

Кафедра лазерных и биотехнических систем
Самарского университета

Классификация оптических методов диагностики

Оптические методы
биомедицинской инженерии 12.03.04

Лекция 2

Артемьев Дмитрий Николаевич,
доцент кафедры ЛБС

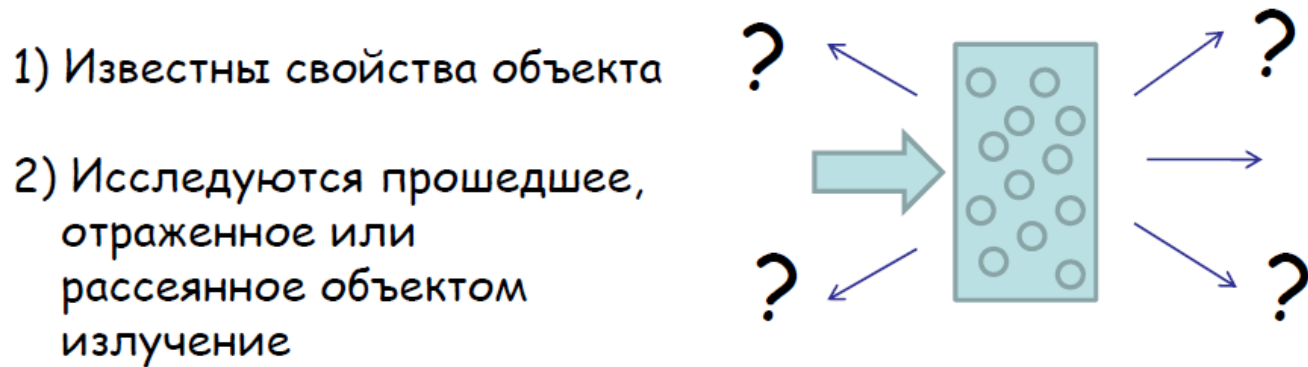
1.1. Введение

Физические методы - ряд современных инструментальных методов, которые разработаны физиками и используются в медицине

Характерные признаки физического метода:

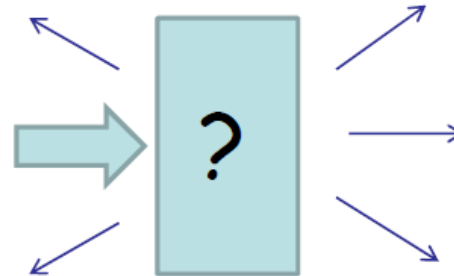
- 1) осуществляется взаимодействие падающего излучения, потока частиц или какого-либо поля с объектом
- 2) измеряется результат этого взаимодействия

Прямая задача физического метода



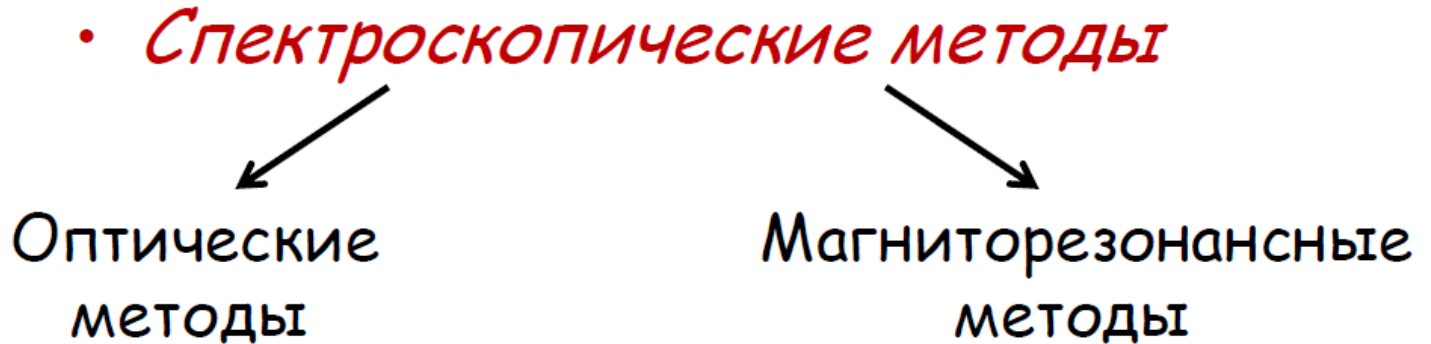
Обратная задача физического метода

- 1) Известен результат взаимодействия излучения и объекта
- 2) Определить свойства объекта



