ЛАЗЕР И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ В ДЕМОНСТРАЦИОННОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ В ВОЛНОВОЙ ОПТИКЕ

Ученик 10 “А” класса
[illegible]ина Алексея Александровича
[illegible]оводитель - преподаватель
Федотова [illegible] Николаевна

МОУ СОШ №3

ЦЕЛИ РАБОТЫ:

1. **Изучить устройство и принципы работы различных типов лазеров.**

2. **Разработать демонстрационные эксперименты по волновой оптике с помощью полупроводникового лазера.**

ЗАДАЧИ:

1. Изучить физическую основу работы лазера.
2. Изучить строение и принцип работы полупроводниковых и других типов лазеров.
3. Разработать и проделать некоторые демонстрационные опыты с использованием полупроводникового лазера.

СОДЕРЖАНИЕ:

1. **Введение**
2. **Принцип работы лазера. Спонтанное и индуцированное излучение**
3. **Типы и характеристики лазеров**
4. **Демонстрационные опыты с использованием полупроводникового лазера**
5. **Заключение**

ЛАЗЕР. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Лазер представляет собой источник монохроматического когерентного света с высокой направленностью светового луча.

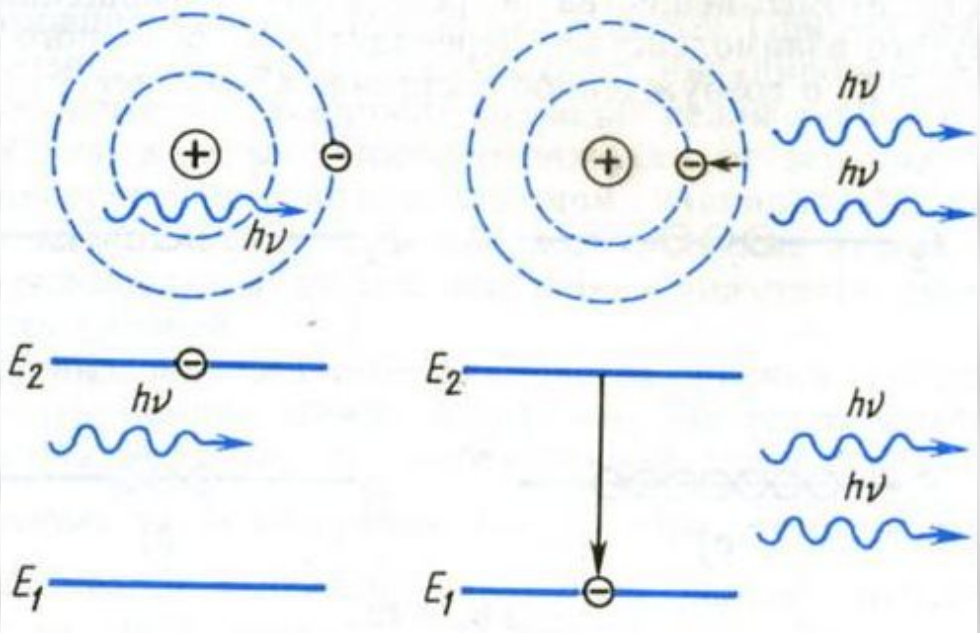
Физической основой работы лазера служит явление индукционного излучения.

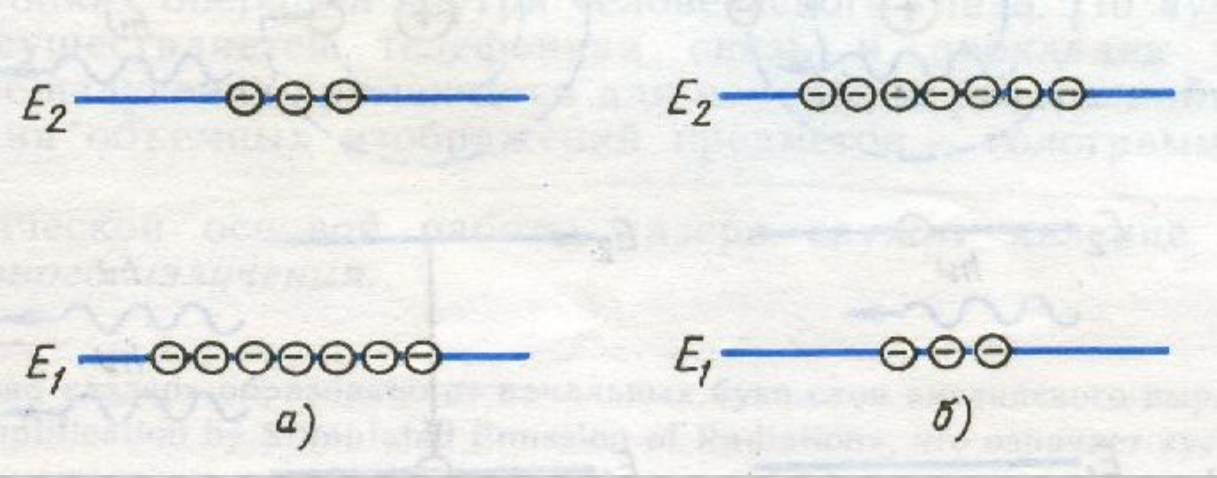
Слово «лазер» составлено из начальных букв английского выражения «Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation», что в переводе означает «усиление света в результате вынужденного излучения».

Н. Г. Басов

А. М. Прохоров

ПРИНЦИП РАБОТЫ ЛАЗЕРА.





