**Реферат**

по физике

Интерференция света

Выполнил ученик школы №182 11Ж класса Авдеев Владимир.

Преподаватель Галина Григорьевна.

Москва

2001

**План:**

**Объяснение интерференции света**

*Интерференционная картина*

*Стационарная интерференция света*

**Опыт Юнга**

**Виды интерференции света**

**Проявления интерференции света**

*Биения*

*Корреляции интенсивности*

**Использование интерференции**

**Список литературы**

**Объяснение интерференции света**

*Интерференция света*, пространственное перераспределение энергии светового излучения при наложении двух или нескольких световых волн; частный случай общего явления интерференции волн. Нек-рые явления И. с. наблюдались ещё И. Ньютоном в 17 в., однако не могли быть и объяснены с точки зрения его корпускулярной теории. Правильное объяснение И. с. как типично волнового явления было дано в нач. 19 в. франц. физиком О. Ж. Френелем и англ. учёным Т. Юнгом. Наиболее часто наблюдается И. с., характеризующаяся образованием стационарной (постоянной во времени) интерференционной картины (и. к.) - регулярного чередования областей повышенной и пониженной интенсивности света к явлениям И. с. относятся также световые биения и явления корреляции интенсивности. Строгое объяснение этих явлений требует учёта как волновых, так и корпускулярных св-в света и даётся на основе квант. электродинамики.

*Интерференция* света - это сложение полей световых волн от двух или нескольких (сравнительно небольшого числа) источников. В общем случае поляризация каждой из интерферирующих волн (т. е. направление, вдоль которого колеблется вектор электрического поля; магнитное поле не учитываем) имеет свое направление, и сложение двух волн есть векторное сложение. Обычно рассматривают интерференцию волн, имеющих одинаковую поляризацию. Тогда волны складываются алгебраически.

Пусть имеются два источника гармонических электромагнитных волн, создающих на некотором отдалении от себя в точке наблюдения поля, колеблющиеся следующим образом:

E1(t) = E1 cos(t + 1), E2(t) = E2 cos(t + 2 ).

Здесь Е1 и Е2 - амплитуды колебаний (происходящих с одинаковой частотой); 1 и 2 - их фазы. Для простоты положим E1 = E2 = E0. Тогда результирующее колебание имеет вид:

E = 2E0 cos1/2(1 - 2) *Х*

*Х* cos[t + 1/2(1 + 2 )] = ER cos(t + R).

Следовательно, результирующее колебание есть также синусоидальное колебание, но с иными амплитудой и фазой:

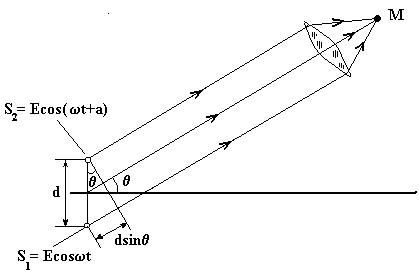
ER = 2E0 cos1/2(1 - 2), R= 1/2(1 + 2 ). **(1)**

Результирующее поле имеет амплитуду , связанную с амплитудами соотношением

E2R = E21 + E22 + 2E1E2 cos(2 -1). **(2)**

Как известно, интенсивность электромагнитной волны, проходящей через некоторую точку пространства, пропорциональна квадрату напряженности электрического поля в этой точке. Следовательно, суммарная интенсивность света в точке наблюдения складывается из интенсивности обоих источников E21 и E22 и дополнительного фактора, который можно назвать *интерференционным членом*:

2E1E2 cos(2 -1). В зависимости от разности фаз2 -1 колебаний источников он может быть положительным, отрицательным или равным нулю. При этом предполагается, что 2 -1 не зависит от времени, а только от пространственных координат. Источники, удовлетворяющие этому условию, называются *когерентными*. Рассмотрим случай, когда два когерентных источника с равными амплитудами и с относительной разностью фаз  расположены на расстоянии *d* друг от друга (рис. 1). Какова будет результирующая интенсивность света в точке М, направление на которую составляет угол  c нормалью к лини, соединяющей источники?



Разность расстояний от М до осцилляторов (или разность хода) равна d sin . Разность фаз, обусловленная разностью хода, равна числу длин волн, укладывающихся на отрезке d sin , умноженному на 2: (2/)d sin . Полная разность двух волн в точке наблюдения равна

 = 2 -1 = a + (2/)d sin ,

где  - задняя разность фаз между источниками. Положим  = 0. Очевидно, что если

 = 2m,

где m - любое целое число, то в точке M наблюдения результирующая интенсивность

E2R = 4E2

максимальна. Иными словами, происходит усиление света. Условие максимума:

(2/)d sin  = 2m  d sin  = m,

m = 0,1,2,3,... **(3)**

Если  = (m + 1/2), то возникает минимум интенсивности - происходит ослабление света. Условие минимума:

(2/)d sin  = (m + 1/2) d sin  = (m + 1/2),

m = 0,1,2,... **(4)**

Следовательно, для того, чтобы в некоторой точке наложения двух когерентных световых волн наблюдался максимум, т. е. усиление волн, на протяжении разности хода должно укладываться целое число длин волн; для того, чтобы наблюдался минимум, разность хода должна вмещать нечетное число полуволн.

