

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. Теоретические введение:

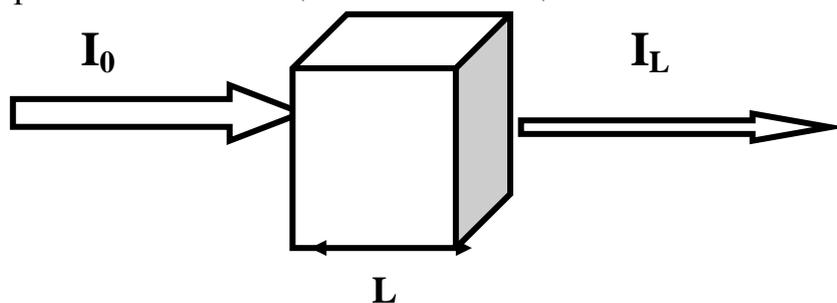
КФК-2 колориметр фотоэлектрический концентрационный предназначен для измерения коэффициентов пропускания и оптической плотности жидких растворов и твердых тел, а также определения концентрации веществ в растворах методом построения градуировочных графиков, в отдельных участках диапазона длин волн (315-980 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,
 χ_λ - мономатический натуральный показатель поглощения, зависящий от свойств среды;
 Знак “-“ означает, что интенсивность света уменьшается.

Натуральный мономатический показатель поглощения χ_λ 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 χ_λ 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 χ_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	λ светофильтра (нм)	№ светофильтра	λ светофильтра(нм)

1	315	6	540
2	364	7	590
3	400	8	670
4	440	9	750
5	490	10	870

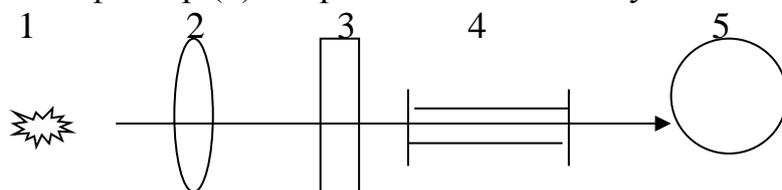
4. Кюветодержатель.

5. Фотоэлемент.

6. Регистрирующий прибор. В качестве регистрирующего устройства применен микроамперметр, со шкалой оцифрованной в коэффициентах пропускания τ 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

I. 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 τ 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. Закрывать 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 τ 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

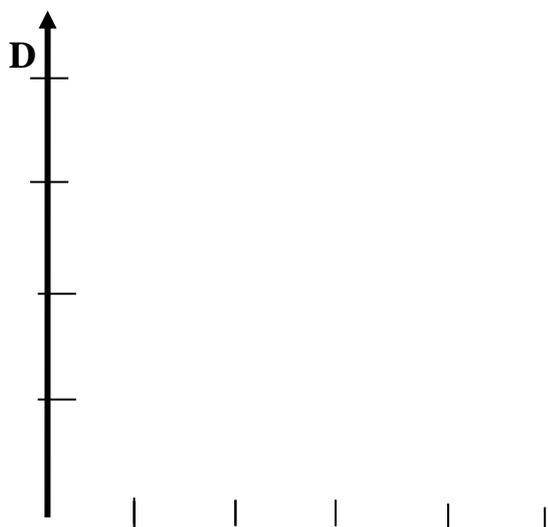
а) Измерить оптические плотности и коэффициент светопропускания всех растворов, концентрации которых вам известны, на выбранной длине волны.

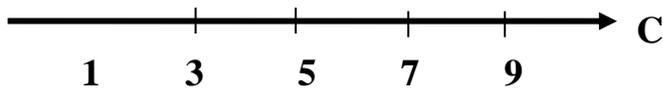
б) Измерить оптическую плотность и коэффициент светопропускания раствора с неизвестной концентрацией.

