

Модель атома водорода Бора .
**Постулаты Н. Бора. Квантовые
генераторы.**

A decorative graphic consisting of a solid teal horizontal bar at the top, followed by a white horizontal bar, and then several thin, parallel teal lines of varying lengths extending from the right side of the white bar.



TECT №1

1. Принятая в настоящий момент в науке модель структуры атома обоснована опытами по...

- a. растворению и плавлению твердых тел**
- b. ионизации газа**
- c. химическому получению новых веществ**
- d. рассеянию α -частиц**

Ответ: d.

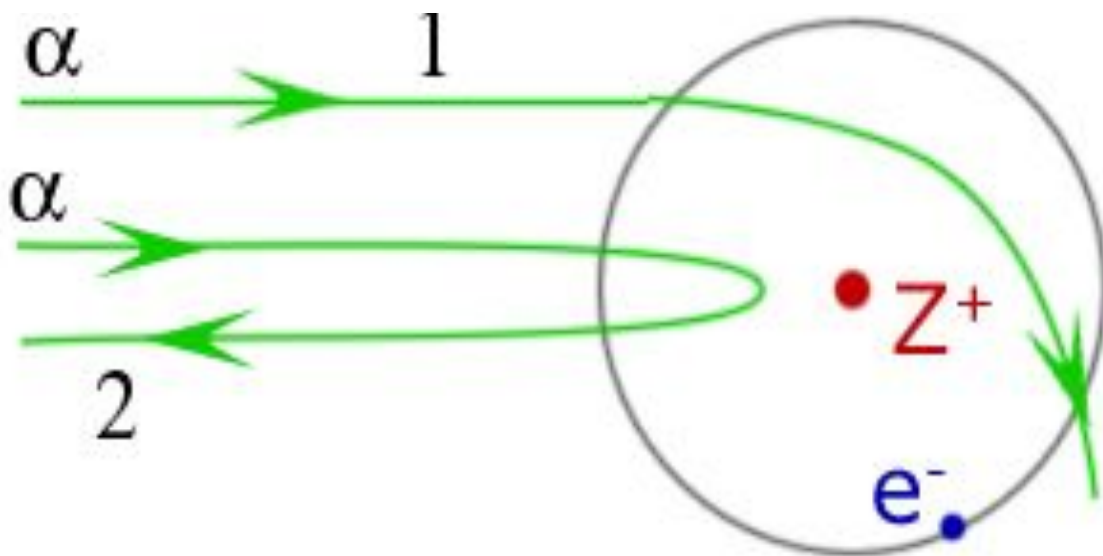
2. В опыте Резерфорда альфа частицы рассеиваются...

- a. электростатическим полем ядра атом**
- b. электронной оболочкой атомов мишени**
- c. гравитационным полем ядра атома**
- d. поверхностью мишени**

Ответ: a

3. На рисунке показаны траектории альфа частиц при рассеянии их на атоме, состоящем из тяжелого положительно заряженного ядра Z^+ и легкого облака электронов e^- . Какая из траекторий является правильной?

- a. Только 1
- b. Только 2
- c. И 1, и 2
- d. Ни 1, ни 2



Ответ: b

4. Какое утверждение соответствует планетарной модели атома?

1) Ядро — в центре атома, заряд ядра положителен, электроны на орбитах вокруг ядра

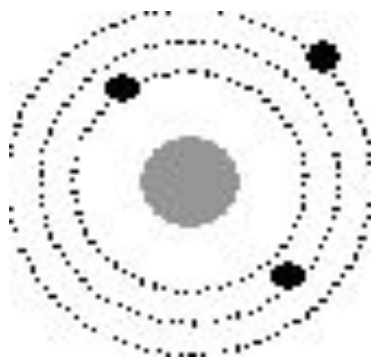
2) Ядро — в центре атома, заряд ядра отрицателен, электроны на орбитах вокруг ядра

3) Электроны — в центре атома, ядро обращается вокруг электронов, заряд ядра положителен

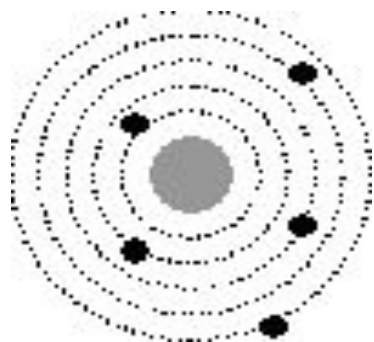
4) Электроны — в центре атома, ядро обращается вокруг электронов, заряд ядра отрицателен

5. На рисунке изображены схемы четырех атомов. Черными точками обозначены электроны. Атому ${}^{13}_5\text{B}$ соответствует схема..

