

**КУЗБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМ. Т.Ф ГОРБАЧЕВА**



ИНСТИТУТ ХИМИЧЕСКИХ И НЕФТЕГАЗОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

РАСТВОРЫ

**СУРОВАЯ
ВИКТОРИЯ ЭДУАРДОВНА**

**к.х.н., доцент
кафедры ХТНВ и Н**

Основные понятия

Растворы – гомогенная (однофазная) система переменного состава, образованная растворителем, растворенным веществом и продуктами их взаимодействия.

Растворение – процесс измельчения вещества до структурных единиц (ионов, молекул, атомов) под действием растворителя.

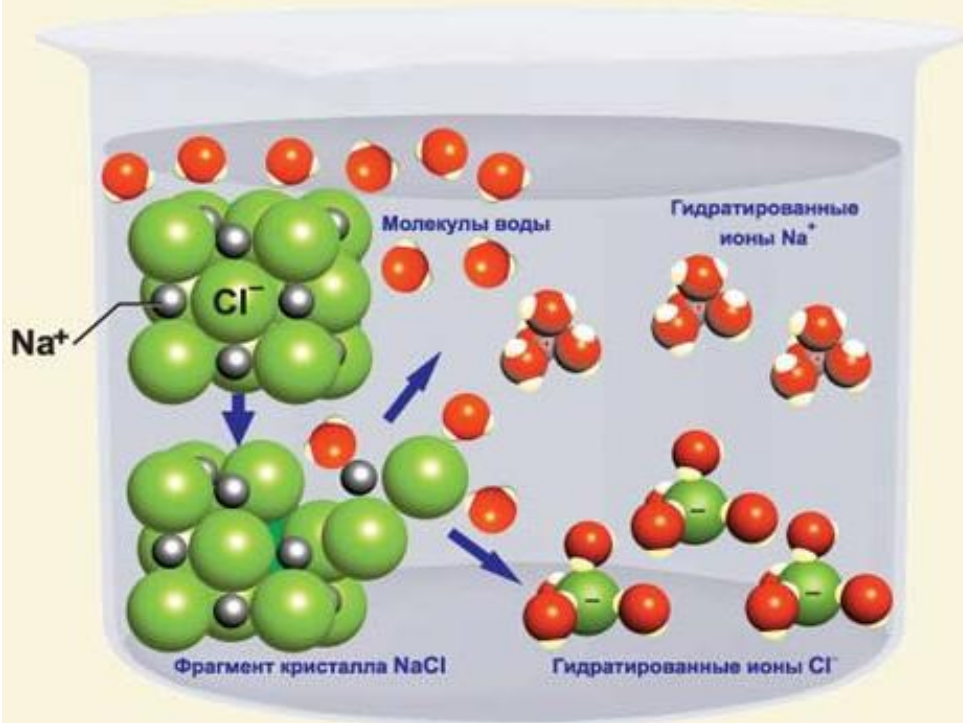
Растворитель – компонент, который в чистом виде существует в том же агрегатном состоянии, что и полученный раствор.

Если оба компонента находились до растворения в одном агрегатном состоянии, то **растворителем** считают компонент, содержащийся в системе большим количестве. Так **столовый уксус** – это раствор уксусной кислоты в воде, а **уксусная эссенция** – это раствор воды в уксусной кислоте.

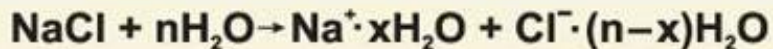
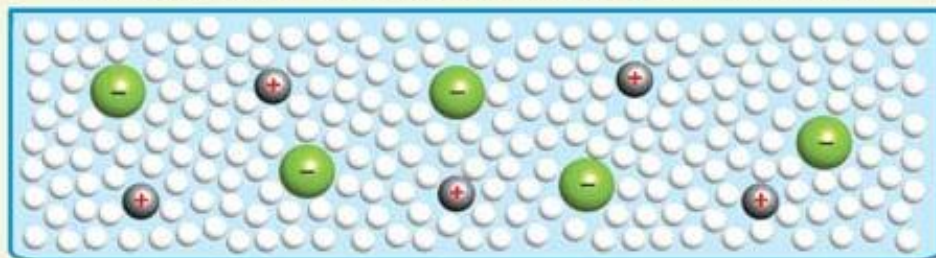


