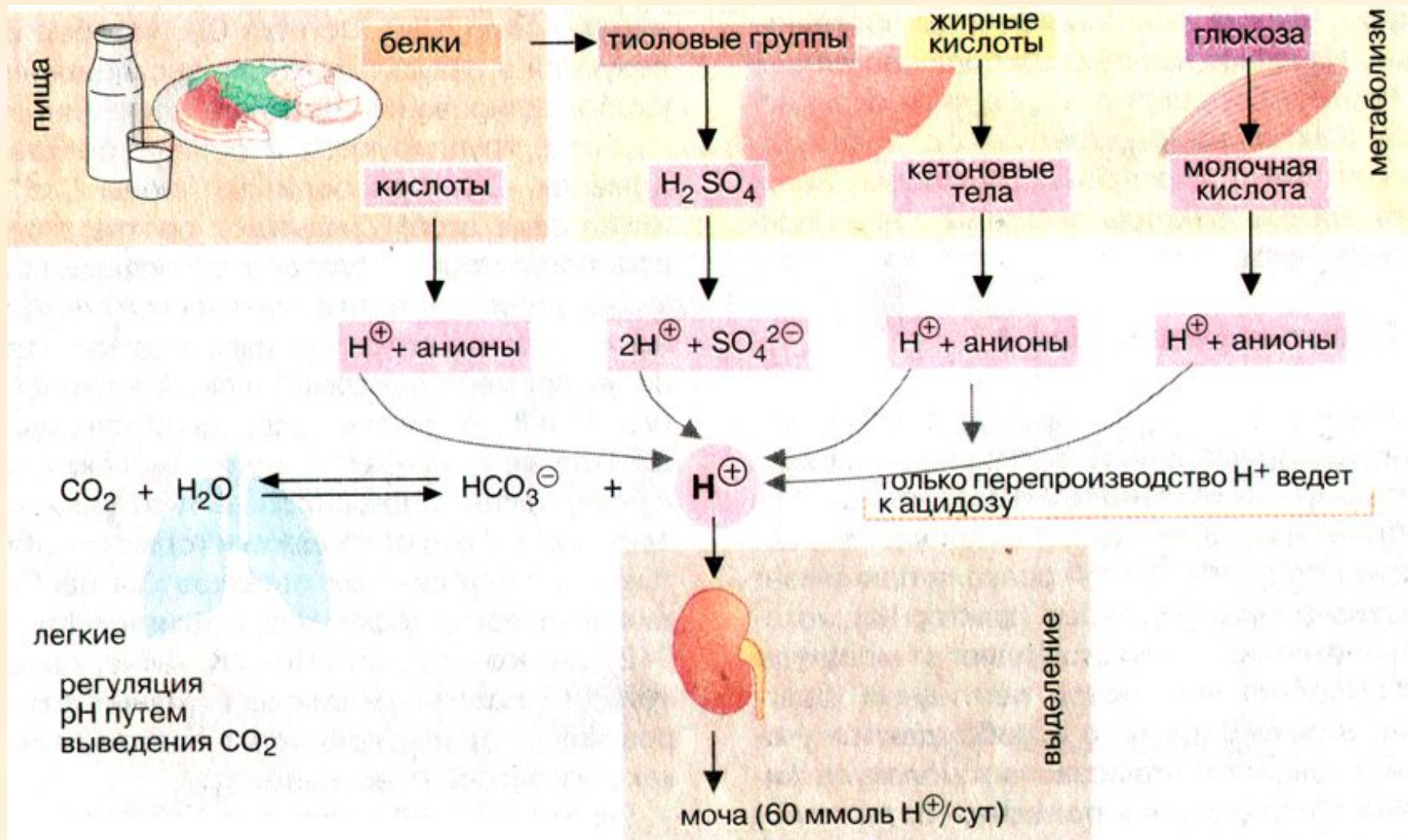
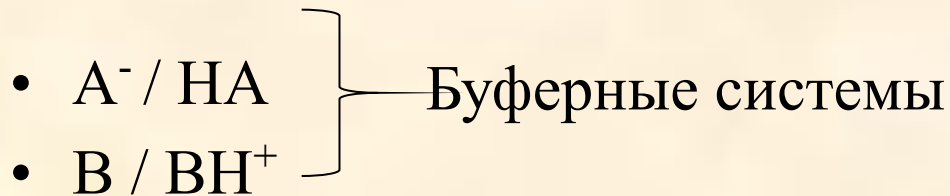


Буферные системы, механизм действия.  
Буферные системы крови и слюны.



