



ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ОПЫТА

- Измерение зависимости угла поворота от длины образца.
- Измерение зависимости угла поворота от концентрации раствора.
- Определение удельной оптической активности при различных длинах волн света.
- Сравнение направлений поворота и углов поворота плоскости поляризации фруктозой, глюкозой и сахарозой.
- Измерение угла поворота плоскости поляризации при инверсии сахарозы с образованием эквимольярной смеси глюкозы и фруктозы.

ЦЕЛЬ ОПЫТА

Исследование поворота плоскости поляризации растворами сахара.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ

Растворы сахара оптически активны. Иными словами, они поворачивают плоскость поляризации любого линейно поляризованного света, который проходит через них. Направление поворота зависит от молекулярных свойств сахара. Так растворы глюкозы и сахарозы поворачивают плоскость поляризации вправо (по часовой стрелке), а растворы фруктозы поворачивают ее влево (против часовой стрелки), в чем можно убедиться, измерив угол поворота поляриметром. Данный опыт также включает в себя измерение угла поворота с целью изучения поведения раствора сахарозы при добавлении в него соляной кислоты. Это вызывает постепенное изменение («инверсию») направления поворота с направления по часовой стрелке на направление против часовой стрелки, так как структура молекулы сахарозы с двумя кольцами делится на две молекулы, образуя эквимольярную смесь глюкозы и фруктозы. Угол поворота плоскости поляризации в смеси является суммой углов поворота правовращающей глюкозы и фруктозы, которая сильнее поворачивает плоскость поляризации влево.

НЕОБХОДИМОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Кол-во	Наименование	№ по каталогу
1	Поляриметр с 4 светодиодами (230 В, 50/60 Гц)	U8761161-230 или
	Поляриметр с 4 светодиодами (115 В, 50/60 Гц)	U8761161-115
1	Градуированный цилиндр объемом 100 мл	U14205
1	Мерный стакан	U14210
1	Электронные весы Scout Pro на 200 г (230 В, 50/60 Гц)	U42048-230 или
	Электронные весы Scout Pro на 200 г (115 В, 50/60 Гц)	U42048-115

Дополнительно требуются:

- Фруктовый сахар (фруктоза), 500 г
- Виноградный сахар (глюкоза), 500 г
- Тростниковый сахар (сахароза), 500 г

2

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ

Термин «оптическая активность» используется для описания поворота плоскости поляризации линейно поляризованного света, когда он проходит через определенные вещества. Этот поворот наблюдается в растворах хиральных молекул, таких как молекулы сахара, и в определенных твердых веществах, таких как кварц. Вещества, которые поворачивают плоскость поляризации вправо (т.е. по часовой стрелке), если смотреть против направления распространения света, называются правовращающими, а вещества, поворачивающие плоскость поляризации в противоположном направлении, называются левовращающими. Растворы глюкозы и сахарозы являются правовращающими, а растворы фруктозы - левовращающими.

Угол α , на который раствор поворачивает плоскость поляризации, зависит от природы растворенного вещества и пропорционален концентрации (массе, приходящейся на единицу объема) c и длине или толщине d образца. Взаимосвязь выражается следующим образом:

$$(1) \quad \alpha = [\alpha] \cdot c \cdot d$$

где $[\alpha]$ называется удельной оптической активностью растворенного вещества. Удельная оптическая активность зависит от длины волны λ света и температуры образца T , и зависимость выглядит следующим образом:

$$(2) \quad [\alpha] = \frac{k(T)}{\lambda^2}$$

Значения $[\alpha]$ в публикуемых таблицах обычно даются для желтого света натриевых ламп при температуре окружающего воздуха 25°C. Если значение $[\alpha]$ известно, концентрацию раствора можно определить путем измерения угла поворота плоскости поляризации в поляриметре. В этом опыте проводятся измерения в поляриметре на растворах различных сахаров при разных условиях и сравниваются углы поворота плоскости поляризации. Цвет света можно изменять, выбирая один из четырех светодиодов. Также исследуется влияние, которое оказывает добавление соляной кислоты в раствор обычного тростникового сахара (сахарозы). Это вызывает медленную реакцию, в результате которой структура с двумя кольцами разделяется с образованием эквимольярной смеси глюкозы и фруктозы. Во время этого процесса направление поворота плоскости поляризации изменяется с направления по часовой стрелке на направление против часовой стрелки, потому что угол поворота плоскости поляризации после завершения реакции является суммой углов поворота правовращающей глюкозы и более сильно поворачивающей плоскость поляризации левовращающей фруктозы.

