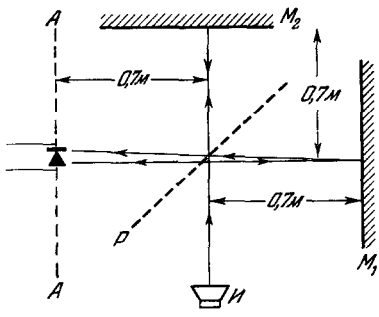
538.566

ЛЕКЦИОННАЯ ДЕМОНСТРАЦИЯ
(Демонстрационный интерферометр Майкельсона, работающий на 3-сантиметровых электромагнитных волнах)

Оптический интерферометр Майкельсона довольно сложен, и его детали мало доступны для обозрения. Между тем принцип действия интерферометра Майкельсона легко продемонстрировать с помощью 3-сантиметровых электромагнитных волн по классической схеме, приведенной на рисунке.

В демонстрации в качестве излучателя *И* использовался генератор электромагнитных колебаний 3-сантиметрового диапазона, на выходе которого имелся рупорный волновод, дававший линейно поляризованное излучение. Излученные 3-сантиметровые электромагнитные волны были модулированы по амплитуде низкой частотой порядка 400 *гц*. Приемником *П* являлась настроенная в резонанс дипольная антенна.



Детектированный сигнал низкой частоты через усилитель У2-4 поступал на вертикальный вход осциллографа ЭО-7.

Роль полупрозрачной пластинки *P* в демонстрации играла пластина плексигласа, размеры которой 42 × 42 × 0,5 (*см*). Правда, эта пластина не является строго полупрозрачной, но точное соблюдение этого требования необязательно. Действительно, пусть эффективный коэффициент отражения пластины (с учетом многократных отражений в ней) равен α; эффективный коэффициент пропускания пластины равен $(1 - \alpha)$, а зеркала имеют эффективный коэффициент отражения, равный β.

Тогда, если интенсивность падающей на пластину *P* волны равна I, интенсивность, приносимая в приемник каждой из разделенных волн, равна $I_1 = I\alpha\beta\,(1 - \alpha)$.

Введение компенсирующей пластины в плечо интерферометра необязательно, так как эффективная толщина пластины *P* невелика по сравнению с длиной волны.

Отражающими зеркалами M_1 и M_2 служили диэлектрические пластинки с достаточно высокой электрической проницаемостью ε, размером 27 × 27 (*см*). В опыте использовался диэлектрик РТ7 с $\varepsilon \approx 5$. Использование диэлектрика исключало частичную деполяризацию электромагнитных волн, что имеет место при отражении от металла. Эта деполяризация была особенно заметна при попытке заменить пластину *P* герцевской решеткой с проволоками, образующими угол 45° с вектором электрического поля падающей волны.

Демонстрация опыта ведется в следующем порядке:

1. Наблюдается интерференционная картина при перемещении приемника в плоскости *AA*. Чередование максимумов и минимумов интенсивности принимаемого

сигнала соответствует прохождению приемника через положения максимумов и минимумов интерференционной картины.

2. Условия опыта (нестрогая ориентировка зеркал под прямым углом) позволяют сделать заключение, что наблюдаются интерференционные полосы равной толщины. Действительно, поместим приемник в положение, соответствующее некоторому максимуму приема. Изменяя угол между зеркалами, можно интенсивность сигнала в точке приема свести к нулю. Если же приемник сместить в плоскости AA, то легко убедиться, что положение максимума при изменении угла между зеркалами смещается в пространстве.

3. Смещение интерференционных полос можно наблюдать при перемещении одного из зеркал параллельно самому себе.

Расположим приемник в точке плоскости AA, соответствующей максимуму приема. Сдвинем одно из зеркал параллельно самому себе на 0,8 *см*. Это соответствует изменению разности хода на половину длины волны. Приемник, ранее регистрировавший максимум приема в данной точке плоскости AA, будет отмечать минимум интенсивности. Передвигая приемник в плоскости AA, убедимся, что при новом расположении зеркал максимум интенсивности сместился в пространстве, а общая картина интерференции по-прежнему имеет место.

4. Для иллюстрации влияния показателя преломления среды на условия интерференции в одно из плеч интерферометра можно ввести плоскопараллельную пластинку из диэлектрика, располагая ее параллельно плоскости зеркала. При этом, вообще говоря, положение максимума (или минимума) в плоскости AA несколько изменится, но его можно восстановить, смещая соответствующее зеркало. Конечно, оценка ε пластинки в этом случае невозможна, так как на интерференционную картину влияет и отражение от граней пластинки; кроме того, невозможно определить, на сколько полуволн изменилась разность хода. Но тот факт, что интерференционная картина *смещается*, служит доказательством изменения разности хода интерферирующих волн.

Если в каждое плечо интерферометра ввести по плоскопараллельной пластинке из одинакового материала, но разной толщины (например, стеклянные пластины с разностью толщин порядка 1 *см*), то наблюдается аналогичный эффект.

Этот опыт иллюстрирует применяющиеся в оптике методы измерения ε, но само измерение в нашем случае провести невозможно, так как в лекционном опыте нельзя выделить нулевую интерференционную полосу.

5. Следует отметить, что приемный диполь можно заменить рупором; при этом удается наблюдать те же эффекты, однако поскольку рупор суммирует излучение в пределах нескольких интерференционных максимумов (в плоскости AA), объяснение его работы осложняется. Зато это дает выигрыш в чувствительности в несколько раз.

Вся установка работает очень надежно, легко настраивается и обладает большой наглядностью.

Н. Н. Малов, А. Н. Козлова

Московский государственный педагогический
институт им. В. И. Ленина