**Буферный раствор** – раствор, содержащий протолитическую равновесную систему, способную поддерживать постоянное значение рН при разбавлении или добавлении небольших количеств кислоты или основания.

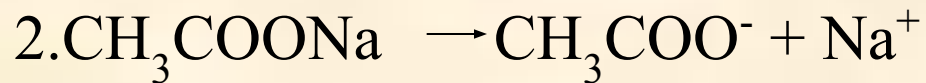
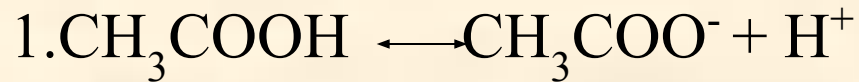
## Кислотно-основное равновесие



# БУФЕРНЫЕ СИСТЕМЫ

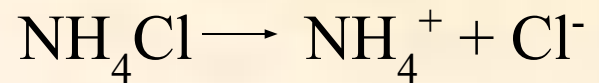
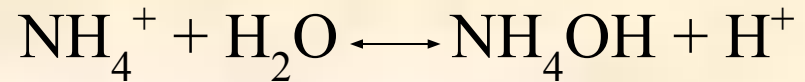
## КИСЛОТНЫЕ

ацетатная –  $\text{CH}_3\text{COO}^-/\text{CH}_3\text{COOH}$



## ОСНОВНЫЕ

аммиачная –  $\text{NH}_4\text{OH}/\text{NH}_4\text{Cl}$



# Уравнение Гендерсона -Хассельбаха

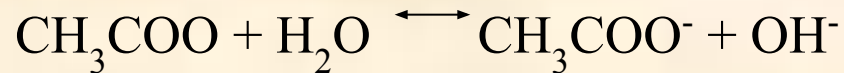
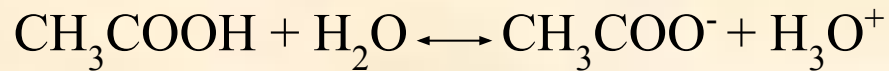
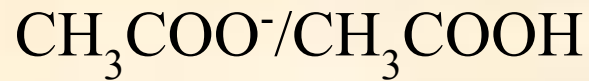
- Для кислотных буферных систем

$$pH = pK_a + \lg \frac{n(1/z \text{ c} \hat{\text{t}} \ddot{\text{e}} \ddot{\text{e}})}{n(1/z \hat{\text{e}} \ddot{\text{e}} \tilde{\text{n}} \hat{\text{i}} \ddot{\text{o}} \hat{\text{u}})} \quad \ddot{\text{e}} \ddot{\text{e}} \quad pH = pK_a + \lg \frac{\tilde{\text{N}}(1/z \text{ c} \hat{\text{t}} \ddot{\text{e}} \ddot{\text{e}}) \cdot V_{\tilde{\text{n}} \ddot{\text{e}} \ddot{\text{e}}}}{\tilde{\text{N}}(1/z \hat{\text{e}} \ddot{\text{e}} \tilde{\text{n}} \hat{\text{i}} \ddot{\text{o}} \hat{\text{u}}) \cdot V_{\hat{\text{e}} \ddot{\text{e}} \tilde{\text{n}} \hat{\text{i}} \ddot{\text{o}} \hat{\text{u}}}}$$

