

# ДИСТАНЦИОННЫЕ КОНСУЛЬТАЦИИ ПО ХИМИИ

11 КЛАСС

## Гидролиз

*Разработка содержит теоретические основы по теме.*

*Приведены примеры поведения солей различных типов в растворе.*

*Предложены задания для самостоятельного решения.*

*Контрольные вопросы с ответами для самопроверки.*

Учитель химии ГБОУ СОШ № 466

Овчарова Ольга Эдуардовна

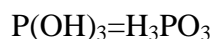
Санкт-Петербург

2013

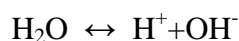
## Теоретическая часть

Гидролизом (от греч. «гидро»-вода, «лизис» - разложение) (буквально – разложение водой) вообще называется всякое взаимодействие вещества с водой, при котором составные части вещества соединяются с составными частями воды.

Например :  $\text{PCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O} = \text{P}(\text{OH})_3 + \text{HCl}$



На практике особенно часто приходится иметь дело с гидролизом солей. Вам известно, что вода очень слабо диссоциирует по уравнению:



При растворении многих солей в воде происходит связывание одного из ионов воды ( $\text{H}^+$  или  $\text{OH}^-$ ) в слабый электролит. Это приводит к смещению равновесия диссоциации молекул воды и накоплению другого иона поэтому раствор приобретает кислую или щелочную реакцию.

Соль можно рассматривать как продукт нейтрализации основания кислотой. Например, соль  $\text{K}_2\text{S}$  образована основанием  $\text{KOH}$  и кислотой  $\text{H}_2\text{S}$ .

В зависимости от силы исходного основания и исходной кислоты соли можно разделить на 4 типа. Это соли, образованные:

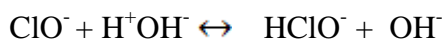
- а) сильным основанием и слабой кислотой;
- б) слабым основанием и сильной кислотой;
- в) слабым основанием и слабой кислотой;
- г) сильным основанием и сильной кислотой;

Гидролиз солей представляет собой реакцию, обратную реакции нейтрализации. В связи с этим процесс гидролиза соли продолжается до тех пор, пока не наступит равенство между скоростями реакции гидролиза и нейтрализации, т.е. устанавливается равновесие между ионами соли, водой и продуктами гидролиза.

гидролиз

Например:  $\text{NaClO} + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{HClO} + \text{NaOH}$

нейтрализация

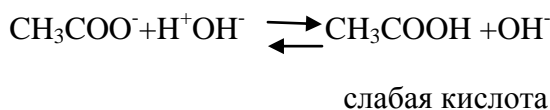
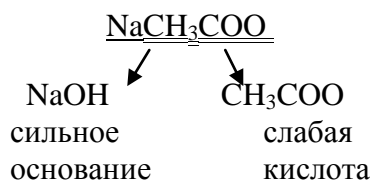


## Поведение солей различных типов в растворе.

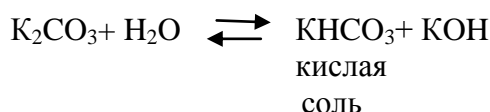
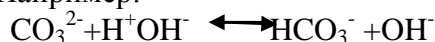
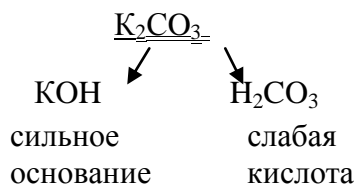
### I. Соль образована катионом сильного основания и анионом слабой кислоты.

#### Гидролиз по аниону

1. Соль слабой одноосновной кислоты. Например:



2. Соль слабой многоосновной кислоты. Например:

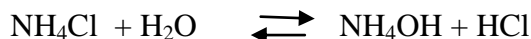
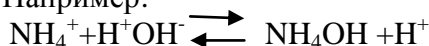
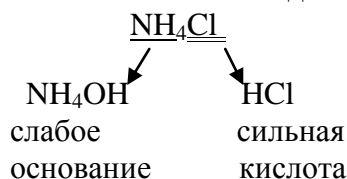


В растворах появляется избыток  $\text{OH}^-$ -ионов, которые придают раствору соли щелочной характер ( $\text{pH} > 7$ ).

