

КИСЛОТНО-ОСНОВНОЕ РАВНОВЕСИЕ

*Имеющую огромное значение для химии чистую воду... можно рассматривать как слабую кислоту или слабое основание.
С. Аррениус*

Ионное произведение воды

Вода в малой степени ионизирована по уравнению:



Константа диссоциации $K_{\text{дисс}}$, в соответствии с законом действующих масс, выразится уравнением:

$$K_{\text{д}} = \frac{[\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{H}_2\text{O}]}$$

$$\text{При } 25\text{ }^{\circ}\text{C} \quad K_d = 1.8 \cdot 10^{-16}$$

Концентрацию молекул воды как в чистой воде, так и в разбавленных водных растворах можно считать величиной постоянной и равной:

$$[\text{H}_2\text{O}] = 1000/18 = 55.56 \text{ моль/л}$$

$$[\text{H}^+][\text{OH}^-] = K_d \cdot [\text{H}_2\text{O}] = 1.8 \cdot 10^{-16} \cdot 55.56 = 10^{-14}.$$

$$K_d \cdot [\text{H}_2\text{O}] = K_w$$

Ионное произведение воды:

$$K_w = [\text{H}^+][\text{OH}^-] = 10^{-14} \quad (25\text{ }^{\circ}\text{C})$$

В чистой воде при температуре 25 °C:

$$[\text{H}^+] = [\text{OH}^-] = \sqrt{K_w} = 10^{-7} \quad \text{Моль-экв/л.}$$

В соответствии с принципом Ле Шателье при добавлении кислот или оснований равновесие



смещается:

В кислой среде: $[\text{H}^+] > 10^{-7}$, $[\text{OH}^-] < 10^{-7}$,

В щелочной среде зависимость обратная

Диссоциация воды - эндотермический процесс, следовательно, K_w растет с повышением температуры:

Для наглядности удобно использовать величину $- \lg K_w = pK_w$.

K_w при различных температурах

t, °C	K_w	pK_w
0	$1.2 \cdot 10^{-15}$	14.93
20	$6.9 \cdot 10^{-15}$	14.96
25	$1.0 \cdot 10^{-14}$	14.00
37	$2.5 \cdot 10^{-14}$	13.60
50	$5.5 \cdot 10^{-14}$	13.27
100	$5.1 \cdot 10^{-13}$	13.29

Для удобства в расчетах пользуются величинами водородного и гидроксильного показателей - рН и рОН,

рН - power Hydrogene!!!

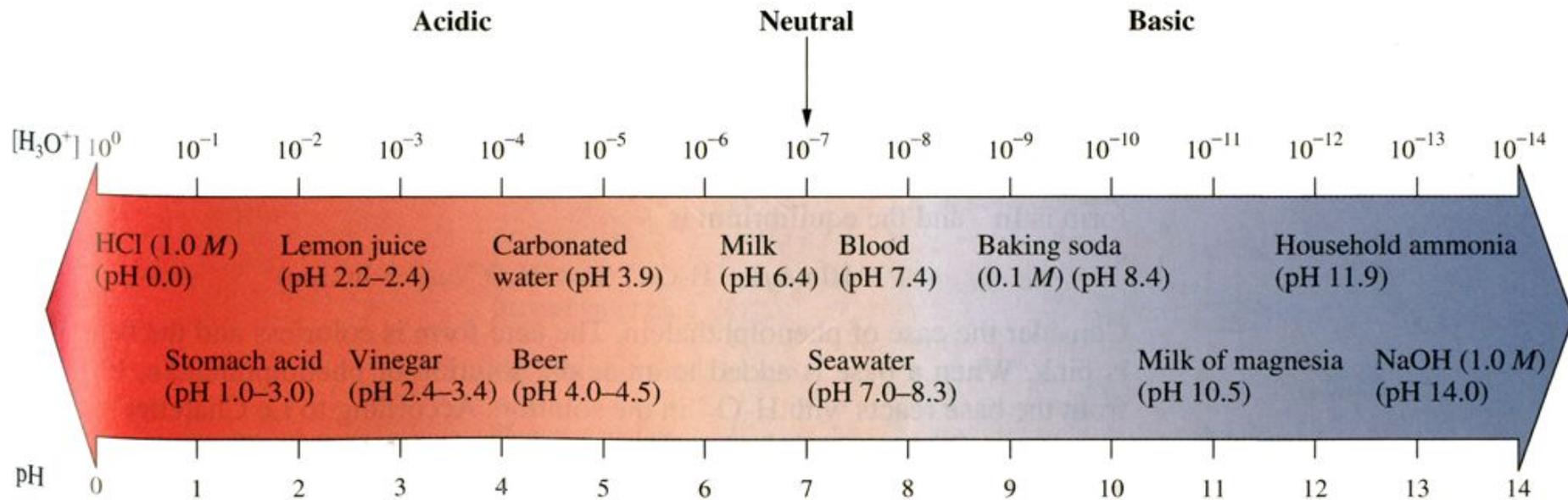
р – отрицательный логарифм (-lg)