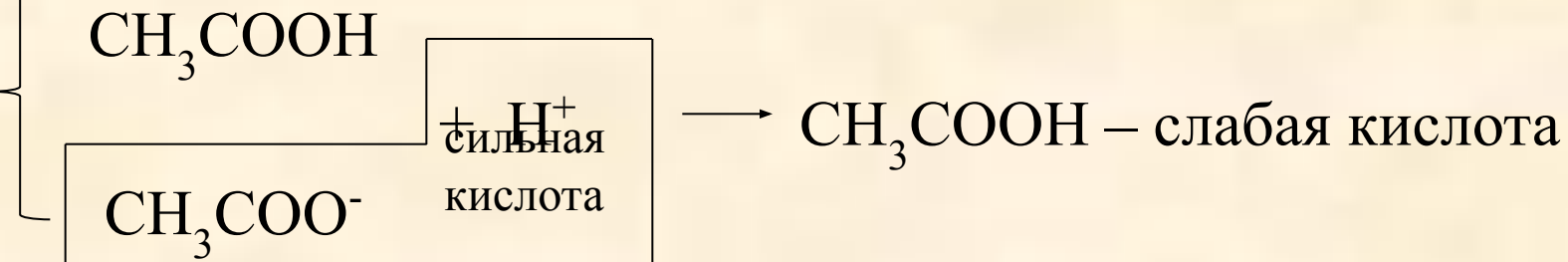
- Для основных буферных систем

$$pH = 14 - pK_a - \lg \frac{n(1/z \text{ c} \hat{\text{t}} \ddot{\text{e}} \ddot{\text{e}})}{n(1/z \hat{\text{i}} \tilde{\text{n}} \hat{\text{i}} \hat{\text{a}} \hat{\text{i}} \ddot{\text{e}} \ddot{\text{y}})} \quad \ddot{\text{e}} \ddot{\text{e}} \quad pH = 14 - pK_a - \lg \frac{\tilde{\text{N}}(1/z \text{ c} \hat{\text{t}} \ddot{\text{e}} \ddot{\text{e}}) \cdot V_{\tilde{\text{n}} \ddot{\text{e}} \ddot{\text{e}}}}{\tilde{\text{N}}(1/z \hat{\text{i}} \tilde{\text{n}} \hat{\text{i}} \hat{\text{a}} \hat{\text{i}} \ddot{\text{e}} \ddot{\text{y}}) \cdot V_{\hat{\text{i}} \tilde{\text{n}} \hat{\text{i}} \hat{\text{a}} \hat{\text{i}} \ddot{\text{e}} \ddot{\text{y}}}}$$

## Механизм действия буферных систем



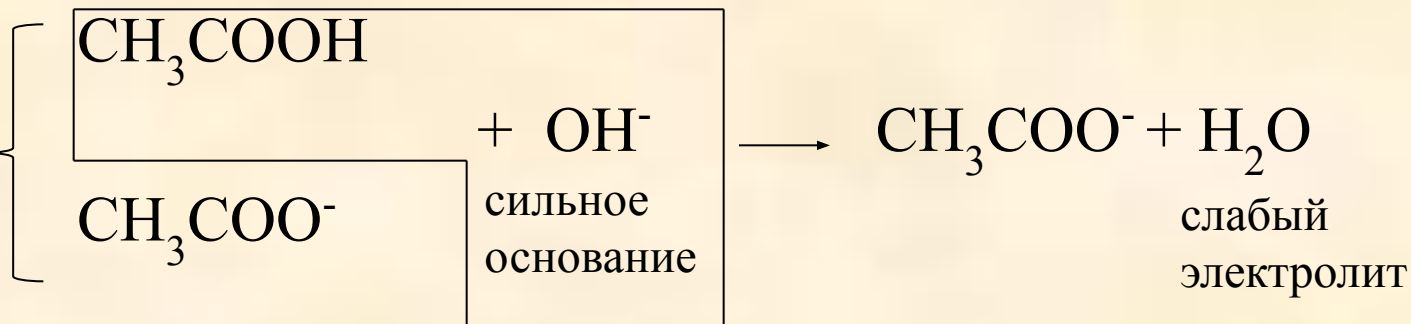
### 1) Добавление сильной кислоты



**ВЫВОД:** добавление сильной кислоты не изменяет рН  
буферной системы

сильное  
основание

## 2) Добавление сильного основания



**ВЫВОД:** добавление сильного основания не изменяет рН  
буферной системы

### 3) Разбавление

$$pH = pK_a + \lg \frac{\tilde{N}(\frac{1}{z} c_{\text{и}}) \cdot V_{\text{и}}}{\tilde{N}(\frac{1}{z} c_{\text{н}}) \cdot V_{\text{н}}}$$

- Предел – пока концентрация компонентов буферных растворов не станет меньше 0,01 моль/л.



# Буферная емкость

- Это величина, характеризующая способность буферного раствора противодействовать изменению рН среды при добавлении кислот и оснований.
- Это количество вещества эквивалента сильного протолита (кислоты или щелочи), которое нужно добавить к 1 л буферного раствора, чтобы изменить величину рН на 1.

$$B = \frac{n(1/z \cdot x)}{\Delta pH \cdot V_{\text{а.д.}}} \quad \text{и } \hat{i} \hat{e} \ddot{u} / \hat{e} \quad \hat{e} \hat{e} \hat{e} \quad B = \frac{\tilde{N}(1/z \cdot x) \cdot V_x}{\Delta pH \cdot V_{\text{а.д.}}} \quad \text{и } \hat{i} \hat{e} \ddot{u} / \hat{e}$$

