

Подготовка к ЕГЭ-2016 по химии (задание 30)

Проверяемый элемент содержания:

Гидролиз солей. Среда водных растворов: кислая, нейтральная, щелочная

Одним из важнейших свойств солей является гидролиз. **Гидролизом** называют взаимодействие ионов соли с водой, приводящее к образованию слабого электролита.

В зависимости от силы кислот и оснований образуемые ими соли делят на четыре типа:

- 1) соли, образованные катионом сильного основания и анионом сильной кислоты;
- 2) соли, образованные катионом сильного основания и анионом слабой кислоты;
- 3) соли, образованные катионом слабого основания и анионом сильной кислотой;
- 4) соли, образованные катионом слабого основания и анионом слабой кислотой.

Основания	
Сильные	щелочи – LiOH , NaOH , KOH , RbOH , CsOH , $\text{Ca}(\text{OH})_2$, $\text{Sr}(\text{OH})_2$, $\text{Ba}(\text{OH})_2$
Слабые	как правило, нерастворимые основания – $\text{Mg}(\text{OH})_2$, $\text{Al}(\text{OH})_3$, $\text{Cr}(\text{OH})_3$, $\text{Fe}(\text{OH})_2$, $\text{Fe}(\text{OH})_3$, $\text{Zn}(\text{OH})_2$, $\text{Pb}(\text{OH})_2$, $\text{Cu}(\text{OH})_2$; гидрат аммиака $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (или NH_4OH)
Кислоты	
Сильные	HNO_3 , HCl , HBr , HI , HClO_4 , HMnO_2 , H_2SO_4
Слабые	органические кислоты – HCOOH , CH_3COOH , $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$; неорганические – HF , H_2S , H_2CO_3 , HNO_2 , HCN , H_3BO_3 , HClO , HClO_2 , H_2SiO_3 , H_3PO_4

Типы солей

соли, образованные катионом сильного основания и анионом сильной кислоты	Na_2SO_4 , KNO_3
соли, образованные катионом сильного основания и анионом слабой кислоты	Na_2CO_3 , CH_3COOK
соли, образованные катионом слабого основания и анионом сильной кислотой	ZnCl_2 , $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$
соли, образованные катионом слабого основания и анионом слабой кислотой	$(\text{NH}_4)_2\text{S}$, $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Cu}$

Окраска индикаторов

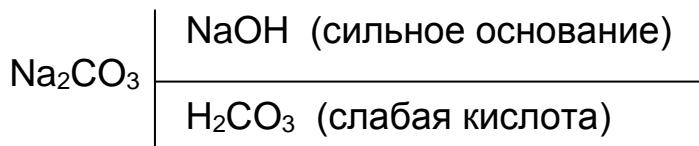
	Нейтральная среда	Кислая среда	Щелочная среда
лакмус	фиолетовый	красный	синий
метиловый оранжевый	оранжевый	розовый	желтый
фенолфталеин	бесцветный	бесцветный	малиновый
pH	pH = 7	pH < 7	pH > 7

Хотя гидролиз солей – разновидность реакции обмена, технология составления уравнений реакций этого процесса имеет свои особенности. Главное отличие – то, что в этом случае сначала составляют ионное уравнение реакции, а затем не его основе записывают молекулярное.

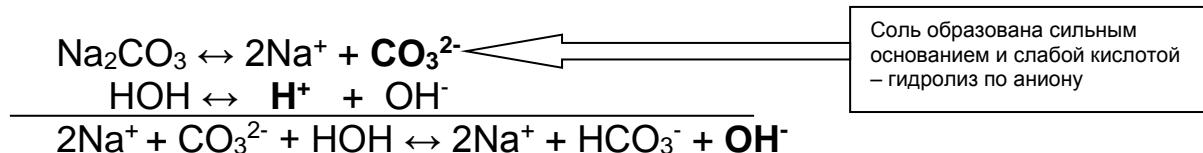
Алгоритм составления уравнения реакции гидролиза

ВНИМАНИЕ! Диссоциация молекул воды – не происходит.
Уравнение диссоциации воды записывается только для того,
чтобы правильно составить уравнение гидролиза!!!