Типы лазеров

Гелий-неоновый

рубиновый

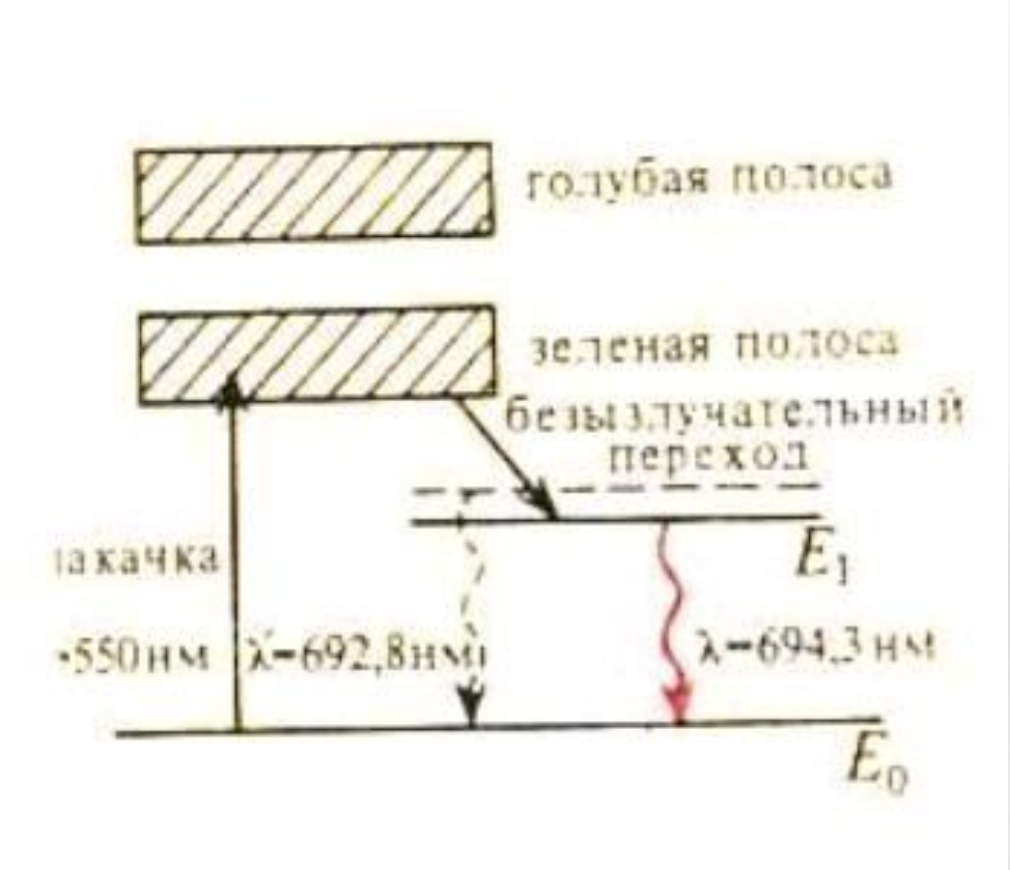
газодинамический

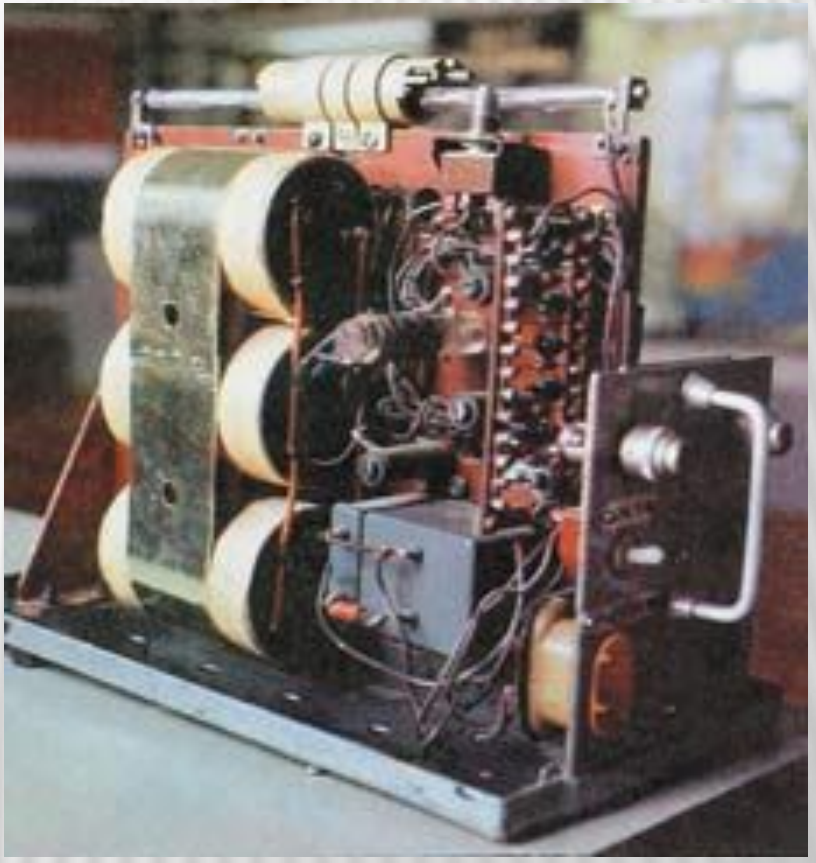
на красителях

полупроводниковый

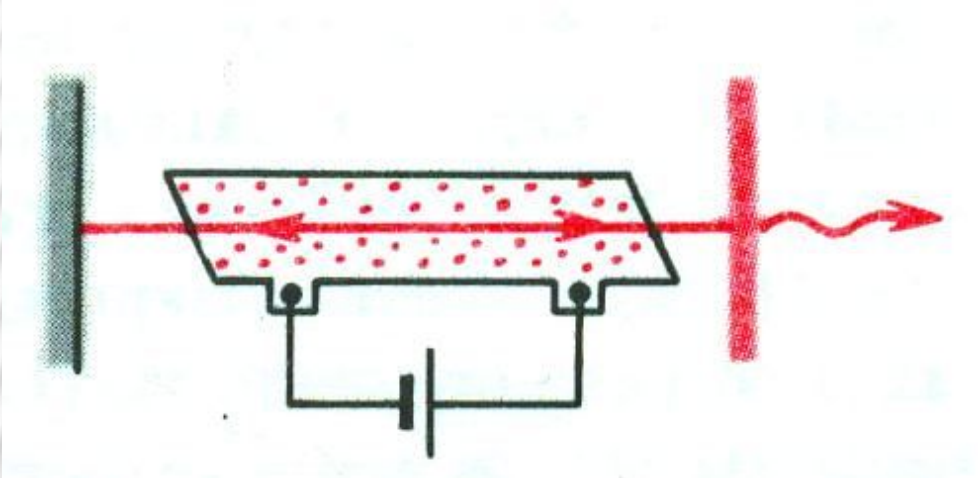
CO_2 - лазер

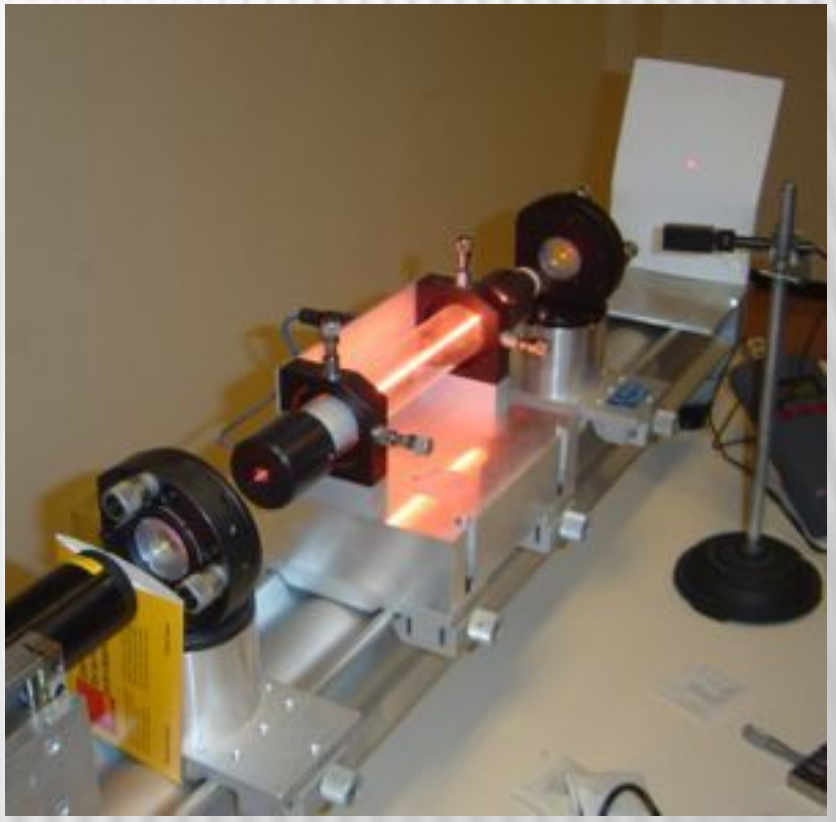
РУБИНОВЫЙ ЛАЗЕР



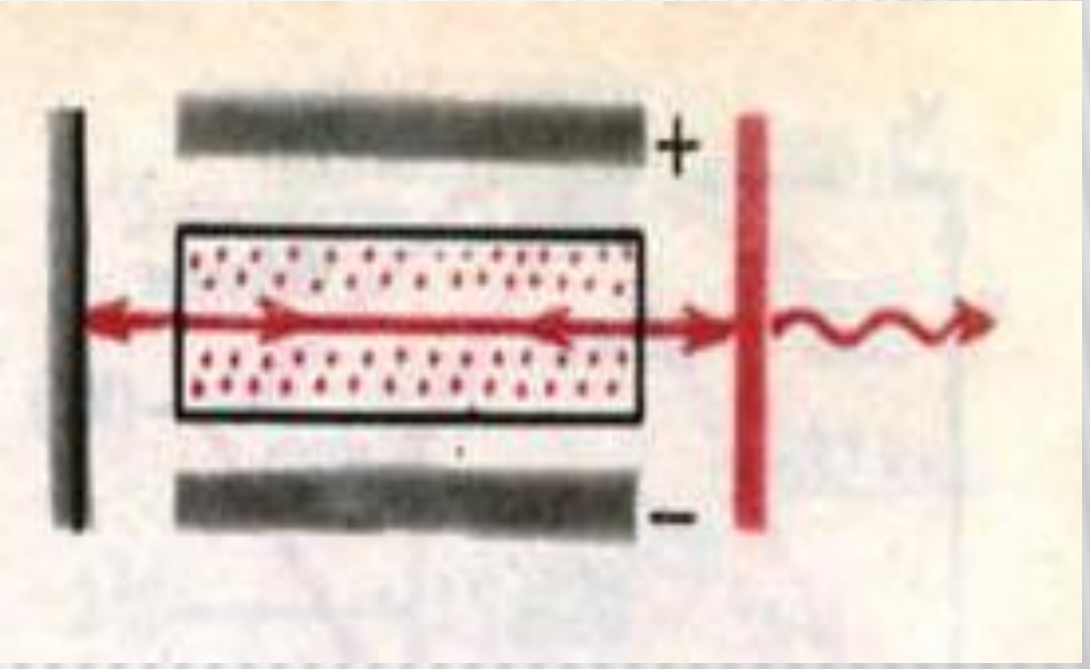


ГЕЛИЙ-НЕОНОВЫЙ ЛАЗЕР

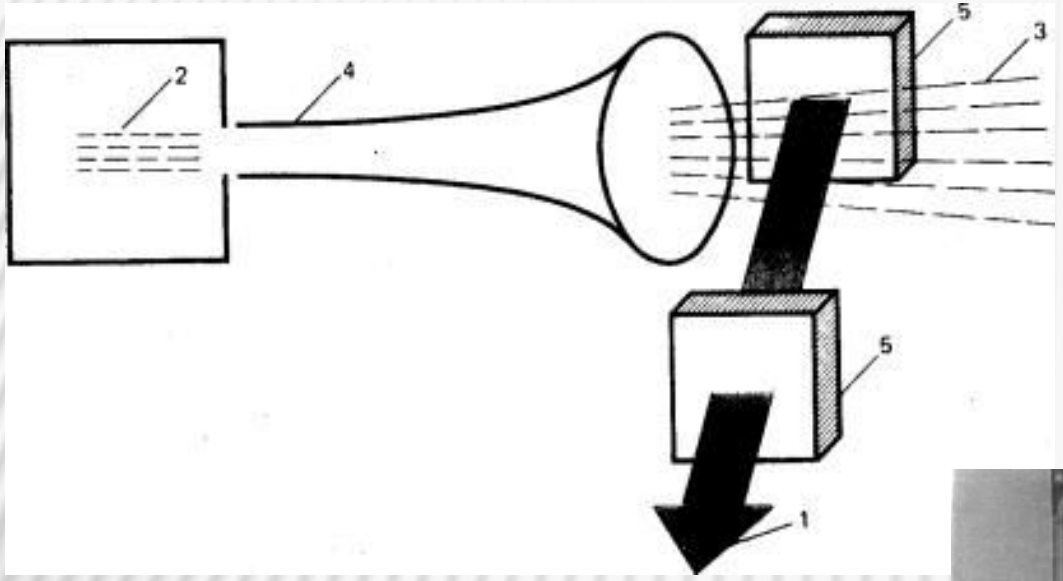


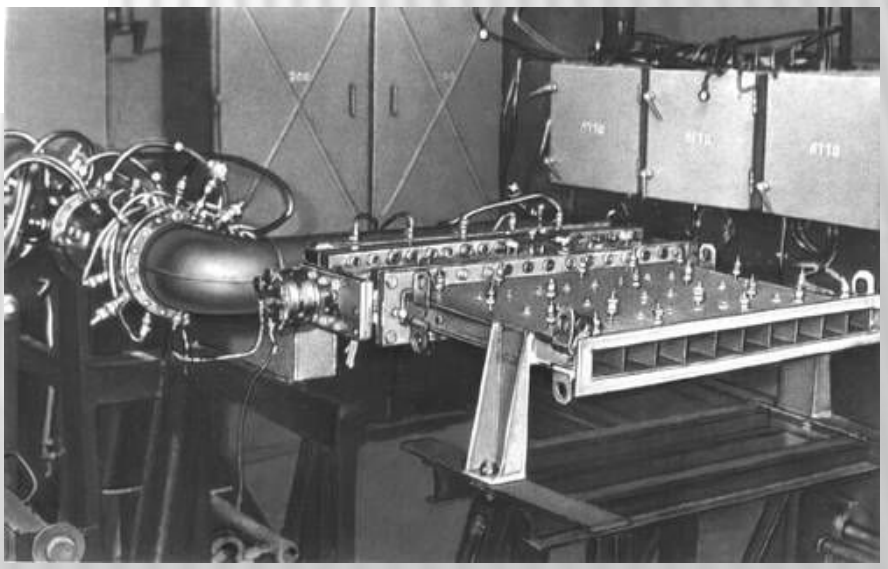


CO2 - ЛАЗЕР

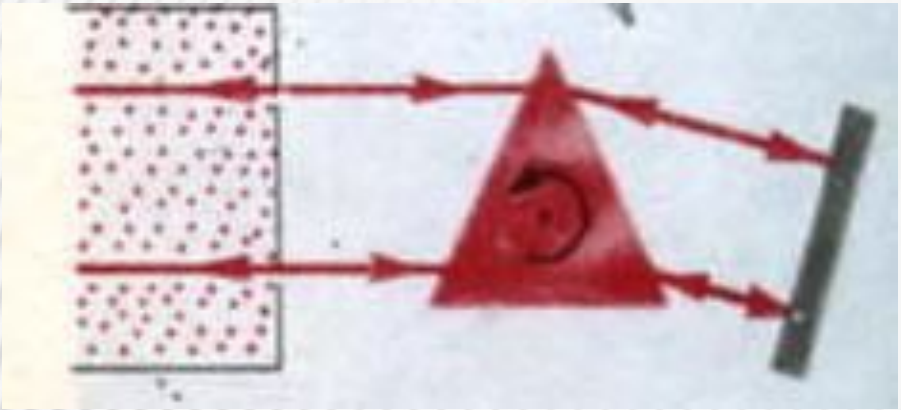


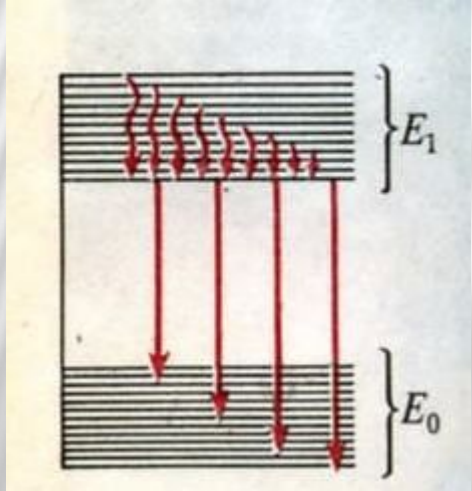
ГАЗОДИНАМИЧЕСКИЙ ЛАЗЕР

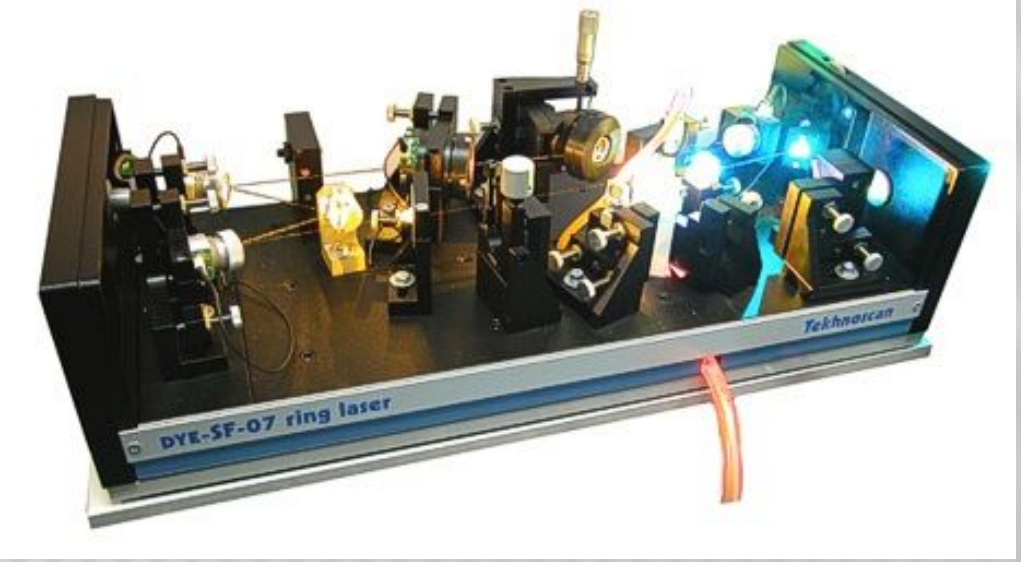




ЛАЗЕР НА КРАСИТЕЛЯХ





