

УСПЕХИ ФИЗИЧЕСКИХ НАУК

ИЗ ТЕКУЩЕЙ ЛИТЕРАТУРЫ

535

НЕЛИНЕЙНОЕ ОТРАЖЕНИЕ СВЕТА ОТ ГРАНИЦЫ МЕТАЛЛА

Создание мощных источников света — оптических квантовых генераторов — привело к быстрому развитию нелинейной оптики. После первых опытов П. Франкена¹ по удвоению частоты света вызывает интерес каждое сообщение о наблюдении новых нелинейных оптических эффектов. В заметке Ф. Брауна, Р. Паркса и М. Слщера²

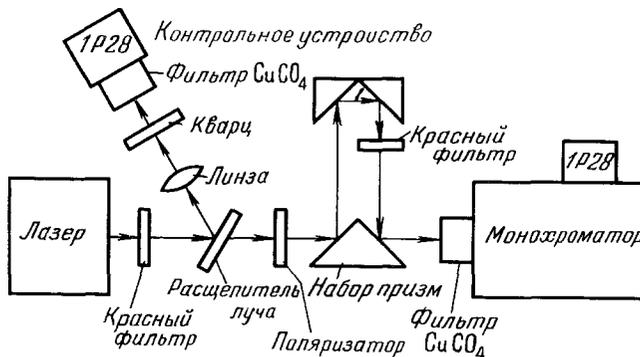


Рис. 1. Схема аппарата.

сообщается о первых уверенных наблюдениях генерации электронами проводимости второй гармоники падающего света при отражении света мощного импульсного лазера от серебряного зеркала.

В отличие от прежних случаев генерации оптических гармоник, в данном эксперименте за образование второй гармоники отвечает поверхность серебра, поскольку кристаллическая решетка серебра обладает центром инверсии³. Симметрия решетки нарушается только в направлении нормали к поверхности зеркала, поэтому генерацию второй гармоники вызывает лишь нормальная к поверхности составляющая электрического поля E падающей волны, пропорциональная $E \cos \theta$ (θ — угол между E и плоскостью падения). В результате амплитуда второй гармоники оказывается пропорциональной $(E \cos \theta)^2$, а интенсивность — $\cos^4 \theta$.

Наблюдения производились с помощью установки, схематически изображенной на рис. 1. Для изменения угла θ использовалось устройство, состоящее из трех смонтированных вместе прямоугольных призм, поверхности которых были посеребрены путем напыления в вакууме. Призмы расположены так, что выходящий луч параллелен падающему, причем поворот устройства вокруг луча меняет угол θ , но не смещает выходящего луча.

Проходящий через систему призм свет четыре раза отражается от посеребренных поверхностей. Однако красный фильтр, стоящий после третьего зеркала, гасит гармоники от всех поверхностей, кроме последней. Это позволяет наблюдать эффекты, связанные с отражением от одного зеркала.

Авторы указывают, что наблюдаемый сигнал второй гармоники удовлетворяет обычным критериям: 1) он исчезает при удалении системы призм, хотя первоначальный луч остается неотклоненным; 2) он обладает длиной волны $3473 \pm 10 \text{ \AA}$; 3) с точностью до 10 нсек сигнал совпадает с сигналом на контрольном устройстве и имеет ту же форму. Результаты измерения интенсивности второй гармоники вместе с теоретической кривой $\cos^4 \theta$ представлены на рис. 2. Согласие удовлетворительное.

Используемый в установке рубиновый лазер с модуляцией добротности криптоцианином *) дает луч мощностью 1 Мвт в пике и продолжительностью менее 50 нсек. Коэффициент полезного действия генерации второй гармоники оказывается около 10^{-15} **).

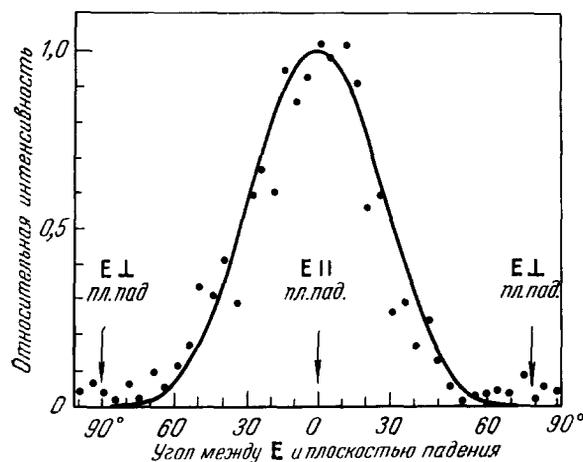


Рис. 2. Изменение интенсивности второй гармоники в зависимости от угла θ между вектором поляризации падающего света и плоскостью падения. Для сравнения приведена теоретическая зависимость (сплошная линия).

близок к 2ω , что делает серебро подходящим материалом, для первых экспериментов. Было бы, однако, интересно, как указывают авторы, изучить образование второй гармоники при отражении света от различных металлов, чтобы проверить применимость резонансной теории к случаю генерации гармоник колебаниями плазмы электронов проводимости.

Если пленка серебра слишком тонка (и, следовательно, прозрачна) или мощность излучения лазера чрезмерно высока (так что нагревается и разрушается пленка серебра), сигнал оказывается утопленным в конкурирующем тепловом излучении и в шумах. Авторы проводили также контрольные эксперименты, которые подтверждают, что эффект не вызывается поглощенными на поверхности серебра молекулами или другими поверхностными загрязнениями.

Относительно зависимости эффекта от частоты известно что в таких кристаллах, как кварц или дигидрогенфосфат калия, нелинейная восприимчивость как связанных электронов, так и электронов проводимости возрастает, когда система резонирует на частоту вблизи 2ω . В случае серебра, облучаемого светом рубина, плазменный резонанс

В. М. Финкельберг

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. P. A. Franken, A. E. Nill, C. W. Peters and G. Weinreich, Phys. Rev. Letts. 1, 118 (1961).
2. Fielding Brown, Robert E. Parks and Arthur M. Sleeper, Phys. Rev. Letts. 14, 1029 (1965).
3. С. А. Ахманов, Р. В. Хохлов, Проблемы нелинейной оптики, М., ВИНТИ, 1964.
4. J. Ducing and N. Bloembergen, Phys. Rev. Letts. 10, 474 (1963).