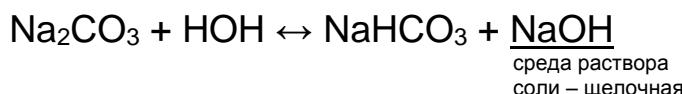
1. Анализируют состав соли:



2. Выбирают ион, подвергающийся гидролизу:



3. Из полученного уравнения составляют молекулярное, используя те ионы, которые принимали участие в гидролизе:

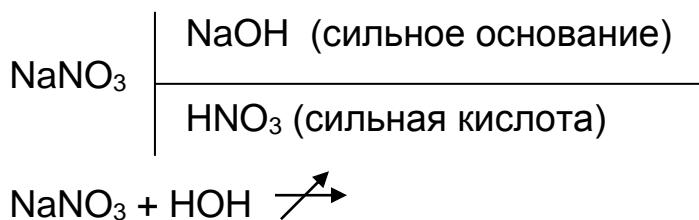


4. Данный алгоритм не относится к случаю так называемого полного гидролиза.

Типы солей и характер их гидролиза

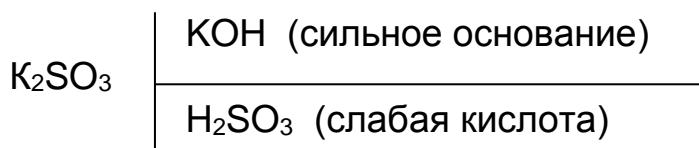
1. Соль образована катионом сильного основания и анионом сильной кислоты.

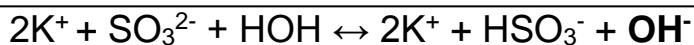
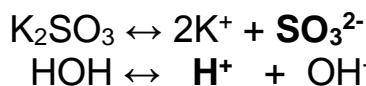
Соли этого типа гидролизу не подвергаются, так как при их взаимодействии с водой равновесие ионов H^+ и OH^- не нарушается. В растворах таких солей среда остается нейтральной ($\text{pH} = 7$).



2. Соль, образованная катионом сильного основания и анионом слабой кислоты.

Гидролиз этого типа солей иначе называется гидролизом по аниону. Рассмотрим в качестве примера гидролиз K_2SO_3





среда раствора
соли – щелочная

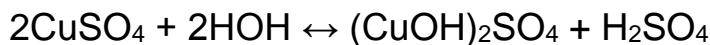
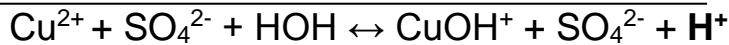
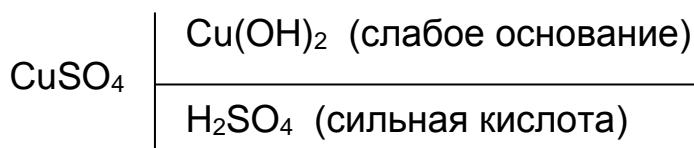
Таким образом, каждый ион H^+ нейтрализует одну единицу отрицательного заряда иона кислотного остатка SO_3^{2-} , а из молекулы воды HOH освобождаются гидроксид-ион OH^- . Эти ионы гидроксида OH^- , будучи в избытке, придают щелочную реакцию ($\text{pH} > 7$).

Следовательно, растворы солей, образованные сильным основанием и слабой кислотой, имеют щелочную реакцию.

Данный случай гидролиза обратим.

3. Соль, образованная катионом слабого основания и анионом сильной кислоты.

Гидролиз этого типа солей иначе называют гидролизом по катиону. Рассмотрим гидролиз хлорида меди (II) CuCl_2



среда раствора
соли – кислая

В растворе наблюдается избыток ионов H^+ . Следовательно, растворы солей, образованные слабым основанием и сильной кислотой, имеют кислую реакцию ($\text{pH} < 7$).

Данный случай гидролиза также обратим.

4. Соль, образованная катионом слабого основания и анионом слабой кислоты.

