

Лабораторная работа 3-3П

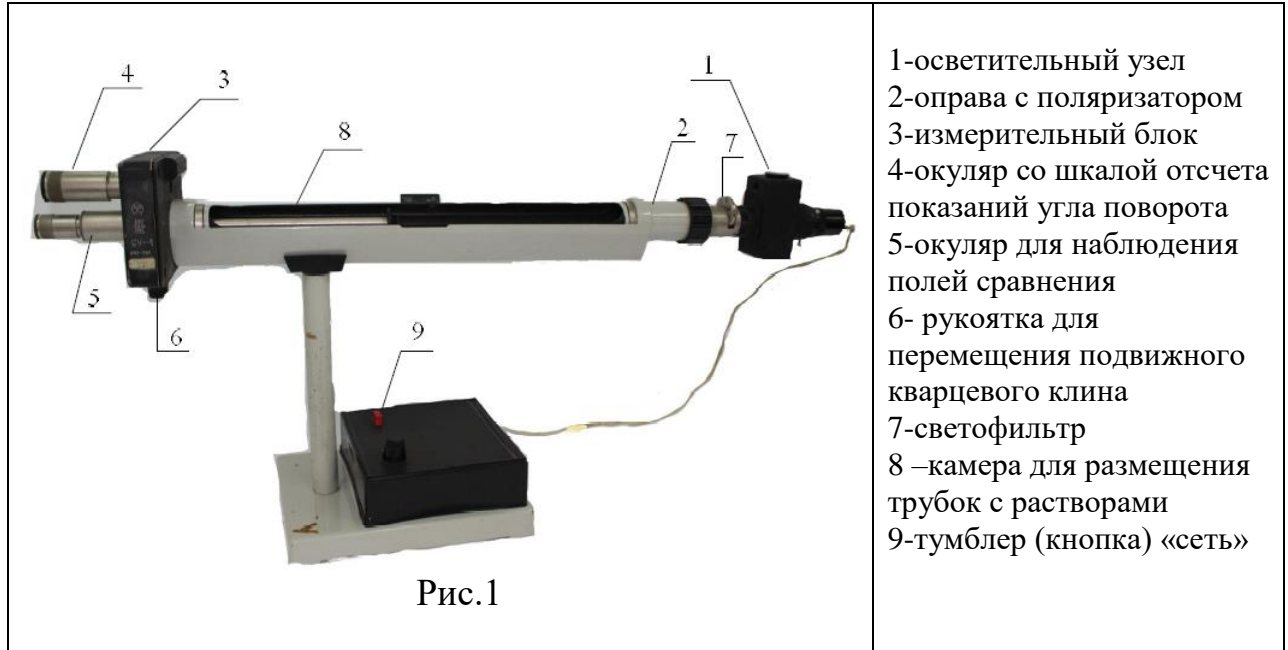
Изучение вращения плоскости колебаний в кварце и сахарном растворе.

Приборы и принадлежности: поляриметр СУ-4, набор трубок с раствором сахара различной концентрации, пластины лево- и правовращающего кварца, светофильтр.

Описание установки.

Световой луч, вышедший из поляризатора, содержит колебания в плоскости его главного сечения, для луча эта плоскость называется плоскостью колебаний светового вектора \mathbf{E} , а перпендикулярная ей плоскость – плоскостью поляризации.

Экспериментально установлено, что угол поворота плоскости колебаний пропорционален длине пути луча в веществе. В работе используется полутеневого поляриметр (рис.1).



Оптическая схема прибора представлена на рис.2

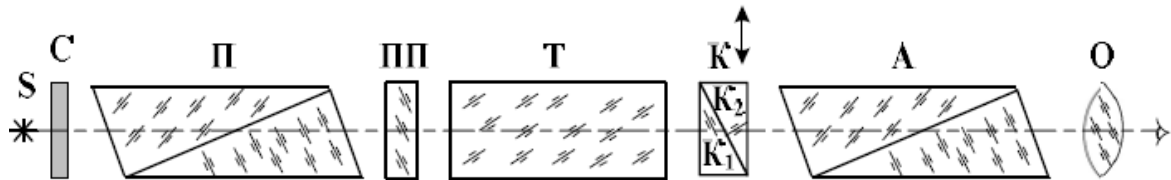


Рис.2

Свет, идущий от источника S через светофильтр C , попадает на поляризатор Π (призма Николя), которая преобразует его в поляризованный свет. Полутеневого пластинка $\Pi\Pi$, состоит из двух половинок: стеклянной C и кварцевой K ; MN – граница раздела стекла и кварца (рис. 3,а). Световой поток, проходя через полутеневого пластинку $\Pi\Pi$, делится ею на две половины линией раздела. Пластина рассчитана и установлена так, что плоскости колебаний обеих половин светового потока составляют одинаковые углы с главным сечением анализатора - призма Николя (порядка $2^\circ 30'$).

