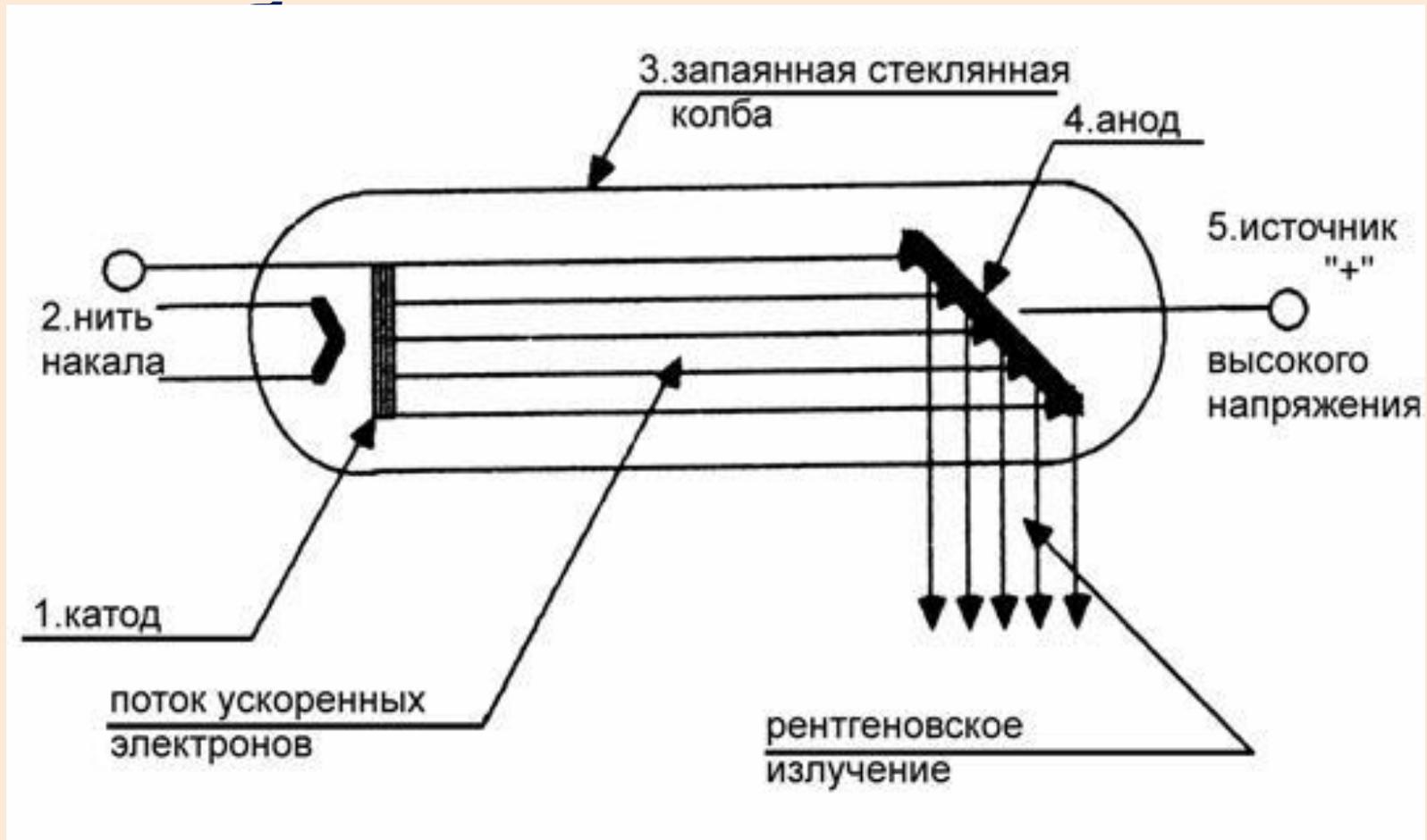


Рентгеновские спектры

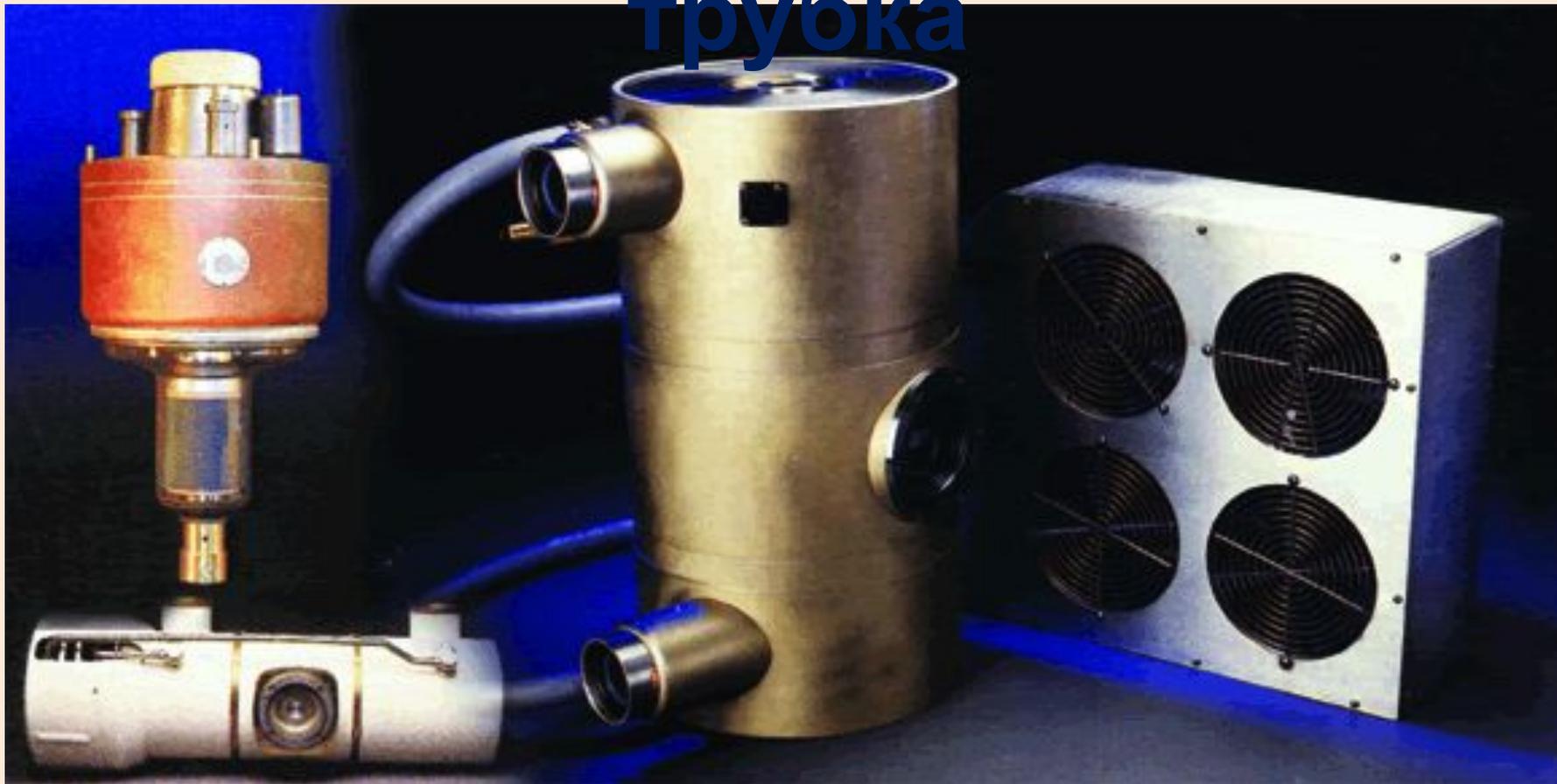
**Изучение рентгеновских
спектров доказало, что
структура внутренних
оболочек всех атомов
одинакова.**

