



Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Уральский государственный медицинский университет»  
Минздрава России

## Лекция 3(4)

### Вопросы:

- 1.Буферы. Протолитическая теория.
- 2.Буферные системы организма
3. Виды нарушений КОС

Диагностика и корректировка КОС

Лектор – зав.кафедрой общей химии, Белоконова Надежда Анатольевна

# 1. Буферные системы (или буферы) –

- это растворы, обладающие свойством сохранять постоянство концентрации водородных ионов (рН) при добавлении небольших количеств кислот, щелочей или при разбавлении.

□ **I тип** - растворы, содержащие слабую **КИСЛОТУ** (донор протона) и **СОЛЬ ЭТОЙ КИСЛОТЫ** (акцептор протона)

□ **II тип** - растворы, содержащие слабое **ОСНОВАНИЕ** (акцептор протона) и **СОЛЬ ЭТОГО ОСНОВАНИЯ** (донор протона)

# Расчет pH буферных систем

(уравнения Гендерсона – Гассельбаха)

$$\text{pH} = \text{pK}_{\text{к-ты}} + \lg \frac{v_{\text{сол}}}{v_{\text{к-ты}}} \quad \text{- для систем I типа}$$

$$\text{pH} = 14 - \left( \text{pK}_{\text{осн}} + \lg \frac{v_{\text{сол}}}{v_{\text{осн}}} \right) \quad \text{- для систем II типа}$$

**Буферная емкость** – величина, характеризующая способность буферного раствора противодействовать смещению реакции среды при добавлении кислот и щелочей

$$B_K = \frac{V_{K-ТЯ}^{\text{Э}}}{\Delta pH \cdot V}$$

$$B_0 = \frac{V_{\text{ОСН.}}^{\text{Э}}}{\Delta pH \cdot V}$$

(моль/л,  
ммоль/л)



# Протолитическая теория (1923г. И Бренстед, Т.Лори)



Йоханнес Николаус Бронстед  
22.02.1879-17.12.1947

Thomas Martin Lowry  
(26.10 1874 – 2.111936)

**КИСЛОТА** – вещество, молекулярные частицы которого ( в т.ч. и ионы) способны отдавать протон, т.е. быть донором протона:



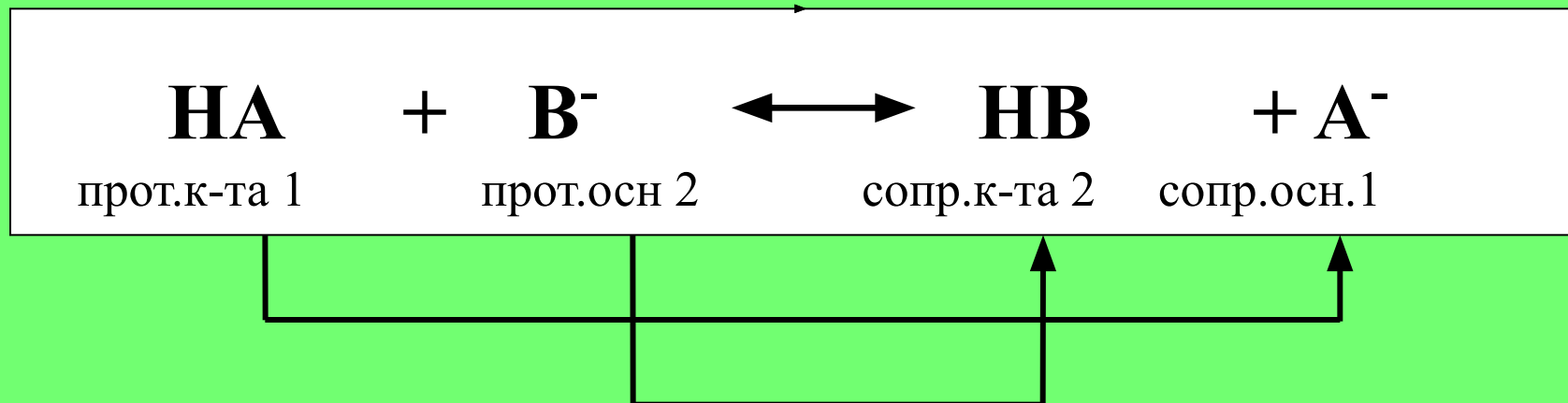
**ОСНОВАНИЕ** – вещество, молекулярные частицы которого (в т.ч. и ионы) способные присоединять протон, т.е. быть акцептором протона:



**АМФОЛИТ** – вещество, молекулярные частицы которого могут быть и донором и акцептором протона:



# Кислотно-основное равновесие в растворе:

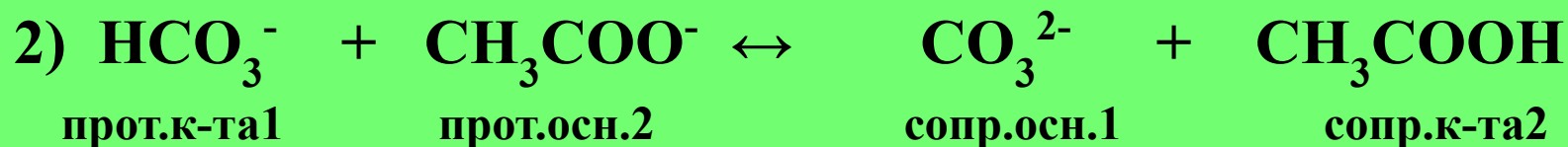


$$K_{\text{прот.}} = K_a(\text{HA}) / K_a(\text{HB})$$

Константа протолиза выражается отношением  
константы ионизации протолитической кислоты 1  
и  
константы ионизации сопряженной кислоты 2



$$K_{\text{прот}} = \frac{K_a(\text{CH}_3\text{COOH})}{K_a(\text{NH}_4^+)} = \frac{1.75 \cdot 10^{-5}}{5.75 \cdot 10^{-10}} = 0,3 \cdot 10^5 \gg 1$$



$$K_{\text{прот}} = \frac{K_a(\text{HCO}_3^-)}{K_a(\text{CH}_3\text{COOH})} = \frac{4,67 \cdot 10^{-11}}{1,75 \cdot 10^{-5}} = 2,7 \cdot 10^{-6}$$



**Характеристика кислотности слабых электролитов  
в водных растворах (25 °С)**

Слабый электролит	Сопряженная пара:		Константа кислотности $K_a$	Показатель кислотности $pK_a = -\lg K_a$
	кислота	$\begin{array}{c} \xrightarrow{-H^+} \\ \rightleftharpoons \\ \xleftarrow{+H^+} \end{array}$ основание		
Азотистая к-та	$HNO_2$	$NO_2^-$	$5,1 \cdot 10^{-4}$	3,29
Алюминия гидроксид	$Al^{3+} \cdot H_2O$	$AlOH^{2+}$	$9,55 \cdot 10^{-6}$	5,02
Аммиак водный	$NH_4^+$	$NH_3 \cdot H_2O$	$5,75 \cdot 10^{-10}$	9,24
Анилин	$C_6H_5NH_3^+$	$C_6H_5NH_2$	$2,14 \cdot 10^{-5}$	4,67
Аскорбиновая к-та	$C_6H_8O_6$	$C_6H_7O_6^-$	$8,0 \cdot 10^{-5}$	4,1
Борная к-та	$B(OH)_3 \cdot H_2O$	$[B(OH)_4]^-$	$5,75 \cdot 10^{-10}$	9,24
Вода	$H_2O$	$OH^-$	$2,30 \cdot 10^{-16}$	15,64
Гуанидин	$(H_2N)_2C^+NH_2$	$(H_2N)_2CNH$	$3,55 \cdot 10^{-14}$	13,45
Железа(III) гидроксид (I)	$Fe^{3+} \cdot H_2O$	$FeOH^{2+}$	$6,76 \cdot 10^{-3}$	2,17
Кальция гидроксид (I)	$Ca^{2+} \cdot H_2O$	$CaOH^+$	$2,5 \cdot 10^{-13}$	12,6
Лимонная к-та	(I) $C_6H_8O_7$	$C_6H_7O_7^-$	$8,7 \cdot 10^{-4}$	3,06
	(II) $C_6H_7O_7^-$	$C_6H_6O_7^{2-}$	$1,8 \cdot 10^{-5}$	4,74
	(III) $C_6H_6O_7^{2-}$	$C_6H_5O_7^{3-}$	$4,0 \cdot 10^{-6}$	5,34
Метиламин	$CH_3NH_3^+$	$CH_3NH_2$	$2,19 \cdot 10^{-11}$	10,66
Малоновая к-та	(I) $C_3H_4O_4$	$C_3H_3O_4^-$	$3,98 \cdot 10^{-4}$	3,40
	(II) $C_3H_3O_4^-$	$C_3H_2O_4^{2-}$	$3,16 \cdot 10^{-6}$	5,50
Молочная к-та	$C_3H_6O_3$	$C_3H_5O_3^-$	$1,4 \cdot 10^{-4}$	3,85
Мочевина	$(H_2N)_2C^+OH$	$(H_2N)_2CO$	0,63	0,2
Муравьиная к-та	$HCOOH$	$HCOO^-$	$1,8 \cdot 10^{-4}$	3,75
Пероксид водорода	$H_2O_2$	$HO_2^-$	$2,4 \cdot 10^{-12}$	11,62
Пиридин	$C_5H_5N^+H$	$C_5H_5N$	$1,75 \cdot 10^{-5}$	4,76
Пиримидин	$C_4H_4N_2H^+$	$C_4H_4N_2$	$2,24 \cdot 10^{-1}$	0,65
Пировиноградная к-та	$C_3H_4O_3$	$C_3H_3O_3^-$	$3,24 \cdot 10^{-3}$	2,49
Плавиновая к-та	$HF$	$F^-$	$6,67 \cdot 10^{-4}$	3,18
Сернистая к-та	(I) $H_2SO_3$	$HSO_3^-$	$1,66 \cdot 10^{-2}$	1,78
	(II) $HSO_3^-$	$SO_3^{2-}$	$6,30 \cdot 10^{-8}$	7,20
Сероводородная к-та	(I) $H_2S$	$HS^-$	$1,05 \cdot 10^{-7}$	6,97
	(II) $HS^-$	$S^{2-}$	$1,23 \cdot 10^{-13}$	12,91
Синильная к-та	$HCN$	$CN^-$	$4,93 \cdot 10^{-10}$	9,31
Угольная к-та	(I) $H_2CO_3$	$HCO_3^-$	$4,25 \cdot 10^{-7}$	6,37
	(II) $HCO_3^-$	$CO_3^{2-}$	$4,67 \cdot 10^{-11}$	10,33
Уксусная к-та	$CH_3COOH$	$CH_3COO^-$	$1,75 \cdot 10^{-5}$	4,76
Фенол	$C_6H_5OH$	$C_6H_5O^-$	$1,0 \cdot 10^{-10}$	10,00
Фосфорная к-та	(I) $H_3PO_4$	$H_2PO_4^-$	$7,24 \cdot 10^{-3}$	2,14
	(II) $H_2PO_4^-$	$HPO_4^{2-}$	$6,17 \cdot 10^{-8}$	7,21
	(III) $HPO_4^{2-}$	$PO_4^{3-}$	$4,8 \cdot 10^{-13}$	12,38
Фумаровая к-та	(I) $C_4H_4O_4$	$C_4H_3O_4^-$	$9 \cdot 10^{-4}$	3,03
	(II) $C_4H_3O_4^-$	$C_4H_2O_4^{2-}$	$3 \cdot 10^{-5}$	4,38
Цинка гидроксид	$Zn^{2+} \cdot H_2O$	$ZnOH^+$	$2,04 \cdot 10^{-8}$	7,69
Щавелевая к-та	(I) $C_2H_2O_4$	$C_2HO_4^-$	$6,5 \cdot 10^{-2}$	1,19
	(II) $C_2HO_4^-$	$C_2O_4^{2-}$	$8,1 \cdot 10^{-5}$	4,21
Яблочная к-та	(I) $C_4H_6O_5$	$C_4H_5O_5^-$	$3,47 \cdot 10^{-4}$	3,46
	(II) $C_4H_5O_5^-$	$C_4H_4O_5^{2-}$	$8,9 \cdot 10^{-6}$	5,05
Янтарная к-та	(I) $C_6H_6O_4$	$C_6H_5O_4^-$	$7 \cdot 10^{-5}$	4,21
	(II) $C_6H_5O_4^-$	$C_6H_4O_4^{2-}$	$3 \cdot 10^{-6}$	5,63