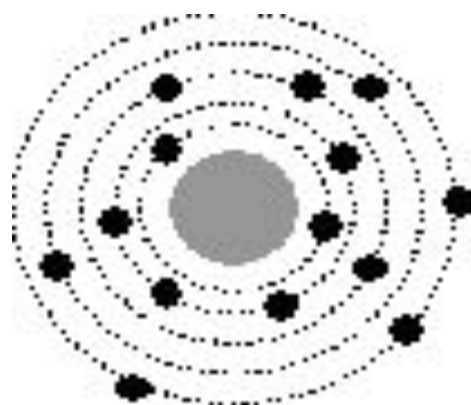
a



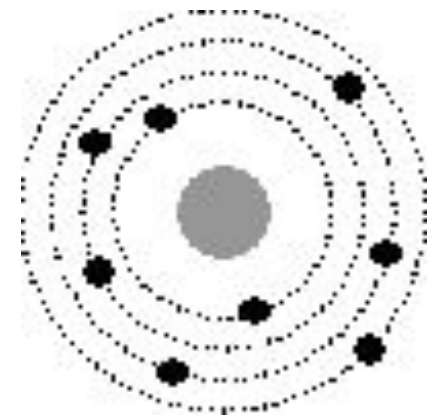
b



c



d



Ответ: **b**

6. Сравните массы частиц, фигурирующих в объяснении опыта Резерфорда: масса альфа частицы – M_a , масса ядра атома золота M_{Au} , масса электрона – M_e

A $M_{Au} \gg M_a \gg M_e$

Ответ: c

$M_{Au} > M_a \gg M_e$

B $M_{Au} \gg M_a \gg M_e$

C $M_{Au} \gg M_a < M_e$

Изучение НОВОГО материала

Датский физик Нильс
Бор
(1885--1962).



I постулат (стационарных состояний)

Атомная система может находиться только в особых стационарных или квантовых состояниях, каждому из которых соответствует определенная энергия E_n . В стационарных состояниях атом не излучает энергию, при этом электроны в атомах движутся с ускорением.

II постулат (правило частот)

Излучение света происходит при переходе атома из стационарного состояния с большей энергией E_k в стационарное состояние с меньшей энергией E_n . Энергия излучённого фотона равна разности энергий стационарных состояний:

$$h\nu_{kn} = E_k - E_n$$

$$\nu_{kn} = \frac{E_k - E_n}{h} = \frac{E_k}{h} - \frac{E_n}{h}$$

Модель атома водорода по Бору

$$r_n = \frac{\hbar^2 n^2}{me^2} - \text{радиусы орбит}$$

r_1 , где $n = 1$

$$r_1 = \frac{\hbar^2}{me^2} = 5 \cdot 10^{-9} \text{ см} - \text{радиус атома водорода.}$$

$$n = 1; \quad E_1 = -\frac{me^4}{2\hbar^2} = -2,168 \cdot 10^{-13} \text{ Дж} = -13,53 \text{ эВ}$$

Первичная проверка понимания учащимися нового материала

Фронтальный опрос



1. Какие затруднения вызвала модель Резерфорда для объяснения процессов излучения энергии атомами?

Ядерная модель Резерфорда просто обосновывала экспериментальные данные, но не позволяла объяснить устройство атома исходя из классических законов физики.

2. Сформулируйте первый постулат Бора

Атомная система может находиться только в особых стационарных или квантовых состояниях, каждому из которых соответствует определенная энергия E_n . В стационарных состояниях атом не излучает энергию, при этом электроны в атомах движутся с ускорением.

3. Сформулируйте второй постулат Бора.

Излучение света происходит при переходе атома из стационарного состояния с большей энергией E_k в стационарное состояние с меньшей энергией E_n . Энергия излучённого фотона равна разности энергий стационарных состояний

$$h\nu_{kn} = E_k - E_n$$

4. В чём заключаются противоречия между постулатами Бора и законами классической механики классической электродинамики?

Как следует из постулатов, вопреки классической электродинамике электроны движутся по замкнутым орбитам и электромагнитные волны при этом не излучают.

5. При каком условии происходит излучение, а при каком условии происходит поглощение энергии атомом?

При поглощении света, атом переходит из стационарного состояния с меньшей энергией в стационарное состояние с большей энергией.

