



НОВЫЕ ЗНАНИЯ
ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ

НОВЫЕ ЗНАНИЯ

ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ



Россия, Москва,
Новочеркасский бульвар, дом 20, корпус 5



8(495)225-27-55

Растворы. Теория электролитической диссоциации



НОВЫЕ ЗНАНИЯ
ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ

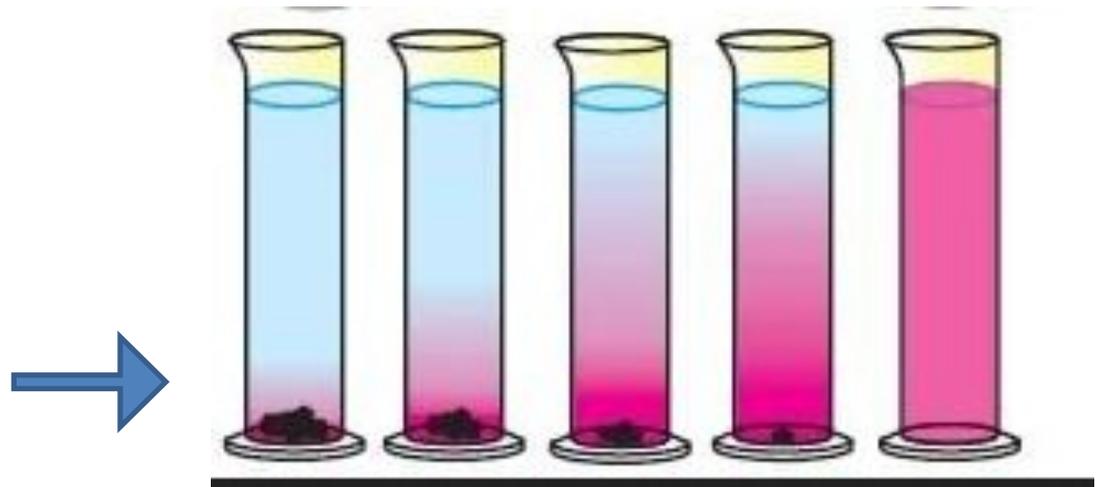
Растворы (дисперсные системы)

Раствор – это однофазная система переменного, или гетерогенного, состава, состоящая из двух или более компонентов.



Растворение

- **Растворение** — переход молекул вещества из одной фазы в другую. Происходит в результате взаимодействия атомов (молекул) растворителя и растворённого вещества.



Растворение

- При растворении **межфазная граница исчезает**, при этом **меняются физические свойства раствора** (например, плотность, вязкость, иногда — цвет, и другие).





НОВЫЕ ЗНАНИЯ
ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ

Дисперсная система, фаза, среда

Дисперсная система - гетерогенные системы, в которых одна из фаз находится в дисперсном (раздробленном состоянии).

Дисперсной фазой, называется растворенное вещество

Дисперсионной средой (растворитель)- вещество, в котором распределена дисперсная фаза.



Виды дисперсных систем

ДФ	ДС	Обозначение	Примеры
Твердая	Газообразная	Т/Г	Аэрозоли (пыль, дым, смог)
	Жидкая	Т/Ж	Золи (золи металлов в воде, взвеси в природных водах – ВД), суспензии - ГД
	Твердая	Т/Т	Твердые коллоидные растворы (бетон, сплавы, цветные стекла, минералы – самоцветы)
Жидкая	Газообразная	Ж/Г	Аэрозоли (туман, облака)
	Жидкая	Ж/Ж	Эмульсии (молоко, сырая нефть, крема)
	Твердая	Ж/Т	Жидкость в пористых телах (адсорбенты, почвы)
Газообразная	Газообразная	Г/Г	Системы с флуктуациями плотности (атмосфера)
	Жидкая	Г/Ж	Газовые эмульсии, пены
	Твердая	Г/Т	Пористые и капиллярные тела (адсорбенты, катализаторы, пемза, активированный уголь)

По величине частиц дисперсной фазы растворы разделяют на:

Грубодисперсные системы (взвеси) –
это гетерогенные системы (неоднородные).
Размеры частиц этой фазы
от 10^{-5} до 10^{-7} м.

Не устойчивы и видны невооруженным
глазом (суспензии, эмульсии, пены,
порошки).





НОВЫЕ ЗНАНИЯ
ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ

По величине частиц дисперсной фазы растворы разделяют на:

- **Коллоидные растворы (тонкодисперсные системы или золи) – это микрогетерогенные системы. Размер частиц от 10^{-7} до 10^{-9} м.**

Частицы уже не видны невооруженным глазом, система не устойчивая. В зависимости от природы дисперсионной среды золи называют **гидрозолями** – дисперсионная среда – жидкость, **аэрозолями** – дисперсионная среда воздух.



НОВЫЕ ЗНАНИЯ
ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ

По величине частиц дисперсной фазы растворы разделяют на:

Истинные растворы.

Размеры частиц составляют 10^{-8} см (менее 1 нм), т.е. равны размерам молекул и ионов.

Они не видны невооруженным глазом.

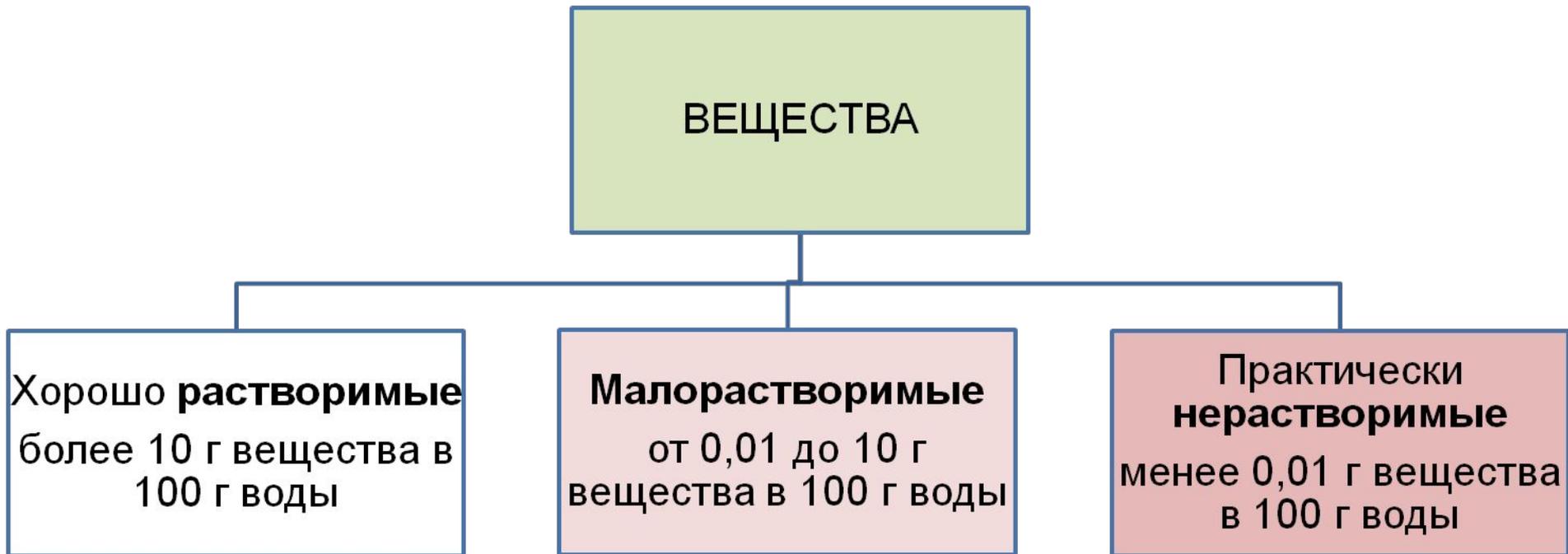
Системы - гомогенные.

(растворы сахара, спирта, неэлектролитов, электролитов и слабых электролитов).



Растворимость

- Растворимость выражают при помощи массы вещества, которая может раствориться в 100 г воды при данной температуре





НОВЫЕ ЗНАНИЯ
ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ

Растворимость

Если молекулы растворителя **неполярны** или **малополярны**, то этот растворитель будет хорошо растворять вещества с **неполярными** молекулами. Хуже будет растворять с большей полярностью.

