

Государственное высшее учебное заведение
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра физики

ОТЧЁТ
по лабораторной работе №85

ЗНАКОМСТВО С РАБОТОЙ САХАРИМЕТРА.
ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ САХАРНЫХ РАСТВОРОВ

Выполнил студент группы _____

Преподаватель кафедры физики

Отметка о защите _____

Лабораторная работа №85

ЗНАКОМСТВО С РАБОТОЙ САХАРИМЕТРА.
ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ САХАРНЫХ РАСТВОРОВ

Цель работы – ознакомиться с работой сахариметра, определить концентрацию растворов сахара.

Приборы и принадлежности: сахариметр, трубки с раствором сахара.

Общие положения

Электромагнитные волны являются поперечными. Это означает, что вектор напряжённости электрического поля \vec{E} и вектор напряжённости магнитного поля \vec{H} располагаются в плоскости, перпендикулярной направлению распространения волны. Физиологическое, фотохимическое, фотоэлектрическое и другие действия света вызываются колебаниями вектора напряжённости электрического поля \vec{E} . Поэтому его называют световым вектором. Направление колебаний светового вектора с течением времени может меняться. Если все направления колебаний светового вектора в плоскости, перпендикулярной направлению распространения волны, равновероятны, то свет называют *естественным*.

Свет, в котором направления колебаний упорядочены каким-либо образом, называется *поляризованным*. Если колебания светового вектора происходят только в одной проходящей через луч плоскости, то свет называется плоско (или линейно) поляризованным. Явлением поляризации называется выделение поляризованного света из естественного.

При прохождении поляризованного света через некоторые вещества происходит поворот плоскости поляризации световой волны. Это явление называется *вращением плоскости поляризации*. Вещества, которые способны поворачивать плоскость поляризации падающих на них волн, называются *оптически активными*. Оптически активными могут быть как кристаллы, так и жидкости. Например, кварц, раствор сахара, глюкозы. Различают правое вращение, или положительное и левое, или отрицательное. При правом вращении плоскость поляризации поворачивается по часовой стрелке для луча, падающего в глаз наблюдателя, при левом – в противоположном направлении.

Для оптически активных жидкостей угол поворота плоскости поляризации определяется соотношением:

$$\varphi = [a]lc, \quad (1)$$

где l – толщина слоя;

c – концентрация раствора;

$[a]$ – удельная постоянная вращения, зависящая от природы вещества.

Измерение угла поворота плоскости поляризации производят с помощью прибора, который называется поляриметром. Если его шкала проградуирована в соответствии с концентрацией раствора сахара, то такой поляриметр называется сахариметром. Зная угол поворота плоскости поляризации, можно рассчитать концентрацию раствора:

$$c = \frac{\varphi}{[a]l} \quad (2)$$

Описание установки

В данной работе используется универсальный сахариметр СУ-4. Принцип работы сахариметра состоит в следующем. Свет от источника проходит сначала через поляризатор и поляризуется. Затем его пропускают через полутеневую пластину, которая разделяет свет на две половины так, что плоскость поляризации обеих половин светового пучка составит одинаковый угол с плоскостью пропускания анализатора, расположенного после пластины. При этом в окуляре видны два поля сравнения одинаковой яркости, разделенные тонкой линией (рис. 1а).

Если в кюветное отделение между поляризатором и анализатором поместить трубку с раствором сахара, то раствор повернет плоскость поляризации.



Рисунок 1

Равенство полей сравнения нарушится (рис. 1б, в). Уравнивая яркость полей сравнения, производят отсчёт по нониусу шкалы, которую наблюдают через верхний окуляр. Поля сравнения наблюдают через нижний окуляр.

В сахариметре применена международная сахарная шкала. 100°S соответствуют $34,62^{\circ}$ угловым. Цена деления основной шкалы 1°S , цена деления нониуса $0,05^{\circ}\text{S}$. Установка нуля нониуса показана на рис. 2.

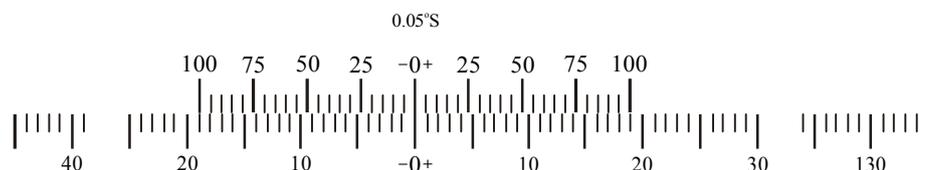


Рисунок 2

На рис. 3 показано положение нониуса и шкалы, соответствующее отсчёту

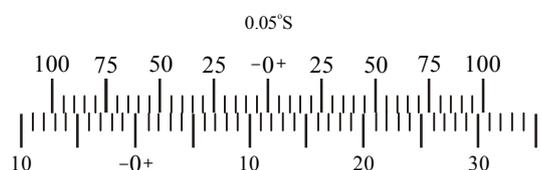


Рисунок 3

« $+11,55^{\circ}\text{S}$ » (нуль нониуса расположен правее нуля шкалы на 11 полных делений и в правой части нониуса с одним из делений шкалы совмещается его одиннадцатое деление).

