

## Лабораторная работа

# Определение концентрации веществ в растворах с помощью колориметра фотоэлектрического концентрационного КФК-2

### 1. Цель работы:

1. Изучение метода фотоэлектроколориметрического определения концентрации окрашенных растворов.

### 2. Приборы и принадлежности:

1. Колориметр фотоэлектрический концентрационный КФК-2.
2. Кюветы.
3. Растворы исследуемого вещества различной концентрации.
4. Раствор неизвестной концентрации.

### 3. Теоретическое введение:

КФК-2 колориметр фотоэлектрический концентрационный предназначен для измерения коэффициентов пропускания и оптической плотности жидких растворов и твердых тел, а также определения концентрации веществ в растворах методом построения градуировочных графиков, в отдельных участках диапазона длин волн (315-980 нм), выделяемых светофильтрами.

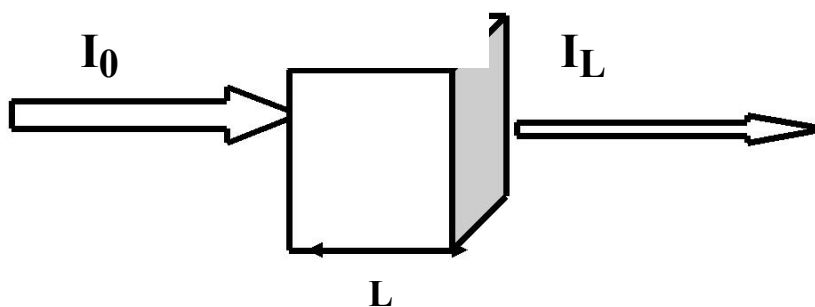
Колориметр позволяет также производить измерения коэффициентов пропускания рассеивающих взвесей, эмульсий и коллоидных растворов в проходящем свете.

Фотоэлектроколориметрический метод определения концентрации веществ в растворе очень широко применяется в клинической лабораторной диагностике. Например, количественное определение белка в моче, определение концентрации гемоглобина в крови, определение общего белка в сыворотке крови и т.д.

В основе работы фотоэлектроколориметра лежит закон поглощения света веществом.

При пропускании света интенсивностью  $I_0$  через слой вещества  $L$  его

интенсивность уменьшается и становится равной  $I_L$ . Уменьшение интенсивности является следствием взаимодействия световой волны с электронами вещества, в результате которого часть энергии световой волны передается электронам. Это явление получило название поглощение света. Рассмотрим закон поглощения света веществом.



$$I_L = I_0 \cdot e^{-\chi_{\lambda} \cdot L}$$

Где:  $I_L$  - интенсивность света, прошедшего слой вещества толщиной  $L$ ,  
 $I_0$  - интенсивность света входящего в среду,  
 $\chi_\lambda$  - мономатический натуральный показатель поглощения, зависящий от свойств среды;  
 Знак “-” означает, что интенсивность света уменьшается.

Натуральный мономатический показатель поглощения  $\chi_\lambda$  является величиной, обратной расстоянию, на котором интенсивность света ослабляется в результате поглощения в среде в  $e$  раз. Свет различных длин волн поглощается веществом различно, поэтому показатель поглощения  $\chi_\lambda$  зависит от длины волны.

Мономатический натуральный показатель поглощения раствора поглощающего вещества в непоглощающем растворителе пропорционален концентрации  $C$  раствора (**закон Бера**):  $\chi_\lambda = \chi_c \cdot C$

где  $\chi_c$  - мономатический показатель поглощения.

Закон Бера выполняется только для разбавленных растворов.

Объединяя законы Бугера и Бера получаем **закон Бугера-Ламберта-Бера**.

$$I_L = I_0 \cdot e^{-\chi_c \cdot c \cdot L}$$

$\tau = \frac{I_L}{I_0}$  - называется коэффициентом светопропускания.

**Оптическая плотность вещества равна:**

$$D = \ln \frac{1}{\tau} = \ln \frac{I_0}{I_L} = \chi \cdot c \cdot L$$

Закон Бугера-Ламберта-Бера лежит в основе концентрационной колориметрии.

