



Лазеры

*Light **A**mplification by **S**timulated **E**mission of **R**adiation*

(«усиление света при помощи индуцированного излучения»)

- 1. Какое состояние атома называется основным, а какое – возбуждённым?**
- 2. В каком состоянии атом будет существовать дольше – в основном или возбуждённом?**
- 3. При каких условиях атом излучает?**

Лазер –

**оптический
квантовый
генератор,
создающий мощный
узконаправленный
когерентный
монохроматический
луч света.**

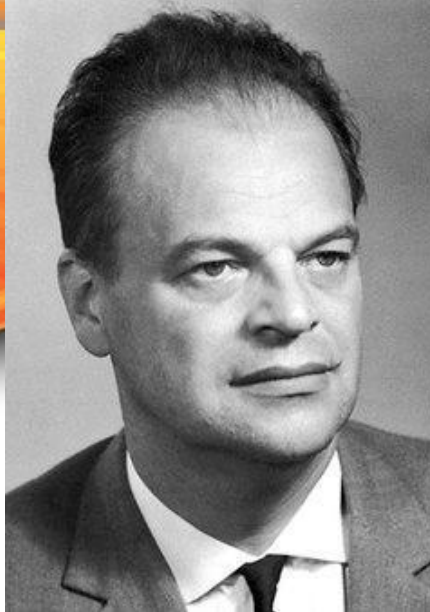


Основные идеи, положенные в основу работы лазера:

- 1. В 1917 г А.Эйнштейн предсказал возможность индуцированного (вынужденного) излучения света атомами.**
- 2. В 1940 г советский физик В.А.Фабрикант указал на возможность использования активных сред с инверсной заселенностью уровней, где возможно не поглощение, а усиление электромагнитных волн. Использование положительно обратной связи, при которой часть сигнала с выхода устройства подается на его вход.**



А.М. Прохоров



Н.Г. Басов



Ч. Таунс

В 1954 г. впервые создали генераторы электромагнитного излучения, использующие механизм вынужденного перехода.

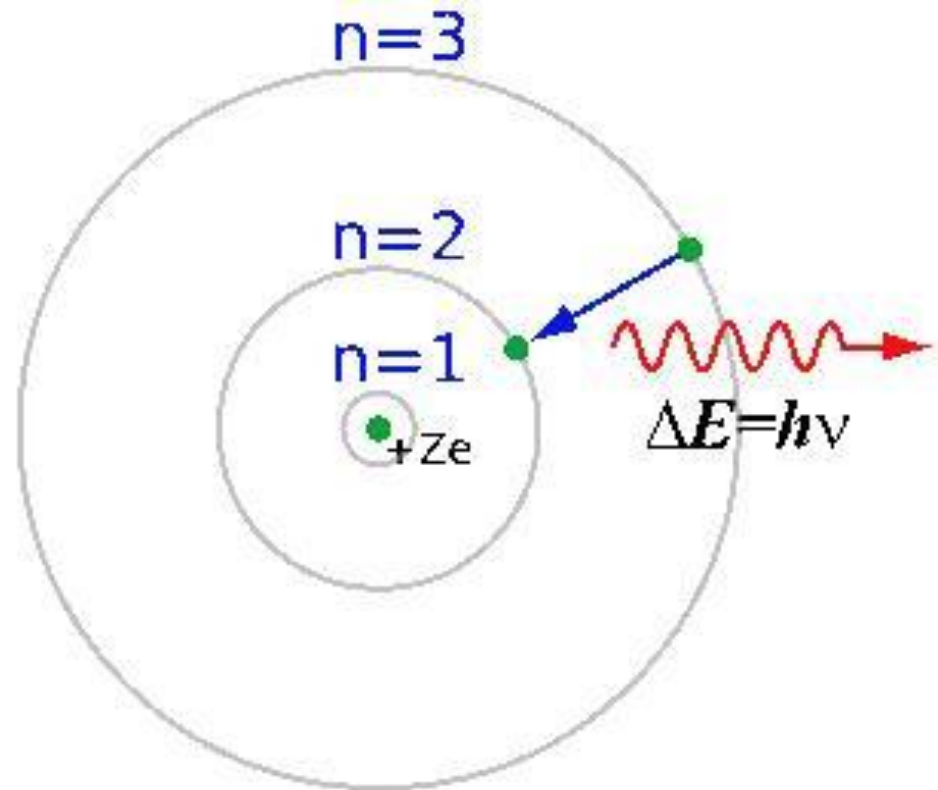


В 1960 г. создал лазер в оптическом диапазоне работающий на рубине.

