

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ГЛЮКОЗЫ В РАСТВОРЕ

**Цель работы:** изучение принципа работы поляриметра и определение удельного вращения раствора и концентрации глюкозы в растворе.

**Приборы и принадлежности:** поляриметр, трубки с растворами разной концентрации.

## ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ:

**Свет** – это электромагнитные волны. Химическое и биологическое действие света в основном связано с электрической составляющей поля электромагнитной волны. Поэтому вектор напряженности электрического поля  $\vec{E}$  называется световым. Естественный свет представляет совокупность волн, излучаемых множеством атомов и молекул источника света. Колебания световых векторов происходят во всевозможных направлениях и плоскости их колебаний постоянно изменяют свое положение в пространстве (рисунок 1).

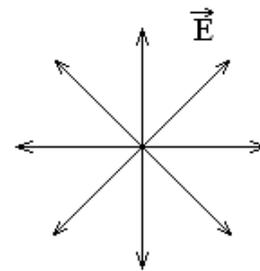


рисунок 1

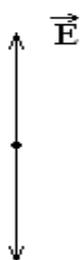
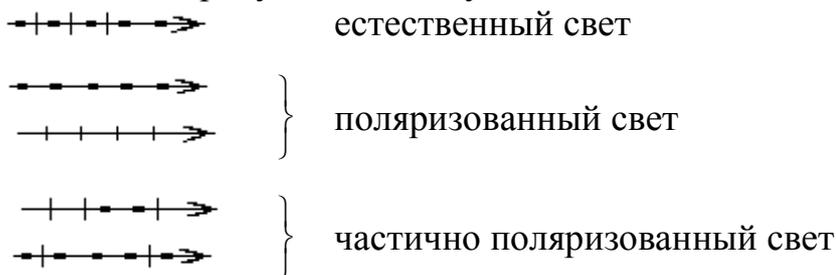


рисунок 2

Если колебания светового вектора происходит только в одной плоскости, то свет называется плоскополяризованным. Плоскость, в которой происходят колебания светового вектора, называется плоскостью поляризации (рисунок 2).

Условно на рисунке используют обозначения:



Поляризованный свет можно получить из естественного при помощи поляризатора. Существует несколько способов получения поляризованного света и различные поляризаторы:

1. Отражение света на границе двух диэлектриков (рисунок 3)
2. Преломление света при прохождении через диэлектрики (стопа Столетова) (рисунок 4)
3. Двойное лучепреломление (призма Николя) (рисунок 5)

1.

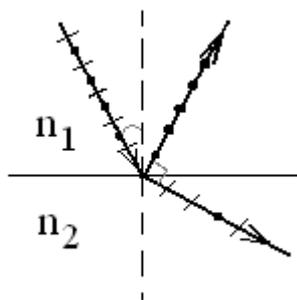


рисунок 3

2.

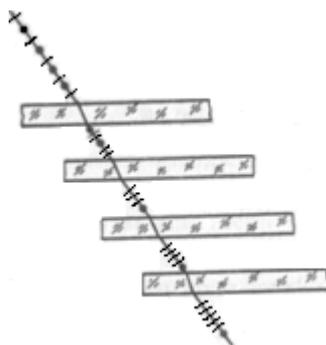


рисунок 4

3.

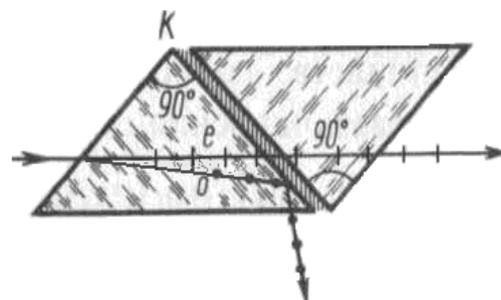


рисунок 5

Обнаружить наличие поляризации света и определить ее степень можно с помощью анализатора – это поляризатор, который ставят на пути света и поворачивают его вокруг луча (рисунок 6).

Интенсивность света, прошедшего через анализатор, подчиняется закону Малюса:

$$I_A = I_{\Pi} \cos^2 \varphi,$$

где  $I_{\Pi}$  – интенсивность поляризованного света, падающего на анализатор.

$\varphi$  - угол между плоскостью поляризатора света и анализатора

При прохождении поляризованного света через некоторые вещества наблюдается вращение плоскости поляризации. Вещества, в которых происходит это явление, называются оптически активными. К ним относятся кристаллические тела: кварц, киноварь; чистые жидкости: скипидар, никотин; растворы некоторых веществ: водные растворы сахара, винной кислоты и др.

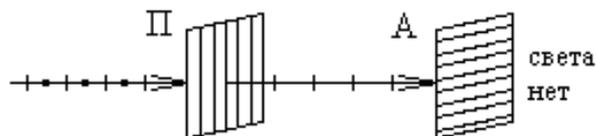


рисунок 6

В растворах угол поворота плоскости поляризации:

$$\alpha = [\alpha_0] \cdot C \cdot \ell$$

где  $\ell$  - толщина слоя оптически активного вещества;

C- концентрация раствора;

$[\alpha_0]$ - удельное вращение, величина которого зависит от химической природы растворенного вещества, растворителя, от температуры и от длины волны света ( $[\alpha_0] \sim \frac{1}{\lambda^2}$ ). Удельное вращение сахара равно 0.665 (град\*м<sup>2</sup>/кг).