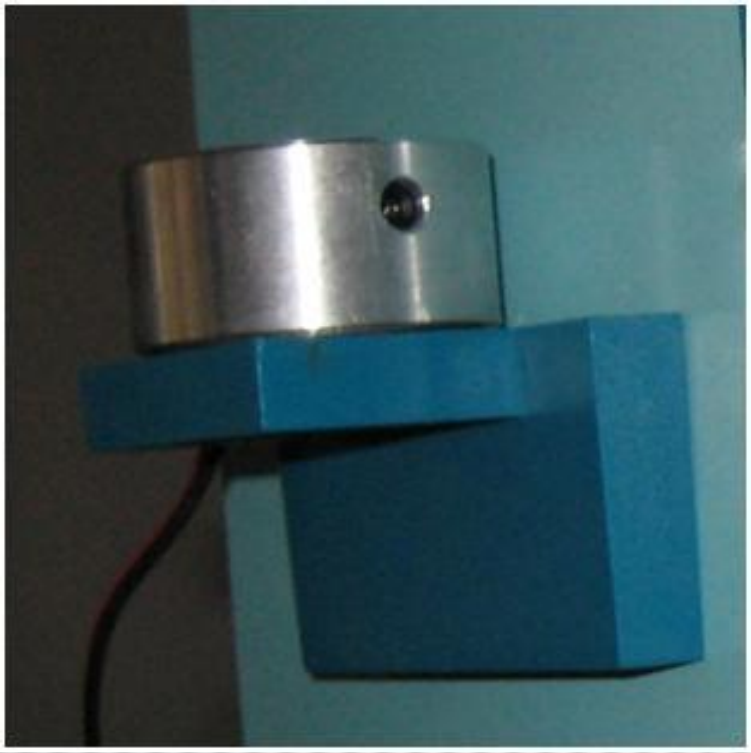


ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЙ ЛАЗЕР.

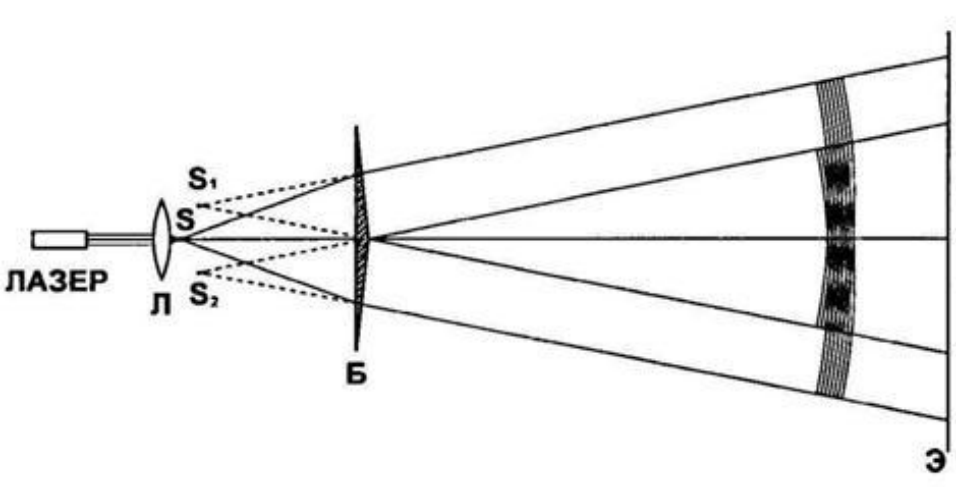
Ж. И. АЛФЕРОВ
Академик, лауреат Нобелевской Премии за 2000 год

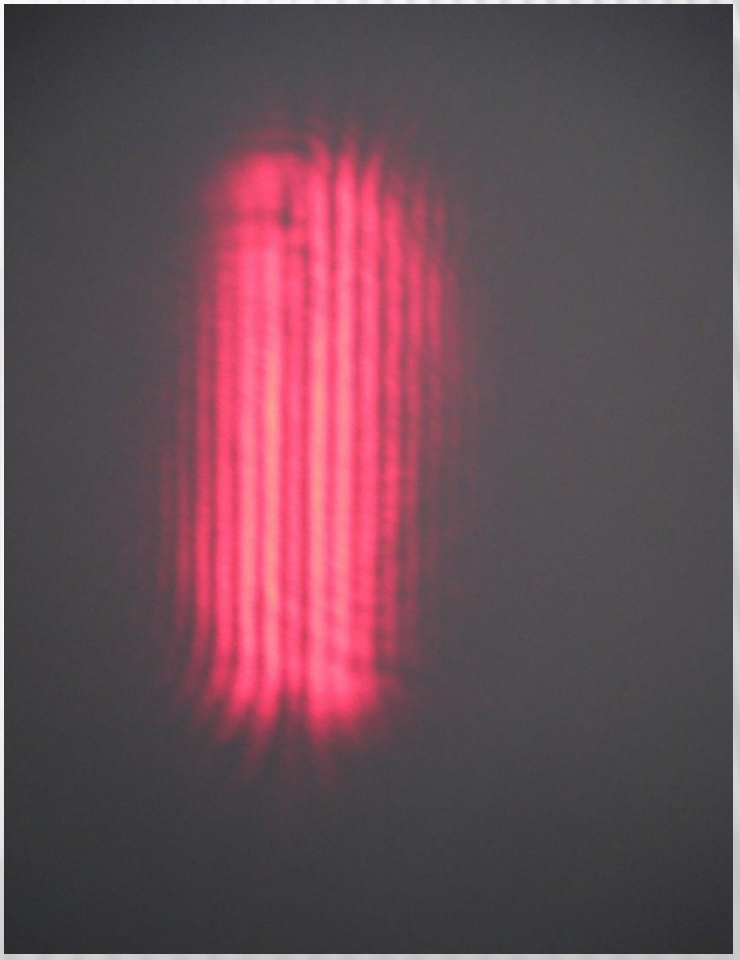
Полупроводниковый лазер, полупроводниковый квантовый генератор, *лазер* с полупроводниковым кристаллом в качестве рабочего вещества. В П. л., в отличие от лазеров др. типов, используются излучательные *квантовые переходы* не между изолированными уровнями энергии атомов, молекул и ионов, а между разрешенными энергетическими зонами кристалла. В П. л. возбуждаются и излучают (коллективно) атомы, слагающие кристаллическую решётку. Это отличие определяет важную особенность П. л. — малые размеры и компактность (объём кристалла ~10^{-6}—10^{-2} *см*^{3}). В П. л. удаётся получить показатель оптич. усиления до 10^4 *см*$^{-1}$ хотя обычно для возбуждения генерации лазера достаточны и меньшие значения. Другими практически важными особенностями П. л. являются: высокая эффективность преобразования электрической энергии в энергию когерентного излучения (до 30—50%); малая инерционность, обусловливающая широкую полосу частот прямой модуляции (более 10^9 *Гц*); простота конструкции; возможность перестройки длины волны l