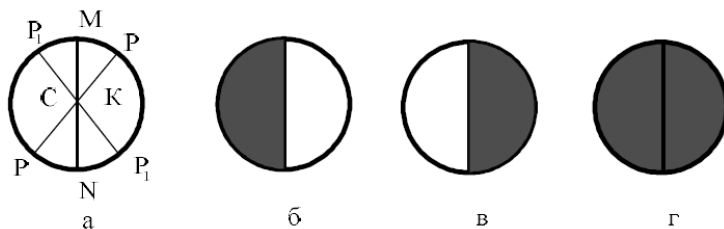


Рис.3

Если на пластинку $\Pi\Pi$ падает монохроматический линейно-поляризованный свет с плоскостью колебаний PP , то через стеклянную часть пластинки свет пройдет, не изменив плоскости колебаний, а через кварцевую пластинку выйдет свет с новой плоскостью

колебаний P_1P_1 (кварц – оптически активное вещество). Если затем пропустить оба луча через анализатор, у которого главное сечение, например, совпадает с плоскостью, перпендикулярной PP , то луч левой половины поля зрения С будет погашен, и поле зрения в этой половине будет темное (рис.3,б), тогда как часть света правой половины К будет пропущена анализатором, и поле этой половины будет светлое. Если плоскость колебаний, пропускаемых анализатором, перпендикулярна P_1P_1 , то будет обратное явление (рис.3,в). В среднем положении анализатора, при котором обе половины поля зрения будут одинаково затемнены (одинаково слабо освещены), получим *нулевую точку* (рис.3,г). При помещении раствора сахара между полутеневого пластинкой и анализатором, предварительно установленным на *нулевую точку*, равенство полей зрения нарушается, так как исследуемый раствор поворачивает плоскость колебаний света. Угол, на который надо повернуть анализатор, чтобы получить равное затемнение полей сравнения (зрения), равен углу поворота плоскости колебаний ψ . В поляриметре для компенсации угла поворота плоскости колебаний луча, вызванного раствором сахара, применяется кварцевый компенсатор. Он состоит из двух клиньев, сделанных из левовращающего кварца. Один клин К1 – неподвижный, второй К2 – подвижный (рис.2). Перемещая К2 относительно К1, можно изменять величину левовращения плоскости колебаний, даваемого клиньями К1 и К2. Раствор сахара вращает плоскость колебаний вправо (по часовой стрелке), это вращение компенсируется левым вращением кварцевого компенсатора, при этом происходит уравнивание затемнения полей сравнения. Подвижный клин К2 кварцевого компенсатора перемещается вместе со шкалой. Линейное перемещение клина пропорционально углу вращения плоскости колебаний. Шкала прибора проградуирована в угловых единицах Международной сахарной шкалы S (100^0S этой шкалы соответствуют $34,62^0$). Для точного отсчета шкала (рис.4) имеет нониус, цена деления нониуса $0,05^0S$. По нулевому делению нониуса определяют значение шкалы, соответствующее одинаковому затемнению обеих половин полей зрения (*нулевую точку*).

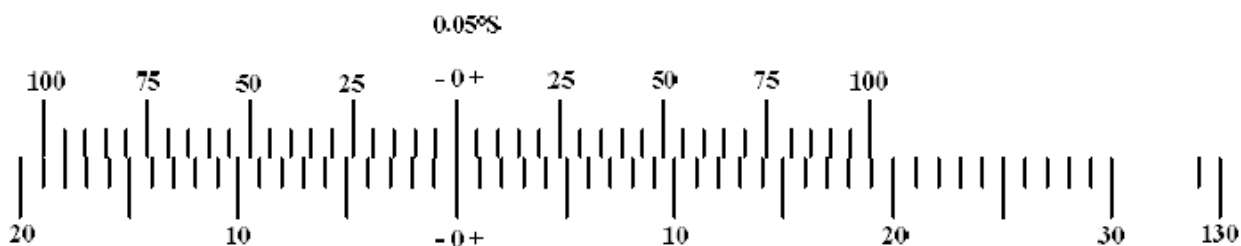


Рис.4

Отсчет показаний при помощи нониуса поясняется рис.5. На рисунке показано положение шкалы и нониуса, соответствующее отсчету « $+12,85^0S$ ». Значение целых величин определяется по нижней шкале, дробная часть по верхней шкале (нониусу). Ноль нониуса расположен правее ноля шкалы (« $-0+$ ») на 12 полных делений. Находим, где в положительной части нониуса деления шкалы и нониуса совпадают. В нашем примере это значение «85». Следовательно, измеренная величина угла равна « $+12,85^0S$ ».