В общем случае световые лучи от разных источников могут двигаться в средах с различными показателями преломления *n*1 и *n*2. Поскольку скорость света в среде уменьшается:  = *c/n*, где *c* - скорость света в вакууме, то уменьшается и длина волны:

 = T =(c/*n*)T = 0/*n*,

где T - период колебаний, 0 - длина волны в воздухе (или в вакууме).

Поэтому на одном и том же расстоянии в веществе укладывается в n раз больше число волн, чем в вакууме. Поэтому для разности фаз важна не сама по себе геометрическая разность путей интерферирующих лучей, а величина *n* ' l, где l - геометрический путь. Эта величина называется *оптической длиной пути*, и она характеризует число длин волн, укладывающихся на геометрическом пути светового луча в данной среде с показателем преломления *n*. Разность  оптических длин путей двух лучей называется *оптической разностью хода*:

 = *n*2l2 - *n*1l1,

где l1, l2 - геометрические пути, проходящие лучами в средах с показателями преломления n1 и n2 соответственно.

Общее условие максимумов и минимумов остается прежним:

 = m0 - условие максимума;

 = (m + 1/2)0 - условие минимума,

m = 0,1,2,...

**Интерференционная картина**

Интерференционная картина наложения волн двух монохроматических источников представляет собой систему чередующихся светлых и темных полос. Если оба источника испускают белый (немонохроматический) свет, то интерференционная картина будет окрашенной, т. е. согласно **(3)**, каждой длине волны будет соответствовать свой угол  при котором наблюдается максимум, т. е. свое место на экране.

**Стационарная интерференция света**

Стационарная И. с. возникает при наличии пост. разности фаз (или определ. корреляции фаз) налагающихся волн. До появления лазеров когерентные световые пучки могли быть получены только путём разделения и последоват. сведения лучей, исходящих из одного и того же источника.

**Опыт Юнга**

Требование когерентности налагает ограничения на угл. размеры источника и на ширину спектра излучения. Так, напр., в классич. опыте Юнга, в к-ром малый источник с линейным размером излучающей поверхности S освещает две узкие щели (рис. 1), когерентность обеспечивается условием: S<R/d, где  - ср. длина волны света, R - расстояние от источника до экрана со щелями, d - расстояние между щелями. Когерентность также зависит от разности хода  интерферирующих лучей, к-рая, будучи выраженной в длинах световых волн, наз. порядком интерференции. С ростом d когерентность, а вместе с ней и контраст и. к. падает тем быстрее, чем шире спектр  света. Макс разность хода, при которой и. к. ещё видна, имеет порядок ()-1. В белом свете наблюдается и. к. самых низких порядков (1 - 2-го), причём окрашенная, поскольку положение максимумов и минимумов интенсивности света на и. к. зависит от . Для узких спектр. линий порядок И. с. может доходить до 105 - 106, что соответствует разности хода в неск. см. Для наиболее монохроматических лазерных источников допустимая разность хода измеряется тысячами км.

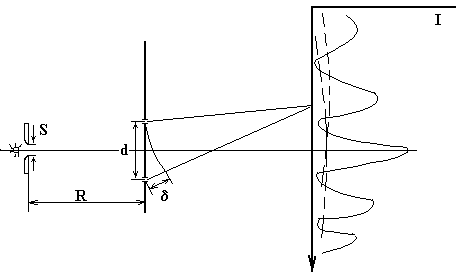


Рис. 2. Схема опыта Юнга. Справа сплошной линией представлена зависимость интенсивности на экране от координаты, нормальной щелям; пунктиром показана освещённость экрана при поочерёдном закрывании щелей.

Ограничения, связанные с когерентностью, могут быть понятны из рассмотрения наложения и. к. от отдельных точек реального источника. При слишком больших размерах источника суммарная и. к. оказывается смазанной.

**Виды интерференции света.**

Различают двухлучевую и многолучевую И. с. В первом случае свет в каждую точку и. к. приходит от общего источника по двум путям, как на рис. 2, при этом распределение интенсивности на и. к. явл. гармонич. ф-цией (cos2 ).

Многолучевая И. с. возникает при наложении мн. когерентных волн, получаемых делением исходного волн. фронта с помощью многократных отражений (напр., в интерферометре Фабри - Перо) или дифракцией на многоэлементных периодич. структурах. При многолучевой И. с. интенсивность и. к. явл. периодической, но не гармонич. ф-цией  (рис. 3)Резкая зависимость интенсивности и. к. от длины волн при многолучевой И. с. широкоиспользуется в спектр. приборах.