## 2. Буферные системы организма

В результате жизнедеятельности в организме ежедневно образуется :

- *до 13 моль углекислоты;*
- *0,03-0,08 моль нелетучих кислот: серная, фосфорная, молочная и др.*
- *При патологии нелетучих кислот образуется значительно больше – до 1 моля (например, при диабете).*

# Значения pH жидкостей организма и тканей человека в норме

Название системы	pH
Плазма крови (артериальная кровь)	7,37—7,45
Плазма крови (венозная кровь)	7,34—7,43
Эритроциты	7,25
Спинно-мозговая жидкость	7,35—7,80
Слезная жидкость	7,6—7,8
Слюна	6,35—6,85
Желудочный сок (чистый)	около 0,9
Панкреатический сок	7,8—8,4
Желчь в пузыре	6,0—7,0
Желчь в протоках	7,3—8,0
Кишечный сок (двенадцатиперстная кишка)	7,2—8,0
Кишечный сок (тонкая кишка)	7,2—7,5
Кишечный сок (толстая кишка)	8,5—9,0
Молоко	7,4
Кожа (внутриклеточная жидкость)	6,2—7,5
Сперма	7,0—7,5

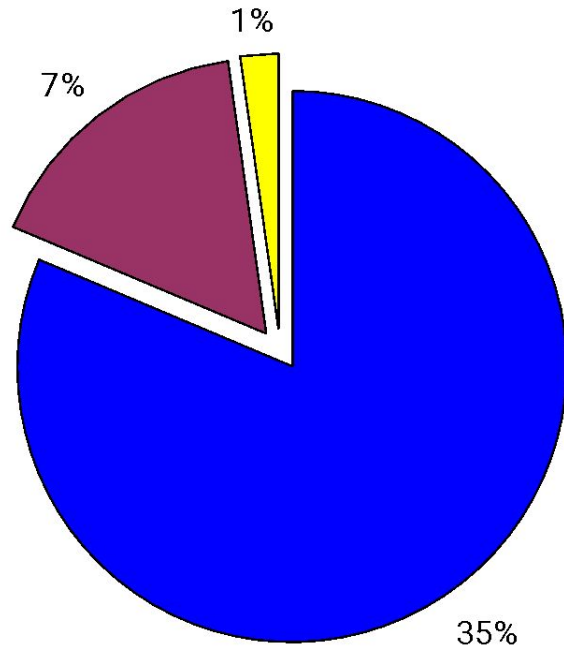
# Буферные системы организма

1. Гидрокарбонатная:  $\text{H}_2\text{CO}_3\text{-NaHCO}_3$
2. Гемоглобиновая:  $\text{HНb-KНb}$
3. Оксигемоглобиновая:  $\text{HНbO}_2\text{-KНbO}_2$
4. Гидрофосфатная:  $\text{NaH}_2\text{PO}_4\text{-Na}_2\text{HPO}_4$
5. Белковая:  $\text{Pt-COOH-Pt-COONa}$
6. Аммиачная:  $\text{NH}_3 * \text{H}_2\text{O} - \text{NH}_4\text{Cl}$