ДЕМОНСТРАЦИОННЫЕ ОПЫТЫ.

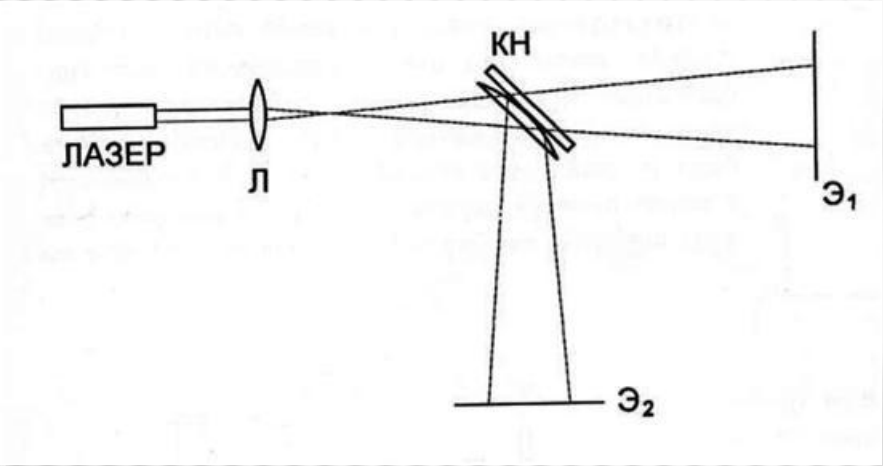


ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ ЛУЧА ЛАЗЕРА С БИПРИЗМОЙ ФРЕНЕЛЯ.

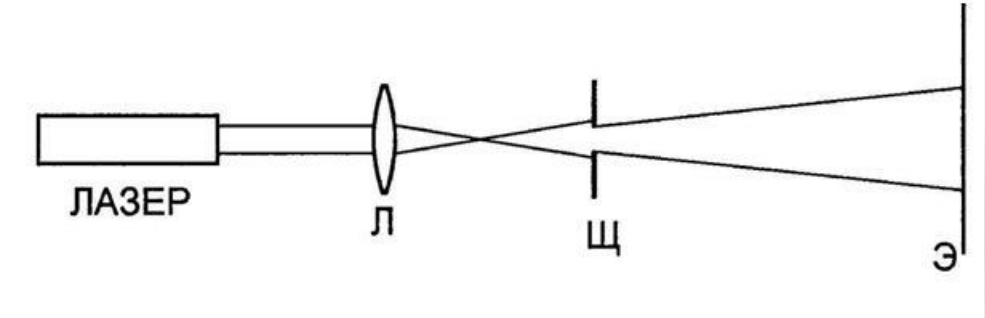


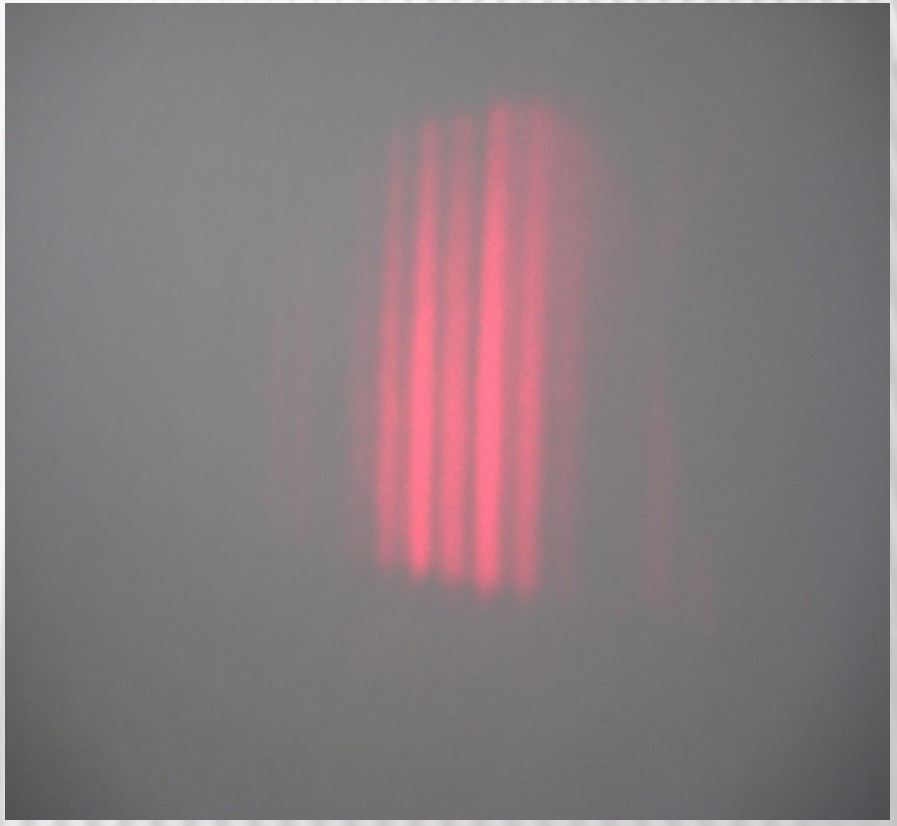


ИЗЛУЧЕНИЕ ЛАЗЕРА ЧЕРЕЗ «КОЛЬЦА НЬЮТОНА»

