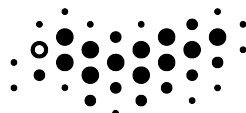


Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
"Национальный исследовательский университет ИТМО"



**УНИВЕРСИТЕТ ИТМО**

Специальные разделы физики  
Задание после лекции 19.12.2022  
"Дифракция Фраунгоффера и поляризация"

Выполнил:  
Лопатенко Г. В., М32021

Преподаватель:  
Музыченко Я. Б.

Декабрь, 2022

## Содержание

1	Брэгговские зеркала	2
2	Ракушечный праздник	3
3	Формулы Френеля	4

# 1 Брэгговские зеркала

Что такое Брэгговские зеркала?

Брэгговские зеркала представляют собой структуру из чередующихся оптических слоев различных материалов. Толщина таких слоев подбирается в размере четверти центральной длины волны системы:  $d_i = \frac{\lambda}{4n_i}$ . На границах сред часть светового пучка отражается, а часть преломляется. Из теории известно, что при отражении от оптически более плотной среды мы теряем в разности хода еще половину длины волны. То есть в общем случае оптические системы, построенные на принципе брэгговского отражения являются интерферирующими. Среди технологий производства встречаются: **диэлектрические зеркала**, которые используются в полупроводниковых лазерах, а создаются электронно-лучевым напылением; **волоконные решетки**, используемые в современной лазерной физике для поддержания высокостабильных лазерных систем эффективно теплоотвода; **полупроводниковые зеркала**, используемые в распределенных отражателях. Брэгговские зеркала - те, в которые каждое утро смотрится Брэг.

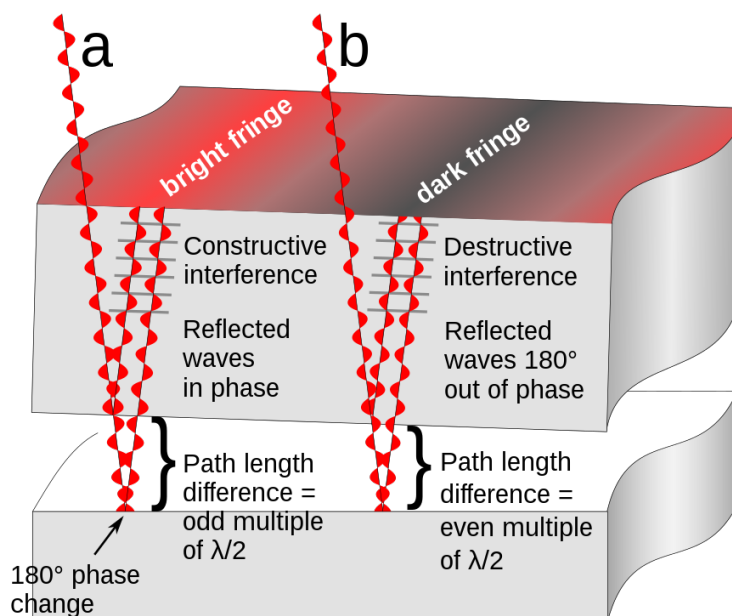


Рис. 1: Иллюстрация лучей на границе сред

## 2 Ракушечный праздник

Объяснить переливающуюся окраску ракушек. Толщина арагонитовых пластинок  $d_1 = 500 \text{ nm}$ , показатель преломления  $n_1 = 1.6$ ; они разделены конхиолином толщиной  $d_2 = 25 \text{ nm}$  с показателем преломления  $n_2 = 1.3$

---

Когда мы смотрим на ракушку, она кажется нам радужной. Это объясняется тем, что по сути поверхность ракушки выступает в роли оптической системы на дифракцию: она состоит из множества очень маленьких щелей, через которые проходит свет, отражается и отклоняется от геометрического пути волны. Дело в том, что длина волны в спектре падающего пучка (так как свет не монохроматичен) оказывается того же порядка, что и толщина арагонитовых пластинок, то есть получается такое неплоское решето, которое соответствует определенному спектру. Между этими пластинками содержится конхиолин, его можно рассматривать в качестве изотропной среды, отсюда понятна природа тонких радужных линий на ракушке.