И практически не будет с ионным типом связи.



НОВЫЕ ЗНАНИЯ
ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ

Растворители

К полярным растворителям относят воду и глицерин.



К малополярным спирт и ацетон.

*К неполярным хлороформ,
эфир,
жиры,
масла.*





Виды растворов

В зависимости от растворимости твердых веществ различают следующие виды растворов:

Ненасыщенный раствор

- Раствор, в котором данное вещество при данной температуре **ещё растворяется**

Насыщенный раствор

- Раствор, в котором данное вещество при данной температуре **больше не растворяется**
- Содержит **максимальное количество** растворённого вещества при данной температуре

Пересыщенный раствор

- Раствор, который содержит растворённого вещества **больше**, чем его содержится в насыщенном растворе при данной температуре



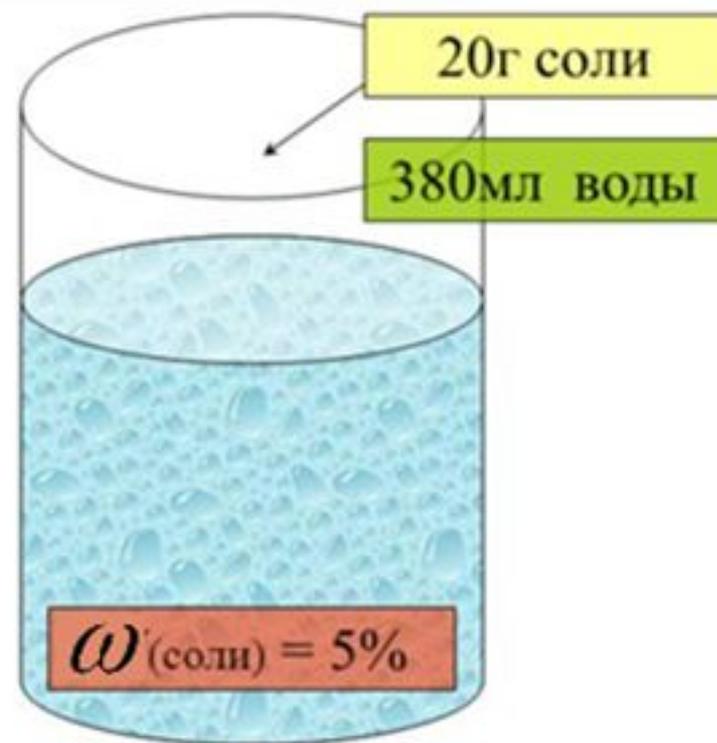
НОВЫЕ ЗНАНИЯ
ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ

Способы выражения состава раствора

$$\omega = \frac{m_{p.v.}}{m_{p-ra}} \cdot 100\%$$

Масса раствора включает в себя массу растворенного вещества и массу растворителя:

$$m(p-ra) = m(p-ля) + m(в-ва)$$





НОВЫЕ ЗНАНИЯ
ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ

Типовая задача № 1.

В растворе массой 100 г содержится хлорид бария массой 20 г. Какова массовая доля хлорида бария в растворе?

Д а н о:

$$m(\text{р-ра}) = 100 \text{ г};$$

$$\underline{m(\text{BaCl}_2) = 20 \text{ г.}}$$

- Найти: $w\%(\text{BaCl}_2)$

Решение:

$$w(\text{BaCl}_2) = m(\text{BaCl}_2) / m(\text{р-ра}) = 20 \text{ г} / 100 \text{ г} = 0,2$$

или 20%

- Ответ: $w\%(\text{BaCl}_2) = 0,2$ или 20%



НОВЫЕ ЗНАНИЯ
ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ

Типовая задача № 2 .

Сахар массой 5 г растворили в воде массой 20 г. Какова массовая доля (%) сахара в растворе?

Д а н о:

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 20 \text{ г};$$

$$\underline{m(\text{сахара}) = 5 \text{ г.}}$$

Найти: $w\%$ (сахара)

Решение:

$$1. m(\text{р-ра}) = m(\text{сахара}) + m(\text{H}_2\text{O}) = 20\text{г} + 5\text{г} = 25\text{г}$$

$$2. w(\text{сахара}) = m(\text{сахара}) / m(\text{р-ра}) = 5\text{г} / 25\text{г} = 0,2$$

или 20%

- Ответ: $w\%$ (сахара) = 0,2 или 20%



НОВЫЕ ЗНАНИЯ
ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ

Гидратная теория Менделеева

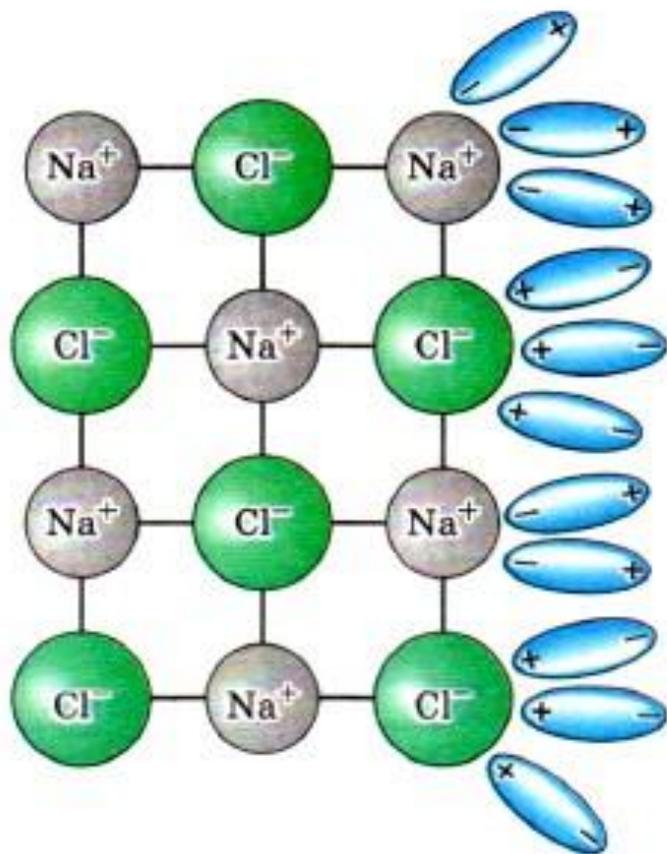
Сольватация – процесс взаимодействия молекул растворителя и растворяемого вещества.

Сольватация в водных растворах называется **гидратацией**.

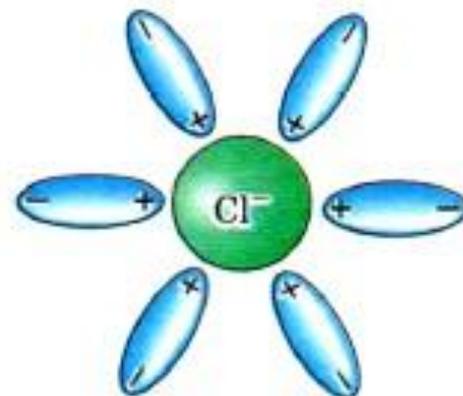
В результате чего образуются молекулярные агрегаты - **гидраты**.



НОВЫЕ ЗНАНИЯ
ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ



+



гидратированные ионы



Кристаллогидраты

- Молекулы воды из гидратной оболочки иногда могут вступать в химическую реакцию с растворенным веществом, образуя уже настоящее химическое соединение с постоянным составом, которые можно выделить из раствора, осторожно упаривая воду.
- Эти соединения называются *кристаллогидратами*.



