

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>Кислотные – состоят из слабой кислоты и соли этой кислоты, образованной сильным основанием.</p>	<p>Ацетатный буфер: CH_3COOH CH_3COONa</p> <p>Гидрокарбонатный буфер: H_2CO_3 NaHCO_3</p>
<p>Основные – состоят из слабого основания и соли этого основания, образованной сильной кислотой.</p>	<p>Аммиачный буфер: NH_4OH NH_4Cl</p>
<p>Солевые – состоят из гидрофосфата и дигидрофосфата Na или K.</p>	<p>Фосфатный буфер: NaH_2PO_4 роль слабой к-ты Na_2HPO_4</p>

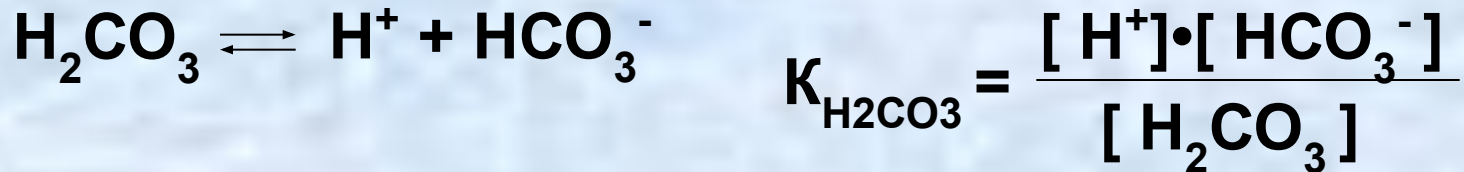
Значения рН различных систем организма

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

Уравнение буферных систем (Гендерсона – Гассельбаха)



Из уравнения константы диссоциации кислоты концентрацию ионов 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:

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

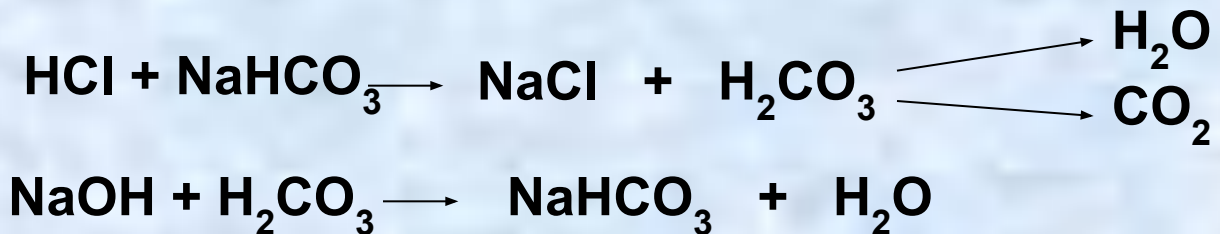
$$\text{pK} = -\lg K_{\text{H}_2\text{CO}_3} = 6,1$$

