

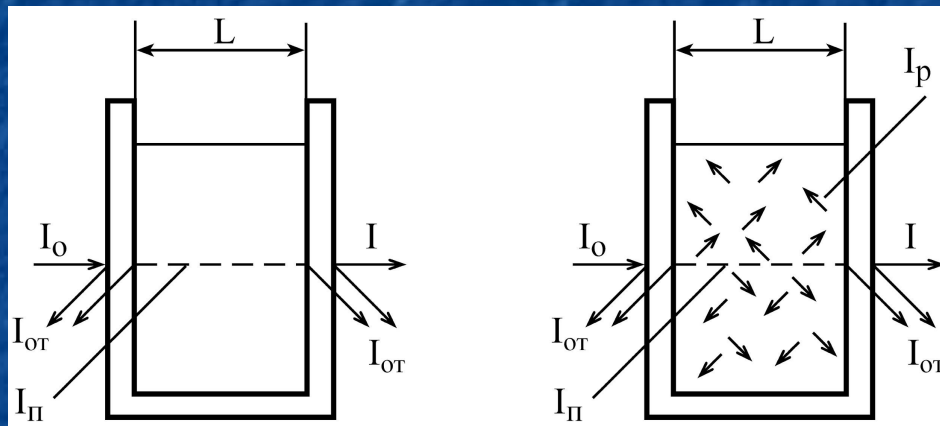
Диапазоны оптической области электромагнитных излучений

| | |
|-------------------------|----------------------------|
| 1. Крайний УФ диапазон | 1–10 нм |
| 2. Дальнее УФ излучение | 10– 200 нм |
| 3. Ближнее УФ излучение | 200– 400 нм |
| 4. Видимый свет | 400–780 нм |
| 5. Ближний ИК диапазон | 780–2,5*10 ³ нм |
| 6. Среднее ИК излучение | 2,5–50 мкм |
| 7. Дальнее ИК излучение | 50–1000 мкм |

Классификация оптических методов исследования

- *Классификация по спектральным характеристикам оптического излучения:*
- а) Фотометрические
- б) Спектрофотометрические
- 2. *Классификация по виду взаимодействия вещества с излучением:*
- а) Абсорбционная фотометрия
- б) Нефелометрия
- в) Турбидиметрия
- г) Рефлектометрия
- д) Эмиссионная фотометрия
- е) Люминисцентная фотометрия
- 3. *Классификация методов по объектам исследования:*
- а) Методы исследования биопробы и жидкости (аналитические)
- б) Методы, предназначенные для исследования организма.

Явления, возникающие при прохождении света через объекты



прозрачный
раствор

дисперсная
среда

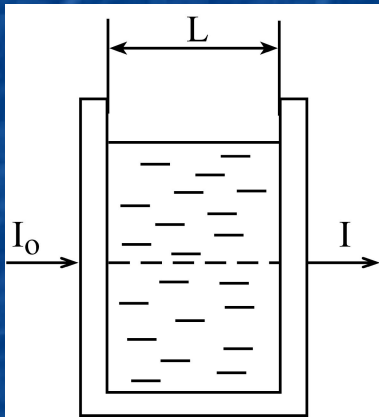
- I_0 – интенсивность падающего светового потока;
- $I_{от}$ – интенсивность светового потока, отраженной от стенки кюветы;
- $I_{п}$ – интенсивность светового потока, поглощенной окрашенным раствором;
- $I_{р}$ – интенсивность светового потока, рассеянного дисперсной средой;
- I – интенсивность светового потока, прошедшего через слой исследуемого вещества.

$$I_0 = I_{от} + I_{п} + I$$

$$I_0 = I_{от} + I_{п} + I_{р} + I$$

- для раствора,
- для дисперсной среды

Прохождение светового потока через кювету с раствором



$T = I / I_0$ – коэффициент пропускания

$D = \lg(I_0/I) = \lg(I_0/T)$ – оптическая плотность

$D_\lambda = a_\lambda CL$, или

$\lg(I_0/I) = \varepsilon_\lambda L$, или

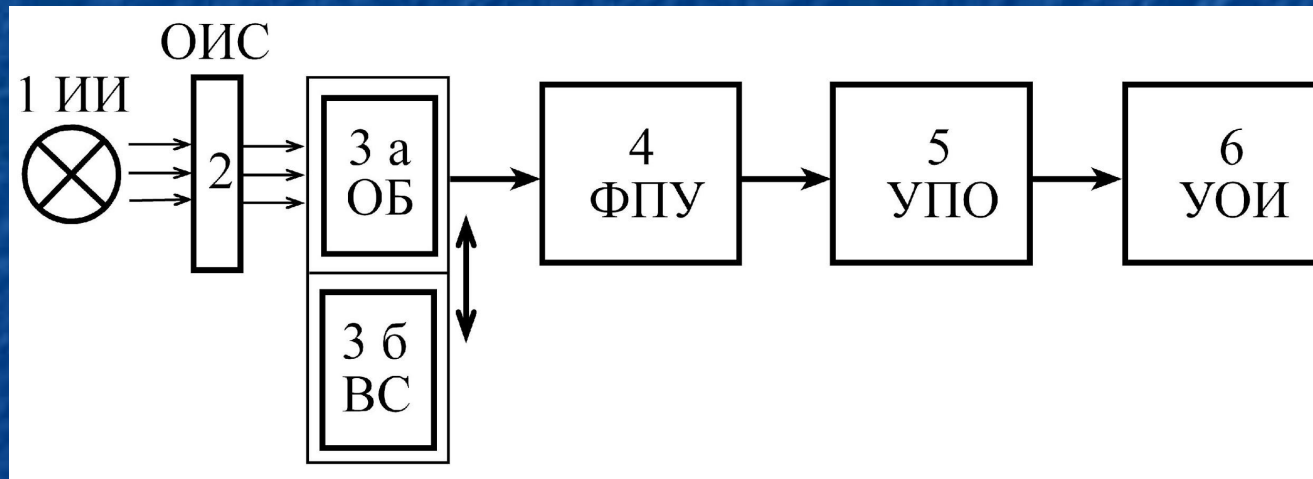
$I = I_0 \exp(-\varepsilon_\lambda L)$.

