

# БУФЕРНЫЕ СИСТЕМЫ

Буферными системами (буферами) называют растворы, обладающие свойством достаточно стойко сохранять постоянство концентрации ионов водорода как при добавлении кислот или щелочей, так и при разведении.

## Классификация 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 или K.</p>	<p>Фосфатный буфер: <math>\text{NaH}_2\text{PO}_4</math> роль слабой к-ты <math>\text{Na}_2\text{HPO}_4</math></p>

## Значения рН 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>

# Буферные системы крови

<p><i>В плазме:</i></p> <p>Na<sup>+</sup> вне клетки</p>	<p><i>В эритроцитах:</i></p> <p>K<sup>+</sup> внутри клетки</p>
$\frac{\text{H}_2\text{CO}_3}{\text{NaHCO}_3}$ <p><b>гидрокарбонатный</b></p>	$\frac{\text{H}_2\text{CO}_3}{\text{KHCO}_3}$
$\frac{\text{NaH}_2\text{PO}_4}{\text{Na}_2\text{HPO}_4}$ <p><b>фосфатный</b></p>	$\frac{\text{KH}_2\text{PO}_4}{\text{K}_2\text{HPO}_4}$
$\frac{\text{Pt} - \text{COOH}}{\text{Pt} - \text{COONa}}$ <p><b>белковый</b></p>	<p>не характерен</p>
<p>Органические кислоты</p> <p>Na<sup>+</sup> - соль</p>	<p>Органические кислоты</p> <p>K<sup>+</sup> - соль</p>
	$\frac{\text{HNB}}{\text{KNB}}$ <p><b>гемоглобиновый</b></p>
	$\frac{\text{HNB}\text{O}_2}{\text{KNB}\text{O}_2}$ <p><b>оксигемоглобиновый</b></p>

# Уравнение буферных систем (Гендерсона – Гассельбаха)



Из уравнения константы диссоциации кислоты концентрацию ионов  $\text{H}^+$  можно записать:

$$[\text{H}^+] = K_{\text{H}_2\text{CO}_3} \frac{[\text{H}_2\text{CO}_3]}{[\text{HCO}_3^-]}$$

Прологарифмировав это уравнение, получим уравнение буферных систем:

$$\text{pH} = \text{pK} + \lg \frac{[\text{HCO}_3^-]}{[\text{H}_2\text{CO}_3]}$$

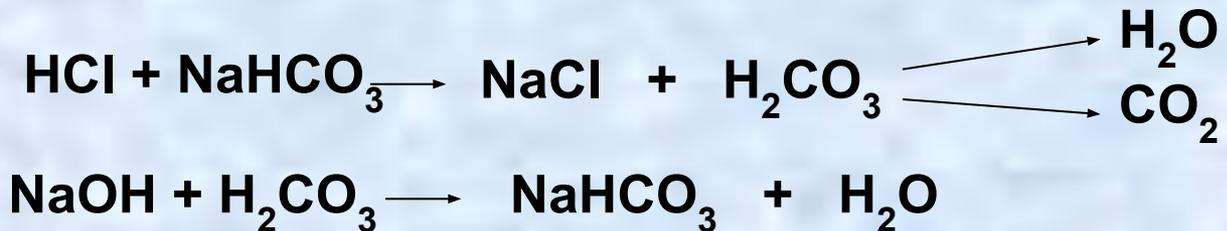
$$\text{pK} = -\lg K_{\text{H}_2\text{CO}_3} = 6,1$$

Для решения задач уравнение следующего вида:

$$\text{pH} = \text{pK} + \lg \frac{C_c \cdot V_c}{C_k \cdot V_k}$$

## *Механизм действия гидрокарбонатной буферной системы*

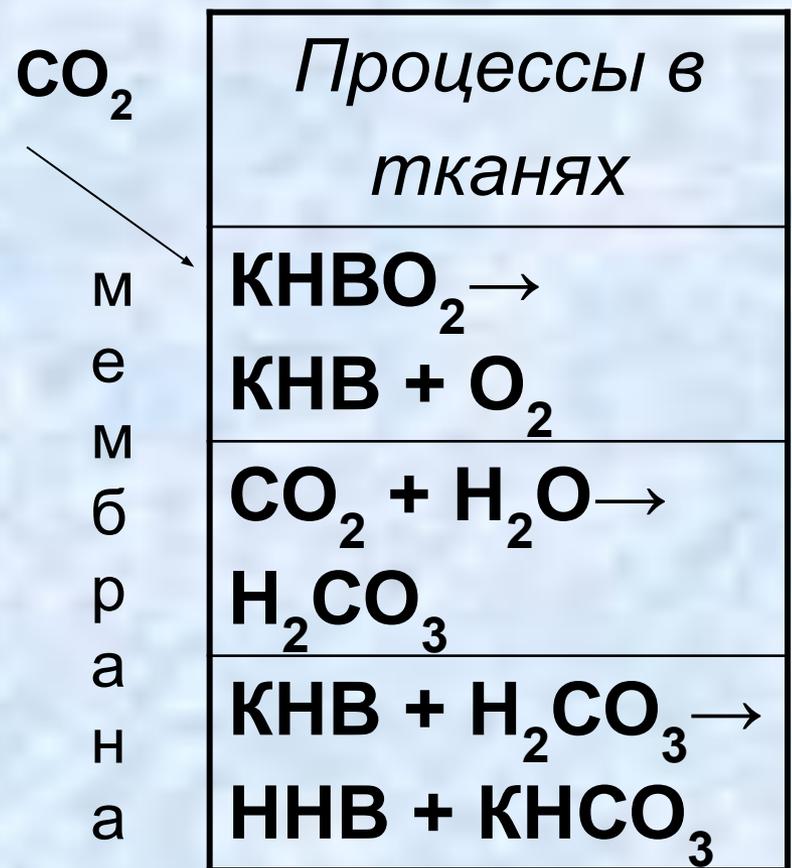
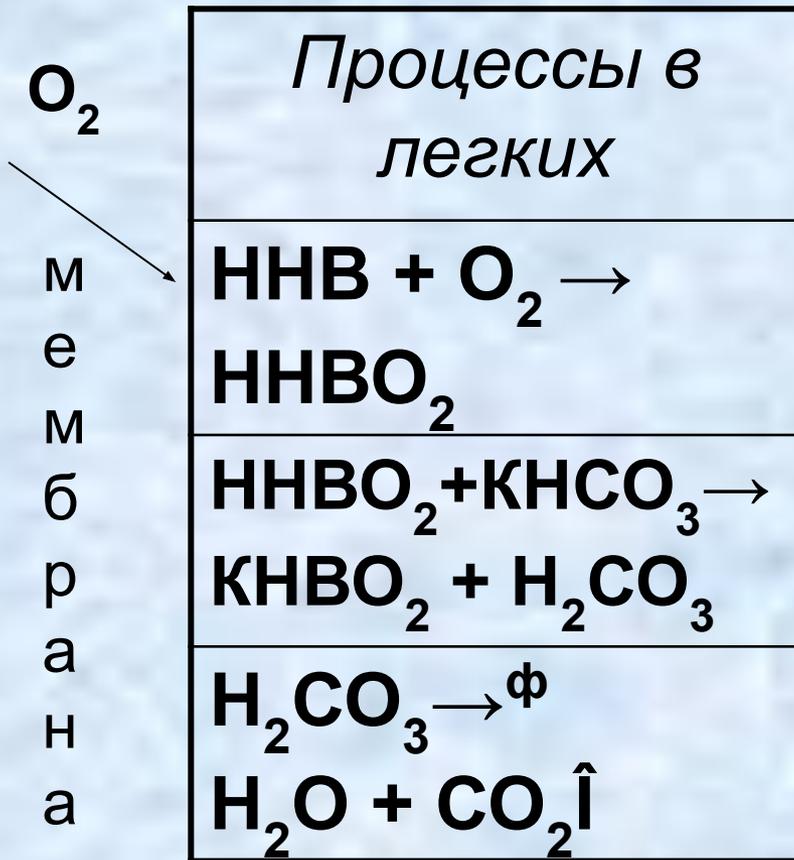
Действие гидрокарбонатного буфера при попадании в него сильной кислоты или щелочи можно записать реакциями:



*При добавлении к системе сильной кислоты* ионы  $\text{H}^+$  взаимодействуют с анионами соли, образуя слабодиссоциирующую  $\text{H}_2\text{CO}_3$ . Сильная кислота заменяется эквивалентным количеством слабой кислоты, диссоциация которой подавлена.

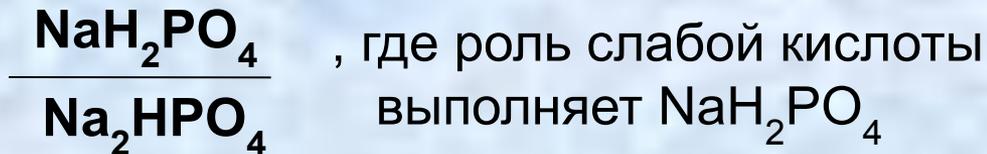
*При добавлении щелочи* гидроксил-ионы ( $\text{OH}^-$ ) взаимодействуют с ионами  $\text{H}^+$  угольной кислоты. Щелочь заменяется эквивалентным количеством соли, почти не изменяющей величину pH раствора.

# Механизм действия гемоглобинового буфера



# *Механизм действия фосфатной буферной системы*

**Фосфатный буфер состоит:**



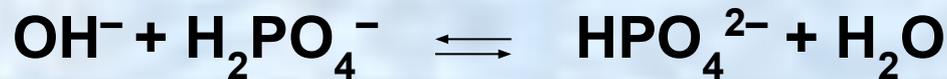
Диссоциацию компонентов буфера можно записать:



При добавлении к этому буферу сильной кислоты образуется дигидрофосфат-ион:



Сильная кислота заменяется эквивалентным количеством  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ .  
При добавлении щелочи к системе буфером окажется другая соль – дигидрофосфат Na:



Избыток гидроксид-ионов связывается в малодиссоциированную воду.

# Буферная емкость

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

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

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

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

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

Если принять буферную емкость крови за 100 %, то буферные системы распределяются следующим образом:

Гидрокарбонатная	Фосфатная	Белковая (белки сыворотки)	Гемоглобиновая
~ 7 %	~ 1 %	~ 10 %	~ 82 %