Шкала рН

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

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

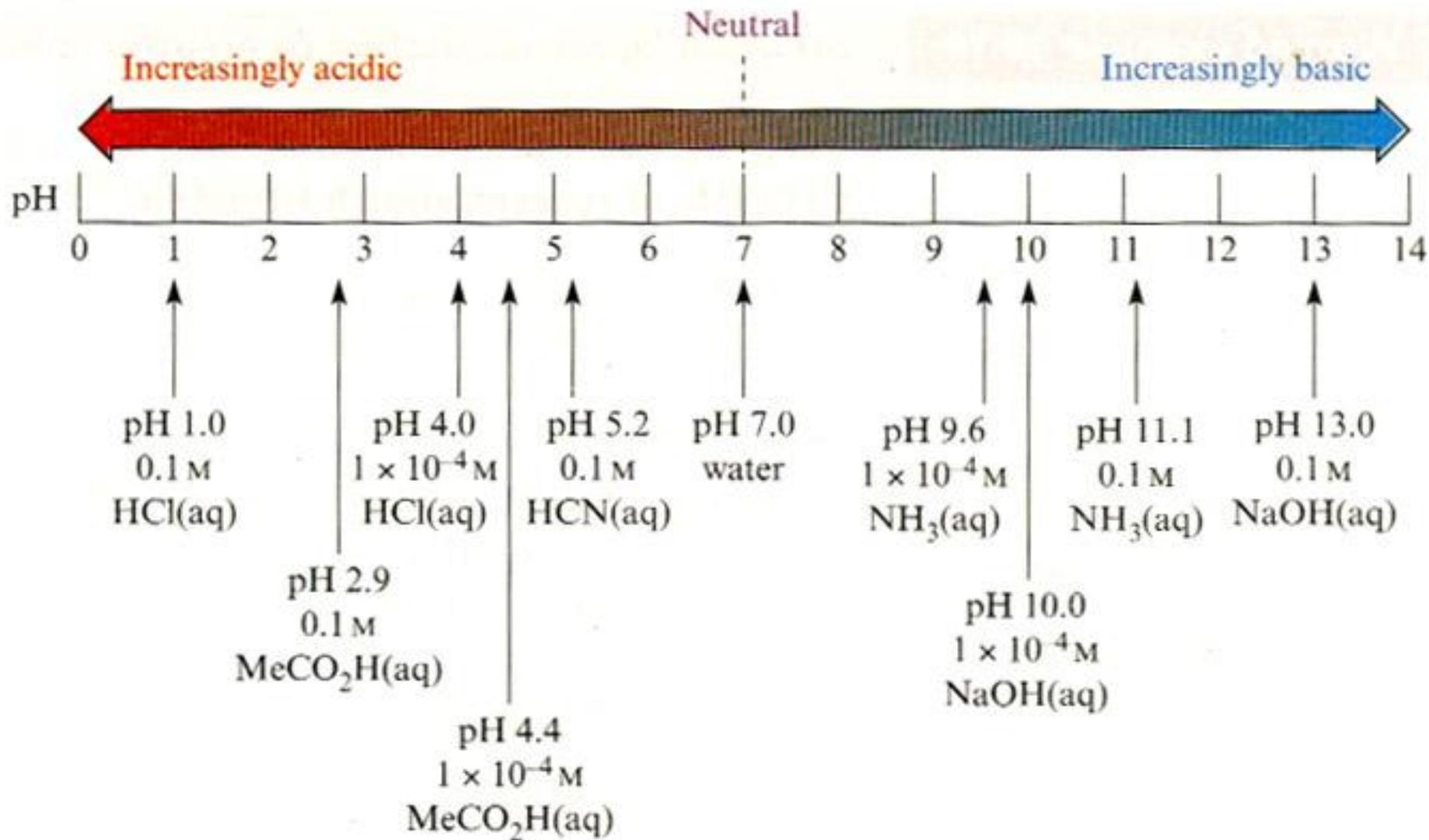
$$\text{pH} + \text{pOH} = 14$$



$$\text{pH} < 7, \text{pOH} > 7$$

$$\text{pH} = 7$$

$$\text{pH} > 7, \text{pOH} < 7$$



ВОДОРОДНЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ pH

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



Система	pH
Дождевая вода	5,5 ÷ 6,0
Морская вода	8,0 ± 0,5
Торфяная вода	4,5 ± 1,0
Сок огуречный	6,9 ± 0,2
Сок яблочный	3,5 ± 1,0
Сок лимонный	2,5 ± 0,5
Кровь человека	7,35 ± 0,08
Молоко	6,6 ÷ 6,9

Для чистой воды $\text{pH}=7$

Дождевая вода за счет растворенного CO_2 имеет $\text{pH} \sim 5.5 - 6.0$

**Мрамор CaCO_3 под действием слабокислой дождевой среды
переходит в растворимый гидрокарбонат $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$**



Александр Федорович Тур (1894–1974)

- ✓ **1930-1934 -заведующий кафедрой физиологии, гигиены и диететики ребенка**
- ✓ **1934-1939 - заведующий кафедрой пропедевтики детских болезней**