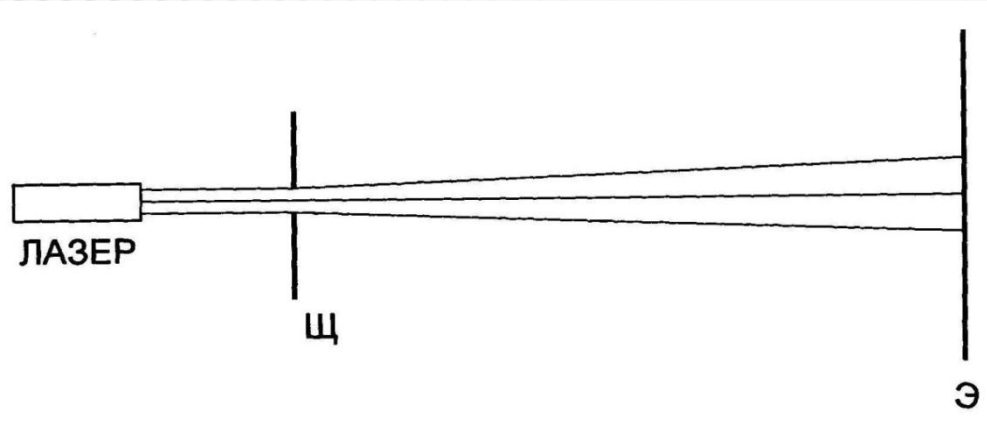


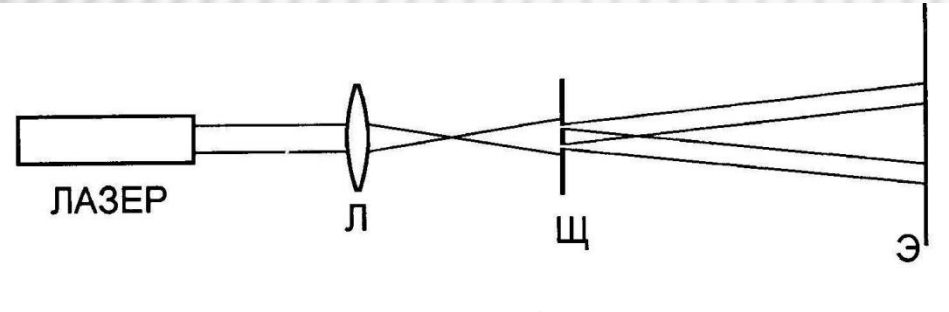
ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ СВЕТА В СХЕМЕ ЮНГА

