

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования «Сибирский государственный  
медицинский университет» Министерства здравоохранения  
Российской Федерации



# Буферные СИСТЕМЫ

ПОДГОТОВИЛА: СТУДЕНТКА 6 КУРСА, 1313 ГР.  
ТРИШИНА АНАСТАСИЯ ЮРЬЕВНА

г. Томск  
2018

# Что это такое?



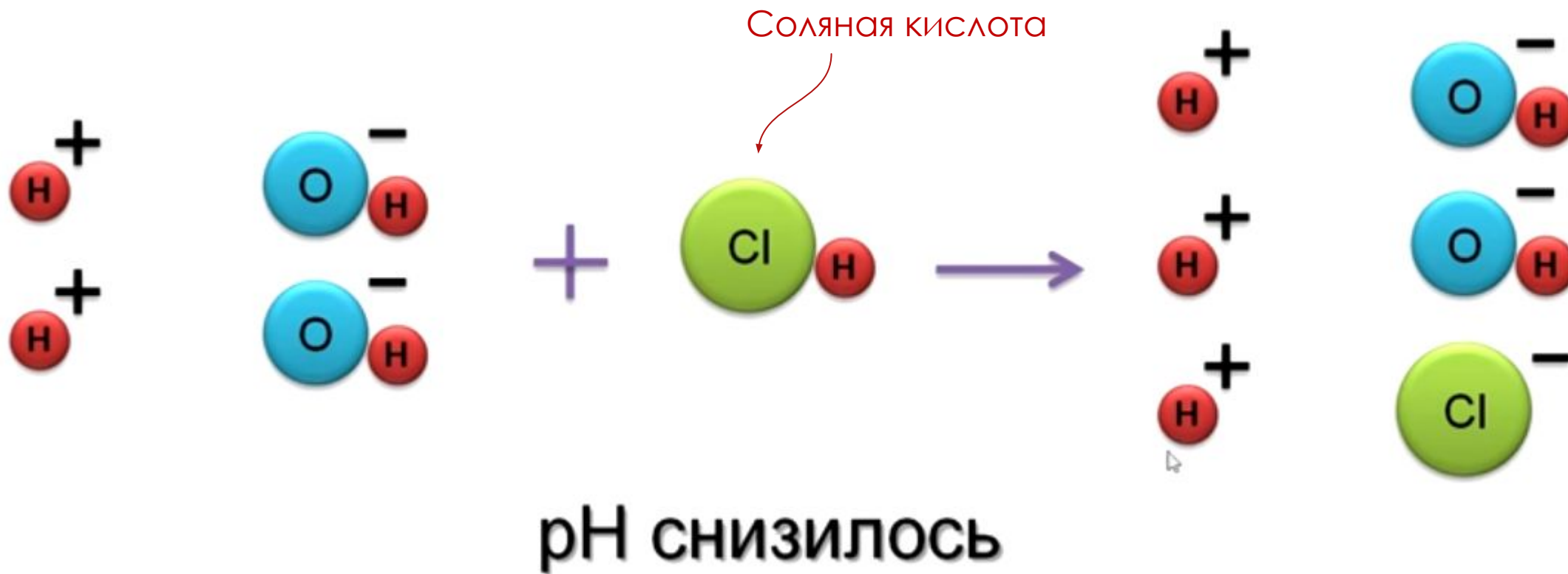
- ▶ **Бу́ферные систе́мы кро́ви** (от англ. *buff* — «смягчать удар») — физиологические системы и механизмы, обеспечивающие заданные параметры кислотно-основного равновесия в крови.
- ▶ Они являются **«первой линией защиты»**, препятствующей резким перепадам pH внутренней среды живых организмов.



