

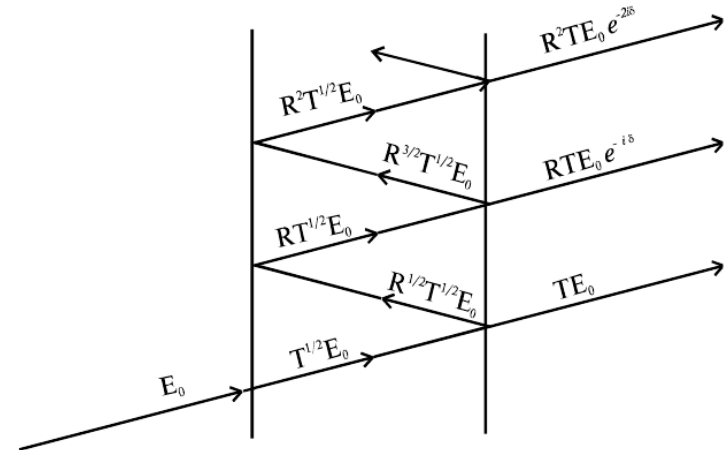
Определение коэффициента преломления плавленого кварца

Эксперимент посвящен одному из интерферометрических методов определения показателя преломления прозрачного материала на миллиметровых волнах - с помощью измерения пропускания пластинки переменной толщины из этого материала. В качестве образца выбран плавленый кварц.

Теоретический минимум

Интерферометр фабри перо

Два частично прозрачных зеркала на большом расстоянии друг от друга. Для расчета записываем вектор E слева как геомпрогрессию, приближаем ее к бесконечности. После этого переходим к интенсивности $I = E^2$

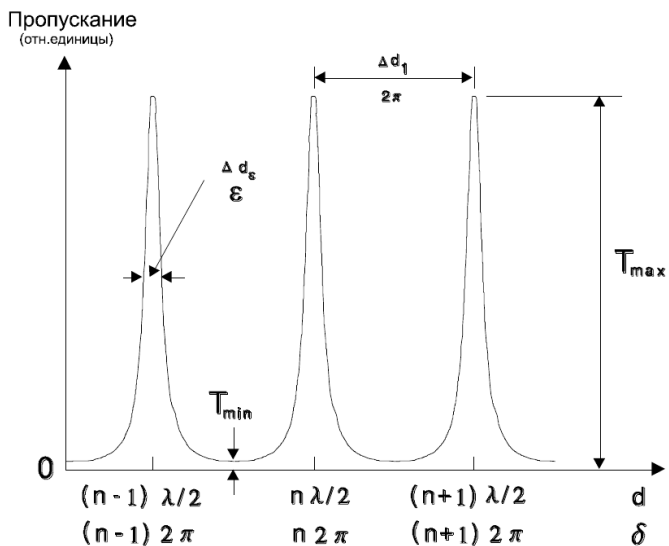


$$E = TE_0 \left(1 + Re^{-i\delta} + R^2e^{-2i\delta} + R^3e^{-3i\delta} + \dots \right)$$

$$I_T = \frac{I_0 T^2}{(1 - R)^2 + 4R \sin^2(\delta/2)}$$

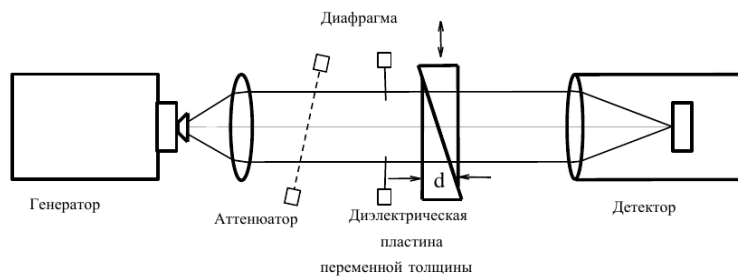
Пропусканием интерферометра называют

$$\frac{I_t}{I_0} = T_{\text{ИФП}} = \left(1 - \frac{A}{1 - R} \right)^2 / \left(1 + \frac{4R}{(1 - R)^2} \sin^2(\delta/2) \right)$$



Контрастом интерферометра называют $\zeta = \frac{T_{max}}{T_{min}} = \left(\frac{1+R}{1-R}\right)^2$

Лабораторная установка



Плоскопараллельная пластина, составленная из двух уголков, таким образом, чтобы ее толщину можно было изменять с высокой точностью (миллиметровым

