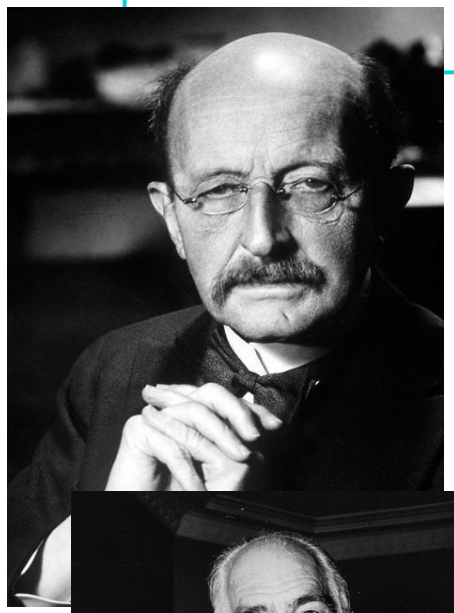
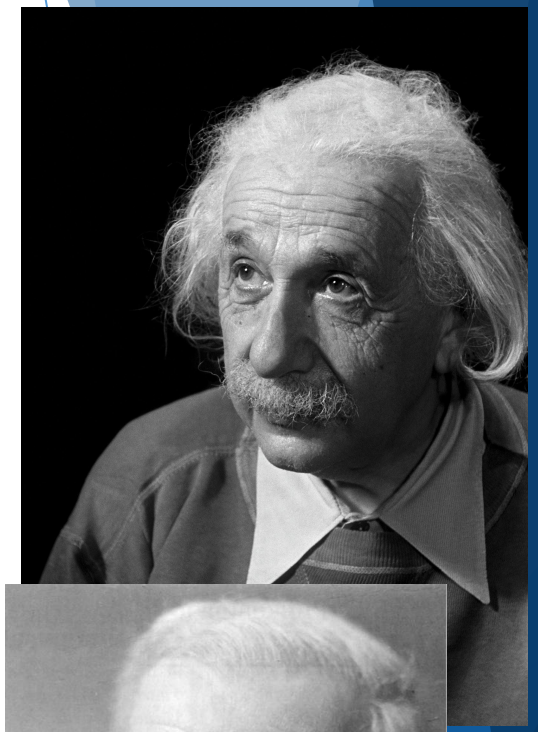
Лазеры

Подготовила: Ефанина А.Н. (11Б)

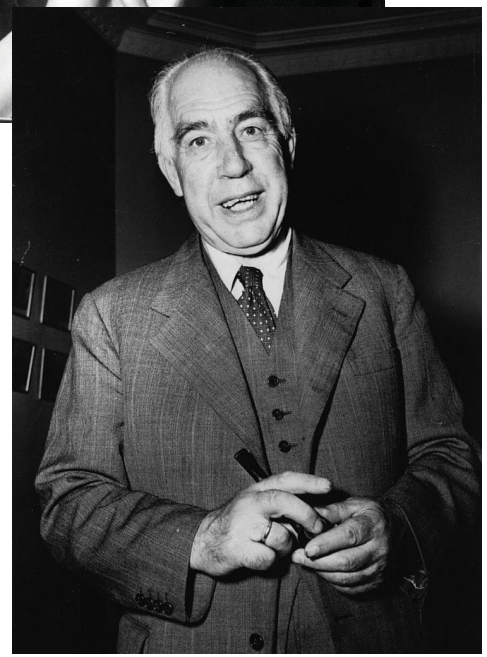
Предпосылки.