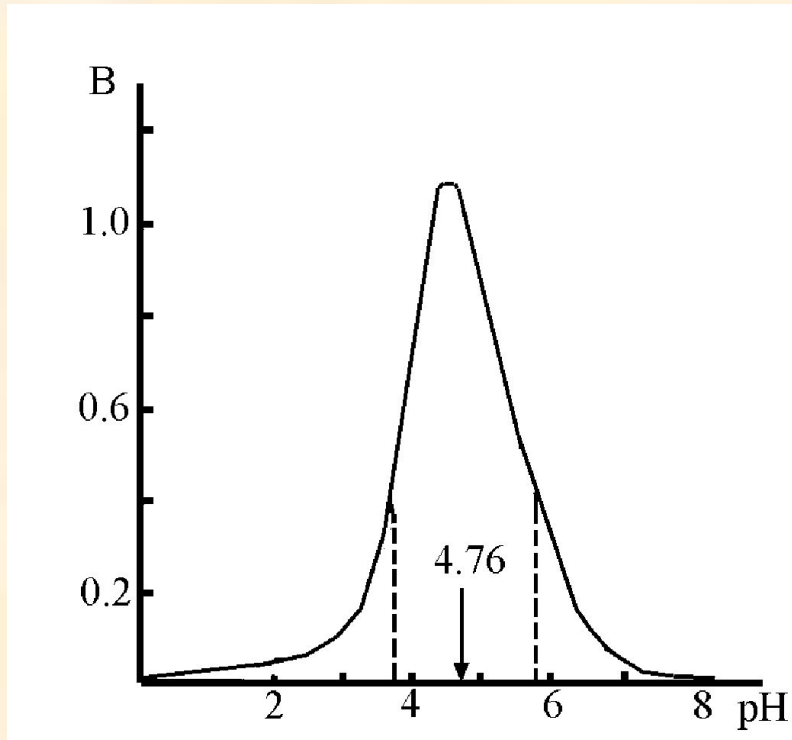
ПО КИСЛОТЕ

ПО ЩЕЛОЧИ

$$B_a = \frac{n(1/z \cdot \hat{I} \hat{A})}{\Delta pH \cdot V_{\text{а.д.}}} \quad \text{и } \hat{i} \hat{e} \ddot{u} / \hat{e}$$

$$B_b = \frac{n(1/z \cdot \hat{A})}{\Delta pH \cdot V_{\text{а.д.}}} \quad \text{и } \hat{i} \hat{e} \ddot{u} / \hat{e}$$

## Буферная емкость зависит:



1. от концентрации компонентов буферной системы;
  2. от соотношения концентраций компонентов буферного раствора
- ❖ Буферная емкость не постоянна в интервале буферного действия
  - ❖ Интервал буферного действия:  $\text{pH} = \text{pK}_a \pm 1$

