

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра молекулярных процессов и
экстремальных состояний вещества

Особенности поведения белка гемоглобина при добавлении хлорида калия

Научный руководитель:
д.ф.-м.н. профессор, Петрова Г.П.

Выполнил:
студент 4 курса бакалавриата,
Майков Э.В.

Москва, 2020

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Исследование особенностей молекулярных процессов, проходящих в водных растворах гемоглобина при взаимодействии с хлоридом калия;

Изучение изменений молекулярных параметров гемоглобина при разных ионных силах раствора;

Сравнение свойства молекул гемоглобина в чистом водном растворе и при добавлении хлорида калия.

ОБЗОР ИССЛЕДОВАНИЙ В НАУЧНЫХ ПУБЛИКАЦИЯХ

В работе В.Г. Верхова и Д.Г. Реброва исследовался процесс сорбции ионов K^+ и Na^+ , а также тяжелых ионов Rb^+ и Cs^+ на сывороточном альбумине и гемоглобине. Были проведены две серии экспериментов с попарно одинаковыми и различными концентрациями солей. Результат показал, что с гемоглобином и альбумином предпочитают связываться ионы, обладающие большим ионным радиусом, при этом наличие Na^+ в водном белковом растворе увеличивает количество сорбированного K^+ .

КОНКУРЕНТНАЯ СОРБЦИЯ K^+ В ПРИСУТСТВИИ Na^+
БЫЧИМ СЫВОРОТОЧНЫМ АЛЬБУМИНОМ И
ГЕМОГЛОБИНОМ В. Г. Ребров, Д. Г. Верхов и др.

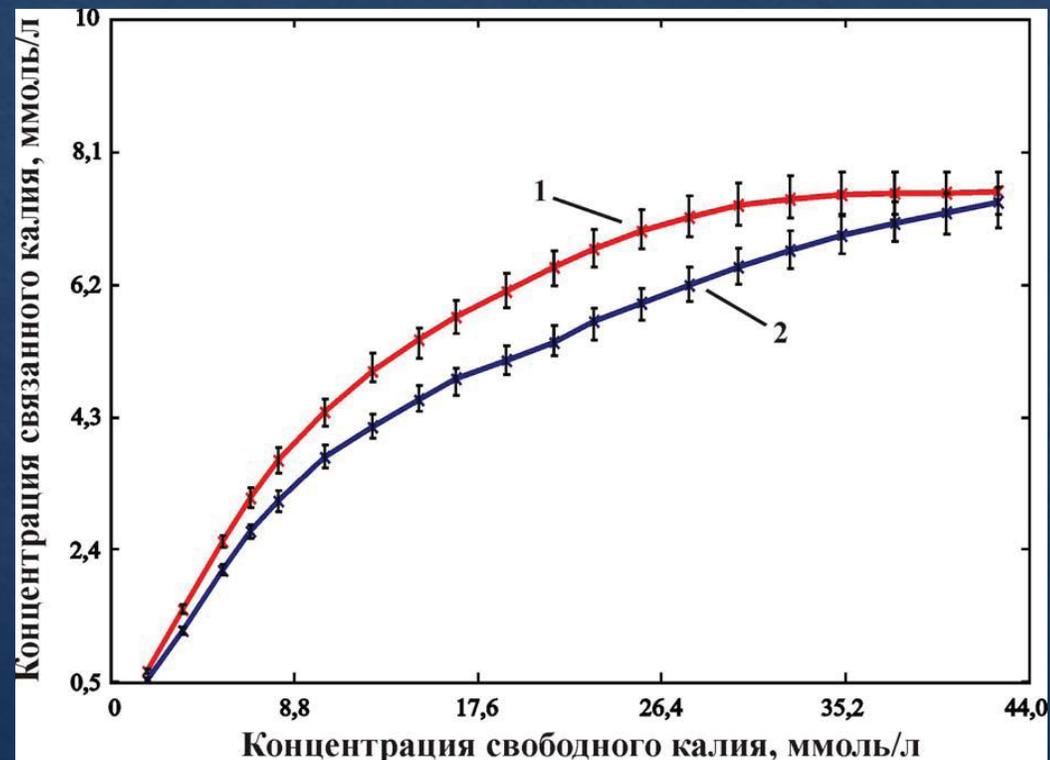


Рис. 1. Зависимость количества связанного K^+ с гемоглобином от концентрации свободного K^+ в растворе при максимальной (0.5 моль/л) (1) и минимальной концентрации Na^+ (0.05 моль/л) (2)

ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ: ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ ГЕМОГЛОБИН



- ❖ Гемоглобин в основном содержится в эритроцитах
- ❖ Общая концентрация гемоглобина в крови 130~185 г/л
- ❖ Молекулярная масса 64.5–68 кДа
- ❖ Изоэлектрическая точка $pH=6,8\pm 0,1$
- ❖ Растворимость сухого гемоглобина в крови 20 г/л (вода)