Т. Мейман

Спонтанное излучение

В возбуждённом состоянии атом находится около 10^{-8} с, после чего самопроизвольно (спонтанно) переходит в основное состояние, излучая при этом



**Спонтанное излучение
происходит при отсутствии
внешнего воздействия на атом
и объясняется
неустойчивостью его
возбуждённого состояния.**

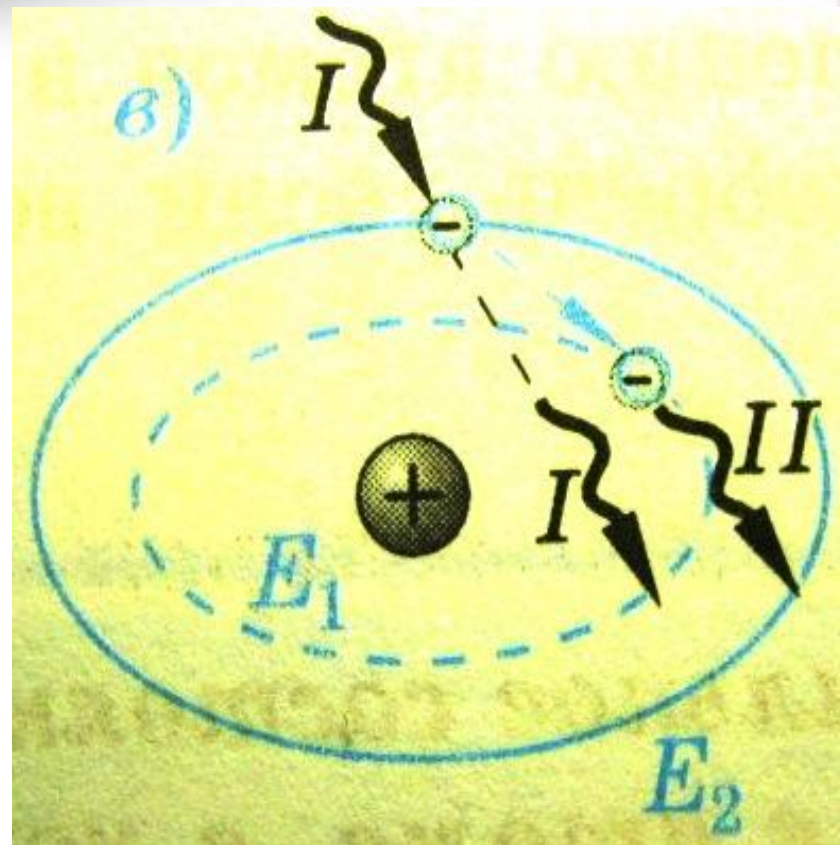
Вынужденное излучение

**Если же атом подвергается
внешнему воздействию, то время
его жизни в возбуждённом
состоянии сокращается, а
излучение уже будет
вынужденным или
индуцированным.**

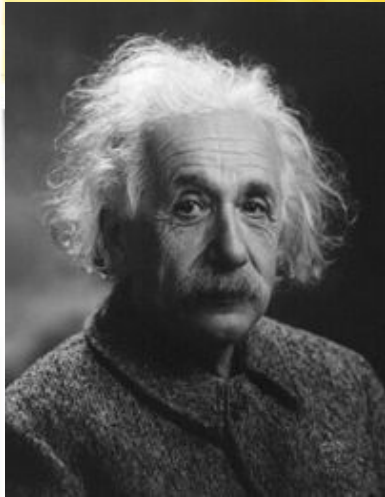
**Понятие о вынужденном
излучении было введено в 1916 г.**

Вынужденное излучение

Вынужденное излучение происходит в результате воздействия на возбуждённый атом кванта света, частота которого совпадает с частотой его спонтанного излучения. Атом при этом переходит на более низкий энергетический уровень, и к первичному фотону добавляется ещё один фотон, ничем не отличающийся от первого. Падающее на атом излучение удваивается, затем может образоваться «лавина»



