

18 Волновая оптика

18.1 Интерференция света. Бипризма Френеля.

- 18.1.1** В некоторую точку пространства приходят когерентные лучи с геометрической разностью хода $1,2 \text{ мкм}$. Длина волны этих лучей в вакууме 600 нм . Определить, что произойдет в точке в результате интерференции в трех случаях: а) свет идет в воздухе; б) свет идет в воде; в) свет идет в стекле с показателем преломления $1,5$.
- 18.1.2** Когерентные источники белого света, расстояние между которыми $0,32 \text{ м}$ имеют вид узких щелей. Экран, на котором наблюдается интерференция света от этих источников находится на расстоянии $3,2 \text{ м}$ от них. Найти расстояние между красной (760 нм) и фиолетовой (400 нм) линиями второго интерференционного спектра.
- 18.1.3** В опыте Юнга отверстия освещались монохроматическим светом длиной волны 600 нм . Расстояние между отверстиями 1 мм , расстояние от отверстий до экран 3 м . Найти положение первых двух светлых полос и первой темной полосы.
- 18.1.4** С помощью бипризмы Френеля получены два мнимых когерентных источника монохроматического зеленого света с длиной волны 560 нм на расстоянии $3,2 \text{ м}$ от экрана. В точке на экране на расстоянии 28 мм от центра экрана наблюдается третья темная полоса. Определить расстояние между мнимыми источниками света.
- 18.1.5** При наблюдении в воздухе интерференции света от двух когерентных источников на экране видны чередующиеся темные и светлые полосы. Что произойдет с шириной полос, если наблюдение производить в воде, сохраняя неизменными все остальные условия?
- 18.1.6** Определить расстояние между двумя когерентными источниками белого света, если на экране, расположенном на расстоянии $2,6 \text{ м}$ от источников, крайняя красная и крайняя фиолетовая линии первого порядка отстоят друг от друга на $5,6 \text{ мм}$.
- 18.1.7** При наблюдении интерференции света от двух когерентных источников монохроматического света с длиной волны 520 нм на экране на отрезке длиной 4 см наблюдается $8,5$ полос. Определить расстояние между источниками света, если расстояние от них до экрана равно $2,75 \text{ м}$.
- 18.1.8** Две щели, расстояние между которыми $0,02 \text{ мм}$, одновременно освещаются голубыми лучами с длиной волны 400 нм и желтыми лучами с длиной волны 600 нм . На экране, удаленном от щелей на 2 м , образуются светлые - голубые и желтые - линии. Если центральным линиям обоих цветов присвоить нулевой номер, каковы будут номера линий в той части спектра, где желтая и голубая линии впервые совместятся? На каком расстоянии от центральной линии расположена эта область?
- 18.1.9** Интерференционный опыт Ллойда состоял в получении на экране картины от источника S и его мнимого изображения S' в зеркале AO (см. Рис 1). Чем будет отличаться интерференционная картина от источников S и S' по сравнению с тем, как если бы зеркала не было?

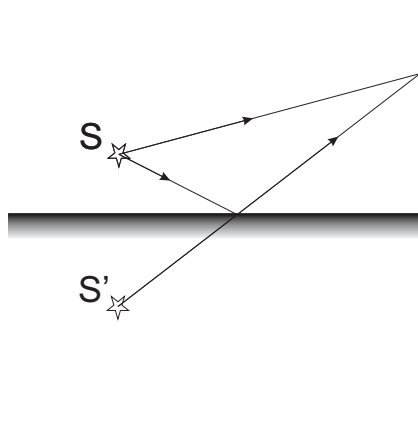


Рис. 1:

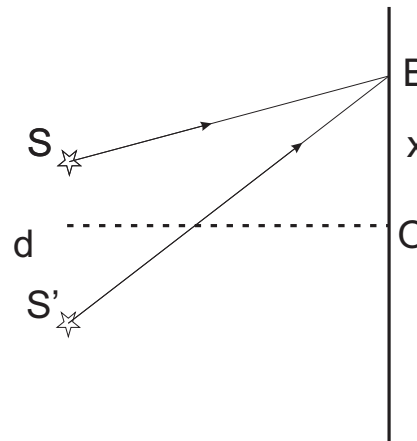


Рис. 2:

18.1.10 С помощью бипризмы Френеля получены два мнимых когерентных источника монохроматического зеленого света с длиной волны 560 нм на расстоянии $3,2 \text{ м}$ от экрана (см. Рис 2). В точке В на расстоянии 28 мм от центра экрана наблюдается третья полоса. Определить расстояние между мнимыми источниками света.

18.2 Цвета тонких пленок. Кольца Ньютона.

18.2.1⁰ В каком случае кольца Ньютона видны более отчетливо: в отраженном свете или в проходящем?

18.2.2⁰ Почему показатель преломления пленки, покрывающей стекла, должен быть меньше показателя преломления стекла?

18.2.3 Пучок света падает перпендикулярно к поверхности стеклянного клина. Длина волны света 582 нм , угол клина 20° . Какое количество темных интерференционных полос придется на единицу длины клина?