#### 4. Устройство КФК-2

В оптический блок входят:

1. Осветитель
2. Оправа с оптикой (конденсор)
3. Светофильтры-цветные. Светофильтры вмонтированы в диск. Светофильтр в световой пучок вводится ручкой “светофильтры”. Рабочее положение каждого светофильтра фиксируется.

В данном приборе используются следующие светофильтры (см. табл. № 1).

Таблица № 1.

№ светофильтра	$\lambda$ светофильтра (нм)	№ светофильтра	$\lambda$ светофильтра(нм)
1	315	6	540
2	364	7	590
3	400	8	670
4	440	9	750
5	490	10	870

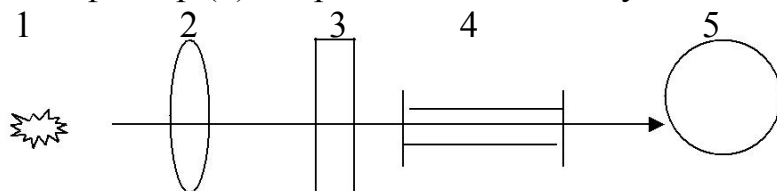
4.Кюветодержатель.

5.Фотоэлемент.

6.Регистрирующий прибор. В качестве регистрирующего устройства применен микроамперметр, со шкалой оцифрованной в коэффициентах пропускания  $\tau$  и оптической плотности  $D$

### 5. Принцип работы КФК-2

Световой пучок от источника света (1) , конденсором (2) через светофильтр (3) направляется на кювету с исследуемым раствором (4).



Световой поток, прошедший через кювету с раствором, преобразуется в электрический сигнал с помощью фотоприемников (5).

Полученный электрический сигнал подается на усилитель постоянного тока и затем на измерительный прибор, показания которого пропорциональны световому потоку, проходящему через исследуемый раствор.

### 6. Порядок выполнения работы

#### 1. Подготовка к работе

1.Колориметр включить в сеть за 15 мин до начала измерений. Во время прогрева кюветное отделение должно быть открыто.

2.Ввести необходимый по роду измерений цветной светофильтр.

3.Установить минимальную чувствительность колориметра.

Для этого: а) ручку “чувствительность” установить в положение”1” б) ручку “установка 100 грубо”-в крайнее левое положение.

4.Перед измерениями и при переключении фотоприемников проверить установку стрелки колориметра на “0” по шкале коэффициентов пропускания  $\tau$  при открытом кюветном отделении. При смещении стрелки от нулевого положения ее подводят к нулю с помощью потенциометра “нуль”, выведенного под шлиц.

## II. Работа с прибором

1. В световой пучок поместить кювету с контрольным раствором.

2. Закрыть крышку кюветного отделения.

3. Ручками «чувствительность» и «установка 100 грубо и точно» установить отсчет 100 по шкале колориметра (ручка «чувствительность» может находиться в одном из трех положений: «1», «2», «3».).

4. Затем, поворотом ручки кюветодержателя кювету с растворителем или контрольным раствором заменить на кювету с исследуемым раствором.

5. Снять отсчет по шкале пропускания  $\tau$  исследуемого раствора в процентах и оптическую плотность раствора.

## III. Определение концентрации вещества в растворе

Для определения концентрации вещества в растворе следует соблюдать следующую последовательность в работе.

### 1. Построение градуировочной кривой для данного вещества а)

Измерить оптические плотности и коэффициент светопропускания всех растворов, концентрации которых вам известны, на выбранной длине волны.

б) Измерить оптическую плотность и коэффициент светопропускания раствора с неизвестной концентрацией.

