

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)

Лабораторная работа
Фотонные кристаллы.

Шульмина Анастасия Сергеевна
Группа Б04-007

Долгопрудный, 2022 г.

Зависимость максимума спектра от угла.

Снимем 6 зависимостей максимумов для разных углов.

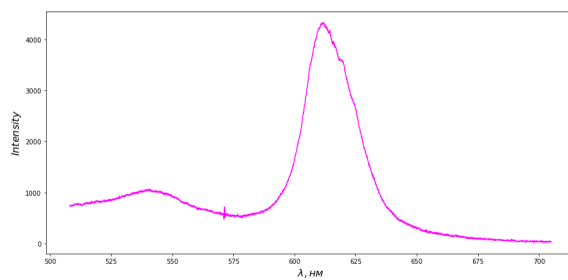


Рис. 1: $\alpha = 20^\circ$

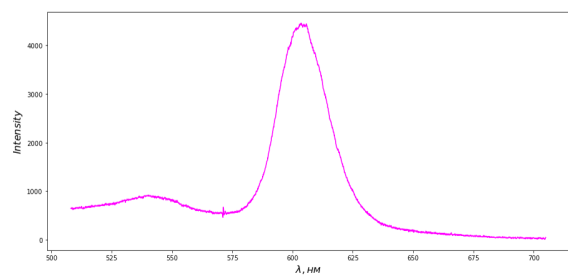


Рис. 2: $\alpha = 25^\circ$

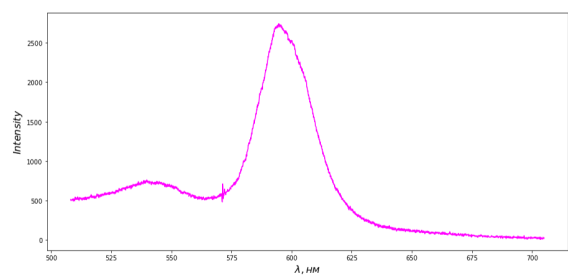


Рис. 3: $\alpha = 30^\circ$

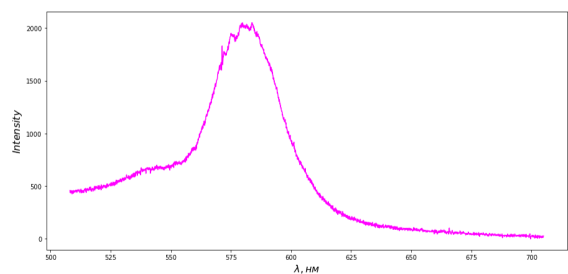


Рис. 4: $\alpha = 35^\circ$

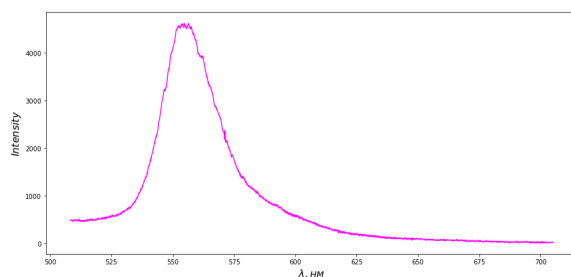


Рис. 5: $\alpha = 40^\circ$

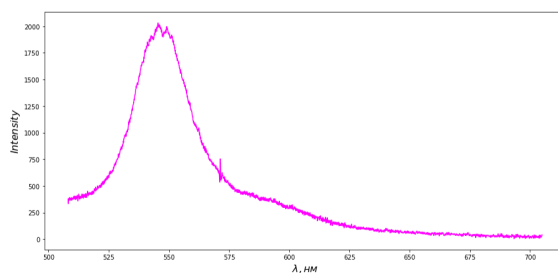


Рис. 6: $\alpha = 45^\circ$

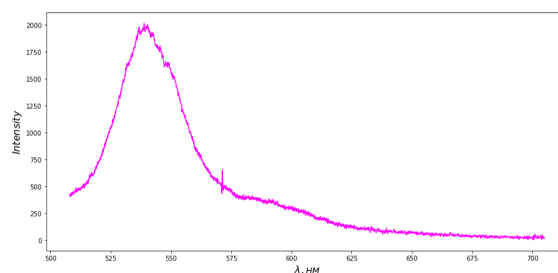


Рис. 7: $\alpha = 50^\circ$

Сводная таблица:

alpha, градусы	20	25	30	35	40	45	50
lambda, нм	612	605	595	583	555	545	540

Нахождение диаметра молекулы SiO₂.