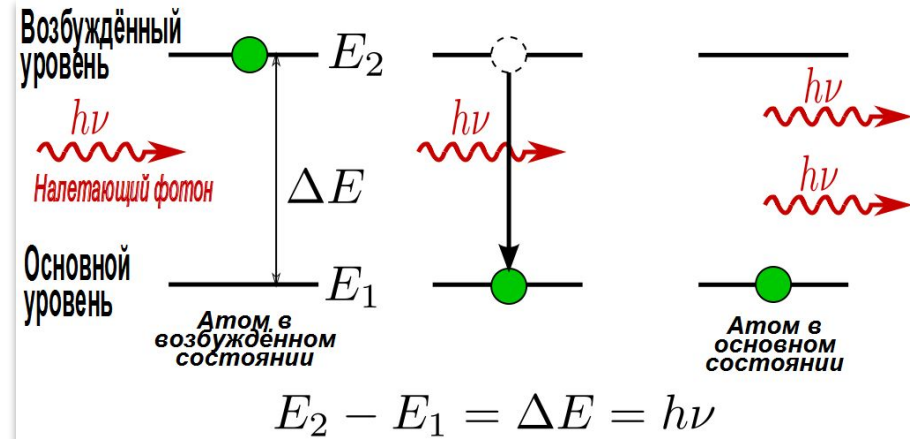
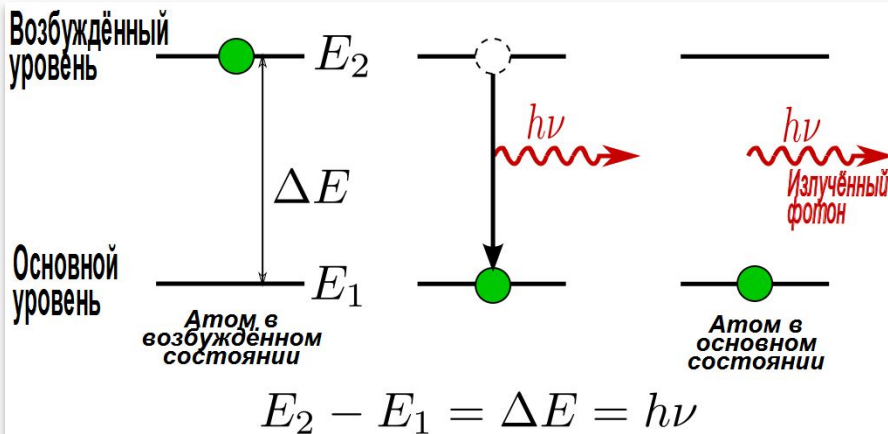
Спонтанное и вынужденное излучение.