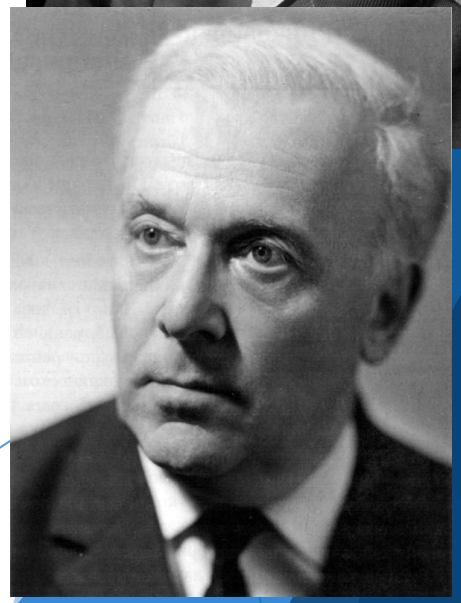
1990г. – Макс Планк выдвинул идею о том, что вещество и поглощает свет отдельными порциями - квантами



1917г. – Альберт Энйштейн предсказал возможность индуцированного (вынужденного) излучения света атомами.



1913г. – Нильс Бор показал, что энергия атома кантована, т.е. может принимать ряд дискретных значений. При переходе атома уровня энергии E2 на уровень E1, излучается фотон



1940г. – В.А. Фабрикант указал на возможность использования явления вынужденного излучения для усиления электромагнитных волн.

История создания.

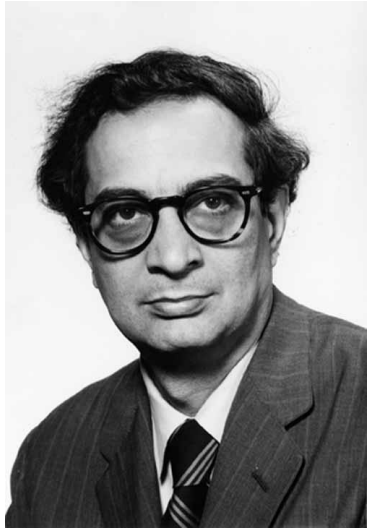
- 1954г. – советские академики Н.Г. Басов и А.М. Прохоров и американский физик Ч. Таунс разработали «лазер» - мощный излучатель радиоволн. Эта выдающаяся научная работа была отмечена Нобелевской премией по физике.

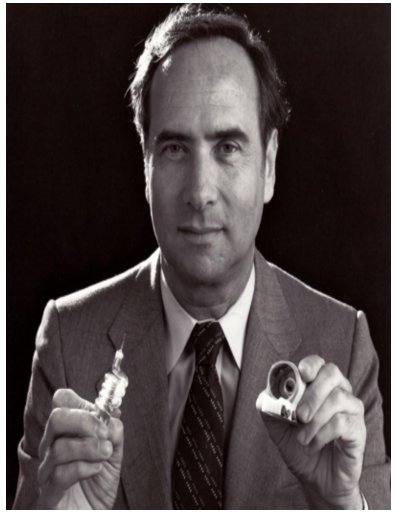
История создания.

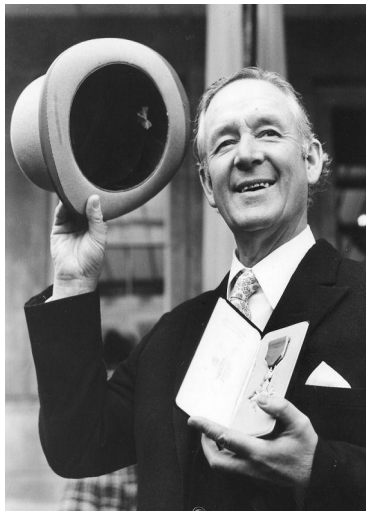
1960г. – американский физик Теодор Мейман сконструировал первый лазер на рубине с длиной волны в 0,69 мкм.