- ✓ **1939-1974 - заведующий кафедрой госпитальной педиатрии**

А.Ф.Тур разрабатывал следующие научные проблемы:

- ✓ физиологические особенности и воспитание здоровых детей
 - ✓ гематология и диететика здорового и больного ребенка
 - ✓ физиология и патология здорового и больного ребенка
 - ✓ выхаживание новорожденных и недоношенных детей
 - ✓ дистрофия у детей в годы блокады
 - ✓ рахит и его профилактика, детская эндокринология
- Лауреат Ленинской премии (1970 г.)** 10

Значения pH физиологических жидкостей

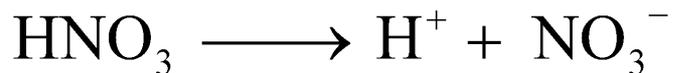
Среда	Вероятное значение pH	Возможные колебания
Желудочный сок	1.65	0.9-2.0
Желчь печеночная	7.35	6.2-8.5
Желчь пузырная	6.8	5.6-8.0
Кровь (плазма)	7.36	7.25-7.44
Моча	5.8	5.0-6.5
Пот	7.4	4.2-7.8
Слезная жидкость	7.7	7.6-7.8
Слюна	6.75	5.6-7.9
Спинномозговая жидкость	7.6	7.35-7.80
Сок верхнего отдела толстого кишечника	6.1	-
Сок поджелудочной железы	8.8	8.6-9.0
Сок тонкого кишечника	6.51	5.07-7.07

Наличие белкового буфера в составе слез поддерживает pH в пределах физиологической нормы !