Схема рентгеновской



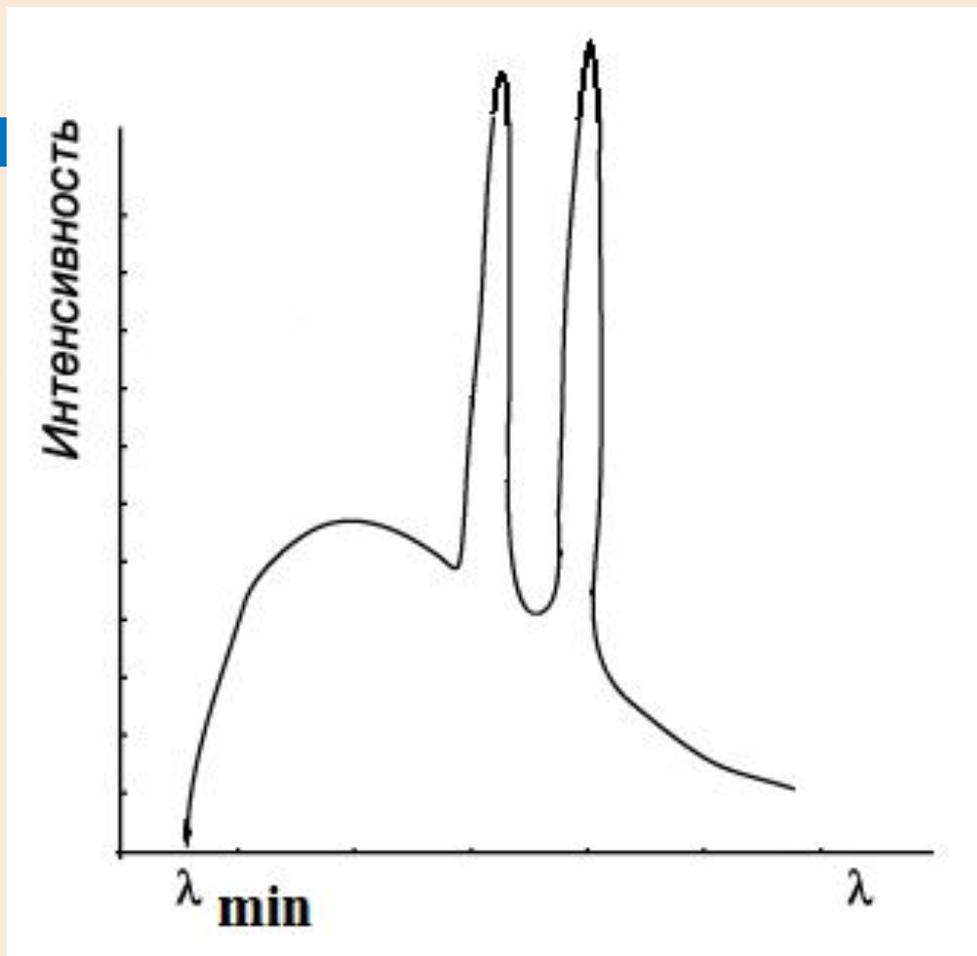
**Анод трубки называют
антикатодом.**

Рентгеновская трубка



**При ударе электронов об антикатод
трубка испускает рентгеновское
излучение.**

**Спектр излучения
представляет
собой наложение
сплошного и
линейчатого
спектров.**



Излучение сплошного спектра не зависит от материала анода, а определяется энергией налетающих электронов. Оно возникает в результате торможения электронов и называется тормозным.

Граница спектра λ_{\min}

соответствует случаю, когда вся энергия электрона переходит в энергию излучаемого рентгеновского кванта.

энергия кванта \rightarrow $\frac{hc}{\lambda_{\min}} = eU$ ← энергия электрона

$\lambda_{\min} = \frac{hc}{eU}$ ← напряжени
е на аноде

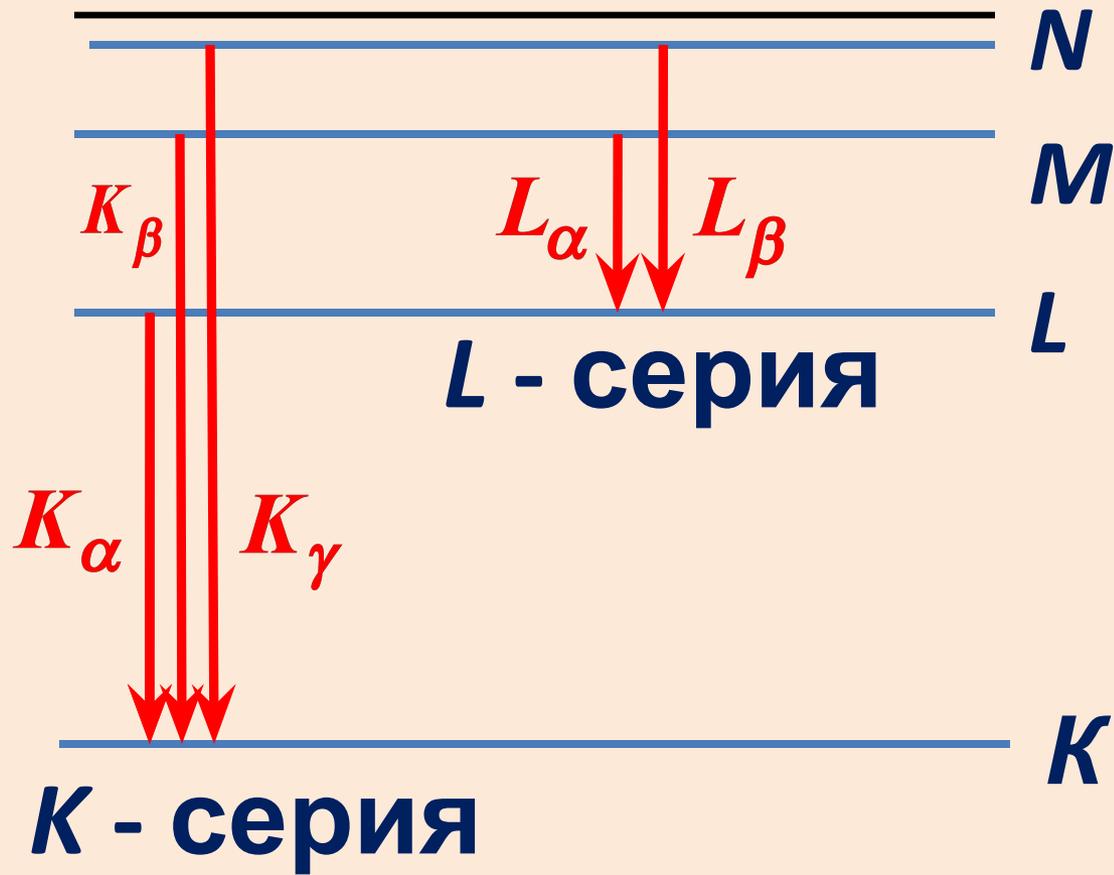
**Линейчатый спектр зависит
от материала анода и его
называют
характеристическим.**