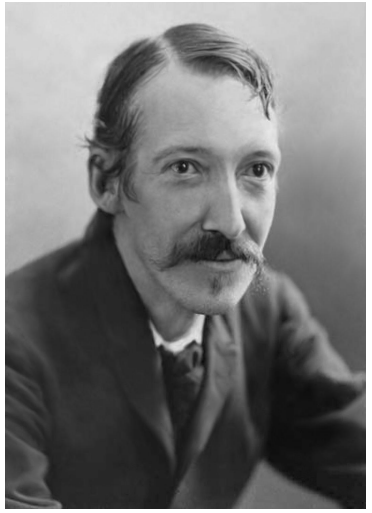
Спустя полгода заработал инфракрасный лазер на фториде кальция с добавкой ионов урана, построенный Питиримом Сорокиным и Мирекомм Стивенсоном.

В декабре исследователи Али Джаван, Уильям Беннетт и Дональд Хэрриот продемонстрировали первый в мире газовый лазер на смеси гелия и неона.









Основные компоненты лазера.

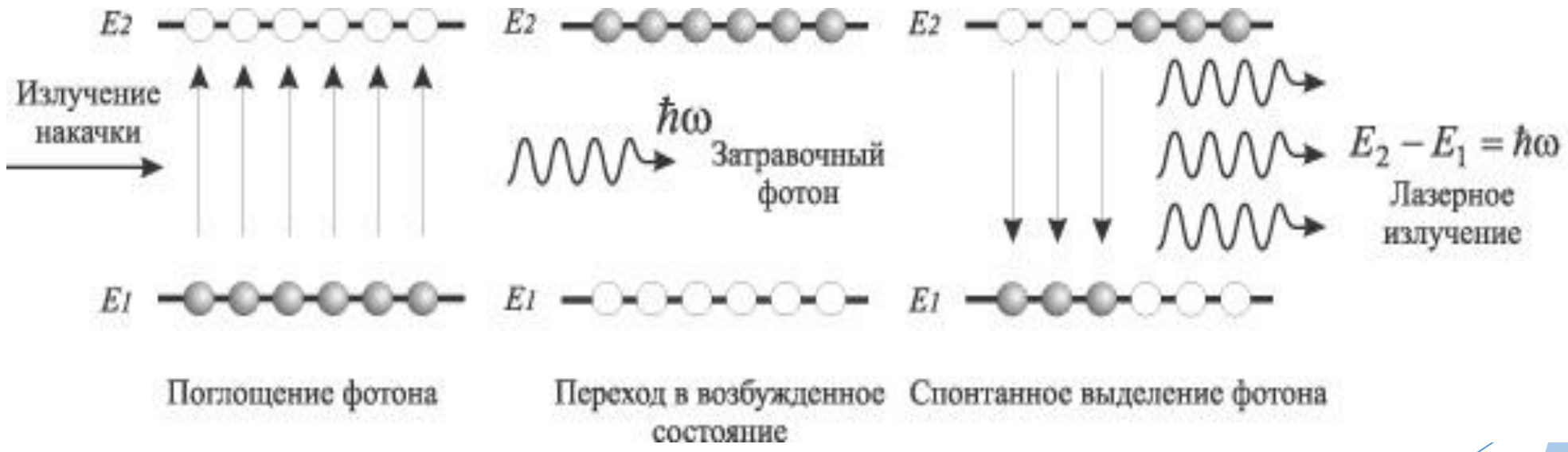
1. Активная среда – в ней создается состояние с инверсной заселенностью

