

# *Буферные растворы*



# *Вопросы*

1. **Буферные системы**, их состав, классификация и механизм действия
2. Вывод рН **ацетатной** буферной системы
3. Вывод рН **аммонийной** буферной системы
4. **Буферная емкость**. Влияние различных факторов на рН буферных систем
5. **Биологическое значение** буферных систем

# *1. Буферные системы, их состав, классификация и механизм действия*

**Буферные растворы -**  
*это системы,*  
*способные **сохранять***  
***pH** при добавлении*  
*кислоты, щелочи и*  
*разбавлении*



# Классификация буферных систем

- По составу:

1. КИСЛОТНЫЕ,
2. ОСНОВНЫЕ,
3. СОЛЕВЫЕ

- По происхождению:

1. естественные,
2. искусственные

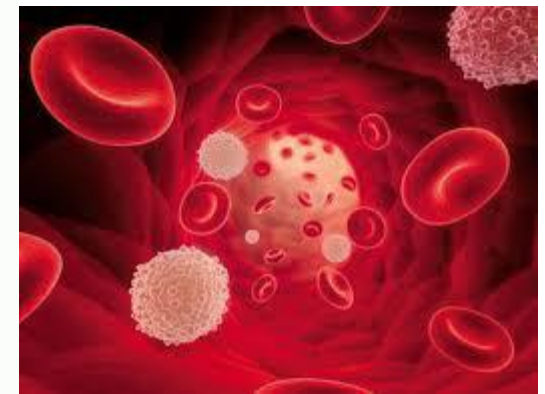


# Примеры искусственных буферных систем

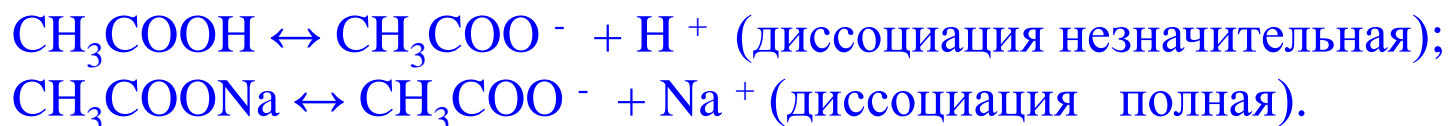
<p><b>Кислотные</b> – состоят из слабой кислоты и соли этой кислоты, образованной сильным основанием.</p>	<p>Ацетатный буфер: <math>\text{CH}_3\text{COOH}</math> <math>\text{CH}_3\text{COONa}</math></p> <p>Гидрокарбонатный буфер: <math>\text{H}_2\text{CO}_3</math> <math>\text{NaHCO}_3</math></p>
<p><b>Основные</b> – состоят из слабого основания и соли этого основания, образованной сильной кислотой.</p>	<p>Аммиачный буфер: <math>\text{NH}_4\text{OH}</math> <math>\text{NH}_4\text{Cl}</math></p>
<p><b>Солевые</b> – состоят из гидрофосфата и дигидрофосфата Na</p>	<p>Фосфатный буфер: <math>\text{NaH}_2\text{PO}_4</math> <math>\text{Na}_2\text{HPO}_4</math></p> <p>роль слабой к-ты</p>

# Примеры естественных буферных систем

Система (раствор)	pH
Желудочный сок	1,6–1,8
Апельсиновый сок	2,6–4,4
Столовый уксус	3,0
Томатный сок	4,3
Моча	4,8–7,5
Слюна	6,35–6,85
Молоко	6,6–6,9
Кровь человека	7,35–7,45
Слезы	7,4
Белок куриного яйца	8,0
Морская вода	8,0



# *Механизм действия ацетатной буферной системы*

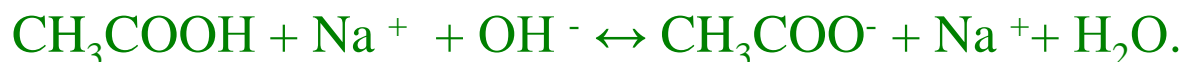


При добавлении к буферу соляной кислоты происходит взаимодействие ионов  $\text{H}^+$  с ацетат-анионом второго компонента буфера с образованием слабой кислоты:



В результате сильная кислота  $\text{HCl}$  заменится эквивалентным количеством слабой  $\text{CH}_3\text{COOH}$  и концентрация ионов водорода увеличится в пределах буферной емкости незначительно.

При добавлении к буферу щелочи в реакцию вступит первый компонент системы  $\text{CH}_3\text{COOH}$ :



В результате щелочь заменится эквивалентным количеством соли  $\text{CH}_3\text{COONa}$ , в меньшей степени, чем  $\text{NaOH}$ , влияющей на повышение  $\text{pH}$ .