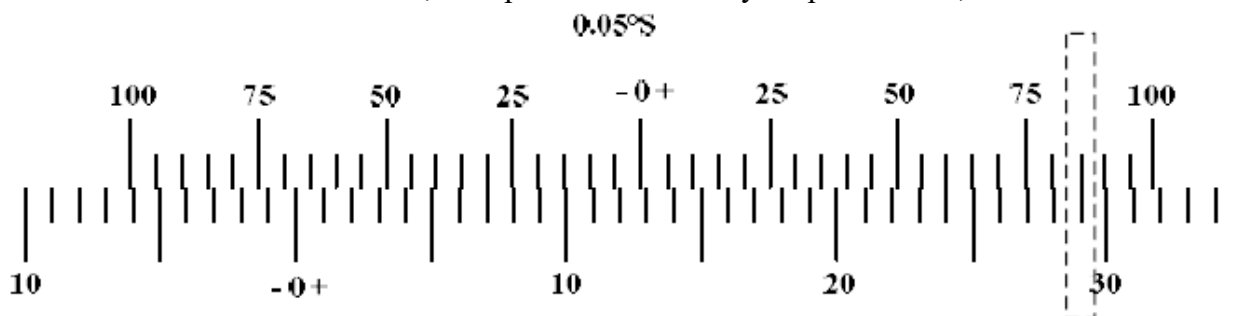


Рис.5

Порядок выполнения работы и обработка результатов измерений.

Упражнение 1. Определение удельного вращения и концентрации сахара в растворе.

1. Ознакомиться с экспериментальной установкой, методикой измерений и порядком выполнения работы, начертить таблицу для записи результатов измерений.
2. Включить прибор тумблером (кнопкой) «Сеть».
3. Поставить на диске 7 желтый светофильтр ($\lambda = 589,3$ нм) в нижнее положение. Вращая окуляр 4, добиться четкой фокусировки шкалы и нониуса. Вращая окуляр 5, добиться четкого изображения линии раздела полей сравнения.
4. Медленно вращая рукоятку 6 (компенсатор), в отсутствие трубки с раствором установить одинаковое затемнение обеих половин полей сравнения и записать показания нониуса n_i . Повторить отсчет этого измерения 5 раз, каждый раз предварительно немного смещая рукоятку 6 вправо или влево. Среднее арифметическое пяти измерений принимаем за *нулевую точку* – n_0 .
5. Поместить трубку с сахарным раствором заданной концентрации Z в камеру 8, расположить ее ближе к окуляру, линия раздела должна делить поле сравнения на две равные части. (При необходимости произвести дополнительную фокусировку полей сравнения – **линия раздела должна быть четко видна** (см. п. 3).) Обе половины поля сравнения будут освещены различно.
6. Вращая рукоятку 6, добиться одинакового затемнения обеих половин полей сравнения и произвести отсчет угла поворота плоскости колебаний ψ' по шкале и нониусу. Провести измерения 5 раз.
7. Среднее арифметическое пяти измерений принимаем за угол поворота ψ_{cp}' .
«Истинный» угол поворота плоскости колебаний определяется по формуле $\psi = \psi_{cp}' - n_0$.
8. Выполнить действия по п. п. 5-7 для раствора с концентрацией Z_x .
9. По формуле $Z_x = Z \psi_x / \psi$ рассчитать неизвестную концентрацию сахарного раствора.
10. Произвести расчет удельного вращения для сахарного раствора $\psi = \psi_0 l Z$. (Градусы сахарной шкалы перевести в угловые, а длину трубки l взять равной 2 дм.)
11. Проанализировать полученные экспериментальные результаты, оценить погрешность определения концентрации сахарного раствора ΔZ_x , сделать выводы.

Упражнение 2. Определение толщины кварцевой пластинки.

1. Поместить в камеру прибора трубку с кварцевой пластиной. Измерить угол поворота плоскости колебаний кварцевой пластиной, выполнив действия, описанные в п. п. 5–7 предыдущего упражнения.
2. По формуле $\psi = \psi_0 l$ рассчитать толщину кварцевой пластины. Величину *постоянной вращения для кварца* взять равной $\psi_0 = 21,72^0 \times \text{мм}^{-1}$ ($\lambda = 589,3$ нм).
3. Проанализировать полученные экспериментальные результаты, оценить погрешность определения толщины кварцевой пластинки Δl , сделать выводы.