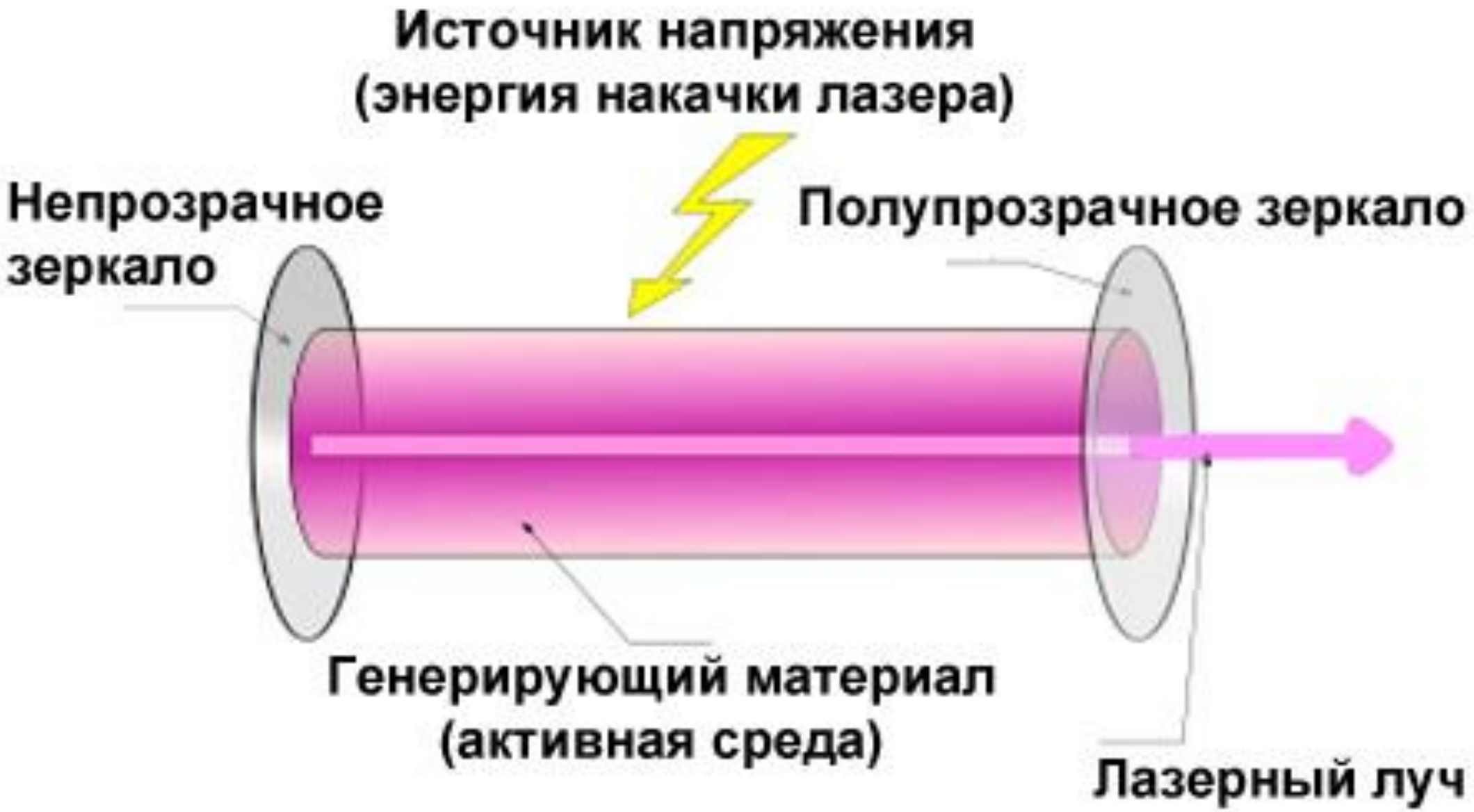
2. Система накачки – устройство для создания инверсии в активной среде.

3. Оптический резонатор – устройство, выделяющее в пространство избирательное направление пучка фотонов и формирующее выходящий световой пучок.