# Вспоминаем химию



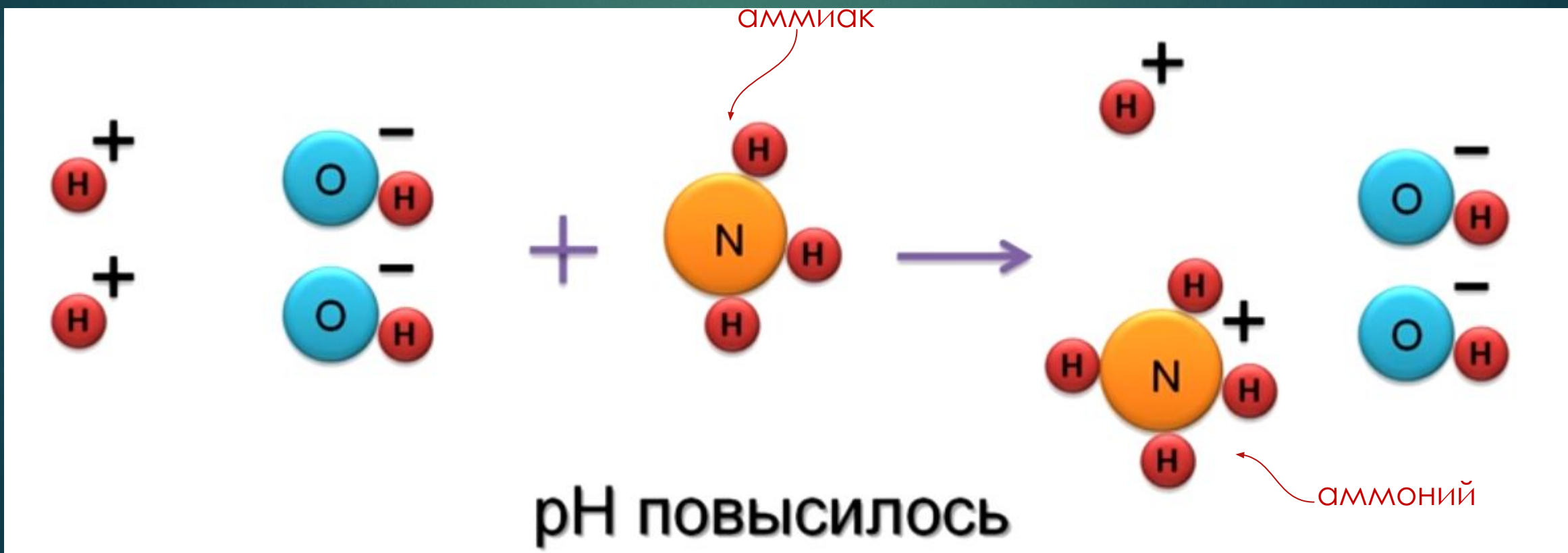
- ▶ **Кислоты** - это вещества, способные **отдавать  $H^+$** , тем самым увеличивая их концентрацию в среде, и следовательно **уменьшая значение pH**