1917 г. А. Эйнштейн:
Механизмы испускания света веществом

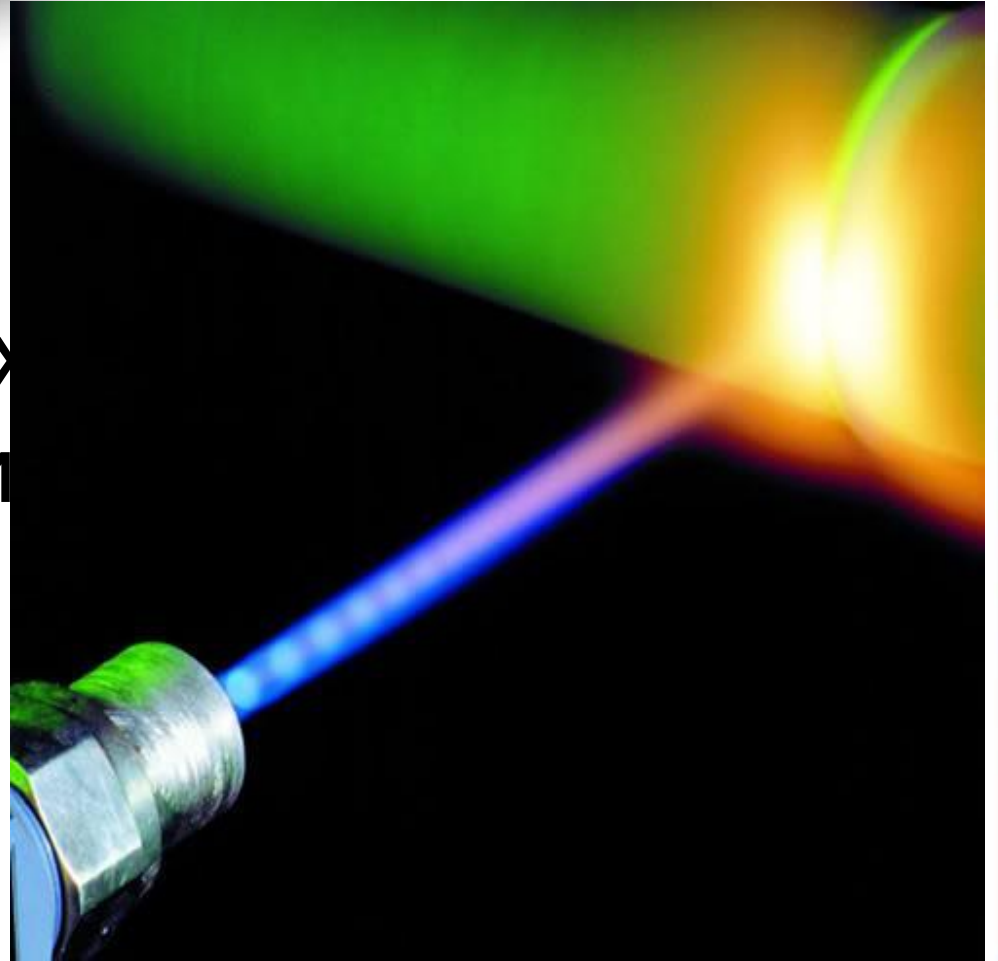
Спонтанное (некогерентное)

Вынужденное (когерентное)



