



Санкт-Петербургский  
государственный университет  
Химический факультет

290

290 ЛЕТ СПбГУ —  
ПЕРВОМУ  
УНИВЕРСИТЕТУ  
РОССИИ

# Бионеорганическая химия

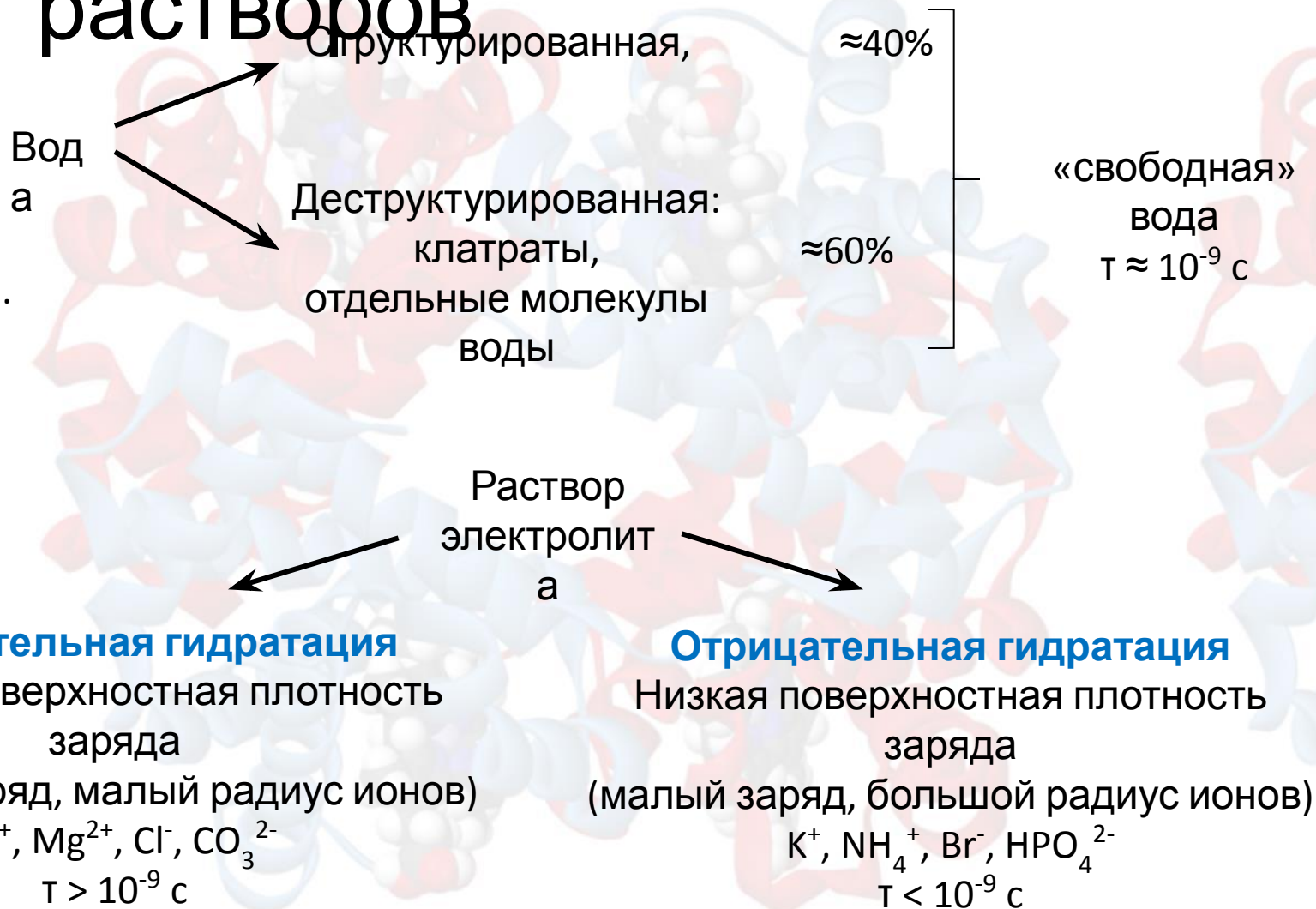