Расчет pH в сильных электролитах

Сильные:

Рассчитать pH, pOH, [OH⁻] для 0,001 м HNO₃



$$\text{pH} = -\lg 10^{-3} = 3$$

$$\text{pOH} = 14 - 3 = 11$$

$$[\text{OH}^-] = 10^{-\text{pOH}} = 10^{-11}$$

$$[\text{H}^+] = \frac{K_{\text{H}_2\text{O}}}{[\text{OH}^-]}$$

$$[\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}};$$

$$[\text{OH}^-] = 10^{-\text{pOH}}$$

$$[\text{OH}^-] = 10^{14-\text{pH}}$$

$$[\text{OH}^-] = \frac{K_{\text{H}_2\text{O}}}{[\text{H}^+]}$$

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

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

Для очень разбавленных растворов сильных кислот ($c_{\text{HA}} < 10^{-6}$ моль/л) концентрации H^+ , образующихся в процессах ионизации кислоты и воды, становятся соизмеримыми, и для нахождения точной концентрации ионов H^+ необходимо учитывать оба процесса и расчеты ведутся по формуле:

$$[\text{H}^+] = \frac{[\text{A}^-] + \sqrt{[\text{A}^-]^2 + 4K_w}}{2}$$

Для растворов сильных электролитов с высокой концентрацией при расчетах рН и рОН следует использовать значения активности ионов H^+ и OH^- :

$$\text{pH} = -\lg a_{\text{H}^+} = -\lg f_{\text{H}^+} c_{\text{H}^+}$$

и

$$\text{pOH} = -\lg a_{\text{OH}^-} = -\lg f_{\text{OH}^-} c_{\text{OH}^-}$$

Расчет $[H^+]$ и pH для растворов слабых электролитов

Кислоты

$$[H^+] = \sqrt{K_{д(к)} \cdot C_{(к)}}$$

$$pH = \frac{1}{2} pK_{д(к)} - \frac{1}{2} \lg C_{(к)}$$

Смесь кислот

$$[H^+] = \sqrt{C_1 K_{д1(к)} + C_2 K_{д2(к)}}$$

Основания

$$[\text{OH}^-] = \sqrt{K_{\text{д(осн.)}} \cdot C_{\text{(осн.)}}}$$

$$\text{pOH} = \frac{1}{2} \text{p}K_{\text{д(осн.)}} - \frac{1}{2} \lg C_{\text{(осн.)}}$$

$$\text{pH} = 14 - \frac{1}{2} \text{p}K_{\text{д(осн.)}} + \frac{1}{2} \lg C_{\text{(осн.)}}$$

Для смеси оснований

$$[\text{OH}^-] = \sqrt{C_1 K_{\text{д1(осн.)}} + C_2 K_{\text{д2(осн.)}}}$$

Общая, активная и потенциальная кислотность

Активная кислотность – концентрация свободных катионов H^+ , имеющих в растворе при данных условиях.

Мерой активной кислотности является значение pH раствора:

$$pH = -\lg[H^+]$$

Потенциальная кислотность – концентрация катионов H^+ , связанных в молекулы или ионы слабых кислот, имеющих в растворе.