**Такие спектры однотипны для
разных элементов и состоят
из серий линий (*K, L, M, N, O*). В
каждой серии есть подсерия
(*K α , K β , K γ ...*)**

Налетающий электрон выбивает другой электрон из внутренней оболочки атома.

На его место переходит еще один электрон с верхних уровней. При этом испускается квант характеристического

$$W = 0$$



**Характеристическое
излучение описывается**

законом Мозли:

$$\nu = R(Z - \sigma)^2 \left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

$$m = 1(K), 2(L), 3(M)...$$

$$n = m + 1, m + 2...$$

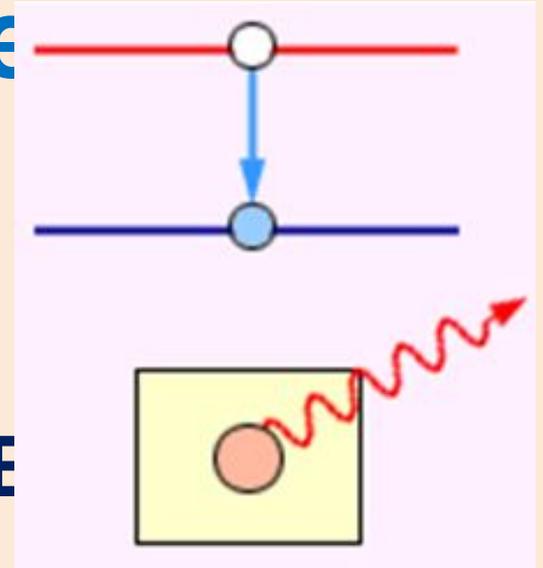
σ — постоянная

экранирования

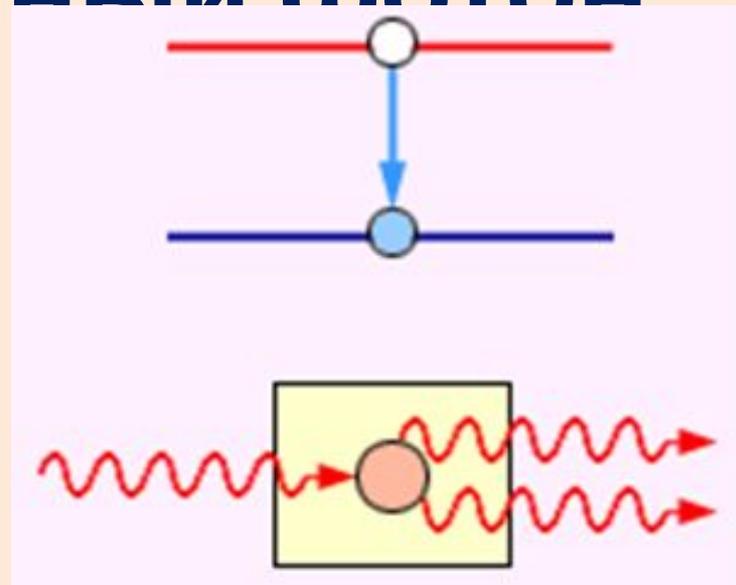
Спонтанное и вынужденное излучение

Спонтанное излучение
происходит
самопроизвольно.

Для различных атомов
оно некогерентно.