Используя теорию Брэгга-Вульфа, имеет уравнение вида:

$$\lambda = 2d\sqrt{n_{eff}^2 - \sin^2\alpha}, \quad (1)$$

$$n_{eff}^2 = n_1^2 x_1 + n_2^2 x_2, \quad (2)$$

где x_1 и x_2 относительные объемы веществ.

В нашем случае $n_{eff}^2 = 1,79$

Построим прямую, согласно таблице, и оттуда найдем коэффициент наклона, что, по сути, и будет диаметром нашей молекулы.

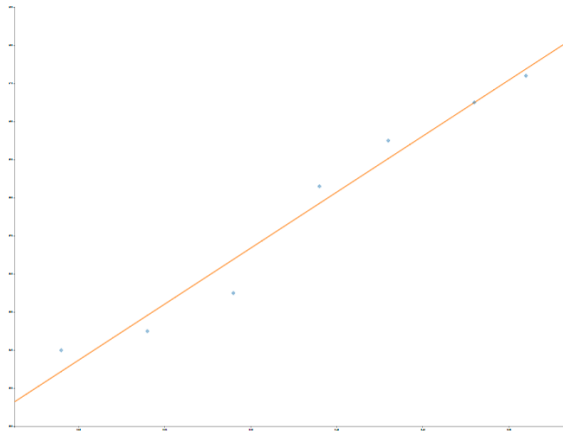


Рис. 8: Линейная аппроксимация

Коэффициент наклона $k = d = 212$. Имея соотношение:

$$d = 1,83R \quad (3)$$

получаем, что $R = 130$ нм, в диаметре $D = 260$ нм, что немного не сходится с результатами на атомно-силовом микроскопе. Возможно, большую погрешность внес метод измерения угла, а конкретно : не идеальное зрение исследователя.

Спектр пропускания.

Используя спектры источника и опала, найдем спектр пропускания опала путем деления. Согласно спектру, длина волны пропускания 575 нм.

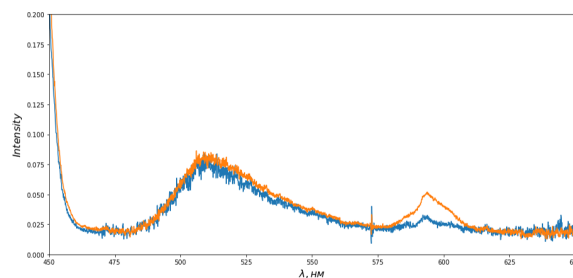


Рис. 9: Спектр пропускания опала для воды и спирта

Comsol

Задаем основные параметры для моделирования фотонного кристалла.

Отражение: ширина на полувысоте по сравнению с воздухом для спирта и воды уменьшилась на 20 процентов : было 32 нм, стало 25 нм.

Пропускание: результат моделирования совпал с экспериментальными данными.

Интенсивность: значение показателя преломления упали на 92 процента воды и 86 процентов для воздуха.