– закон Бугера –
Ламберта – Бера

$$\lg(I_0/I) = \sum_{i=1}^n \lg(I_0/I_i) = \sum_{i=1}^n D_{\lambda i}$$

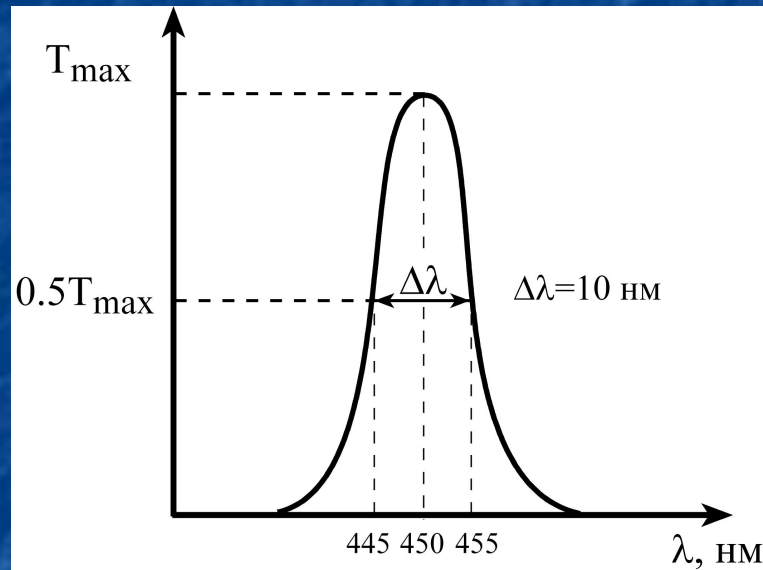
– Нахождение
оптической плотности
р-ра для нескольких
веществ

Схема одноканального абсорбционного фотокolorиметра



1 – источник излучения 2 – оптическая избирательная система, 3а – исследуемое вещество, 3б – вещество сравнения, 4 – фотоприемное устройство, 5 – устройство преобразования информации, 6 – устройство регистрации и отображения информации.