# Относительный вклад буферных систем крови в поддержание в ней протолитического гомеостаза

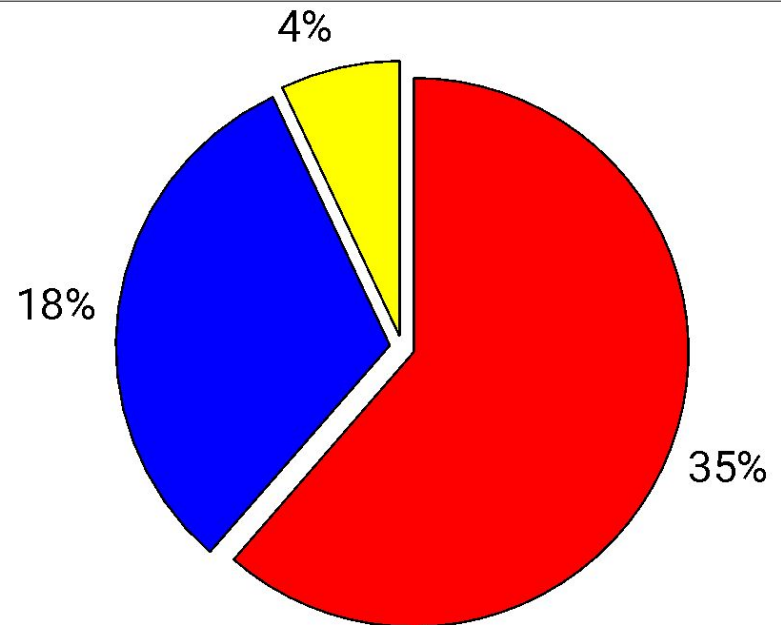
## Буферные системы плазмы крови

■ Гидрокарбонатная ■ Белковая ■ Гидрофосфатная



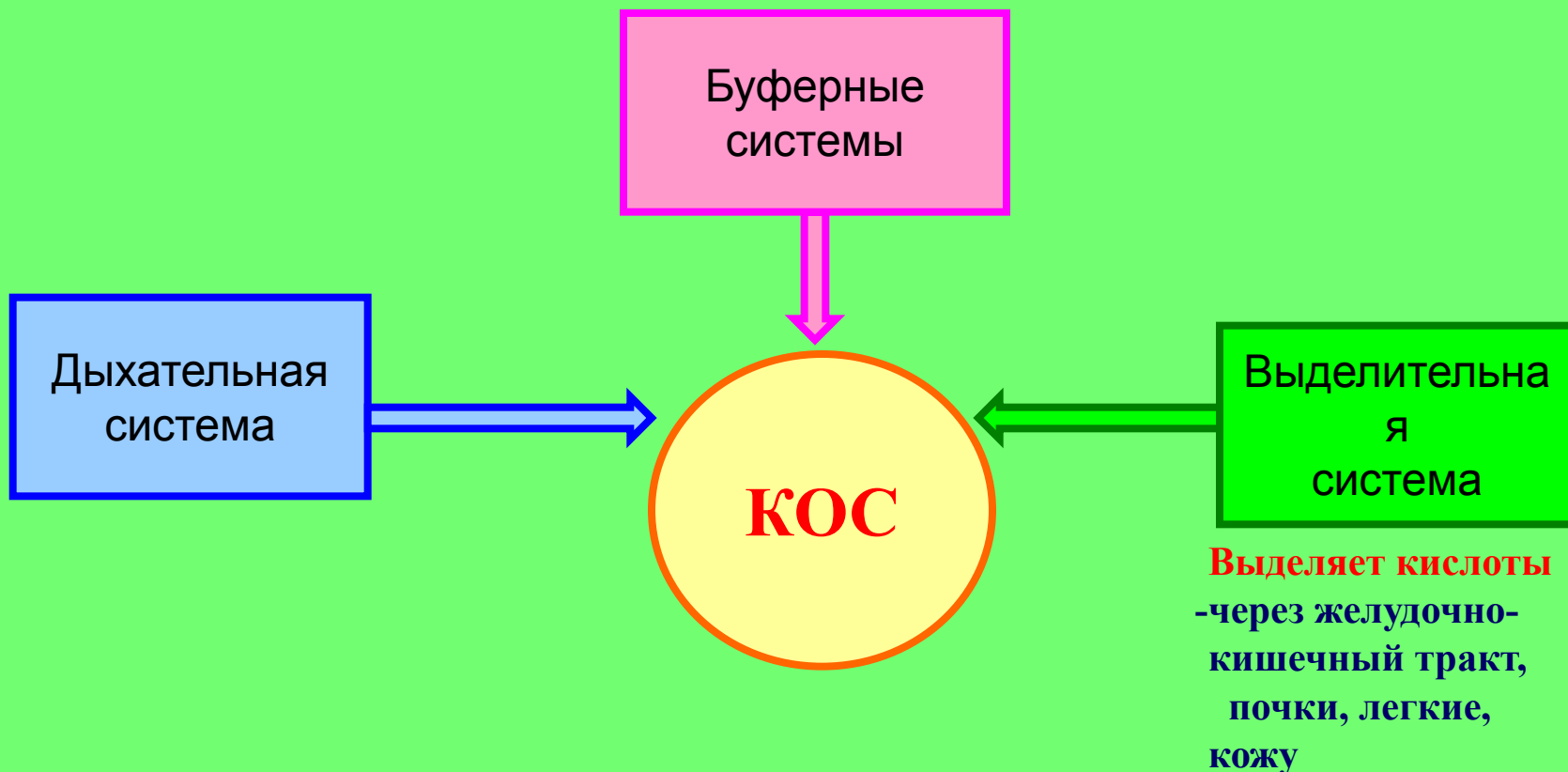
## Буферные системы эритроцитов

■ Гемоглобиновая ■ Гидрокарбонатная  
■ Гидрофосфатная



# Кислотно-основное состояние организма (КОС)

– важнейший фактор гомеостаза



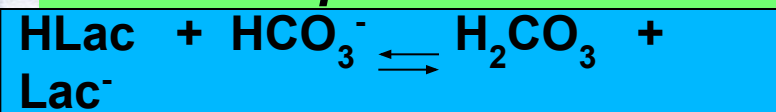


**Характеристики кислотности слабых электролитов  
в водных растворах (25 °С)**

Слабый электролит	Сопряженная пара:		Константа кислотности $K_a$	Показатель кислотности $pK_a = -\lg K_a$
	кислота	основание		
Азотистая к-та	$\text{HNO}_2$	$\text{NO}_2^-$	$5,1 \cdot 10^{-4}$	3,29
Алюминия гидроксид	$\text{Al}^{3+} \cdot \text{H}_2\text{O}$	$\text{AlOH}^{2+}$	$9,55 \cdot 10^{-6}$	5,02
Аммиак водный	$\text{NH}_4^+$	$\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	$5,75 \cdot 10^{-10}$	9,24
Анилин	$\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_3^+$	$\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$	$2,14 \cdot 10^{-5}$	4,67
Аскорбиновая к-та	$\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$	$\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_6^-$	$8,0 \cdot 10^{-5}$	4,1
Борная к-та	$\text{B(OH)}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	$[\text{B(OH)}_4]^-$	$5,75 \cdot 10^{-10}$	9,24
Вода	$\text{H}_2\text{O}$	$\text{OH}^-$	$2,30 \cdot 10^{-16}$	15,64
Гуанидин	$(\text{H}_2\text{N})_2\text{C}^+\text{NH}_2$	$(\text{H}_2\text{N})_2\text{CNH}$	$3,55 \cdot 10^{-14}$	13,45
Железа(III) гидроксид (I)	$\text{Fe}^{3+} \cdot \text{H}_2\text{O}$	$\text{FeOH}^{2+}$	$6,76 \cdot 10^{-3}$	2,17
Кальция гидроксид (I)	$\text{Ca}^{2+} \cdot \text{H}_2\text{O}$	$\text{CaOH}^+$	$2,5 \cdot 10^{-13}$	12,6
Лимонная к-та	(I) $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$	$\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_7^-$	$8,7 \cdot 10^{-4}$	3,06
	(II) $\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_7^-$	$\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_7^{2-}$	$1,8 \cdot 10^{-5}$	4,74
	(III) $\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_7^{2-}$	$\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7^{3-}$	$4,0 \cdot 10^{-6}$	5,34
Метиламин	$\text{CH}_3\text{NH}_3^+$	$\text{CH}_3\text{NH}_2$	$2,19 \cdot 10^{-11}$	10,66
Малоновая к-та	(I) $\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_4$	$\text{C}_3\text{H}_3\text{O}_4^-$	$3,98 \cdot 10^{-4}$	3,40
	(II) $\text{C}_3\text{H}_3\text{O}_4^-$	$\text{C}_3\text{H}_2\text{O}_4^{2-}$	$3,16 \cdot 10^{-6}$	5,50
Молочная к-та	$\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$	$\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_3^-$	$1,4 \cdot 10^{-4}$	3,85
Мочевина	$(\text{H}_2\text{N})_2\text{C}^+\text{OH}$	$(\text{H}_2\text{N})_2\text{CO}$	0,63	0,2
Муравьиная к-та	$\text{HCOOH}$	$\text{HCOO}^-$	$1,8 \cdot 10^{-4}$	3,75
Пероксид водорода	$\text{H}_2\text{O}_2$	$\text{HO}_2^-$	$2,4 \cdot 10^{-12}$	11,62
Пиридин	$\text{C}_5\text{H}_5\text{N}^+\text{H}$	$\text{C}_5\text{H}_5\text{N}$	$1,75 \cdot 10^{-5}$	4,76
Пиримидин	$\text{C}_4\text{H}_4\text{N}_2\text{H}^+$	$\text{C}_4\text{H}_4\text{N}_2$	$2,24 \cdot 10^{-1}$	0,65
Пировиноградная к-та	$\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_3$	$\text{C}_3\text{H}_3\text{O}_3^-$	$3,24 \cdot 10^{-3}$	2,49
Плавиковая к-та	$\text{HF}$	$\text{F}^-$	$6,67 \cdot 10^{-4}$	3,18
Сернистая к-та	(I) $\text{H}_2\text{SO}_3$	$\text{HSO}_3^-$	$1,66 \cdot 10^{-2}$	1,78
	(II) $\text{HSO}_3^-$	$\text{SO}_3^{2-}$	$6,30 \cdot 10^{-8}$	7,20
Сероводородная к-та	(I) $\text{H}_2\text{S}$	$\text{HS}^-$	$1,05 \cdot 10^{-7}$	6,97
	(II) $\text{HS}^-$	$\text{S}^{2-}$	$1,23 \cdot 10^{-13}$	12,91
Синильная к-та	$\text{HCN}$	$\text{CN}^-$	$4,93 \cdot 10^{-10}$	9,31
Угольная к-та	(I) $\text{H}_2\text{CO}_3$	$\text{HCO}_3^-$	$4,25 \cdot 10^{-7}$	6,37
	(II) $\text{HCO}_3^-$	$\text{CO}_3^{2-}$	$4,67 \cdot 10^{-11}$	10,33
Уксусная к-та	$\text{CH}_3\text{COOH}$	$\text{CH}_3\text{COO}^-$	$1,75 \cdot 10^{-5}$	4,76
Фенол	$\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$	$\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-$	$1,0 \cdot 10^{-10}$	10,00
Фосфорная к-та	(I) $\text{H}_3\text{PO}_4$	$\text{H}_2\text{PO}_4^-$	$7,24 \cdot 10^{-3}$	2,14
	(II) $\text{H}_2\text{PO}_4^-$	$\text{HPO}_4^{2-}$	$6,17 \cdot 10^{-8}$	7,21
	(III) $\text{HPO}_4^{2-}$	$\text{PO}_4^{3-}$	$4,8 \cdot 10^{-13}$	12,38
Фумаровая к-та	(I) $\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_4$	$\text{C}_4\text{H}_3\text{O}_4^-$	$9 \cdot 10^{-4}$	3,03
	(II) $\text{C}_4\text{H}_3\text{O}_4^-$	$\text{C}_4\text{H}_2\text{O}_4^{2-}$	$3 \cdot 10^{-5}$	4,38
Цинка гидроксид	(I) $\text{Zn}^{2+} \cdot \text{H}_2\text{O}$	$\text{ZnOH}^+$	$2,04 \cdot 10^{-8}$	7,69
Щавелевая к-та	(I) $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$	$\text{C}_2\text{HO}_4^-$	$6,5 \cdot 10^{-2}$	1,19
	(II) $\text{C}_2\text{HO}_4^-$	$\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$	$8,1 \cdot 10^{-5}$	4,21
Яблочная к-та	(I) $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_5$	$\text{C}_4\text{H}_5\text{O}_5^-$	$3,47 \cdot 10^{-4}$	3,46
	(II) $\text{C}_4\text{H}_5\text{O}_5^-$	$\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_5^{2-}$	$8,9 \cdot 10^{-6}$	5,05
Янтарная к-та	(I) $\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_4$	$\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_4^-$	$7 \cdot 10^{-5}$	4,21
	(II) $\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_4^-$	$\text{C}_6\text{H}_4\text{O}_4^{2-}$	$3 \cdot 10^{-6}$	5,63



**Особенности свойств  
гидрокарбонатного  
буфера  
в организме**



$$K_{\text{прот}} = K_a(\text{HLaC})/K_a(\text{H}_2\text{CO}_3) =$$

$$= 1,4 \cdot 10^{-4} / 4,25 \cdot 10^{-7} = 0,33 \cdot 10^3$$

## Гидрокарбонатный буфер ( $\text{H}_2\text{CO}_3 - \text{NaHCO}_3$ )

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

$$\text{pH} = 6,1 + \lg 27/1,35 = 7.4$$

$$\text{pH} = 6,1 + \lg \frac{c(\text{HCO}_3^-)}{s'p(\text{CO}_2)};$$

$$\text{pH} = 6,1 + \lg \frac{c(\text{HCO}_3^-)}{0,033p(\text{CO}_2)}.$$



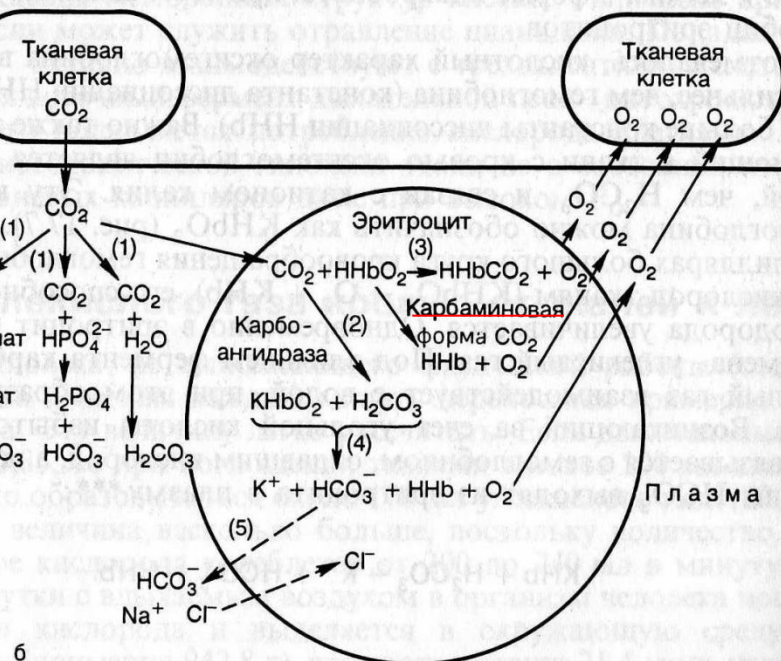
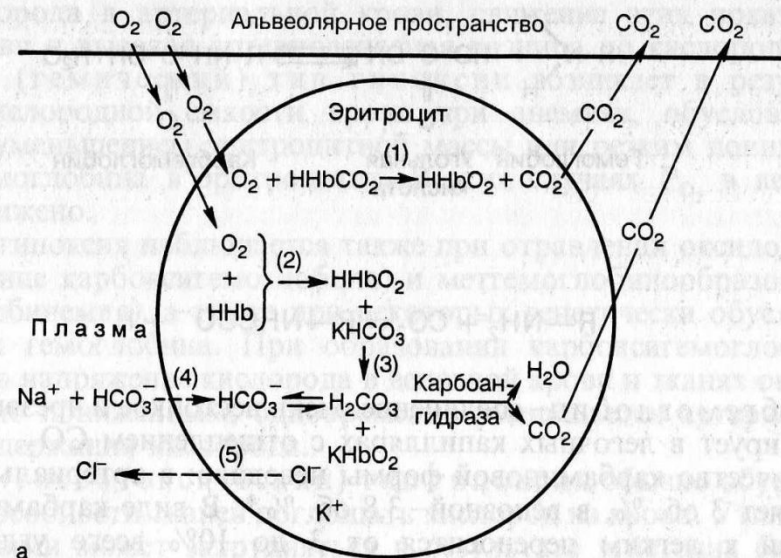
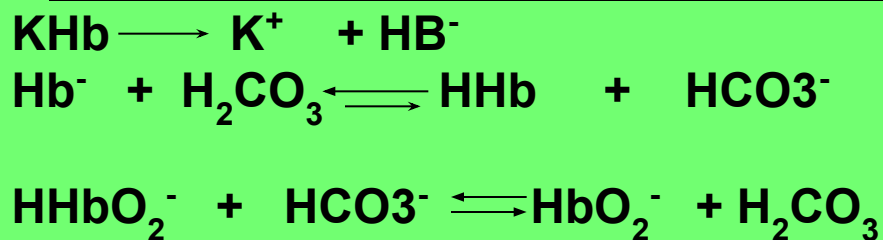
# Гемоглибиновая и оксигемоглибиновые системы