Метод определения концентрации оптически активного вещества в растворе, основанный на зависимости угла поворота плоскости поляризации света от концентрации вещества называется **поляризацией**.

$$C = \frac{\alpha}{[\alpha_0] \cdot \ell}$$

**Измерительные приборы называют поляриметрами.**

Блок схема поляриметра: (рис. 7)

1 светофильтр;

2, 6 – линзы;

3 – поляризатор;

4- трубка с раствором;

5 – анализатор.

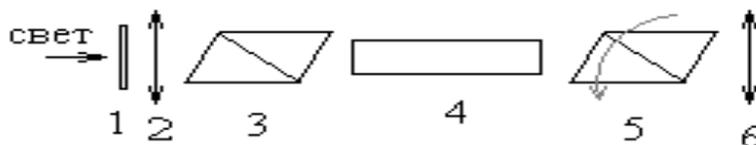
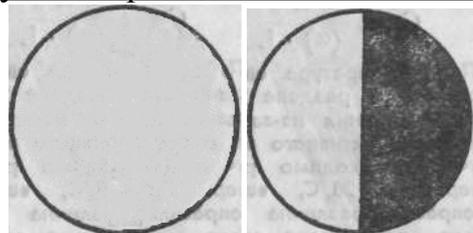


рисунок 7

## ОПИСАНИЕ УСТАНОВКИ:

В работе используется портативный поляриметр, внешний вид которого изображен на рисунке 8. Основные его части: 1- окуляр, 2- отсчетная лупа, 3 – анализатор, 4- соединительная часть, 5 – трубка для раствора, 6- поляризатор, 7 - зеркало. В нем применяется принцип уравнивания яркостей разделенного на 2 части поля зрения. Разделение поля зрения осуществлено введением в оптическую систему прибора кварцевой пластины, который занимает половину поля зрения. Дневной свет или свет от матовой электрической лампочки с помощью зеркала прибора направляется в поляризатор. Пройдя оранжевый светофильтр и поляризатор, свет одной половины пучка проходит через кварцевую пластинку, защитное стекло и анализатор, а другой половиной пучка только через защитное стекло и анализатор. Уравнивание яркостей частей поля зрения производится путем вращения анализатора (рис. 9а). Если между анализатором и поляризатором ввести трубку с оптически активным раствором то равенство яркостей частей поля зрения (рис. 9б).

Для восстановления равенства яркостей частей поля зрения необходимо повернуть анализатор на угол равный углу поворота плоскости поляризации при прохождении света через раствор. Измерения угла проводятся только при чувствительном положении анализатора, которое



а) б)  
рисунок 9

характеризуется тем, что: 1) части поля зрения уравниваются при минимальных яркостях; 2) незначительный поворот анализатора влево или вправо изменяет окраску полуполей.

Измерительная часть (отсчетная лупа) поляриметра имеет основную шкалу и дополнительную - нониус, позволяющий более точно отсчитывать доли самого маленького деления основной шкалы. Нониус – короткая дуговая линейка с делениями, передвигаемыми вдоль основной. Нулевое деление нониуса служит указателем отсчета числа целых делений на основной шкале. Десятые доли градуса определяют по тому делению нониуса, которое совпадает с одним из делений основной шкалы.

Пример (рис. 10): Ноль нониуса между  $1^{\circ}$  и  $2^{\circ}$  вправо и седьмое его деление совпадает с одним делением основной шкалы. Следовательно, угол равен  $1,7^{\circ}$ .