1.2. Классификация физических методов исследования

• *Спектроскопические методы*



```
graph TD; A[Спектроскопические методы] --> B[Оптические методы]; A --> C[Магниторезонансные методы];
```

Оптические методы

- колориметрия
- флуоресцентные методы
- пламенная спектроскопия
- УФ-спектроскопия
- ИК-спектроскопия
- спектроскопия комбинационного рассеяния
- колебательная спектроскопия
- электронная спектроскопия

Магниторезонансные методы

- ядерный магнитный резонанс
- электронный парамагнитный резонанс

Радиация Рентген



0.01nm

Рентген



1nm

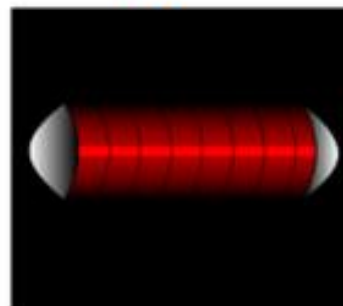
УФ



100nm



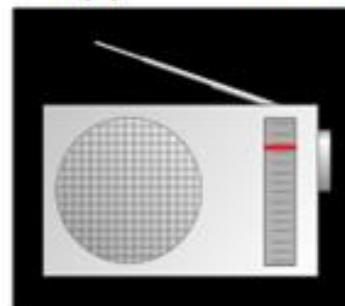
ИК



1μm

1cm

Радиоволны

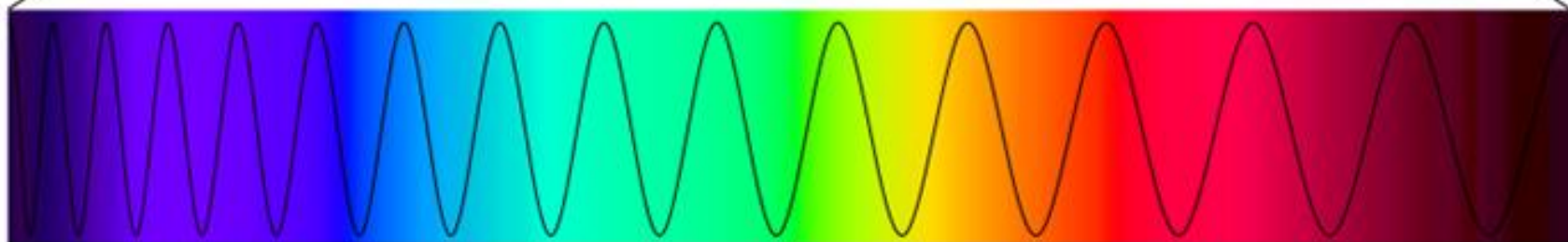


1m

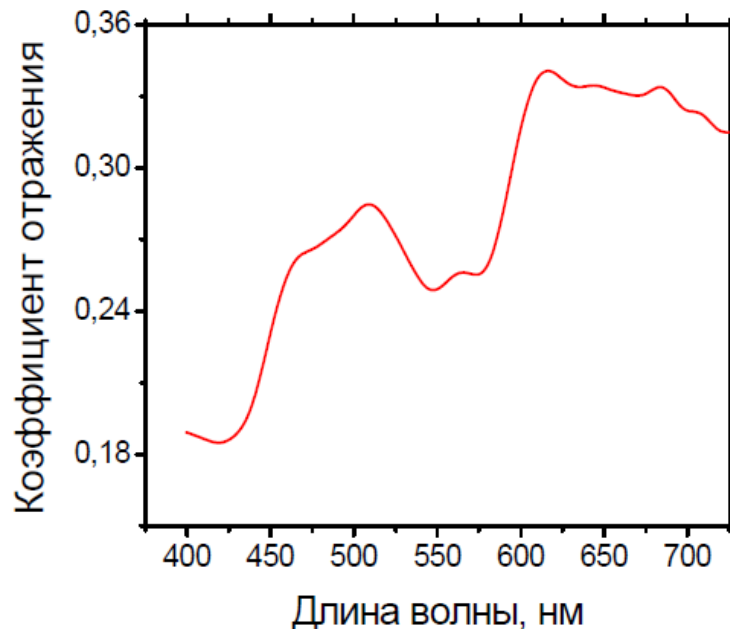
1km

400nm

700nm



Исследуется зависимость интенсивности излучения (I), прошедшего через вещество или рассеянного веществом, от длины волны или частоты падающего излучения то есть исследуют функцию $I(\lambda, \nu)$