Сильные кислоты: $HCl \longrightarrow H^+ + Cl^-$

$$[H^+]_{\text{акт}} = [H^+]_{\text{общ}}, \quad [H^+]_{\text{пот}} = 0.$$

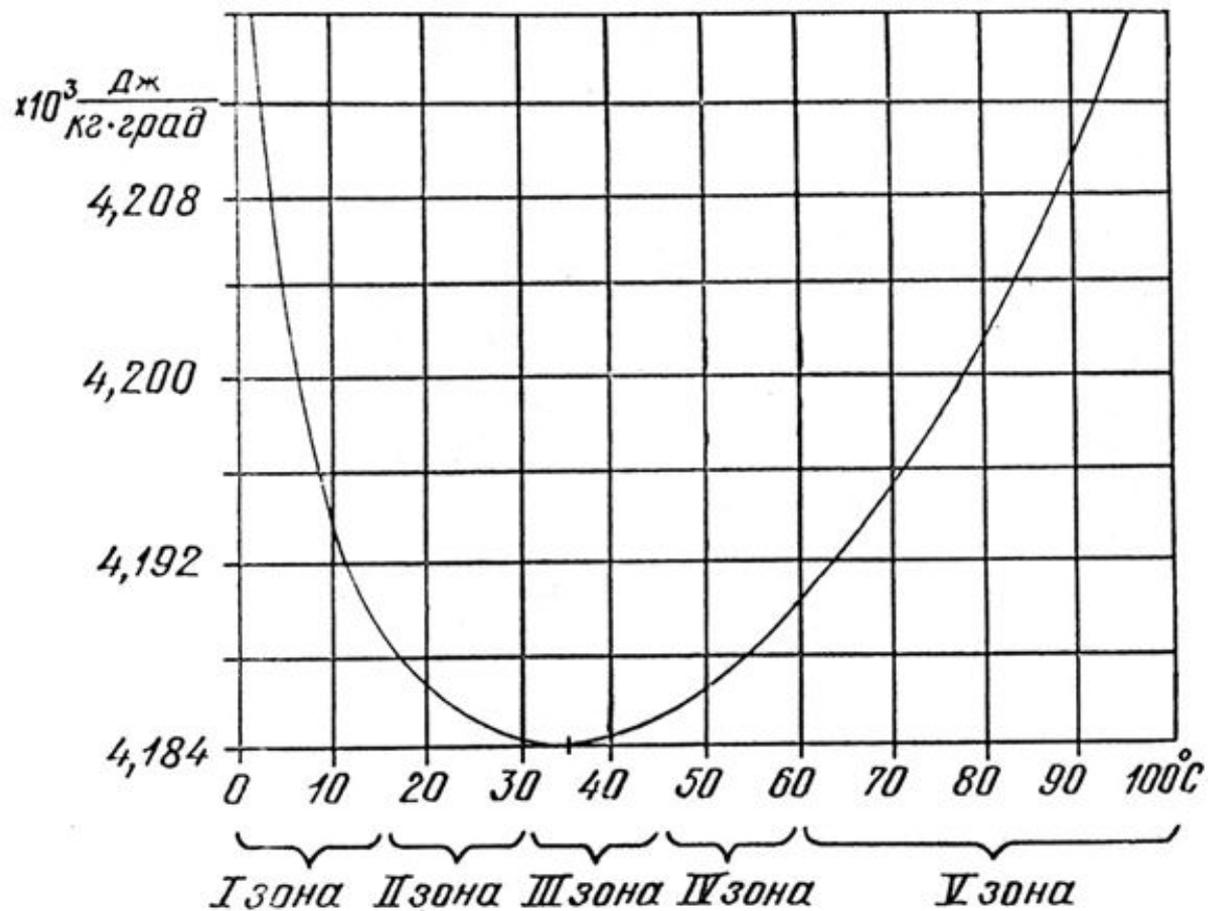
Слабые кислоты: $CH_3COOH \longleftrightarrow CH_3COO^- + H^+$

$$[H^+]_{\text{общ}} = [H^+]_{\text{пот}} + [H^+]_{\text{акт}} \quad [H^+]_{\text{пот}} \gg [H^+]_{\text{акт}}$$

Основные функции воды в организме

- ✓ Обеспечение процессов всасывания и механического передвижения питательных веществ**
- ✓ Поддержание оптимального осмотического давления в крови и тканях**
- ✓ Обеспечение функционирования белков, нуклеиновых кислот, полисахаридов**
- ✓ Участие в процессах биосинтеза, ферментативного катализа, гидролиза**
- ✓ Поддержание температуры тела**