HHb-KHb

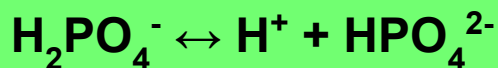
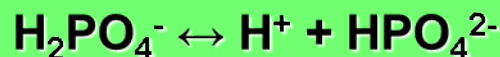
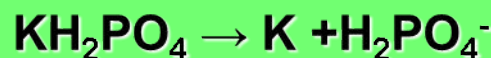
HHbO<sub>2</sub>-KHbO

2

Кислота	pKa
Гемоглобин HHb	8,20
Оксигемоглобин HHbO <sub>2</sub>	6,95
Угильная H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	6,35 10,33



# Особенности свойств фосфатного буфера в организме



$$K(\text{II}) = 6,17 \cdot 10^{-8} \quad \text{pKa} = 7,21$$

## Характеристики систем кислотности слабых электролитов в водных растворах (25 °С)

Слабый электролит	Сопряженная пара:		Константа кислотности $K_a$	Показатель кислотности $\text{p}K_a = -\lg K_a$
	кислота	$\xrightleftharpoons[-\text{H}^+]{+\text{H}^+}$ основание		
Азотистая к-та	$\text{HNO}_2$	$\text{NO}_2^-$	$5,1 \cdot 10^{-4}$	3,29
Алюминия гидроксид	$\text{Al}^{3+} \cdot \text{H}_2\text{O}$	$\text{AlOH}^{2+}$	$9,55 \cdot 10^{-6}$	5,02
Аммиак водный	$\text{NH}_4^+$	$\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	$5,75 \cdot 10^{-10}$	9,24
Анилин	$\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_3^+$	$\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$	$2,14 \cdot 10^{-5}$	4,67
Аскорбиновая к-та	$\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$	$\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_6^-$	$8,0 \cdot 10^{-5}$	4,1
Борная к-та	$\text{B(OH)}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	$[\text{B(OH)}_4]^-$	$5,75 \cdot 10^{-10}$	9,24
Вода	$\text{H}_2\text{O}$	$\text{OH}^-$	$2,30 \cdot 10^{-16}$	15,64
Гуанидин	$(\text{H}_2\text{N})_2\text{C}^+\text{NH}_2$	$(\text{H}_2\text{N})_2\text{CNH}$	$3,55 \cdot 10^{-14}$	13,45
Железа(III) гидроксид (I)	$\text{Fe}^{3+} \cdot \text{H}_2\text{O}$	$\text{FeOH}^{2+}$	$6,76 \cdot 10^{-8}$	2,17
Кальция гидроксид (I)	$\text{Ca}^{2+} \cdot \text{H}_2\text{O}$	$\text{CaOH}^+$	$2,5 \cdot 10^{-13}$	12,6
Лимонная к-та	(I) $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$	$\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_7^-$	$8,7 \cdot 10^{-4}$	3,06
	(II) $\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_7^-$	$\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_7^{2-}$	$1,8 \cdot 10^{-5}$	4,74
	(III) $\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_7^{2-}$	$\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7^{3-}$	$4,0 \cdot 10^{-6}$	5,34
Метиламин	$\text{CH}_3\text{NH}_3^+$	$\text{CH}_3\text{NH}_2$	$2,19 \cdot 10^{-11}$	10,66
Малоновая к-та	(I) $\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_4$	$\text{C}_3\text{H}_3\text{O}_4^-$	$3,98 \cdot 10^{-4}$	3,40
	(II) $\text{C}_3\text{H}_3\text{O}_4^-$	$\text{C}_3\text{H}_2\text{O}_4^{2-}$	$3,16 \cdot 10^{-6}$	5,50
Молочная к-та	$\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$	$\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_3^-$	$1,4 \cdot 10^{-4}$	3,85
Мочевина	$(\text{H}_2\text{N})_2\text{C}^+\text{OH}$	$(\text{H}_2\text{N})_2\text{CO}$	0,63	0,2
Муравьиная к-та	$\text{HCOOH}$	$\text{HCOO}^-$	$1,8 \cdot 10^{-4}$	3,75
Пероксид водорода	$\text{H}_2\text{O}_2$	$\text{HO}_2^-$	$2,4 \cdot 10^{-12}$	11,62
Пиридин	$\text{C}_5\text{H}_5\text{N}^+\text{H}$	$\text{C}_5\text{H}_5\text{N}$	$1,75 \cdot 10^{-5}$	4,76
Пиримидин	$\text{C}_4\text{H}_4\text{N}_2\text{H}^+$	$\text{C}_4\text{H}_4\text{N}_2$	$2,24 \cdot 10^{-1}$	0,65
Пировиноградная к-та	$\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_3$	$\text{C}_3\text{H}_3\text{O}_3^-$	$3,24 \cdot 10^{-3}$	2,49
Плавиновая к-та	$\text{HF}$	$\text{F}^-$	$6,67 \cdot 10^{-4}$	3,18
Сернистая к-та	(I) $\text{H}_2\text{SO}_3$	$\text{HSO}_3^-$	$1,66 \cdot 10^{-2}$	1,78
	(II) $\text{HSO}_3^-$	$\text{SO}_3^{2-}$	$6,30 \cdot 10^{-8}$	7,20
Сероводородная к-та	(I) $\text{H}_2\text{S}$	$\text{HS}^-$	$1,05 \cdot 10^{-7}$	6,97
	(II) $\text{HS}^-$	$\text{S}^{2-}$	$1,23 \cdot 10^{-13}$	12,91
Синильная к-та	$\text{HCN}$	$\text{CN}^-$	$4,93 \cdot 10^{-10}$	9,31
Угольная к-та	(I) $\text{H}_2\text{CO}_3$	$\text{HCO}_3^-$	$4,25 \cdot 10^{-7}$	6,37
	(II) $\text{HCO}_3^-$	$\text{CO}_3^{2-}$	$4,67 \cdot 10^{-11}$	10,33
Уксусная к-та	$\text{CH}_3\text{COOH}$	$\text{CH}_3\text{COO}^-$	$1,75 \cdot 10^{-5}$	4,76
Фенол	$\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$	$\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-$	$1,0 \cdot 10^{-10}$	10,00
Фосфорная к-та	(I) $\text{H}_3\text{PO}_4$	$\text{H}_2\text{PO}_4^-$	$7,24 \cdot 10^{-3}$	2,14
	(II) $\text{H}_2\text{PO}_4^-$	$\text{HPO}_4^{2-}$	$6,17 \cdot 10^{-8}$	7,21
	(III) $\text{HPO}_4^{2-}$	$\text{PO}_4^{3-}$	$4,8 \cdot 10^{-13}$	12,38
Фумаровая к-та	(I) $\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_4$	$\text{C}_4\text{H}_3\text{O}_4^-$	$9 \cdot 10^{-4}$	3,03
	(II) $\text{C}_4\text{H}_3\text{O}_4^-$	$\text{C}_4\text{H}_2\text{O}_4^{2-}$	$3 \cdot 10^{-5}$	4,38
Цинка гидроксид	$\text{Zn}^{2+} \cdot \text{H}_2\text{O}$	$\text{ZnOH}^+$	$2,04 \cdot 10^{-8}$	7,69
Щавелевая к-та	(I) $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$	$\text{C}_2\text{HO}_4^-$	$6,5 \cdot 10^{-2}$	1,19
	(II) $\text{C}_2\text{HO}_4^-$	$\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$	$8,1 \cdot 10^{-5}$	4,21
Яблочная к-та	(I) $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_5$	$\text{C}_4\text{H}_5\text{O}_5^-$	$3,47 \cdot 10^{-4}$	3,46
	(II) $\text{C}_4\text{H}_5\text{O}_5^-$	$\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_5^{2-}$	$8,9 \cdot 10^{-6}$	5,05
Янтарная к-та	(I) $\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_4$	$\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_4^-$	$7 \cdot 10^{-5}$	4,21
	(II) $\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_4^-$	$\text{C}_6\text{H}_4\text{O}_4^{2-}$	$3 \cdot 10^{-6}$	5,63



# Задача 1

Рассчитайте рН фосфатной буферной системы, приготовленной из 100 мл 0,3 М раствора гидрофосфата натрия и 50 мл 0,03М раствора дигидрофосфата натрия.  $pK_a = 7,20$ . Напишите механизм буферного действия. Сравните  $V_k$  и  $V_o$ . Ответ обоснуйте.

**1.** Рассчитайте pH фосфатной буферной системы, приготовленной из 100 мл 0,3М раствора гидрофосфата натрия и 50 мл 0,03М раствора дигидрофосфата натрия.  $pK_a = 7,20$ . Напишите механизм буферного действия. Сравните  $V_k$  и  $V_o$ . Ответ обоснуйте.

