



Часть А. Пластинка кварца и поляризатор

Многие вещества обладают оптической анизотропией, при которой показатель преломления зависит от направления распространения и поляризации света. Направление, в котором свет распространяется без двойного лучепреломления, называется оптической осью кристалла.

Пусть между двумя параллельно ориентированными поляризаторами расположена пластинка кварца, вырезанная параллельно оптической оси (Рис. 1). Плоскость пропускания поляризаторов составляет угол 45° с оптической осью пластинки. Толщина пластинки равна d . На эту систему падает плоская монохроматическая волна с длиной волны λ . После прохождения поляризатора 1 свет становится линейно поляризованным, а его вектор напряженности электрического поля колеблется только в плоскости пропускания поляризатора 1. Далее, этот свет попадает на анизотропную кварцевую пластинку. В пластинке возбуждаются две световые волны: $\vec{E}_o$, поляризованная перпендикулярно оптической оси (ее называют обыкновенной (ordinary) волной), и $\vec{E}_e$, поляризованная вдоль оптической оси (ее называют необыкновенной (extraordinary) волной). Показатель преломления пластинки кварца для обыкновенной волны равен n_o , а для необыкновенной n_e . Обозначим $\Delta n = n_o - n_e$.

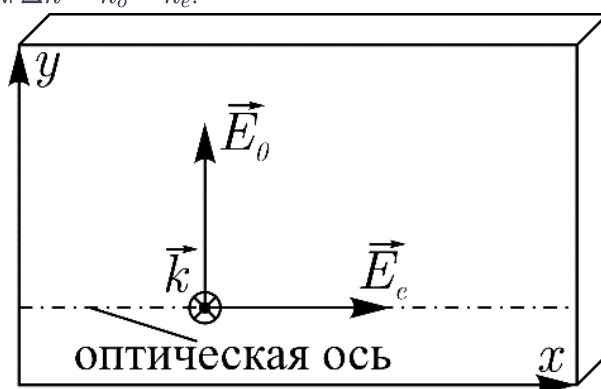


Рис. 1. Двулучепреломление

A1 ^{0.50} При прохождении этих волн через пластинку между ними возникает разность фаз $\varphi = \alpha k d$, где $k = 2\pi/\lambda$. Найдите коэффициент α .

Пусть амплитуда волны после прохождения первого поляризатора равна A_0 . Амплитуда световой волны после второго поляризатора равна сумме проекций обыкновенной и необыкновенной волн на направление пропускания второго поляризатора.

A2 ^{1.00} Найдите амплитуду волны A_1 после второго поляризатора.

Часть В. Фильтр Лио

Интерференционно-поляризационный фильтр Лио (Lyot filter) — это оптическая система, состоящая из $N + 1$ поляризаторов и N пластинок кварца (Рис. 2), вырезанных параллельно оптической оси (разобранный выше случай). На фильтр падает плоская монохроматическая волна с длиной волны λ . Главные направления всех поляризаторов параллельны и составляют угол 45° с оптической осью пластинок.

Толщины пластинок равны $d, 2d, 4d, 8d, \dots, 2^{N-1}d$.

Показатели преломления кварца равны n_o и n_e . Отражением света на границах пластинок и поляризаторов пренебречь.

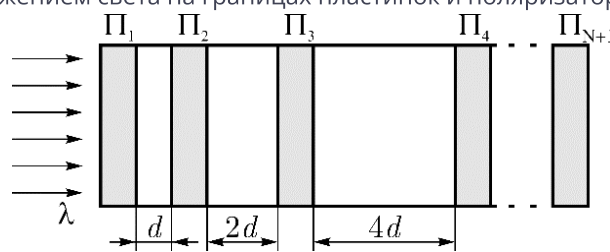


Рис. 2. Фильтр Лио

B1 ^{3.00} Пусть амплитуда волны после прохождения первого поляризатора равна A_0 . Найдите амплитуду волны A_{out} на выходе из системы.

Примечание: Ваш ответ не должен содержать не взятых интегралов, невычисленных сумм или произведений.

B2 ^{1.00} Найдите возможные длины волн λ , при которых амплитуда на выходе максимальна (главные максимумы).

B3 ^{1.00} Найдите спектральную ширину первого главного максимума $\Delta\lambda$.

B4 ^{0.50} Найдите спектральную разрешающую способность $\lambda/\Delta\lambda$ для m -го главного максимума.

Часть С. Монохроматор Вуда

Монохроматор Вуда состоит из чередующихся $N + 1$ поляризаторов и N пластинок кварца равной толщины d (Рис. 3). Главные направления всех поляризаторов параллельны и составляют угол 45° с оптической осью пластинок. Показатели преломления кварца равны n_o и n_e .

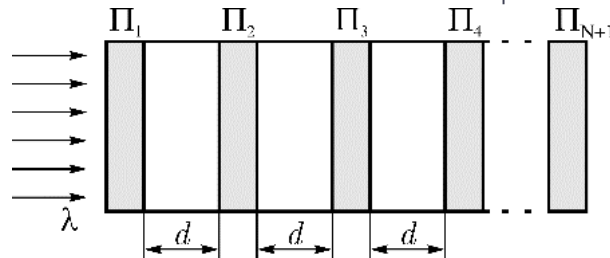


Рис. 3. Монохроматор Вуда

C1 ^{1.50} Найдите, как зависит интенсивность света, прошедшего через монохроматор, от разности фаз φ между обыкновенной и необыкновенной волнами, набегающей на одной кварцевой пластинке. Нарисуйте качественный график этой зависимости для $N = 5$ и $N = 50$.

Примечание: Ваш ответ не должен содержать не взятых интегралов, невычисленных сумм или произведений.

C2 ^{1.50} Найдите спектральную разрешающую способность монохроматора Вуда $\lambda/\Delta\lambda$.