Лекция №2  
Жидкие среды организма

2014

# Структура водных растворов



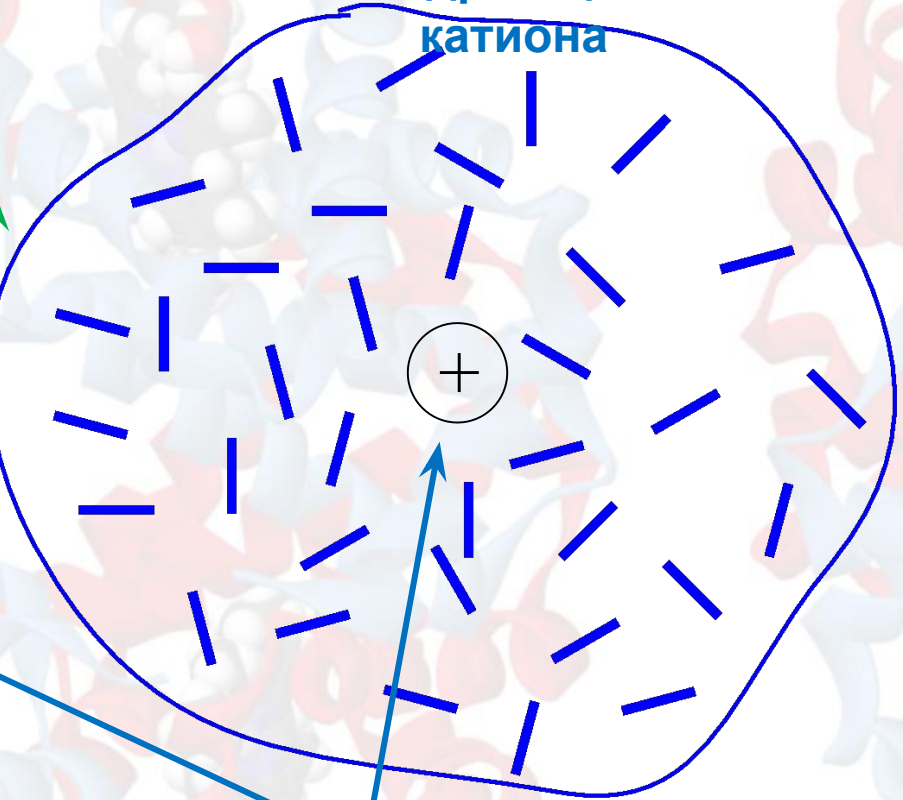
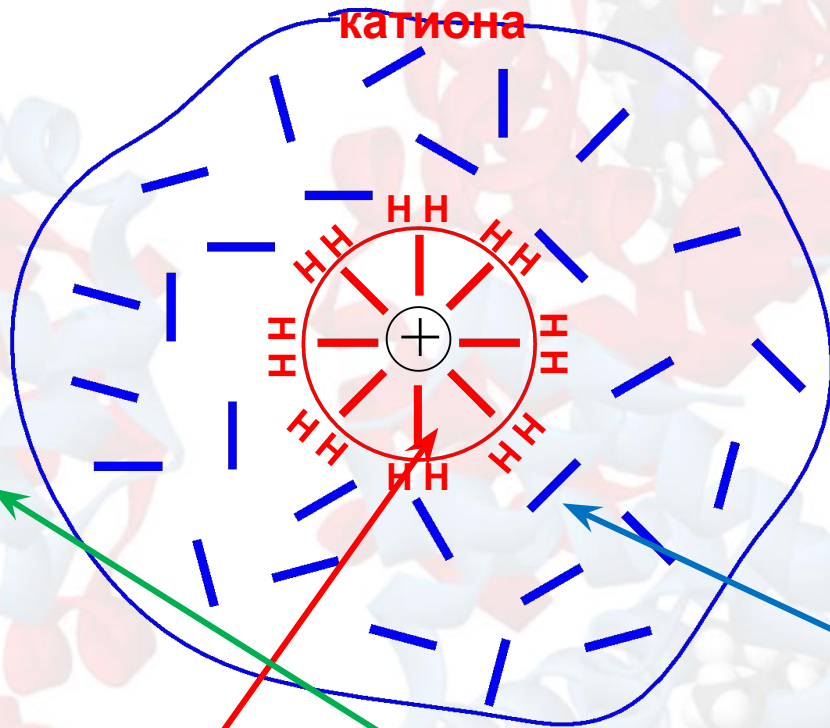
Самойлов О. Я.