**Решение**

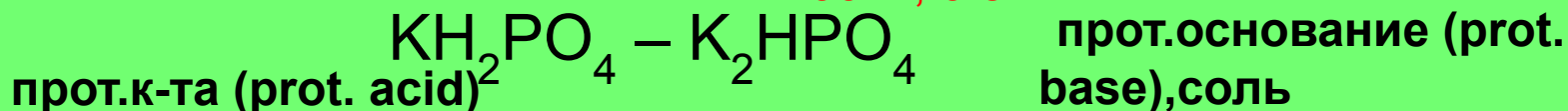
Для расчета pH используется следующая формула:

$$pH = pK_a + \lg \frac{V_{sal}}{V_{ac}}$$

Рассчитаем число моль кислоты и соли в составе буфера:

50ml, 0.03M

100ml, 0.3M



$$V^o = 50 \cdot 10^{-3} \cdot 0,03 = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ моль}$$

$$V^k = 100 \cdot 10^{-3} \cdot 0,3 = 30 \cdot 10^{-3} \text{ моль}$$



Protolysis constance is equal:

$$K_{prot} = \frac{K_a(\text{CH}_3\text{COOH})}{K_a(\text{NH}_4^+)} = \frac{1,75 \cdot 10^{-5}}{5,75 \cdot 10^{-10}} = 0,3 \cdot 10^5 \gg 1$$

**Буферное соотношение:**

$$\frac{V_c}{V_k} = 30 \cdot 10^{-3} / 1,5 \cdot 10^{-3} = 20$$

прот.к-та

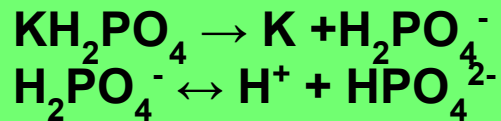
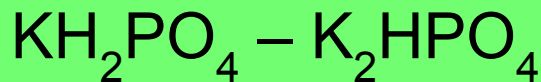
$$V^{\text{э}} = 1.5 \cdot 10^{-3} \text{ моль/л}$$

50ml, 0.03M

100ml, 0.3M

прот.основание

$$V^{\text{э}} = 30 \cdot 10^{-3} \text{ моль/л}$$

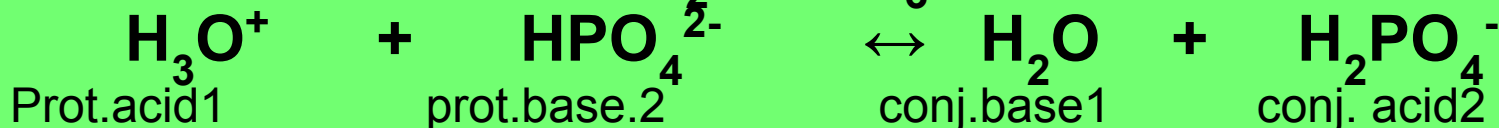


$$5 \text{ ml} \cdot 0.1 \text{ M}$$

$V^{\text{eq}}$

$$= 5 \cdot 10^{-3} \cdot 0.1$$

### Механизм буферного действия по кислоте:



Protolysis constance is equal:

$$K_{\text{prot}} = \frac{K_a(\text{CH}_3\text{COOH})}{K_a(\text{NH}_4^+)} = \frac{1.75 \cdot 10^{-5}}{5.75 \cdot 10^{-10}} = 0.3 \cdot 10^5 \gg 1$$



Protolysis constance is equal:

$$K_{\text{prot}} = \frac{K_a(\text{CH}_3\text{COOH})}{K_a(\text{NH}_4^+)} = \frac{1.75 \cdot 10^{-5}}{5.75 \cdot 10^{-10}} = 0.3 \cdot 10^5 \gg 1$$



Protolysis const

$$K_{\text{prot}} = \frac{K_a(\text{CH}_3\text{COOH})}{K_a(\text{NH}_4^+)} = \frac{1.75 \cdot 10^{-5}}{5.75 \cdot 10^{-10}} = 0.3 \cdot 10^5 \gg 1$$

$$\Delta \text{pH} = 8.5 - 8.36 = 0.13$$

prot. acid  
 $V^3 = 1,5 \cdot 10^{-3}$

50ml, 0.03M

100ml, 0.3M

prot. base (salt)  
 $V^3 = 30 \cdot 10^{-3}$



5 ml · 0.1M  
 $V^3$   
 $= 5 \cdot 10^{-3} \cdot 0.1$

Механизм буферного действия по основанию:



Protolysis constance is equal:

$$K_{prot} = \frac{K_a(\text{CH}_3\text{COOH})}{K_a(\text{NH}_4^+)} = \frac{1.75 \cdot 10^{-5}}{5.75 \cdot 10^{-10}} = 0,3 \cdot 10^5 \gg 1$$



Protolysis constance is equal:

$$K_{prot} = \frac{K_a(\text{CH}_3\text{COOH})}{K_a(\text{NH}_4^+)} = \frac{1.75 \cdot 10^{-5}}{5.75 \cdot 10^{-10}} = 0,3 \cdot 10^5 \gg 1$$



Protolysis constance is equal:

$$K_{prot} = \frac{K_a(\text{CH}_3\text{COOH})}{K_a(\text{NH}_4^+)} = \frac{1.75 \cdot 10^{-5}}{5.75 \cdot 10^{-10}} = 0,3 \cdot 10^5 \gg 1$$

$$\Delta \text{pH} = 8.68 - 8.5 = 0.18$$

50ml, 0.03M

100ml, 0.3M



$$v^3 = 50 \cdot 10^{-3} \cdot 0.03 = 1.5 \cdot 10^{-3}$$

$$v^3 = 100 \cdot 10^{-3} \cdot 0.3 = 30 \cdot 10^{-3}$$

прот.к-та

прот.осн(соль)

$v^3$

<

$v^3$

$V_0$

<

$V_K$

27.8

38.5

ммоль/л

ммоль/л

$$\frac{V_s}{V_K} = 20$$

Диапазон pH для фосфатного буфера:

6.7 - 8.7

pKa = 7,2



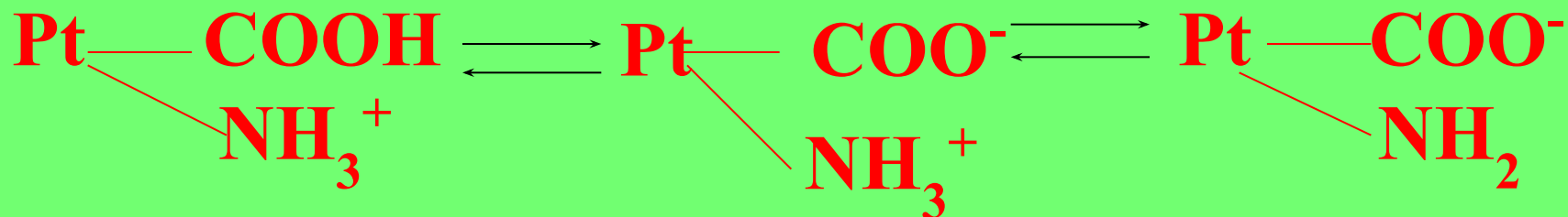
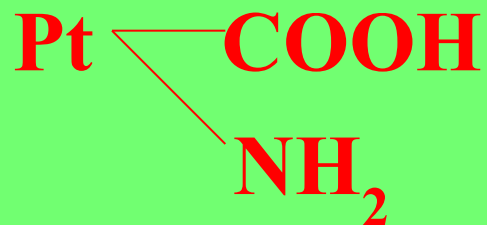
# Белковая буферная система



## Значения изоэлектрических точек некоторых белков

Название белка	pI	Название белка	pI
Пепсин желудочного сока	2,00	γ-глобулин крови	6,40
Казеин молока	4,60	Гемоглобин	6,68
Альбумин сыворотки крови	4,64	Оксигемоглобин	6,87
Яичный альбумин	4,71	Гемоглобин А	6,91
α-глобулин крови	4,80	Оксигемоглобин А	7,09
Миозин мышц	5,00	Хемотрипсин панкреатический	8,60
β-глобулин крови	5,20	Рибонуклеаза	9,50
β-лактоглобулин	5,20	Цитохром С	10,70
Фибриноген крови	5,40	Лизоцим	10,70
Карбоксипептидаза	6,00		

# Белковая буферная система

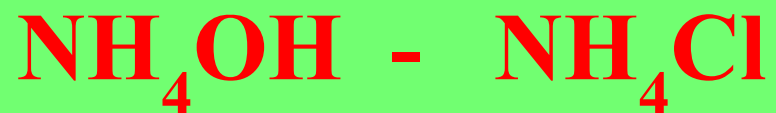


$$\text{pH} = \text{pJ}$$

$$\text{pH} < \text{pJ}$$

$$\text{pH} > \text{pJ}$$

Состав аммиачной буферной системы:



прот.основание

прот.кислота (соль)

**ЗАДАЧА 3** Рассчитайте pH буферной системы, состоящей из 100 мл 0,1М раствора хлорида аммония и 10 мл 0,1 М раствора аммиака  $pK_a = 9,24$ . Изменится ли pH при разбавлении в 10 раз?

### Расчет pH буферных систем II типа

$$pH = 14 - \left( pK_{осн} + \lg \frac{V_{сол}}{V_{осн}} \right)$$

10мл, 0,1М

100мл, 0,1М



прот.основание

$$V^3 = 10 \cdot 10^{-3} \cdot 0,1 = 1 \cdot 10^{-3}$$

прот.кислота (соль)

$$V^3 = 100 \cdot 10^{-3} \cdot 0,1 = 10 \cdot 10^{-3}$$



Protolysis constance is equal:

$$K_{prot} = \frac{K_a(CH_3COOH)}{K_a(NH_4^+)} = \frac{1,75 \cdot 10^{-5}}{5,75 \cdot 10^{-10}} = 0,3 \cdot 10^5 \gg 1$$



Protolysis constance is equal:

$$K_{prot} = \frac{K_a(CH_3COOH)}{K_a(NH_4^+)} = \frac{1,75 \cdot 10^{-5}}{5,75 \cdot 10^{-10}} = 0,3 \cdot 10^5 \gg 1$$

**Буферная емкость** – величина, характеризующая способность буферного раствора противодействовать смещению реакции среды при добавлении кислот и щелочей

$$B_K = \frac{V_{K-ТЫ}^{\text{э}}}{\Delta pH \cdot V} \qquad B_0 = \frac{V_{\text{осн.}}^{\text{э}}}{\Delta pH \cdot V}$$

(моль/л, ммоль/л)

**ЗАДАЧА 2** (по условиям задачи № 1)

Как изменится pH при добавлении к 110мл БС:

- а) 5 мл 0,1М NaOH      б) 5 мл 0,1М HCL

Рассчитайте буферную емкость системы по основанию и кислоте. Оцените буферную емкость системы по основанию и по кислоте. Напишите механизм буферного действия.