Процесс растворения

МОДЕЛЬ ДИССОЦИАЦИИ ХЛОРИДА НАТРИЯ



МОДЕЛЬ РАСТВОРА ХЛОРИДА НАТРИЯ

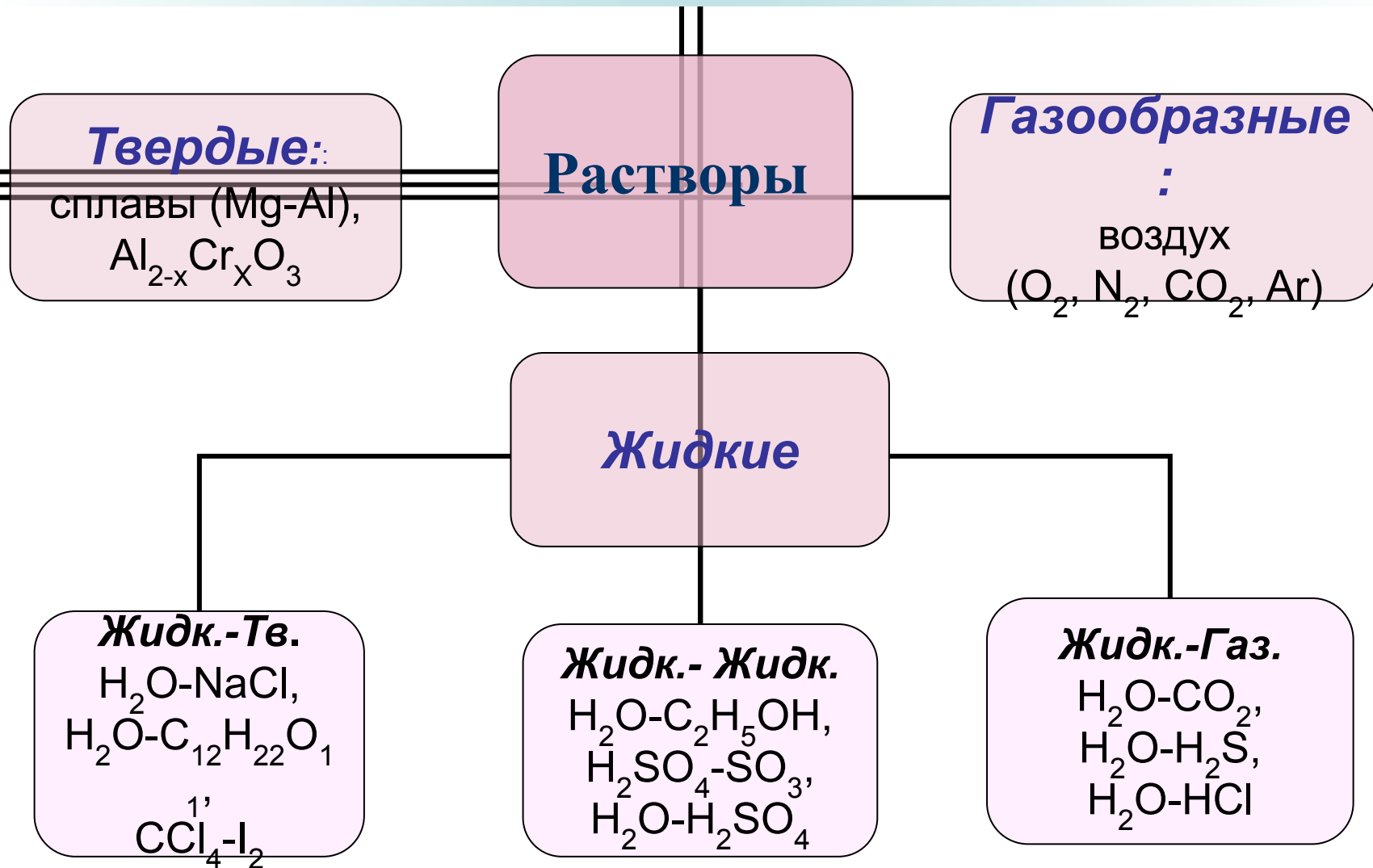


1. Разрушение структуры вещества под действием растворителя.

2. Взаимодействие частиц растворенного вещества с молекулами растворителя. (сольватация, в случае воды - гидратация)

3. Равномерное распределение частиц растворенного вещества по всему объему растворителя.

