

ГЛАВА III

ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ СВЕТА

§ 16. Принцип суперпозиции. Когерентность

Для световых волн, так же как и для всяких волн, справедлив принцип суперпозиции (т. I, § 64, 1959 г.; в пред. изд. § 74). Характерно, что М. В. Ломоносов считал справедливость принципа суперпозиции в области световых явлений одним из основных аргументов в пользу волновой теории света. Он писал: «Поставим алмаз между двумя свечами. Лучи с обеих сторон пройдут сквозь алмаз равною силою, и одна свеча с одной стороны в то же время сквозь алмаз таково ж явственно, как с другой стороны другая, видна будет», и далее указывал, что этот результат объясним только с волновой точки зрения. На языке электромагнитной теории принцип суперпозиции означает, что результирующее электрическое поле двух световых волн, проходящих через одну точку, равно векторной сумме электрических полей каждой из волн в отдельности. В частности, если эти поля имеют одинаковые величины, но противоположно направлены, результирующее электрическое поле окажется равным нулю (свет плюс свет дает темноту); наоборот, при одинаковом направлении складываемых полей результирующее поле достигнет максимальной величины. Сложение световых волн приводит к таким же интерференционным явлениям, как и сложение звуковых волн (т. I, § 66, 1959 г., в пред. изд. § 76). Противоположные направления складываемых электрических полей соответствуют разности фаз складываемых колебаний, равной нечетному числу π ; параллельным полям соответствует разность фаз, равная либо нулю, либо четному числу π .

Электромагнитное поле световой волны чрезвычайно быстро меняется со временем. Примерно 10^{15} раз в секунду напряженность электрического поля проходит через нуль, меняя свое направление, и столько же раз достигает своего максимального значения.

Зрительное впечатление обуславливается средним значением квадрата электрического вектора волны за сравнительно большой промежуток времени, а не значением его в каждый момент. Когда мы говорим о большом промежутке времени, то это, конечно, надо понимать как большой по сравнению с периодом светового колебания, примерно равным 10^{-15} сек. Ясно, что глаз увидит усиление или гашение света лишь при условии, что этот эффект будет продолжаться

ся в течение многих колебаний, когда разность фаз между интерферирующими колебаниями будет оставаться постоянной. Таким образом, для получения интерференции световых волн в какой-либо точке пространства необходимо постоянство разности фаз между световыми колебаниями, приходящими в эту точку; такие колебания называют *когерентными*¹⁾.

Всякое светящееся тело состоит из весьма многих источников колебаний: световые волны порождаются отдельными атомами вещества; мы наблюдаем всегда суммарное действие многих атомов. Для получения интерференции от двух источников света необходимо, чтобы в месте наблюдения волны, излучаемые всеми атомами одного источника, отличались по фазе на одну и ту же величину от волн другого источника. Такое совпадение является невероятным, поэтому между лучами двух различных источников света нельзя получить явления интерференции. Интерференция наблюдается только в том случае, если световые лучи одного источника каким-нибудь образом (отражением, преломлением) были «раздвоены» и затем снова сведены. Однако даже в этом случае могут быть получены некогерентные колебания.

Дело в том, что каждый атом излучает непрерывно только некоторый конечный промежуток времени и затем потухает. За это время он испускает непрерывный цуг волн. Через некоторое время тот же атом может опять начать светиться, но эти новые колебания уже никак не будут связаны с фазами предыдущего колебания. Среднее время непрерывного свечения атома обычно порядка 10^{-8} сек. За это время атом испустит около 10^7 колебаний, или волн ($10^{15} \cdot 10^{-8} = 10^7$). Поэтому два колебания, вышедшие из одной точки источника света, но запаздывающие друг относительно друга более чем на 10^7 длин волн, уже будут некогерентны между собой. Эти колебания будут испущены при двух независимых между собой «вспышках» атома. Длина волны видимого света около $0,5 \text{ мк}$, следовательно, при разности хода, большей, чем $10^7 \cdot 0,5 \text{ мк} = 5 \text{ м}$, интерференция должна исчезать. Разные атомы обладают различными временами излучений, называемыми *продолжительностью жизни светящегося атома*. По исчезновению интерференции мы можем судить о продолжительности жизни светящегося атома. Чем больше продолжительность жизни, тем при больших разностях хода еще будет наблюдаться интерференция.

§ 17. Зеркала Френеля

В качестве примера оптической системы, позволяющей получить два когерентных световых пучка, рассмотрим так называемые *зеркала Френеля* (рис. 54). Френель предложил устанавливать два зеркала *A* и *B* под углом, близким к 180° . Очевидно, картина, получающая-

¹⁾ От лат. *cohaerentia* — связь.