Данные занести в таблицу:

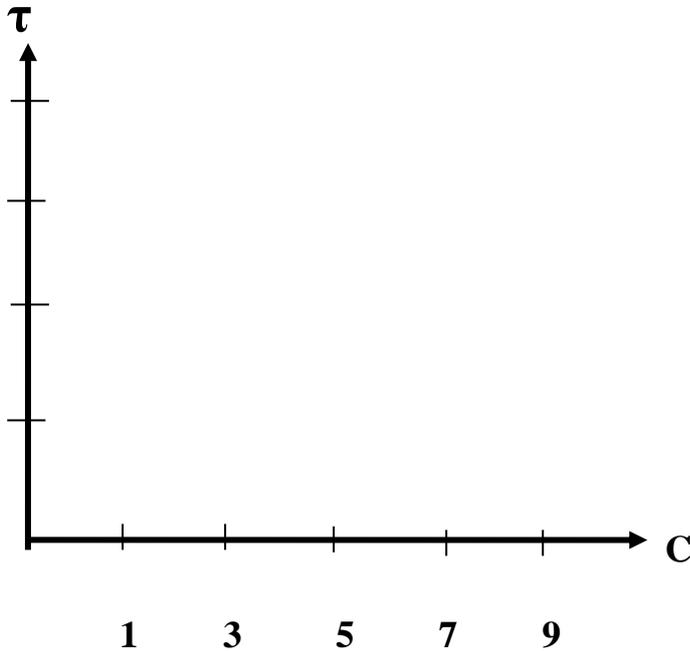
Длина волны	Концентрация раствора	Оптическая плотность раствора	Коэффициент светопропускания
	1 %		
	3 %		
	5 %		
	7 %		
	9 %		
	C_x %		

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 градуировочной 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 градуировочную 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, 1999.-616с.:ил., глава 29, стр. 530-532.
2. Н.М. Ливенцев Курс физики, изд. «Лань», 2012.-672с., стр. 238-242.
3. Конспект лекции по теме: Оптика.

Тесты:

1. Концентрационная колориметрия- это метод определения концентрации:

1. окрашенных растворов путем измерения оптической плотности и коэффициента светопропускания растворов
2. растворов путем регистрации теплового изучения
3. окрашенных растворов по углу вращения плоскости поляризации
4. раствора путем измерения коэффициента отражения

2. Отношение интенсивности прошедшего через раствор света к интенсивности падающего на раствор света называется коэффициентом:

1. поглощения
2. отражения
3. рассеяния
4. светопропускания

3. Коэффициент светопропускания- это:

1. отношение интенсивности отраженного света к интенсивности падающего на тело света
2. величина обратная расстоянию, на котором интенсивность света в результате поглощения в среде ослабляется в e раз
3. отношение абсолютного показателя преломления второй среды к показателю первой среды
4. отношение интенсивности света, прошедшего сквозь данное тело, к интенсивности излучения, падающего на это тело

4. Формула поглощения света веществом (закон Бугера):

1. $I_L = I_0 \cdot e^{-\chi_\lambda \cdot L}$
2. $\chi_\lambda = \chi_c \cdot c$
3. $\tau = \frac{I_L}{I_0}$
4. $I_L = I_0 \cdot e^{-\chi_c \cdot c \cdot L}$

5. Расположите блоки оптической схемы ФЭК в порядке следования:

1. фотоэлемент
2. регистрирующий прибор
3. осветитель
4. кювета с раствором

5. оправа с оптикой (конденсор)
6. светофильтры
- 6. Светофильтр-это устройство, которое пропускает свет:**
 1. всех длин волн
 2. определённой длины волны
 3. определённой интенсивности
 4. определённой мощности
- 7. Фотоэлемент -это устройство, которое:**
 1. усиливает световой поток
 2. преобразует световой поток в электрический ток
 3. измеряет световой поток
 4. преобразует световой поток в магнитное поле
- 8. Коэффициент светопропускания измеряется в:**
 1. процентах
 2. люксах
 3. амперах
 4. канделах
- 9. Конденсор необходим для:**
 1. усиления светового потока
 2. преобразования светового потока в электрический ток
 3. измерения светового потока
 4. преобразования расходящегося светового потока в параллельный пучок света
- 10. В качестве регистрирующего устройства в приборе ФЭЖ применен:**
 1. микроамперметр со шкалой оцифрованной в мкА
 2. микроамперметр со шкалой оцифрованной в коэффициентах пропускания τ и оптической плотности D
 3. люксметр
 4. фотоэлемент