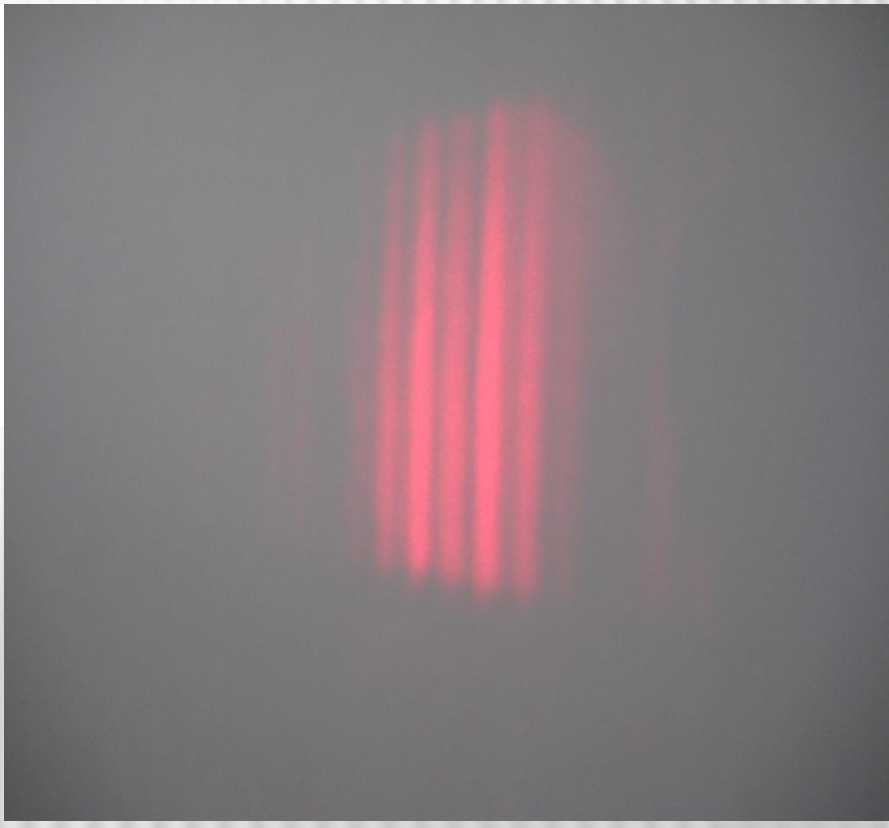




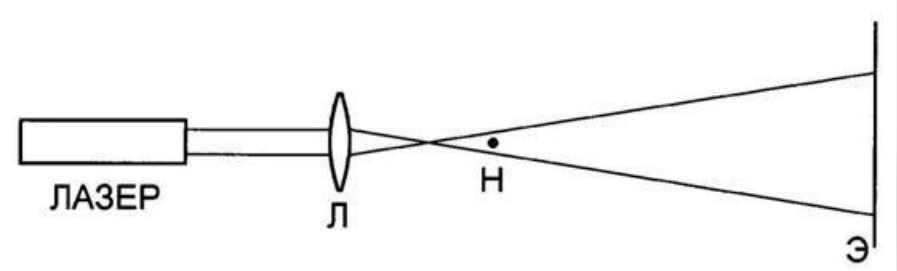
ДИФРАКЦИЯ ПУЧКА СВЕТА НА ЩЕЛИ

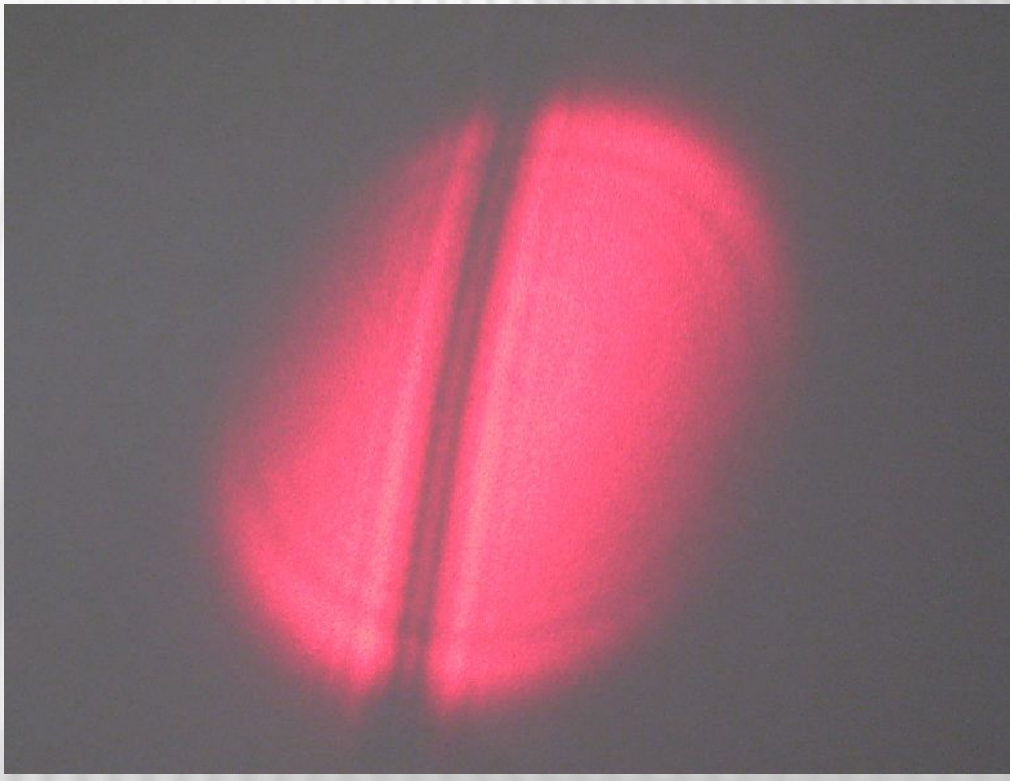




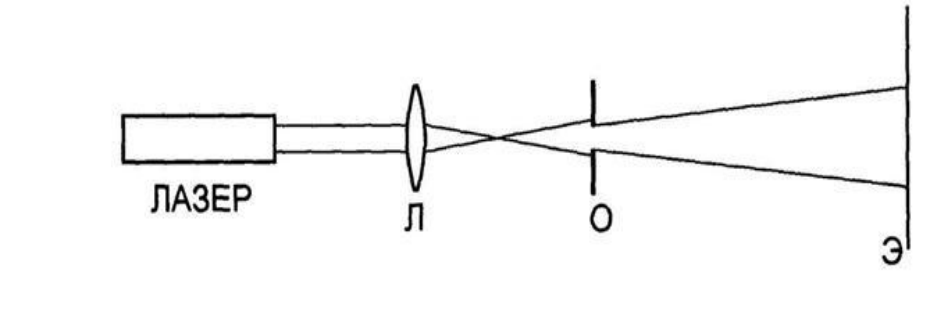


ДИФРАКЦИЯ РАСХОДЯЩЕГОСЯ ПУЧКА СВЕТА НА НИТИ

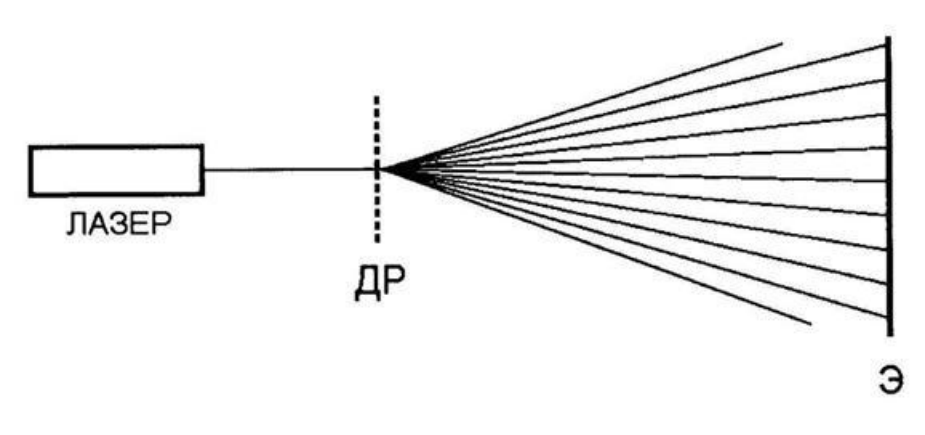


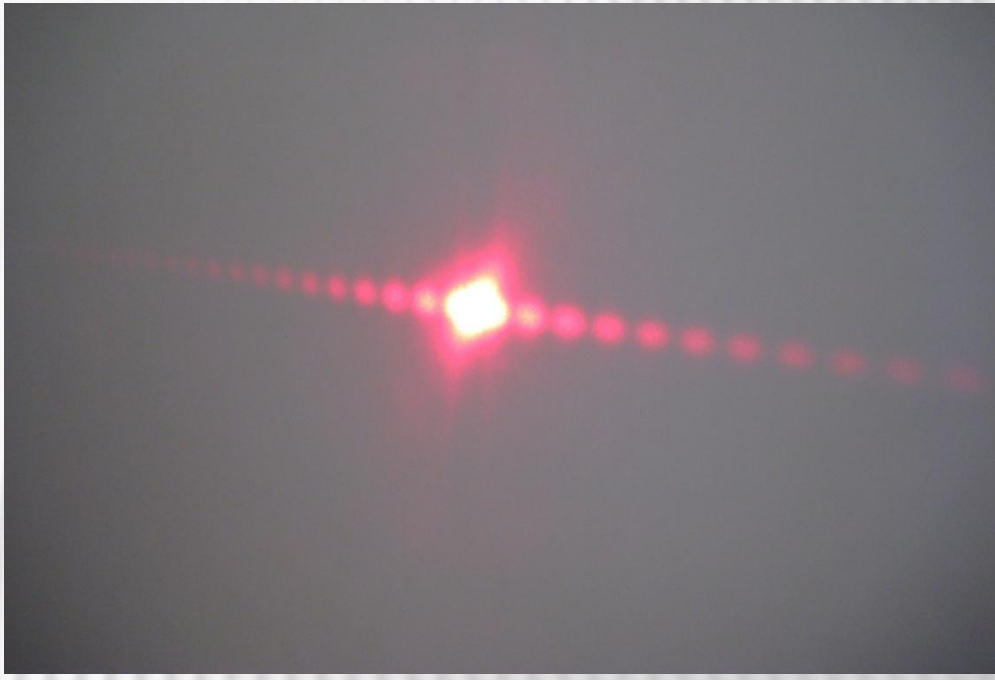


ДИФРАКЦИЯ РАСХОДЯЩЕГОСЯ ПУЧКА СВЕТА НА КРУГОВОМ ОТВЕРСТИИ



ДИФРАКЦИЯ МОНОХРОМАТИЧЕСКОГО СВЕТА НА ОДНОМЕРНОЙ РЕШЕТКЕ





Для подтверждения формулы ***d·sin α = n· λ*** следует измерить расстояние между дифракционной решеткой и экраном. После измерений получилось расстояние, равное L = 2.31 м. Далее измерим расстояние между нулевым и n порядком дифракции каждой из решеток:

Диф. решетка (d = 0.02мм):

x_1 = 7.9 см

x_2 = 16.1 см

Диф. решетка (d = 0.0067мм):

x_1 = 23.5 см

x_2 = 48 см

Из формулы ***d·sin α = n·*** λ выражаем значение ***sin α***:

$$\sin\alpha = n\lambda / d$$

Подставим значения для **n = 1**, для двух различных дифракционных решеток:

По первой решетке:

$$\sin\alpha_1 = n_1\lambda / d_1 = 1*670*10^{-9} / 0.02*10^{-3} = 0.0335$$

Для малых углов $\sin\alpha \approx \mathrm{tg}\,\alpha = x / L$:

$\mathrm{tg}\,\alpha_1 = 7.9*10^{-2} / 2.31 = 0.034$

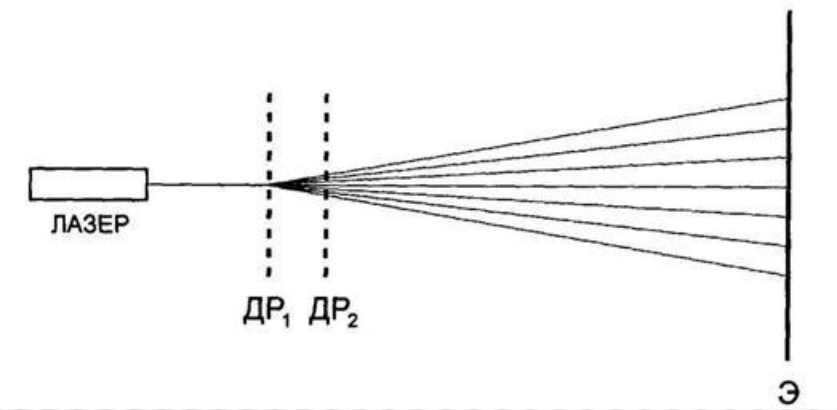
По второй решетке:

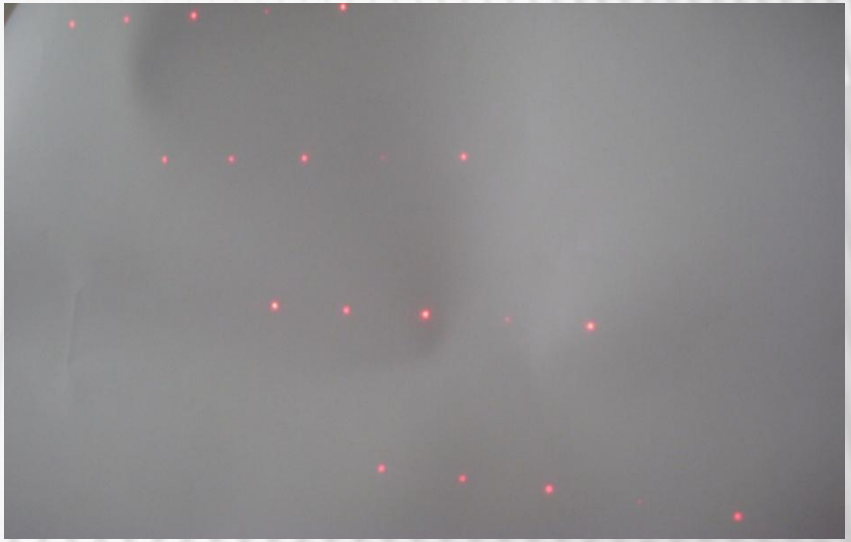
$\sin\alpha_2 = n_2\lambda / d_2 = 1*670*10^{-9} / 0.0067*10^{-3} = 0.1$