винтом). Свет проходя через нее частично отражается от границ раздела сред, из-за чего интерферирует, как в Фабри-Перо. Необходимо по этим данным определить n пластинки двумя способами - через контраст и через положение максимумов (в зависимости от толщины пластины)

1. По расстоянию между максимумами. Расстояние между ними - $n\lambda/2$. Зная длину волны находим n
2. Находим контраст $\zeta = \frac{T_{max}}{T_{min}} = \left(\frac{1+R}{1-R}\right)^2$. Учитывая то, что

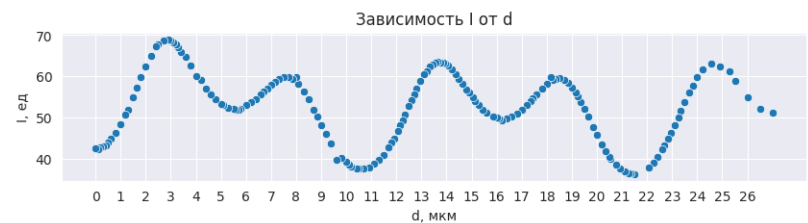
$$R = \left| \frac{n_2 - n_1}{n_2 + n_1} \right|^2,$$

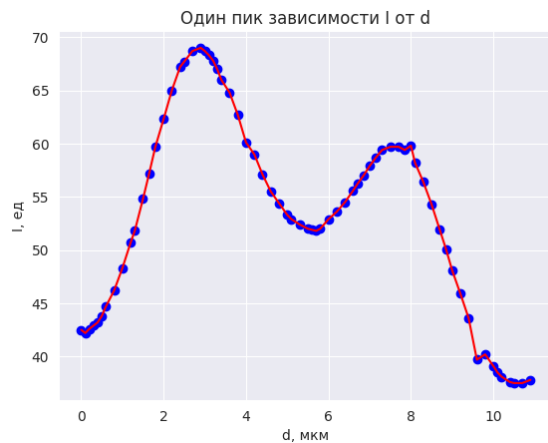
выражаем $n_{glass} = n_2$, зная $n_{air} = n_1 = 1$

3. После этого повторим эксперимент, добавив аттенуатор, исследуем получившиеся зависимости

Обработка результатов

Построим графики зависимости интенсивности от толщины пластины





Посчитаем расстояние между максимумами

$$\Delta d = 10.8 \pm 0.6 \text{ мкм}$$

И контраст:

$$\zeta = \frac{I_{max}}{I_{min}} = 1.9 \pm 0.1$$

Учитывая то, что $\zeta = \left(\frac{1+R}{1-R}\right)^2$, получим

$$R = 0.16 \pm 0.1$$

Таким образом:

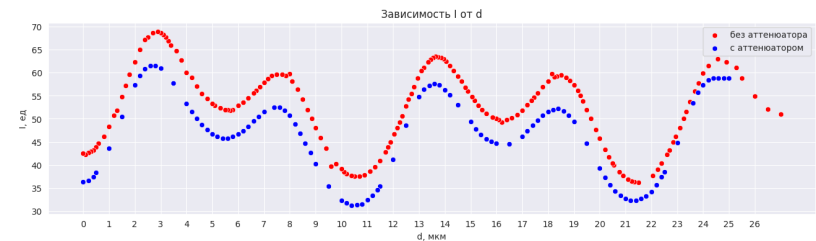
$$n_{ct} = 2.3 \pm 0.4$$

Используя расстояние между максимумами

$$n_d = \frac{\lambda}{2\Delta d} = 2.2 \pm 0.2$$

Как мы видим п. близки друг к другу, а разница в величинах находится в пределах заданных погрешностей.

Теперь проведем опыт, с добавлением аттенюатора, и исследуем получившиеся результаты



Разница в графиках как раз связана с наличием аттенюатора – фаза такая же, но амплитуда изменилась (увеличилась без аттенюатора).

Вывод

Изучен метод определения показателя преломления прозрачного материала на миллиметровых волнах с помощью измерения пропускания пластинки переменной толщины из этого материала. Эксперимент проведен на плавленом кварце. Были использованы два способа расчета коэффициента преломления: через контраст и через расстояние между максимумами. Полученные значения коэффициента преломления с помощью каждого из методов оказались близкими друг к другу и соответствовали заданным погрешностям.

/math

$$n_{ct} = 2.3 \pm 0.4$$

$$n_d = 2.2 \pm 0.2$$

Был проведен дополнительный эксперимент с аттенюатором, добавление которого просто изменила амплитуду вектора E, никак не повлияв на фазу

Таким образом, эксперимент позволил успешно определить коэффициент преломления плавленого кварца.