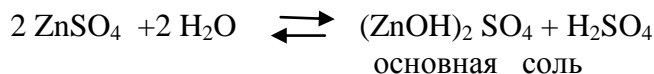
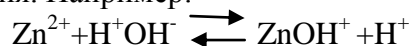
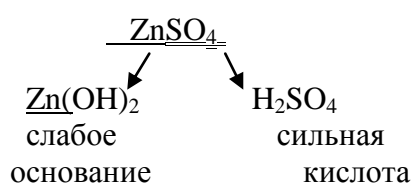
### II. Соль образована катионом слабого основания и анионом сильной кислоты.

#### Гидролиз по катиону

1. Соль слабого однокислотного основания. Например:



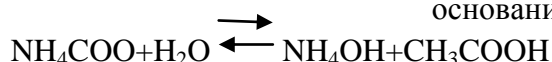
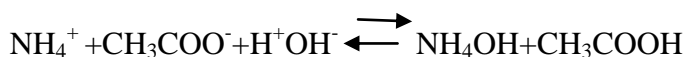
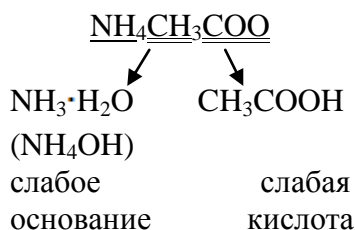
2. Соль слабого многокислотного основания. Например:



В растворах появляется избыток  $\text{H}^+$ -ионов, которые придают растворам солей кислый характер ( $\text{pH} < 7$ ).

### III. Соль образована катионом слабого основания и анионом слабой кислоты.

#### 1. Гидролиз и по катиону и по аниону.





## Смещение равновесия гидролиза

Гидролиз – обратимый процесс, поэтому его равновесие может быть смещено по принципу Ле-Шателье изменением концентрации веществ или температурой раствора. При разбавлении раствора увеличивается число молекул воды, приходящихся на один гидролизующийся ион соли, поэтому равновесие сместится вправо, степень гидролиза увеличивается.

Известно, что все реакции нейтрализации протекают с выделением теплоты, значит гидролиз (обратный процесс реакции нейтрализации) – с поглощением теплоты. По принципу Ле-Шателье повышение температуры смещает равновесие вправо, т.е. степень гидролиза увеличивается. Итак, для усиления гидролиза соли необходимо:

- раствор разбавить или нагреть;

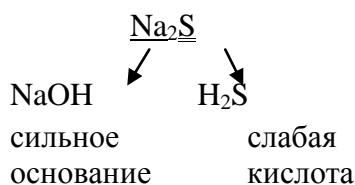
- связать один из продуктов гидролиза (ионы  $H^+$  или  $OH^-$ ) добавлением к раствору кислоты, щелочи или другой гидролизующей соли.

## Ступенчатый гидролиз

Гидролиз солей, которые образованы слабыми многоосновными кислотами и сильными основаниями ( $K_2CO_3$ ,  $Na_2SiO_3$ ,  $Li_3$ ,  $PO_4$ ,  $K_2S$  и др.), а так же слабыми многокислотными или амфотерными гидроксидами и сильными кислотами ( $MgCl_2$ ,  $Al_2(SO_4)_3$ ,  $Cu(NO_3)_2$ ,  $ZnBr_2$  и др.) протекает ступенчато:

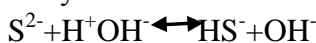
### I. Ступенчатый гидролиз солей, которые образованы слабыми кислотами и сильными основаниями.

Гидролиз многозарядного аниона протекает ступенчато из-за ступенчатой диссоциации многоосновных кислот. При условиях он протекает по первой ступени. Например:



$H_2S$  – 2хосновная кислота, поэтому гидролиз идет в 2 ступени.

1 ступень:

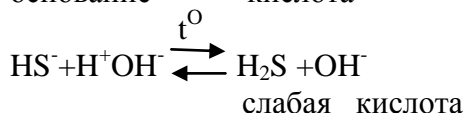
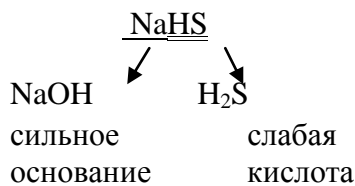


кислая

соль

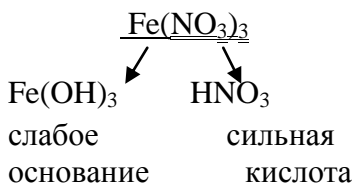
Но если раствор разбавить или нагреть, то будет протекать 2я ступень гидролиза.