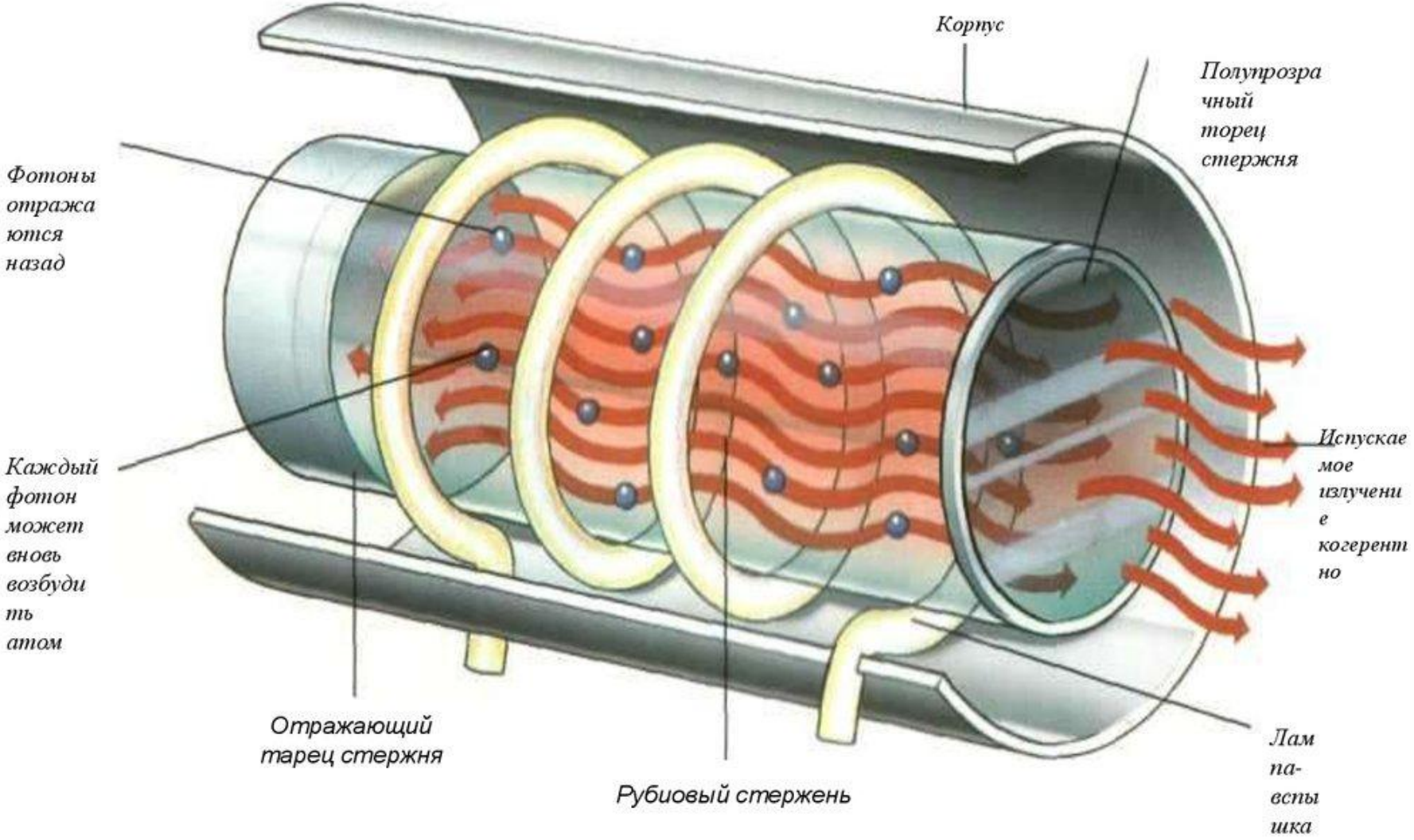
Принцип работы лазера.

Лазеры создают когерентное излучение очень большой мощности. Необходимое условие когерентного излучения – создание инверсии заселенностей энергетических уровней.