# Структура водных растворов

Положительная гидратация катиона

Отрицательная гидратация катиона



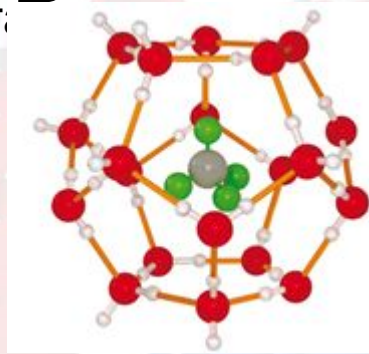
Зона структурированной воды

Зона деструктурированной воды

Собственная структура воды

# Структура водных растворов

Гидрофобная гидрат:



Неполярные молекулы ( $O_2$ ,  $N_2$ )  
ассоциаты (клатраты)

«айсберги»

Дифильные молекулы



Гидрофильная «голова»  
 $-COOH$ ,  $-NO_2$ ,  $-NH_2$

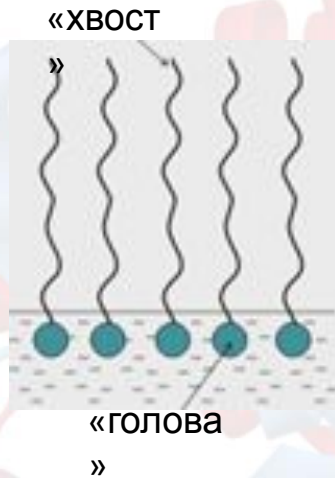
Гидрофобный «хвост»  
 $C_6H_5-$ ,  $C_nH_{2m+1}-$

Форма существования зависит

- от концентрации
- от количества свободной воды

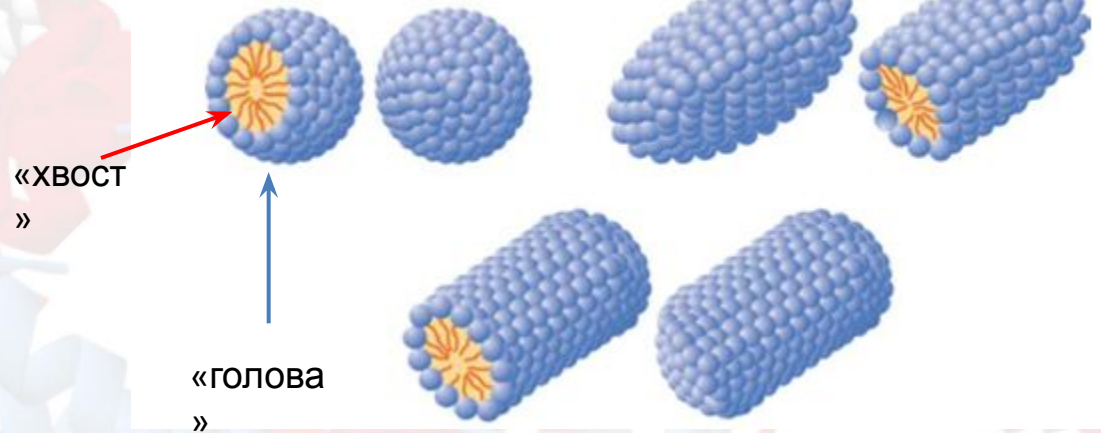
# Структура водных растворов

Монослои  
на поверхности  
воды



- низкая концентрация гидрофильного вещества
- малое количество «свободной» воды

Мицеллы  
«внутри»  
раствора



высокая  
концентрация

Белки структурируются  
водой!