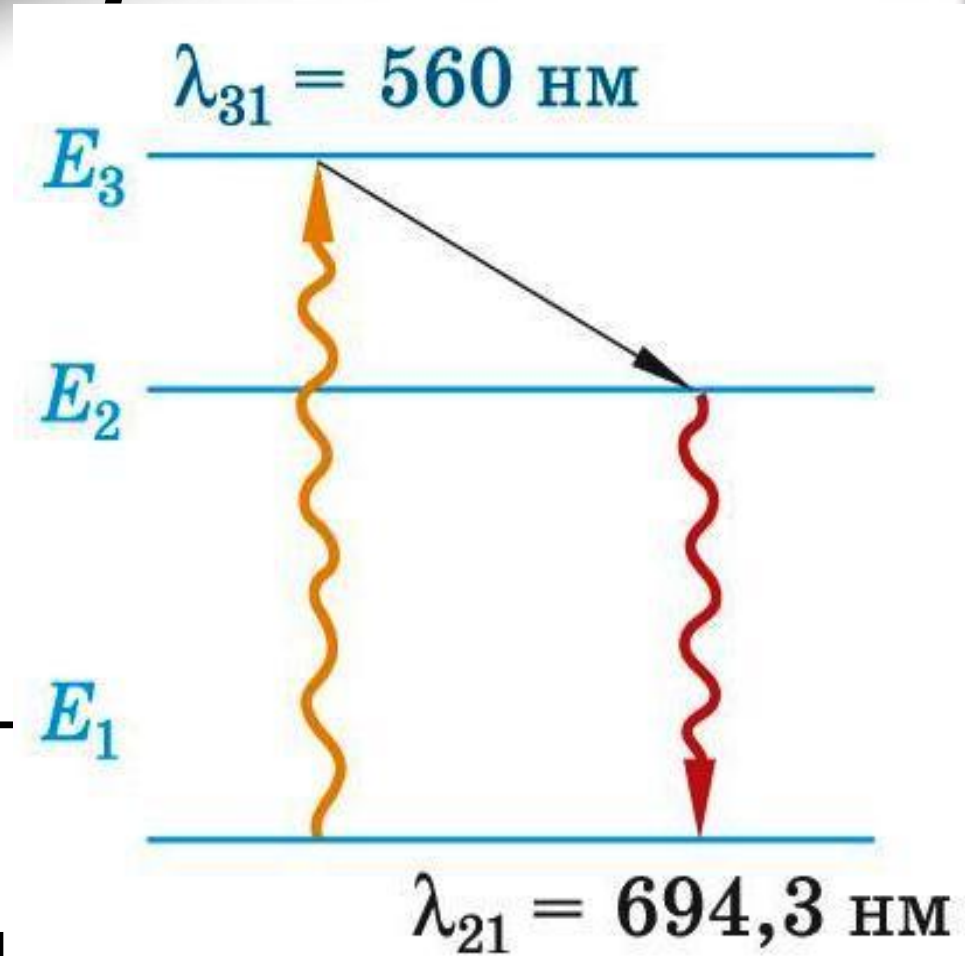
Квантовые генераторы

Оптические
квантовые
генераторы,
излучение которых
лежит в видимой и
инфракрасной
области спектра,
называются
лазерами.

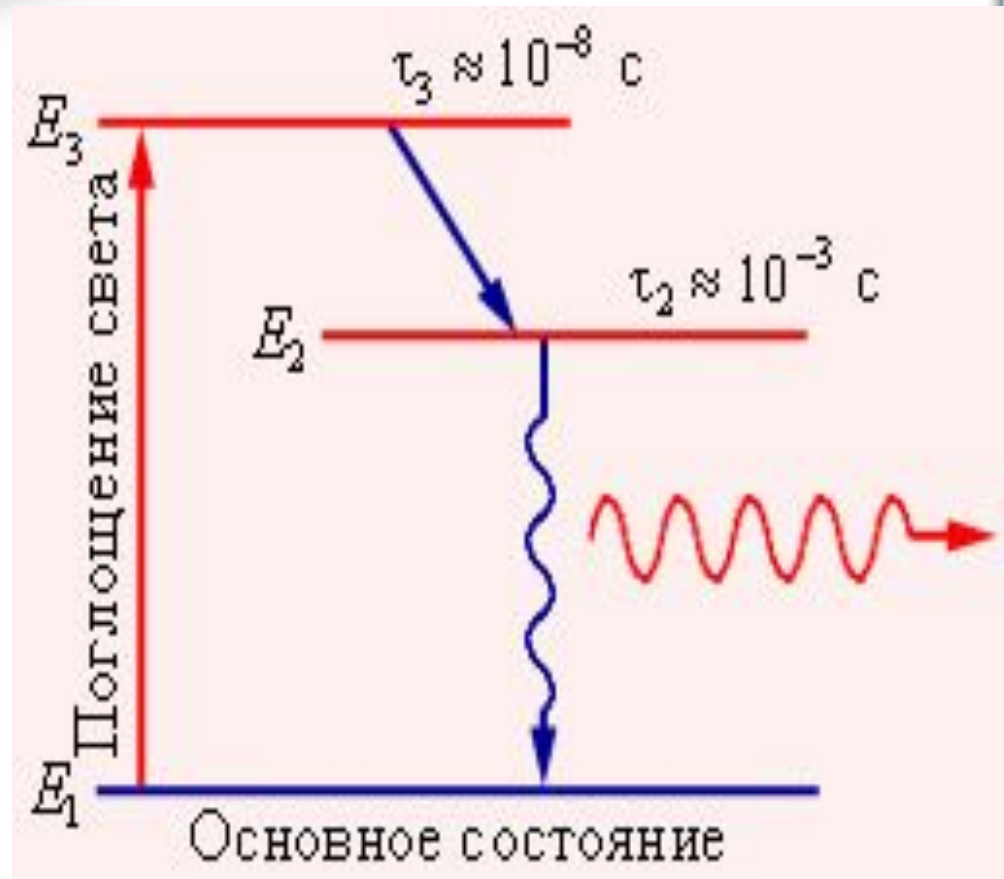


Трёхуровневая система лазера

При работе лазера часто используется система трёх энергетических состояний атома, второе из которых – метастабильное, со временем жизни атома в нём до 10^{-3}