2 ступень (гидролиз кислой соли, которая образовалась в результате гидролиза по 1й ступени)



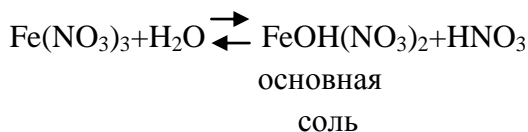
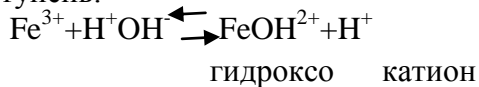
В результате протекания гидролиза по второй ступени раствор  $Na_2S$  приобретает более щелочной характер, т.к. в растворе увеличивается концентрация  $OH^-$  ионов.

**II. Ступенчатый гидролиз солей, которые образованы слабыми многокислотными основаниями и сильными кислотами.**



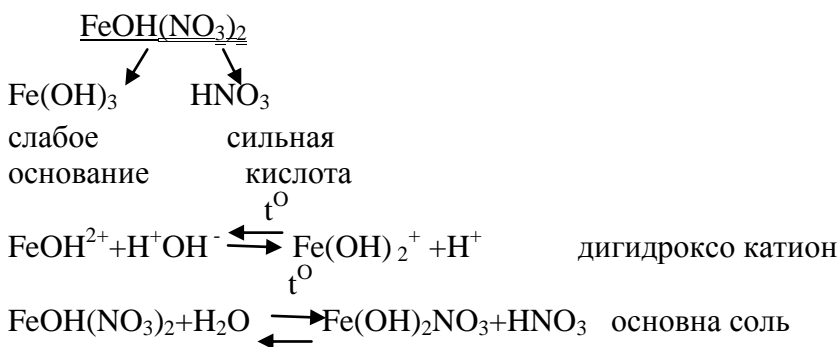
Fe(OH)<sub>3</sub> – трехкислотное амфотерное основание, поэтому гидролиз идет по трем ступеням.

1 ступень:



Если раствор разбавить или нагреть, то будет идти 2я ступень (гидролиз соли, образованной в результате гидролиза по первой ступени).

2 ступень:



Если еще сильнее разбавить или нагреть, будет протекать 3я ступень (гидролиз соли, образованной по 2й ступени).

3 ступень:



В результате протекания гидролиза по 2й и 3й ступеням среда раствора Fe(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub> становится более кислой, т.к. в растворе увеличивается концентрация ионов водорода (H<sup>+</sup>).

В обычных условиях гидролиз обычно протекает по первой ступени.

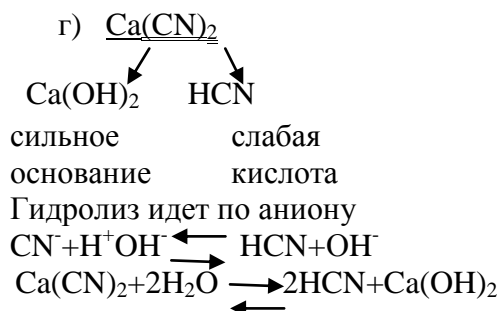
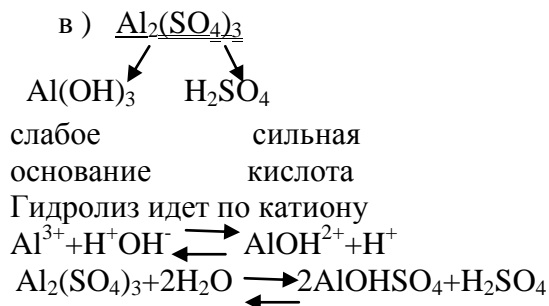
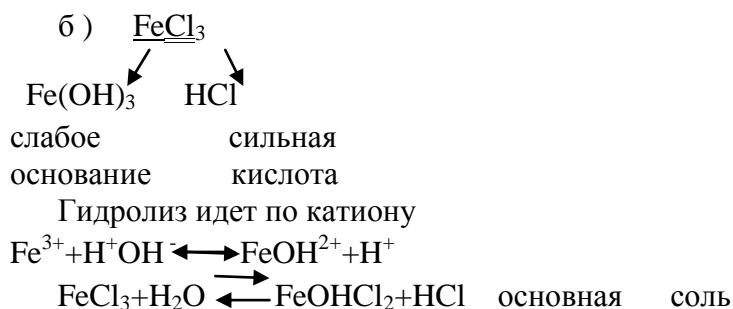
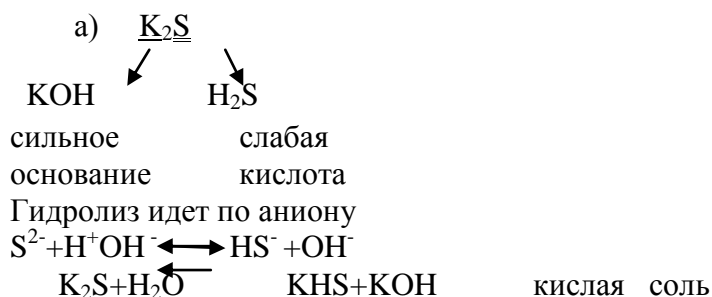
## Практическая часть (задания с ответами).

