

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИТМО**

Факультет безопасности информационных технологий

Дисциплина:

«Физика с элементами компьютерного моделирования»

ДОМАШНЯЯ РАБОТА №2

Вариант 2

Выполнил:

Суханкулиев Мухаммет,
студент группы N3246



(подпись)

Проверил:

Бочкарев Михаил Эдуардович,
инженер, физический факультет

(отметка о выполнении)

(подпись)

Санкт-Петербург

2025 г.

1 ЗАДАЧА 1

1.1 Условие

На пути лучей интерференционного рефрактометра (Рисунок 1) помещаются трубки одинаковой длины $L = 5$ см с плоскопараллельными стеклянными основаниями, в одной из которых находится воздух с показателем преломления $n_0 = 1.000277$. Определите на сколько полос сместилась интерференционная картина, если вторую трубку заполнили хлором с $n = 1.000866$. Наблюдение ведется на длине волны 589 нм.

1.2 Дано

$$\begin{aligned} L &= 5 \text{ см} \\ n_0 &= 1.000277 \\ n &= 1.000866 \\ \lambda &= 589 \text{ нм} \end{aligned}$$

$$N = ?$$

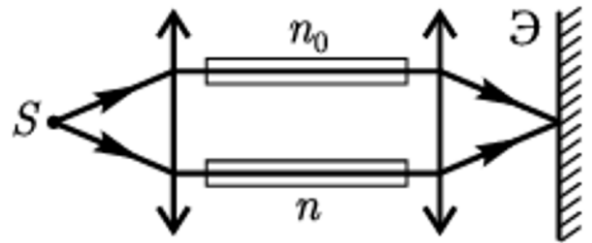


Рисунок 1

1.3 Решение

Разность оптических путей двух лучей, проходящих через трубки, определяется как:

$$\Delta = L_2 - L_1$$

где $L_1 = n_0 L$ — оптический путь в трубке с воздухом, $L_2 = nL$ — оптический путь в трубке с хлором.

$$\Delta = nL - n_0 L = L(n - n_0)$$

Интерференционная картина смещается на N полос, если разность хода равна целому числу длин волн:

$$N\lambda = \Delta$$

Подставим Δ и выразим N :

$$\begin{aligned} N\lambda &= L(n - n_0) \\ N &= \frac{L(n - n_0)}{\lambda} \end{aligned}$$

Вычислим:

$$N = \frac{0.05 \text{ м} \cdot (1.000866 - 1.000277)}{589 \cdot 10^{-9} \text{ м}} = 50$$

Ответ:

Интерференционная картина сместилась на $N = 50$ полос.

2 ЗАДАЧА 2

2.1 Условие

В опыте Юнга щели (расстояние между ними $d = 1$ мм) освещаются монохроматическим светом с длиной волны $\lambda = 500$ нм. Определите ширину W интерференционных полос, если расстояние L от щелей до экрана равно 2 м.

2.2 Дано

$$\begin{aligned}d &= 1 \text{ мм} \\ \lambda &= 500 \text{ нм} \\ L &= 2 \text{ м} \\ W &= ?\end{aligned}$$

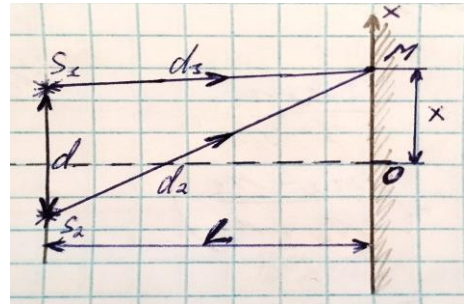


Рисунок 2

2.3 Решение

Разность хода между лучами от источников S_1 и S_2 в точку M на экране:

$$\Delta = d_2 - d_1$$

Так как $d_1^2 = L^2 + \left(x - \frac{d}{2}\right)^2$, $d_2^2 = L^2 + \left(x + \frac{d}{2}\right)^2$, и при $x \ll L$ $d_2 + d_1 \approx 2L$, то:

$$\Delta = \frac{d_2^2 - d_1^2}{d_2 + d_1} \approx \frac{\left(x + \frac{d}{2}\right)^2 - \left(x - \frac{d}{2}\right)^2}{2L} = \frac{xd}{L}$$