ОЦЕНОЧНЫЙ РАСЧЕТ

Согласно уравнению (1) угол поворота плоскости поляризации в растворе данного вещества при фиксированной концентрации пропорционален длине образца, а при фиксированной длине образца он пропорционален концентрации. По наклону прямых, проходящих через точку начала координат на рисунке 1, можно рассчитать удельную оптическую активность (удельный угол поворота плоскости поляризации) для каждой из четырех длин волн поляриметра.

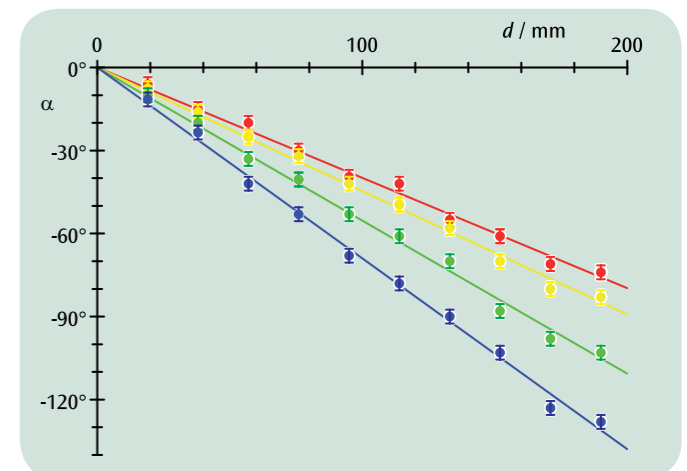


Рис. 1: Зависимость угла поворота плоскости поляризации в растворе фруктозы ($c = 0,5 \text{ г/см}^3$) от длины образца при четырех различных длинах волн

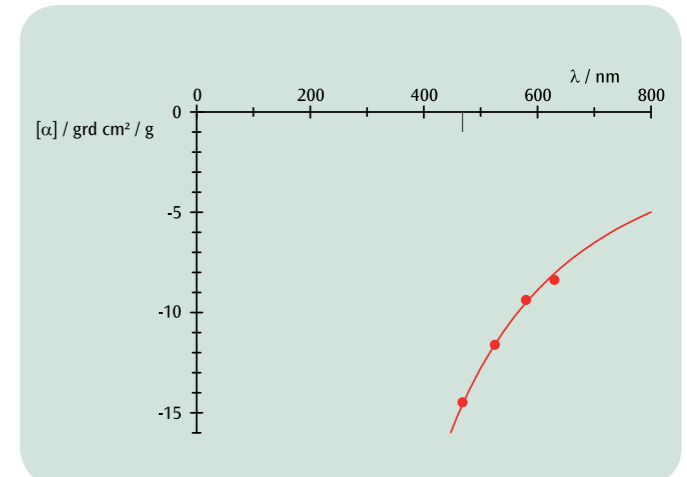


Рис. 2: Зависимость удельной оптической активности от длины волны

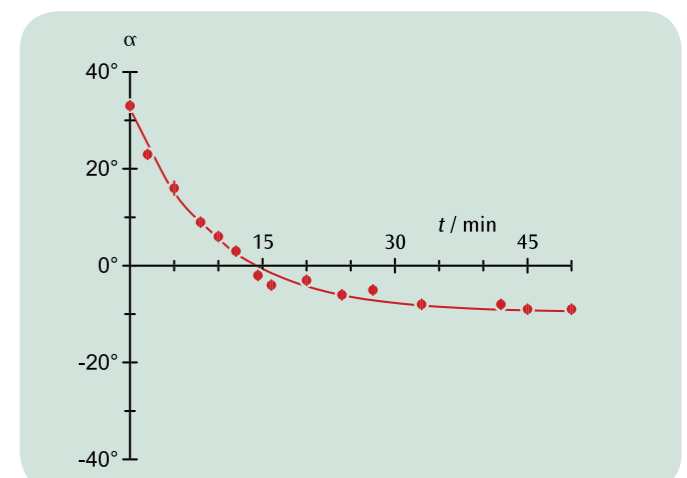


Рис. 3: Зависимость от времени угла поворота плоскости поляризации в растворе сахарозы ($c = 0,3 \text{ г/см}^3$, $d = 190 \text{ мм}$) в ходе процесса инверсии