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

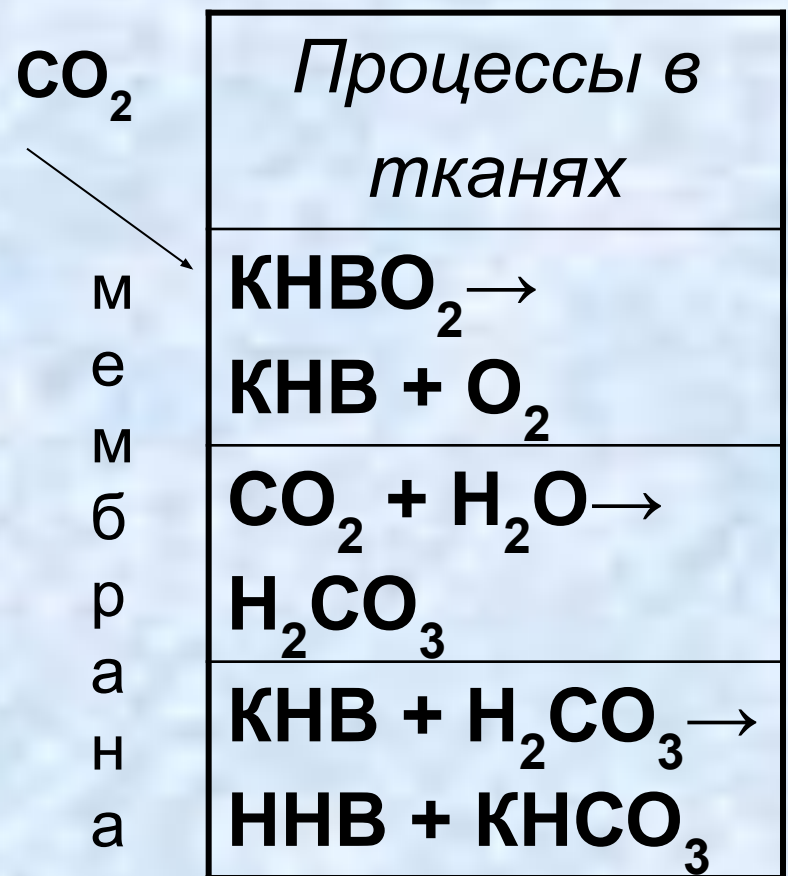
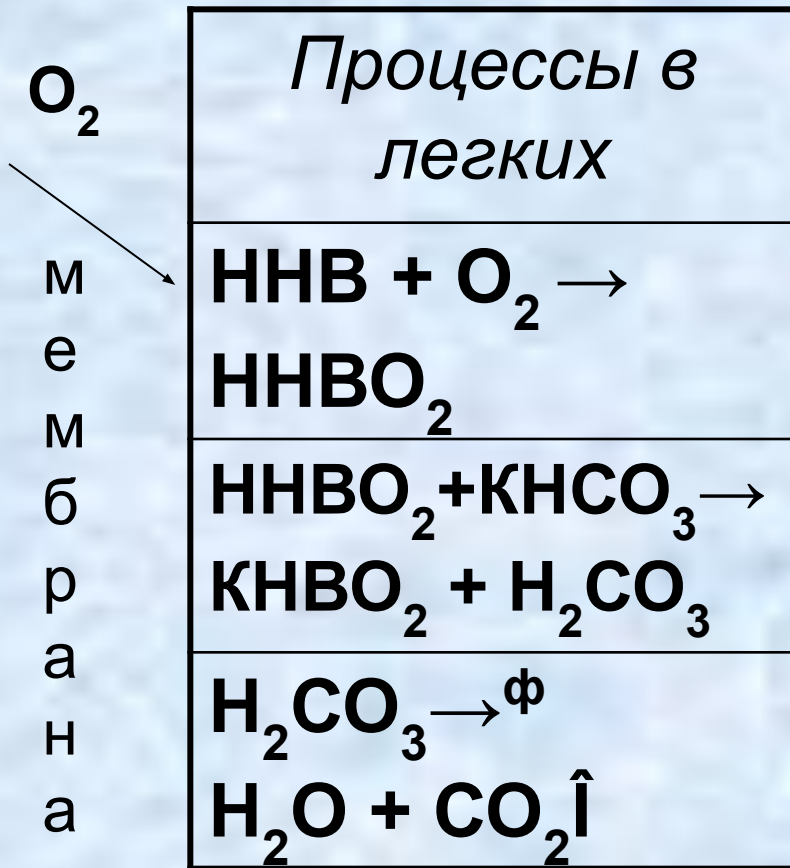
Действие гидрокарбонатного буфера при попадании в него сильной кислоты или щелочи можно записать реакциями:



При добавлении к системе сильной кислоты ионы H^+ взаимодействуют с анионами соли, образуя слабодиссоциирующую H_2CO_3 . Сильная кислота заменяется эквивалентным количеством слабой кислоты, диссоциация которой подавлена.

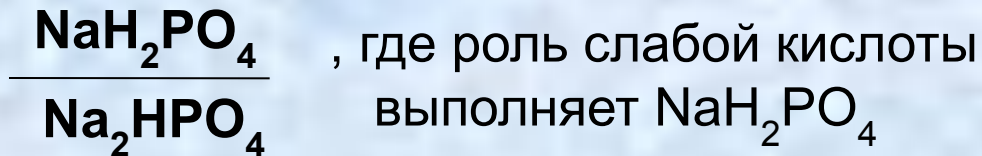
При добавлении щелочи гидроксил-ионы (OH^-) взаимодействуют с ионами H^+ угольной кислоты. Щелочь заменяется эквивалентным количеством соли, почти не изменяющей величину pH раствора.

Механизм действия гемоглобинового буфера

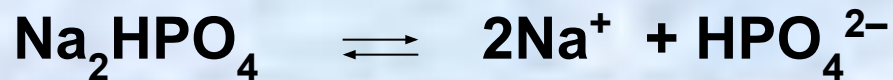


Механизм действия фосфатной буферной системы

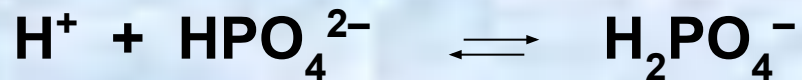
Фосфатный буфер состоит:



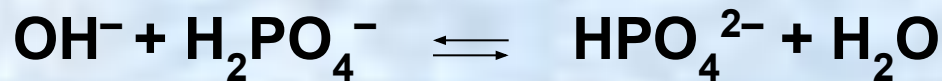
Диссоциацию компонентов буфера можно записать:



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



Сильная кислота заменяется эквивалентным количеством H_2PO_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 %