НОВЫЕ ЗНАНИЯ
ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ

Кристаллогидраты солей

– твердые соли, в состав ионных кристаллов которых входят молекулы воды



Глауберова соль
 $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$



Кристалл $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$



НОВЫЕ ЗНАНИЯ
ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ

Кристаллогидраты





НОВЫЕ ЗНАНИЯ
ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ

Электролиты. Неэлектролиты

- По способности проводить электрический ток в водном растворе или в расплаве все вещества можно разделить на **электролиты и неэлектролиты.**

ВЕЩЕСТВА

ЭЛЕКТРОЛИТЫ

Вещества, которые в водных растворах или расплавах распадаются на ионы и **проводят электрический ток**

Кислоты
Основания
Соли

НЕЭЛЕКТРОЛИТЫ

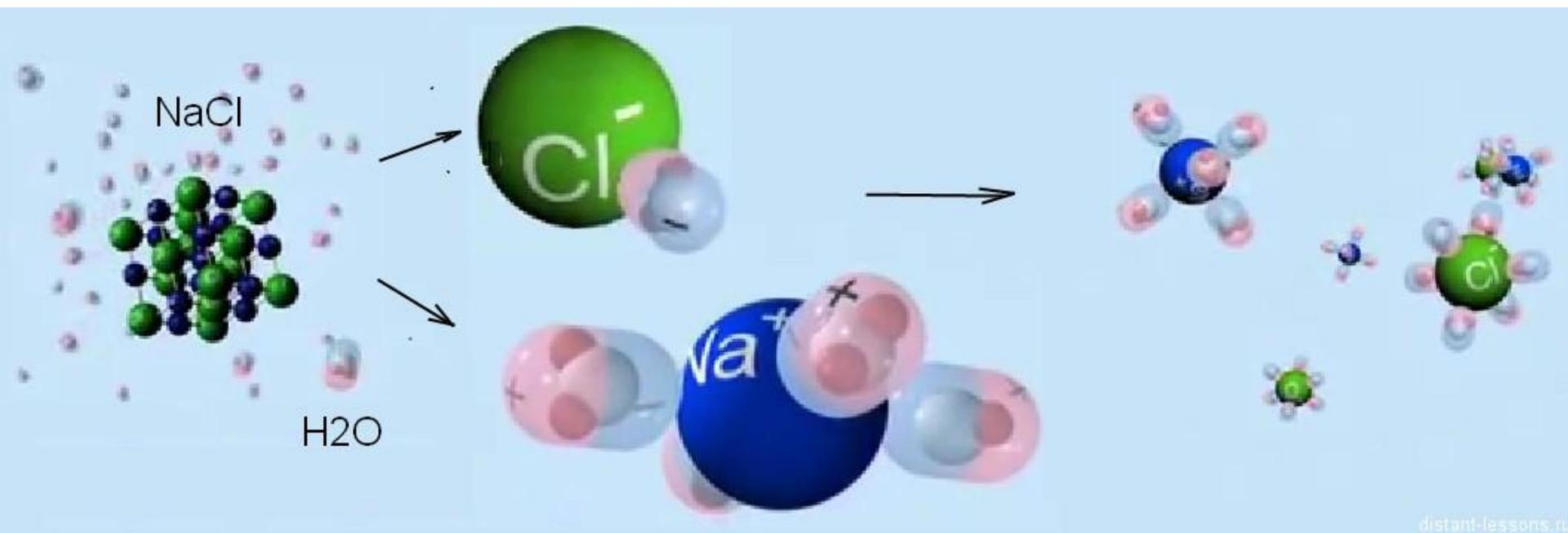
Вещества, которые в водных растворах или расплавах **не распадаются на ионы и НЕ проводят электрический ток**

Многие органические вещества (спирты, эфиры, бензол и другие)
Двухатомные газы: O_2 , N_2 , Cl_2 ...
Благородные газы: He, Ne, Ar...
Оксиды



Электролитическая диссоциация -

- процесс распада молекул электролитов на ионы в водном растворе или в расплаве.





НОВЫЕ ЗНАНИЯ
ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ

Основные положения ТЭД

1. Молекулы электролитов **диссоциируют** на положительно заряженные ионы (**катионы**) и отрицательно заряженные ионы (**анионы**).



Молекула

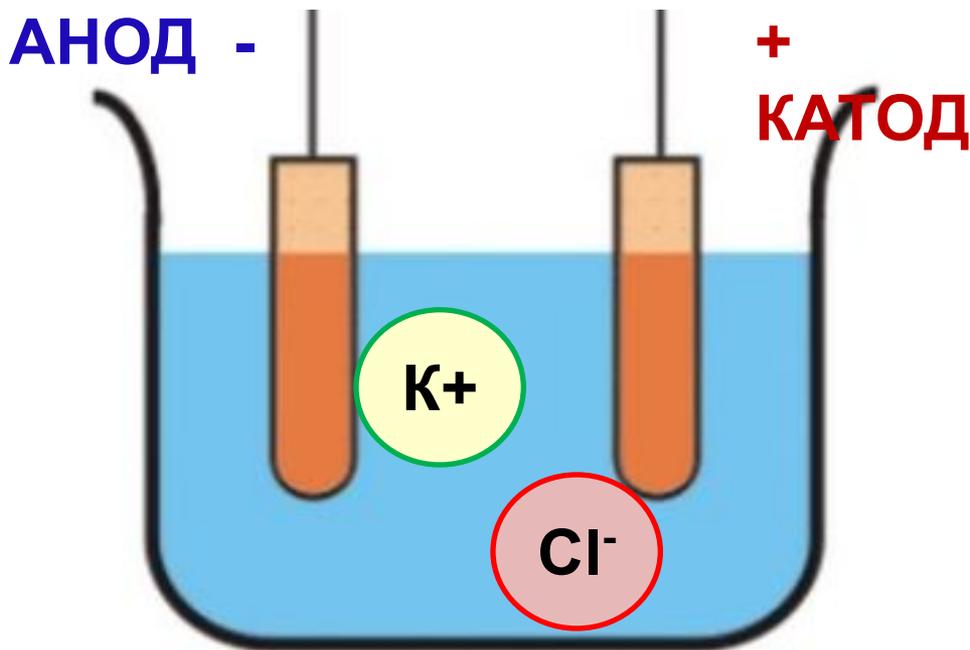
катион

анион



Основные положения ТЭД

2. При пропускании через раствор или расплав электрического тока **катионы** движутся к отрицательно заряженному электроду (**катоде**), а **анионы** движутся к положительно заряженному электроду (**аноду**).





Основные положения ТЭД

3. Диссоциация многих электролитов — **процесс обратимый.**

Это значит, что одновременно идут два противоположных процесса: **распад молекул на ионы (ионизация или диссоциация) и соединение ионов в молекулы (ассоциация или моляризация).**



НОВЫЕ ЗНАНИЯ
ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ

Уравнение диссоциации

Диссоциацию молекул электролитов выражают уравнениями, в которых ставят знак обратимости (\rightleftharpoons).

Пример, уравнение диссоциации азотистой кислоты HNO_2 записывается таким образом:



Уравнение диссоциации

- **Общая сумма зарядов катионов равна общей сумме зарядов анионов, так как растворы и расплавы электронейтральны.**





НОВЫЕ ЗНАНИЯ
ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ

Механизм электролитической диссоциации.

При растворении в воде ионных соединений, например, NaCl, его ионы, находящиеся в узлах кристаллической решетки, взаимодействуют с **диполями воды**.

При этом **положительные полюсы** молекул воды притягиваются к **отрицательным Cl⁻**, **отрицательные полюсы** - к **положительным Na⁺**.

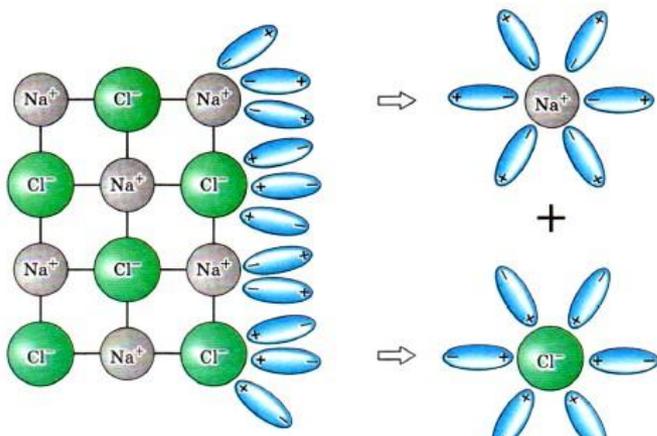
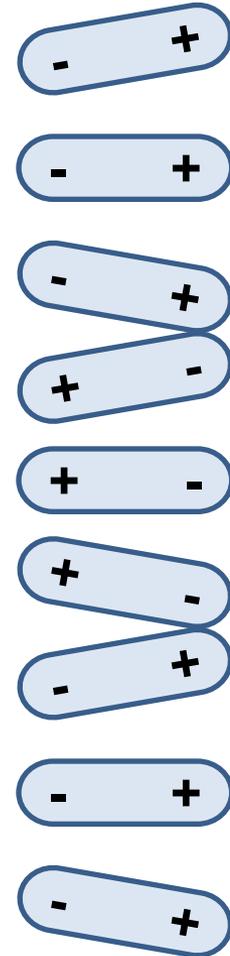
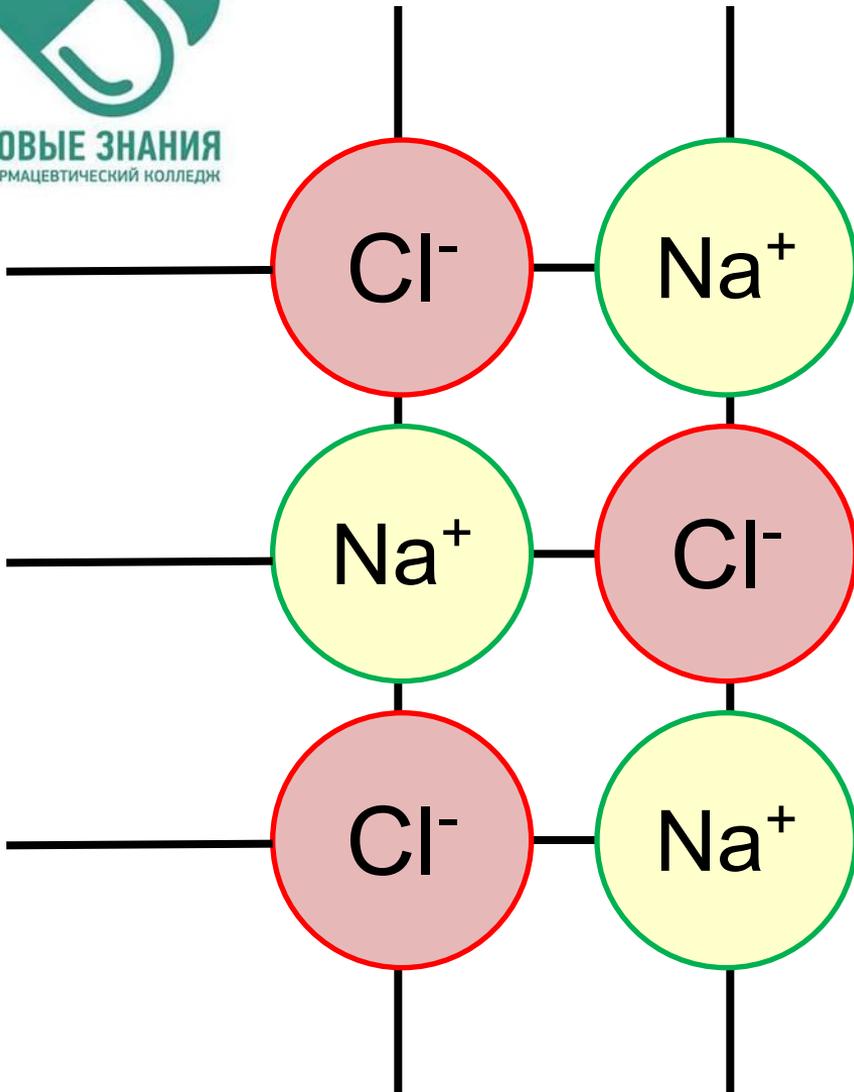


Схема ЭД хлорида натрия на **гидратированные ионы**.



НОВЫЕ ЗНАНИЯ
ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ

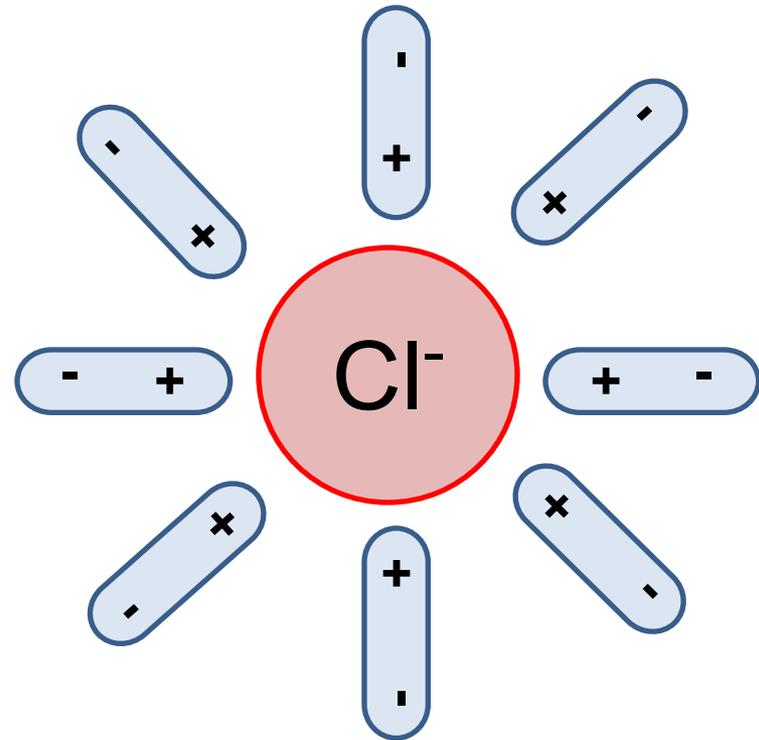
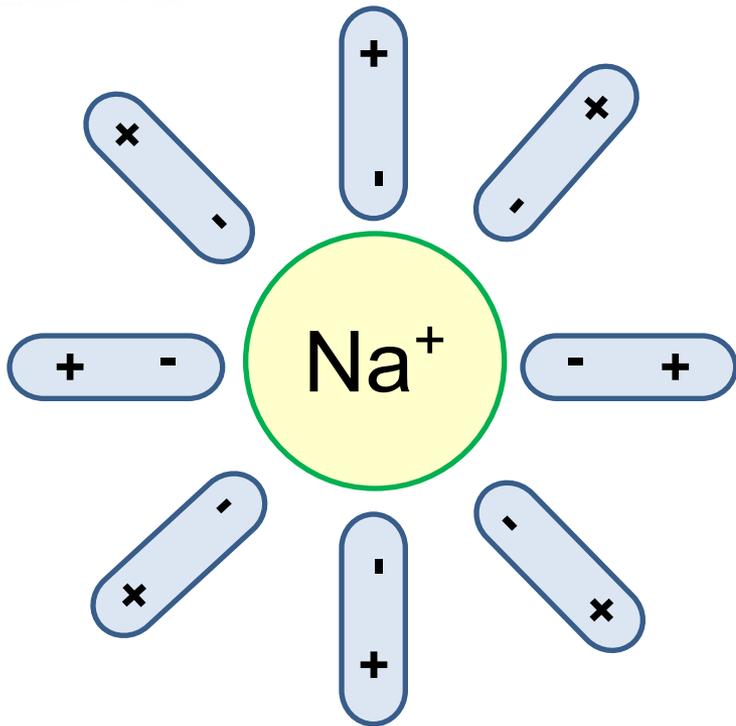
Механизм диссоциации



В результате этого взаимодействия кристаллическая решетка разрушается с образованием гидратированных ионов.



НОВЫЕ ЗНАНИЯ
ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ



Гидратированные ионы.



НОВЫЕ ЗНАНИЯ
ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ

Степень диссоциации (ионизации)

В водных растворах некоторые электролиты **полностью** распадаются на ионы.

Другие электролиты распадаются на ионы **частично**.

Для количественной характеристики соотношения диссоциированных и недиссоциированных молекул электролита используют понятие

«степень электролитической диссоциации».



НОВЫЕ ЗНАНИЯ
ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ

Степень диссоциации (ионизации)

Степень электролитической диссоциации равна отношению числа молекул, которые распались на ионы, к общему числу растворенных молекул электролита:

$$\alpha = \frac{n}{N} * 100\%$$

где n - число молекул, распавшихся на ионы;
 N - общее число растворенных молекул.

Степень диссоциации (ионизации)

Степень диссоциации зависит от

- природы растворителя
- природы растворенного вещества.

Например, молекулы серной кислоты H_2SO_4 **хорошо диссоциируют в воде,** слабее в этаноле и совсем не диссоциируют в бензоле.