Условие минимума интерференции:

$$\Delta = \frac{(2k + 1)\lambda}{2}$$

Пусть x_k — координата k -ой темной полосы. Тогда:

$$\frac{x_k d}{L} = \frac{(2k + 1)\lambda}{2} \Rightarrow x_k = \frac{(2k + 1)\lambda L}{2d}$$

Тогда ширина полосы (расстояние между соседними минимумами):

$$\begin{aligned}W = x_{k+1} - x_k &= \frac{(2(k + 1) + 1)\lambda L}{2d} - \frac{(2k + 1)\lambda L}{2d} = \frac{\lambda L}{d} \\ W &= \frac{\lambda L}{d}\end{aligned}$$

$$W = \frac{500 \cdot 10^{-9} \text{ м} \cdot 2 \text{ м}}{10^{-3} \text{ м}} = 0.001 \text{ м} = 1 \text{ мм}$$

Ответ:

Ширина интерференционных полос $W = 1$ мм.

3 ЗАДАЧА 3

3.1 Условие

На пленку с показателем преломления 1.4 под углом $\alpha = 52^\circ$ падает белый свет. При какой наименьшей толщине пленка в проходящем свете будет казаться красной. Длина волны красного света 670 нм.

3.2 Дано

$$n = 1.4$$

$$\alpha = 52^\circ$$

$$\lambda = 670 \text{ нм}$$

$$h = ?$$

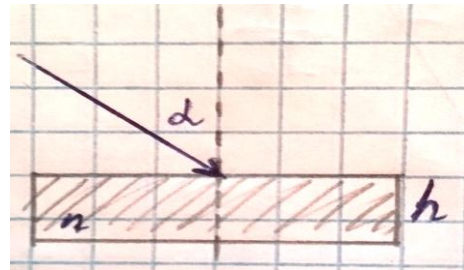


Рисунок 3

3.3 Решение

Для того чтобы пленка казалась красной, должна быть выполнена конструктивная интерференция, то есть разность хода между двумя лучами должна быть равна целому числу длин волн. Формула для оптической разности хода в пленке:

$$\Delta d = 2h\sqrt{n^2 - \sin^2 \alpha}$$

Для минимальной толщины пленки используем условие для первого максимума интерференции ($k = 1$):

$$\Delta d = \lambda, \text{ тогда}$$

$$2h\sqrt{n^2 - \sin^2 \alpha} = \lambda$$

$$h = \frac{\lambda}{2\sqrt{n^2 - \sin^2 \alpha}}$$

$$h = \frac{670 \text{ нм}}{2 \cdot \sqrt{1.4^2 - \sin^2 52^\circ}} \approx 289.5 \text{ нм}$$

Ответ:

Наименьшая толщина пленки, при которой она будет казаться красной в проходящем свете, составляет $h \approx 289.5 \text{ нм}$.

4 ЗАДАЧА 4

4.1 Условие

В опыте с интерферометром Майкельсона для смещения интерференционной картины на $\Delta m = 400$ полос требуется переместить зеркало на расстояние $L = 0.1$ мм. Определите длину волны падающего света.

4.2 Дано

$$\Delta m = 400$$

$$L = 0.1 \text{ мм}$$

$$\lambda - ?$$

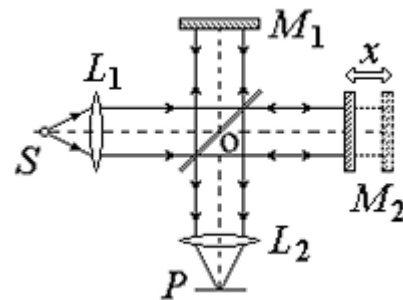


Рисунок 4 [Из лекции 2](#)

4.3 Решение

В интерферометре Майкельсона два луча света проходят по разным путям и сливаются. При перемещении зеркала путь одного луча изменяется на $2L$, что смещает интерференционную картину. Смещение на Δm полос связано с длиной волны формулой:

$$\Delta m = \frac{2L}{\lambda}$$

Решение для длины волны λ :

$$\lambda = \frac{2L}{\Delta m}$$

$$\lambda = \frac{2 \cdot 0.1 \text{ мм}}{400} = 0.0005 \text{ мм} = \mathbf{500 \text{ нм}}$$

Ответ:

Длина волны падающего света составляет $\lambda = 500$ нм.