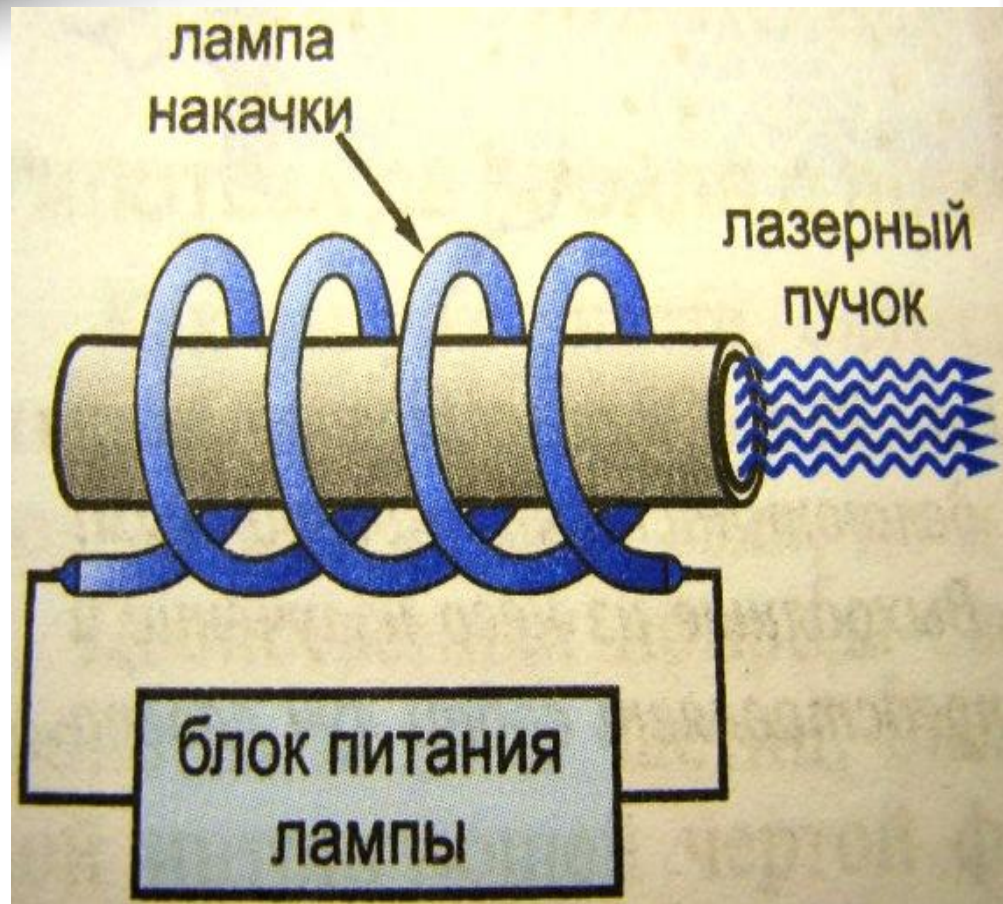


Процесс
перехода среды в
инверсное
состояние
называется
накачкой



Рубиновый лазер

Основная деталь рубинового лазера – **рубиновый стержень**. Рубин состоит из атомов Al и O с примесью атомов Cr. Именно атомы хрома придают рубину цвет и имеют метастабильное состояние