Изменение теплоемкости воды в зависимости от температуры

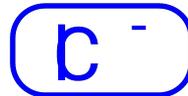
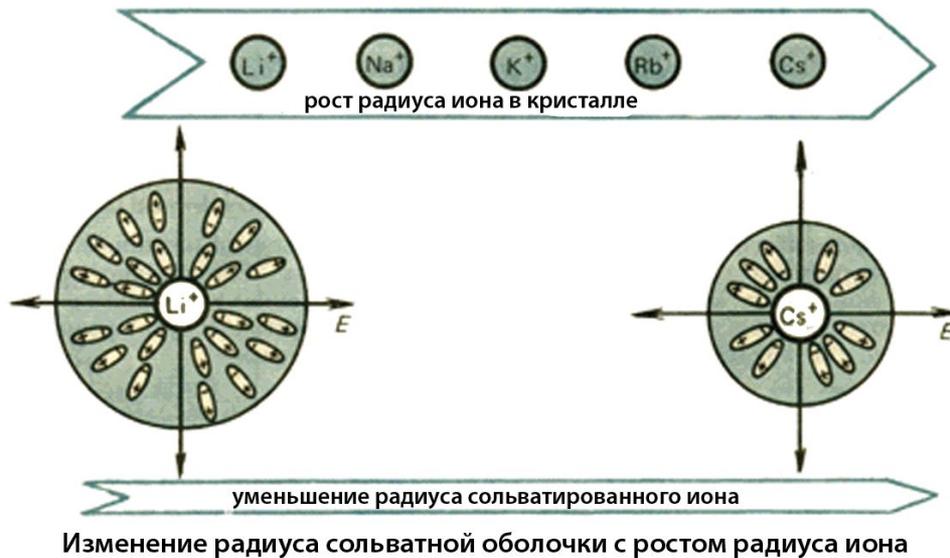


Значение растворов в жизнедеятельности организмов.

- ✓ **Важнейшие биологические жидкости - кровь, лимфа моча, слюна, пот являются растворами солей, белков, углеводов, липидов в воде.**
- ✓ **Усвоение пищи связано с переходом питательных веществ в растворенное состояние.**
- ✓ **Биохимические реакции в живых организмах протекают в растворах.**
- ✓ **Биожидкости участвуют в транспорте:**
 - кислорода, питательных веществ (жиров, аминокислот),
 - лекарственных препаратов к органам и тканям,
 - выведении из организма метаболитов: мочевины, билирубина, углекислого газа
- ✓ **Плазма крови является средой для клеток - лимфоцитов, эритроцитов, тромбоцитов.**

Значение электролитов в организме

Отвечают за осмолярность (концентрацию всех видов ионов) и величину ионной силы биосред



В организме человека осмолярность составляет примерно 290-300 мОсм/л или 0.3 моль/л.

Образуют биоэлектрический потенциал

Потенциал покоя
клеточных мембран
– 70-90 мВ
(внутренняя
поверхность
мембраны заряжена
отрицательно)