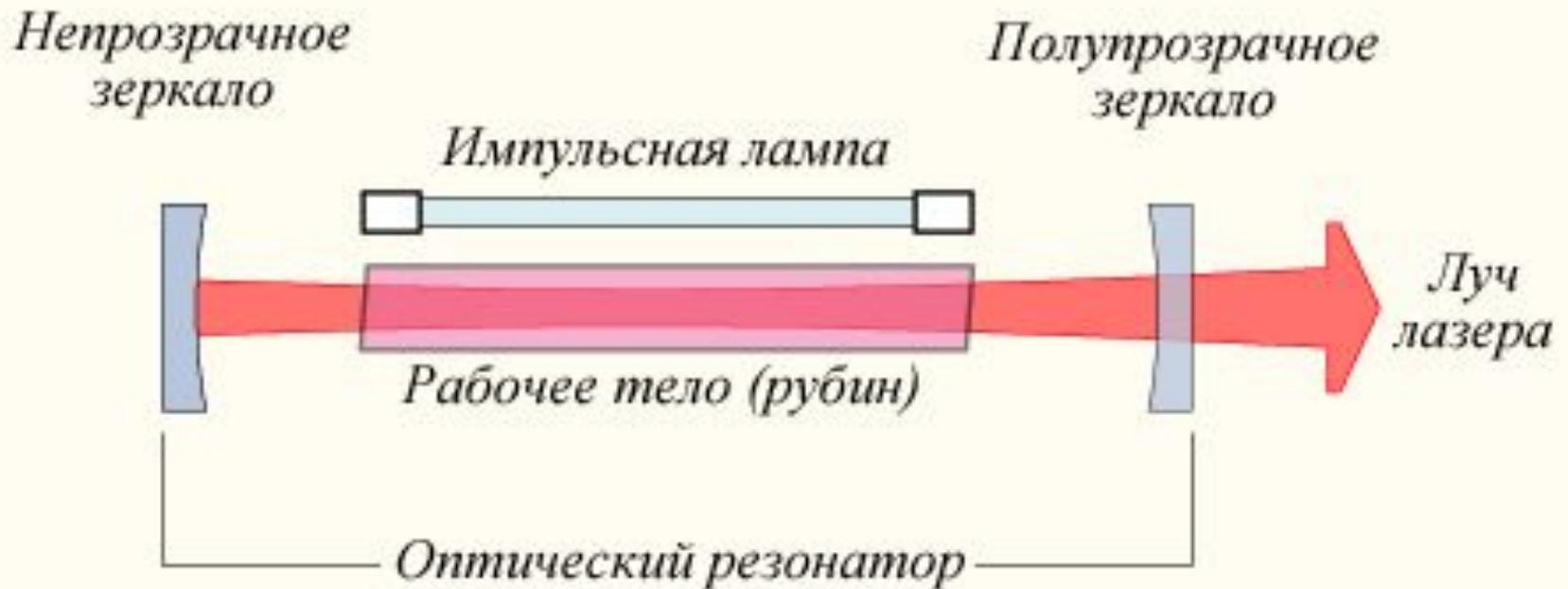


Вынужденное излучение
происходит, когда на атом,
находящийся в
возбужденном состоянии,
действует первичный фотон
При этом
испускается
вторичный фотон,
когерентный
первичному.



Перевод атомов в возбужденное состояние называют накачкой. Если таких атомов больше, чем в основном состоянии, имеет место инверсная заселенность. Такая среда усиливает излучение.

На этом принципе работают оптические квантовые генераторы (лазеры).