Классификация растворов по агрегатному состоянию





Газообразные растворы
раствор кислорода и
углекислого газа в азоте –
воздух



Жид.+Газ

Жидкие растворы
Жид.+Жид.

Жиж.+Тв.



Изделия из медно-никелевого сплава



Сплав из 12 металлов

Твердые растворы

Таблица растворимости

ШКАЛА ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ЭЛЕКТРООТРИЦАТЕЛЬНОСТИ (ПО ПОЛИНГУ)

Cs	K	Na	Ca	Mg	Al	B	P	H	C	S	I	Br	Cl	N	O	F
0,8	0,8	0,9	1,0	1,2	1,6	2,0	2,1	2,1	2,5	2,5	2,6	2,8	3,0	3,0	3,5	4,0

РАСТВОРИМОСТЬ КИСЛОТ, СОЛЕЙ И ОСНОВАНИЙ В ВОДЕ

ИОНЫ	H ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Na ⁺	Ag ⁺	Ba ²⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Mn ²⁺	Zn ²⁺	Ni ²⁺	Sn ²⁺	Pb ²⁺	Cu ²⁺	Hg ²⁺	Hg ₂ ²⁺	Fe ²⁺	Fe ³⁺	Al ³⁺	Cr ³⁺	
OH ⁻		P	P	P	—	P	M	M	H	H	H	H	H	H	—	—	H	H	H	H	
NO ₃ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	—	P	P	P	P	
F ⁻	P	P	P	P	P	M	H	M	P	M	P	P	M	P	—	M	M	H	M	M	
Cl ⁻	P	P	P	P	H	P	P	P	P	P	P	P	M	P	P	H	P	P	P	P	
Br ⁻	P	P	P	P	H	P	P	P	P	P	P	P	M	P	M	H	P	P	P	P	
I ⁻	P	P	P	P	H	P	P	P	P	P	P	P	H	—	H	H	P	—	P	P	
S ²⁻	P	P	P	P	H	—	—	—	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	—	—
SO ₃ ²⁻	P	P	P	P	M	M	M	M	H	M	H	—	H	—	—	—	M	—	—	—	
SO ₄ ²⁻	P	P	P	P	M	H	M	P	P	P	P	P	H	P	P	M	P	P	P	P	
CO ₃ ²⁻	P	P	P	P	H	H	H	H	H	H	—	—	H	—	—	H	H	—	—	—	
SiO ₃ ²⁻	H	—	P	P	H	H	H	H	H	H	H	—	H	—	—	—	H	—	—	—	
PO ₄ ³⁻	P	P	P	P	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	
CH ₃ COO ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	M	P	P	P	P	

РЯД АКТИВНОСТИ МЕТАЛЛОВ / ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ РЯД НАПРЯЖЕНИЙ

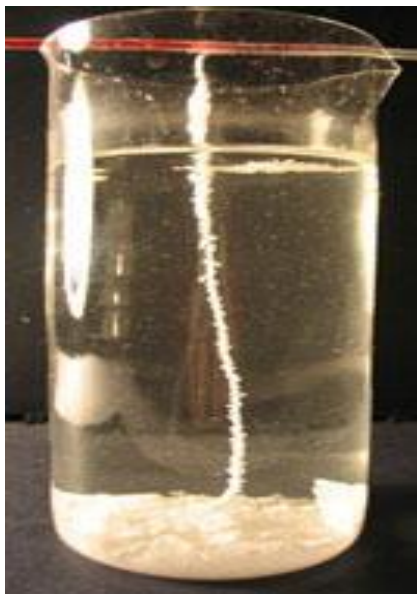
Li Rb K Cs Ba Sr Ca Na Mg Be Al Mn Zn Cr Fe Cd Co Ni Sn Pb (H) Cu Hg Ag Pt Au

АКТИВНОСТЬ МЕТАЛЛОВ УМЕНЬШАЕТСЯ 

Растворы

Коэффициент растворимости показывает сколько граммов вещества может растворяться в 100 г растворителя.

В соответствии с этим растворы могут быть:



Насыщенный раствор — раствор — раствор, в котором растворённое вещество при данных условиях больше не растворяется. Осадок данного вещества находится в равновесном состоянии с



Пересыщенный раствор — раствор, содержащий при данных условиях больше растворённого вещества, чем в насыщенном растворе, избыток вещества легко выпадает в осадок. Обычно пересыщенный раствор получают охлаждением раствора, насыщенного при более высокой температуре.

