену, гидролиз идет по иону слабого электролита.

Пример 1. Гидролиз сульфата меди(II):  $\text{CuSO}_4 = \underline{\text{Cu}}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$

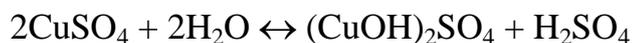
Соль образована катионом слабого основания (подчеркиваем) и анионом сильной кислоты. Гидролиз по катиону.

**2. Пишем ионное уравнение гидролиза, определяем среду**



образуется катион гидроксомеди(II) и ион водорода, среда кислая

**3. Составляем молекулярное уравнение.** Надо учитывать, что составление такого уравнения есть некоторая формальная задача. Из положительных и отрицательных частиц находящихся в растворе, мы составляем нейтральные частицы, существующие только на бумаге. В данном случае мы можем составить формулу  $(\text{CuOH})_2\text{SO}_4$ , но для этого наше ионное уравнение мы должны мысленно умножить на два. Получаем:



Обращаем внимание, что продукт реакции относится к группе основных солей. Названия основных солей, как и названия средних, следует составлять из названия аниона и названия катиона, в данном случае соль назовем сульфат гидроксомеди(II). (Приставка “ди” не нужна, не говорим же мы “сульфат динатрия”). Называть эту соль “гидроксосульфат меди”, на наш взгляд, значит нарушать всю логику номенклатуры солей. Разве есть в растворе, или в узлах кристаллической решетки частица “гидроксосульфат”? Нет! А катион гидроксомеди есть. В дальнейшем этот подход распространяется на номенклатуру комплексных солей.

Пример 2. Гидролиз ортофосфата рубидия.

### 1. Определяем тип гидролиза.



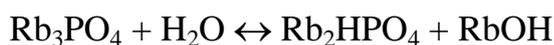
Рубидий – щелочной металл, его гидроксид сильное основание, фосфорная кислота, особенно по своей третьей стадии диссоциации, отвечающей образованию фосфатов – слабая кислота. Гидролиз по аниону.

### 2. Пишем ионное уравнение гидролиза, определяем среду



Продукты: гидрофосфат-ион и гидроксид-ион среда щелочная.

### 3. Составляем молекулярное уравнение.



Получили кислую соль – гидрофосфат рубидия.

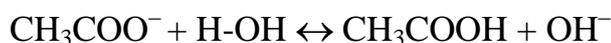
Пример 3. Ацетат алюминия

### 1. Определяем тип гидролиза.



Соль слабого основания и слабой кислоты – совместный гидролиз.

### 2. Ионные уравнения гидролиза, среда.



Учитывая, что гидроксид алюминия очень слабое основание, предположим, что гидролиз по катиону будет протекать в большей

степени, чем по аниону, следовательно, в растворе будет избыток ионов водорода и среда будет кислая.

Не стоит пытаться составлять здесь “суммарное” уравнение реакции. Обе реакции обратимы, никак друг с другом не связаны, и такое суммирование бессмысленно.

### 3. Составляем молекулярное уравнение.



Тоже как формальное упражнение, для тренировки в составлении формул солей и их номенклатуре. Полученную соль назовем ацетат гидроксоалюминия.

### Факторы, влияющие на степень гидролиза.

Поскольку гидролиз обратимая реакция, то на состояние равновесия гидролиза влияют температура, концентрации участников реакции, добавки посторонних веществ. Если в реакции не участвуют газообразные вещества, практически не влияет давление. Исключается из рассмотрения вода, так как ее концентрация в водных растворах практически постоянна (~55 моль/л). Так для наших примеров 1 и 2 выражения констант равновесия (констант гидролиза) имеют вид:

$$K_{\text{гидр}} = \frac{[\text{CuOH}^+][\text{H}^+]}{[\text{Cu}^{2+}]} \quad \text{и} \quad K_{\text{гидр}} = \frac{[\text{HPO}_4^{2-}][\text{OH}^-]}{[\text{PO}_4^{3-}]}$$

**Температура.** Поскольку реакция гидролиза эндотермическая, то повышение температуры смещает равновесие в системе вправо, степень гидролиза возрастает.

**Концентрация продуктов гидролиза.** В соответствии с принципом Ле Шателье, повышение концентрации ионов водорода (для примера 1) приведет к смещению равновесия влево. Степень гидролиза будет уменьшаться. Также будет влиять увеличение концентрации гидроксид-ионов для реакции рассмотренной в примере 2.