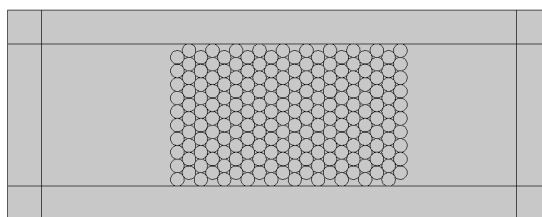


Рис. 10: Модель

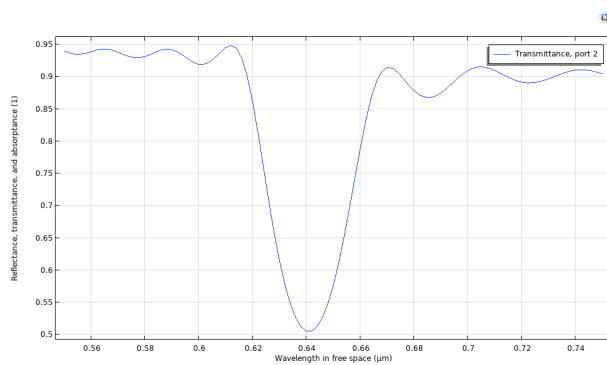


Рис. 11: Спектр пропускания опала и воздуха

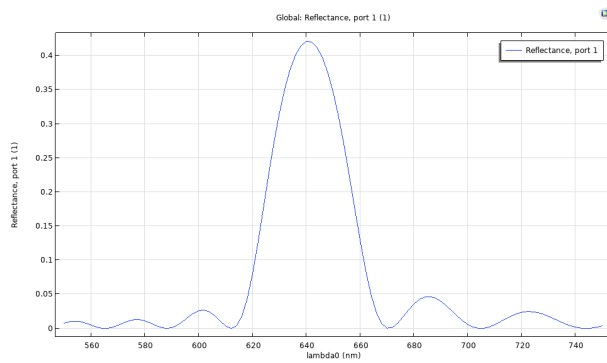


Рис. 12: Спектр отражения опала и воздуха

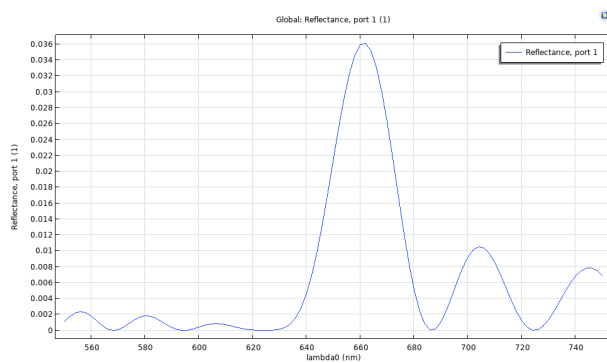


Рис. 13: Спектр отражения опала и спирта

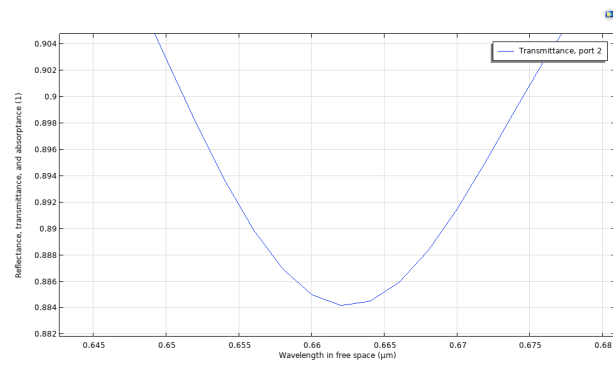


Рис. 14: Спектр отражения опала и спирта

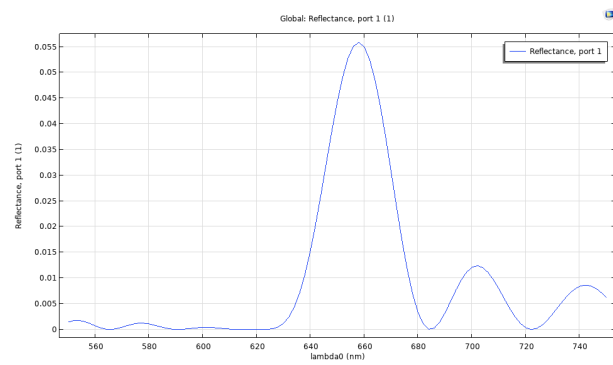


Рис. 15: Спектр пропускания опала и воды

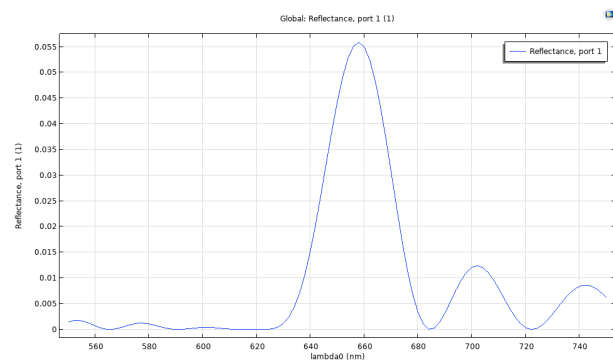


Рис. 16: Спектр отражения опала и воды