# Структура водных растворов

свободна  
зависит от  
концентрации

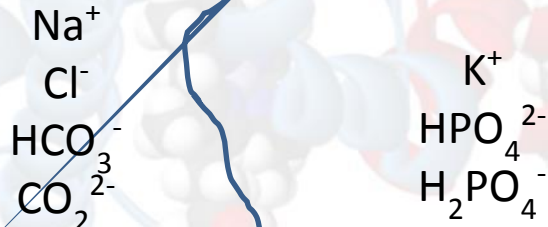


«запас»

связанная  
структурированная  
деструктурированная

*Внутриклеточная  
жидкость*

Не структурируют  
воду,  
оставляют для  
«белков»



# Высаливание и анестезия

Увеличение  
концентрации

и  
ионов

Уменьшение  
количества

свободной  
воды

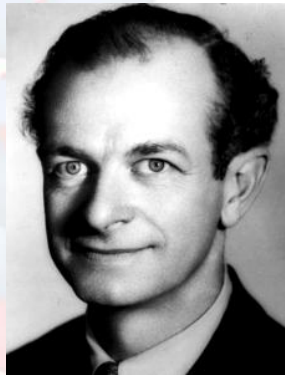
Понижение  
растворимости  
других  
компонентов

Возможность разделения белков по их молярной массе

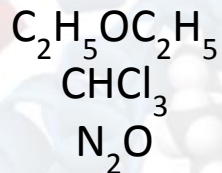