При излучении атом переходит из стационарного состояния с большей энергией, в стационарное состояние с меньшей энергией.

6. Какого значение теории Бора в развитии физической науки?

I. Явилась важным этапом в развитии квантовых представлений о строении атома.

II. Позволила определить

радиусы орбит

$$r_n = \frac{\hbar^2 n^2}{me^2}$$

энергию стационарных состояний

$$n=1; E_1 = -\frac{me^4}{2\hbar^2} = -2,168 \cdot 10^{-13} \text{ Дж} = -13,53 \text{ эВ}$$

частоты излучения

$$\nu_{kn} = \frac{E_k - E_n}{h} = \frac{E_k}{h} - \frac{E_n}{h}$$

7. Сколько квантов (с различной энергией) может испускать атом водорода, если электрон находится на третьем возбужденном уровне.)

ОТВЕТ

*Атом водорода может испускать кванты с тремя различными энергиями .Возможные переходы : $n=3$
--- $n=1, n=2$ --- $n=1, n=3$ --- $n=2$.*



2. Уровень сложности задания

ТЕСТ №2

1. Электрон, связанный с атомом, при переходе с более удалённой орбиты на менее удалённую от атома орбиту в момент перехода.....

ОТВЕТ

излучает энергию

**2. С ростом главного квантового
числа n (энергетического уровня
атома) энергия стационарного
состояния атома.....**

ОТВЕТ

увеличивается

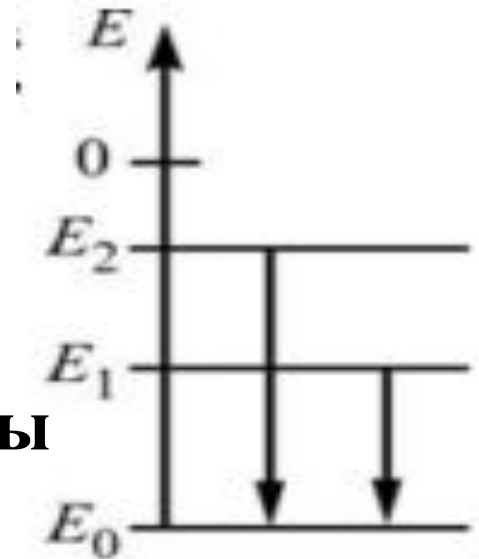
3. Электрон в атоме водорода перешёл с первого энергетического уровня на третий. Как при этом изменилась энергия атом?

ОТВЕТ

увеличилась

3. Диаграмма свидетельствует о том, что атом

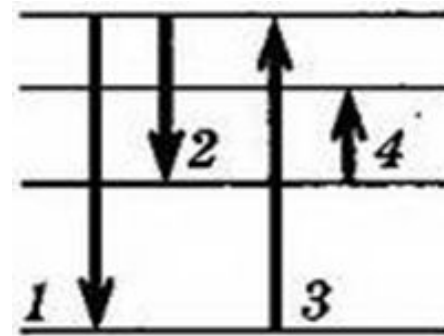
- a.** только поглощал фотоны.
- b.** только испускал фотоны
- c.** и поглощал, и испускал фотоны
- d.** ни поглощал, ни испускал фотоны



Ответ:

b

4. На рисунке представлена диаграмма энергетических уровней атома. Какой из переходов в спектре поглощения атома соответствует наименьшей частоте?



ОТВЕТ

4

5. Длина волны для фотона, излучаемого атомом при переходе из возбужденного состояния с энергией E_1 в основное состояние с энергией E_0 , равна... (с - скорость света, h - постоянная Планка)

1. $(E_0 - E_1)/h$
2. $(E_1 - E_0)/h$
3. $ch/(E_1 - E_0)$
4. $ch/(E_0 - E_1)$

ОТВЕТ

3

6. Электрон внешней оболочки атома сначала переходит из стационарного состояния с энергией E_1 в стационарное состояние с энергией E_2 , поглощая фотон частотой ν_1 . Затем он переходит из состояния E_2 в стационарное состояние с энергией E_3 , поглощая фотон частотой $\nu_2 > \nu_1$. Что происходит при переходе электрона из состояния E_3 в состояние E_1 ?