### Задание 1.

Составьте молекулярные и ионные уравнения гидролиза перечисленных ниже солей:

а)  $K_2S$ , б)  $FeCl_3$ , в)  $Al_2(SO_4)_3$ , г)  $Ca(CN)_2$

Решение:

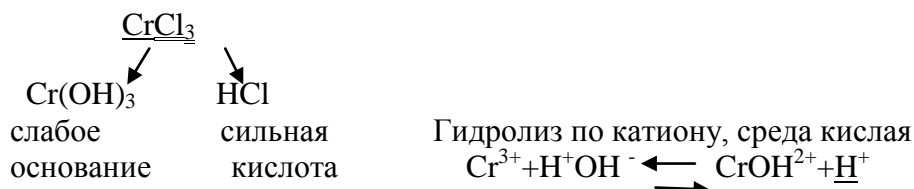


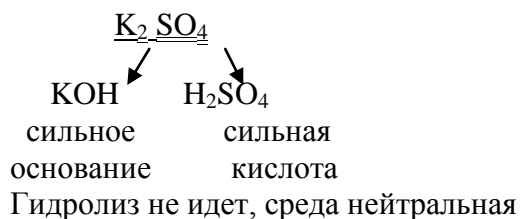
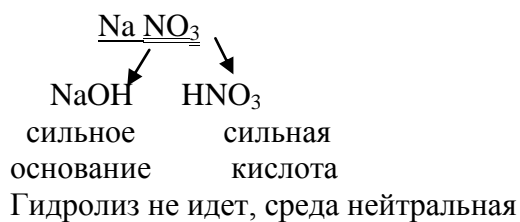
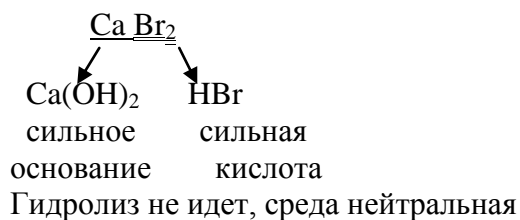
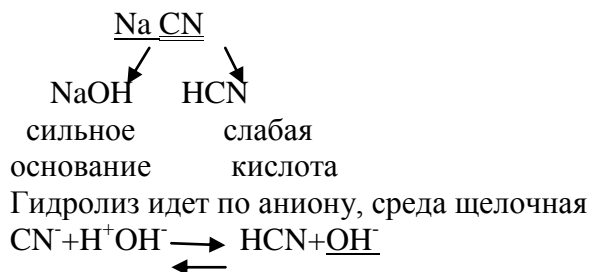
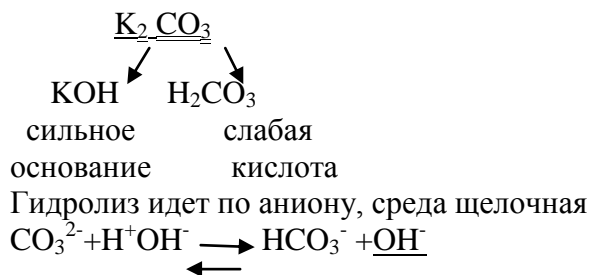
### Задание 2.