## Анестезирующий эффект

Нобелевская премия по химии,  
1954

Нобелевская премия мира, 1962



Лайнус  
Полинг  
(Pauling)  
разрушение  
гидратной  
оболочки  
белков



Гидрофобная  
гидратация

отслаивание

белков



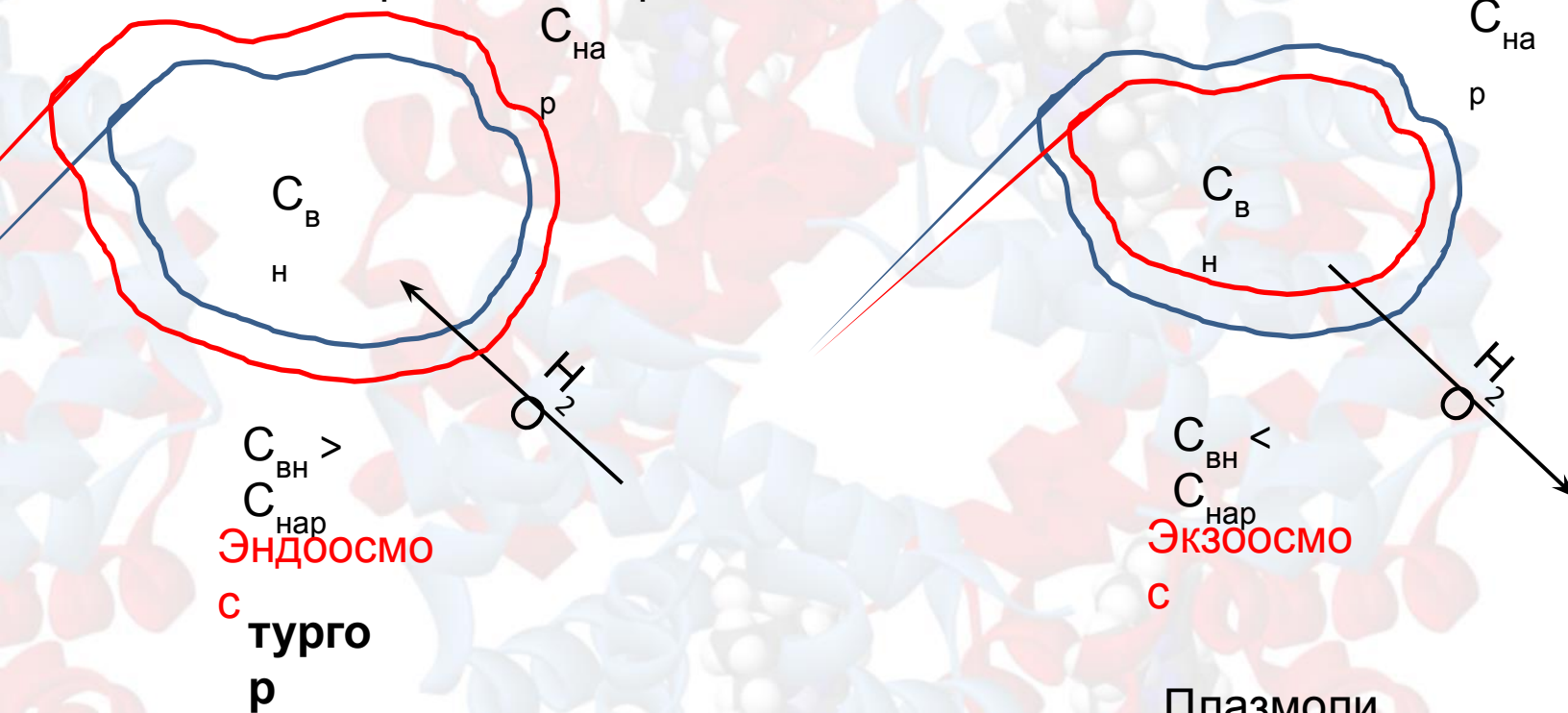
Необходима  
деструктурированная  
вода

образование  
новой  
границы  
раздела

нарушение ионной  
проводимости  
межклеточной  
мембраны

# Осмо

**Осмоз** – самопроизвольная диффузия молекул растворителя через мембрану с избирательной проницаемостью



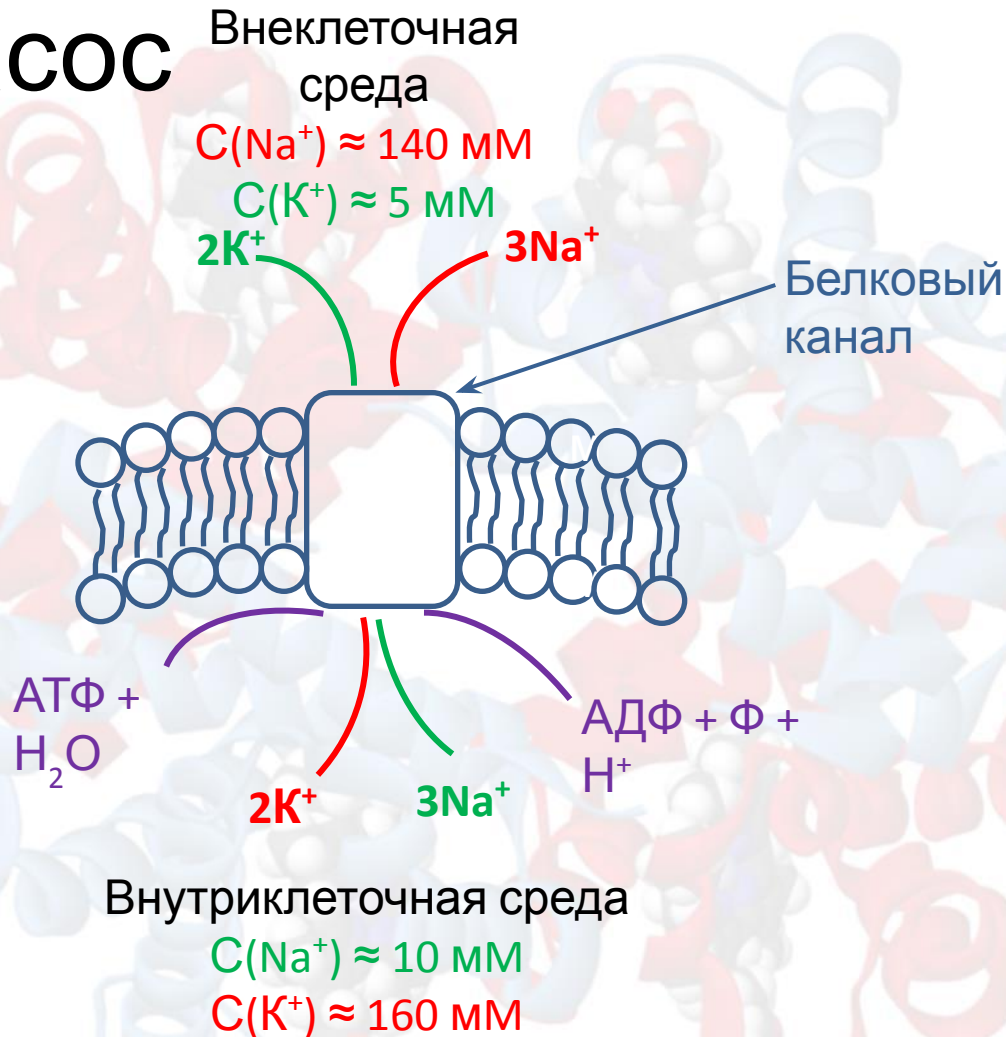
Гемолиз – гемоглобин в плазму

$C_{вн} = C_{нар}$  → изотонический раствор

Основная роль осмоса – перемещение воды по организму



# Натрий-калиевый насос



# Буферные системы организма

Протолитический  
гомеостаз

Гидрокарбонатная  
 $\text{CO}_2/\text{HCO}_3^-$   
«Служба быстрого реагирования»

Гидрофосфатная  
 $\text{H}_2\text{PO}_4^-/\text{HPO}_4^{2-}$

Гемоглобиновая  
 $\text{Hb}/\text{Hb}^-$   
 $\text{HbO}_2/\text{HbO}_2^-$

Протеиновая  
 $\text{NH}_2\text{-Prot-COOH}$   
катионная  
 $^+\text{NH}_3\text{-Prot-COOH}$   
анионная  
 $\text{NH}_2\text{-Prot-COO}^-$