10мл, 0,1М

100мл, 0,1М

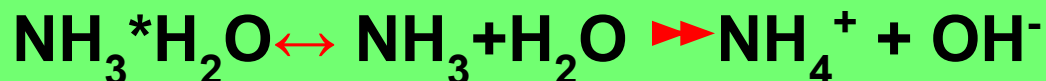


прот.основание

прот.кислота (соль)

$$v^3 = 1 \cdot 10^{-3}$$

$$v^3 = 10 \cdot 10^{-3}$$

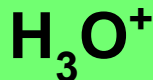


### Механизм буферного действия по кислоте:

5 мл · 0,1М

vэ

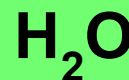
$$= 5 \cdot 10^{-3} \cdot 0,1$$



прот.к-та1



прот.осн.2



сопр.осн.1



сопр.к-та2



Prot. ac 1

prot. B. 2

conj.b.1

conj.ac. 2

Protolysis constance is equal:

$$K_{prot} = \frac{K_a(\text{CH}_3\text{COOH})}{K_a(\text{NH}_4^+)} = \frac{1,75 \cdot 10^{-5}}{5,75 \cdot 10^{-10}} = 0,3 \cdot 10^5 \gg 1$$



Prot. ac 1

prot. B. 2

conj.b.1

conj.ac. 2

Protolysis constance is equal:

$$K_{prot} = \frac{K_a(\text{CH}_3\text{COOH})}{K_a(\text{NH}_4^+)} = \frac{1,75 \cdot 10^{-5}}{5,75 \cdot 10^{-10}} = 0,3 \cdot 10^5 \gg 1$$

$$\Delta \text{pH} = 8,24 - 7,91 = 0,33$$

10мл, 0,1M

100мл, 0,1M

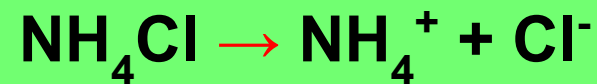
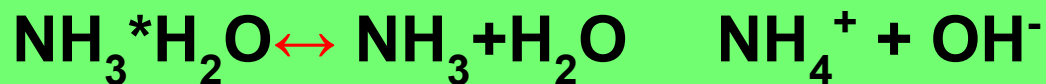


прот.основание

прот.кислота (соль)

$$K^{\ominus} = 1 \cdot 10^{-3}$$

$$K^{\ominus} = 10 \cdot 10^{-3}$$



5 мл · 0,1M

$K^{\ominus}$

$$= 5 \cdot 10^{-3} \cdot 0,1$$

### Механизм буферного действия по основанию:



Protolysis constance is equal:

$$K_{prot} = \frac{K_a(\text{CH}_3\text{COOH})}{K_a(\text{NH}_4^+)} = \frac{1,75 \cdot 10^{-5}}{5,75 \cdot 10^{-10}} = 0,3 \cdot 10^5 \gg 1$$



Protolysis constance is equal:

$$K_{prot} = \frac{K_a(\text{CH}_3\text{COOH})}{K_a(\text{NH}_4^+)} = \frac{1,75 \cdot 10^{-5}}{5,75 \cdot 10^{-10}} = 0,3 \cdot 10^5 \gg 1$$

$$\Delta \text{pH} = 8,43 - 8,24 = 0,19$$



**pH = 8,24**

10мл, 0,1M

100мл, 0,1M



прот.осн

прот.кислота (соль)

$$v^3 = \frac{10 \cdot 10^{-3} \cdot 0,1}{1 \cdot 10^{-3}}$$

$$v^3 = \frac{100 \cdot 10^{-3} \cdot 0,1}{10 \cdot 10^{-3}}$$

прот.осн

прот.кислота (соль)

$v^3$

<

$v^3$

**B**

13,77

ммоль/л

<

**B**

23,92

ммоль/л

$$\frac{v_c}{v_o} = 10$$

**Диапазон pH аммиачных буферных систем :**

**8,24 - 10,24**

**pKa = 9,24**

# Задача 3

pH мочи в норме 4,7-6,5, а при нарушениях кислотно-щелочного равновесия может изменяться в пределах 4,5-8,5. При каких соотношениях  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  и  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  pH мочи становится равным:

а) 4,5; б) 8,5?

Задача 3. pH мочи в норме 4,7-6,5, а при нарушениях кислотно-щелочного равновесия может изменяться в пределах 4,5-8,5. При каких соотношениях  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  и  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  pH мочи становится равным:

а) 4,5; б) 8,5?

$$\text{pH} = 6,2 + \lg \frac{(\text{Na}_2\text{HPO}_4)}{(\text{NaH}_2\text{PO}_4)}$$

$$4,5 = 6,2 + \lg \frac{V_c}{V_k} \qquad 4,5 - 6,2 = \lg \frac{V_c}{V_k}$$

$$\frac{V_c}{V_k} = 1:50$$

$$8,5 = 6,2 + \lg \frac{V_c}{V_k} \qquad 8,5 - 6,2 = \lg \frac{V_c}{V_k}$$

$$\frac{V_c}{V_k} = 200:1 \quad (\text{H.} \\ 3 = 4:1)$$

### 3. Основные виды нарушений КОС



# Дисбаланс pH организма в виде повышенной кислотности

## АЦИДОЗ

### ГАЗОВЫЙ

Альвеолярная гиповентиляция

### НЕГАЗОВЫЙ

#### ВЫДЕЛИТЕЛЬНЫЙ

#### МЕТАБОЛИЧЕСКИЙ

#### ЭКЗОГЕННЫЙ

#### ПОЧЕЧНЫЙ

Характер питания.  
Расстройство обмена веществ

Введение кислот в организм

#### ПЕРВИЧНЫЙ

#### ВТОРИЧНЫЙ

ПОТЕРЯ КИШЕЧНОГО СОКА

ПРИ ЗДОРОВОЙ ПОЧКЕ

ПРИ ПАТОЛОГИИ ПОЧЕК

Болезнь Аддисона. Врожденная гиперплазия коры надпочечников

НЕДОСТАТОЧНОСТЬ КРОВО-ОБРАЩЕНИЯ В ПОЧКЕ. СОЕДИНЕНИЯ, БЛОКИРУЮЩИЕ ОБМЕН  $\text{Na}^+$  И  $\text{H}^+$

НЕДОСТАТОЧНОСТЬ ПОЧЕК. ПОЧЕЧНЫЙ ТУБУЛЯРНЫЙ АЦИДОЗ

**Нарушение КОС, характеризующееся абсолютным или относительным избытком оснований.**



**АЛКАЛОЗ**

**ГАЗОВЫЙ**

Альвеолярная гиповентиляция

**НЕГАЗОВЫЙ**

**ВЫДЕЛИТЕЛЬНЫЙ**

**ЭКЗОГЕННЫЙ**

Введение щелочей в организм

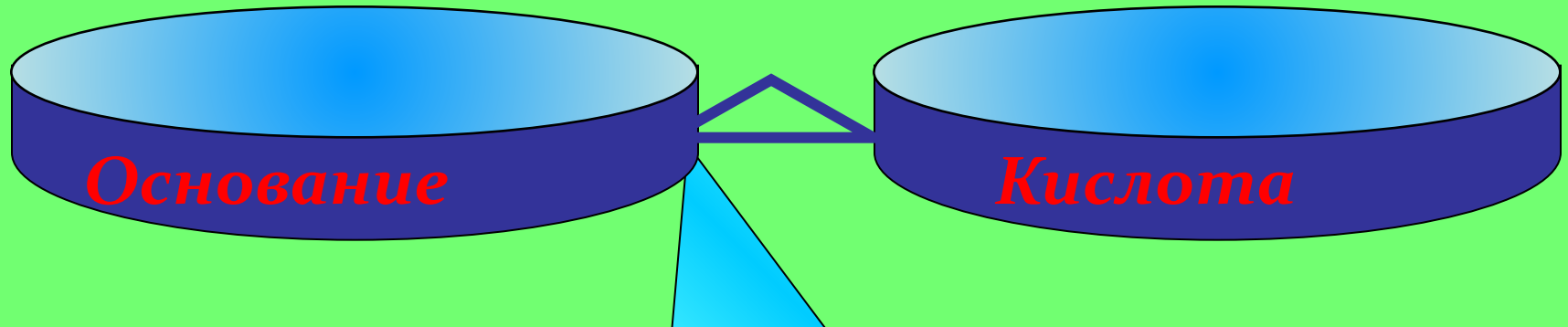
**ПОЧЕЧНЫЙ**

Болезнь Конна. Болезнь Иценко-Кушинга. Синтетические стероиды. Вторичный альдостеронизм

**ПОТЕРЯ ЖЕЛУДОЧНОГО СОКА**

# Диагностика и корректировка КОС

$$\text{pH} = 6,1 + \lg \frac{c(\text{HCO}_3^-)}{0,033 p(\text{CO}_2)}$$



Анализатор газов крови Серия ABL800 FLEX

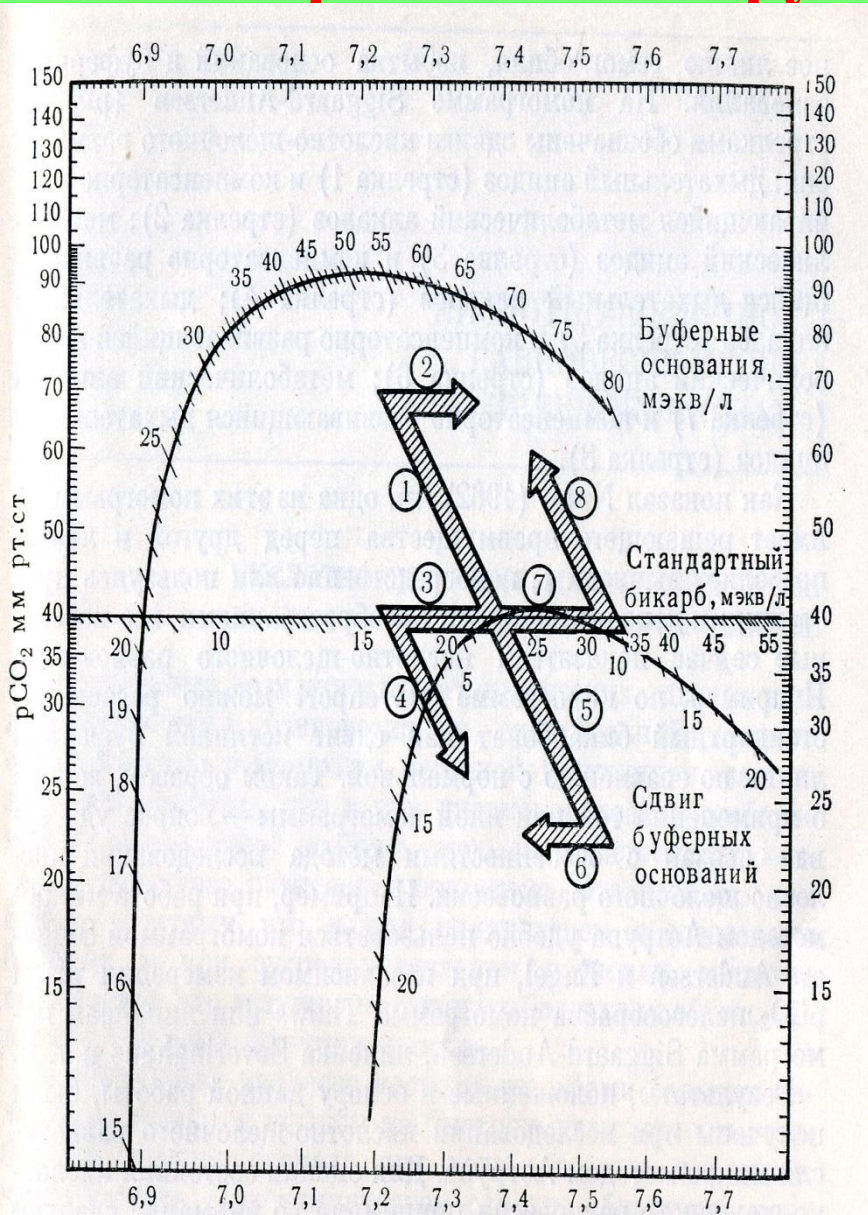
**ABL800 FLEX** – линейка анализаторов газов крови,  
ставшая "золотым стандартом" оснащения



Измеряемые параметры: pH, pCO<sub>2</sub>, pO<sub>2</sub>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Cl<sup>-</sup>, глюкоза, лактат, общий гемоглобин, фракции гемоглобина (оксигемоглобин, дезоксигемоглобин, карбоксигемоглобин, метгемоглобин, фетальный гемоглобин), сатурация кислорода, билирубин

# Микро-метод Аструба(1962г.)

## Показатели КОС



Кровь:	pH	BE, ммоль/л	SB, ммоль/л	pCO <sub>2</sub> , мм рт.ст.
Артериальная	7,38-7,45	±2,15	23-27	35-45
Венозная	7,35-7,4	±5,21	24-29	45-50

BE – сдвиг буферных оснований:

избыток или дефицит оснований-

Количество ммоль бикарбоната натрия, которое следует Добавить(или удалить) к 1л крови, чтобы pH стал 7,4

SB – стандартный бикарбонат

1 , 8 - Дыхательный ацидоз

4, 5 - Дыхательный алкалоз

3, 6 - Метаболический ацидоз

2, 7 - Метаболический алкалоз

Рис. ... Схема номограммы Siggaard-Andersen. Стрелками и цифрами обозначены отклонения в кислотно-щелочном равновесии.