# Вспоминаем химию



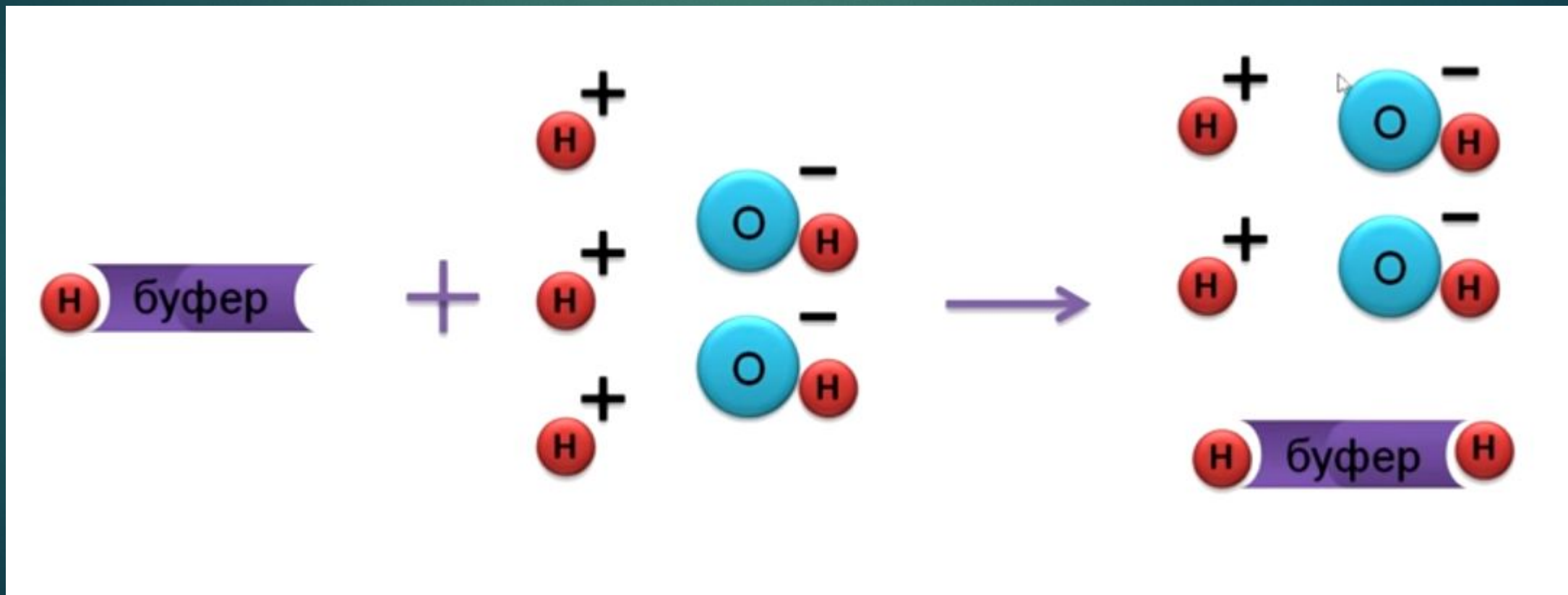
- ▶ **Основания** (щелочи)- вещества, способные **принимать  $H^+$** , тем самым уменьшая их количество в среде, и соответственно **повышают уровень pH**



# «Буфер»



- ▶ **«Буфер»**- это такое вещество, которое при изменении pH может как **отдать  $H^+$** , так и **присоединить** его, тем самым сохраняя pH гомеостаз среды



# Значения pH



Нейтральный pH (внутри клетки) = **6.8**

Оптимальные значения pH крови = **7.35-7.45** (сред. 7.4)

**Ацидоз** = pH менее 7.35

**Алкалоз** = pH более 7.45

Кровь- это взвесь клеток в жидкой среде, поэтому ее кислотно-основное **равновесие поддерживается совместным участием буферных систем** плазмы и клеток крови.

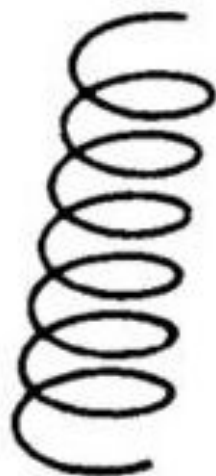
# Зачем нужно поддерживать опт pH?



Он обеспечивает постоянство конфигурации и нормального функционирования белков



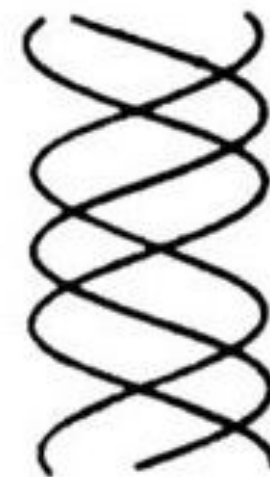
1



2



3



4

1 – глобулярный белок; 2–4 – фибриллярные белки; 2 –  $\alpha$ -спираль;  
3 – складчатый слой; 4 – тройная спираль