Изобретатели лазера

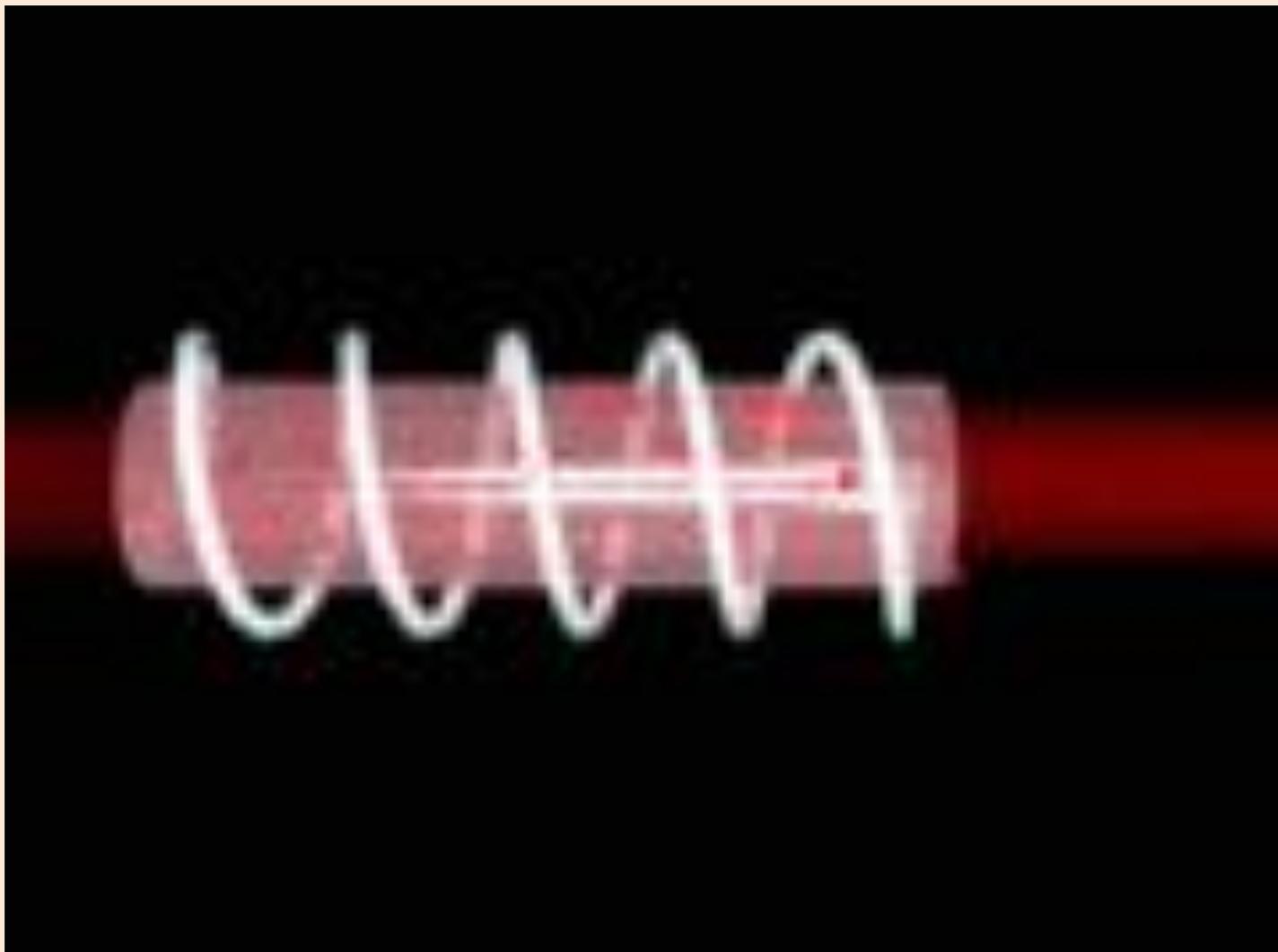


**Николай
Геннадьевич
Басов**

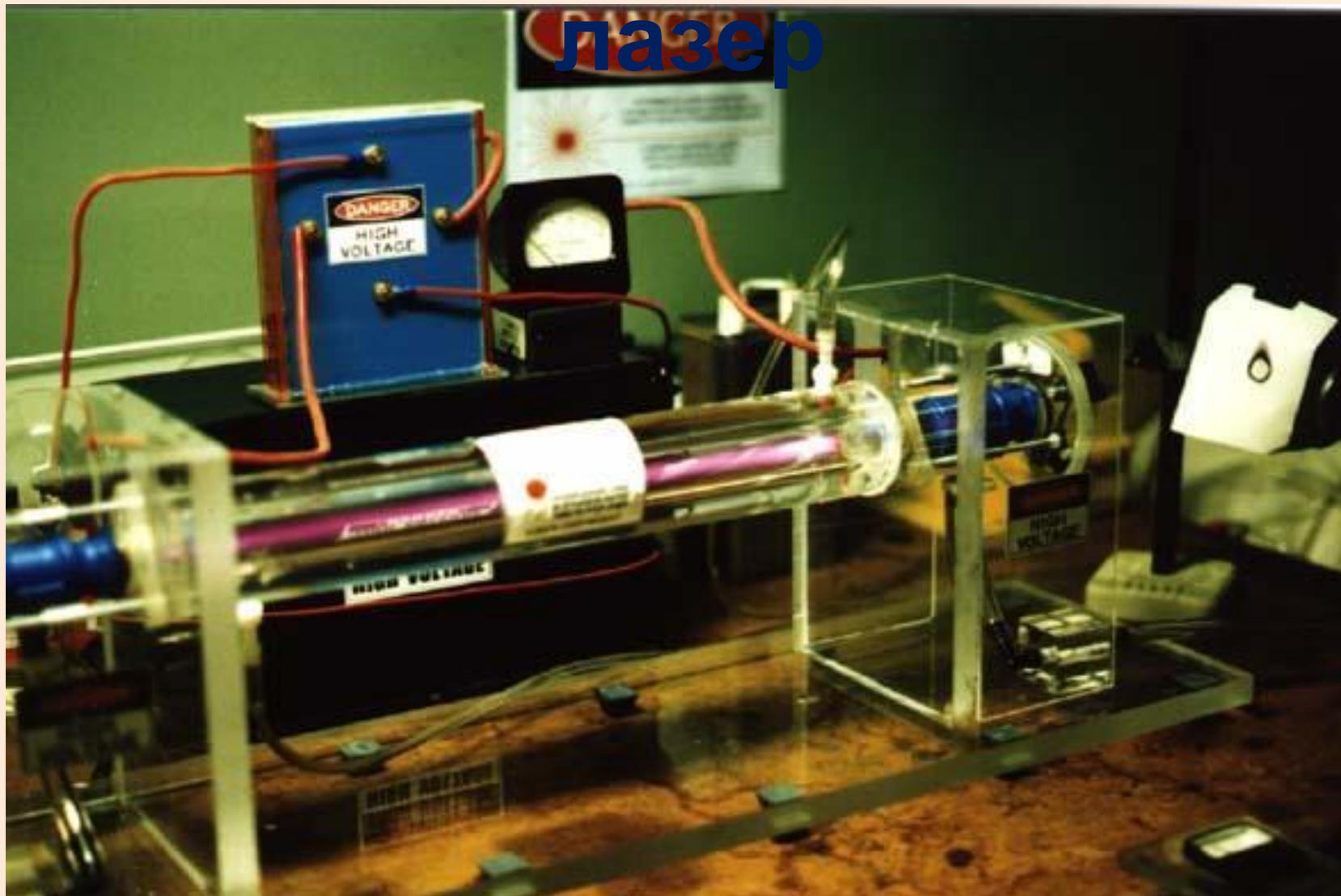


**Александр Михайлович
Прохоров**

Первый оптический квантовый генератор (1961 г.).



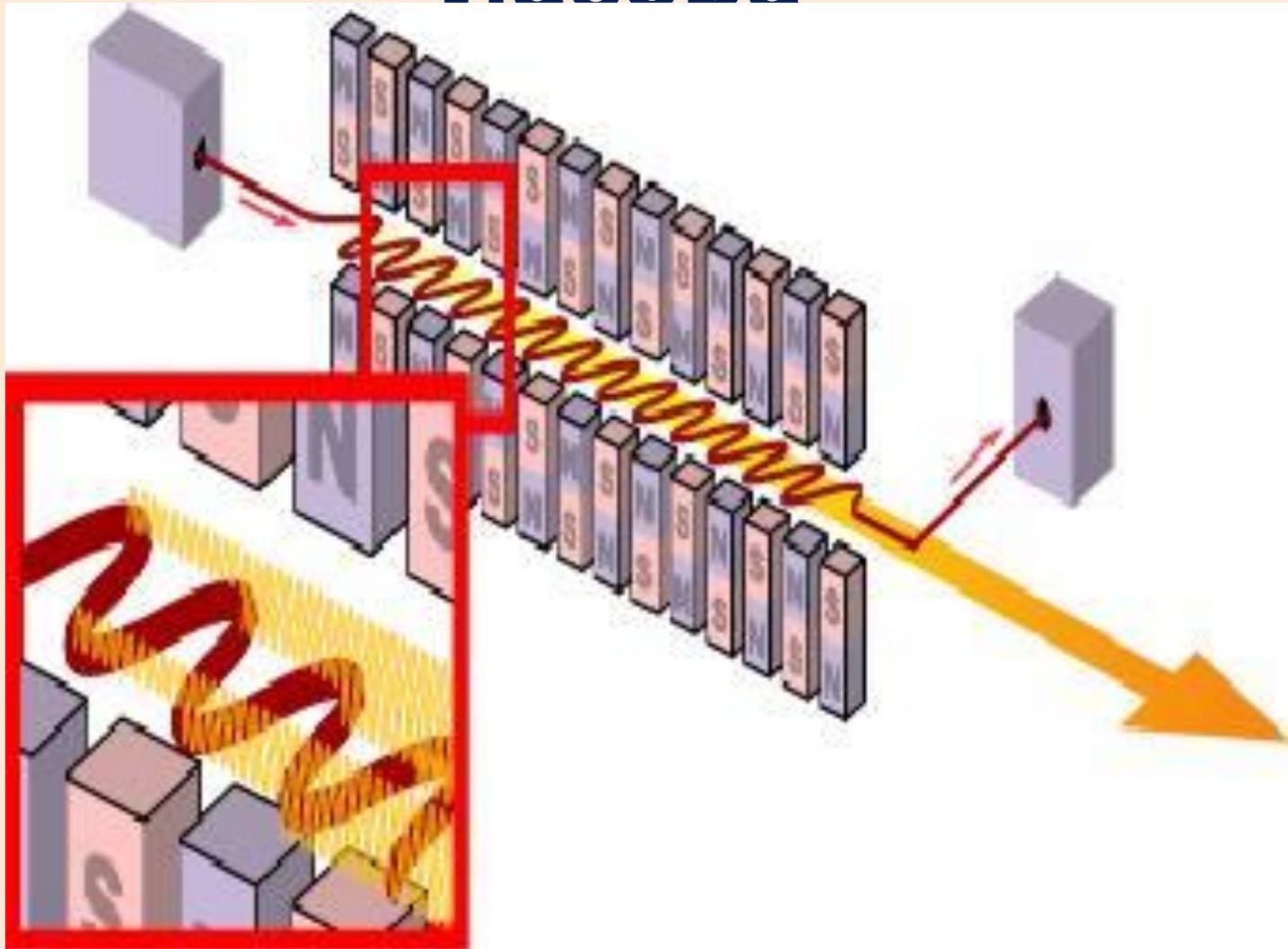
Старый рубиновый лазер



Гелий – неоновый лазер



Схема рентгеновского лазера



Рентгеновский лазер на свободных электронах



Свойства лазерного излучения:

- 1. Высокая монохроматичность и когерентность;**
- 2. Большая плотность потока энергии;**
- 3. Малое угловое расхождение в пучке.**

Применение лазеров:

- 1. Резание и микросварка
твердых материалов;**
- 2. Дефектоскопия;**
- 3. Спектроскопия;**
- 4. Интерферометрия;**
- 5. Получение и исследование
плазмы;**
- 6. Связь;**
- 7. Голография**

... и многое другое.