Электролиты

Сильные электролиты — это такие электролиты, для которых степень диссоциации в водных растворах равна $\alpha = 1$ (100%).

К сильным электролитам относятся:

1. Практически все соли;

2. Кислоты - HNO_3 , H_2SO_4 , HMnO_4 , $\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, HI , HBr , HCl , H_2CrO_4 ;

3. Щелочи- LiOH , NaOH , KOH , CsOH , RbOH , Ca(OH)_2 , Sr(OH)_2 , Ba(OH)_2 .



НОВЫЕ ЗНАНИЯ
ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ

Электролиты

Слабые электролиты — это такие электролиты, для которых степень диссоциации в водных растворах меньше

$$\alpha \ll 1 (100\%).$$

К слабым электролитам относятся:

1. Слабые кислоты - HNO_2 , H_2CO_3 , H_2SiO_3 , H_3PO_4
2. Слабые малорастворимые в воде основания и амфотерные гидроксиды:



3. Вода H_2O .

4. NH_4OH .

5. Большинство органических кислот



Диссоциация электролитов

- Диссоциация **сильных электролитов** – необратимый процесс



- Диссоциация **слабых электролитов** - обратимый процесс





Диссоциация оснований

- *Применимо только к **водным растворам!!!***
- **Основание** - электролит, который диссоциирует в водном растворе с образованием гидроксид-иона и катиона металла

основание \leftrightarrow катион металла⁺ гидроксид-ион



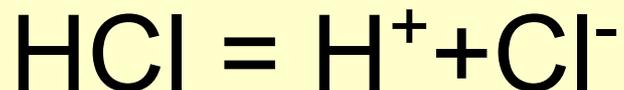
Свойства оснований определяет гидроксид-ион **OH⁻**



Диссоциация кислот

- *Применимо только к **водным растворам!!!***
- **Кислота** – электролит, который диссоциирует в водном растворе с образованием катиона водорода и аниона кислотного остатка:

кислота \leftrightarrow катион водорода + анион кислотного остатка



Свойства кислот определяет ион водорода H^+

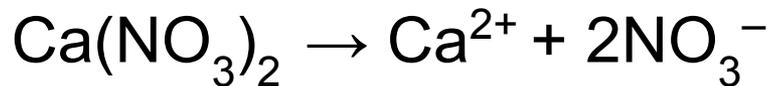


Диссоциация солей

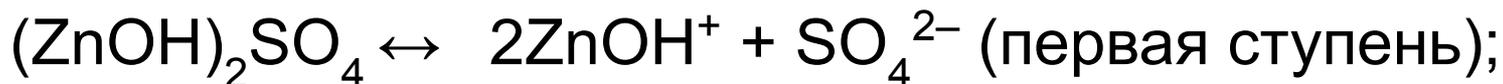
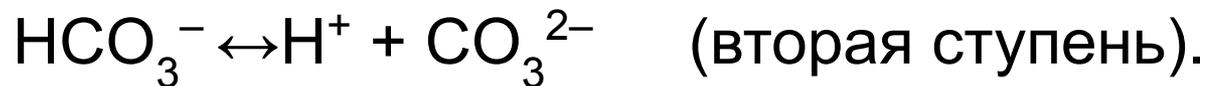
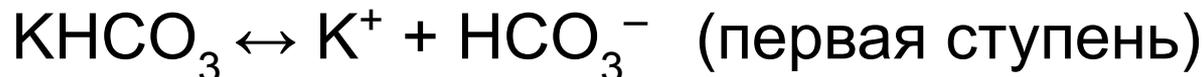
- **Соли** - это электролиты, диссоциирующие в водном растворе на катион металла и анион кислотного остатка.

кислота ↔ катион металла + анион кислотного остатка

- Средние соли диссоциируют в одну ступень.



Кислые и основные соли диссоциируют ступенчато:





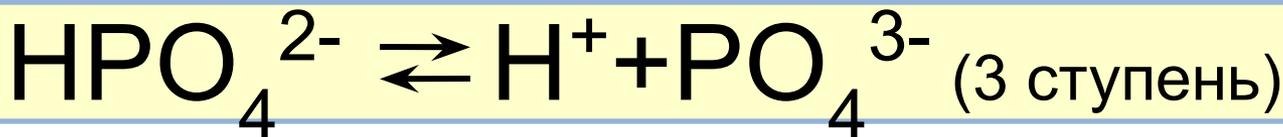
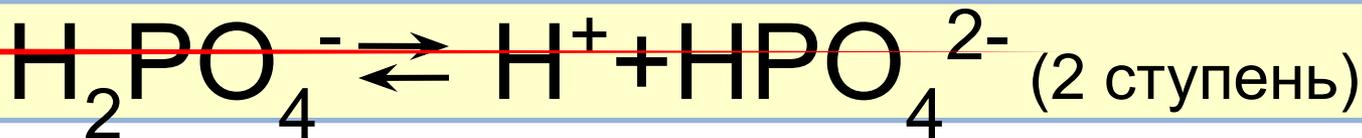
Ступенчатая диссоциация

Пример:



Одноосновная
кислота

Трёхосновная кислота





НОВЫЕ ЗНАНИЯ
ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ

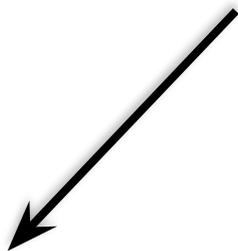
Реакции ионного обмена

- Реакции, протекающие в растворах электролитов и не сопровождающиеся изменением степеней окисления элементов.

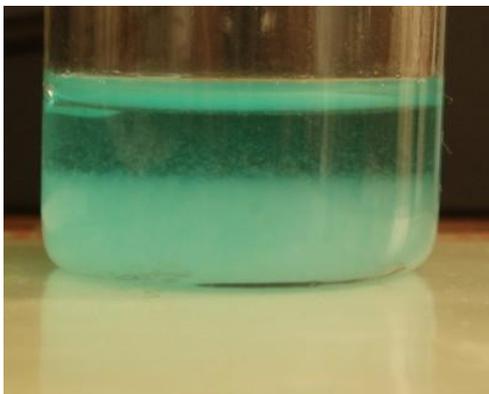


НОВЫЕ ЗНАНИЯ
ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ

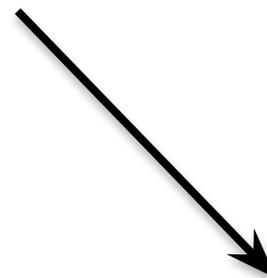
Реакции ионного обмена



Если
образуется
осадок



Если
выделяется
газ



Если образуется
вода

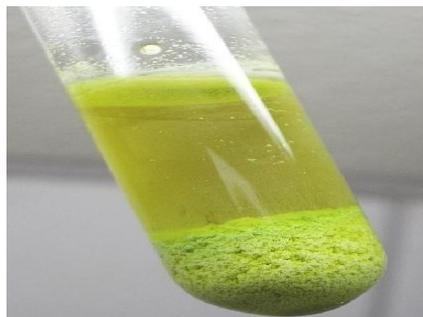
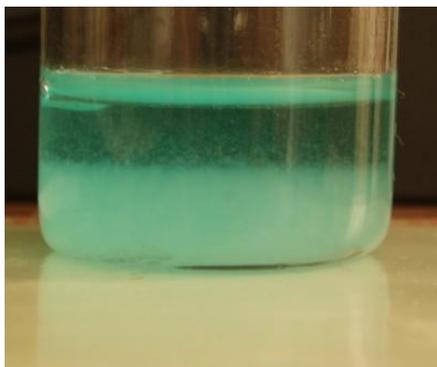
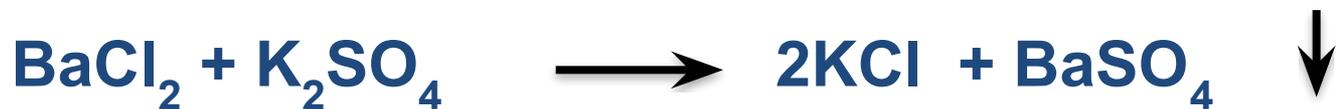
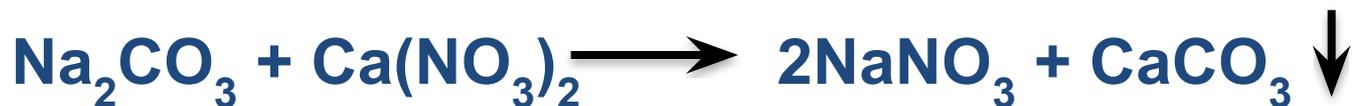
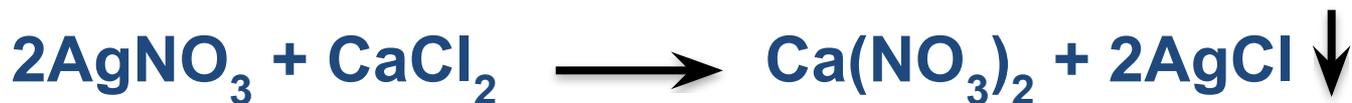
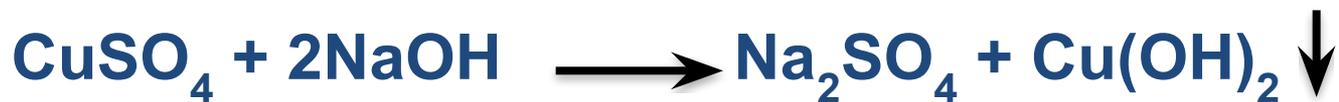