Определение ширины полосы пропускания фильтра



Структура двухлучевого одноволнового фотометра

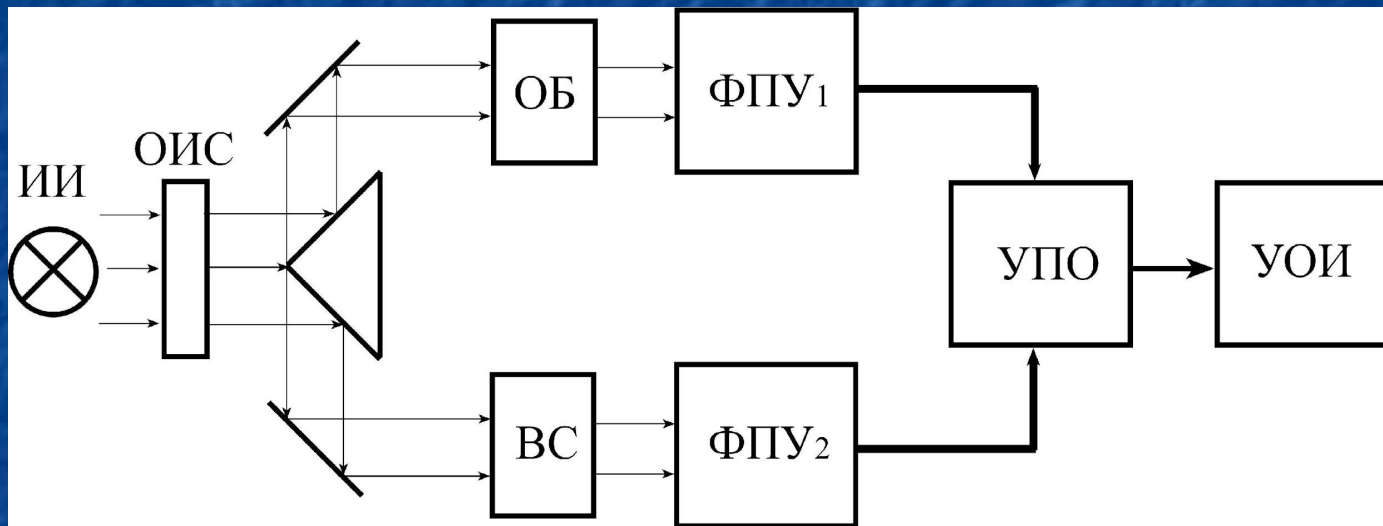
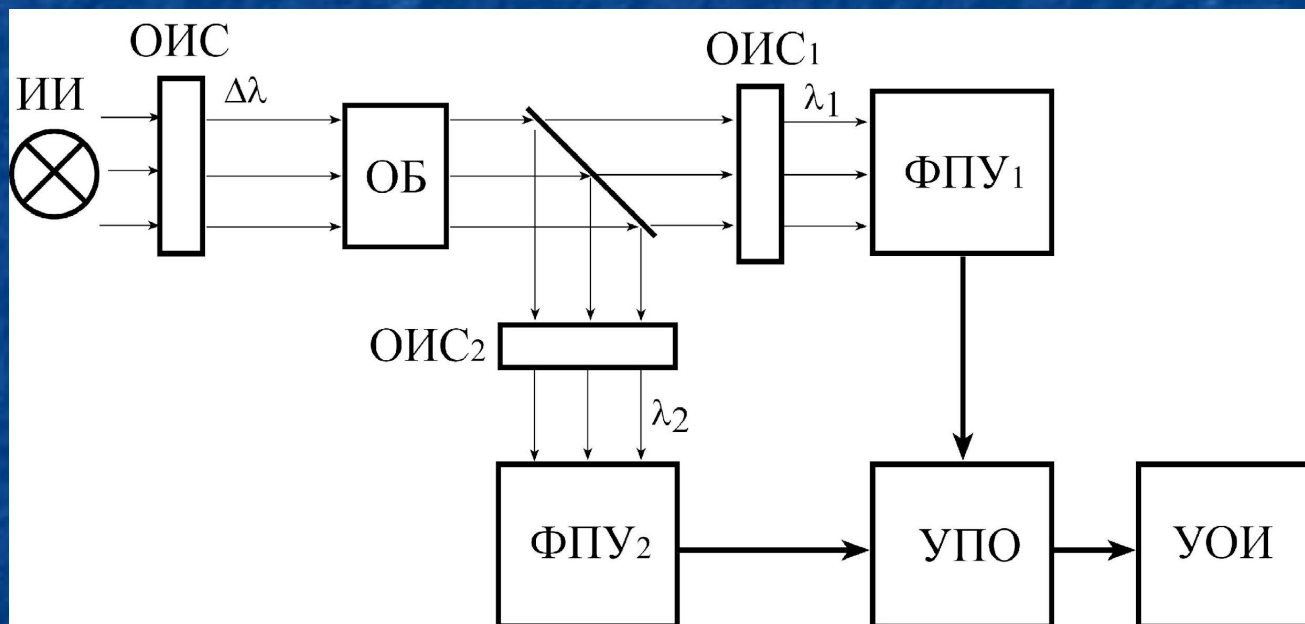
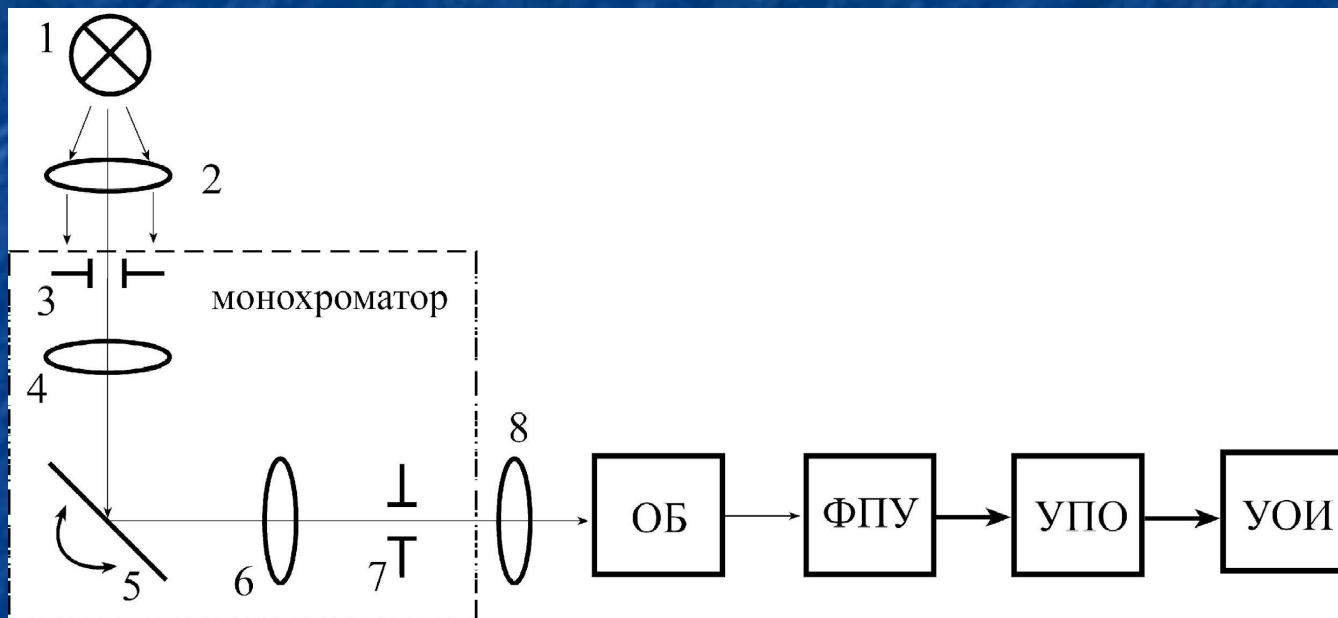