# Показатели КОС у детей раннего возраста

Показатель	Новорожденные		Дети 2 мес— 2 года	Дети 4 года— 8 лет	Взрослые
	1 сут	6 сут			
pH	$7,28 \pm 0,08$	$7,34 \pm 0,01$	$7,4 \pm 0,06$	$7,42 \pm 0,002$	$7,4 \pm 0,04$
pCO <sub>2</sub> , мм рт.ст.	$30,2 \pm 5,8$	$33,8 \pm 5,0$	$33,8 \pm 7,4$	$32,0 \pm 0,46$	$40,0 \pm 5,0$
кПа		$4,46 \pm 0,9$	$4,49 \pm 0,1$		$5,3 \pm 0,66$
BE	$-14,8 \pm 4,4$	$-7,6 \pm 0,2$	$-3,0—3,4$	$-2,0—0,2$	$-2,3—2,3$

П р и м е ч а н и е. Коэффициент перевода показателей размерности «мм рт.ст.» в «кПа» = 0,133, т.е. 1 мм.рт.ст. = 0,133 кПа.

# Корректировка КОС:

## Ацидоза:

- Бикарбонат натрия (4,5%)
- трисамин (3,66 %)
- 11 % раствор лактата натрия

## Алкалоза:

- 5 % растворы аскорбиновой кислоты, нейтрализованный до  $pH = 6,0-7,0$ .
- 5% раствор цитрата натрия, нейтрализованный до  $pH = 6,0-7,0$ .

# Дисбаланс pH организма в виде повышенной кислотности

## АЦИДОЗ

### ГАЗОВЫЙ

Альвеолярная гиповентиляция

### НЕГАЗОВЫЙ

#### ВЫДЕЛИТЕЛЬНЫЙ

#### МЕТАБОЛИЧЕСКИЙ

#### ЭКЗОГЕННЫЙ

#### ПОЧЕЧНЫЙ

Характер питания.  
Расстройство обмена веществ

Введение кислот в организм

#### ПЕРВИЧНЫЙ

#### ВТОРИЧНЫЙ

ПРИ ЗДОРОВОЙ ПОЧКЕ

ПРИ ПАТОЛОГИИ ПОЧЕК

Болезнь Аддисона. Врожденная гиперплазия коры надпочечников

ПОТЕРЯ КИШЕЧНОГО СОКА

НЕДОСТАТОЧНОСТЬ КРОВО-ОБРАЩЕНИЯ В ПОЧКЕ. СОЕДИНЕНИЯ, БЛОКИРУЮЩИЕ ОБМЕН  $\text{Na}^+$  И  $\text{H}^+$

НЕДОСТАТОЧНОСТЬ ПОЧЕК. ПОЧЕЧНЫЙ ТУБУЛЯРНЫЙ АЦИДОЗ

# Четыре группы продуктов:



Продукт калорийностью 240 ккал даст кислотную нагрузку:

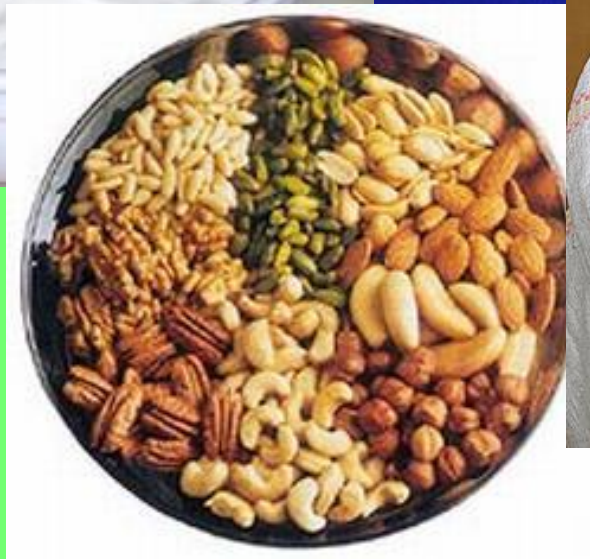
мясо - 67,9 м-экв  $H^+$ .

Молоко - 2,8 м-экв  $H^+$ ..;

Орехи - 0,1 м-экв  $H^+$ ..;

бобовые - 0,8 м-экв  $H^+$ ..

**Слабо кислотообразующие: творог, сметана, орехи  
и продукты из муки грубого помола**





**Сильно кислотообразующие: мясо, колбаса, рыба, яйца, сыр, сладости, продукты из белой муки, алкоголь и кофе**





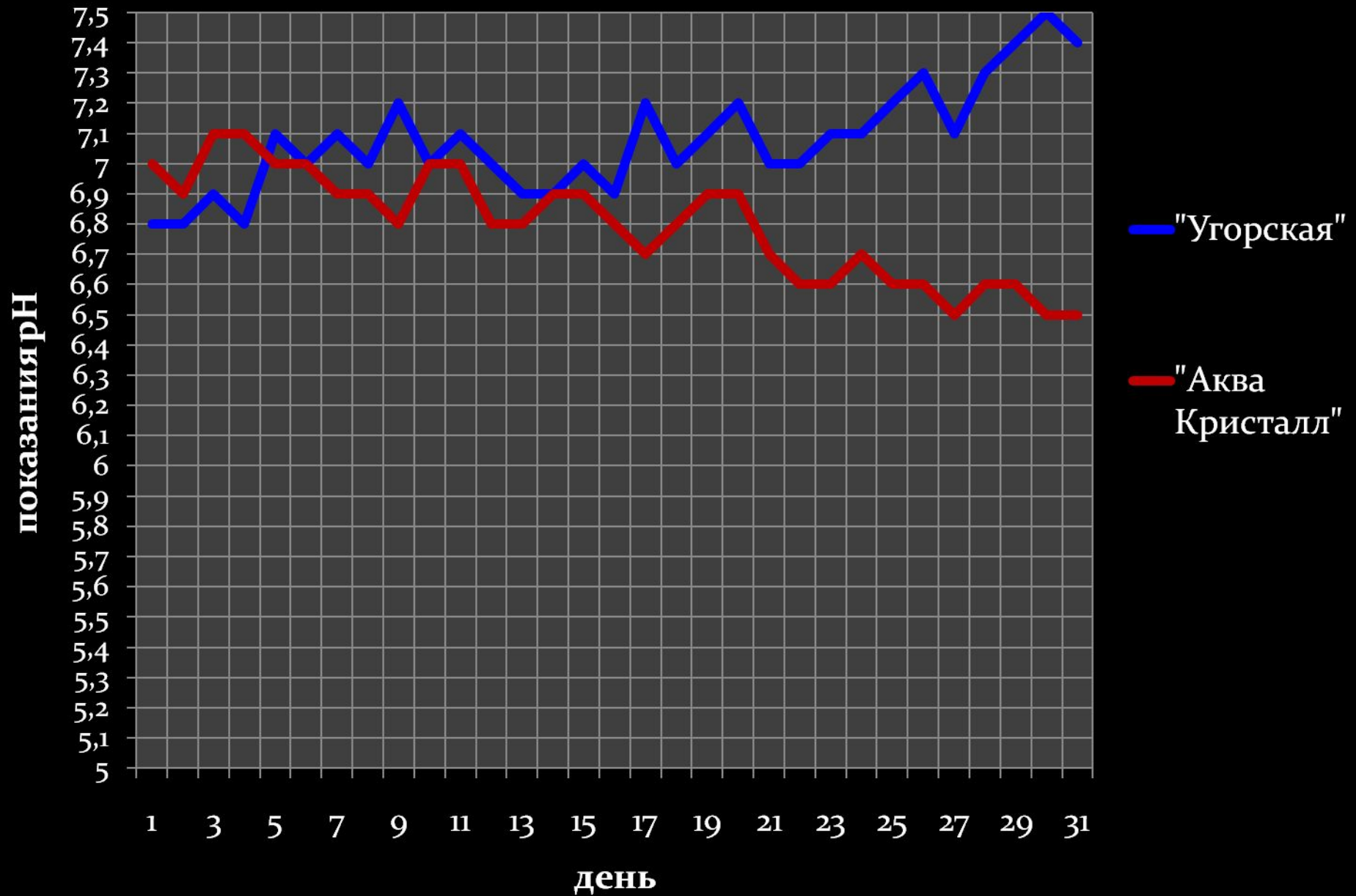
# Слабо щелочеобразующие: сухие фрукты, сырое молоко и грибы