*** В остальных случаях реакции обмена являются обратимыми



НОВЫЕ ЗНАНИЯ
ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ

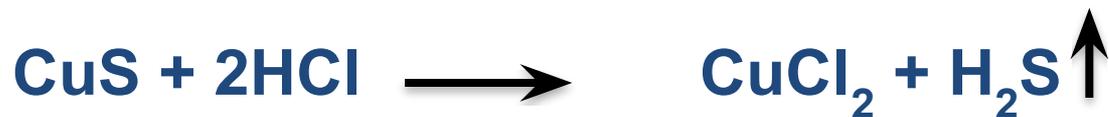
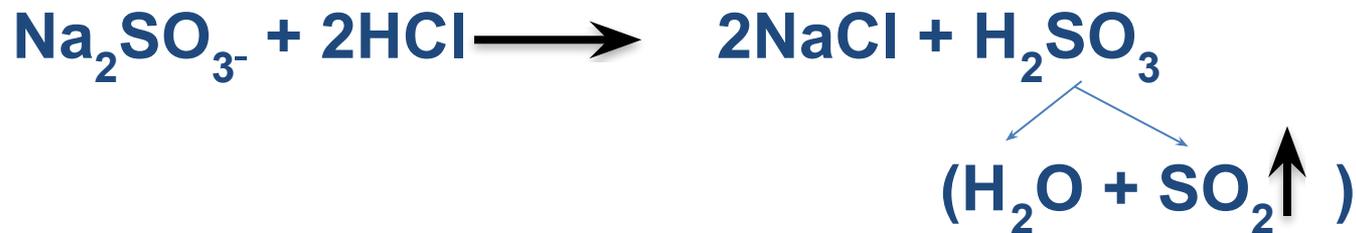
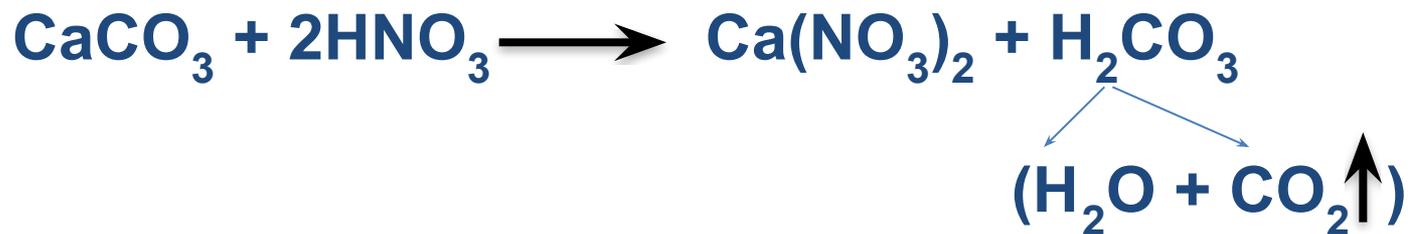
Если образуется осадок:





НОВЫЕ ЗНАНИЯ
ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ

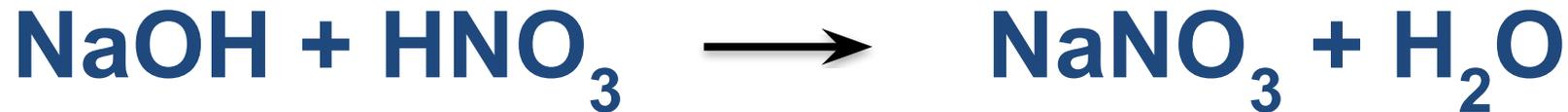
Если выделяется газ:





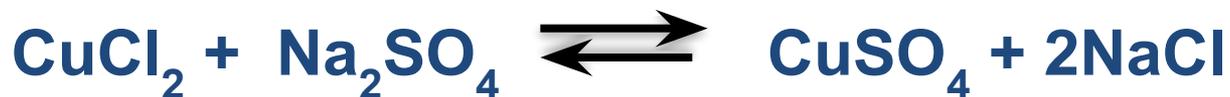
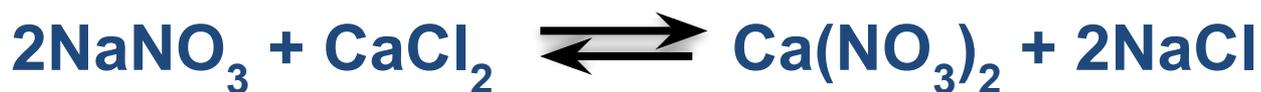
НОВЫЕ ЗНАНИЯ
ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ

Если образуется вода:





**Если НЕ образуются
осадок, газ, вода, то реакции
обмена обратимы:**





НОВЫЕ ЗНАНИЯ
ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ

Ионные уравнения

Для реакций ионного обмена составляют полные и сокращенные ионные уравнения.

При этом на ионы никогда не раскладывают:

- нерастворимые вещества (см. таблицу растворимости);
- оксиды;
- воду;
- газы



НОВЫЕ ЗНАНИЯ
ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ

Реакции ионного обмена

Молекулярное уравнение

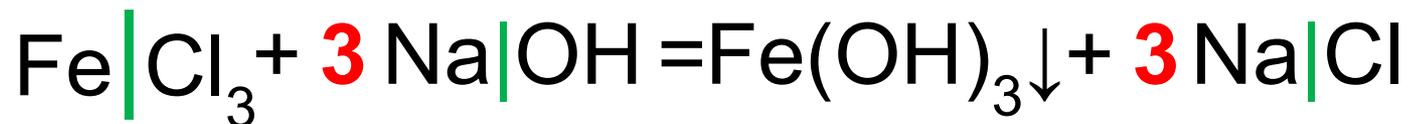




НОВЫЕ ЗНАНИЯ
ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ

Реакции ионного обмена

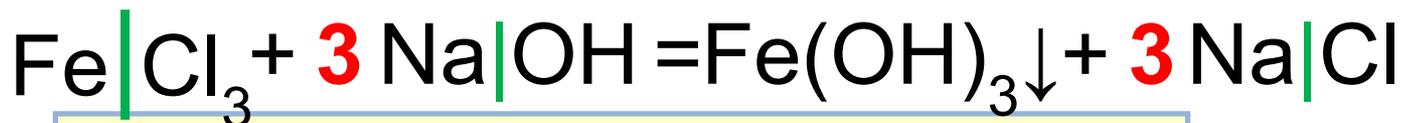
Молекулярное уравнение



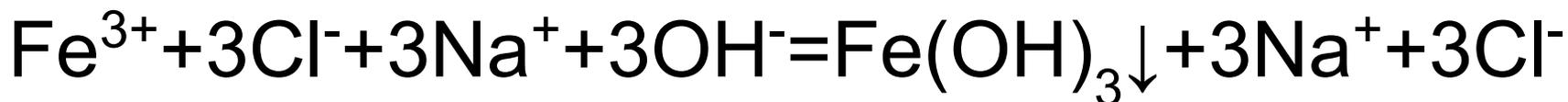


Реакции ионного обмена

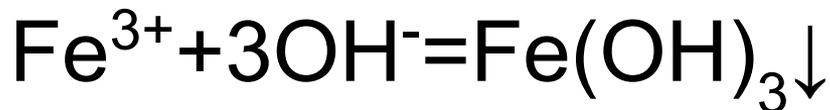
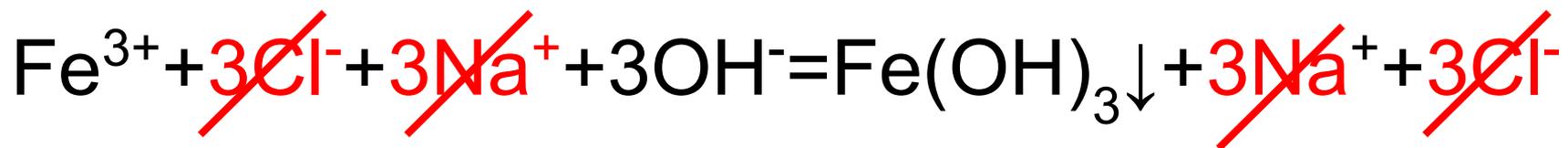
Молекулярное уравнение



Полное ионное уравнение



Сокращенное ионное уравнение





НОВЫЕ ЗНАНИЯ
ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!





НОВЫЕ ЗНАНИЯ
ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ



1) Запишем молекулярное уравнение и уравнием его:



2) Разложим на ионы все, что возможно и затем сократим одинаковые ионы в обеих частях уравнения:



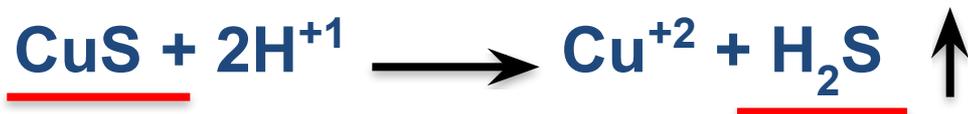
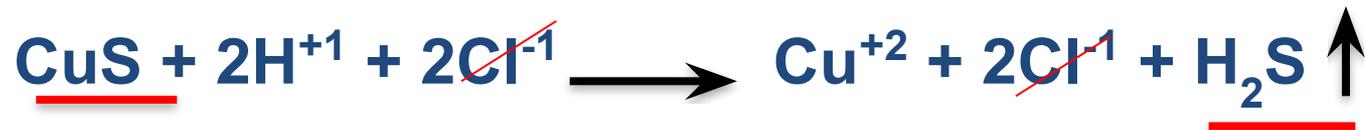
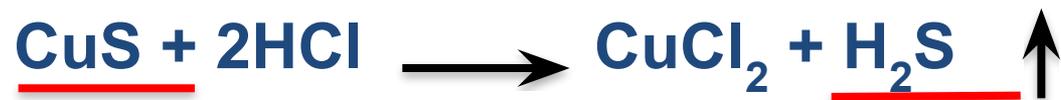
3) Запишем то, что получилось:





НОВЫЕ ЗНАНИЯ
ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ

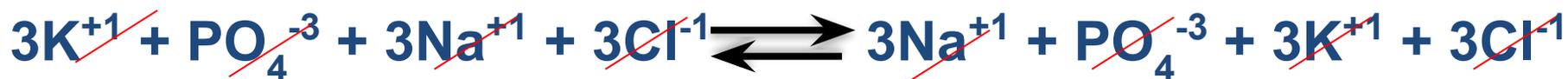
Ионные уравнения





НОВЫЕ ЗНАНИЯ
ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ

Ионные уравнения



*сокращенного ионного уравнения нет, следовательно,
у обратимых реакций нет сокращенных ионных уравнений*



НОВЫЕ ЗНАНИЯ
ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ



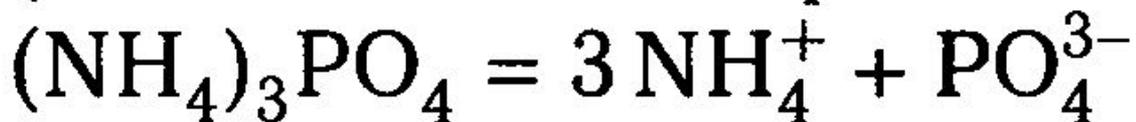
Примеры



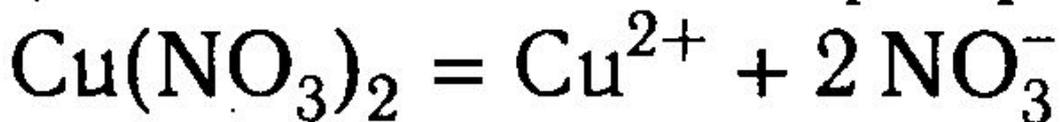
(катион железа (III) и сульфат анион).



(катион калия и карбонат анион).



(катион аммония и фосфат анион).



(катион меди (II) и нитрат анион).



(катион бария и гидроксид анион).



НОВЫЕ ЗНАНИЯ
ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ

Гидролиз солей

При растворении солей в воде происходит не только **диссоциация** на ионы и **гидратация** этих ионов, но и взаимодействие молекул воды с ионами, приводящее к разложению молекул воды на H^+ и OH^- с присоединением одного из них к иону соли и освобождением другого (**гидролиз**).



Гидролиз солей

- **Гидролиз солей** – это взаимодействие солей с водой
- В результате гидролиза соли в растворе появляется некоторое избыточное количество ионов H^+ или OH^-
- При этом **изменяется pH раствора.**

Гидролизу подвергаются:

- Катион слабого основания
 Al^{3+} ; Fe^{3+} ; Bi^{3+} и др.

- Анион слабой кислоты
 CO_3^{2-} ; SO_3^{2-} ; NO_2^- ; CN^- ; S^{2-}
и др.

Гидролизу **НЕ** подвергаются:

- Катион сильного основания
 Na^+ ; Ca^{2+} ; K^+ и др.
- Анион сильной кислоты
 Cl^- ; SO_4^{2-} ; NO_3^- ; и др.



НОВЫЕ ЗНАНИЯ
ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ

Закономерности гидролиза разбавленных растворов солей:

Протекает:

- Гидролиз соли слабого основания и сильной кислоты
- Гидролиз соли слабой кислоты и сильного основания
- Гидролиз соли слабой кислоты и слабого основания

Не протекает:

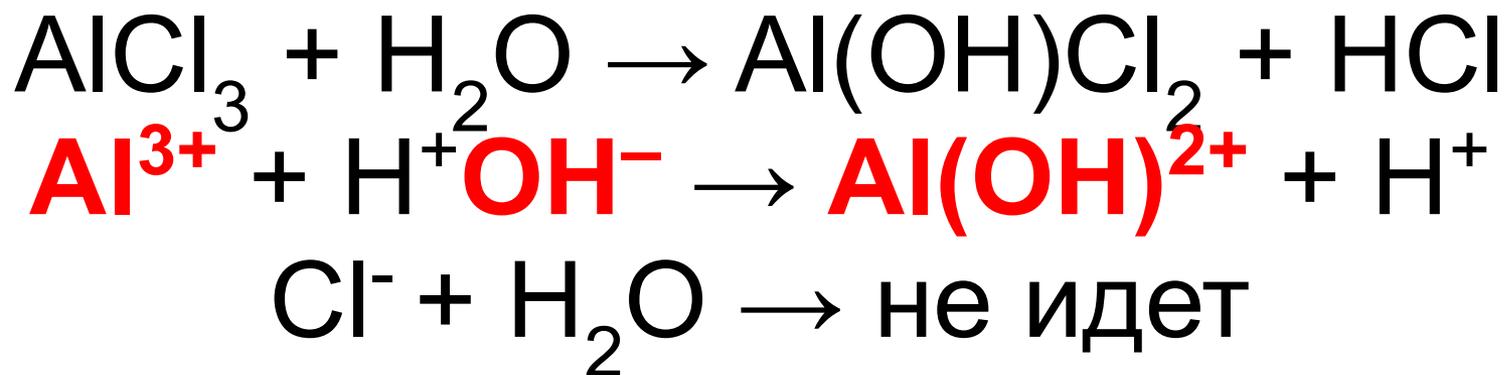
- Гидролиз соли **сильного основания и сильной кислоты**



НОВЫЕ ЗНАНИЯ
ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ

1) Гидролиз соли слабого основания и сильной кислоты

Проходит по катиону, при этом pH
раствора уменьшится.