- 1. излучение света частотой $\nu_2 - \nu_1$**
- 2. поглощение света частотой $\nu_2 - \nu_1$**
- 3. излучение света частотой $\nu_2 + \nu_1$**
- 4. поглощение света частотой $\nu_2 + \nu_1$**

ОТВЕТ

3

Квантовый генератор -

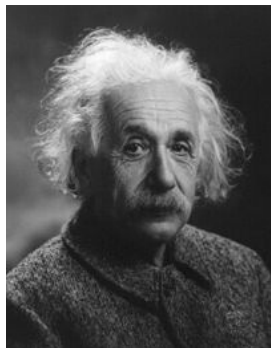
устройство, генерирующее электромагнитное излучение за счёт вынужденного испускания фотонов ансамблем микрочастиц.

Квантовый генератор — общее название источников электромагнитного излучения, работающих на основе вынужденного излучения атомов и молекул.

Квантовые генераторы

- лазер (оптический диапазон);
- мазер (микроволновой диапазон);
- разер (рентгеновский диапазон);
- газер (гамма-диапазон).

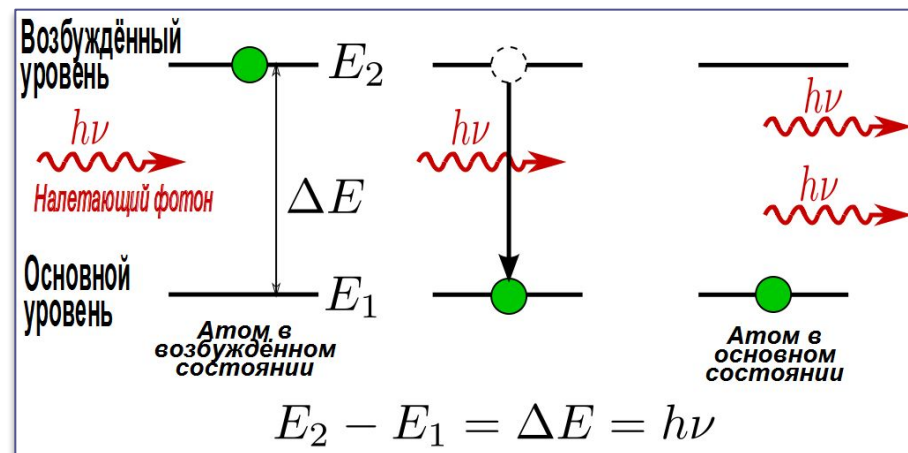
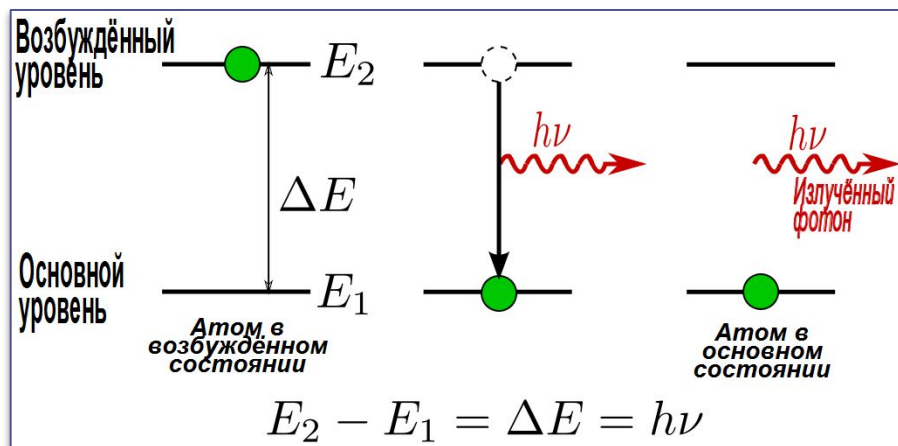
1. Спонтанное и вынужденное излучение.



1917 г. А. Эйнштейн:
Механизмы испускания света веществом

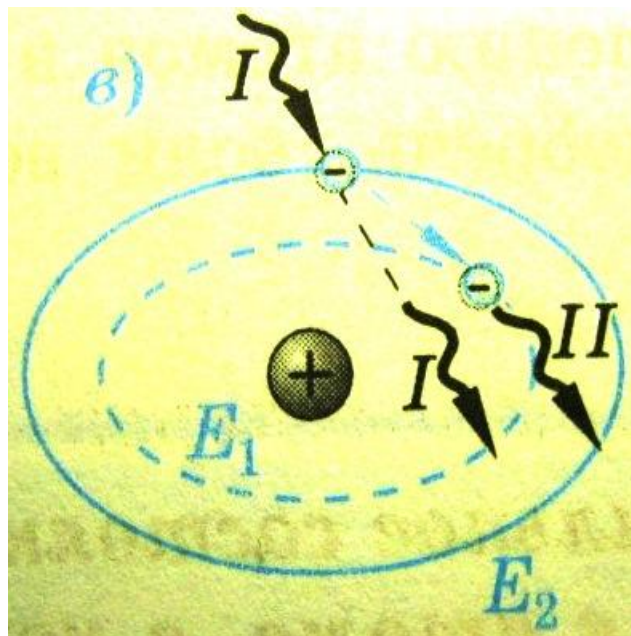
Спонтанное (некогерентное)