Особенность «живых» буферных систем

$$\frac{\text{акцептор протонов}}{\text{донор протонов}} = 4 \div 20$$



высокая буферная емкость по кислоте

*Ацидоз* – уменьшение емкости

*Алкалоз* – увеличение емкости

$\Delta\text{pH (крови)} > 0.6$

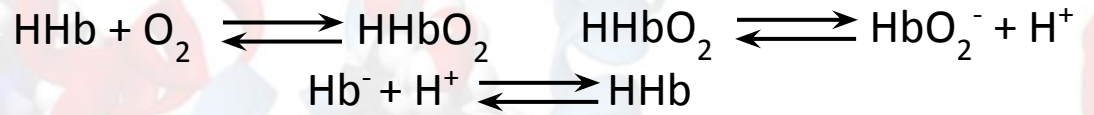


# Буферные системы организма

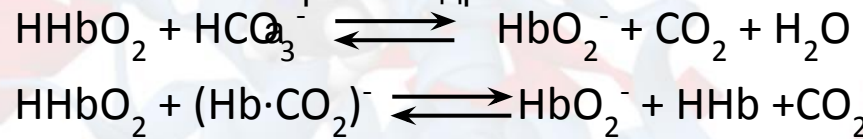
Сопряженность буферных систем

**Вдох**

**Выдох**



карбоангидраз



$\text{O}_2$

$\text{Cl}^-$

$\text{CO}_2$

$\text{HCO}_3^-$

$\text{CO}_2$

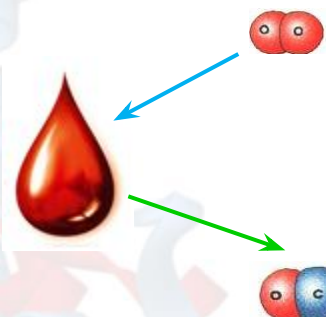
$\text{HCO}_3^-$

$\text{O}_2$

$\text{Cl}^-$

В  
легких

В  
тканях

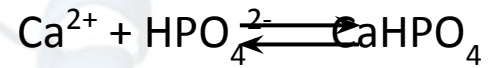


# Гетерогенные системы

## организма

Плазма  
крови

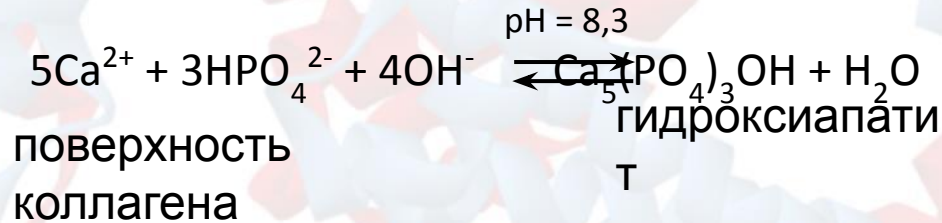
$$[Ca^{2+}] = 1,1 \cdot 10^{-3} \text{ M}$$
$$[HPO_4^{2-}] = 2,9 \cdot 10^{-4} \text{ M}$$
$$ИП = 3,2 \cdot 10^{-7}$$



$$K_s (CaHPO_4) = 2,7 \cdot 10^{-7}$$

Размер кристаллов -  $10^{-9} \div 10^{-7}$  м  
состояние

коллоидное



$$K_s (Ca_5(PO_4)_3OH) = 1,6 \cdot 10^{-58}$$

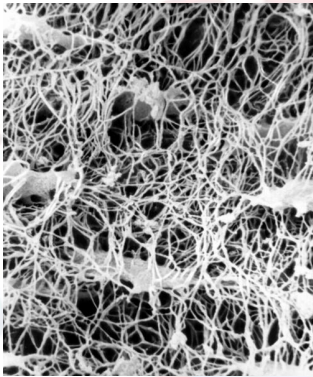
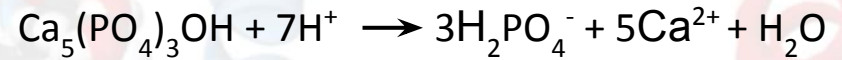
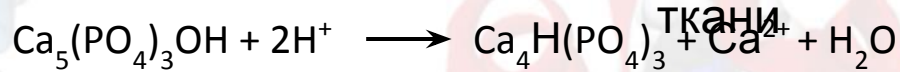
$Ca_5(PO_4)_3F$  – зубная  
эмаль

$$Ca_3(PO_4)_2$$
$$K_s (Ca_3(PO_4)_2) = 2 \cdot 10^{-29}$$

резерв ионов кальция и фосфатов в  
организме

# Гетерогенные системы организма

Растворение костной ткани



Костная ткань – кальциевый буфер

$S_{\text{костной ткани}} = 2000 \text{ км}^2$

Образование камней

- Фосфат кальция (щелочная среда)
- Урат кальция (кислая среда)
- Оксалат кальция