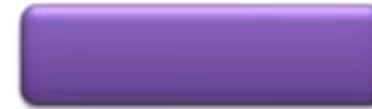
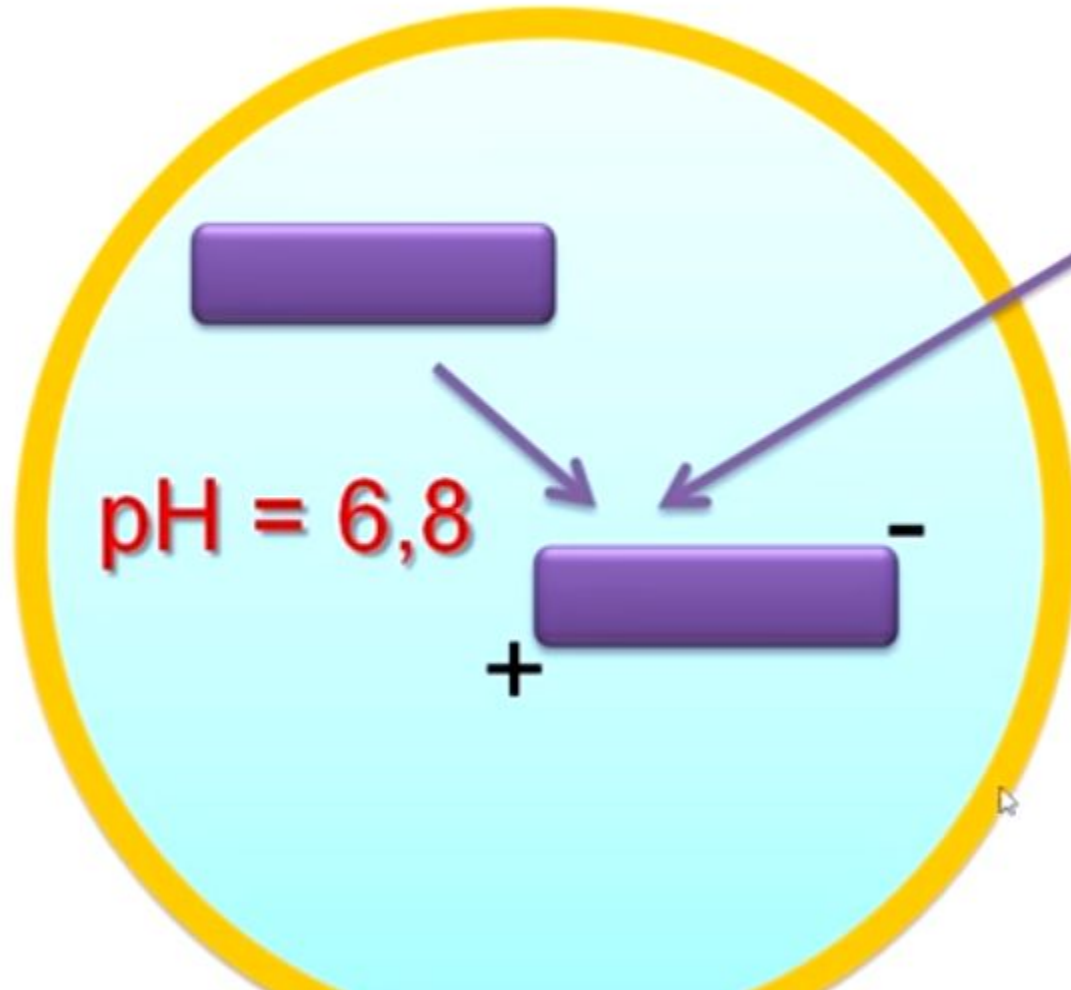


Даёт возможность работать механизму  
«клеточной ловушки»



Клетка

Теория Дэвиса



pH = 7,35-7,45

# Какие они бывают?

- ▶ бикарбонатная
- ▶ фосфатная
- ▶ белковая
- ▶ гемоглибиновая

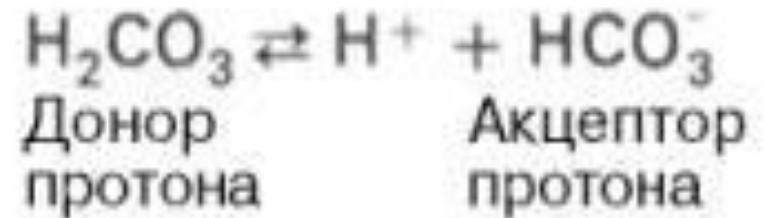


# Бикарбонатная Б.С.



- ▶ Мощная и самая управляемая система внеклеточной жидкости и крови
- ▶ Составляет **ок. 10%** всей буферной емкости крови
- ▶ Состоит из сопряженной пары молекулы