В возбужденном
состоянии
повышается до
+ 40-60 мВ

Потенциал действия
изменяется в
пределах $\approx 110-150$ мВ

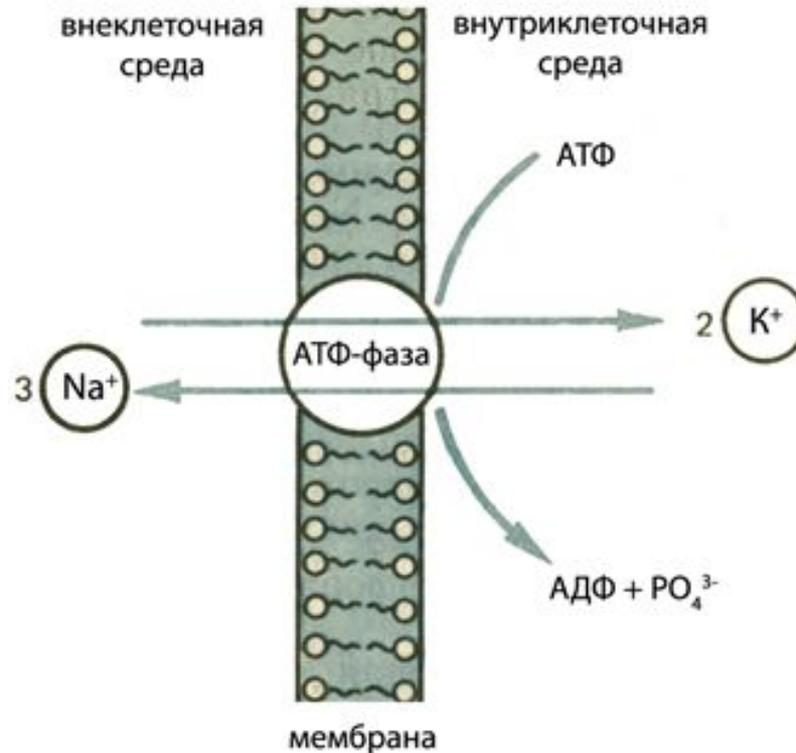
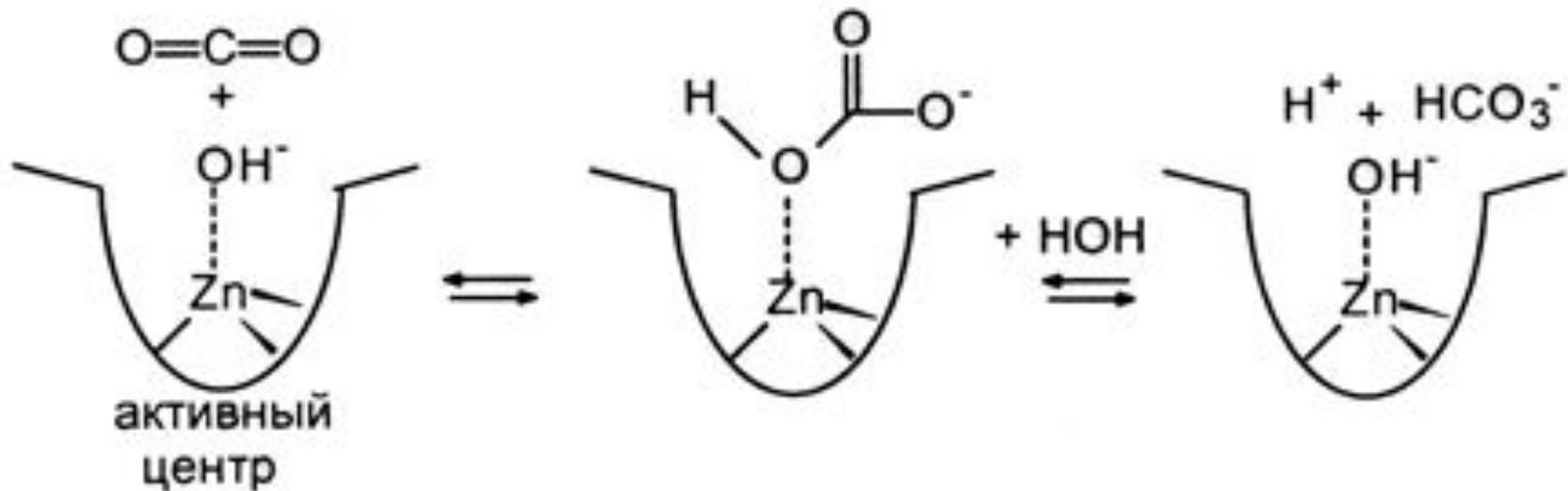


Схема действия Na⁺-, K⁺-АТФ-фазы и
возникновение разности потенциалов
на клеточных мембранах