Гидролиз этого типа иначе называют гидролизом по катиону, и аниону. В соли слабого основания и слабой кислоты, например сульфиде алюминия Al_2S_3 , катион ведет себя как кислота, а анион – как – основание:



Реакция идет полностью до конца и гидролиз необратим. Реакция и pH среды растворов данных солей зависит от относительной силы

образующихся слабых кислот и оснований и может быть либо нейтральной, либо незначительно смещено в ту или иную сторону, т.е. слабокислой или слабощелочной.

Смещение химического равновесия при гидролизе

На процесс гидролиза значительное влияние оказывают концентрация и температура. В соответствии с принципом Ле Шателье рассмотрим влияние этих факторов на положение гидролитического расщепления.

Разбавление раствора равноценно увеличению концентрации одного из реагирующих веществ (в данном случае воды). Следовательно, равновесие смещается вправо, т.е. гидролиз усиливается. Наоборот, гидролиз концентрированных растворов протекает значительно слабее.

Изменение температуры влияет на гидролиз вследствие резкой температурной зависимости степени диссоциации воды. С повышением температуры концентрация H^+ и OH^- ионов в растворе резко возрастает, вследствие чего увеличивается вероятность связывания их с образованием малодиссоциированной кислоты или основания. Поэтому с повышением температуры гидролиз протекает полнее.

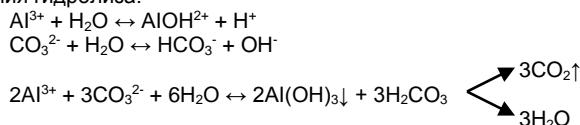
Данный вывод подтверждается тем, что реакция нейтрализации экзотермична. Так как гидролиз является противоположным ей процессом, т.е. эндотермичен, то в соответствии с принципом Ле Шателье нагревание вызывает усиление гидролиза.

НЕОБРАТИМЫЙ ГИДРОЛИЗ НЕОРГАНИЧЕСКИХ И ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

Необратимый гидролиз солей кислородсодержащих солей (катион слабого основания и анион слабой кислоты)

При сливании водных растворов карбоната натрия Na_2CO_3 и хлорида алюминия AlCl_3 выделяется газ и выпадает осадок. Что это за осадок и какой газ может выделяться в данной обменной реакции? Если мы посмотрим в таблицу растворимости, то в клетке, соответствующей карбонату алюминия, увидим прочерк. В данном случае это означает, что соль разлагается водой, т.е. протекает ее необратимый гидролиз.

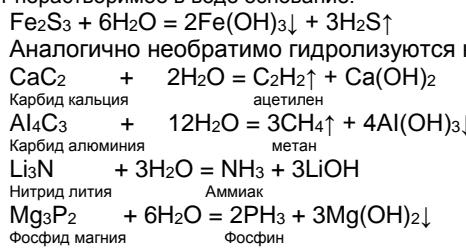
В водном растворе и катион алюминия (соответствующий нерастворимому в воде гидроксиду), и карбонат-анион (соответствующий слабой кислоте) подвержены гидролизу. Гидролиз катиона Al^{3+} протекает с образованием катионов водорода, гидролиз аниона CO_3^{2-} сопровождается выделением в раствор гидроксид-анионов. При слиянии двух растворов за счет взаимного связывания ионов H^+ и OH^- происходит смещение равновесия обоих процессов вправо вплоть до необратимого протекания гидролиза:



Подобным образом полностью гидролизуются сульфиды алюминия и хрома (III), карбоната железа (III) и некоторые другие соли кислородсодержащих кислот. Их нельзя получить реакцией обмена между водными растворами двух солей, содержащих соответствующие ионы.

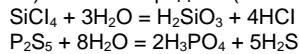
Необратимый гидролиз бинарных соединений металл – неметалл

Помимо некоторых солей кислородсодержащих кислот, необратимому гидролизу могут подвергаться соли кислот бескислородных. Например, сульфиды алюминия, хрома (III), железа (III) при попадании в воду выделяют сероводород и образуют нерастворимое в воде основание:

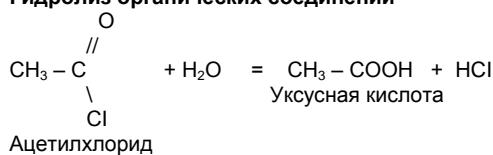


Необратимый гидролиз двухэлементных (бинарных) соединений неметаллов

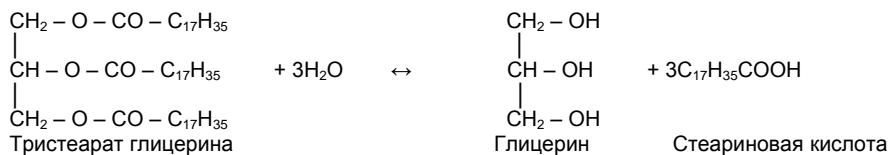
Многие бинарные соединения неметаллов «не выдерживают» испытания водой и необратимо гидролизуются с образованием, как правило, двух кислот: кислородсодержащей (менее электроотрицательный элемент в бинарном соединении) и бескислородной (более электроотрицательный элемент).



Гидролиз органических соединений

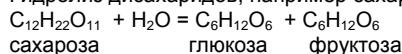


В живых организмах одним из путей метаболизма жиров является их гидролиз. В кишечнике под влиянием фермента липазы жиры распадаются на глицерин и органические кислоты, которые всасываются стенками кишечника, и в организме синтезируются новые жиры, свойственные данному организму:

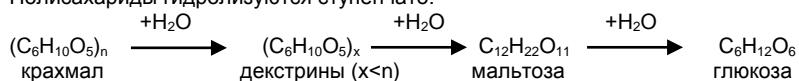


Большое значение имеет также гидролиз углеводов. Углеводы, содержащие два и более остатка моносахаридов (вплоть до полисахаридов), подвергаются гидролизу. Конечными продуктами такого процесса являются составляющие молекулу моносахариды.

Гидролиз дисахаридов, например сахарозы, можно представить следующей схемой:

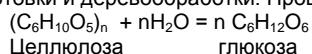


Полисахариды гидролизуются ступенчато:



Гидролиз углеводов катализируется кислотами, а в живых организмах – ферментами. В промышленности гидролизом крахмала получают глюкозу и патоку (смесь декстринов, мальтозы и глюкозы).

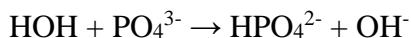
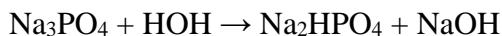
Гораздо труднее гидролизуется другой важнейший полисахарид – целлюлоза. Гидролиз целлюлозы в промышленности проводят при длительном кипячении непищевого растительного сырья в присутствии кислоты: отходов лесозаготовки и деревообработки. Процесс также идет ступенчато:



Также гидролизу подвергаются белки.

СОЛИ ФОСФОРНОЙ КИСЛОТЫ

Растворимые **средние соли** фосфорной кислоты подвергаются гидролизу **по аниону** кислоты и их растворы имеют сильно щелочную реакцию:



Кислые соли фосфорной кислоты (особенно дигидрофосфаты) гидролизуются в значительно меньшей степени, кроме того, образующиеся при этом продукты гидролиза: H_2PO_4^- , H_3PO_4^- – могут частично диссоциировать с образованием ионов H^+ . Поэтому в растворах **гидрофосфатов** среда является **слабощелочной**, а в растворах **дигидрофосфатов** даже **слабокислой**, т.к. процесс диссоциации H_2PO_4^- -ионов превалирует над процессом их гидролиза.

Тренировочные задания:

1. Установите соответствие между названием соли и её отношением к гидролизу

ФОРМУЛА СОЛИ

СПОСОБНОСТЬ К ГИДРОЛИЗУ

А) хлорид аммония
Б) сульфат калия
В) карбонат натрия
Г) сульфид алюминия

1) гидролизуется по катиону
2) гидролизуется по аниону
3) гидролизу не подвергается
4) гидролизуется по катиону и аниону

A	Б	В	Г

Ответ:

2. Установите соответствие между названием соли и способностью ее к гидролизу

ФОРМУЛА СОЛИ

СПОСОБНОСТЬ К ГИДРОЛИЗУ

А) хлорид аммония
Б) сульфат калия
В) карбонат натрия
Г) сульфид алюминия

1) гидролизу не подвергается
2) гидролизуется по катиону
3) гидролизуется по аниону
4) гидролизуется по катиону и аниону

A	Б	В	Г

Ответ:

3. Установите соответствие между двумя солями, отношение которых к гидролизу одинаковое.