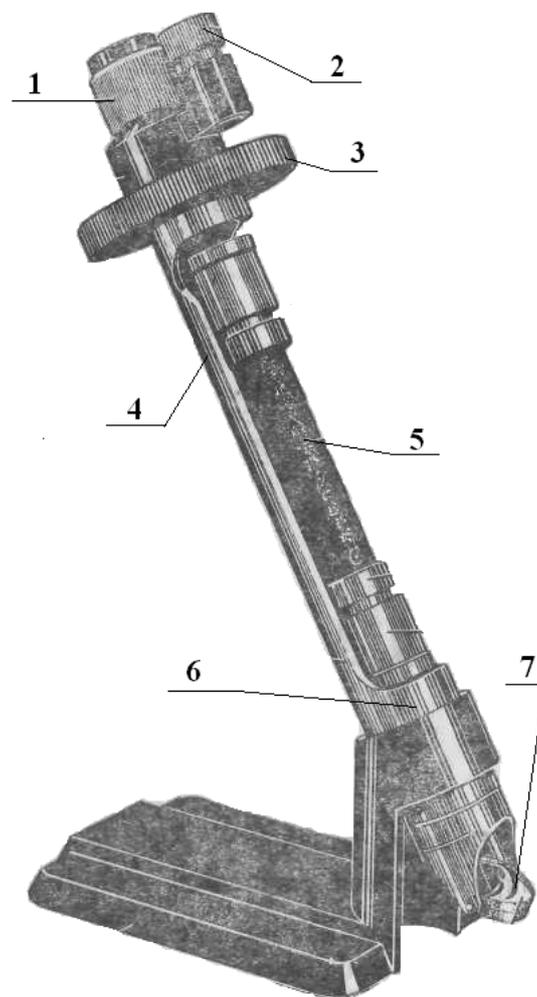


рисунок 8

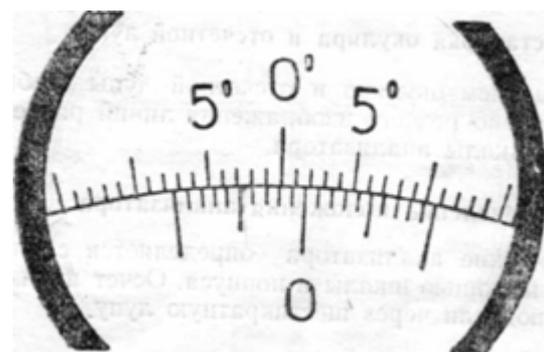


рисунок 10

## ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ:

### I. Определение удельного вращения глюкозы в растворе.

- а) Дневной свет (или свет от электрической лампочки, находящийся на расстоянии 10- 15 см от поляриметра), с помощью зеркала направьте в оптическую систему прибора. Вращением зеркала, перемещением самого прибора или осветителя добейтесь максимальной освещенности поля зрения.
- б) Поворачивая окуляр, получите резкое изображение поля зрения.
- в) Вращая анализатор, уравняйте яркости частей поля зрения и определите нулевой отсчет прибора ( $n_0$ ) при чувствительном положении анализатора. Если «0» нониуса при установке на равенство яркости частей поля зрения оказался смещенным относительно «0» основной шкалы по часовой стрелке, то нулевому отсчету приписывается знак плюс (+), если против часовой стрелки – то минус (-).

Измерения провести три раза и результаты записать в таблице 1.

- г) Поместите трубку с раствором известной концентрации в поляриметр и, вращая анализатор, добейтесь (при его чувствительном положении) равенства яркостей частей поля зрения. Измерьте угол вращения плоскости поляризации раствором ( $n$ ).

Результат запишите в таблицу и повторите измерения три раза (трубку при этом не вынимайте из поляриметра и перед каждым измерением устанавливайте «0» нониуса на «0» основной шкалы при помощи анализатора)

- д) Выполните необходимые вычисления таблицы 1

1.  $\bar{n}_0$

2.  $\bar{n}$

3.  $\alpha = \bar{n} - \bar{n}_0$

4.  $[\alpha_0] = \frac{\alpha}{\ell \cdot C}$  при  $\ell = 95$  мм

Таблица 1

№ опыта	$n_0$ (град)	$\bar{n}_0$ (град)	$n$ (град)	$\bar{n}$ (град)	$\alpha$ (град)	$C$ (%)	$\alpha_0$ ( $\frac{\text{град}}{\% \cdot \text{м}}$ )
1							
2							
3							

## II. Определение концентрации раствора глюкозы.

- а) Выполните действия пунктов а, б, в первого задания и занесите результаты нулевого отсчета в таблицу 2.
- б) Поместите в поляриметр трубку с раствором глюкозы неизвестной концентрации и определите угол поворота плоскости поляризации для этого раствора (смотри пункт «г» первого задания) три раза (n).
- в) Заполните таблицу 2

$\alpha_x = \bar{n} - \bar{n}_0$ ;  $[\alpha_0]$  - удельное вращение глюкозы (из таблицы 1)

Таблица 2

№ опыта	$n_0$ (град)	$\bar{n}_0$ (град)	n (град)	$\bar{n}$ (град)	$\alpha_x$ (град)	$[\alpha_0]$ ( $\frac{\text{град}}{\% \cdot \text{м}}$ )	C (%)
1							
2							
3							

$$C = \frac{\alpha_x}{[\alpha_0] \cdot l}; \quad l - \text{длина трубки с раствором}$$

- г) Сделайте вывод по работе.

### Контрольные вопросы:

- 1.Определение поляризованного света.
- 2.Способы получения поляризованного света.
- 3.Применение анализатора законом Малюса.
- 4.Оптически активные вещества. Дисперсия оптической активности.
- 5.Поляриметрия. Схема поляриметра, назначение основных частей.
- 6.Применение поляризованного света в медико- биологических исследованиях.

### Рекомендуемая литература:

- 1 Ремизов А.Н., Максина А. Г., Потапенко А.Я. Медицинская и биологическая физика. Москва. Дрофа. 2010., гл. 20.
2. Блохина М.Е., Эссаулова И.А., Мансурова Г.В. Руководство к лабораторным работам по медицинской и биологической физике. Москва. Дрофа. 2003. стр. 214- 220.
3. Материал лекций.