Какие из перечисленных ниже солей будут подвергаться гидролизу. Выразите их гидролиз ионными уравнениями и укажите реакцию их растворов:

$CrCl_3$ ,  $K_2CO_3$ ,  $NaCN$ ,  $CaBr_2$ ,  $NaNO_3$ ,  $K_2SO_4$ .

Решение:

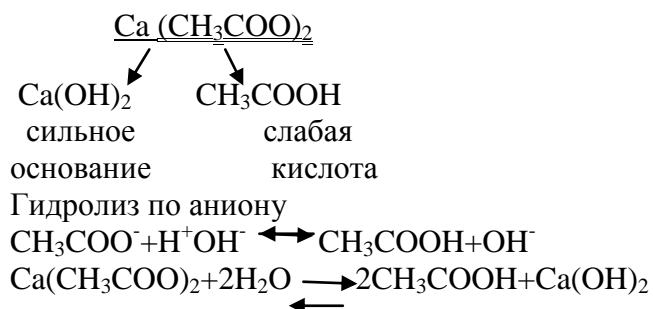




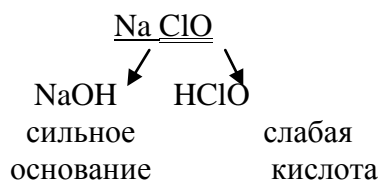
### Задание 3.

Составьте молекулярные и ионные уравнения гидролиза  $\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2$  и  $\text{NaClO}$ . Какая из этих солей в большей степени подвергается гидролизу, если константа диссоциации  $\text{CH}_3\text{COOH}$  равна  $1,8 \times 10^{-5}$ , а константа диссоциации  $\text{HClO}$  равна  $4 \times 10^{-8}$ ?

Решение:







Гидролиз по аниону

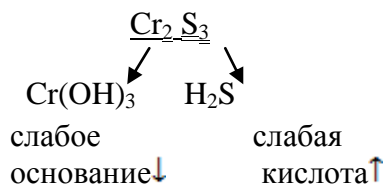


т.к.  $K_{\text{д}}(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,8 \times 10^{-5} > K_{\text{д}}(\text{HCl}) = 4 \times 10^{-8}$ , то и  $\alpha_{\text{гидр}}(\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2) > \alpha_{\text{гидр}}(\text{NaClO})$

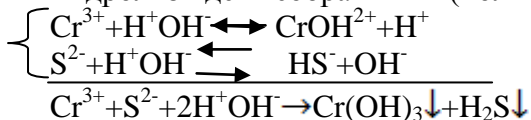
#### Задание 4.

При сливании растворов  $\text{CrCl}_3$  и  $\text{Na}_2\text{S}$  образуется осадок  $\text{Cr}(\text{OH})_3$ . Объясните его образование и выразите происходящую реакцию уравнением.

Решение:



Гидролиз идет необратимый (полный)



#### Задания для самостоятельной работы.

Задание 1.

Составьте молекулярные и ионные уравнения гидролиза натриевых солей слабых кислот: азотистой  $\text{HNO}_2$ , сероводородной  $\text{H}_2\text{S}$ .

Задание 2.

Среди перечисленных веществ:  $\text{NaCl}$ ,  $\text{AgNO}_3$ ,  $\text{CuSO}_4$ ,  $\text{AlCl}_3$ ,  $\text{NaHCO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{FeCO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ,  $\text{CuO}$ ,  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ , выберите те, которые

А) гидролизу не подвергаются;

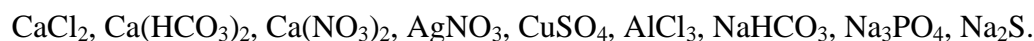
Б) идет гидролиз по катиону;

В) идет гидролиз по аниону (для них составьте уравнения гидролиза);

Г) идет и по катиону и по аниону.

Задание 3.

Напишите уравнение гидролиза следующих солей и определите реакцию среды в растворах этих солей:



Задание 4.

Как изменится степень гидролиза карбоната натрия (уменьшится, увеличится, не изменится)

А) при повышении температуры;

Б) при охлаждении раствора;

В) при разбавлении раствора в 3 раза;

Г) при добавлении в раствор карбоната кальция;

Д) при добавлении в раствор щелочи.