ПЕРВАЯ СОЛЬ

А) перманганат натрия
Б) хлорид меди (II)
В) сульфат аммония
Г) перхлорат калия

ВТОРАЯ СОЛЬ

1) хлорид калия
2) фосфид алюминия
3) фосфат натрия
4) нитрат цинка

A	Б	В	Г

Ответ:

4. Установите соответствие между названием соли и способностью ее к гидролизу

ФОРМУЛА СОЛИ

СПОСОБНОСТЬ К ГИДРОЛИЗУ

А) пропионат цезия
Б) нитрат диметиламмония
В) карбонат калия
Г) сульфат аммония

1) гидролизу не подвергается
2) гидролизуется по катиону
3) гидролизуется по аниону
4) гидролизуется по катиону и аниону

A	Б	В	Г

Ответ:

5. Установите соответствие между названием соли и способностью ее к гидролизу

ФОРМУЛА СОЛИ

СПОСОБНОСТЬ К ГИДРОЛИЗУ

А) фторид цезия
Б) нитрат калия
В) нитрит натрия
Г) сульфид аммония

1) гидролизу не подвергается
2) гидролизуется по катиону
3) гидролизуется по аниону
4) гидролизуется по катиону и аниону

A	Б	В	Г

Ответ:

6. Установите соответствие между двумя солями, отношение которых к гидролизу одинаковое.

ПЕРВАЯ СОЛЬ

- А) сульфит натрия
- Б) фторид алюминия
- В) сульфат цинка
- Г) нитрат кальция

ВТОРАЯ СОЛЬ

- 1) сульфат рубидия
- 2) нитрат железа (II)
- 3) ортофосфат калия
- 4) ацетат алюминия

Ответ:

	A	B	V	G
--	---	---	---	---

7. Установите соответствие между названием соли и средой ее водного раствора

НАЗВАНИЕ СОЛИ

- А) сульфид калия
- Б) гидрофосфат натрия
- В) дигидрофосфат цезия
- Г) сульфат цинка

СРЕДА РАСТВОРА

- 1) нейтральная
- 2) кислая
- 3) щелочная

Ответ:

8. Установите соответствие между двумя солями, отношение которых к гидролизу одинаковое

ПЕРВАЯ СОЛЬ

А) сульфид калия
Б) сульфид алюминия
В) сульфат железа (II)
Г) нитрат бария

ВТОРАЯ СОЛЬ

1) сульфат калия
2) хлорид цинка
3) ортофосфат натрия
4) ацетат метиламмония

А	Б	В	Г

9. Установите соответствие между названием соли и средой ее водного раствора

НАЗВАНИЕ СОЛИ

А) нитрит калия
Б) хлорацетат натрия
В) гидрокарбонат рубидия
Г) сульфат алюминия

СРЕДА РАСТВОРА

- 1) нейтральная
- 2) кислая
- 3) щелочная

А	Б	В	Г

10. Установите соответствие между двумя солями, отношение которых к гидролизу одинаковое.

ПЕРВАЯ СОШ

А) сульфат калия
Б) хлорид железа (II)
В) ортофосфат натрия
Г) ацетат магния

ВТОРАЯ СОШ

ВТОРАЯ

Ответ:

11. Установите соответствие между названием соли и средой ее водного раствора

НАЗВАНИЕ СОЛИ

СРЕДА РАСТВОРА

A)	сульфит натрия	1)	нейтральная
Б)	ацетат калия	2)	кислая
В)	фторид рубидия	3)	щелочная
Г)	хлорид алюминия		

A	Б	В	Г

Ответ:

12. Установите соответствие между названием соли и типом гидролиза этой соли

НАЗВАНИЕ СОЛИ

ТИП ГИДРОЛИЗА

A)	ортрафосфат натрия	1)	по катиону
Б)	гидрокарбонат кальция	2)	по аниону
В)	карбонат аммония	3)	по катиону и аниону
Г)	нитрат цинка	4)	гидролиз отсутствует

A	Б	В	Г

Ответ:

13. Установите соответствие между названием вещества и средой его водного раствора.