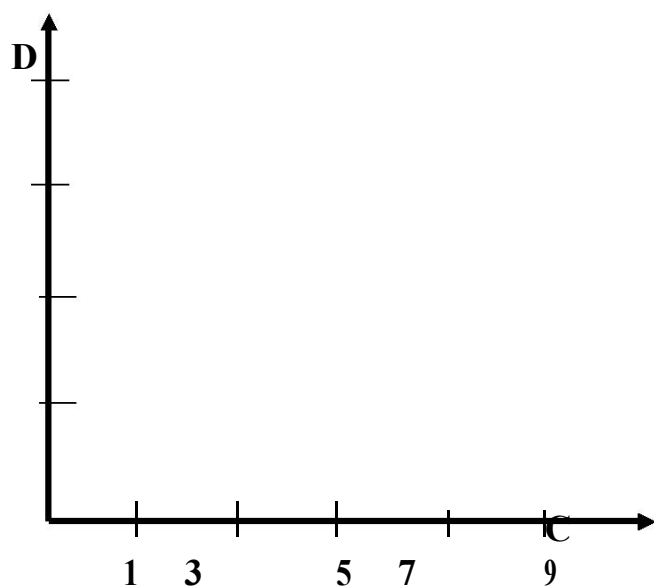
2.

Данные занести в таблицу:

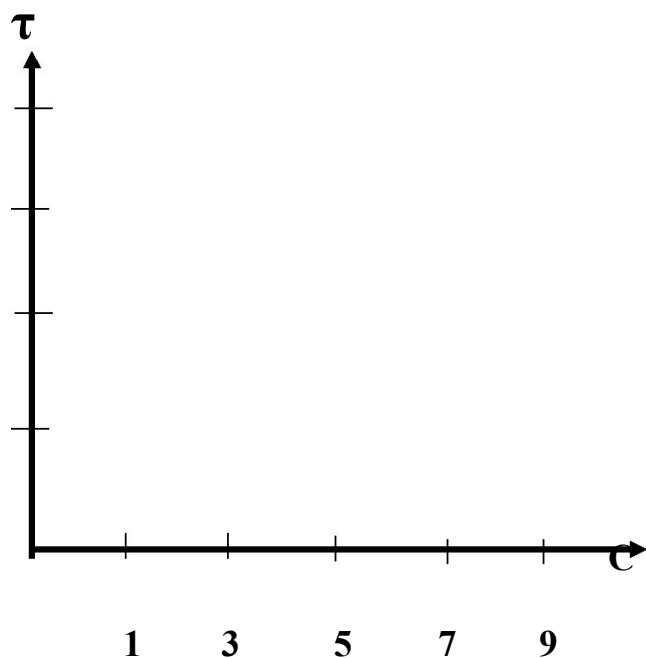
Длина волны	Концентрация раствора	Оптическая плотность раствора	Коэффициент светопропускания
	1 %		
	3 %		
	5 %		

	7%		
	9%		
	Cx%		

в) Построить градуировочную кривую, откладывая по горизонтальной оси известные концентрации, а по вертикальной – соответствующие им значения оптической плотности.



г) Построить градуировочную кривую, откладывая по горизонтальной оси известные концентрации, а по вертикальной – соответствующие им значения коэффициента светопропускания.



#### 4) **Определение концентрации вещества в растворе**

а) Налить раствор неизвестной концентрации в кювету, определить оптическую плотность раствора.

б) По градировочной кривой найти концентрацию, соответствующую измеренному значению оптической плотности.

Вывод:

#### 7. **Контрольные вопросы**

1. Для чего используется колориметр фотоэлектрический концентрационный?
2. Назовите области применения фотоэлектроколориметрического метода.
3. Сущность явления поглощения света веществом. Закон Бугера, его смысл.
5. Закон Бера, его смысл.
6. Закон Бугера-Ламберта-Бера, его смысл.
7. Дать определение коэффициента пропускания и оптической плотности вещества.
8. Опишите устройство и принцип действия КФК-2.
9. Как построить градировочную кривую для данного вещества.
10. Как определить концентрацию вещества в растворе?

#### **Литература:**

1. Ремизов А.Н., Медицинская и биологическая физика: Учеб. Для мед. спец. Вузов.-М.: Высш. школа глава 29, стр. 530-532.
2. Н.М. Ливенцев Курс физики, стр. 238-242.
3. Конспект лекции по теме: Оптика.