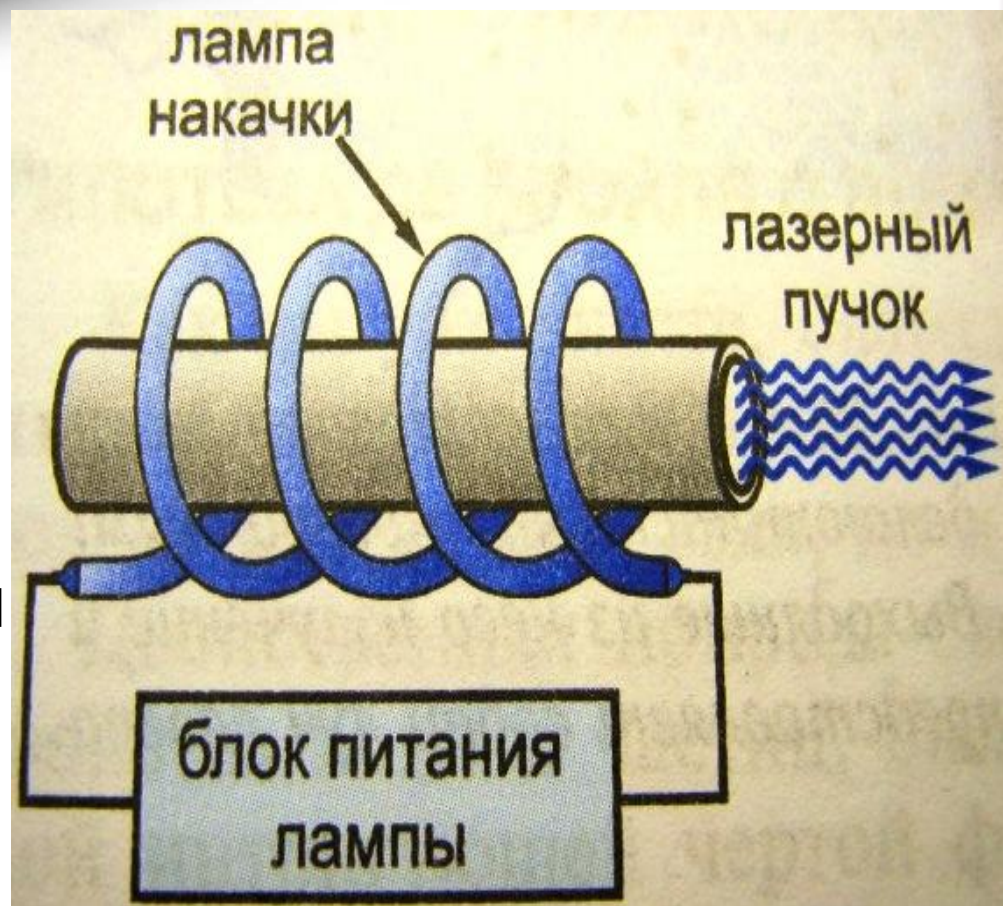


Рубиновый лазер

На стержень навита трубка газоразрядной лампы, называемой **лампой накачки**.

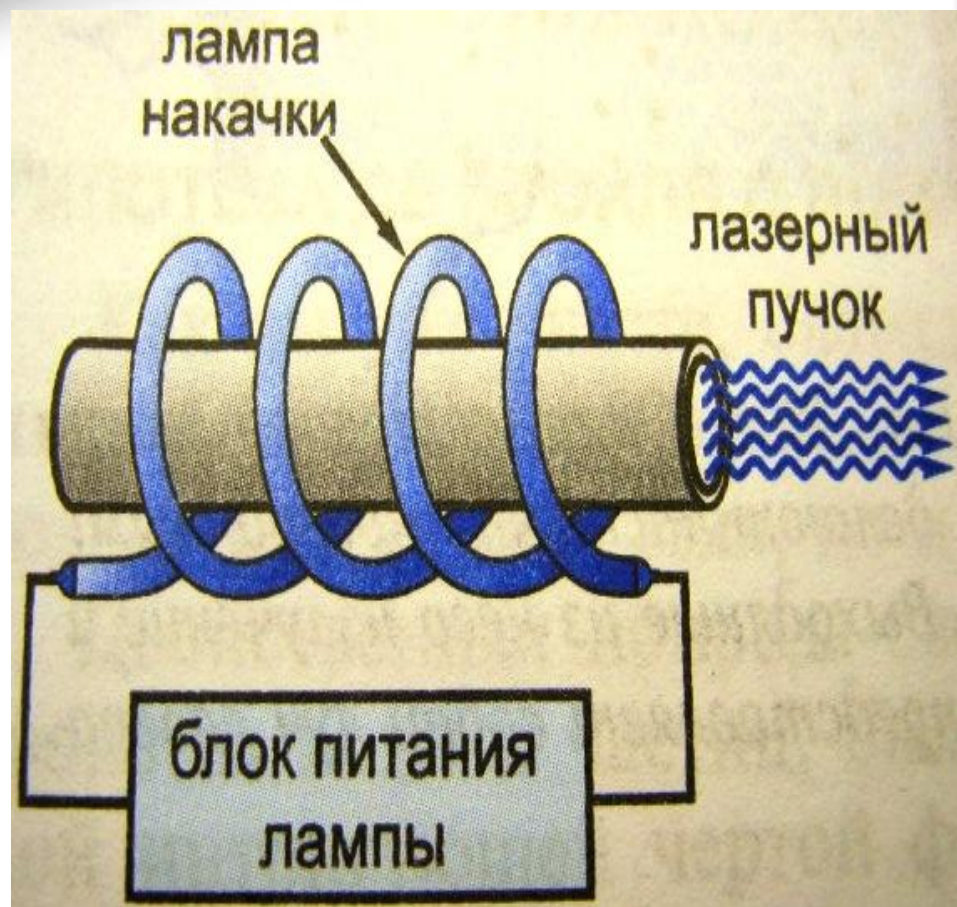
Служит для передачи атомам хрома квантов энергии для перехода из основного состояния в метастабильное.

