1. Докажите, что при отражении волны от оптически более плотной среды ее фаза меняется на

Рассмотрим векторы напряженности электрического поляи магнитного поля в падающей, отраженной и преломленной волнах соответственно

, , , т.к. проекции в отраженной волне имеют противоположные знаки

– закон преломления

Граничные условия для тангенциальных компонент

(1)

(2)

Решив систему уравнений 1 и 2, получим

В случае, когда , дробь в выражении для отрицательна, т. е. направление вектора противоположно направлению вектора , и колебания вектора происходят в противофазе с колебаниями вектора . Это значит, что при отражении волны от оптически более плотной среды ее фаза изменяется скачком на

Источники:

<https://moodle.yspu.org/pluginfile.php/3404/mod_label/intro/Лекции%20по%20оптике.pdf>стр 24

2. Получите закон преломления света из: а) граничных условий б) принципа Ферма

Закон преломления света:

Отношение синуса угла падения к синусу угла преломления постоянно для данной пары сред и равно показателю преломления второй среды относительно первой

а) Вывод из граничных условий

Изображение выглядит как линия, диаграмма, График

Автоматически созданное описание

Граничное условие:

Т.е. тангенциальная компонента вектора напряженности электрического поля по обе стороны границы раздела одинаковая

Падающая волна в комплексной форме записи:

Отраженная волна:

Прошедшая волна:

– волновое число, запишем как

где – скорость распространения света

Запишем граничное условие для тангенциальных составляющих напряженности электрического поля

Равенство должно выполняться тождественно в произвольных точках и в произвольные моменты времени , причем и независимы друг от друга. При этом показатели экспонент должны быть одинаковыми, поэтому:

Получаем, что частоты отраженной и преломленной волн равны частоте падающей волны

Из рисунка косинусы углов между векторами равны соответственно синусам углов. Поэтому раскрываем скалярное произведение так

Т. к.

Источник: <https://physics.spbstu.ru/userfiles/files/chapter3_electro_magneto_waves__less.pdf>

б) Вывод из принципа Ферма

Изображение выглядит как линия, диаграмма, График

Автоматически созданное описание

Пусть имеются две среды с показателями преломления и , разделенные плоской границей раздела

Согласно прицнипу Ферма луч пройдет так, чтобы время распространения было минимальным

Посчитаем время как сумму расстояния, пройденного в среде , деленного на скорость распространения в среде , и расстояния, пройденного в среде , деленного на скорость распространения в среде

Найдем минимум функции, для этого приравняем производную к нулю

Из первого треугольника:

Из второго треугольника:

Подставим в полученное выражение

Таким образом

Источники: <https://studme.org/375552/matematika_himiya_fizik/geometricheskaya_volnovaya_optika#146>

<https://studme.org/375553/matematika_himiya_fizik/vyvod_zakonov_prelomleniya_otrazheniya_printsipa_ferma#731>

3. Для определения показателя преломления стеклянной пластины можно использовать интерферометр Майкельсона. Стеклянная пластина (толщиной ) помещается на платформу, которая может вращаться. Пластина помещается на пути света между светоделителем и неподвижным или подвижным зеркалом таким образом, чтобы ее толщина была в направлении лазерного луча. Платформа поворачивается на различные углы и подсчитывается количество смещенных полос. Можно показать, что если - это число полос, смещенных при изменении угла поворота на , то показатель преломления равен

где - толщина пластины. В прилагаемой таблице приведены данные, собранные студентом при определении показателя преломления прозрачной пластины с помощью интерферометра Майкельсона.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 25 | 50 | 75 | 100 | 125 | 150 |
|  | 5,5 | 6,9 | 8,6 | 10,0 | 11,3 | 12,5 |

В эксперименте и . Определите для каждого и найдите среднее значение .