

# 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.**

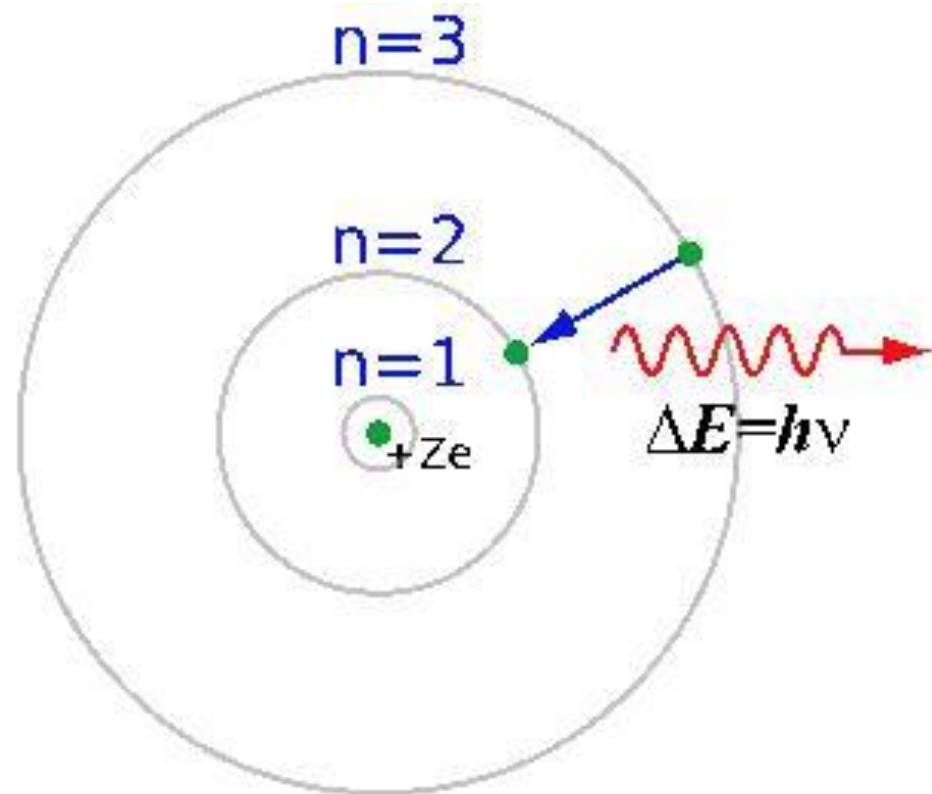
**1. Какое состояние атома называется основным, а какое – возбуждённым?**

**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.**

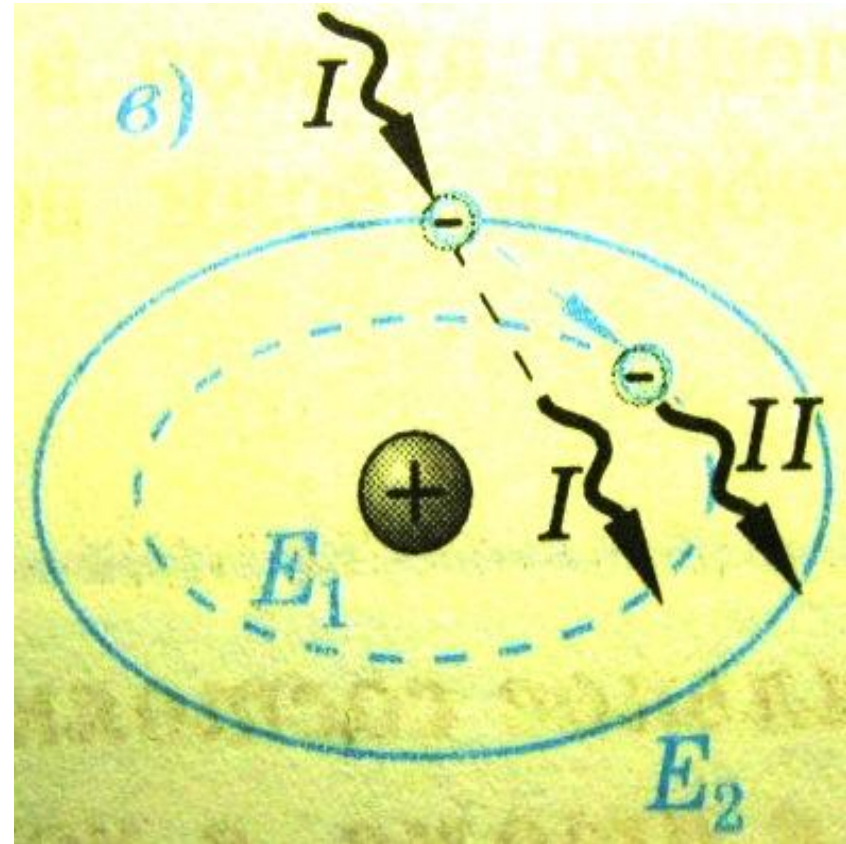
# ***Вынужденное излучение***

**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

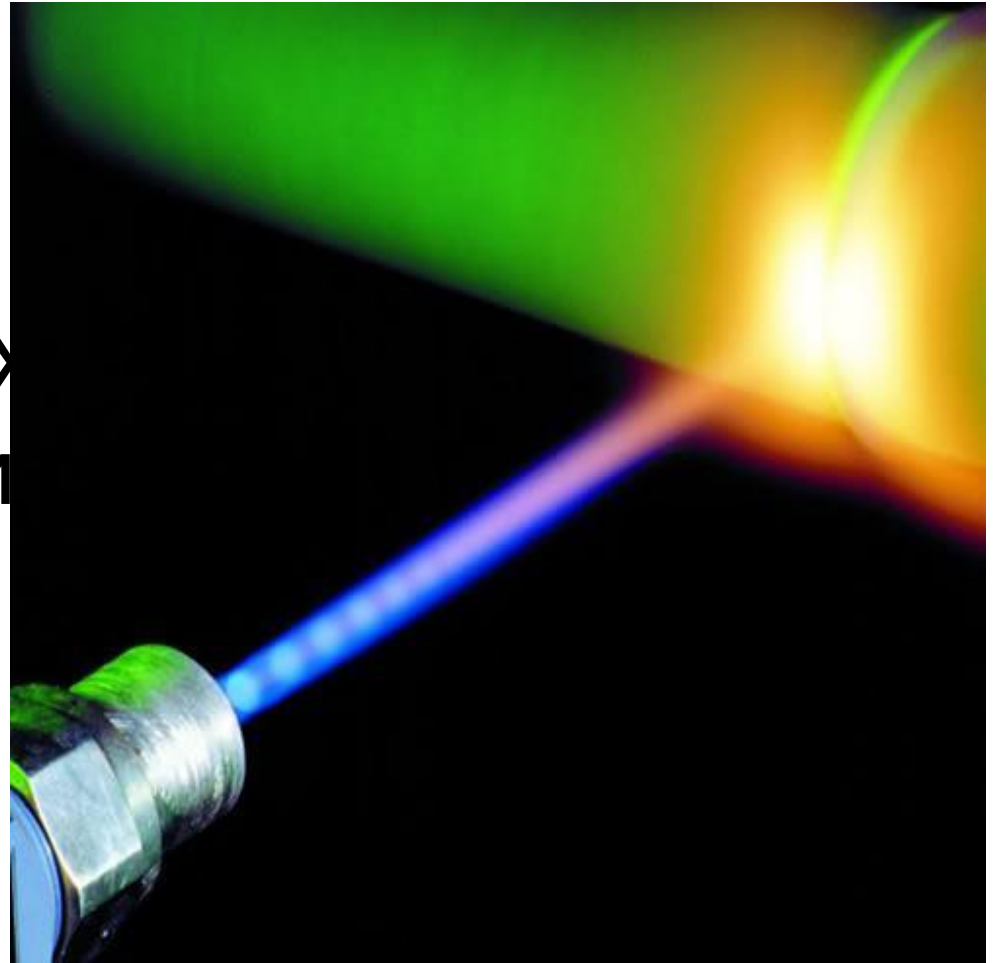
Вынужденное излучение происходит в результате воздействия на возбуждённый атом кванта света, частота которого совпадает с частотой его спонтанного излучения. Атом при этом переходит на более низкий энергетический уровень, и к первичному фотону добавляется ещё один фотон, ничем не отличающийся от первого.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





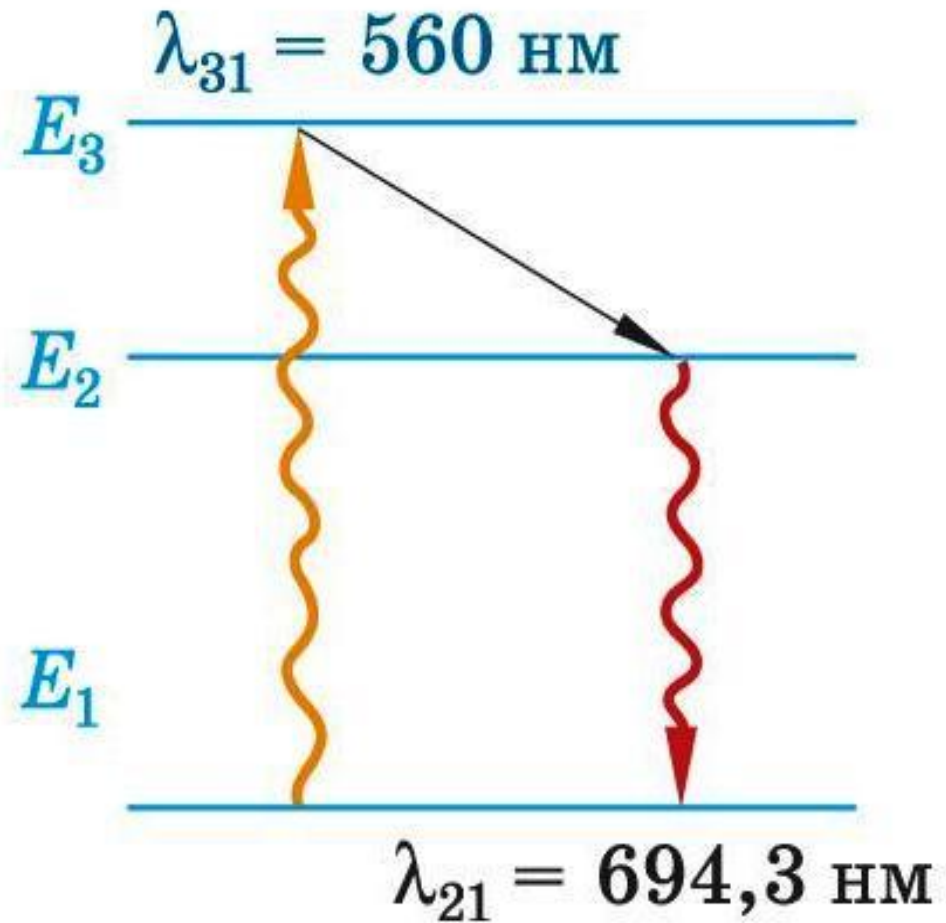
# ***Квантовые генераторы***

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



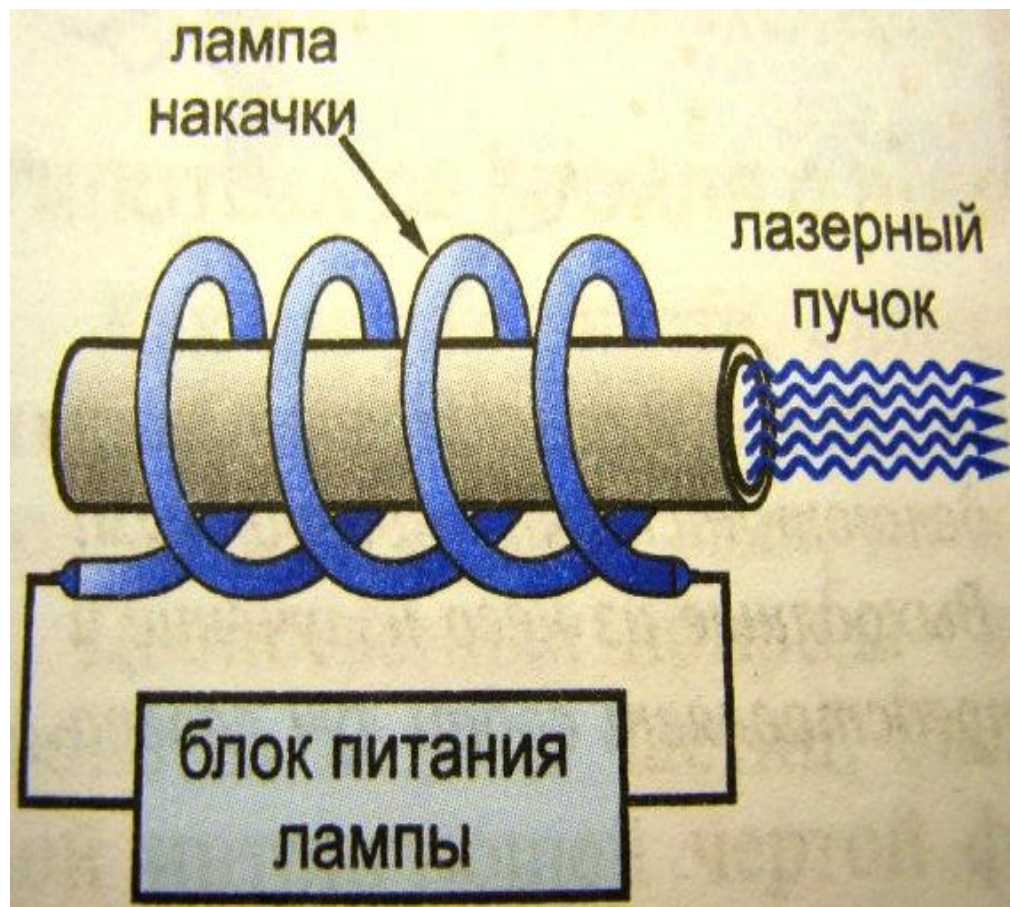
# Трёхуровневая система лазера

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



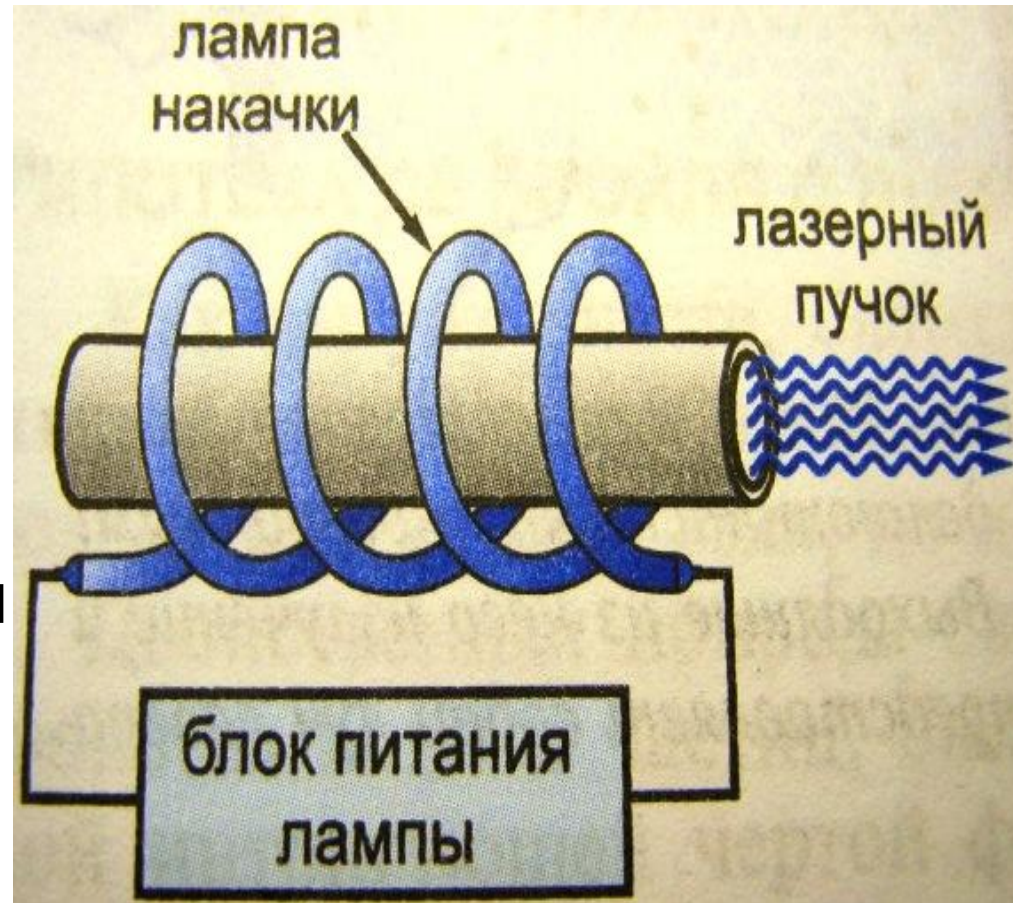
# Рубиновый лазер

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

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

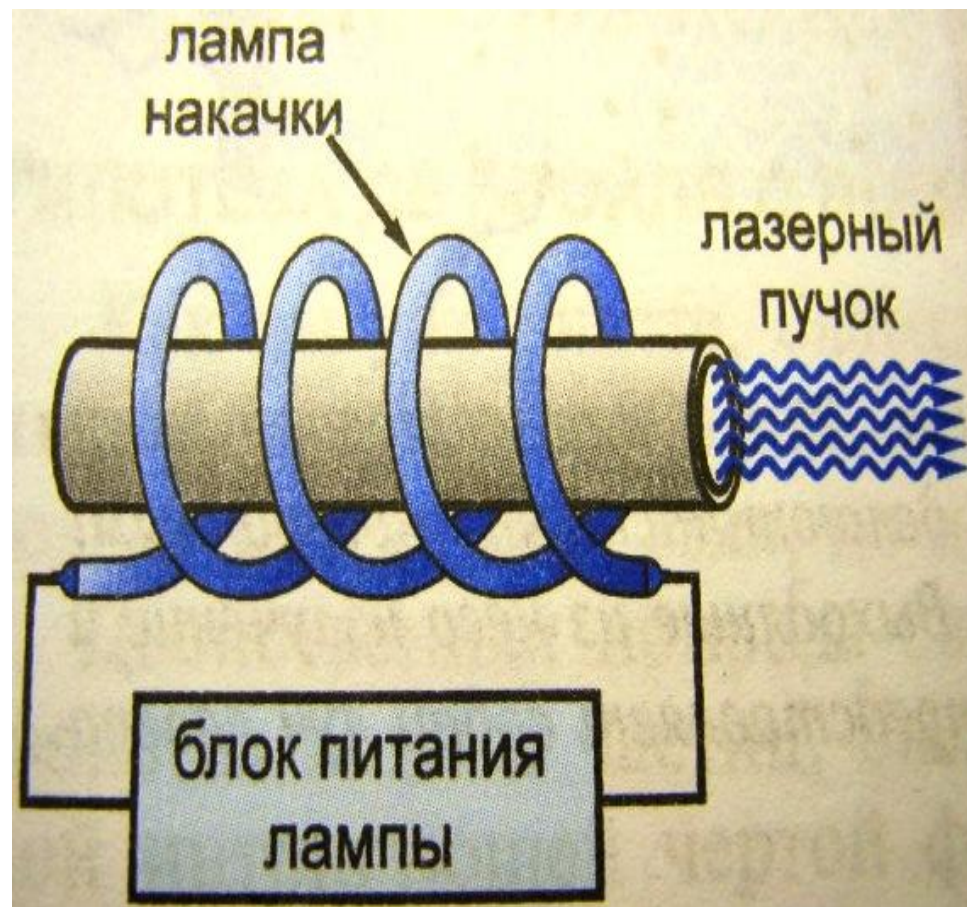
Очень быстро образуется

«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



# ***Применение лазеров***

