



Физика для школьников 7 – 11 класса (отборочный этап)
Задача 10. «Эффект миража»

Измерение зависимости коэффициента поглощения от частоты падающего излучения в тонких пленках толщиной 100-200 нм из оптически непрозрачного материала может быть реализовано методом термо-оптической спектроскопии. Явление, лежащее в основе данного метода, в литературе иногда называют «эффектом миража». Пленка поглощает излучение от монохроматического источника и нагревается, нагревая также тонкий приповерхностный слой окружающей жидкости. Из-за нагрева, который зависит от коэффициента поглощения пленки, в данной области меняется показатель преломления жидкости. Лазерный луч, направленный вдоль поверхности образца, преломляется и отклоняется от первоначального направления. Таким образом, по отклонению луча можно получить информацию о коэффициенте поглощения тонкой пленки образца.

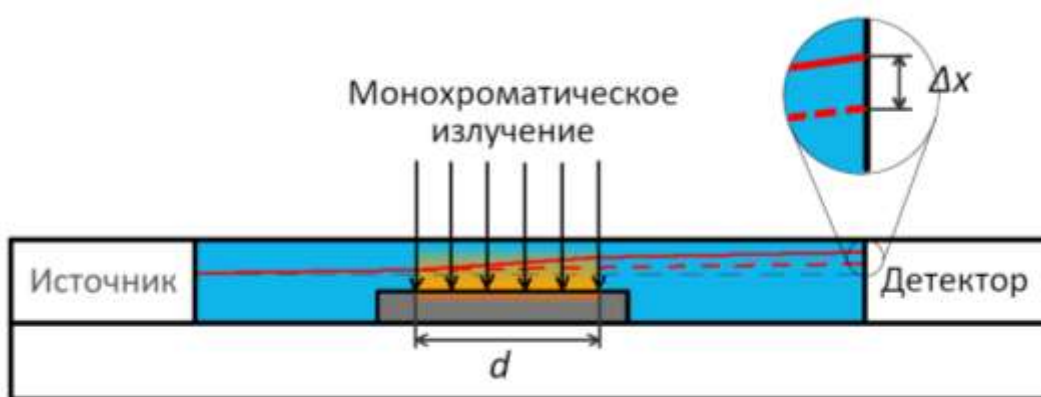


Рис. 1. Схема эксперимента

Закон зависимости коэффициента преломления n от температуры T жидкости выглядит следующим образом:

$$n = n_0 - a(T - T_0),$$

где n_0 – показатель преломления при комнатной температуре T_0 , а коэффициент a зависит от типа жидкости. В таблице представлены значения n_0 и a для различных жидкостей.

Жидкость	n_0	$a, 10^{-4} \text{ K}^{-1}$
Вода	1.333	0.9
Метанол	1.3284	4.3

1. На какую величину Δx сместится луч на экране детектора, направленный под углом $\alpha_0 = 1^\circ$ к горизонтальной поверхности тонкой титановой пленки, погруженной в воду, если в результате поглощения падающего излучения приповерхностный слой жидкости над облучаемой областью нагрелся на $T - T_0 = 90^\circ \text{C}$? Ширина облучаемой области $d = 1 \text{ см}$. Считайте границы раздела нагретой и «холодной» жидкостей резкими, а слой жидкости над облучаемой областью равномерно нагретым. **(6 баллов)**
2. Как изменится Δx , если вместо воды использовать метанол? **(2 балла)**

3. Можно ли использовать какую-то из этих жидкостей в таком эксперименте, чтобы обнаружить изменение температуры в 90 °С, если детектор представляет собой матрицу с размером пикселя 2.5 мкм? **(2 балла)**

Всего – 10 баллов