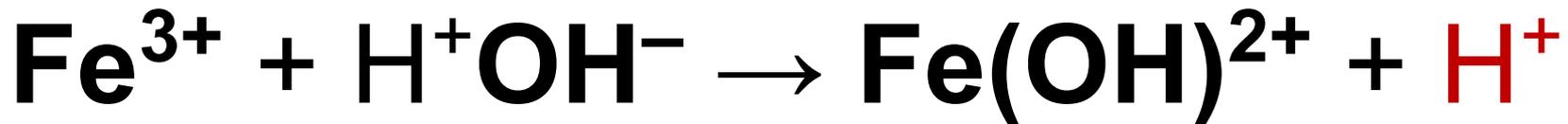
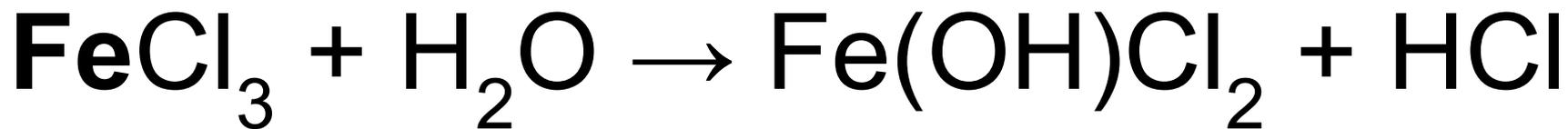


среда кислая pH < 7



НОВЫЕ ЗНАНИЯ
ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ

ПРИМЕР гидролиза по катиону

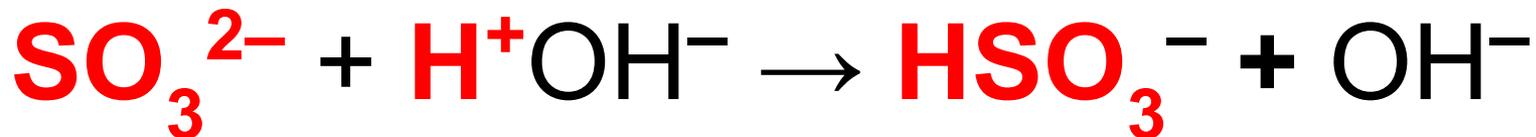


среда кислая $\text{pH} < 7$



2) Гидролиз соли слабой кислоты и сильного основания

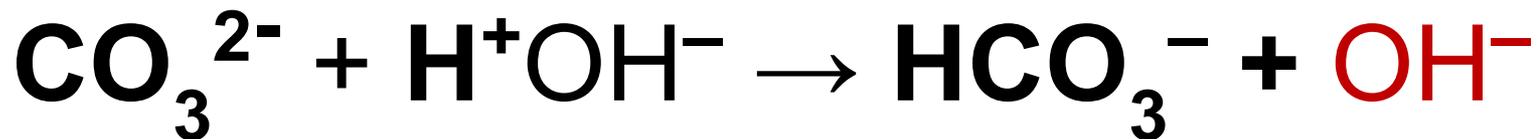
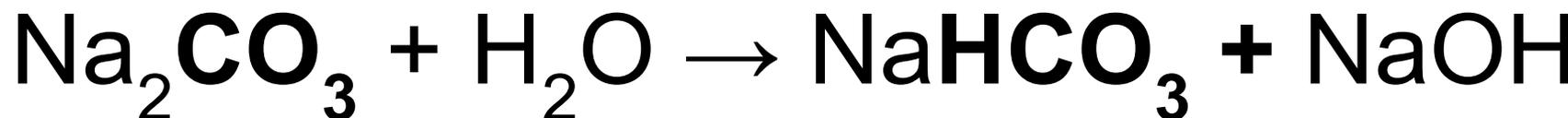
Проходит **по аниону**, при этом может образоваться слабая кислота или кислая соль. **pH раствора увеличится.**



среда щелочная pH > 7



ПРИМЕР гидролиза по аниону:

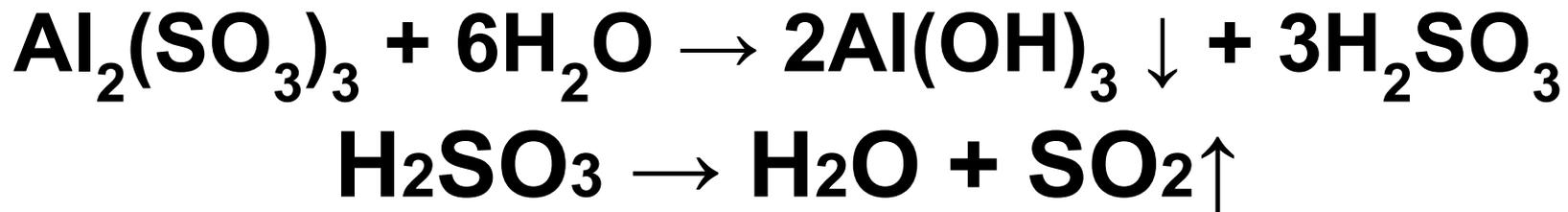


среда щелочная $\text{pH} > 7$



3) Гидролиз соли слабой кислоты и слабого основания

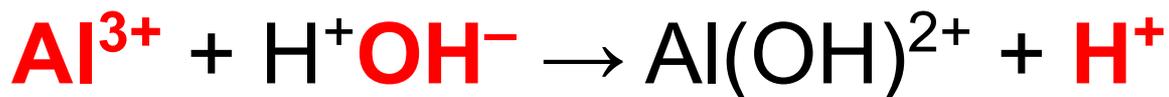
Проходит полностью; pH \square 7 :



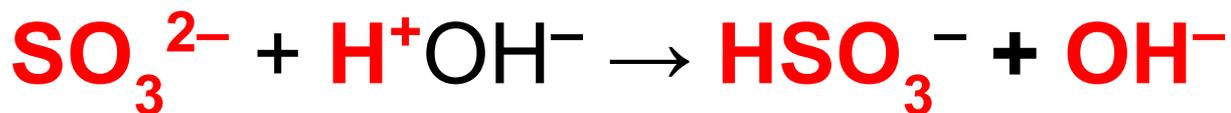


Гидролиз соли слабой кислоты и слабого основания

Реакция в этом случае идет до конца, так как при гидролизе катиона образуется H^+ :



при гидролизе аниона – OH^- :



далее происходит образование из них

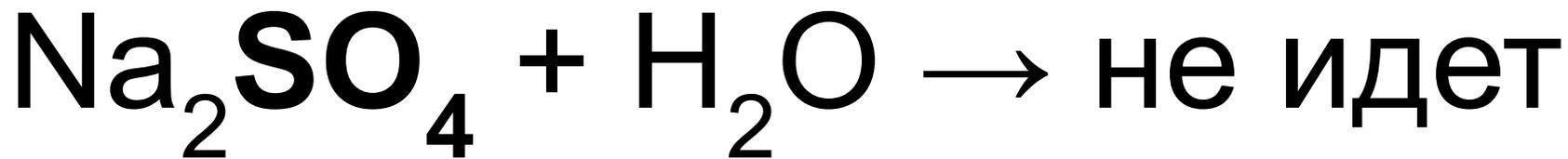
H_2O (с выделением энергии), что и

смещает равновесие гидролиза вправо.



НОВЫЕ ЗНАНИЯ
ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ

4) Гидролиз соли **СИЛЬНОГО** **ОСНОВАНИЯ** и **СИЛЬНОЙ** **КИСЛОТЫ**





Количественные характеристики гидролиза

- Степень гидролиза α_G (доля гидролизованных единиц)
- Константа гидролиза - K_G .

$$\alpha_G = \sqrt{\frac{K_G}{C}}$$



НОВЫЕ ЗНАНИЯ
ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ

Определение среды в растворах солей

- <https://goo.gl/gkh7ip>
- <https://goo.gl/eSj2XS>
- <https://goo.gl/LUpBxX>