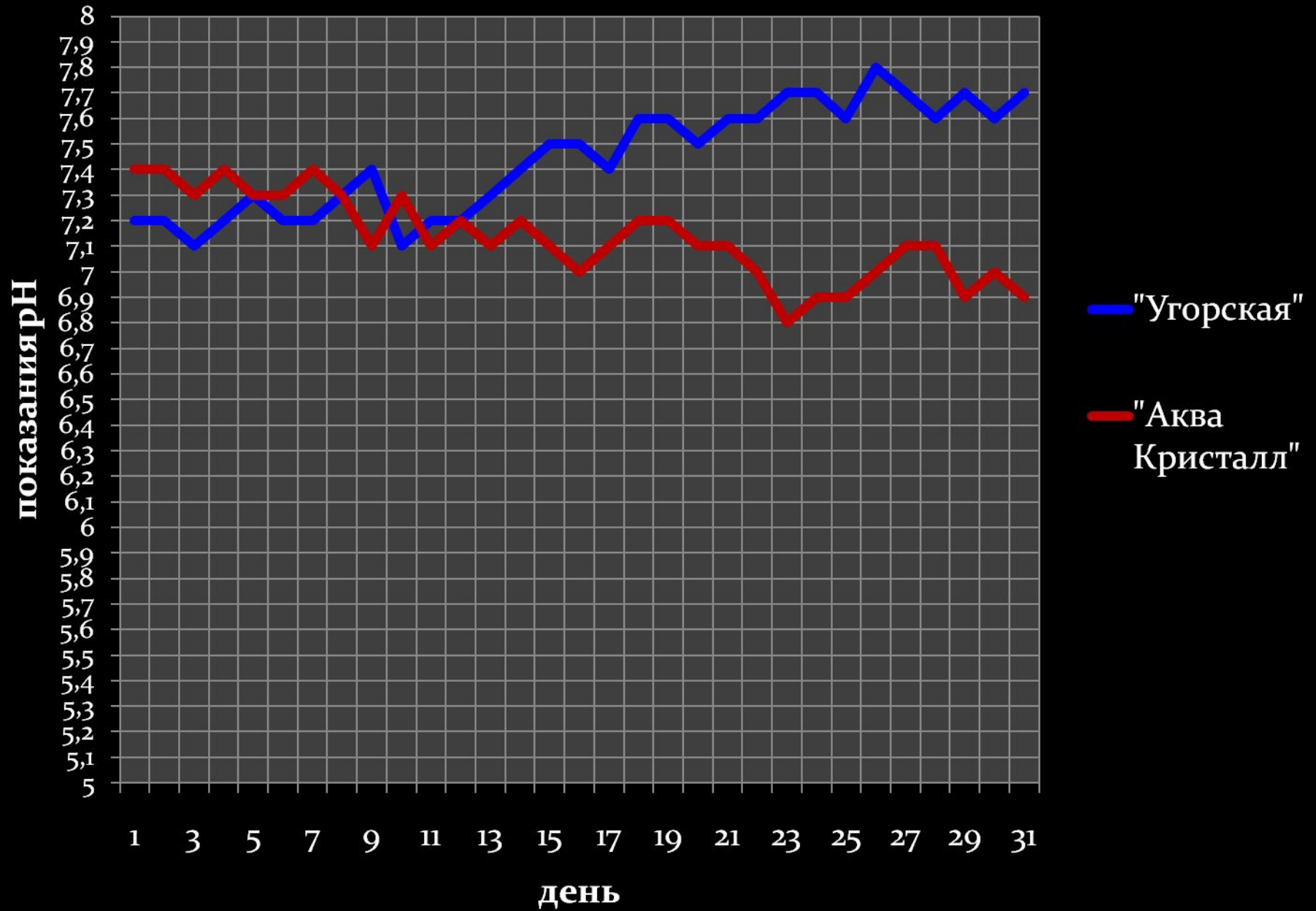
**Сильно щелочеобразующие: овощи, свежие  
фрукты, картофель и зеленый салат**



# рН мочи



# рН слюны



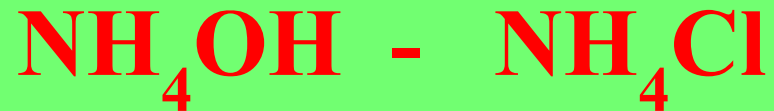


Минимальный  
промежуток времени, за  
который в нашем  
организме происходят  
изменения – *10-13 дней*



# Задача 1

Состав аммиачной буферной системы:



50мл 0,1М      50мл 0,2М

Сравните буферную емкость по кислоте и по основанию:

- 1)  $V_k = V_o$
- 2)  $V_k > V_o$
- 3)  $V_k < V_o$



# Задача 5

Укажите диапазон значений pH,  
который способны поддерживать

в организме

следующие буферные системы:

- 1) аммиачная;
- 2) гидрокарбонатная;
- 3) фосфатная.

Дайте пояснения.

Слабый электролит	Сопряженная пара:		Константа кислотности $K_a$	Показатель кислотности $pK_a = -\lg K_a$
	кислота	основание		
Азотистая к-та	$\text{HNO}_2$	$\text{NO}_2^-$	$5,1 \cdot 10^{-4}$	3,29
Алюминия гидроксид	$\text{Al}^{3+} \cdot \text{H}_2\text{O}$	$\text{AlOH}^{2+}$	$9,55 \cdot 10^{-6}$	5,02
Аммиак водный	$\text{NH}_4^+$	$\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	$5,75 \cdot 10^{-10}$	9,24
Анилин	$\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_3^+$	$\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$	$2,14 \cdot 10^{-5}$	4,67
Аскорбиновая к-та	$\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$	$\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_6^-$	$8,0 \cdot 10^{-5}$	4,1
Борная к-та	$\text{B(OH)}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	$[\text{B(OH)}_4]^-$	$5,75 \cdot 10^{-10}$	9,24
Вода	$\text{H}_2\text{O}$	$\text{OH}^-$	$2,30 \cdot 10^{-16}$	15,64
Гуанидин	$(\text{H}_2\text{N})_2\text{C}^+\text{NH}_2$	$(\text{H}_2\text{N})_2\text{CNH}$	$3,55 \cdot 10^{-14}$	13,45
Железа(III) гидроксид (I)	$\text{Fe}^{3+} \cdot \text{H}_2\text{O}$	$\text{FeOH}^{2+}$	$6,76 \cdot 10^{-8}$	2,17
Кальция гидроксид (I)	$\text{Ca}^{2+} \cdot \text{H}_2\text{O}$	$\text{CaOH}^+$	$2,5 \cdot 10^{-13}$	12,6
Лимонная к-та	(I) $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$	$\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_7^-$	$8,7 \cdot 10^{-4}$	3,06
	(II) $\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_7^-$	$\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_7^{2-}$	$1,8 \cdot 10^{-5}$	4,74
	(III) $\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_7^{2-}$	$\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7^{3-}$	$4,0 \cdot 10^{-6}$	5,34
Метиламин	$\text{CH}_3\text{NH}_3^+$	$\text{CH}_3\text{NH}_2$	$2,19 \cdot 10^{-11}$	10,66
Малоновая к-та	(I) $\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_4$	$\text{C}_3\text{H}_3\text{O}_4^-$	$3,98 \cdot 10^{-4}$	3,40
	(II) $\text{C}_3\text{H}_3\text{O}_4^-$	$\text{C}_3\text{H}_2\text{O}_4^{2-}$	$3,16 \cdot 10^{-6}$	5,50
Молочная к-та	$\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$	$\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_3^-$	$1,4 \cdot 10^{-4}$	3,85
Мочевина	$(\text{H}_2\text{N})_2\text{C}^+\text{OH}$	$(\text{H}_2\text{N})_2\text{CO}$	0,63	0,2
Муравьиная к-та	$\text{HCOOH}$	$\text{HCOO}^-$	$1,8 \cdot 10^{-4}$	3,75
Пероксид водорода	$\text{H}_2\text{O}_2$	$\text{HO}_2^-$	$2,4 \cdot 10^{-12}$	11,62
Пиридин	$\text{C}_5\text{H}_5\text{N}^+\text{H}$	$\text{C}_5\text{H}_5\text{N}$	$1,75 \cdot 10^{-5}$	4,76
Пиримидин	$\text{C}_4\text{H}_4\text{N}_2\text{H}^+$	$\text{C}_4\text{H}_4\text{N}_2$	$2,24 \cdot 10^{-1}$	0,65
Пировиноградная к-та	$\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_3$	$\text{C}_3\text{H}_3\text{O}_3^-$	$3,24 \cdot 10^{-3}$	2,49
Плавиковая к-та	$\text{HF}$	$\text{F}^-$	$6,67 \cdot 10^{-4}$	3,18
Сернистая к-та	(I) $\text{H}_2\text{SO}_3$	$\text{HSO}_3^-$	$1,66 \cdot 10^{-2}$	1,78
	(II) $\text{HSO}_3^-$	$\text{SO}_3^{2-}$	$6,30 \cdot 10^{-8}$	7,20
Сероводородная к-та	(I) $\text{H}_2\text{S}$	$\text{HS}^-$	$1,05 \cdot 10^{-7}$	6,97
	(II) $\text{HS}^-$	$\text{S}^{2-}$	$1,23 \cdot 10^{-13}$	12,91
Синильная к-та	$\text{HCN}$	$\text{CN}^-$	$4,93 \cdot 10^{-10}$	9,31
Угольная к-та	(I) $\text{H}_2\text{CO}_3$	$\text{HCO}_3^-$	$4,25 \cdot 10^{-7}$	6,37
	(II) $\text{HCO}_3^-$	$\text{CO}_3^{2-}$	$4,67 \cdot 10^{-11}$	10,33
Уксусная к-та	$\text{CH}_3\text{COOH}$	$\text{CH}_3\text{COO}^-$	$1,75 \cdot 10^{-5}$	4,76
Фенол	$\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$	$\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-$	$1,0 \cdot 10^{-10}$	10,00
Фосфорная к-та	(I) $\text{H}_3\text{PO}_4$	$\text{H}_2\text{PO}_4^-$	$7,24 \cdot 10^{-3}$	2,14
	(II) $\text{H}_2\text{PO}_4^-$	$\text{HPO}_4^{2-}$	$6,17 \cdot 10^{-8}$	7,21
	(III) $\text{HPO}_4^{2-}$	$\text{PO}_4^{3-}$	$4,8 \cdot 10^{-13}$	12,38
Фумаровая к-та	(I) $\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_4$	$\text{C}_4\text{H}_3\text{O}_4^-$	$9 \cdot 10^{-4}$	3,03
	(II) $\text{C}_4\text{H}_3\text{O}_4^-$	$\text{C}_4\text{H}_2\text{O}_4^{2-}$	$3 \cdot 10^{-5}$	4,38
Цинка гидроксид	$\text{Zn}^{2+} \cdot \text{H}_2\text{O}$	$\text{ZnOH}^+$	$2,04 \cdot 10^{-8}$	7,69
Щавелевая к-та	(I) $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$	$\text{C}_2\text{HO}_4^-$	$6,5 \cdot 10^{-2}$	1,19
	(II) $\text{C}_2\text{HO}_4^-$	$\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$	$8,1 \cdot 10^{-5}$	4,21
Яблочная к-та	(I) $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_5$	$\text{C}_4\text{H}_5\text{O}_5^-$	$3,47 \cdot 10^{-4}$	3,46
	(II) $\text{C}_4\text{H}_5\text{O}_5^-$	$\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_5^{2-}$	$8,9 \cdot 10^{-6}$	5,05
Янтарная к-та	(I) $\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_4$	$\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_4^-$	$7 \cdot 10^{-5}$	4,21
	(II) $\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_4^-$	$\text{C}_6\text{H}_4\text{O}_4^{2-}$	$3 \cdot 10^{-6}$	5,63