18.2.4 Между двумя стеклянными пластинками зажата металлическая проволочка диаметром $0,085 \text{ мм}$. Расстояние от проволочки до линии соприкосновения пластин, образующих воздушный клин, равно 25 см . При освещении пластинок монохроматическим светом с длиной волны 700 нм видны интерференционные полосы, параллельные линии соприкосновения пластинок. Определить число полос на одном сантиметре длины.

18.2.5 Для измерения толщины волоса его положили на стеклянную пластинку и сверху прикрыли другой пластинкой. Расстояние от волоса до линии соприкосновения пластинок, которой он параллелен, оказалось равным 20 см . При освещении пластинок красным светом с длиной волны 750 нм на одном сантиметре длины оказалось восемь полос. Определить толщину волоса.

18.2.6 При освещении клина с очень малым углом α сделанного из стекла с показателем преломления $1,5$ пучком света с длиной волны 650 нм , падающим перпендикулярно к его поверхности, на нем наблюдаются чередующиеся темные и светлые полосы. Определить угол

α , если расстояние между двумя соседними темными полосами на поверхности клина оказались равны 12 мм.

18.2.7 Установка для получения колец Ньютона освещается монохроматическим светом, падающим по нормали к поверхности пластинки. Радиус кривизны линзы 8,6 м. Наблюдение ведется в отраженном свете. Измерениями установлено, что радиус четвертого темного кольца (считая центральное темное пятно нулевым) 4,5 мм. Найти длину волны падающего света.

18.2.8 Установка для получения колец Ньютона освещается монохроматическим светом с длиной волны 600 нм, падающим по нормали к поверхности пластины. Найти толщину воздушного зазора между линзой и стеклянной пластиной в том месте, где наблюдается третье темное кольцо в отраженном свете.

18.2.9 Определить, светлое или темное кольцо Ньютона в отраженном свете будет иметь радиус 5,3 мм, если оно получилось при освещении линзы с радиусом кривизны 18 м, светом с длиной волны 450 нм, идущим параллельно главной оптической оси линзы. Какой радиус получится у этого же кольца, если в зазоре между пластиной и линзой будет находиться этиловый спирт?

18.3 Дифракция света.

18.3.1⁰ Почему нельзя увидеть атомы в оптический микроскоп?

18.3.2 При помощи дифракционной решетки с периодом 0,02 мм получено первое дифракционное изображение на расстоянии 3,6 см от центрального и на расстоянии 1,8 м от решетки. Найдите длину световой волны.

18.3.3 Расстояние между экраном и дифракционной решеткой, имеющей 125 штрихов на 1 мм, равно 2,5 м. При освещении решетки светом с длиной волны 420 нм на экране видны синие линии. Определите расстояние от центральной линии до первой линии на экране.

18.3.4 Дифракционная решетка, постоянная которой равна 0,004 мм, освещается светом с длиной волны 687 нм. Под каким углом к решетке нужно проводить наблюдение, чтобы видеть изображение спектра второго порядка?

18.3.5 Определите постоянную дифракционной решетки, если при ее освещении светом с длиной волны 656 нм второй спектр виден под углом 15° .

18.3.6 При освещении дифракционной решетки светом с длиной волны 627 нм на экране получились полосы, расстояние между которыми оказалось равным 39,6 см. Зная, что экран расположен на расстоянии 120 см от решетки, найти постоянную решетки.

18.3.7 На дифракционную решетку падает нормально пучок света. Для того, чтобы увидеть красную линию с длиной волны 700 нм в спектре пятого порядка, зрительную трубу пришлось установить под углом 30° . Найдите постоянную решетки. Какое число штрихов нанесено на единицу длины этой решетки?

- 18.3.8** Найдите наибольший порядок спектра для желтой линии с длиной волны 589 нм, если постоянная дифракционной решетки равна 2 мкм.
- 18.3.9** На дифракционную решетку, имеющую 500 штрихов на миллиметр, падает плоская монохроматическая волна. Длина волны 500 нм. Определите наибольший порядок спектра, который можно наблюдать при нормальном падении лучей на решетку.
- 18.3.10** Какова ширина всего спектра первого порядка (длины волн заключены от 380 нм до 760 нм), полученного на экране, отстоящем на 3 м от дифракционной решетки с периодом 0,01 мм?
- 18.3.11** Спектры второго и третьего порядков в видимой области дифракционной решетки частично перекрываются друг с другом. Какой длине волны в спектре третьего порядка соответствует длина волны 700 нм в спектре второго порядка?
- 18.3.12** На дифракционную решетку, имеющую период 2 мкм, падает нормально свет, пропущенный сквозь светофильтр. Фильтр пропускает волны с длиной волны от 500 до 600 нм. Будут ли спектры разных порядков перекрываться друг с другом?

18.4 Поляризация и дисперсия.

- 18.4.1⁰** Свет, отраженный от поверхности воды, является частично поляризованным. Как убедится в этом, имея поляроид?
- 18.4.2⁰** Естественный свет падает на два поляроида, ориентированные так, что свет совсем не проходит. Будет ли свет проходить, если между этими поляроидами поместить третий?