### Контроль знаний по теме.

1. Нейтральную среду имеет водный раствор:
  - 1)  $\text{NaNO}_3$
  - 2)  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
  - 3)  $\text{FeSO}_4$
  - 4)  $\text{Na}_2\text{S}$
2. Кислотность почвы можно увеличить введением раствора:
  - 1)  $\text{NH}_4\text{NO}_3$
  - 2)  $\text{NaNO}_3$
  - 3)  $\text{NaCl}$
  - 4)  $\text{Na}_2\text{SO}_4$
3. Гидролиз протекает при растворении в воде:
  - 1)  $\text{CaBr}_2$
  - 2)  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$
  - 3)  $\text{Na}_2\text{SO}_4$
  - 4)  $\text{Al}_4\text{C}_3$
4. Гидролизу не подвергается:
  - 1) уксусная кислота;
  - 2) этиловый эфир уксусной кислоты;
  - 3) крахмал;
  - 4) белок.
5. В растворе нитрата алюминия метилоранж имеет окраску:
  - 1) красную;
  - 2) желтую;
  - 3) оранжевую;
  - 4) бесцветную.
6. Щелочную среду имеет раствор:
  - 1) сульфата калия;
  - 2) силиката натрия;
  - 3) хлорида цинка;
  - 4) нитрата аммония.
7. Фенолфталеин приобретает малиновую окраску в растворе:
  - 1) сульфата меди (II);
  - 2) хлорида калия;
  - 3) карбоната натрия;
  - 4) нитрата бария.
8. Кислая среда в растворе:
  - 1)  $\text{KJ}$ ,
  - 2)  $\text{NaF}$ ,
  - 3)  $\text{NaNO}_2$ ,
  - 4)  $\text{Cu SO}_4$ .
9. В растворе йодида цинка лакмус имеет окраску:
  - 1) красную;
  - 2) синюю;
  - 3) зеленую;
  - 4) фиолетовую.
10. К реакциям гидролиза не относится реакция:
  - 1)  $\text{CH}_3\text{Cl} + \text{NaOH}_{(\text{раствор})} \rightarrow$
  - 2)  $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
  - 3)  $\text{CaC}_2 + \text{HCl}_{(\text{раствор})} \rightarrow$
  - 4)  $\text{C}_2\text{H}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
11. Щелочную среду имеет растворы:
  - 1)  $\text{Na}_2\text{S}$  и  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ;
  - 2)  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  и  $\text{NaF}$ ;
  - 3)  $\text{NaF}$  и  $\text{NaNO}_2$ ;
  - 4)  $\text{NaNO}_2$  и  $\text{AlCl}_3$ .
12. Кислую среду имеет раствор:
  - 1) ацетата натрия;
  - 2) хлорида бария;
  - 3) фосфата калия;
  - 4) бромида меди (II).

13. Лакмус станет синим в растворе:

- 1) сульфида калия;
- 2) сульфата натрия;
- 3) хлорида цинка;
- 4) нитрата магния.

14. Кислая среда в растворе:

- 1)  $\text{NaHCO}_3$ ,
- 2)  $\text{FeCl}_3$ ,
- 3)  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ ,
- 4)  $\text{KCl}$ .

15. Установите соответствие между солью и реакцией среды в ее водном растворе:

- | <u>соль</u>            | <u>реакция среды</u> |
|------------------------|----------------------|
| 1) нитрат бария;       | А) кислая;           |
| 2) хлорид железа (II); | Б) нейтральная;      |
| 3) сульфат аммония;    | В) щелочная.         |
| 4) ацетат калия.       |                      |

1	2	3	4

16. Установите соответствие между названием соли и уравнением ее гидролиза по первой ступени:

- | <u>название соли:</u>   | <u>уравнение гидролиза:</u>  |
|-------------------------|--|
| 1) фосфат натрия;       | А) $\text{PO}_4^{3-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HPO}_4^{2-} + \text{OH}^-$        |
| 2) гидрофосфат натрия;  | Б) $\text{HPO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{PO}_4^- + \text{OH}^-$ |
| 3) сульфид натрия;      | В) $\text{HSO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SO}_3 + \text{OH}^-$      |
| 4) гидросульфид натрия. | Г) $\text{S}^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HS}^- + \text{OH}^-$                 |
|                         | Д) $\text{HS}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{S} + \text{OH}^-$            |