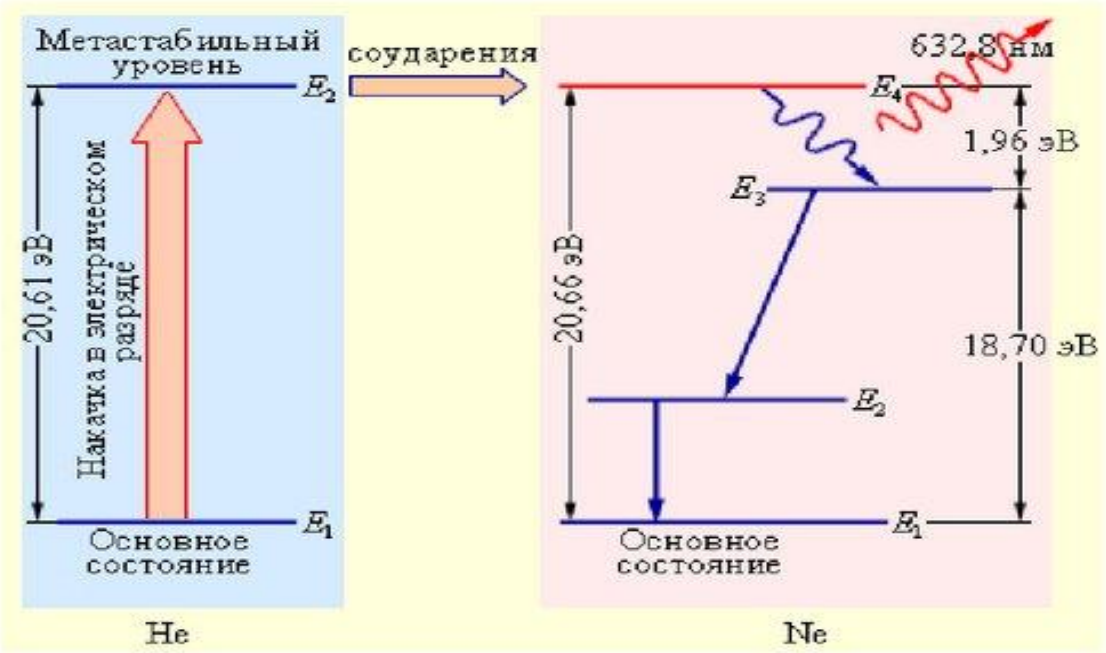


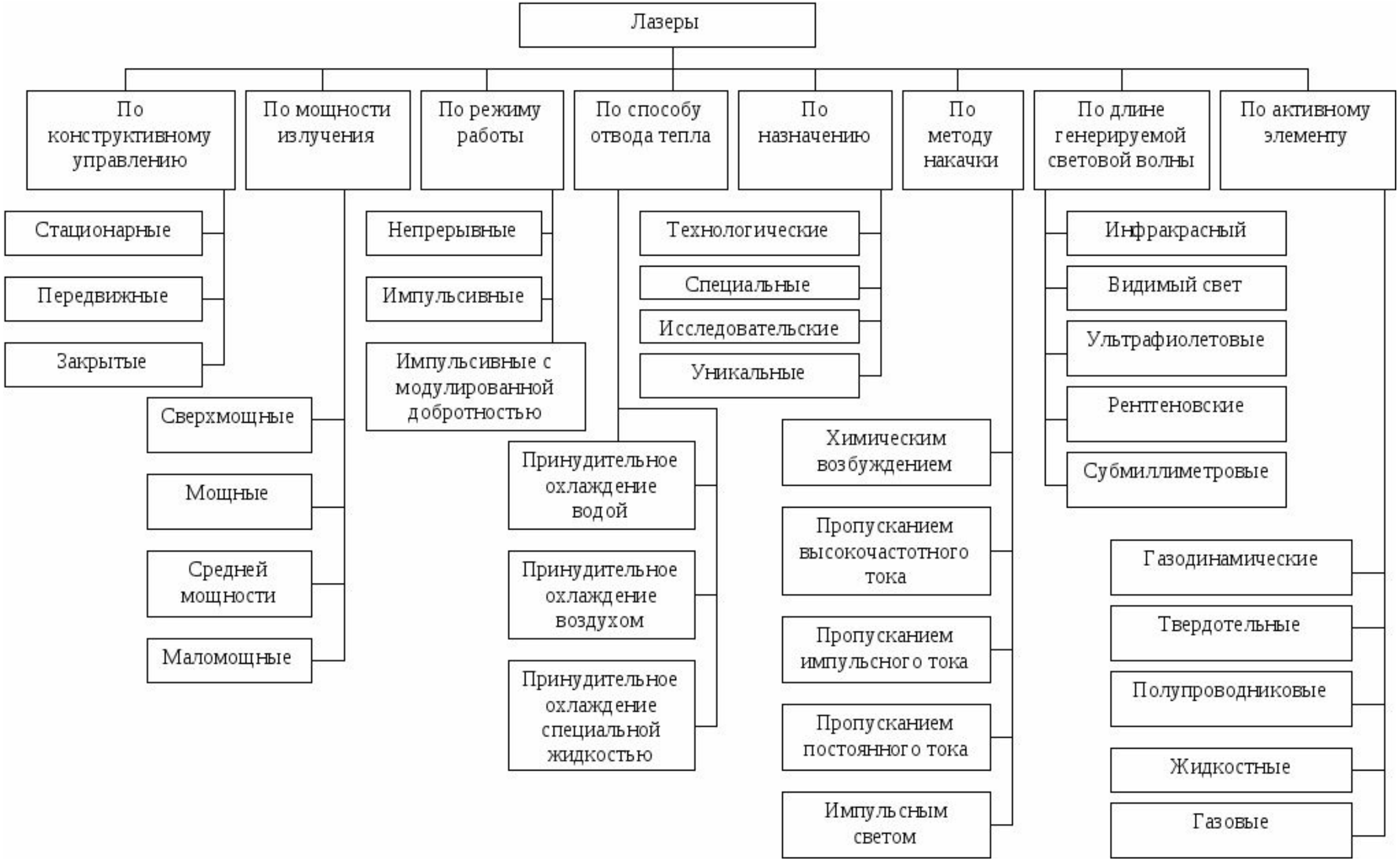

Источник напряжения
(энергия накачки лазера)
Непрозрачное
зеркало
Полупрозрачное зеркало
Генерирующий материал
(активная среда)
Лазерный луч

Устройство рубинового лазера



Устройство и принцип работы гелий-неонового лазера




Лазеры
По конструктивному управлению
По мощности излучения
По режиму работы
По способу отвода тепла
По назначению
По методу накачки
По длине генерируемой световой волны
По активному элементу
Стационарные
Передвижные
Закрытые
Сверхмощные
Мощные
Средней мощности
Маломощные
Непрерывные
Импульсивные
Импульсивные с модулированной добротностью
Принудительное охлаждение водой
Принудительное охлаждение воздухом
Принудительное охлаждение специальной жидкостью
Технологические
Специальные
Исследовательские
Уникальные
Химическим возбуждением
Пропусканием высокочастотного тока
Пропусканием импульсного тока
Пропусканием постоянного тока
Импульсным светом
Инфракрасный
Видимый свет
Ультрафиолетовые
Рентгеновские
Субмиллиметровые
Газодинамические
Твердотельные
Полупроводниковые
Жидкостные
Газовые

Свойства лазерного излучения

1) Лазеры способны создавать пучки света с очень малым углом расхождения.
2) Все фотоны лазерного излучения имеют одинаковую частоту (монохроматичность) и одно и то же направление (согласованность).
3) Лазеры являются мощными источниками света (до 10^9 Вт, т.е. больше мощности крупной электростанции).

Применение лазеров.