Вынужденное (когерентное)



Вынужденное излучение -

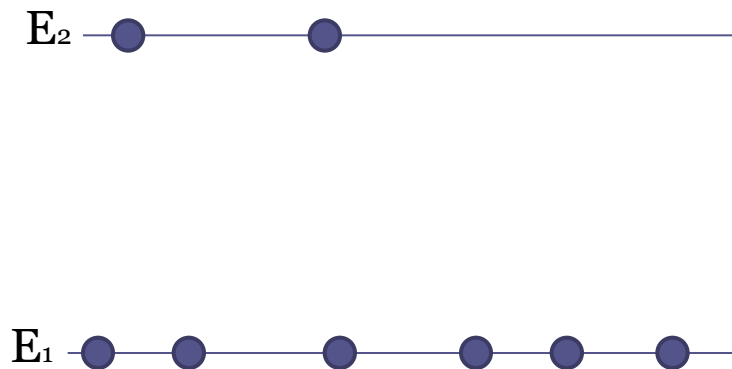
излучение при переходе электрона в атоме с верхнего энергетического уровня на нижний с испусканием фотона под влиянием внешнего электромагнитного поля (падающего фотона)



Образуются два фотона-близнеца

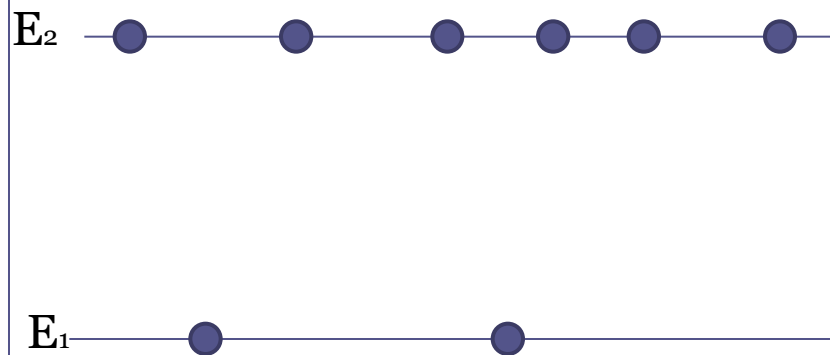
2. Использование активных сред .

Нормальная заселенность энергетических уровней



Обычная среда

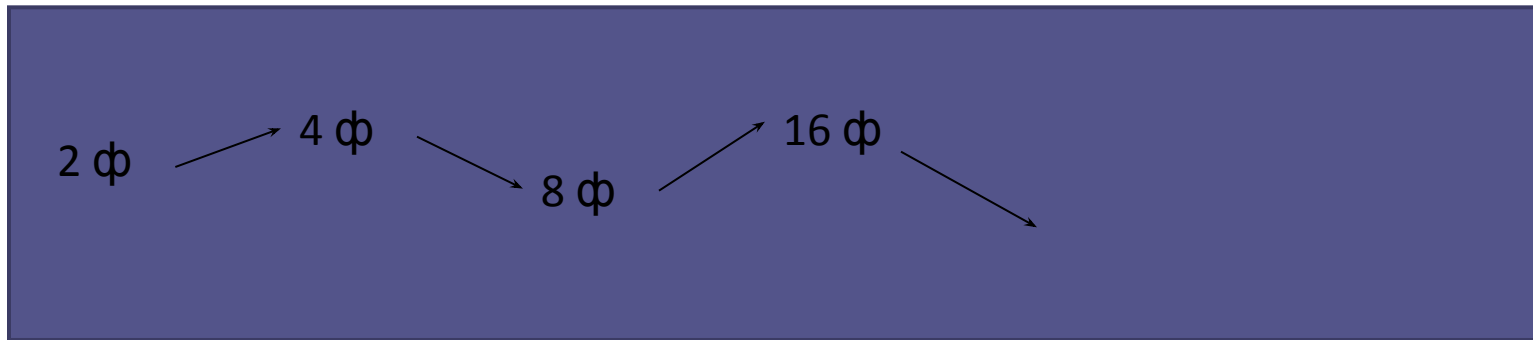
Инверсная заселенность энергетических уровней