Схема двухволнового одноканального фотометра



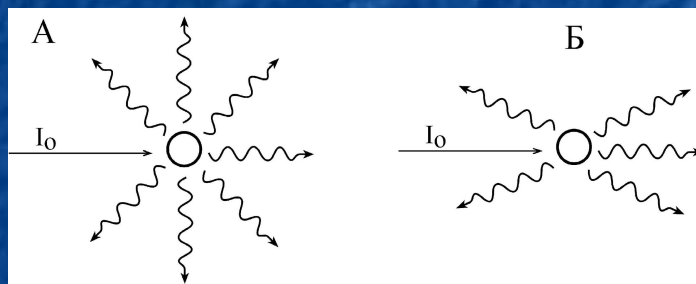
Обобщенная структурная схема одноканального спектрофотометра



1 – источник световой энергии, 2 – оптическая система, направляющая поток энергии на входную щель; 3 – входная щель; 4 – оптическая система, формирующая параллельный поток световой энергии; 5 – диспергирующий элемент (призма или дифракционная решетка); 6 – оптическая система, направляющая поток энергии на выходную щель; 7 – выходная щель; 8 – оптическая система, формирующая поток энергии, проходящий через кювету.

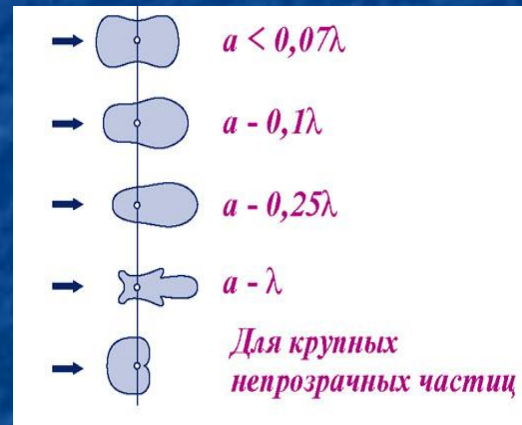
Рассеяние света при различных соотношениях размера частиц a и длины волны электромагнитного излучения λ