угольной кислоты  $\text{H}_2\text{CO}_3$  (донор протона),  
и бикарбонат-иона  $\text{HCO}_3^-$  (акцептор)



# Бикарбонатная Б.С.



- ▶ При нормальном значении рН крови (7,4) **концентрация ионов  $\text{HCO}_3^-$  больше конц.  $\text{CO}_2$  примерно в 20 раз**
- ▶ Таким образом, бикарбонатная буферная система функционирует как эффективный регулятор в области **рН 7,4**
- ▶ Концентрация гидрокарбоната натрия в крови значительно превышает концентрацию  $\text{H}_2\text{CO}_3^*$ , **буферная ёмкость** этой системы будет значительно **выше по кислоте**

# Бикарбонатная Б.С.



- ▶ **Механизм: при выделении** в кровь относительно больших количеств кислых продуктов (более сильной кислоты, чем угольная)

**водородные ионы  $H^+$  взаимодействуют**

**с ионами бикарбоната натрия и**

**образуется**

**слабодиссоциирующая угольная**

**кислота  $H_2CO_3$  и соль**

- ▶ А уже эта кислота выводится из организма путем расщепления карбоангидразой на воду и  $CO_2$  (в эритроцитах) и

**гипервентиляции легких**

# Бикарбонатная Б.С.

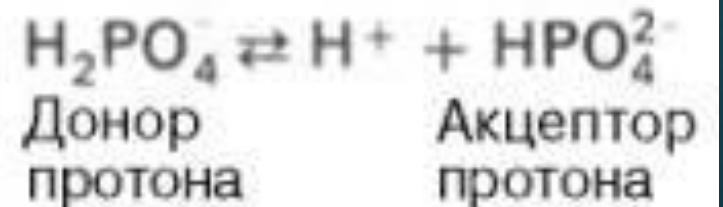


- ▶ Если увеличивается количество оснований- то **ОСНОВАНИЯ забирают** у угольной кислоты **протон** и на «выходе» образуется **ион бикарбоната и вода.**
- ▶ При этом не происходит сколько-нибудь заметных сдвигов в величине рН
- ▶ Затем включается уже физиологические механизмы задержки в плазме  $\text{CO}_2$  путем **ГИПОВЕНТИЛЯЦИИ**

# Фосфатная буферная система



- ▶ Это сопряженная кислотно-основная пара, состоящая из иона  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  (донор) и иона  $\text{HPO}_4^{2-}$  (акцептор)
- ▶ Роль кислоты в этой системе выполняет однозамещенный фосфат  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ , а роль соли двузамещенный фосфат –  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  гидрофосфат
- ▶ Составляет всего лишь **1%** от буферной емкости крови



# Фосфатная буферная система



- ▶ При взаимодействии  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  с какой-либо введенной в систему кислотой образуется **нейтральная соль и  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$** , а следовательно **концентрация ионов водорода понижается**





# Фосфатная буферная система



- ▶ При поступлении в кровь оснований избыток **ОН<sup>-</sup>-групп** **нейтрализуется кислотными Н<sup>+</sup>**, а **расход ионов Н<sup>+</sup> восполняется** **повышением диссоциации  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$** .
- ▶ Основное значение фосфатный буфер имеет для регуляции рН **интерстициальной жидкости** и **мочи**.

# Фосфатная буферная система



- ▶ Буферная пара ( $\text{H}_2\text{PO}_4^- - \text{HPO}_4^{2-}$ ) способна оказывать влияние при изменениях pH в интервале от **6,1 до 7,7** и может обеспечивать определенную буферную емкость внутриклеточной жидкости, величина pH которой в пределах 6,9–7,4.
- ▶ В крови максимальная емкость фосфатного буфера проявляется вблизи значения pH 7,2.
- ▶ Фосфатный буфер в крови находится **В ТЕСНОМ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ С БИКАРБОНАТНОЙ** буферной системой.