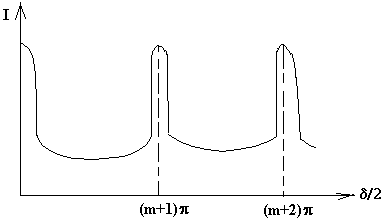


Рис. 3. Зависимость интенсивности в интерференц.. картине интерферометра Фабри - Перо от разности хода 

**Проявления интерференции света**

Из естеств. проявлений И. с. наиболее известно радужное окрашивание тонких плёнок (масляные плёнки на воде, мыльные пузыри, окисные плёнки на металлах), возникающие вследствие И. с., отражённого двумя поверхностями плёнки. В тонких плёнках перем. толщины при освещении протяжённым источником локализация и. к. происходит на поверхности плёнки, при этом данная интерференц. полоса соответствует одной и той же толщине плёнки (полосы равной толщины). В белом свете полосы окрашены. В тонких плёнках строго пост. толщины (с точностью до долей  ) одинаковую разность хода имеют лучи, падающие на плёнку под одним и тем же углом, и интерференц. полосы наз. полосами равного наклона. Они локализованы в бесконечности, и наблюдать их можно в фокальной плоскости линзы. Если при наблюдении И. с. от обычных источников света и. к. имеет малую яркость и размеры, то при использовании лазеров явления И. с. настолько ярки и характерны, что нужны особые меры для получения равномерной освещённости. Чрезвычайно высокая когерентность лазерного излучения приводит к появлению помех интерференц. происхождения при наблюдении объектов, освещённых лазером.

При лазерном освещении произвольной шероховатой поверхности глаз воспринимает хаотич. картину световых пятен, мерцающую при перемещении наблюдателя (нерегулярная и. к., к-рая при обычном освещении не наблюдается).

**Биения**

К явлениям И. с. относятся также световые биения, возникающие при наложении световых полей разных частот. В этом случае образуется бегущая в пр-ве и. к., так что в заданной точке интенсивность света периодически меняется во времени с частотой, равной разности частот интерферирующих волн. Биения возникают в обычных (нелазерных) схемах И. с. при изменении во времени хода интерферирующих лучей. Наблюдение биения в излучении независимых источников света возможно только для лазерных источников.

**Корреляции интенсивности**

Эффектами, родственным световым биениям, явл. корреляции интенсивности, наблюдаемые при установке двух фотоприёмников (напр., счётчиков фотонов) в пределах площади когерентности. На интервалах времени порядка (или менее) обратной ширины спектра излучения обнаруживается превышение числа парных фотонных совпадений над фоном случайных событий. Зависимость этого превышения от расстояния между счётчиками позволяет судить о площади когерентности поля излучения, что нашло применение для измерения диаметра звёзд наряду с традиционным методом звёздного интерферометра.

**Использование интерференции**

Использование интерференции в технике. Явление интерференции света находит широкое применение в современной технике. Одним из таких применений является создание "просветленной" оптики. Отполированная поверхность стекла отражает примерно 4% падающего на нее света. Современные оптические приборы состоят из большого числа деталей, изготовленных из стекла. Проходя через каждую из этих деталей, свет ослабляется на 4%. Общие потери света в объективе фотоаппарата составляют примерно 25%, в призменном бинокле и микроскопе - 50% и т. д.

Для уменьшения световых потерь в оптических приборах все стеклянные детали , через которые проходит свет, покрывают пленкой, показатель преломления которой меньше показателя преломления стекла. Толщина пленки равна четверти длины волны.

Другим применением явления интерференции является получение хорошо отражающих покрытий, необходимых во многих отраслях оптики. В этом случае используют тонкую пленку толщиной /4 из материала, коэффициент преломления которого n2 больше коэффициента преломления n3. В этом случае отражение от передней границы происходит с потерей полволны, так как n1 < n2, а отражение от задней границы происходит без потери полволны (n2 > n3). В результате разность хода d = /4+/4+/2= и отраженные волны усиливают друг друга.

И. с. широко используется при спектральном анализе для точного измерения расстояний и углов, в рефрактометрии, в задачах контроля кач-ва поверхностей, для создания светофильтров, зеркал, просветляющих покрытий и др.; на явлениях И. с. основана голография. Важный случай И. с. - интерференция поляризованных лучей.

**Список литературы**

Учебник для 11 класс средней школы Н.М. Шахмаев... Изд 2-е Москва "Прсвещение" 1993г.

Физический энциклопедический словарь. Гл. ред. А. М. Прохоров. Изд. "Советская энциклопедия", 1983

Справочное пособие по физике . Авт.-сост. И. Е. Гусев. -Мн.: Харвест,1998.-576с.-(Библиотека школьника).