Активная среда

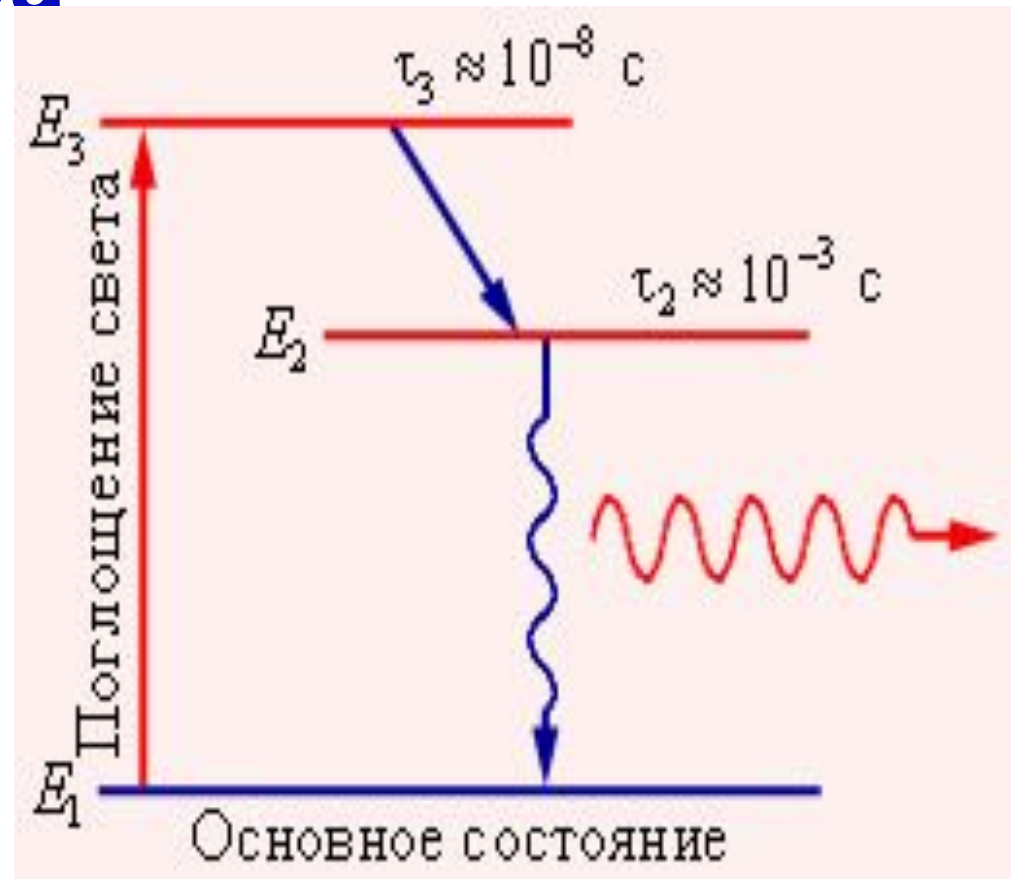
Активная среда с инверсной заселенностью энергетических уровней -

