

Кольца Ньютона

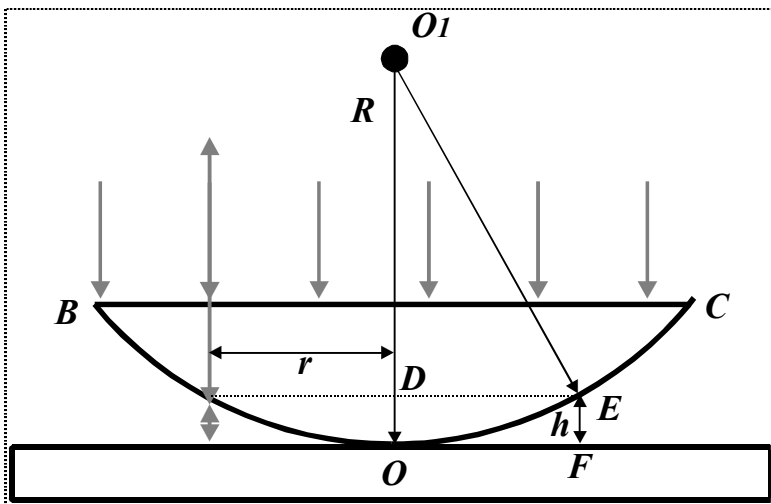
На плоскопараллельную пластинку выпуклой стороной положена линза с радиусом кривизны R . Сверху система освещается монохроматическим светом с длиной волны λ .

Разность хода лучей, отраженных от верхней и нижней поверхностей воздушного зазора, равна $\Delta = 2|EF| + \frac{\lambda}{2}$. Показатель преломления воздуха принят равным единице, а половина длины волны появляется в результате отражения от оптически более плотной среды (пластинка).

Расстояние EF можно найти из треугольника ODE т.к. $|EF| = h$, тогда из прямоугольного треугольника

$$R^2 = (R - h)^2 + r^2.$$

Откуда, пренебрегая h^2 по сравнению с остальными слагаемыми, выразим



$$h = \frac{r^2}{2R}.$$

Найдем радиус кольца r .

$$2h = \frac{r^2}{R}$$

$$r^2 = 2hR$$

$$r = \sqrt{2hR}$$

Подставим вместо h оптическую разность хода и условие интерференционного максимума и минимума.

Получим радиусы светлых и темных колец в отраженном свете.

Радиусы светлых и темных колец в отраженном свете:

$$r_m^{CB-O} = \sqrt{(2m-1)R \frac{\lambda}{2}}, \quad m = 1, 2, 3, \dots$$

$$r_m^{T-O} = \sqrt{mR\lambda}, \quad m = 0, 1, 2, 3, \dots$$

В проходящем свете на месте светлых полос будут наблюдаться темные и наоборот. (Фактически, по закону сохранения энергии: если световая энергия отражается, то «проходить уже нечему».) Тогда аналогично можем найти радиусы светлых и темных колец в проходящем свете.

Радиусы светлых и темных колец в проходящем свете:

$$r_m^{CB-\Pi} = \sqrt{mR\lambda}, \quad m = 0, 1, 2, 3, \dots$$

$$r_m^{T-\Pi} = \sqrt{(2m-1)R \frac{\lambda}{2}}, \quad m = 1, 2, 3, \dots$$

Из наблюдения интерференционных колец Ньютон довольно точно вычислил величину, являющуюся количественной мерой периодичности картины. В переводе на язык волновой оптики эта величина половина длины волны.

Центр картины в отраженном свете темный, а в проходящем свете светлый. Это говорит о том, что при отражении от одной из границ воздушной прослойки фаза волны изменяется на π . Можно изменить ситуацию, если пространство между пластинкой и линзой заполнить жидкостью, показатель преломления которой больше показателя преломления линзы, но меньше показателя преломления пластинки. Тогда фаза волны меняется и при отражении от верхней границы прослойки и от нижней на π . Это приводит к тому, что взаимное расположение колец меняется, т.е. центр картины в отраженном свете светлый, а в проходящем свете темный.

К тому же, если пространство между пластинкой и линзой заполнено жидкостью с некоторым показателем преломления n , то кольца Ньютона «стягиваются к центру», т.к. в среде длина волны света будет в n раз меньше (в формулах длину волны необходимо будет разделить на показатель преломления).

Если в установке Ньютона линзу перемещать от пластинки параллельно соей себе, то из-за увеличения толщины воздушной прослойки каждое кольцо будет уменьшаться в диаметре и, достигнув центра, превращается в кружок и исчезает. Исчезают кольца низких порядков. Одновременно на периферии будут зарождаться новые интерференционные кольца. Новые кольца, кольца более высоких порядков.

Наблюдается в основном в виде интерференции в тонких пленках: переливающиеся цвета мыльных пленок, крыльев бабочек и тонких пленок масла или бензина на поверхности воды.