

Двулучепреломление

Дополнительное описание

1. Ввод данных

Для дальнейшей работы необходимо ввести данные в таблицу. Это можно сделать вручную или путем загрузки текстовых данных из файла.

2. Проверка величины погрешности

В работе практически отсутствуют параметры, которые могут иметь значительное систематическое смещение, а основная погрешность происходит из неточности измерения углов. При этом значение этой погрешности задается из наивных соображений, поскольку измерительный лимб в данном случае не имеет какого-то определенного класса точности.

Проверить правильность определения погрешности можно по графику коэффициента преломления обыкновенной волны. Из теоретических соображений известно, что точки этого графика должны ложиться на прямую с нулевым наклоном (константу). Разброс точек относительно этой прямой должен носить чисто статистический характер. Если значения ошибок существенно меньше среднего разброса точек относительно прямой, значит ошибки занижены. Если же значения ошибок больше разброса точек, значит ошибки завышены. Более точную характеристику величины ошибок можно получить при помощи [критерия согласия Пирсона](#) (он же критерий χ^2). Согласно этому критерию, значение суммы $\chi^2 = \sum \frac{(y_i - f(x_i))^2}{\sigma_i^2}$, отнесенное к количеству степеней свободы (как правило это количество точек минус количество свободных параметров) для выборки, подчиняющейся статистическим закономерностям, должно быть близко к 1. В данном случае можно воспользоваться функцией в программе. В результате работы этой функции выдается два значения χ^2 : одно для сравнения с линейной зависимостью, второе для сравнения с константой, которая следует из теории. В первом случае количество степеней свободы на одну меньше, поскольку для линейной зависимости требуется два параметра вместо одного. Для проверки ошибок можно использовать обе зависимости.

Важно: Следует отметить, что в экспериментальной физике произвольный подбор ошибок как правило запрещен. Определение погрешностей происходит до начала анализа и не может базироваться на результатах проведенных измерений. "Подгонка" ошибок допускается только в том случае, если никаких физических соображений по поводу включены ошибок нет, а также когда гарантировано отсутствие систематических смещений.

Замечание: Неправильное определение погрешностей в данной работе как правило происходит по причине неверной оценки точности измерений по шкале. Как правило, за такую оценку берут половину деления шкалы. В действительности, даже если все измеренные значения округлены в сторону ближайшего целого (что делать не рекомендуется), то отклонение истинного значения от измеренного описывается [равномерным распределением](#) с шириной один градус. Стандартное отклонение такого распределения равно $\frac{1}{\sqrt{12}}$, а вовсе не 0.5.

3. Статистическое определение угла при вершине призмы

В основном описании к данной работе приводится экспериментальное определение угла при вершине призмы. Но этот угол можно также определить и на основе измеренных данных. Для этого достаточно постулировать то, что зависимость коэффициента преломления, измеренного по обыкновенной волне, имеет нулевой наклон.

Варьируя параметр A, можно подобрать такое значение, при котором после калибровки, линия, соответствующая фиксированной константе на графике совместится с линией, которая соответствует линейной зависимости. Кроме того, можно воспользоваться статистическими свойствами зависимостей и найти такое значение, при котором соответствие данных константе будет наилучшим (χ^2 по отношению к среднему взвешенному минимален).

Также таким образом можно получить и погрешность измерений A. Величина χ^2 обратно пропорциональна логарифму [функции правдоподобия](#), которая как правило (не всегда) имеет вид нормального распределения. Как следствие, график $\chi^2(A)$ имеет вид параболы. Если на этом графике отложить от минимального значения по вертикальной оси 1 вверх и спроецировать эту точку на горизонтальную ось (получится одна точка справа и одна слева), то полученный интервал будет как раз соответствовать $1-\sigma$ интервалу для нормального распределения, то есть как раз тому, что обычно используется для определения погрешностей.

Важно: Коэффициент A определенный таким образом не обязательно является истинным физическим значением. Он всего лишь является наиболее вероятным при данном наборе данных и гипотезе о нулевом наклоне. Для уверенности в результатах, необходимо сравнить угол, полученный в эксперименте и из статистической процедуры. Если экспериментальное значение не попадает в 2σ интервал относительно статистического - это повод задуматься о том, правильно ли проведены измерения.

4. Определение корреляции угла A и коэффициентов преломления

Имея погрешность угла A, можно получить систематическую погрешность результирующих значений n_o и n_e . Обычное вычисление коэффициента корреляции через производные может быть довольно затруднительным, поэтому коэффициент можно определить "экспериментально". Для этого достаточно построить графики смещения n_o и n_e относительно A в окрестности наиболее вероятного значения. Коэффициент наклона этого графика покажет соотношение между систематической погрешностью n_o или n_e и погрешностью A.

Замечание: Такой способ также позволяет проверить линейность зависимости смещения параметров.