среда, в которой больше половины атомов находится в возбужденном состоянии



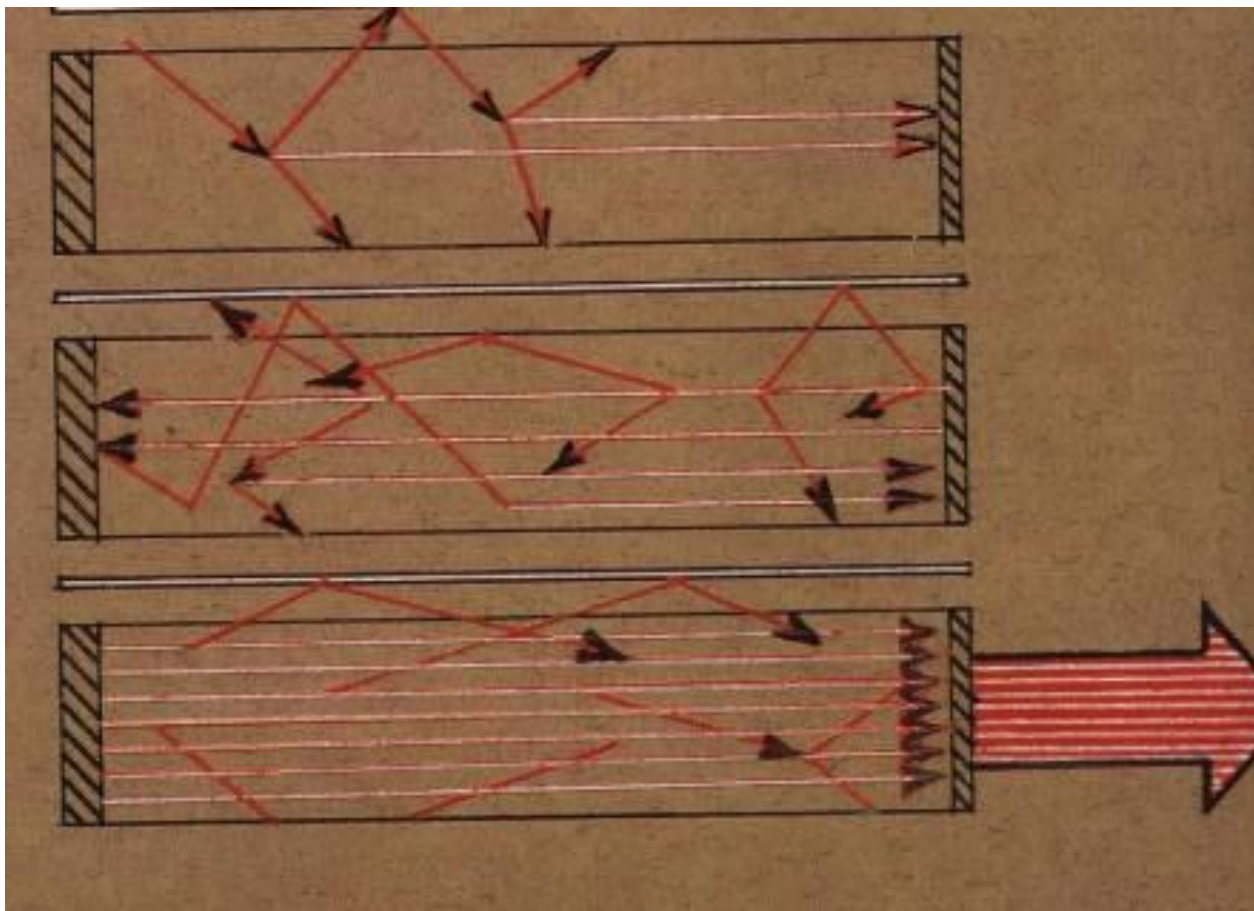
Трёхуровневая система лазера

Процесс перехода среды в инверсное состояние называется **накачкой**



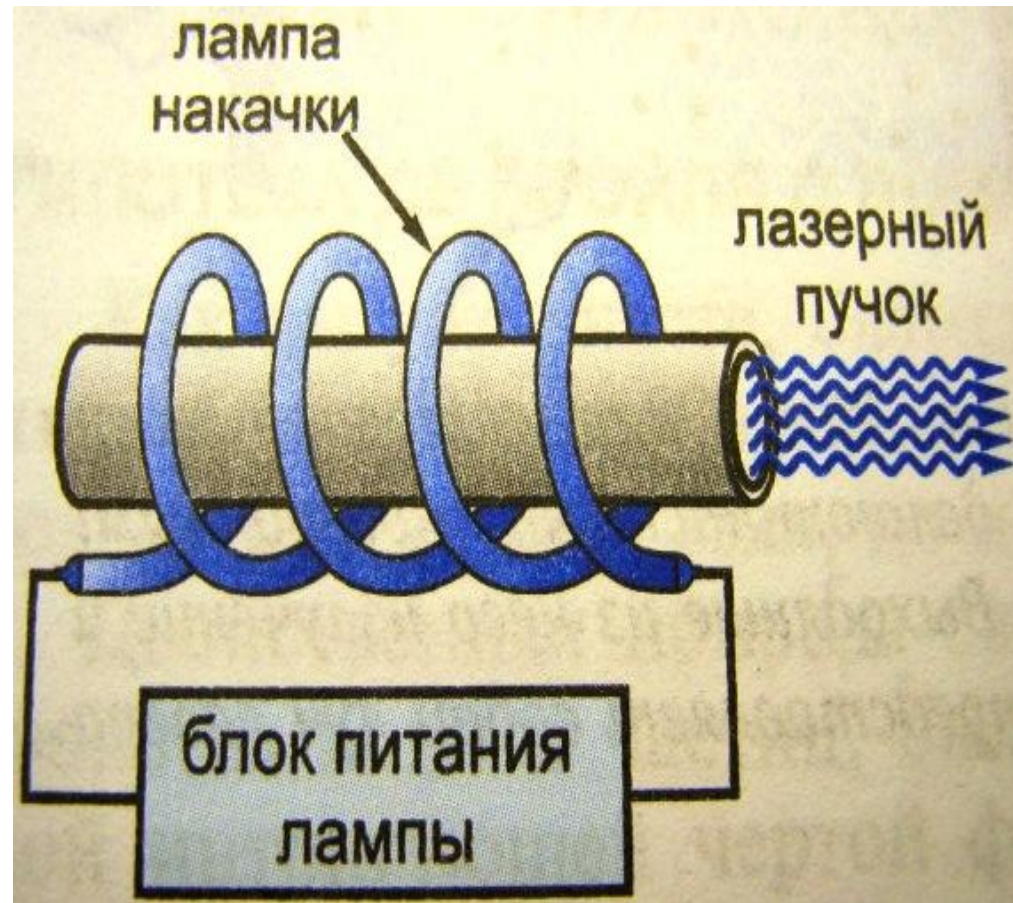