Спектр отражения
кожи человека

Коэффициент отражения:

$$R = 1 - T = 1 - I/I_0$$

- *Колориметрия и абсорбционная фотометрия* – позволяют определить концентрацию растворенного вещества, зная интенсивность поглощенного раствором света с данной длиной волны
- *Флуоресцентные методы* – дают информацию об изменении конформации макромолекул под влиянием окружения, либо связывания с другими молекулами
- *Пламенная спектроскопия* позволяет определить концентрацию элемента по интенсивности излучения, индуцированного тепловым возбуждением атомов этого элемента

- Значение *УФ-спектроскопии* обусловлено тем, что большинство биохимических соединений, не поглощающих свет в видимой области, поглощают ультрафиолет
- *ИК-спектроскопия* позволяет идентифицировать многие биохимические соединения и изучить их свойства по полосам поглощения, находящимся в ИК-области спектра
- *Спектроскопия комбинационного рассеяния* позволяет различить структурные модели молекул. По интенсивности полос можно судить о концентрации вещества

- В *колебательной спектроскопии* частоты молекулярных колебаний используются для расчета силовых полей молекул, то есть для определения различного типа сил взаимодействия атомов в молекуле
- *Электронная спектроскопия* используется для изучения кинетики реакций, количественного анализа, изучения строения молекул, исследования таутомерии и других превращений

- Метод *ядерного магнитного резонанса* является структурным методом анализа и основан на взаимодействии магнитного и радиочастотного полей с ядрами, которые имеют отличный от нуля собственный магнитный момент
- Суть явления *электронного парамагнитного резонанса* заключается в резонансном поглощении электромагнитного излучения неспаренными электронами. ЭПР позволяет изучать объекты, обладающие такими электронами: свободные радикалы и соединения, включающие ионы

- *Дифракционные методы*

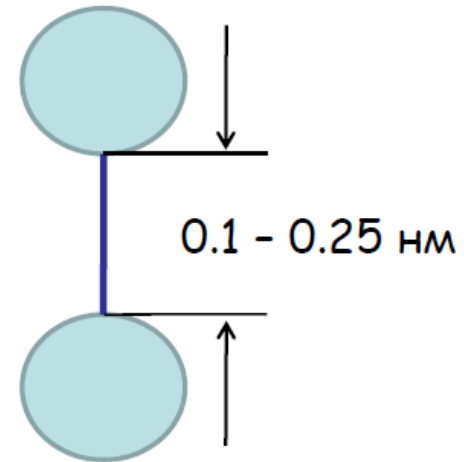
измеряют зависимость интенсивности
рассеянного излучения от угла рассеяния

- рентгенография
- нейтронография
- электронография

Рентгеновские лучи: 0.07 - 0.2 нм

Нейтронные лучи: 0.15 нм

Электронные лучи: 0.005 нм

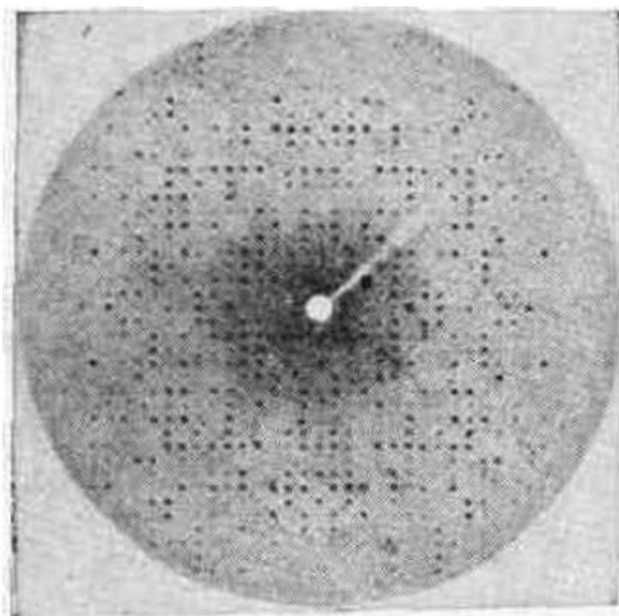


- Метод *рентгеноструктурного анализа* позволяет определять координаты атомов в трехмерном пространстве кристаллической решетки веществ

Применение РСА для установления пространственной структуры белков:

- 1) Получение высокоочищенного белка
- 2) Получение кристаллов белка

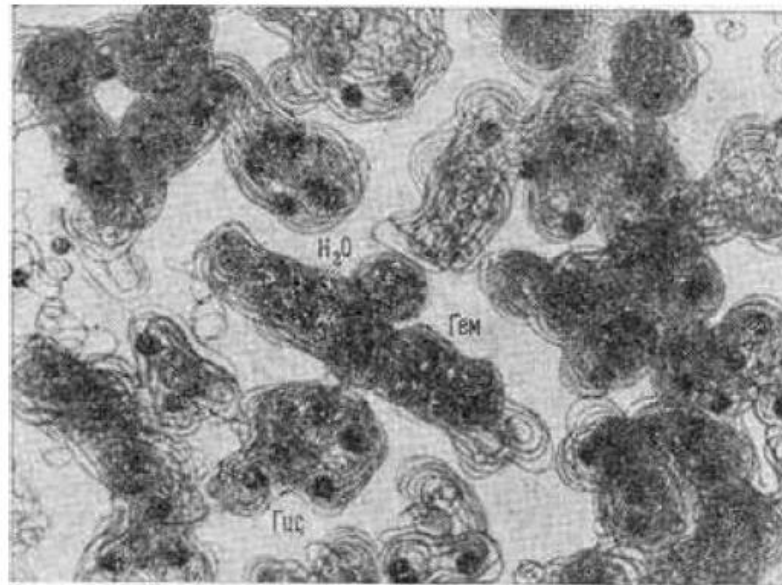
3) Получение дифрактограммы (рентгенограммы)



http://www.donnu.edu.ua/chem/student/methodic/phys_methods/index.html#0

Рентгенограмма от кристалла миоглобина кашалота

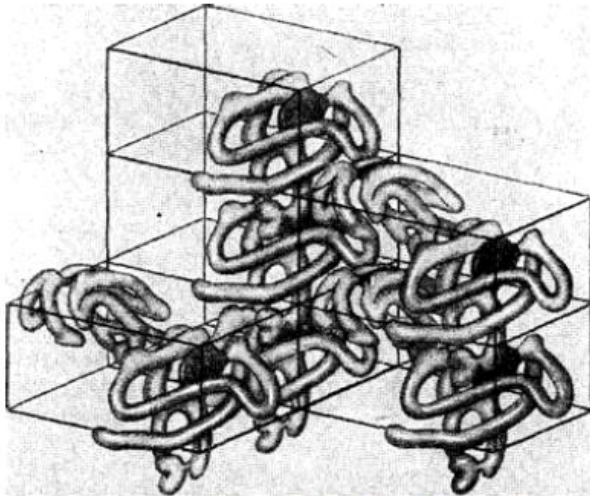
4) Построение на основе рентгенограммы карты распределения электронной плотности в элементарной ячейке белкового кристалла



http://www.donnu.edu.ua/chem/student/methodic/phys_methods/index.html#0

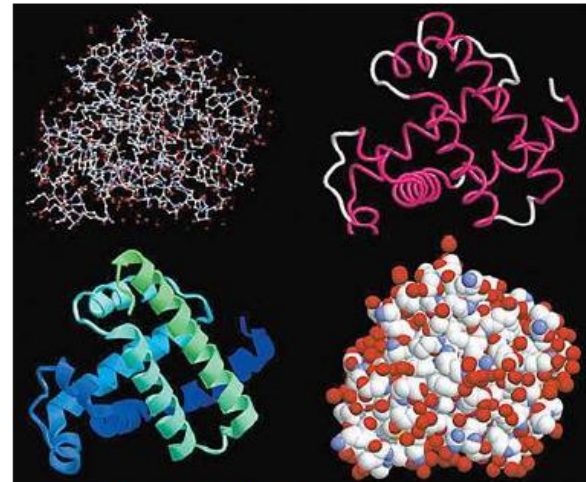
Карта распределения электронной плотности в миоглобине

5) Установление на основе карты электронной плотности координат отдельных атомов белковой молекулы в пространстве элементарной ячейки и размещение молекулы в элементарной ячейке с изображением трехмерной структуры этой молекулы