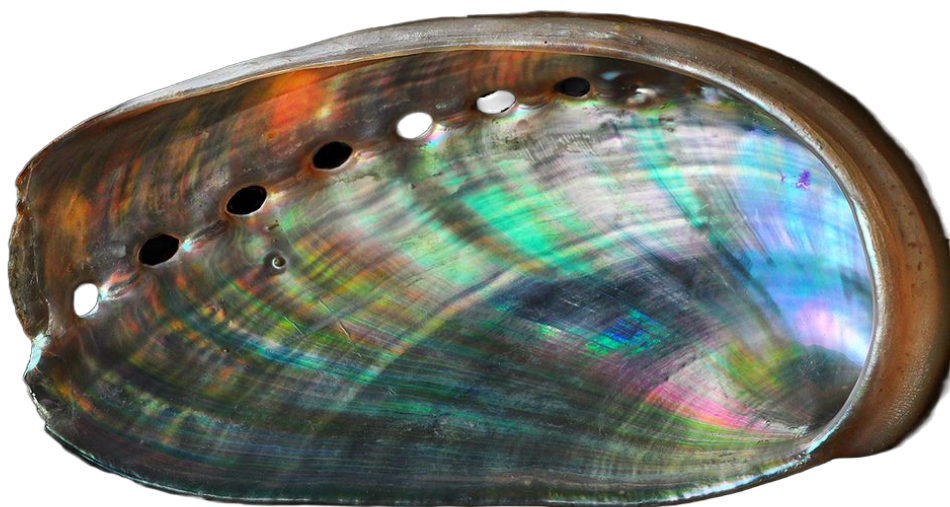


Рис. 2: Ракушка *Haliotis Glabra*

### 3 Формулы Френеля

Вывести формулы Френеля

У нас были уравнения Максвелла:

$$\text{rot}(\vec{E}) = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \quad \text{rot}(\vec{H}) = \frac{\partial \vec{D}}{\partial t}$$

Далее необходимо уйти в два случая:  $P$ -волны (вектор электрического поля  $\vec{E}$  параллелен плоскости падения) и  $S$ -волны (вектор  $\vec{E}$  перпендикулярен плоскости падения). Будем работать в  $\mathbb{R}_3$ . Тогда по отраженному и преломленному лучам:

$$\begin{cases} \vec{E} = \vec{E}_p + \vec{E}_s \\ \vec{E}' = \vec{E}'_p + \vec{E}'_s \\ \vec{E}'' = \vec{E}''_p + \vec{E}''_s \end{cases}$$

В проекциях на оси:

$$\begin{cases} E_x = E_p \cos \phi & E'_x = -E'_p \cos \phi \\ E_y = E_s & E'_y = E'_s \\ E_z = -E_p \sin \phi & E'_z = -E'_p \sin \phi \end{cases}$$

И запишем граничные условия:

$$\begin{cases} E_x + E'_x = E''_x & E_y + E'_y = E''_y \\ E_{1\tau} = E_{2\tau} & H_{i\tau} = \sqrt{\epsilon_i} \cdot E_{i\tau} \end{cases}$$

Перейдем к новой системе:

$$\begin{cases} (E_p - E'_p) \cos \phi = E''_p \cos \psi & E_s + E'_s = E''_s \\ \sqrt{\epsilon_1} (E_s - E'_s) \cos \phi = \sqrt{\epsilon_2} (E''_s) \cos \psi & \sqrt{\epsilon_1} (E_p + E'_p) = \sqrt{\epsilon_2} (E''_p) \end{cases}$$

Тогда **коэффициенты Френеля** отражения по амплитуде:

$$r_{\perp} = \frac{E'_s}{E_s} = -\frac{\sin(\phi - \psi)}{\sin(\phi + \psi)}, \quad r_{\parallel} = \frac{E'_p}{E_p} = \frac{\tan(\phi - \psi)}{\tan(\phi + \psi)}$$

$$R_{\perp} = \frac{E''_s}{E_s} = \frac{2 \sin \phi \sin \psi}{\sin(\phi + \psi)}, \quad R_{\parallel} = \frac{E''_p}{E_p} = \frac{2 \sin \phi \sin \psi}{\sin(\phi + \psi) \cos(\phi + \psi)}$$