Очень быстро образуется «перенаселённость» метастабильного



Рубиновый лазер

Один из торцов стержня зеркальный (для большей задержки фотонов внутри стержня и провоцирования большего числа актов вынужденного излучения), другой – полупрозрачный (через него выходит лазерное излучение). Боковая поверхность стержня непрозрачная.

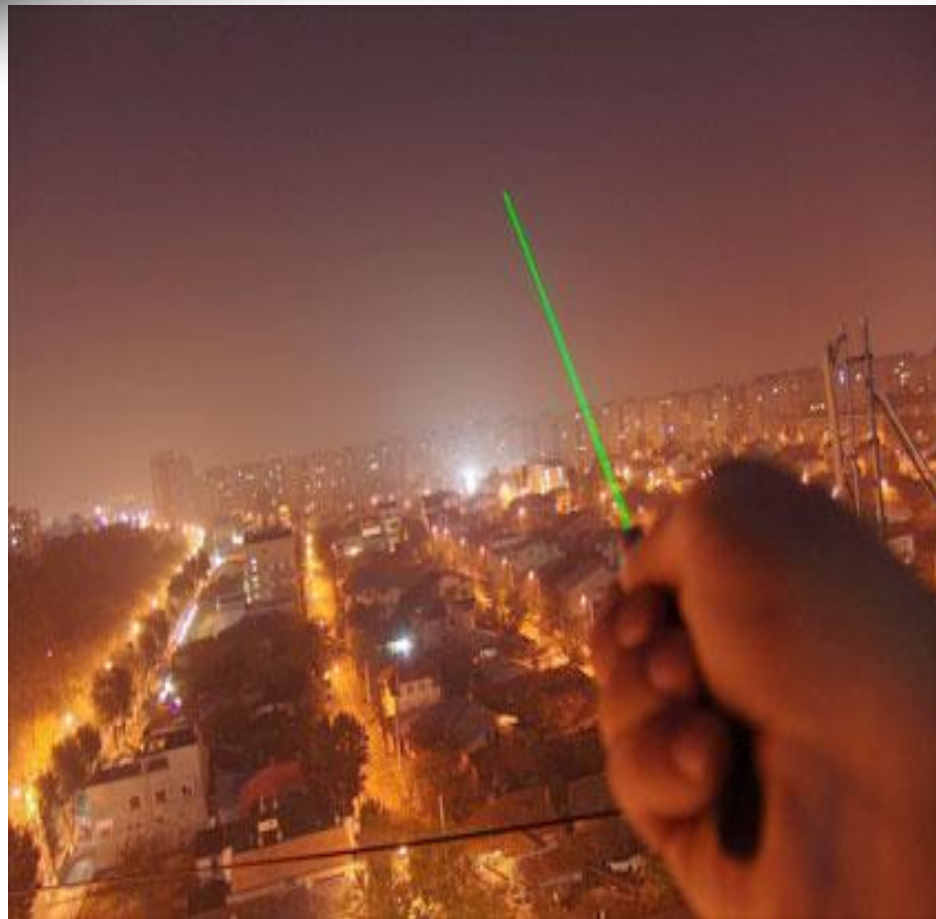


Свойства лазерного излучения

- 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

- 1) Обработка материалов
(резание, сварка, сверление).
- 2) В хирургии, офтальмологии – вместо скальпеля.
- 3) Голография.
- 4) Связь с помощью волоконной оптики.
- 5) Использование лазерного луча в качестве носителя информации.





Лазер (лаборатория NASA)

Лазерное излучение

660 нм

635 нм

532 нм

520 нм

445 нм

405 нм