ВЕЩЕСТВО

СРЕДА ВОДНОГО РАСТВОРА

A)	иодид бария	1)	кислотная
Б)	иодоводород	2)	нейтральная
В)	гидроксид кальция	3)	щелочная
Г)	бромид железа (II)		

A	Б	В	Г

Ответ:

14. Установите соответствие между названием соли и отношением ее к гидролизу

НАЗВАНИЕ СОЛИ

СПОСОБНОСТЬ СОЛИ К ГИДРОЛИЗУ

A)	нитрат натрия	1)	гидролиз по катиону
Б)	карбонат калия	2)	гидролиза по аниону
В)	сульфид алюминия	3)	гидролиз по катиону и аниону
Г)	хлорид аммония	4)	гидролизу не подвергается

A	Б	В	Г

Ответ:

15. Установите соответствие между названием вещества и средой его водного раствора.

ВЕЩЕСТВО

СРЕДА ВОДНОГО РАСТВОРА

A)	сульфит калия	1)	нейтральная
Б)	гидросульфид калия	2)	кислотная
В)	нитрат аммония	3)	щелочная
Г)	сероводород		

A	Б	В	Г

Ответ:

16. Установите соответствие между формулой соли и средой ее водного раствора.

ФОРМУЛА СОЛИ

СРЕДА РАСТВОРА

А) Na_2S

1) кислотная

Б) Na_2SO_4

2) нейтральная

В) BeSO_4

3) щелочная

Г) NaHSO_4

A	Б	В	Г

Ответ:

17. Установите соответствие между названием соли и средой в водном растворе этой соли.

НАЗВАНИЕ СОЛИ

СРЕДА ВОДНОГО РАСТВОРА СОЛИ

А) сульфат цинка

1) кислотная

Б) карбонат натрия

2) нейтральная

В) сульфат аммония

3) щелочная

Г) гидрокарбонат натрия

A	Б	В	Г

Ответ:

18. Установите соответствие между названием вещества и средой его водного раствора.

НАЗВАНИЕ ВЕЩЕСТВА

СРЕДА ВОДНОГО РАСТВОРА

А) сульфид бария

1) кислотная

Б) хлорид стронция

2) нейтральная

В) хлороводород

3) щелочная

Г) гидроксид натрия

A	Б	В	Г

Ответ:

19. Установите соответствие между названием соли и ее способностью к гидролизу

НАЗВАНИЕ СОЛИ

СПОСОБНОСТЬ СОЛИ К ГИДРОЛИЗУ

А) ацетат аммония

1) гидролиз по катиону

Б) бромид аммония

2) гидролиза по аниону

В) сульфат натрия

3) гидролиз по катиону и аниону

Г) хлорид железа (III)

4) гидролизу не подвергается

A	Б	В	Г

Ответ:

20. Установите соответствие между формулой соли и ее способностью к гидролизу.

ФОРМУЛА СОЛИ

СПОСОБНОСТЬ СОЛИ К ГИДРОЛИЗУ

А) $(\text{NH}_4)(\text{CH}_3\text{COO})$

1) гидролиз по катиону

Б) NH_4Br

2) гидролиза по аниону

В) Na_2SO_4

3) гидролиз по катиону и аниону

Г) FeSO_4

4) гидролизу не подвергается

A	Б	В	Г

Ответ:

21. Установите соответствие между формулой соли и средой ее водного раствора.

ФОРМУЛА СОЛИ

СРЕДА ВОДНОГО РАСТВОРА

А) Na_2SO_4
Б) CuSO_4
В) NaClO_4
Г) $\text{Ba}(\text{ClO})_2$

1) нейтральная
2) кислотная
3) щелочная

A	Б	В	Г

Ответ:

22. Установите соответствие между названием соли и ее отношением к гидролизу

НАЗВАНИЕ СОЛИ

ОТНОШЕНИЕ К ГИДРОЛИЗУ

А) сульфид алюминия
Б) карбонат натрия
В) сульфат аммония
Г) гидрокарбонат натрия

1) гидролиз по катиону
2) гидролиз не происходит
3) гидролиз по аниону
4) необратимый гидролиз

A	Б	В	Г

Ответ:

23. Установите соответствие между названием соли и типом гидролиза этой соли

НАЗВАНИЕ СОЛИ

СПОСОБНОСТЬ СОЛИ К ГИДРОЛИЗУ

А) ортофосфат натрия
Б) сульфат алюминия
В) нитрит калия
Г) сульфат аммония

1) по катиону
2) по аниону
3) по катиону и аниону
4) отсутствует

A	Б	В	Г

Ответ:

24. Установите соответствие между названием соли и pH среды при ее гидролизе.