Рэлеевское рассеяние Рассеяние Ми



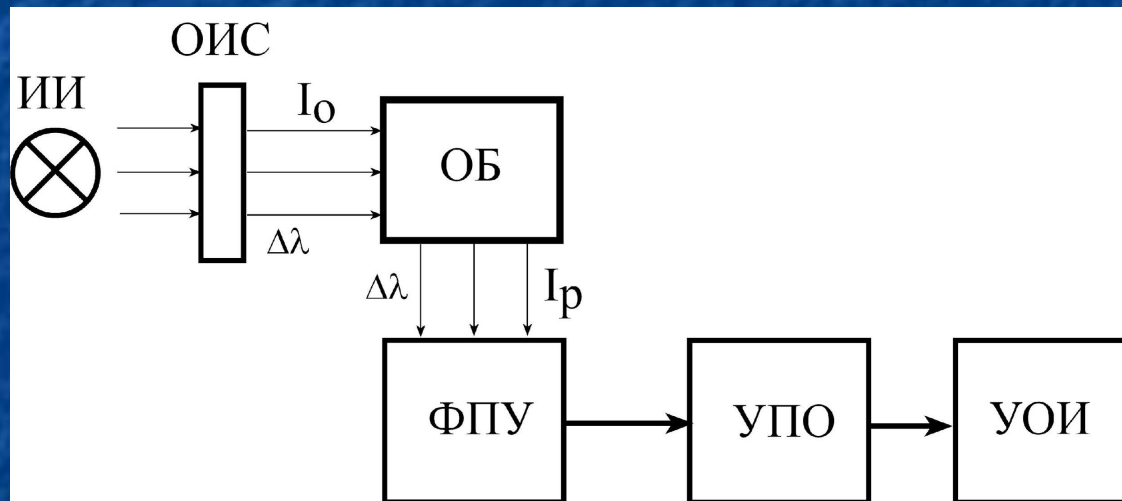
$a < 0.12 \lambda$

$a = 2 \lambda$



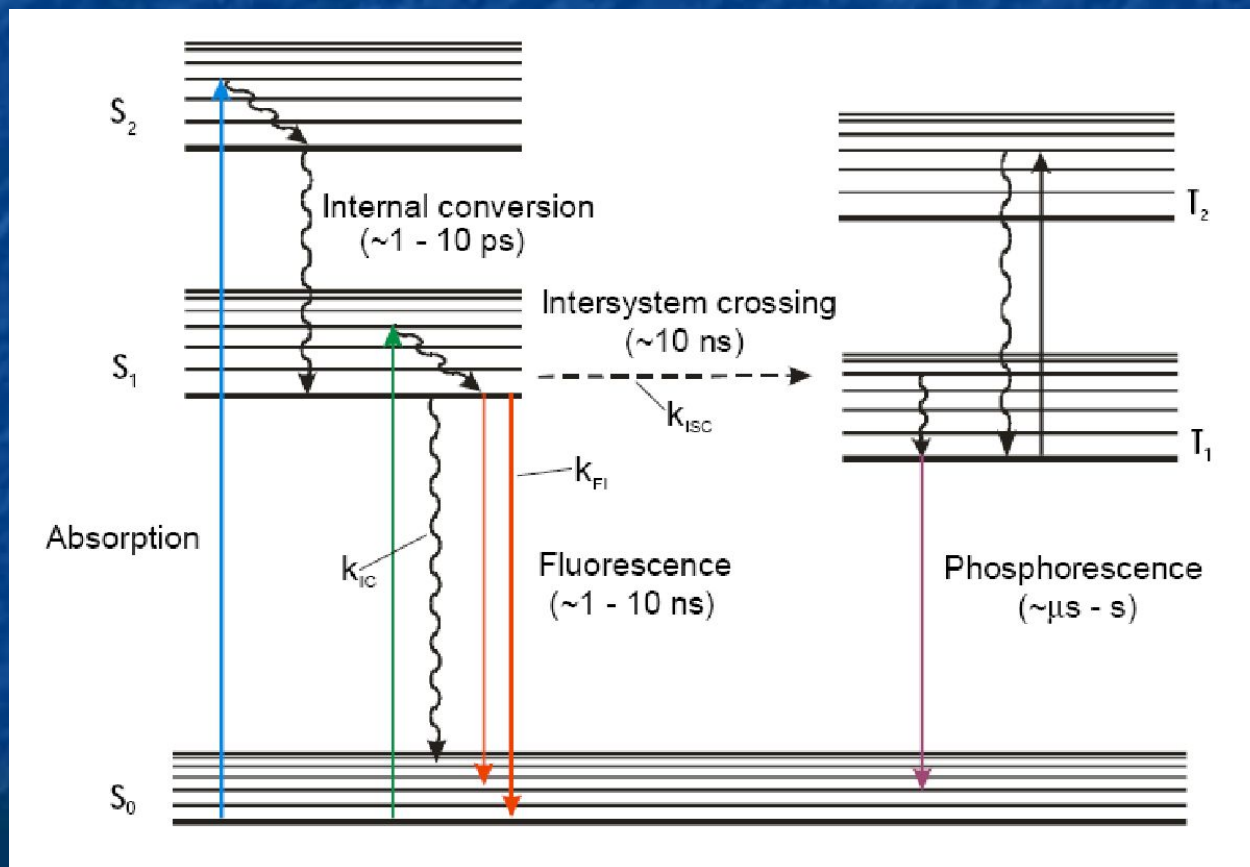
Индикатрисы рассеяния света для частиц разных размеров

Схема нефелометра

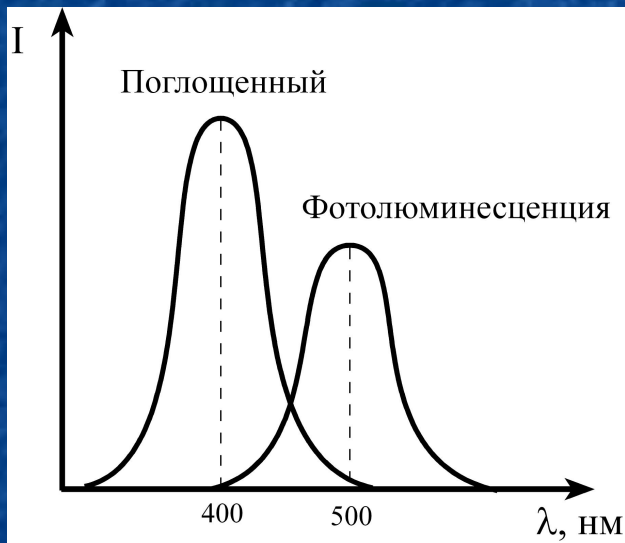


I_0 – падающий световой поток;
 I_p – световой поток рассеянный средой

Схема энергетических переходов в молекуле при возникновении люминесценции



Явление люминесценции – основные закономерности



Спектры поглощенного излучения и возбужденного свечения (з-н Стокса)

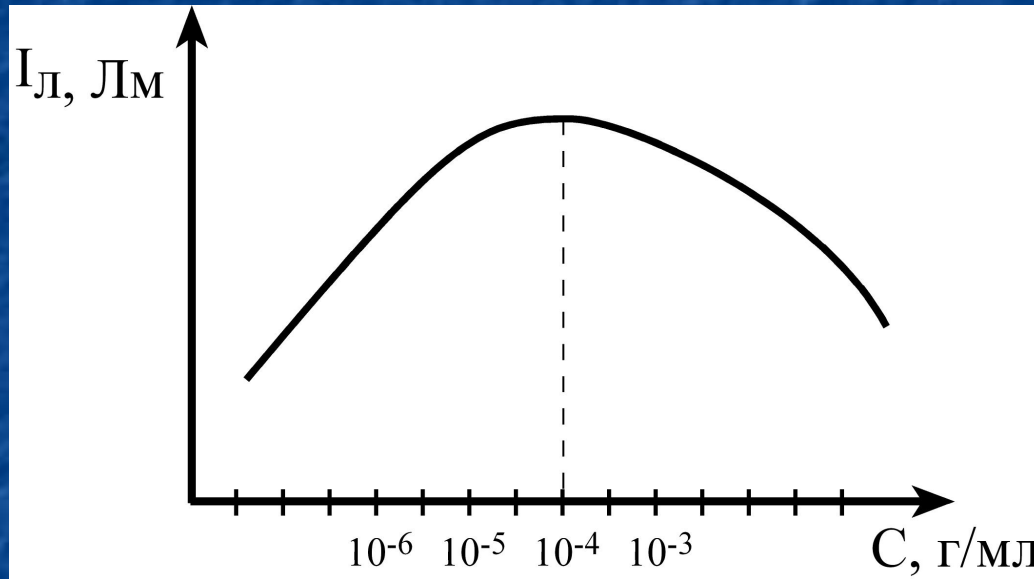
Определение концентрации вещества по люминесценции