Рис. 2. Человеческий гемоглобин фирмы “Sigma”
H7379

ХЛОРИД КАЛИЯ

- ❖ Содержание калия в организме - около 150 г
- ❖ Содержание калия в эритроцитах в норме составляет 78,5—112 ммоль/л.
- ❖ Молярная масса калия ~ 39.09 г/моль
- ❖ Растворимость 343 г/л (вода 20°C)
- ❖ Гидро динамический ионная калия радиус 1,33 Å



Рис. 3. Соль хлорида калия с содержанием от 99,9%

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МЕТОДА СТАТИЧЕСКОГО РАССЕЯНИЯ СВЕТА

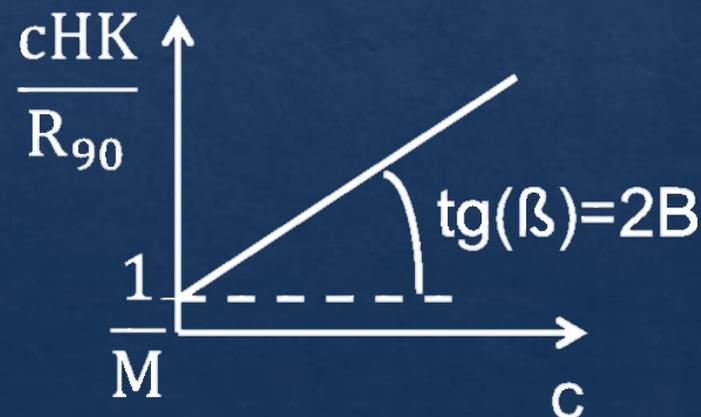
$$\Pi = RT(Ac + Bc^2 + \dots)$$

$$R_{90} = \frac{2\pi^2 c n_0^2 \left(\frac{dn}{dc}\right)^2}{\lambda_0^4 N_A \frac{1}{RT} \frac{\partial \Pi}{\partial c}}, \text{ где } \Pi = \frac{cRT}{M} \text{ закон Вант-Гоффа}$$

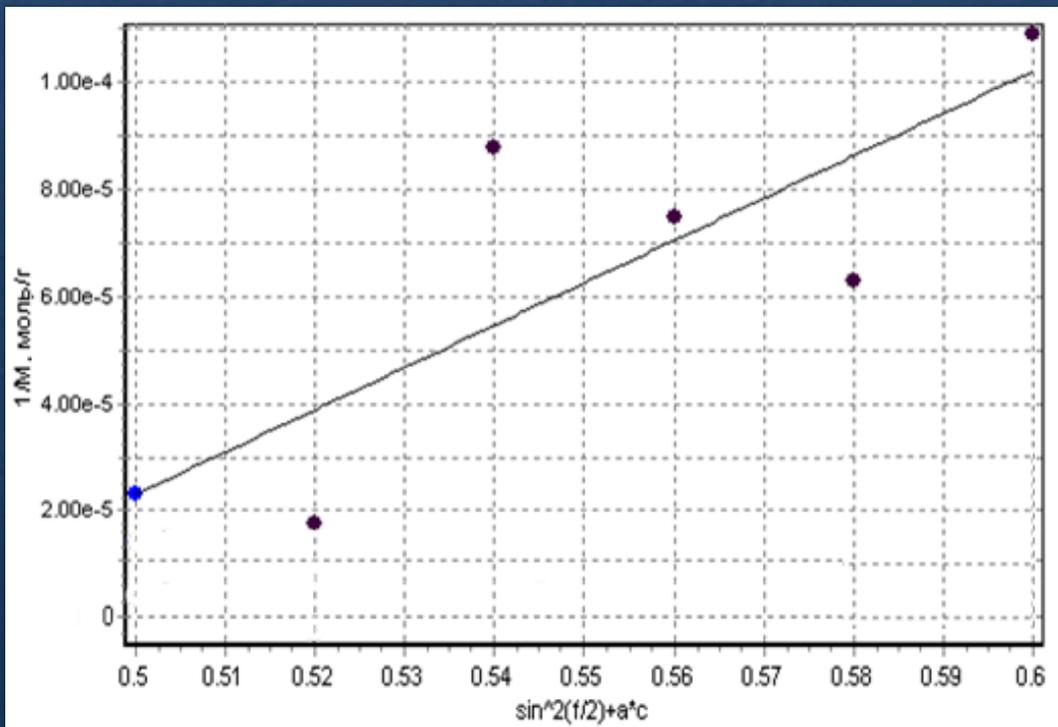
$$\left(\frac{cHK}{R_{90}}\right) = \frac{1}{M} + 2Bc + \dots$$