Наука.	Вооружение.	Медицина.	Техника и быт.
Спектроскопия Фотохимия Измерение расстояний Намагничивание Интерферометрия Охлаждение Голография Термоядерный синтез	«Лазерное оружие» Целеуказатели Лазерный прицел Лазерное наведение	Скальпель Точечная сварка тканей Хирургия Диагностика Удаление опухолей	Резка, сварка, маркировка, гравировка Проигрыватели, принтеры, дисплеи Фотолитография, считывание штрихкода Оптическая связь, системы навигации Манипуляция микрообъектами

Практика.

1153. Жидкий лазер, работающий в импульсном режиме, за один импульс, длящийся 1 мкс, излучает 0,1 Дж лучистой энергии. Расходимость излучения[1] 2 мрад. Найти плотность потока излучения на расстоянии 6 м от лазера и сравнить с плотностью потока излучения Солнца, падающего на Землю, равного (без учета поглощения атмосферой) 1,36 кВт/м^2.

[1] Расходимость излучения — это плоский угол осевого сечения конуса излучения.

Решение. Плотность потока энергии, излучаемой жидкостным лазером, равна отношению энергии лазера ΔE к длительности импульса τ и к площади поперечного сечения пучка света ΔS:

$$I = \frac{\Delta E}{\tau \Delta S}.$$

В свою очередь, площадь поперечного сечения пучка на расстоянии R от лазера равна:

$$\Delta S = \pi/4 \cdot (R\sigma)^2,$$

где σ — расходимость пучка света.

В итоге получим

$$I = \frac{\Delta E}{\tau \cdot \pi/4 \cdot (R\sigma)^2}.$$

Вычисления:

$$I = \frac{0{,}1\ \text{Дж}}{10^{-16}\ \text{с} \cdot \pi/4 \cdot (6\ \text{м} \cdot 2 \cdot 10^{-3})^2} = 842\ \text{МВт/м}^2;$$

$$\frac{I}{I_C} = \frac{842\ \text{МВт/м}^2}{1{,}36\ \text{кВт/м}^2} = 6{,}5 \cdot 10^5.$$

Ответ: $I = 842$ МВт/м^2; $I/I_C = 6{,}5 \cdot 10^5$.

1154. Лазер, работающий в импульсном режиме, потребляет мощность 1 кВт. Длительность одного импульса 5 мкс, а число импульсов в 1 с равно 200. Найти излучаемую энергию и мощность одного импульса, если на излучение идет 0,1% потребляемой мощности.

Решение. Если P_0 — средняя электрическая мощность лазера, имеющего КПД η, то средняя мощность излучения лазера равна:

$$P_1 = \eta P_0.$$

Средняя мощность излучения, в свою очередь, равна произведению энергии E импульса на число n импульсов в одну секунду:

$$P_1 = nE.$$

Тогда

$$E = \frac{\eta P_0}{n}.$$

Мощность одного импульса равна:

$$P = \frac{E}{\tau} = \frac{\eta P_0}{n\tau},$$

где τ — длительность импульса.

Вычисления:

$$E = \frac{10^{-3} \cdot 10^3\ \text{Вт}}{200\ \text{с}^{-1}} = 5 \cdot 10^{-3}\ \text{Дж};$$

$$P = \frac{10^{-3} \cdot 10^3\ \text{Вт}}{200\ \text{с}^{-1} \cdot 5 \cdot 10^{-6}\ \text{с}} = 10^3\ \text{Вт} = 1\ \text{кВт}.$$

Ответ: $E = 5$ мДж; $P = 1$ кВт.

Источники.

1. https://pptcloud.ru/fizika/lazery-fizika

2. https://ppt4web.ru/fizika/lazer.html

3. https://infourok.ru/prezentaciya_na_temu_lazery-347287.htm

4. https://yandex.ru/images/search?text=классификация%20лазеров&parent-reqid=1548697593623366-1510889219391580861438397-man1-3548

5. https://yandex.ru/images/search?text=в%20а%20фабрикант

6. https://yandex.ru/images/search?text=лазеры%20задачи%20по%20физике&lr=1091