**Упаковка молекул миоглобина
в элементарных ячейках
кристаллической решетки**

http://www.donnu.edu.ua/chem/student/methodic/phys_methods/index.html#0



**Компьютерные модели
пространственной структуры
молекулы миоглобина**

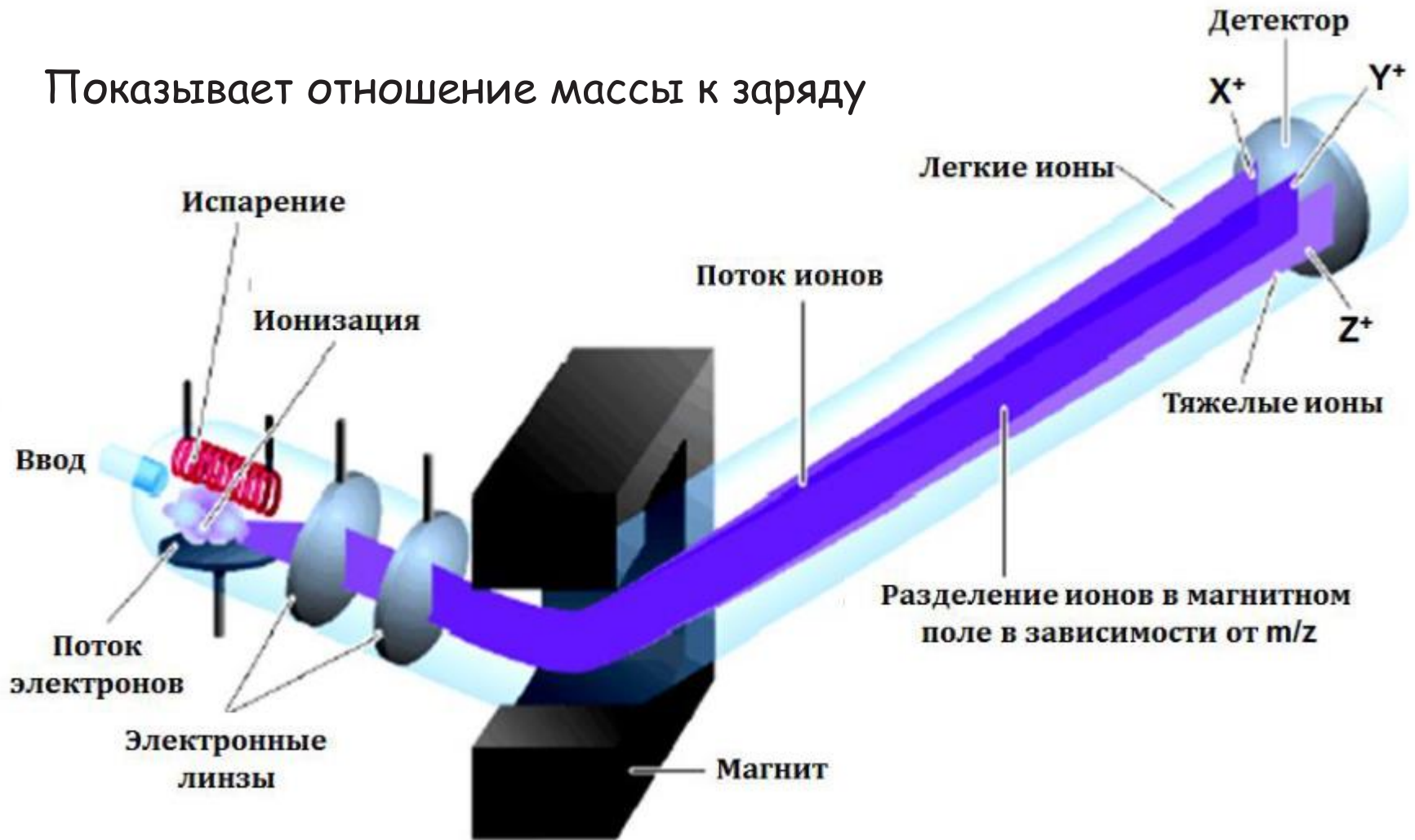
- *Ионизационные методы*

в результате взаимодействия какого-либо падающего излучения или потока частиц с объектом, молекулы последнего ионизируются и из них формируется новый поток частиц, который направляется на анализ

- масс-спектрометрия
- рентгеновская электронная спектроскопия (РЭС)
- ультрафиолетовая электронная спектроскопия (ФЭС)

Принципиальная схема масс-спектрометра

Показывает отношение массы к заряду



- Рентгеновское излучение выбивает электроны с внутренних оболочек. Метод РЭС позволяет определять энергию связи внутренних электронов с остовами атомов
- Методом ФЭС определяют последовательные потенциалы ионизации, т.е энергию электронов на различных молекулярных орбиталях

Дмитрий Николаевич Артемьев

Доцент кафедры лазерных и
биотехнических систем,
с.н.с. научно-исследовательской
лаборатории «Фотоника»

443086 Россия, Самара,
Лукачева 396 (научный корпус) к. 314

Email: artemyevdn@ssau.ru

Phone: + 8(962) 607-02-87