Растворы

Ненасыщенный раствор — раствор, в котором при данных условиях можно растворить еще некоторое количество растворенного вещества.

Концентрированный раствор — раствор — раствор с высоким содержанием растворённого вещества в противоположность разбавленному раствору, содержащему малое количество растворённого вещества.

Очевидно, что концентрированные растворы могут образовывать только хорошо растворимые вещества.

Концентрация — количественное содержание растворенного вещества в растворе.

Деление растворов на концентрированные и разбавленные не связано с делением на насыщенные и ненасыщенные.

Так насыщенный 0,0000134М раствор хлорида серебра является очень разбавленным, а 4М раствор бромида калия, будучи очень концентрированным, не является насыщенным.

Способы выражения состава растворов

$$\omega = \frac{m_{в-ва}}{m_{р-ра}} \cdot 100\%$$

Массовая доля вещества (или **процентная концентрация**) — отношение массы растворенного вещества, к общей массе раствора.



Растворимое
вещество

+



+

Растворитель



Вода

$$\omega = \frac{m(\text{вещ-ва})}{m(\text{раствора})} \cdot 100\%$$

→ Раствор

Раствор



Способы выражения состава растворов

Молярная концентрация или **молярность** — количество молей растворенного вещества в одном литре раствора V

$$C = \frac{n}{V}$$

где:

C – молярная концентрация растворённого вещества, моль/л
(возможно также обозначение M , например, $0,2 M HCl$);

n – количество растворенного вещества, моль;

V – объём раствора, л.

Раствор называют **молярным** или **одномолярным**, если в 1 литре раствора растворено 1 моль вещества, **децимолярным** – растворено 0,1 моля вещества, **сантимолярным** – растворено 0,01 моля вещества, **миллимолярным** – растворено 0,001 моля вещества.

Способы выражения состава растворов

$$C_H = \frac{z}{V_{p-pa}}$$

где:

C_H – нормальная концентрация, моль-экв/л;

z – число эквивалентности;

V_{p-pa} – объём раствора, л.

Молярная концентрация эквивалента (нормальная концентрация или нормальность) — число грамм-эквивалентов данного вещества в 1 литре раствора.

Грамм-эквивалент вещества – количество граммов вещества, численно равное его эквиваленту.

Эквивалент – это условная единица, равноценная одному иону водорода в кислотоно-основных реакциях или одному электрону в окислительно – восстановительных реакциях.

Для записи концентрации таких растворов используют сокращения *n* или *N*. Например, раствор, содержащий 0,1 моль-экв/л, называют децинормальным и записывают как *0,1 n*.

Способы выражения состава растворов

$$C_{(x)} = \frac{n}{m_{p-ля}}$$

где:

$C_{(x)}$ – моляльность, моль/кг;

n – количество растворенного вещества, моль;

$m_{p-ля}$ – масса растворителя, кг.

Титр — показывает массу растворенного вещества в граммах, содержащуюся в 1 см³ раствора.

Моляльная концентрация (моляльность) — показывает количество молей n растворенного вещества в 1 кг растворителя m .

$$T = \frac{m_{в-ва}}{V_{p-ра}}$$

где:

T – титр растворённого вещества, г/мл;

$m_{в-ва}$ – масса растворенного вещества, г;

$V_{p-ра}$ – объём раствора, мл.

Способы выражения состава растворов

$$N = \frac{n}{n + n_{p\text{-ля}}}$$

Мольная доля вещества — отношение количества растворенного вещества к сумме количеств всех веществ, находящихся в растворе.

N – мольная доля растворённого вещества;

n – количество растворённого вещества, моль;

$n_{p\text{-ля}}$ – количество вещества растворителя, моль.

Объемная доля вещества

— отношение объема растворенного вещества к общему объему раствора.

$$\varphi = \frac{V(\text{в - ва})}{V(\text{смеси})} \cdot 100$$

Электролитическая диссоциация

Аррениус Сванте Август (19.11.1859 – 2.10.1927 г.) – шведский физик и химик, один из основоположников физической химии, член Шведской АН (1901 г.).

1903 г. Нобелевская премия по химии за теорию электролитической диссоциации (1887г.).