$$E = m\lambda Cl,$$
$$C = E/m\lambda l$$

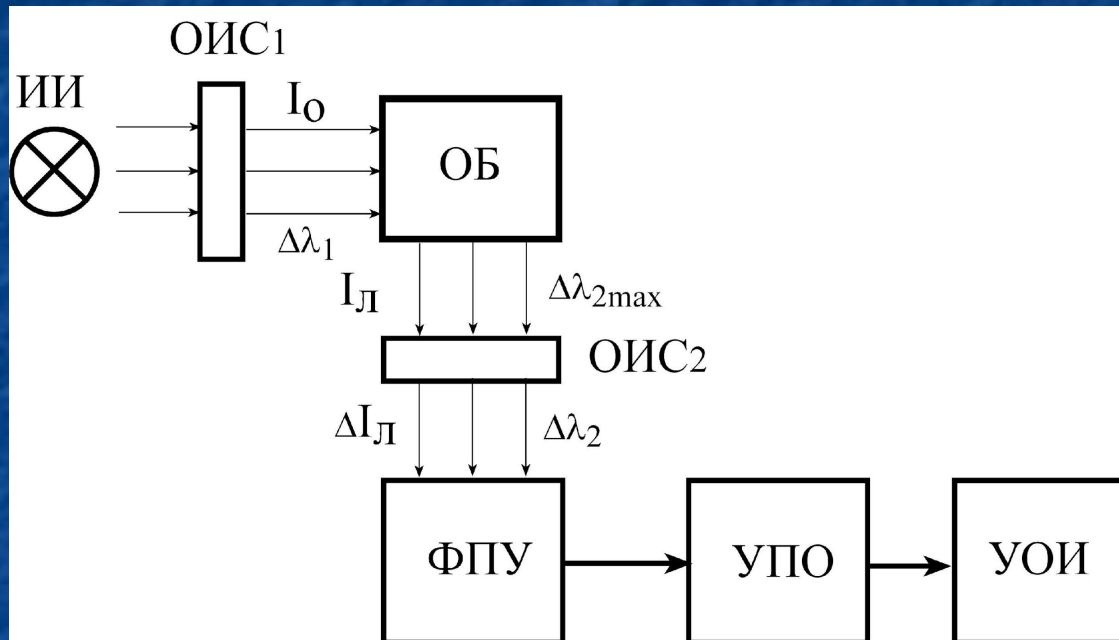
Определение энергетического выхода люминесценции

$$\frac{I_l}{I_n} = E = \left(\frac{I_l}{I_0} \right) (1 - \tau_l)$$

Зависимость интенсивности флуоресценции от концентрации флюоресцирующего вещества