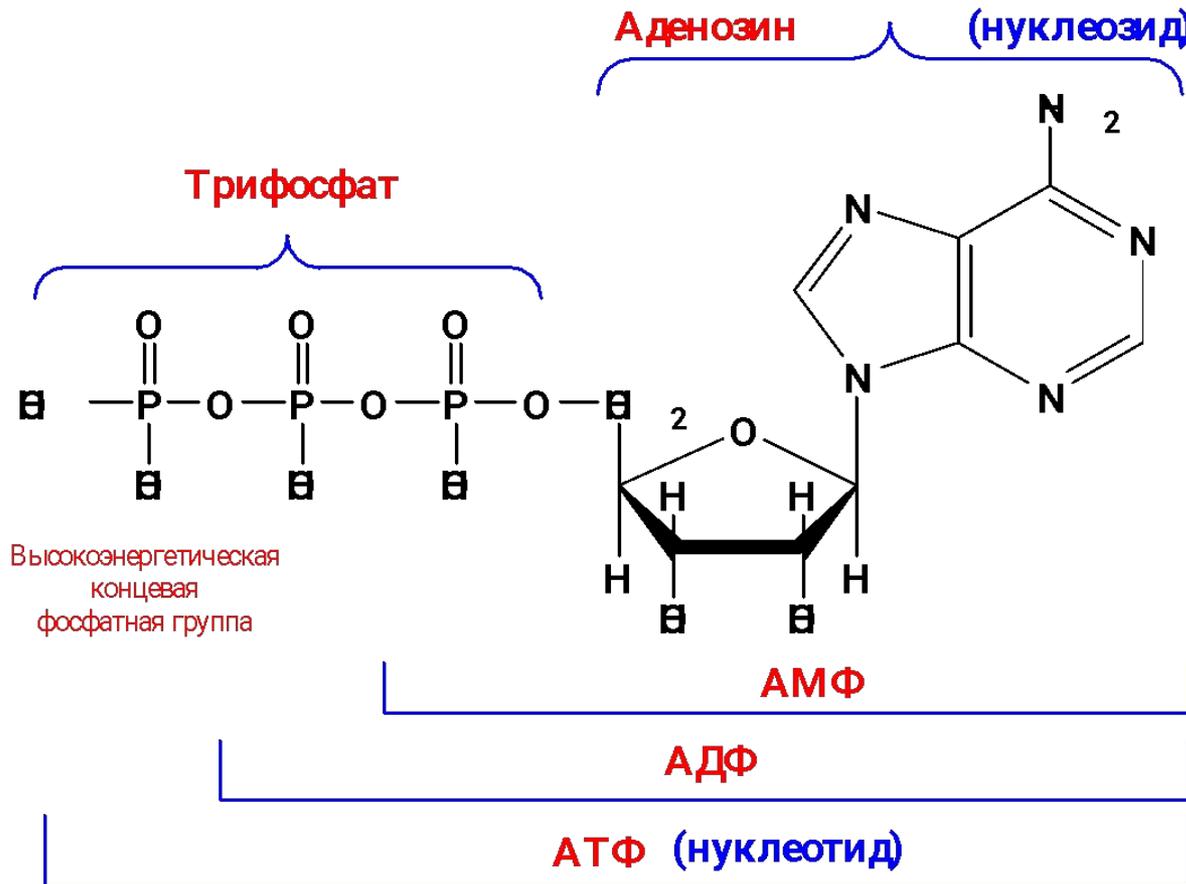
Катализируют процессы обмена веществ

Участие активного центра карбоангидразы
в гидратации углекислого газа

При поступлении крови в легкие
карбоангидраза эритроцитов расщепляет
бикарбонаты образуя свободный CO_2



Служат в качестве энергетических депо (фосфаты)



✓ **Участвуют в свертывающей системы крови**

Стабилизируют костные ткани

**Образование защитного
эмалевого слоя**

**Лечение кариеса
фторидами**

Выпускники 2018 года



Спасибо за внимание!