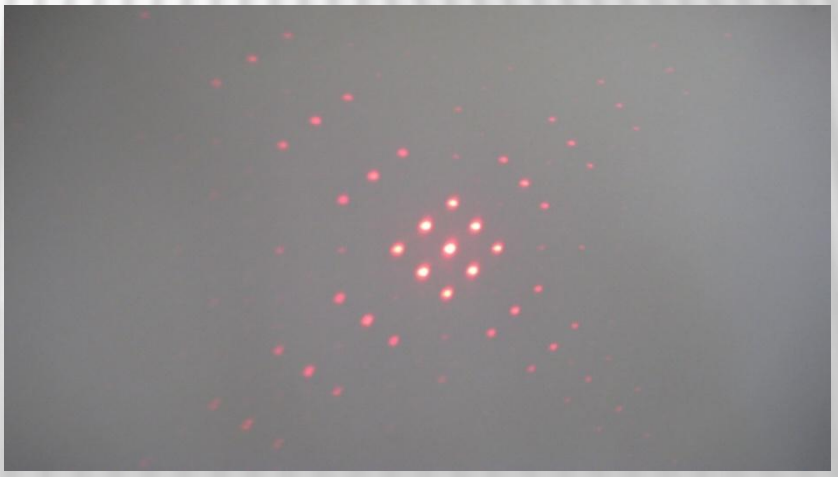
$\mathrm{tg}\,\alpha_2 = 23.5*10^{-2} / 2.31 = 0.1$

Таким образом, в обоих случаях, sin α = tg α, следовательно формула ***d·sin α = n· λ*** верна.

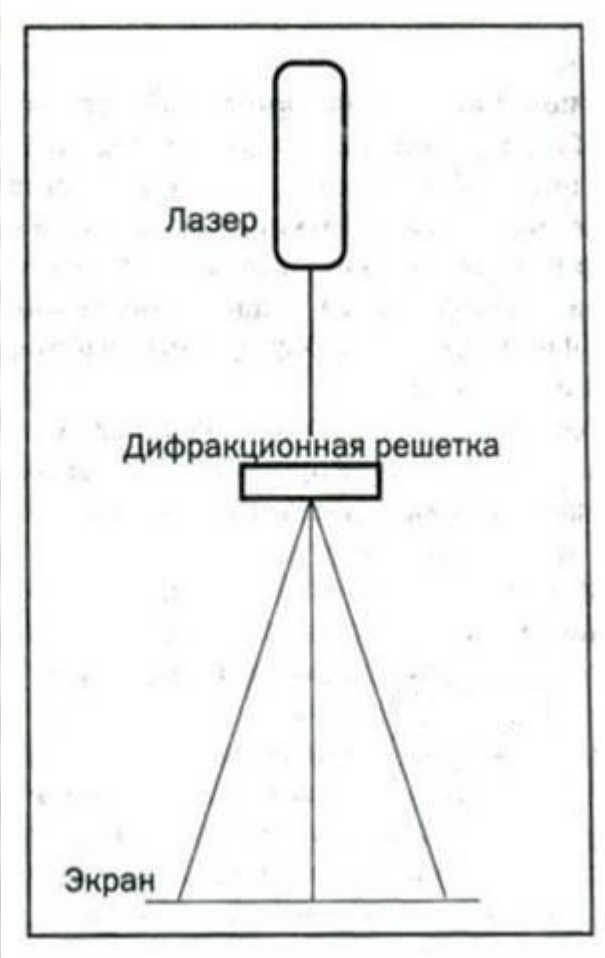
ДИФРАКЦИЯ СВЕТА НА ДВУМЕРНОЙ СТРУКТУРЕ







ДИФРАКЦИЯ СВЕТА НА ОДНОМЕРНОЙ РЕШЕТКЕ



ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА.
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЛИНЫ СВЕТОВОЙ ВОЛНЫ С ПОМОЩЬЮ ДИФРАКЦИОННОЙ РЕШЕТКИ

- **Цель работы**: Определить длину световой волны, излучаемой лазером

Ход работы:

- Укрепите лазер, дифракционную решетку и шаблон с миллиметровой бумагой в лапках штатива.
- Включите лазер, направив луч через дифракционную решетку на миллиметровую бумагу.
- Зарисовать положение центрального и боковых ярких максимумов (пятен) (рис. 2.).
- Измерьте расстояние от центра главного максимума до центров боковых максимумов *h1* и *h2*, вычислить среднее *h*.
- Измерить расстояние от дифракционной решетки до экрана (планшета) *L*.
- Вычислить длину световой волны, излучаемой лазером, используя формулу дифракционной решетки.
- Оценить погрешность измерения, результат представить в виде $\lambda = \lambda \pm \Delta\lambda$.
- Измерить расстояние от центра главного максимума до центров вторых максимумов.
- Повторите вычисления длины световой волны для вторых максимумов.
- Оценить погрешность измерения, результат представить в виде $\lambda = \lambda \pm \Delta\lambda$.

Используя формулу $d \cdot \sin\alpha = n \cdot \lambda$, учитывая $\sin\alpha \approx \mathrm{tg}\,\alpha$ при малых углах

$\mathrm{tg}\,\alpha = x / L$, подставляем в основную формулу и получим:

$$d \cdot x / L = n \cdot \lambda;$$
$$\lambda = d \cdot x / L \cdot n$$

$d = 0.02 * 10^{-3}$ м
$x = 7.9 * 10^{-2}$ м
$L = 2.31$ м
$n = 1$

$$\lambda = 0.02*10^{-3}*7.9*10^{-2} / 2.31*1 = 683 * 10^{-9} \text{ м}$$

Вычислим погрешность измерения:

$$\Delta\lambda / \lambda = \Delta x / x + \Delta L / L;$$

$$\Delta\lambda / \lambda = 1*10^{-3} / 7.9*10^{-2} + 1*10^{-2} / 2.31 = 0.014;$$

$$\Delta\lambda = 0.014 * 683 * 10^{-9} = 9.562 * 10^{-9} \text{ м}$$

$$\lambda = 683 * 10^{-9} \text{м} \pm 9.56 * 10^{-9} \text{м}$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Лазеры нашли применение в самых различных областях — от коррекции зрения до управления транспортными средствами, от космических полётов до термоядерного синтеза. Газовые лазеры применяются в геодезических нивелирах, дальномерах и теодолитах; в метрологии – как эталоны частоты и времени; для записи голограмм. Лазеры на красителях и других рабочих средах используются для зондирования атмосферы. Мощные технологические лазеры на парах металлов и молекулах (в основном на CO_2) – для резки, сварки и обработки металлов. Полупроводниковые лазеры используются в качестве прицелов ручного оружия, в проигрывателях компакт-дисков. Также полупроводниковый лазер пригоден для использования в качестве когерентного излучения при проведении демонстрационных экспериментов по физике, что я и представил в данной работе.