# Буферные системы организма человека

*гидрокарбонатная, гемоглобиновая, гидрофосфатная и белковая.*

## Буферные системы крови

### *Плазма крови*

гидрокарбонатная,  
гидрофосфатная,  
белковая

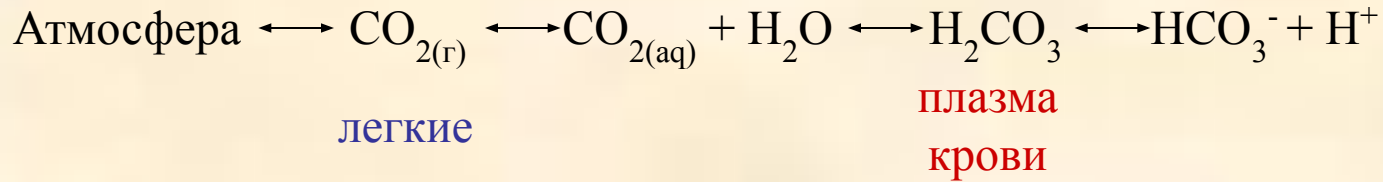
### *Эритроциты*

гидрокарбонатная,  
гидрофосфатная,  
гемоглобиновая

## Буферные системы слюны

гидрокарбонатная,  
гидрофосфатная,  
белковая

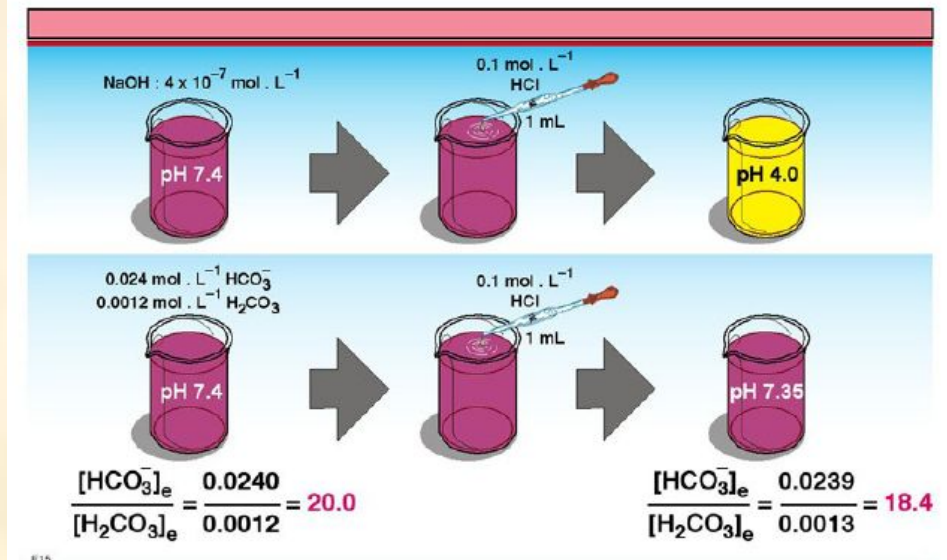
# Гидрокарбонатная буферная система ( $\text{H}_2\text{CO}_3 / \text{HCO}_3^-$ )



$\text{pH} = 7,4; V_a = 40 \text{ ммоль/л} \quad V = 1-2 \text{ ммоль/л}$

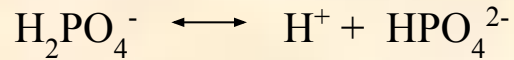
Действие бикарбонатного буфера

$$\text{pH} = \text{pK}_{a1} + \lg \frac{[\text{HCO}_3^-]}{s \cdot \text{pCO}_2}$$



# Гидрофосфатная буферная система

(плазма крови –  $\text{NaH}_2\text{PO}_4 / \text{Na}_2\text{HPO}_4$ , клетки -  $\text{KH}_2\text{PO}_4 / \text{K}_2\text{HPO}_4$ )



кислота

сопряженное  
основание

Плазма крови

$$\text{pH} = 7,4 = \text{pK}_a + \lg \frac{[\text{HPO}_4^{2-}]}{[\text{H}_2\text{PO}_4^-]}$$

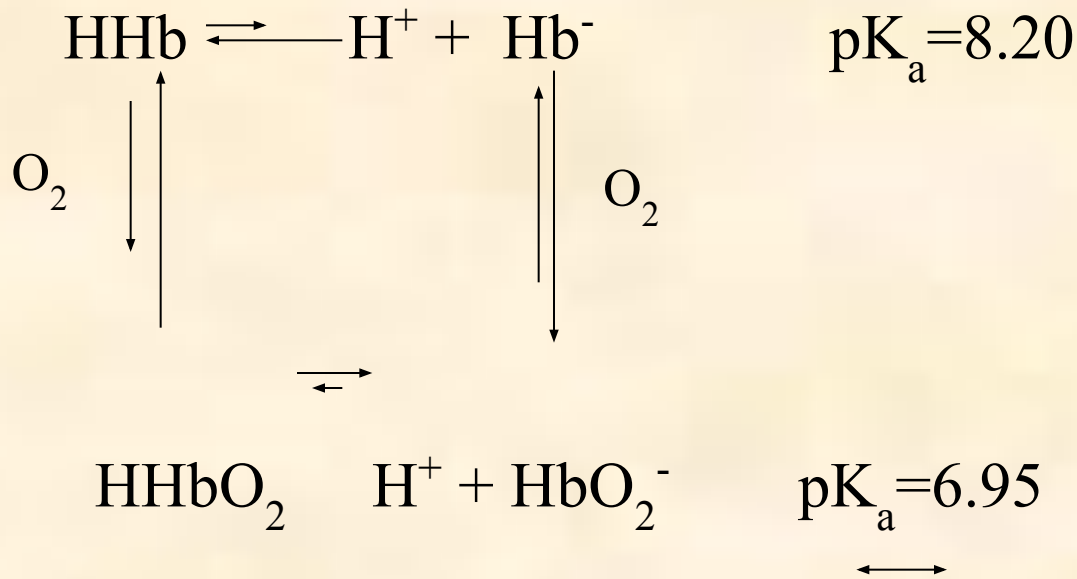
$\text{pH} = 6,2 - 8,2$ ;  $V_a = 1-2$  ммоль/л,  $V_b = 0,5$  ммоль/л

Нейтрализует кислые метаболиты, избыточный  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  выводится почками – pH мочи снижается

При увеличении концентрации оснований избыточный  $\text{HPO}_4^{2-}$  почками – pH мочи увеличивается

## Гемоглибиновая буферная система

(гемоглобин (Hb) – оксигемоглобин (HbO<sub>2</sub>))



- При добавлении кислот:



- При добавлении оснований:

