

Лазеры

Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation



**Цель: познакомиться с
принципом действия
квантовых источников
света.**

- 1. Спонтанное и вынужденное излучение.**
- 2. Квантовые генераторы.**
- 3. Трёхуровневый лазер.**
- 4. Применение лазеров.**

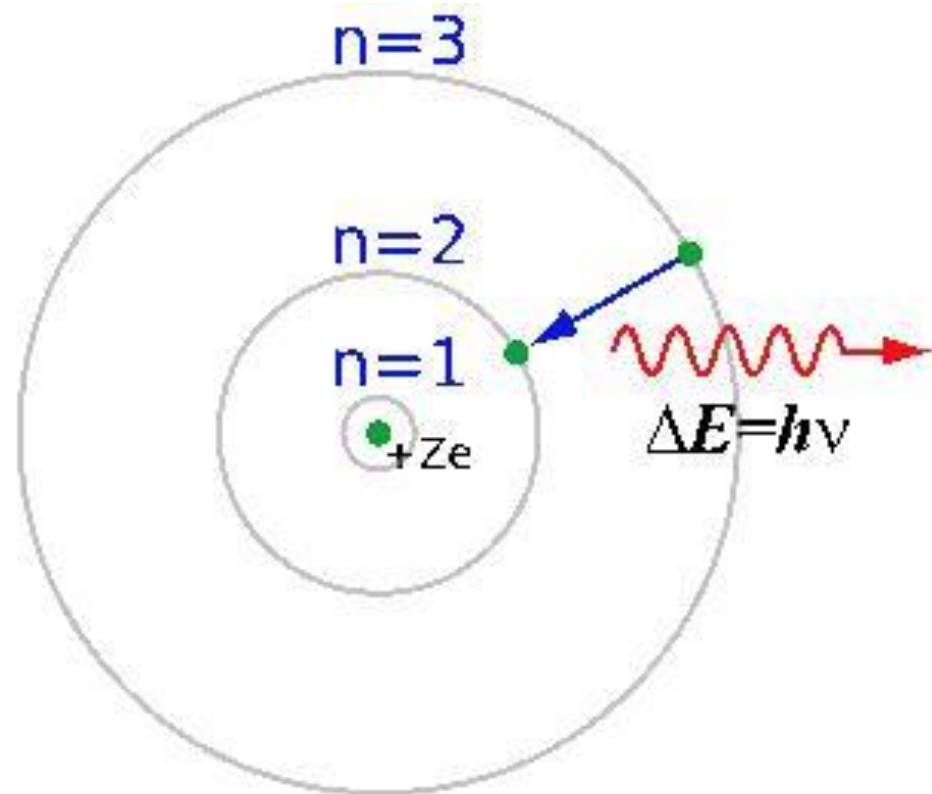
1. Какое состояние атома называется основным, а какое – возбуждённым?

2. В каком состоянии атом будет существовать дольше – в основном или возбуждённом?

3. При каких условиях атом излучает?

Спонтанное излучение

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



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

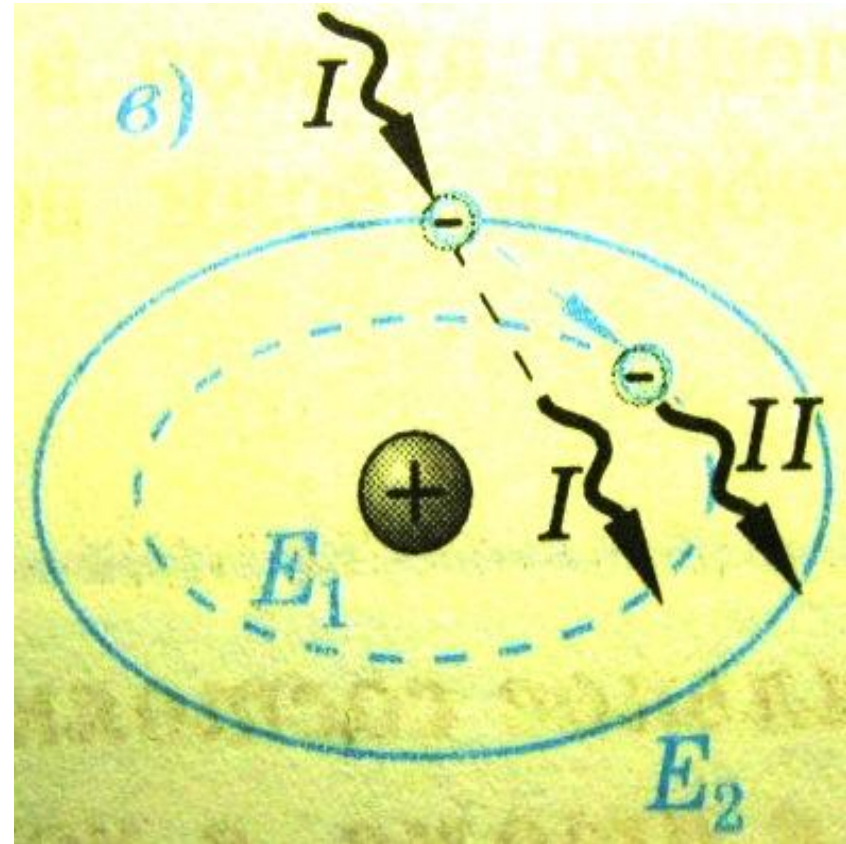
Вынужденное излучение

**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**

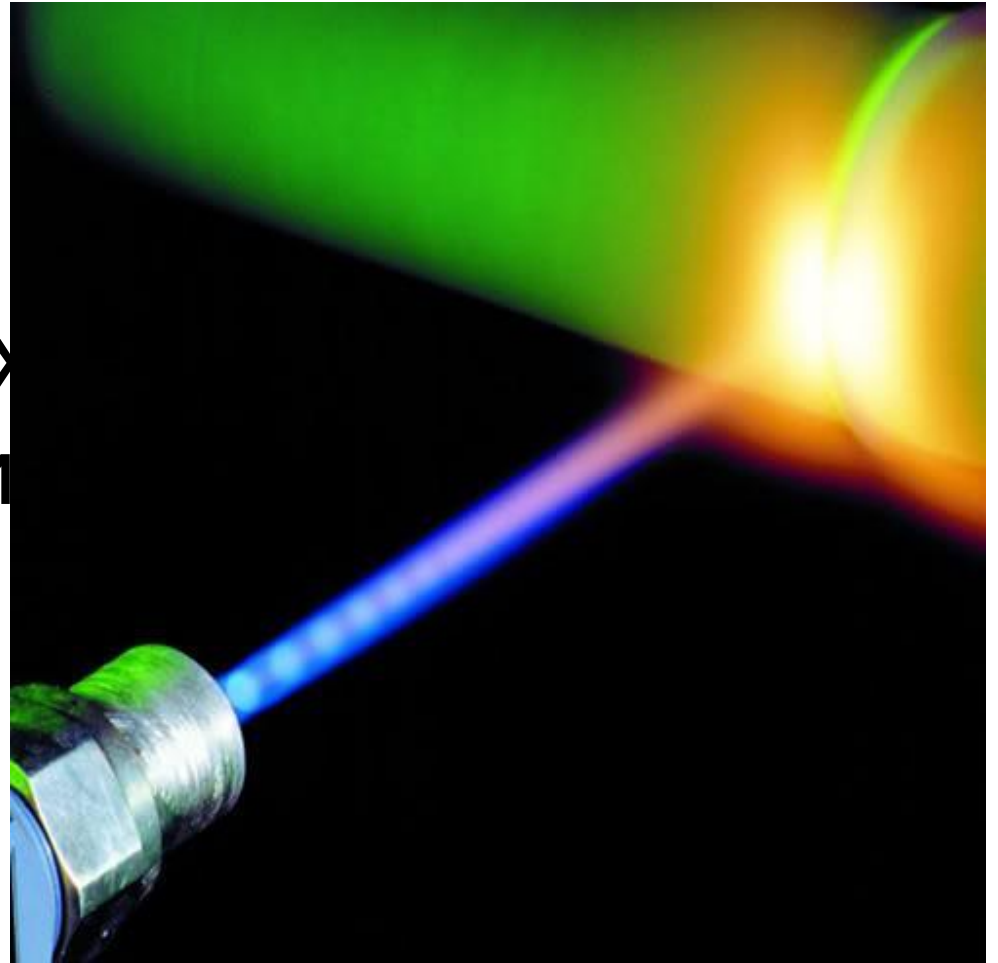
Вынужденное излучение

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»



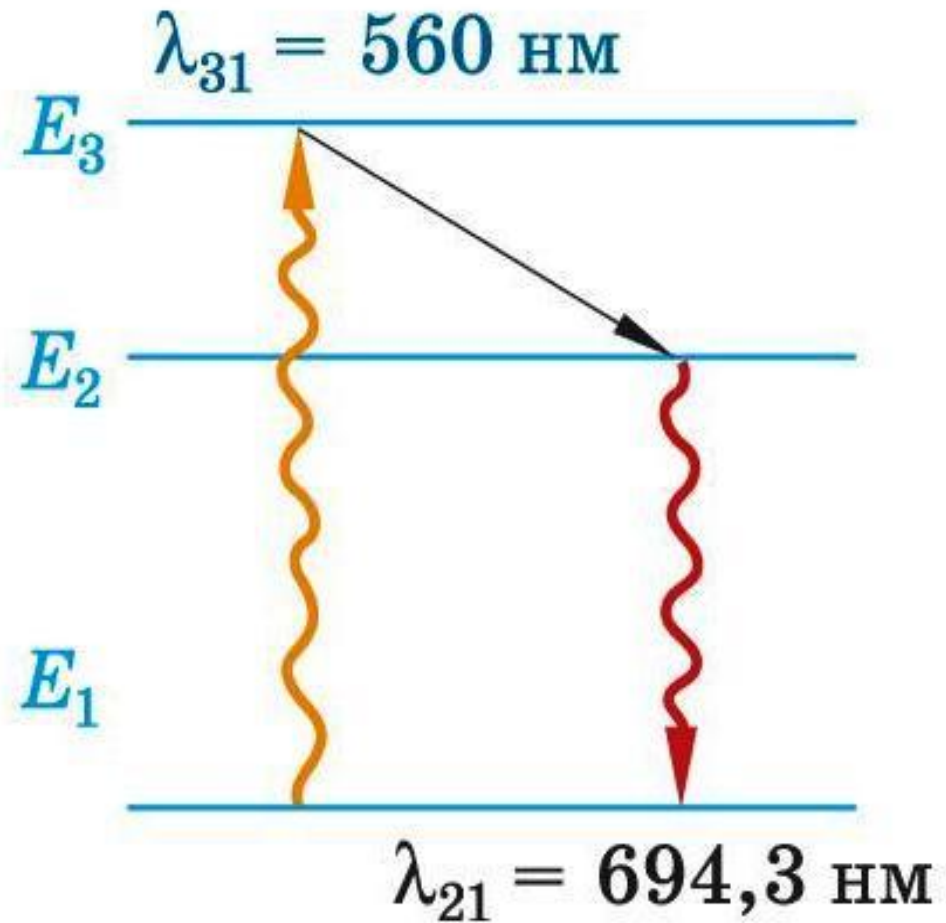
Квантовые генераторы

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



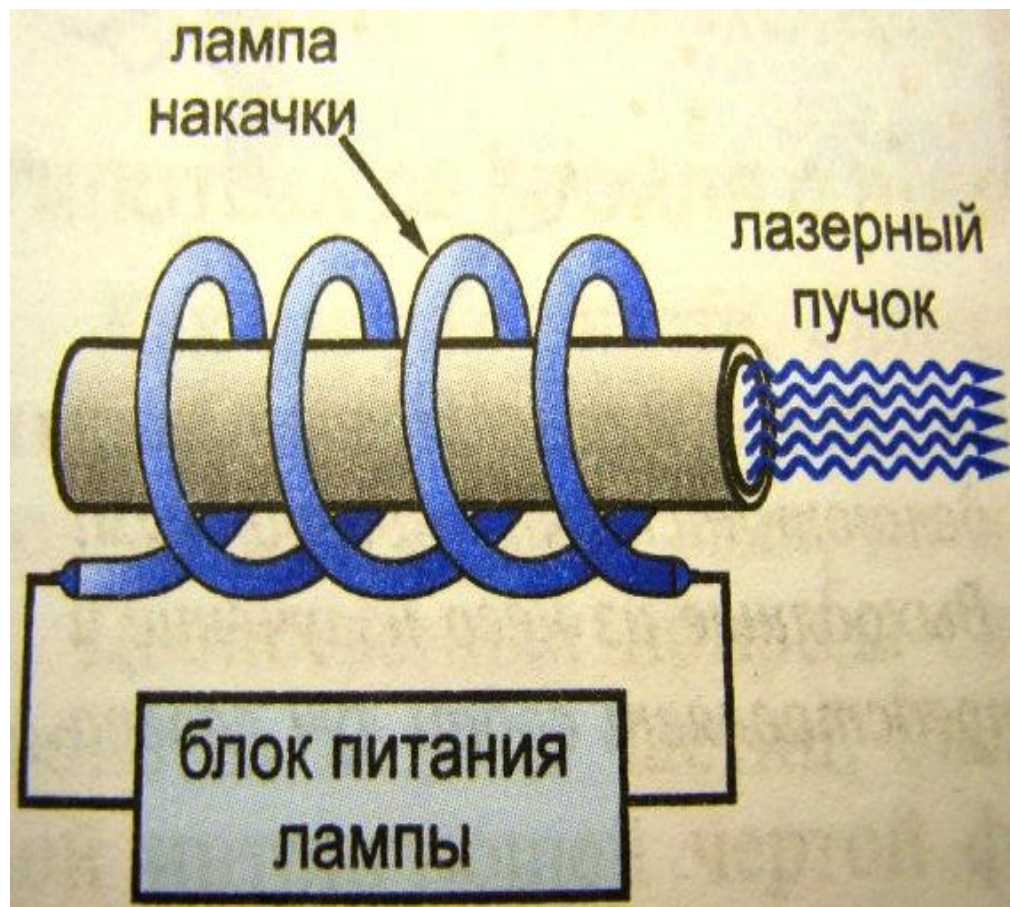
Трёхуровневая система лазера

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



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



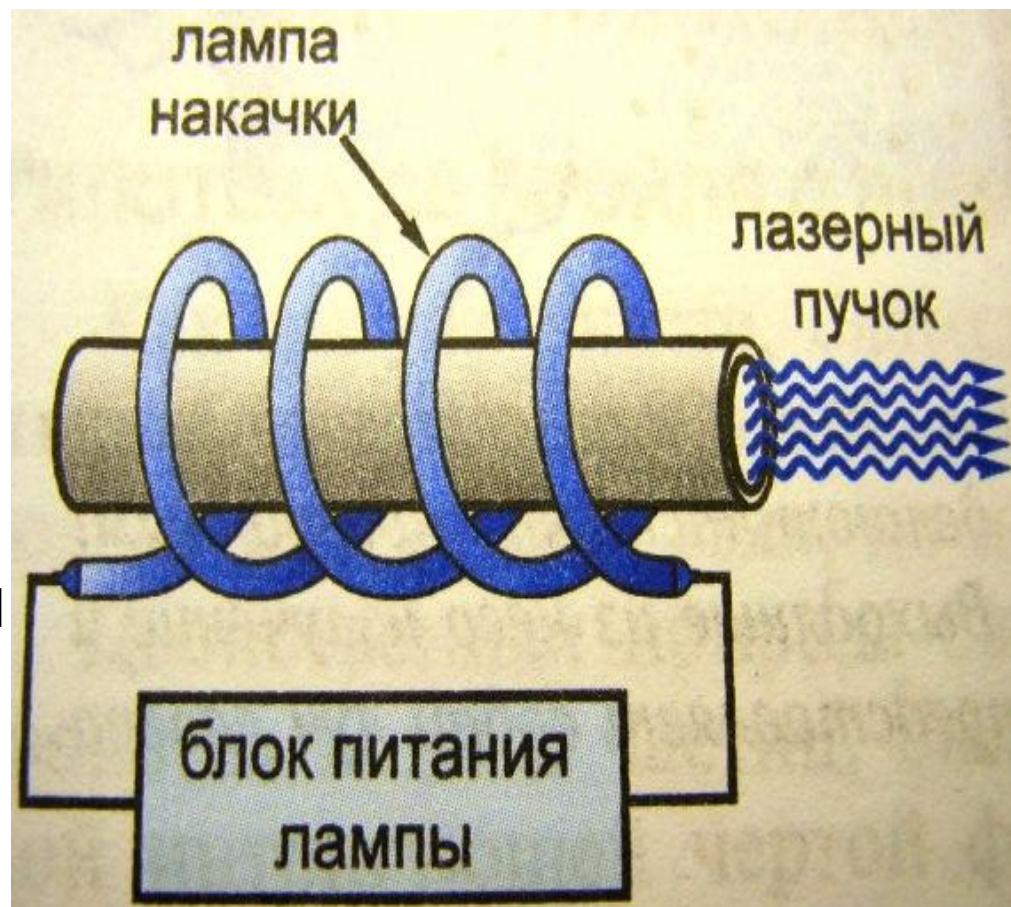
Рубиновый лазер

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

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

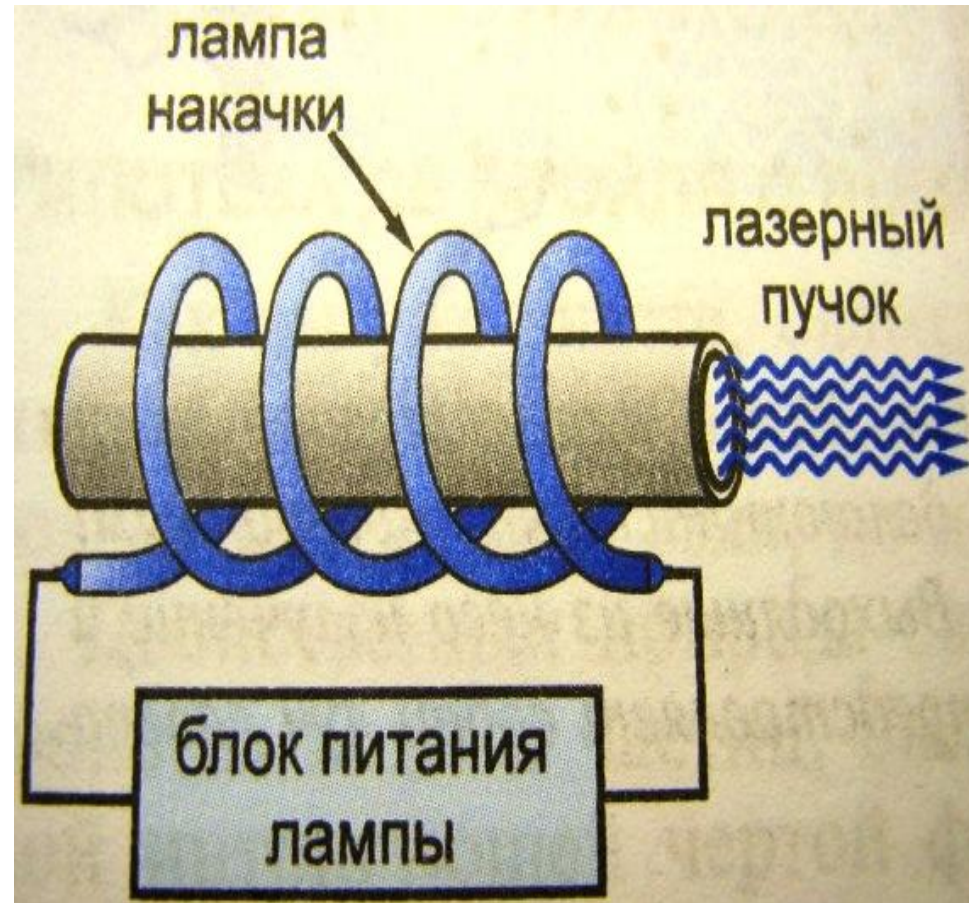
Очень быстро образуется

«перенаселённость» метастабильного



Рубиновый лазер

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



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

- Обработка материалов (резание, сварка, сверление);
- В хирургии вместо скальпеля;
- В офтальмологии;
- Голография;
- Связь с помощью волоконной оптики;
- Лазерная локация;
- Использование лазерного луча в качестве носителя