Измерения проводились на установке Photocor Complex со следующими параметрами

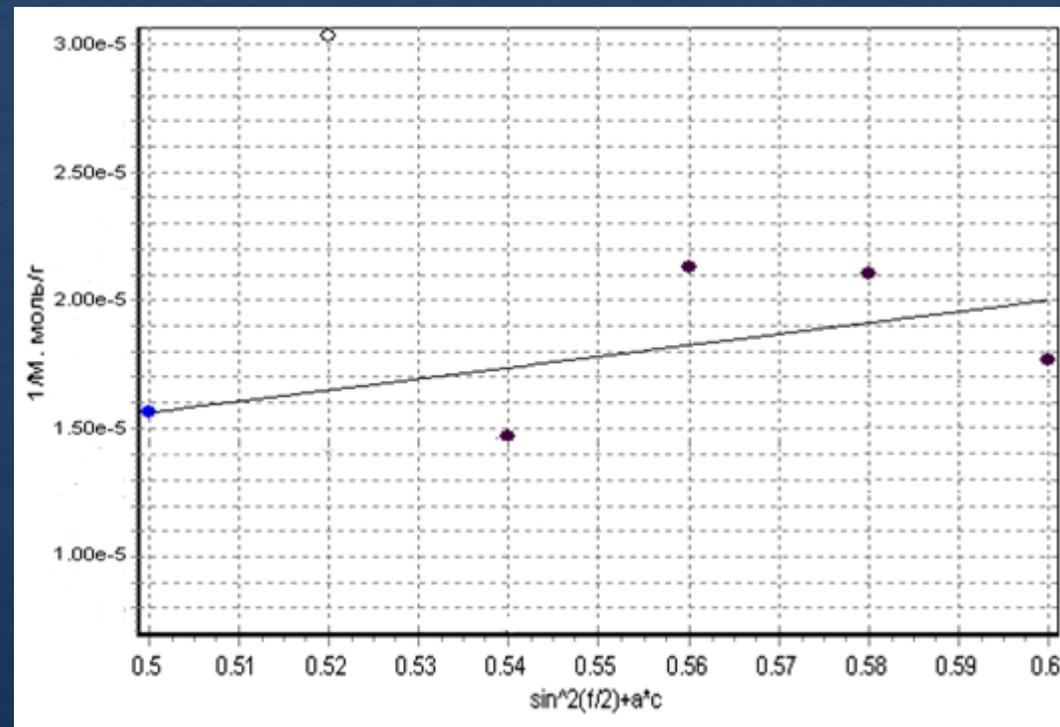
Технические характеристики	
Диапазон измерения	Размер частиц: от 0.5 нм до 10 мкм Коэффициент диффузии: 10^{-5} - 10^{-10} см ² /с Молекулярный вес: 10^3 - 10^{12} г/моль
Типичная погрешность измерения	±1%
Объем образца	От 50 мкл до 10 мл
Углы рассеяния	90°
Лазер	Диодный лазер, длина волны – 647 нм, мощность 25 мВт



РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ



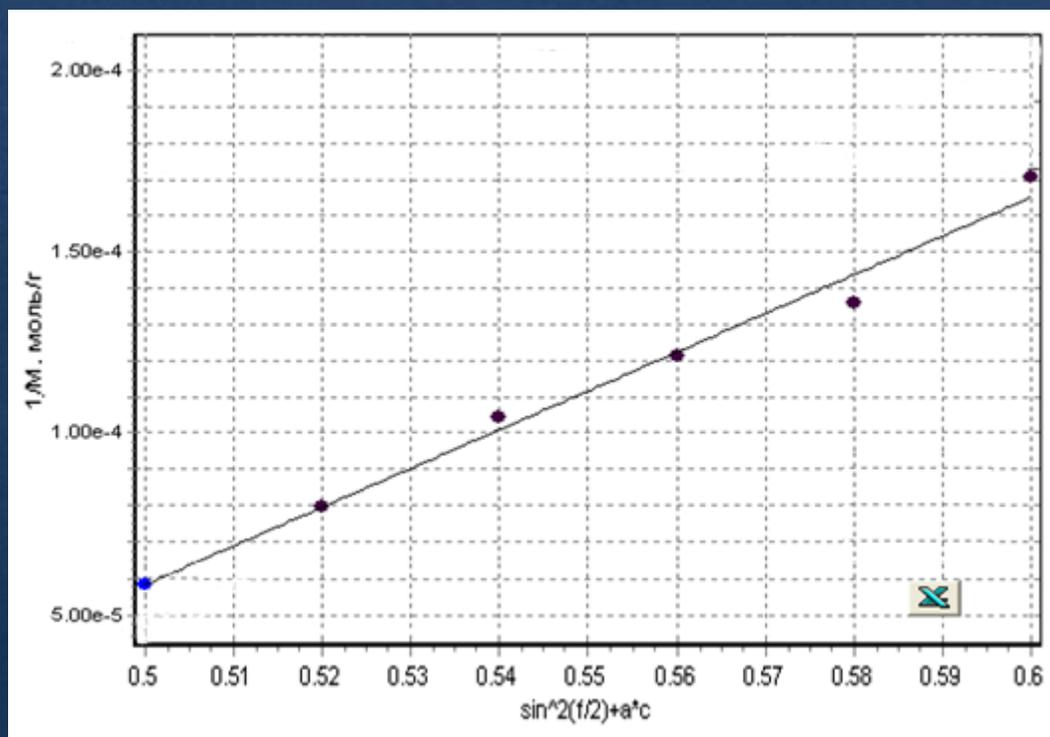
а)



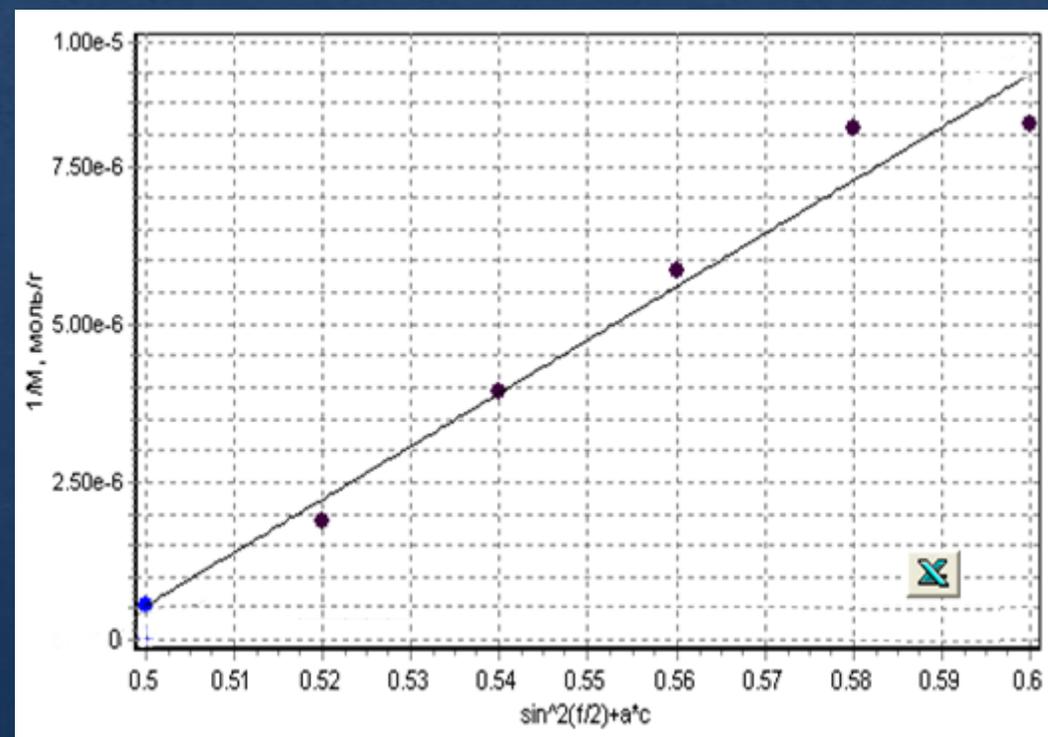
б)

Рис. 4. Графики зависимости sNK/R_{90} от концентрации гемоглобина а) для чистого водного раствора, б) для раствора содержащего KCl с $\mu = 0.15$ M.

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ



а)



б)

Рис. 5. Графики зависимости s_{HK}/R_{90} от концентрации гемоглобина в растворе содержащем KCl с а) $\mu = 0,015$ М и б) $\mu = 0,0015$ М.

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

μ, M	Масса рассеивающих частиц, кДа	Коэффициент взаимодействия частиц, $\text{моль} \cdot \text{дм}^3 / \text{г}^2$
0	43444	$1,58 \cdot 10^{-4}$
0,0015	181960	$1,68 \cdot 10^{-5}$
0,015	17215	$2,14 \cdot 10^{-4}$
0,15	64033	$8,76 \cdot 10^{-6}$

Табл. 1. Таблица молекулярных параметров молекулы при
разных значениях ионной силы

ОБСУЖДЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ И ВЫВОДЫ

- ◆ Масса рассеивающих частиц в растворе увеличивается при увеличении концентрации ионов калия.
- ◆ Ионы калия оказывают заметное воздействие на белок гемоглобина, что видно по тому, как изменяются параметры частиц.
- ◆ Полученные результаты для массы белка гемоглобина согласуются с табличными данными из других литератур.