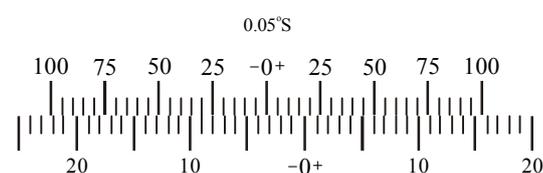


Рисунок 4

На рис. 4 показано положение нониуса и шкалы, соответствующее отсчёту « $-3,25^{\circ}\text{S}$ » (нуль нониуса расположен левее нуля шкалы на три полных деления и в левой части нониуса с одним из делений шкалы совмещается его пятое деление).

Подготовка к работе

(ответы представить в письменном виде)

1. Какова цель работы?
2. Какие величины Вы будете измерять непосредственно?
3. Запишите формулу, по которой Вы будете рассчитывать постоянную вращения сахариметра. Поясните смысл обозначений.
4. Запишите формулу, по которой Вы будете рассчитывать концентрацию растворов. Поясните смысл обозначений.

Выполнение работы

1. Включить шнур электропитания в сеть.
2. Включить кнопкой осветитель и установить рукой резистора такую яркость полей, при которой наиболее чётко воспринимается зрением разница яркости полей сравнения.
3. Проверить установку нуля. Для этого надо закрыть крышку кюветного отделения без установки в нем кюветы. Уравнять яркость полей сравнения вращением ручки компенсатора, который находится под нижним окуляром. Нулевое деление нониуса должно совместиться с нулевым делением шкалы (см. рис. 2). Если нулевой отсчёт отличается от нуля не более чем на одно деление нониуса, нуль считается установленным правильно.
4. Поместить в кюветное отделение в трубку с раствором известной концентрации ($c_0 = 26\%$). Длина трубки $l_0 = 10$ см. Вращая ее вокруг своей оси или перемещая по кюветному отделению, найти такое положение, при котором линия раздела полей сравнения делит поле зрения на две равные части. Поля сравнения при этом имеют разную яркость (см. рис. 1б, в).
5. Вращая ручку компенсатора, уравнять поля сравнения (см. рис 1а) и снять отсчёт по шкале.
6. Повторить опыт с раствором известной концентрации еще два раза согласно пункту 5. Перед началом каждого опыта нуль шкалы совмещать с нулем нониуса.
7. Аналогичные измерения провести для двух трубок с растворами неизвестной концентрации. Длина трубок $l = 20$ см.

Оформление отчёта

1. Расчёты

1. Найти среднее значение угла поворота плоскости поляризации раствором известной концентрации.
2. По найденному среднему значению угла поворота, известной длине трубки l_0 и известной концентрации c_0 , рассчитать постоянную вращения $[a]$:

$$[a] = \frac{\varphi_{\text{ср}}}{c_0 l_0}. \quad (3)$$

3. Рассчитать по формуле (2) концентрацию раствора в первой трубке по результатам каждого опыта. Найти среднее значение концентрации.
4. Рассчитать по формуле (2) концентрацию раствора во второй трубке по результатам каждого опыта. Найти среднее значение концентрации.
5. Рассчитать абсолютную погрешность как для прямых измерений для каждой концентрации.
6. Найти относительную погрешность измерений каждого опыта. Записать окончательные результаты в стандартном виде:

$$c = c_{\text{ср}} \pm \Delta c$$

2. Защита работы

(ответы представить в письменном виде)

1. Какое явление изучалось в данной работе? В чём оно заключается?
2. С каким свойством электромагнитных волн связано явление поляризации?
3. Почему вектор напряжённости электрического поля называют световым вектором?
4. Какие вещества называются оптически активными? Приведите примеры оптически активных веществ.
5. От чего зависит угол поворота плоскости поляризации?
6. Каково назначение сахариметра?

ПРОТОКОЛ
измерений к лабораторной работе № 85

Выполнил(а) _____

Группа _____

Таблица 1

№ п/п	l_0 , см	c_0 , %	φ , °S
1			
2			
3			
среднее			

Таблица 2

№ п/п	l , см	φ , °S	c , %
1			
2			
3			
среднее			

Таблица 3

№ п/п	l , см	φ , °S	c , %
1			
2			
3			
среднее			

Дата _____

Подпись преподавателя _____