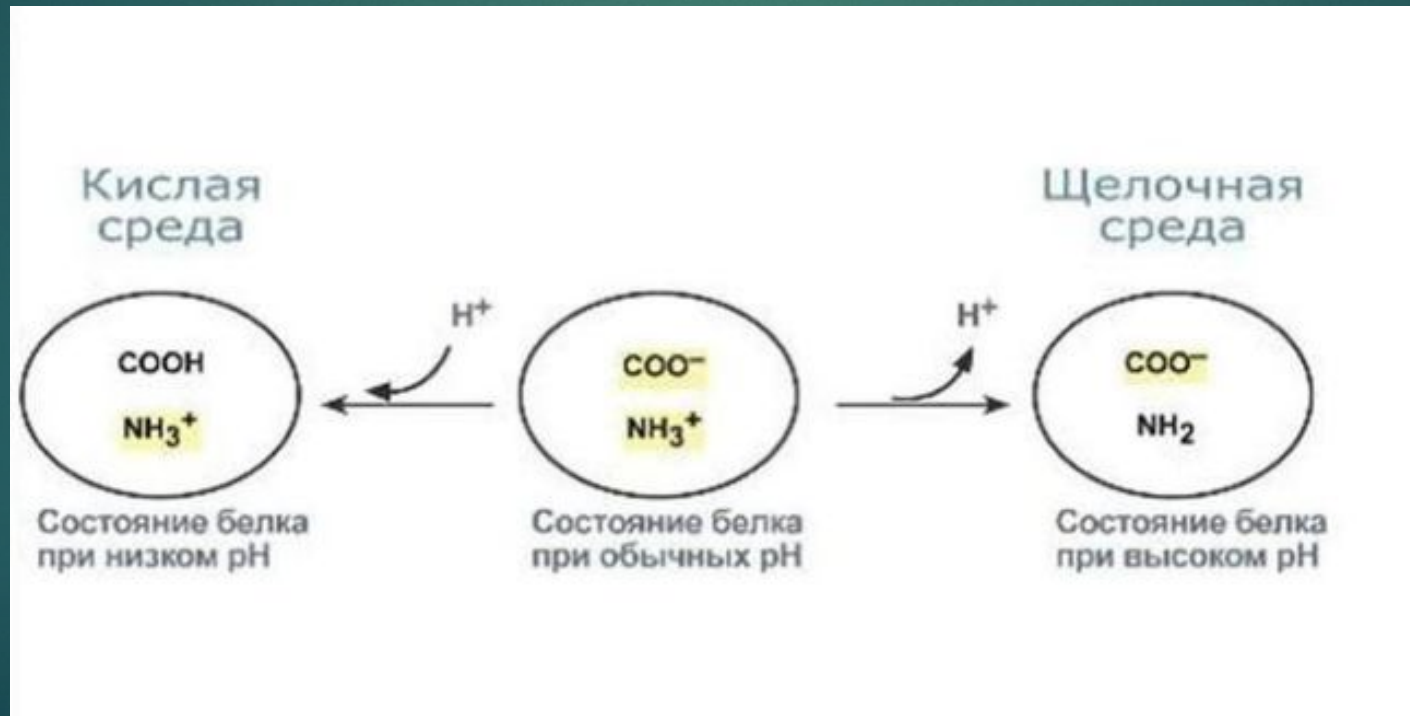
# Белковая буферная система



- ▶ Имеет меньшее значение для поддержания КОР в плазме крови,
- ▶ Белки образуют буферную систему благодаря наличию **КИСЛОТНО-ОСНОВНЫХ ГРУПП** в молекуле белков:  
белок–H<sup>+</sup> (кислота, донор протонов)  
и белок (сопряженное основание, акцептор протонов).

# Белковая буферная система

- ▶ Белковая буферная система плазмы крови эффективна в области значений pH **7,2–7,4**.