НАЗВАНИЕ СОЛИ

pH СРЕДЫ ПРИ ГИДРОЛИЗЕ

А) сульфит калия
Б) хлорид меди
В) сульфат натрия
Г) нитрит лития

1) $\text{pH} > 7$
2) $\text{pH} < 7$
3) $\text{pH} = 7$

A	Б	В	Г

Ответ:

25. Установите соответствие между названием соли и типом гидролиза ее в водном растворе.

НАЗВАНИЕ СОЛИ

ТИП ГИДРОЛИЗА

А) карбонат натрия
Б) нитрат цинка
В) фторид натрия
Г) сульфид калия

1) по катиону
2) по аниону
3) по катиону и аниону
4) гидролиз не происходит

A	Б	В	Г

Ответ:

26. Установите соответствие между названием соли и отношением ее к гидролизу

НАЗВАНИЕ СОЛИ

- A) ацетат натрия
- Б) хлорид калия
- В) нитрит аммония
- Г) нитрат железа (III)

СПОСОБНОСТЬ СОЛИ К ГИДРОЛИЗУ

- 1) гидролиз по катиону
- 2) гидролиза по аниону
- 3) гидролиз по катиону и аниону
- 4) гидролизу не подвергается

A	Б	В	Г

Ответ:

27. Установите соответствие между формулой соли и ее способностью к гидролизу

ФОРМУЛА СОЛИ

- A) NaCH_3COO
- Б) KCl
- В) KNO_2
- Г) $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$

СПОСОБНОСТЬ СОЛИ К ГИДРОЛИЗУ

- 1) гидролиз по катиону
- 2) гидролиза по аниону
- 3) гидролиз по катиону и аниону
- 4) гидролизу не подвергается

A	Б	В	Г

Ответ:

28. Установите соответствие между формулой соли и средой ее водного раствора

ФОРМУЛА СОЛИ

- A) Na_2CO_3
- Б) NaHCO_3
- В) $\text{Fe}(\text{ClO}_4)_2$
- Г) NH_4ClO_4

СРЕДА ВОДНОГО РАСТВОРА

- 1) нейтральная
- 2) кислотная
- 3) щелочная

A	Б	В	Г

Ответ:

29. Установите соответствие между названием соли и типом гидролиза этой соли

НАЗВАНИЕ СОЛИ

- A) дигидрофосфат натрия
- Б) гидрофосфат натрия
- В) фторид натрия
- Г) ацетат натрия

ТИП ГИДРОЛИЗА

- 1) гидролиз по катиону
- 2) гидролиза по аниону
- 3) гидролиз по катиону и аниону
- 4) гидролиз не происходит

A	Б	В	Г

Ответ:

30. Установите соответствие между названием соли и типом ее гидролиза в водном растворе.

НАЗВАНИЕ СОЛИ

- A) карбонат калия
- Б) нитрат железа (III)
- В) гидрокарбонат кальция
- Г) бромид железа (II)

ТИП ГИДРОЛИЗА

- 1) по катиону
- 2) по аниону
- 3) по катиону и аниону
- 4) гидролиз отсутствует

A	Б	В	Г

Ответ:

ОТВЕТЫ:**1** – 1324**2** – 3334**3** – 1441**4** – 3232**5** – 3134**6** – 3421**7** – 3322**8** – 3421**9** – 3332**10** – 4312**11** – 3332**12** – 2231**13** – 2131**14** – 4231**15** – 3322**16** – 3211**17** – 1313**18** – 3213**19** – 3142**20** – 3141**21** – 1213**22** – 4313**23** – 2121**24** – 1231**25** – 2122**26** – 2431**27** – 2421**28** – 3322**29** – 2222**30** – 2121