1	2	3	4

17. Установите соответствие между названиями вещества и средой его водного раствора:

- | <u>Название вещества:</u> | <u>среда раствора:</u> |
|---------------------------|------------------------|
| 1) сульфат цинка;         | а) кислотная;          |
| 2) нитрат рубидия;        | б) нейтральная;        |
| 3) фторид калия;          | в) щелочная            |
| 4) гидрофосфат натрия.    |                        |

1	2	3	4

18. Установите соответствия между формулой соли и средой ее водного раствора:

- | <u>формула соли:</u>          | <u>среда раствора:</u> |
|-------------------------------|------------------------|
| 1) $\text{HCOOK}$ ;           | а) нейтральная;        |
| 2) $\text{KMnO}_4$ ;          | б) щелочная;           |
| 3) $\text{MnCl}_2$ ;          | в) кислотная.          |
| 4) $\text{Na}_2\text{SO}_3$ . |                        |

1	2	3	4

19. Установите соответствие между названием соли и уравнением ее гидролиза по первой ступени:

название соли:

- 1) сульфит натрия;
- 2) гидросульфит натрия;
- 3) сульфид натрия;
- 4) карбонат натрия.

уравнение гидролиза:

- а)  $\text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HSO}_3^- + \text{OH}^-$
- б)  $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{OH}^-$
- в)  $\text{HSO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SO}_3 + \text{OH}^-$
- г)  $\text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{OH}^-$
- д)  $\text{S}^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HS}^- + \text{OH}^-$

1	2	3	4

20. Установите соответствие между составом соли и типом ее гидролиза в водном растворе:

состав соли:

- 1) FeCl<sub>2</sub>
- 2) KNO<sub>3</sub>
- 3) Al<sub>2</sub>S<sub>3</sub>
- 4) Zn(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>
- 5) Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>
- 6) CaCl<sub>2</sub>
- 7) KBr
- 8) CuCl<sub>2</sub>
- 9) K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>
- 10) K<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>
- 11) K<sub>2</sub>S
- 12) NaBr
- 13) NH<sub>4</sub>(NO<sub>3</sub>)
- 14) NaI
- 15) CH<sub>3</sub>COOK
- 16) Ba(NO<sub>2</sub>)<sub>2</sub>

тип гидролиза:

- а) по катиону;
- б) по аниону;
- в) по катиону и аниону;
- г) гидролизу не подвергается.

21. установите соответствие между формулой соли и соотношением концентраций ионов H<sup>+</sup> и OH<sup>-</sup> в ее водном растворе:

формула соли:

- 1) ZnCl<sub>2</sub>
- 2) KI
- 3) Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>
- 4) Al(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>

концентрации H<sup>+</sup> и OH<sup>-</sup>

- а)  $[\text{H}^+] = [\text{OH}^-]$
- б)  $[\text{H}^+] > [\text{OH}^-]$
- в)  $[\text{H}^+] < [\text{OH}^-]$

1	2	3	4

## Ответы

1	1
2	1
3	4
4	1
5	1
6	2
7	3
8	4
9	1
10	4
11	3
12	4
13	1
14	2

	1	2	3	4
15	Б	А	А	В
16	А	Б	Г	Д
17	А	Б	В	В
18	Б	Б	В	Б
19	А	В	Д	Б
21	Б	А	В	Б

20

1	А
2	Г
3	В
4	А
5	Б
6	Г
7	Г
8	А
9	Б
10	Б
11	Б
12	Г
13	А
14	Г
15	Б
16	Б

#### **ЛИТЕРАТУРА:**

1. Волович П.М., Бровко М.И. – Готовимся к экзамену по химии. – М.: Рольф; Айрис-пресс. – 2003.
2. Капуцкий Ф.П. – Пособие по химии для поступающих в ВУЗы. – М.: высшая школа. – 2000.
3. Глинка Н.Л. – Общая химия. - СП-б.: Химия – 1999.
4. Глинка Н.Л. – Задачи и упражнения по общей химии. – СП-б.: Химия. – 1999.
5. Кузьменко Н.Е. – Химия. Тесты для школьников. – М.: Оникс 21 век. – 2002.