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

Кислотные – состоят из слабой кислоты и соли этой кислоты, образованной сильным основанием.	Ацетатный буфер: Гидрокарбонатный буфер:	**$\underline{CH_3COOH}$** **CH_3COONa** **$\underline{H_2CO_3}$** **$NaHCO_3$**
Основные – состоят из слабого основания и соли этого основания, образованной сильной кислотой.	Аммиачный буфер:	**$\underline{NH_4OH}$** **NH_4Cl**
Солевые – состоят из гидрофосфата и дигидрофосфата Na или К.	Фосфатный буфер: роль слабой к-ты	**$\underline{NaH_2PO_4}$** **Na_2HPO_4**

Значения pH различных систем организма

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

Буферные системы крови

В плазме: Na^+ вне клетки	*В эритроцитах:* K^+ внутри клетки
$\frac{H_2CO_3}{NaHCO_3}$ **гидрокарбонатный**	$\frac{H_2CO_3}{KHCO_3}$
$\frac{NaH_2PO_4}{NA_2HPO_4}$ **фосфатный**	$\frac{KH_2PO_4}{K_2HPO_4}$
$\frac{Pt - COOH}{Pt - COONa}$ **белковый**	не характерен
Органические кислоты Na^+ - соль	Органические кислоты K^+ - соль
	$\frac{HHB}{KHB}$ **гемоглобиновый**
	$\frac{HHBO_2}{KHBO_2}$ **оксигемоглобиновый**

Уравнение буферных систем (Гендерсона – Гассельбаха)

$$H_2CO_3 \rightleftharpoons H^+ + HCO_3^-$$

$$K_{H2CO3} = \frac{[H^+] \cdot [HCO_3^-]}{[H_2CO_3]}$$

Из уравнения константы диссоциации кислоты концентрацию ионов H^+ можно записать:

$$[H^+] = K_{H2CO3} \frac{[H_2CO_3]}{[HCO_3^-]}$$

Прологорифмировав это уравнение, получим уравнение буферных систем:

$$pH = pK + \lg \frac{[HCO_3^-]}{[H_2CO_3]}$$

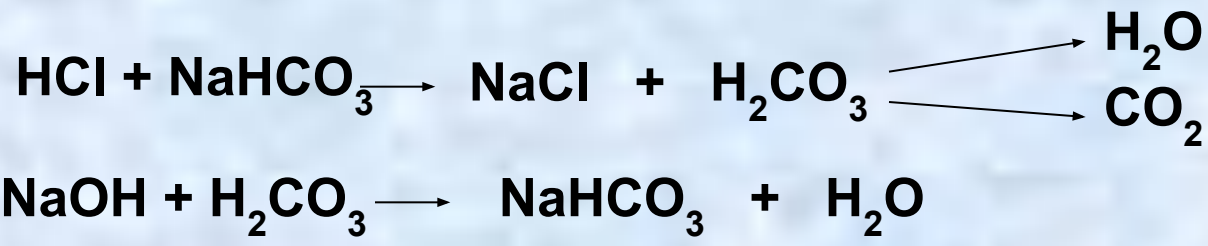
$$pK = -\lg K_{H2CO3} = 6,1$$

Для решения задач уравнение следующего вида:

$$pH = pK + \lg \frac{C_C \cdot V_C}{C_K \cdot V_K}$$

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

O_2

мембрана

Процессы в легких
$HHB + O_2 \rightarrow HHBO_2$
$HHBO_2 + KHCO_3 \rightarrow KHBO_2 + H_2CO_3$
$H_2CO_3 \rightarrow^{ф} H_2O + CO_2Î$

CO_2

мембрана

Процессы в тканях
$KHBO_2 \rightarrow KHB + O_2$
$CO_2 + H_2O \rightarrow H_2CO_3$
$KHB + H_2CO_3 \rightarrow HHB + KHCO_3$

Механизм действия фосфатной буферной системы

Фосфатный буфер состоит:

$\frac{NaH_2PO_4}{Na_2HPO_4}$, где роль слабой кислоты выполняет NaH_2PO_4

Диссоциацию компонентов буфера можно записать:

$$NaH_2PO_4 \rightleftharpoons Na^+ + H_2PO_4^-$$

$$Na_2HPO_4 \rightleftharpoons 2Na^+ + HPO_4^{2-}$$

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

$$H^+ + HPO_4^{2-} \rightleftharpoons H_2PO_4^-$$

Сильная кислота заменяется эквивалентным количеством $H_2PO_4^-$.
При добавлении щелочи к системе буфером окажется другая соль – дигидрофосфат Na:

$$OH^- + H_2PO_4^- \rightleftharpoons HPO_4^{2-} + H_2O$$

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 pH на единицу.

$$B = \frac{C}{\Delta pH_{буф.}}$$

где: C – число молей прибавленной кислоты или щелочи;
ΔpH буф. – изменение pH буфера при добавлении кислоты или щелочи – величина положительная.

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

$$B = \frac{C_к \cdot V_к}{\Delta pH \cdot V_{буфера}} \quad \text{или} \quad B = \frac{C_щ \cdot V_щ}{\Delta pH \cdot V_{буфера}}$$

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

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