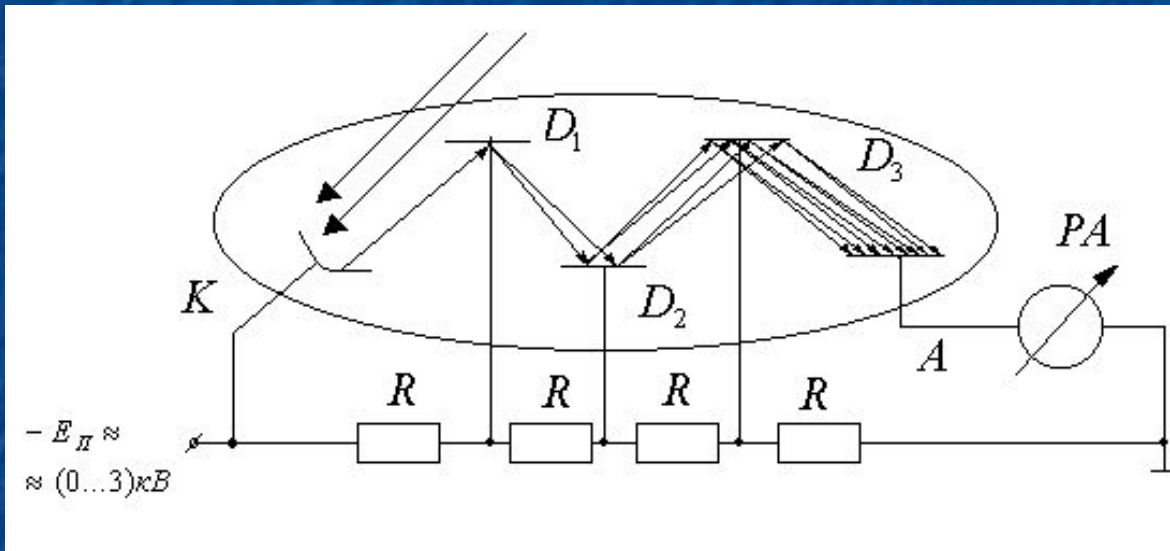


Структура флуориметра



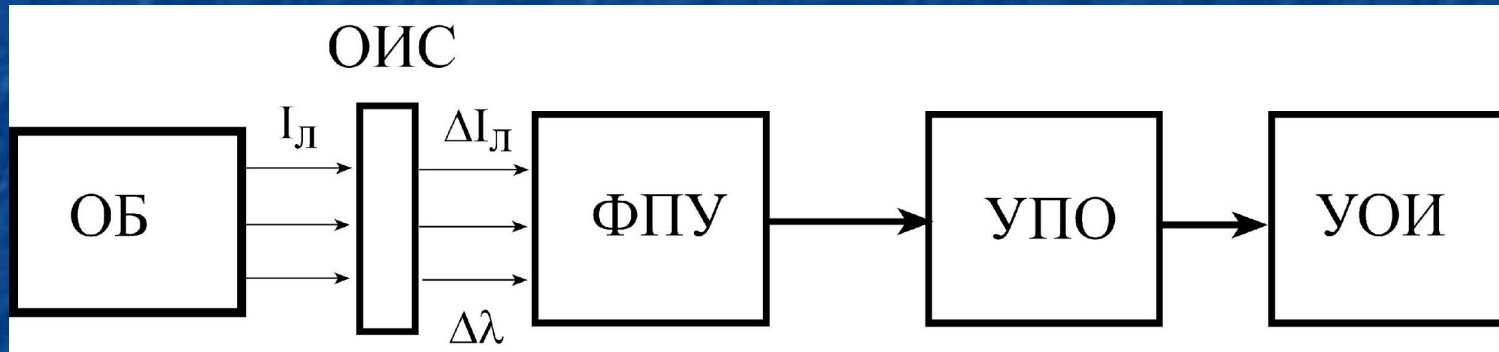
ОИС1 – полосовой фильтр, пропускающий световой поток для возбуждения в полосе длин волн $\Delta\lambda_1$; ОБ – возбуждающая ячейка; ОИС2 – полосовой фильтр, пропускающий излученный световой поток в полосе длин волн $\Delta\lambda_2$; I_0 – падающий поток световой (возбуждающий) в полосе длин волн $\Delta\lambda_1$ для исследуемого раствора; I_L – излученный световой поток с максимумом излучения λ_2 ; ΔI_L – световой поток в полосе длин волн $\Delta\lambda_2$

Схема подключения фотоэлектронного умножителя



К – фотокатод, D₁...D₃ – диноды, PA – микроамперметр, А – анод, R – делитель напряжения

Схема хемилюминометра



ОИС – полосовой фильтр, пропускающий излученный световой поток в полосе длин волн $\Delta\lambda$; I_{λ} – световой поток, излучаемый исследуемой средой; ΔI_{λ} – световой поток в полосе длин волн $\Delta\lambda$.

Поляриметрия

Определение концентрации оптически активного вещества

$$C = \frac{\alpha}{[\alpha]_D^{20} \cdot l}$$

C – концентрации оптически активного вещества (г/см³)

l – длины (дм) кюветы

– удельное вращение – угол вращения при концентрации вещества 1 г/мл, длине трубки 10 см, температуре 20⁰ С и желтом свете (D линия Na) – $\lambda=589,3$ нм.

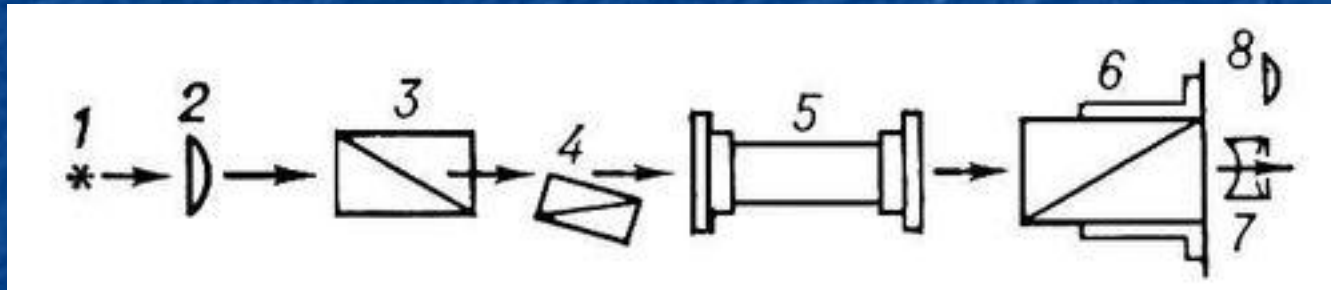
α – экспериментально измеренный угол вращения

$$[\alpha]_0^{20}$$

Примеры оптических характеристик некоторых веществ

| Раствор | $[\alpha]_0^{20} \frac{\text{град} \cdot \text{см}^3}{\text{дм} \cdot \text{г}}$ | Направление вращения плоскости поляризации |
|--------------------|--|---|
| Тростниковый сахар | +66,44 | Правое |
| Виноградный сахар | +52,5 | Правое |
| Фруктовый сахар | -91,9 | Левое |

Схема полутеневого поляриметра



1 – источник света; 2 – конденсор; 3–4 – полутеневого поляризатор; 5 – трубка с измеряемым оптически-активным веществом; 6 – анализатор с отсчётным устройством; 7 – зрительная труба; 8 – окуляр отсчётного устройства (например, микроскопа-микрометра).