Рентгеновский лазер XFEL сможет снимать видеоролики с химическими реакциями между отдельными молекулами. Пунктир — поток молекул, красный и синий — лучи лазера.



Применение лазера в медицине



Световые эффекты



Строение

молекул

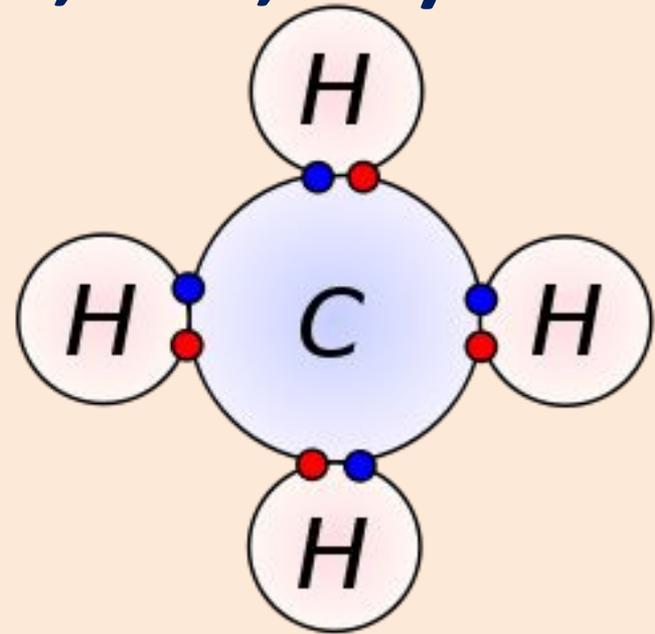
Атомы в молекуле

**объединены химической
связью. Связь бывает двух**

ТИПОВ: ионная и

ковалентная.

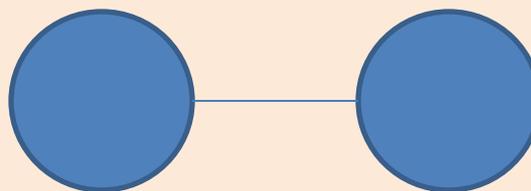
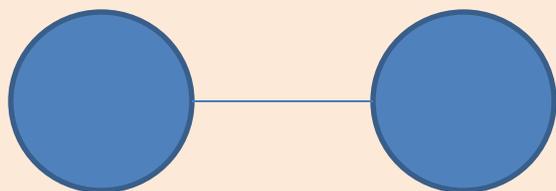
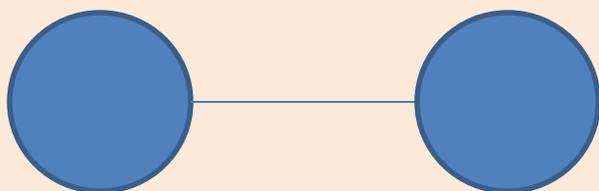
В молекулах с ионной связью
около одного ядра избыток
электронов, около другого –
недостаток (NaCl, HCl, ...).
В молекулах с
ковалентной
связью часть
электронов
общая для обоих
ядер (O₂,
N₂, CN, ...)



● Электроны водорода
● Электроны углерода

Энергия молекулы складывается из энергий электронов и энергий колебательного и вращательного движений относительно центра инерции

$$W = W_{\text{эл}} + W_{\text{кол}} + W_{\text{вр}}$$



Энергии колебательного и вращательного движения квантуются.

$$W_{\text{кол}} = \left(k + \frac{1}{2}\right) \hbar \omega \quad (k = 0, 1, 2, \dots)$$

$$W_{\text{вр}} = \frac{\hbar^2 k'(k' + 1)}{2I}, \quad k' = 0, 1, 2, \dots$$

k – колебательное квантовое
число,

ω – циклическая частота
колебаний молекулы,

k' – вращательное квантовое
число,

I – момент инерции молекулы.

**Частота излученного или
погло-щенного кванта
соответствует разности
энергий двух уровней**

$$\nu = \frac{1}{h} \left(\Delta W_{эл} + \Delta W_{кол} + \Delta W_{вр} \right)$$

$$\Delta W_{эл} > \Delta W_{кол} > \Delta W_{вр}$$

**Молекулярные спектры
состоят из систем полос, в
которых удастся различить
отдельные линии лишь при
помощи спектральных
приборов, обладающих
большой разрешающей
способностью.**