**Концентрация соли.** Рассмотрение этого фактора приводит к парадоксальному выводу: равновесие в системе смещается вправо, в соответствии с принципом Ле Шателье, но степень гидролиза уменьшается. Понять это помогает константа равновесия. Да, при добавлении соли, то есть фосфат-ионов (пример 2), равновесие будет смещаться вправо, концентрация гидрофосфат и гидроксид-ионов будет возрастать. Но из рассмотрения константы равновесия этой реакции ясно, что для того, чтобы увеличить концентрацию гидроксид-ионов вдвое, нам

надо концентрацию фосфат-ионов увеличить в 4 раза! Ведь значение константы должно быть неизменным. А это значит, что степень гидролиза, под которой можно понимать отношение  $[\text{OH}^-] / [\text{PO}_4^{3-}]$ , уменьшится вдвое.

**Разбавление.** Этот фактор означает одновременное уменьшение концентрации всех частиц в растворе (не считая воды). В соответствии с принципом Ле Шателье, такое воздействие приводит к смещению равновесия в сторону реакции, идущей с увеличением числа частиц. Реакция гидролиза протекает (без учета воды!) с увеличением числа частиц. Следовательно при разбавлении равновесие смещается в сторону протекания этой реакции, вправо, степень гидролиза возрастает. К этому же выводу придем из рассмотрения константы гидролиза.

**Добавки посторонних веществ** могут влиять на положение равновесия в том случае, когда эти вещества реагируют с одним из участников реакции.

**Выполнить задания:**

1. Фенолфталеин можно использовать для обнаружения в водном растворе соли

- 1) ацетата алюминия
- 2) нитрата калия
- 3) сульфата алюминия
- 4) силиката натрия

Фенолфталеин – индикатор на щелочную среду, в которой он принимает малиновую окраску (возможно, для многих камнем преткновения в этом вопросе стало незнание окрасок индикаторов: фенолфталеина, лакмуса, метилоранжа). В растворе соли щелочная среда может возникнуть при гидролизе по аниону.. Анализируем:

- 1) ацетат алюминия, рассмотрено выше, совместный гидролиз, среда слабокислая;
- 2) нитрат калия, кислота и основание сильные, гидролиз не идет, среда нейтральная;
- 3) сульфат алюминия, сильная кислота и слабое основание, гидролиз по катиону, среда кислая;
- 4) силикат натрия, слабая кислота и сильное основание, гидролиз по аниону, среда щелочная:  
$$\text{SiO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{HSiO}_3^- + \text{OH}^- .$$

Правильный ответ: ?

Вопрос 2.

Среда раствора карбоната калия

1) щелочная 2) кислая 3) нейтральная 4) слабокислая

Рассматриваем аналогично. Правильный ответ: ?

Вопрос 3.

Установите соответствие между формулой соли и ионным уравнением гидролиза этой соли.

ФОРМУЛА  
СОЛИ

- 1)  $\text{CuSO}_4$
- 2)  $\text{K}_2\text{CO}_3$
- 3)  $\text{CH}_3\text{COONa}$
- 4)  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

ИОННОЕ УРАВНЕНИЕ

- А)  $\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{CH}_3\text{COOH} + \text{OH}^-$
- Б)  $\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{H}^+$
- В)  $\text{Cu}^{2+} + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{Cu}(\text{OH})^+ + \text{H}^+$
- Г)  $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{HCO}_3^- + \text{OH}^-$
- Д)  $\text{Cu}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2 + 2\text{H}^+$

Ответ:

Вопрос 4. Установите соответствие между условиями и состоянием химического равновесия процесса гидролиза солей.

УСЛОВИЯ СМЕЩЕНИЯ  
РАВНОВЕСИЯ

- 1) нагревание раствора
- 2) добавление продуктов гидролиза
- 3) охлаждение раствора
- 4) разбавление раствора

ХИМИЧЕСКОЕ  
РАВНОВЕСИЕ

- А) смещается влево
- Б) смещается вправо
- В) не смещается

Ответ:?

*Выполненное задание отправить Шиловой Н.Н. на электронную почту [yflzibkjdf@yandex.ru](mailto:yflzibkjdf@yandex.ru)*

**Пишите аккуратней и четче, указывайте дату.**