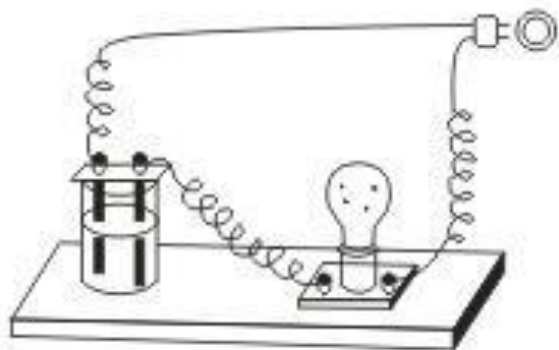
Электролитическая диссоциация (dissociation-разобшение) - процесс распада электролитов на заряженные частицы – ионы.

Электролиты и неэлектролиты

Электролиты – вещества, растворы или расплавы которых проводят электрический ток. Например: кислоты, основания, соли, оксиды металлов.
Для электролитов характерны *ионные* или *ковалентные полярные связи*.

Неэлектролиты – вещества, которые не проводят электрический ток ни в растворах, ни в расплавах. Например: спирт, ацетон, бензин, сахар, масло, дистиллированная вода, углекислый газ, кислород.

Для неэлектролитов характерны *ковалентные неполярные* или *малополярные химические связи*.

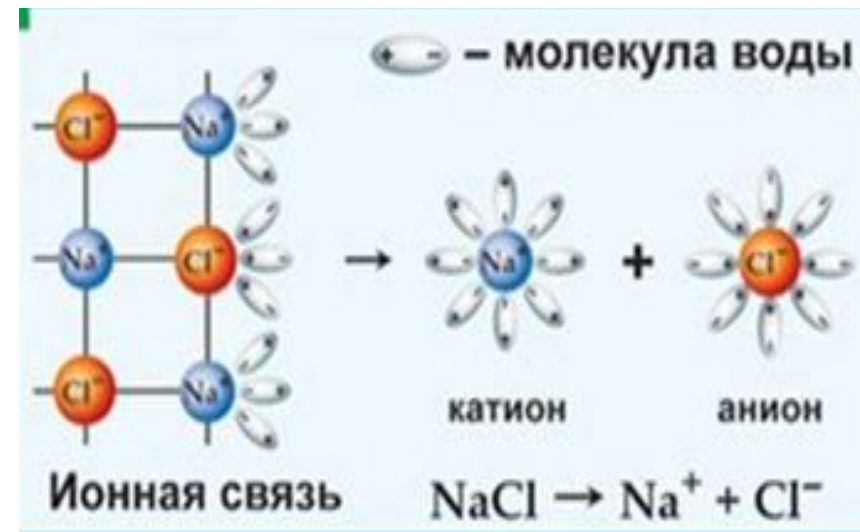


Причины диссоциации веществ

1. Диссоциация протекает или в водных растворах, или при расплавлении электролита.

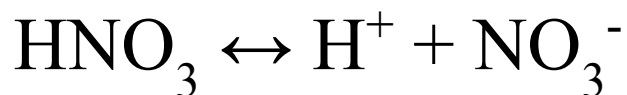
В первом случае причиной диссоциации является особое свойство воды – **высокая диэлектрическая проницаемость**: молекулы воды в *81 раз ослабляют химические связи* между ионами, поэтому кристалл легко распадается на ионы. Каждый ион окружается «рубашкой» из молекул воды (гидратируется), которая не позволяет ионам вновь соединиться между собой.

2. При плавлении электролитов *усиливаются колебательные движения ионов*, в результате чего ионная кристаллическая решетка разрушается, а положительные ионы (катионы) и отрицательные ионы (анионы) становятся свободными.



Диссоциация кислот

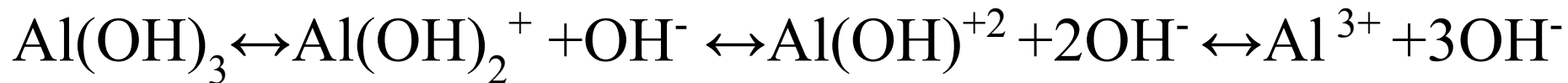
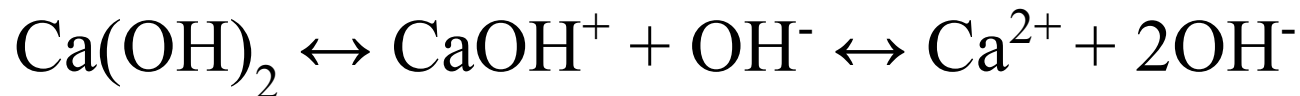
Кислотами называют электролиты, которые при диссоциации образуют *катионы только H^+* , например:



Кислоты окрашивают *индикаторы* (лакмус, метиловый оранжевый, метиловый красный) в красный цвет разных оттенков.