Фотооксигеметрия

Определение сатурации крови кислородом

$$SpO_2 = \frac{[HbO_2]}{[HbR] + [HbO_2]} * 100\%$$

ИЛИ

$$SpO_2 = 1 - \frac{[HbR]}{[HbR] - [HbO_2]}$$

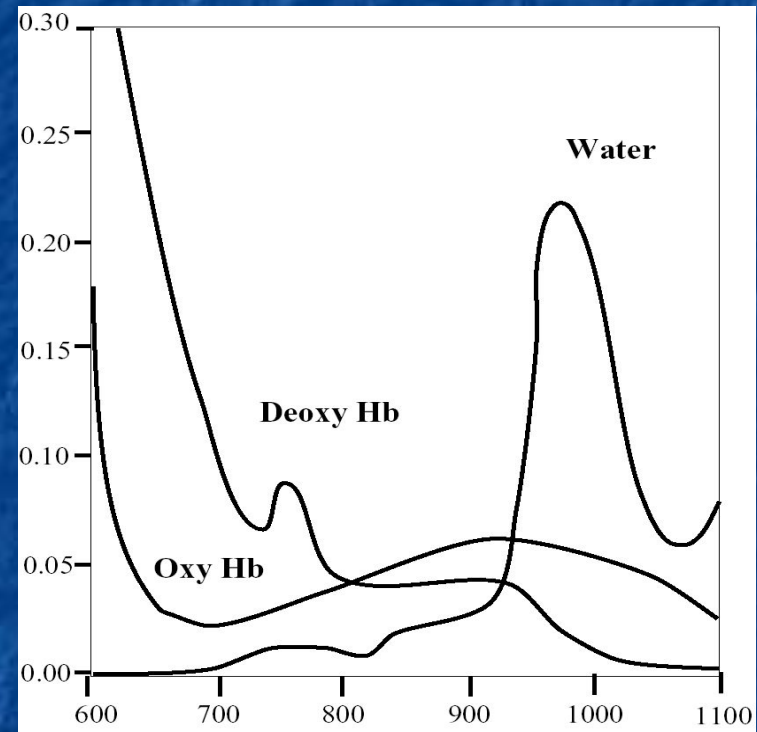
Практическое определение SpO_2
при фотооксигеметрии

$$SpO_2 = A - B \cdot \frac{D(660\text{нм})}{D(810\text{нм})}$$

D(660), D(810) – величины оптической плотности
крови измеренная с использованием света с λ 660
и 810 нм

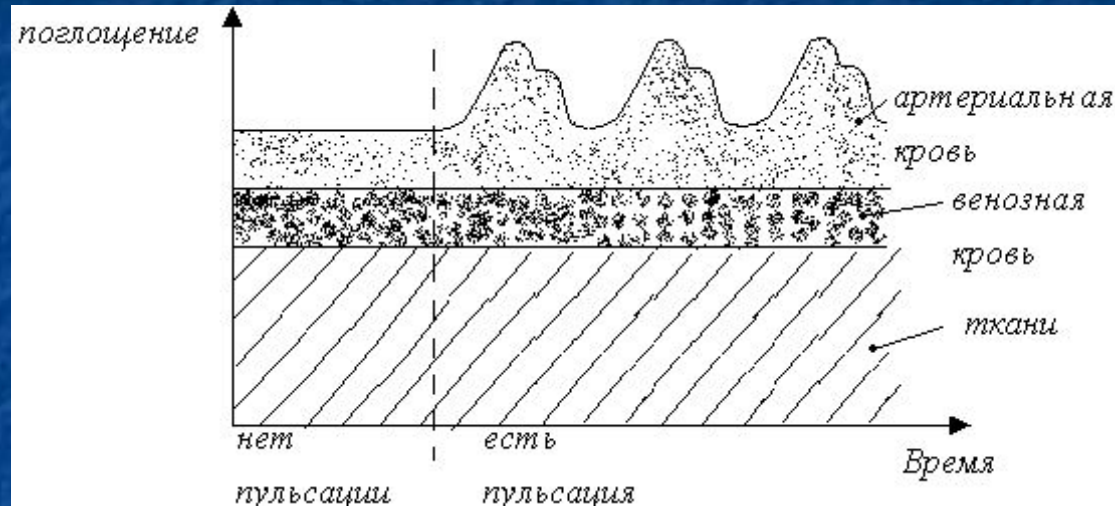
A и **B** опытные константы.

Спектры поглощения различных форм гемоглобина:



Oxy Hb оксигемоглобин
Deoxy Hb – восстановленного
гемоглобин

Пульсоксигеметрия



Изменение величины поглощения при пропускании света через биоткань с кровеносными сосудами.

Показатель оксигенации крови

$$R = \left(\frac{A \approx}{A =} \right)^{КР} / \left(\frac{A \approx}{A =} \right)^{ИК}$$

$A \approx$ и $A =$ – пульсовые и постоянные составляющие поглощения по красному и инфракрасному каналу

Структурная схема пульсоксиметра