# Гемоглобиновая буферная система



- ▶ **Самая мощная** БС, в 9 раз мощнее бикарбонатного буфера
- ▶ Составляет **75%** от всей буферной емкости крови

**Константа диссоциации** кислотных групп гемоглобина **зависит от его насыщения кислородом:**

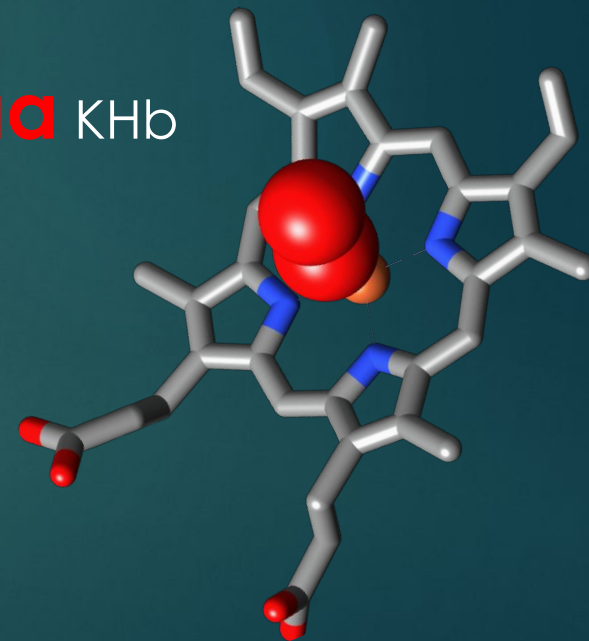
- ▶ Если Hb насыщен O<sub>2</sub>- он становится более сильной кислотой (HHbO<sub>2</sub>)
- ▶ Но когда он отдал свой O<sub>2</sub>- он становится очень слабой кислотой (HHb)



# Гемоглобиновая буферная система



- ▶ Итак, **гемоглобиновая БС** состоит из **неионизированного гемоглобина**  $\text{HHb}$  (слабая кислота, донор) и **калиевой соли гемоглобина**  $\text{KHb}$  (сопряженное основание, акцептор).
- ▶ Точно так же может быть рассмотрена **оксигемоглобиновая** БС.
- ▶ Система гемоглобина и оксигемоглобина являются **взаимопревращающимися системами** и существуют как **единое целое**.



# Гемоглобиновая буферная система



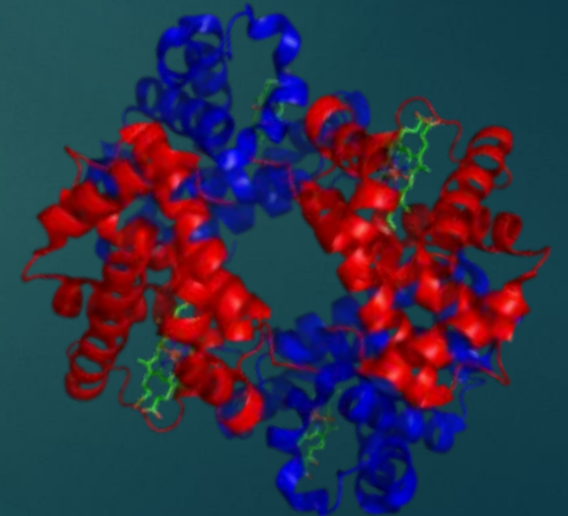
- ▶ Буферные свойства гемоглобина обусловлены возможностью **взаимодействия кислот с калиевой солью гемоглобина** с образованием эквивалентного количества соответствующей **калийной соли** кислоты и **свободного гемоглобина**:



# Гемоглобиновая буферная система



- ▶ Гемоглобин (Hb), попадая в капилляры легких, **превращается в окси-гемоглобин** (HbO<sub>2</sub>), что приводит к некоторому **подкислению** крови, вытеснению части H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> из бикарбонатов и **понижению щелочного резерва крови**.





**ПРЕЗЕНТАЦИЯ  
ОКОНЧЕНА**

**СПАСИБО ЗА  
ВНИМАНИЕ!**