Диссоциация оснований

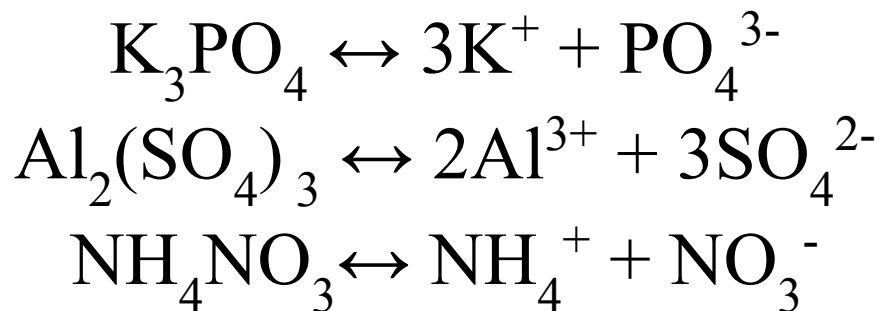
Основаниями называют электролиты, которые при диссоциации образуют *анионы только OH^-* , например:



Основания окрашивают бесцветный *фенолфталеин* в малиновый цвет, *лакмус* – в синий, *метиловый оранжевый* – в желтый.

Диссоциация солей

Солями называют электролиты, которые при диссоциации образуют катионы *металла* (или аммония NH_4^+) и анионы *кислотного остатка*:



Кислые соли могут при диссоциации образовывать кроме названных ионов еще и катионы водорода H^+ :



Степень диссоциации и сила электролита

Сила электролитов определяется их степенью диссоциации – α (альфа).

Степень диссоциации – отношение числа диссоциированных молекул к общему числу молекул, находящихся в растворе.

$$a = \frac{n}{N}$$

$$a = \frac{n}{N}$$

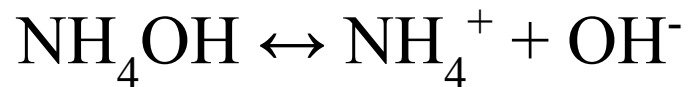
Сильные электролиты (неассоциированные) имеют α от 30% до 100%, например, серная кислота H_2SO_4 ($\alpha = 58\%$).

Слабые электролиты (ассоциированные) имеют α от 0% до 2%.
Например, угольная кислота H_2CO_3 ($\alpha = 0,17\%$)
и сероводородная H_2S ($\alpha = 0,07\%$).

Константа диссоциации

Слабые электролиты в процессе диссоциации подчиняются закону действующих масс.

Между ионами и недиссоциированными молекулами устанавливается равновесие - **константа диссоциации**.



$$a = \frac{n}{N}$$

$$a = \frac{n}{N}$$

Электролитическая диссоциация воды

Вода – слабый амфотерный электролит, диссоциирует:



$$a = \frac{n}{N}$$

Молярная концентрация воды $C_{\text{H}_2\text{O}} = 55,56$ моль/л, откуда ионное произведение воды:

$$K_{\text{в}} = C_{\text{H}^+} \cdot C_{\text{OH}^-} = 1,8 \cdot 10^{-16} \cdot 55,56 = 10^{-14}$$

Концентрация *ионов водорода* и *гидроксид ионов* в нейтральном растворе **равны** между собой:

$$C_{\text{H}^+} = C_{\text{OH}^-} = \sqrt{10^{-14}} = 10^{-7} \text{ моль/л.}$$

Водородный показатель

Количественно характер среды раствора определяется **водородным показателем**.

$$\text{pH} = -\lg[\text{H}^+]$$

$$\text{pOH} = -\lg[\text{OH}^-]$$

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14$$

$\text{pH} = 7$, **нейтральная среда**

$\text{pH} > 7$, **щелочная среда**

$\text{pH} < 7$, **кислая среда**