## 2. Вывод pH ацетатной буферной системы



$$K_k = \frac{[\text{H}^+] \cdot [\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} \quad [\text{H}^+] = K_k \cdot \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}$$

Так как **диссоциация кислоты** подавляется присутствием **ацетат-ионов** из соли:

$$[\text{CH}_3\text{COOH}] \approx C_k$$

Так как **соль** подвергается гидролизу, а он подавляется присутствием **молекул уксусной кислоты**:

$$[\text{CH}_3\text{COO}^-] \approx C_c$$

$$[\text{H}^+] = K_k \cdot \frac{C_k}{C_c}$$

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

### 3. Вывод pH аммонийной буферной системы



$$K_o = \frac{[\text{NH}_4^+] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{NH}_4\text{OH}]} \quad [\text{OH}^-] = K_o \cdot \frac{[\text{NH}_4\text{OH}]}{[\text{NH}_4^+]}$$

Так как диссоциация основания подавляется присутствием ионов аммония из соли:

$$[\text{NH}_4\text{OH}] \approx C_o$$

Так как соль подвергается гидролизу, а он подавляется присутствием молекул гидроксида аммония:

$$[\text{NH}_4^+] \approx C_c$$

$$[\text{OH}^-] = K_B \frac{C_{\text{осн}}}{C_{\text{соли}}}$$

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

$$p\text{H} = 14 - p\text{OH}$$

## 4. Буферная емкость. Влияние различных факторов на $pH$ буферных систем

Буферная емкость определяется количеством сильной кислоты или щелочи (в ммоль/л), прибавленной к 1 л буфера и смещающей  $pH$  на единицу.

$$B = \frac{C}{\Delta pH_{\text{буф.}}}$$

где:  $C$  – число молей прибавленной кислоты или щелочи;  
 $\Delta pH_{\text{буф.}}$  – изменение  $pH$  буфера при добавлении кислоты или щелочи – величина положительная.

Буферную емкость можно рассчитать как по кислоте, так и по щелочи:

$$B = \frac{C_K \cdot V_K}{\Delta pH \cdot V_{\text{буфера}}} \quad \text{или} \quad B = \frac{C_{\text{щ}} \cdot V_{\text{щ}}}{\Delta pH \cdot V_{\text{буфера}}}$$

## ***V** зависит от:*

- **C** компонентов буферного раствора ( $> C, > B$ );
- **соотношения** между этими компонентами (**максимальное** буферное действие при **соотношении 1:1**)



# Влияние различных факторов на рН буферных систем

- **разбавление** (соотношение компонентов не меняется, поэтому рН сохраняется)
- **концентрация слабой кислоты** (чем  $>C_k$ , тем  $<pH$ )
- **концентрация слабого основания** (чем  $>C_o$ , тем  $>pH$ )



# *5. Биологическое значение буферных систем*

## Значения pH различных систем организма

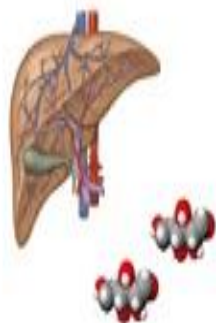
<i>Сыворотка крови</i>	<i>– 7,35 – 7,45</i>
<i>Спинно-мозговая жидкость</i>	<i>– 7,35 – 7,45</i>
<i>Слюна</i>	<i>– 6,35 – 6,85</i>
<i>Желудочный сок</i>	<i>– 0,9 – 1,3</i>
<i>Моча</i>	<i>– 4,8 – 7,5</i>
<i>Слезная жидкость</i>	<i>– 7,2 – 7,4</i>
<i>Желчь в пузыре</i>	<i>– 5,4 – 6,9</i>

## Как щелочная вода помогает Вам снижать вес

1. Щелочная вода вымывает жирные кислоты из клеток



2. Жирные кислоты далее попадают в печень



3. Печень превращает жирные кислоты в глюкозу



4. Глюкоза сжигается мускулатурой, оставляя молочную кислоту



5. Щелочная вода нейтрализует молочную кислоту и Ваше тело может сжигать большее количество жиров

6. Щелочная вода вымывает нейтрализованные кислоты из организма и вес снижается

# ЖИВАЯ ВОДА

рН крови

Контролируется организмом  
в пределах 7.25 - 7.45

рН печени

Повышается благодаря щелочной  
воде, очищает кровь

рН почек и мочи

Увеличивается с употреблением  
щелочной воды  
Улучшение функционирования  
почек  
Выведение токсинов,  
рН 5.5 - 7.5

Легкие помогают регулировать рН

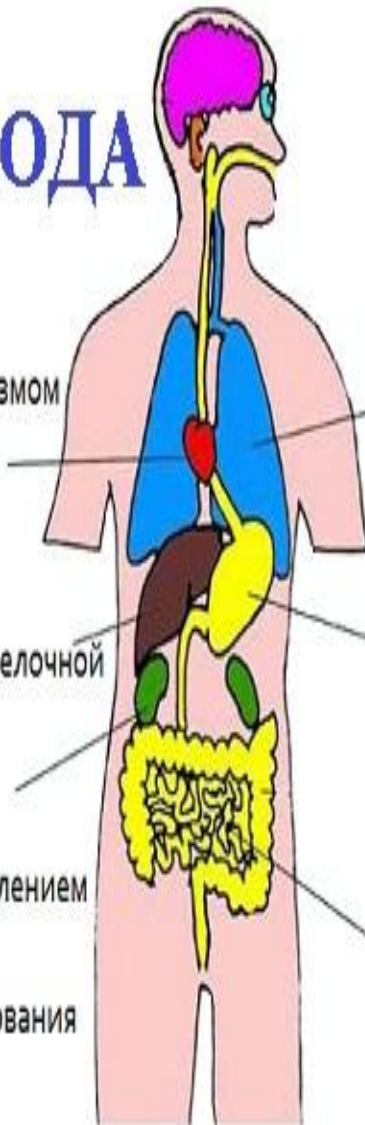
рН крови регулируется выделением  
CO<sub>2</sub>

рН желудка

Повышается благодаря щелочной воде,  
рН 2 - 4

рН кишечника

Повышается благодаря щелочной воде,  
стимулируется выработка полезных  
пробиотиков, рН 8.3 и выше



## Как щелочная вода влияет на рН организма

## Водородный показатель, pH сырой растительной пищи

Абрикосы		3.3 - 4.8	Кукуруза		5.9 - 7.3
Авокадо		6.3 - 6.6	Курага		3.4 - 3.8
Апельсины		3.0 - 4.0	Лайм		1.8 - 2.0
Арбуз		5.2 - 5.6	Лимон		2.2 - 2.4
Артишоки		5.5 - 6.0	Лук-порей		5.5 - 6.2
Бананы		4.5 - 5.2	Малина		3.2 - 3.6
Батат		5.3 - 5.6	Манго		5.8 - 6.0
Бобы		5.6 - 6.5	Маслины		6.0 - 7.0
Брокколи		5.3	Морковь		5.9 - 6.3
Виноград		3.5 - 4.5	Нектарины		3.9 - 4.2
Вишня		3.2 - 4.5	Оливки		3.6 - 3.6
Горох		5.8 - 6.4	Персики		3.4 - 4.1
Грейпфрут		3.0 - 3.7	Питьевая вода		6.5 - 8.0
Груши		3.6 - 4.0	Помидоры		4.3 - 4.9
Дыня		6.0 - 6.7	Свекла		4.9 - 6.6
Ежевика		3.9 - 4.5	Сельдерей		5.7 - 6.0
Изюм		2.8 - 3.0	Спаржа		6.0 - 6.7
Капуста		5.2 - 5.4	Тыква		4.8 - 5.2
Картофель		5.6 - 6.0	Финики		6.5 - 8.5
Клубника		3.0 - 3.9	Черника		3.1 - 3.4
Клюква		2.3 - 2.5	Шпинат		5.5 - 6.8
Кокос		5.5 - 7.8	Укроп		5.5 - 6.5
Красн. перец		4.6 - 5.2	Яблоки		3.3 - 3.9
Крыжовник		2.8 - 3.1			

## Водородный показатель, pH некоторых продуктов

Белый хлеб		5.0 - 6.2	Сардины		5.7 - 6.6
Вино		2.8 - 3.8	Свежие яйца		7.6 - 8.0
Газ. напитки		2.0 - 4.0	Сельдь		6.1
Горчица		3.5 - 6.0	Сидр		2.9 - 3.3
Кальмары		5.8	Соевое молоко		7.0
Карп		6.0	Соевый соус		4.4 - 5.4
Кетчуп		3.9	Соус Карри		6.0
Кислая капуста		3.4 - 3.6	Соус Чили		2.8 - 3.7
Крабовое мясо		6.5 - 7.0	Сыр		4.8 - 6.4
Креветки		6.8 - 7.0	Тунец		5.9 - 6.1
Крекеры		6.5 - 8.5	Тыква		4.8 - 5.2
Лосось		6.1 - 6.3	Уксус		2.4 - 3.4
Масло		6.1 - 6.4	Устрицы		5.7 - 6.2
Молоко		6.6 - 6.9	Фрукт. желе		2.8 - 3.4
Мука		5.5 - 6.5	Хрен		5.4
Окунь, жарен.		6.6 - 6.8	Чай		5.5 - 7.0
Печень трески		6.2			

# Кисотно-щелочной баланс

КИСЛОТНАЯ ШКАЛА PH ЩЕЛОЧНАЯ



$H^+$  БОЛЕЗНЬ

Кислотная среда  
(натуральная вода)

7 PH  
НОРМАЛЬНАЯ  
7,36

ЗДОРОВЬЕ  
 $OH^-$

Щелочная среда  
(железная вода)