Положительно обратная связь

Осуществляется с помощью **оптического резонатора**, который обычно представляет собой пару параллельных зеркал



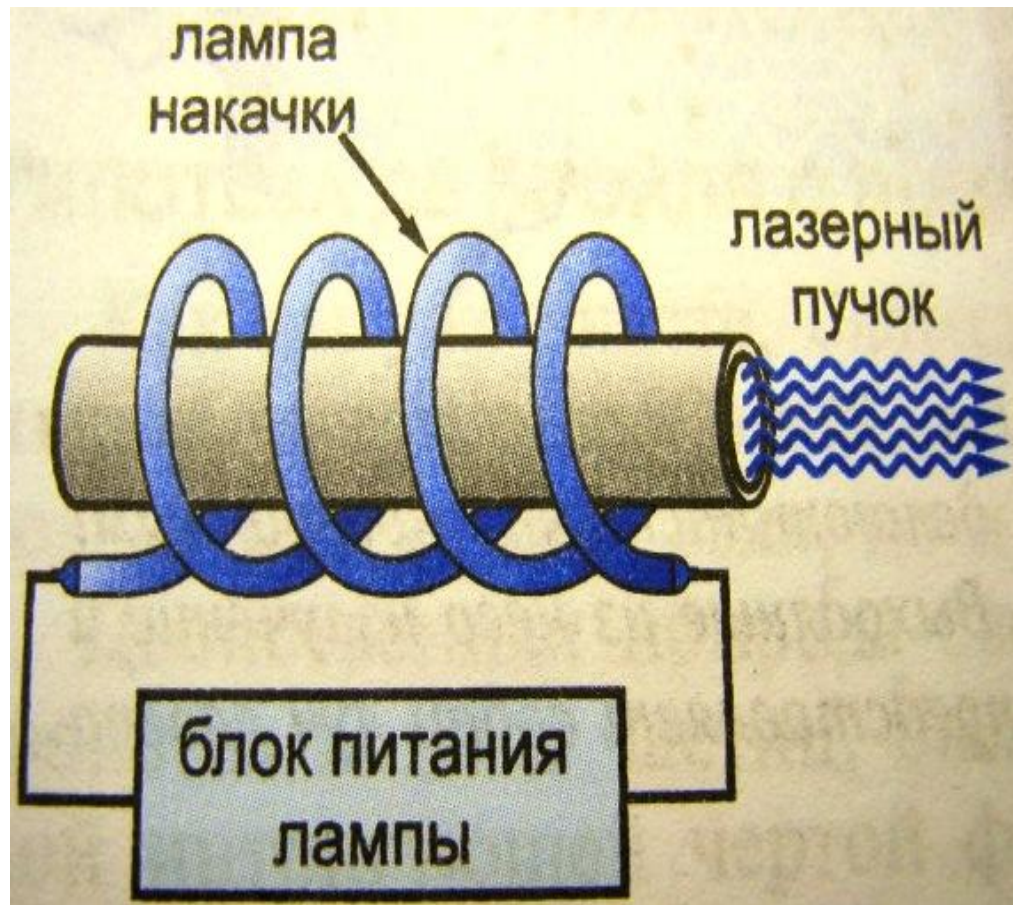
Рубиновый лазер

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.



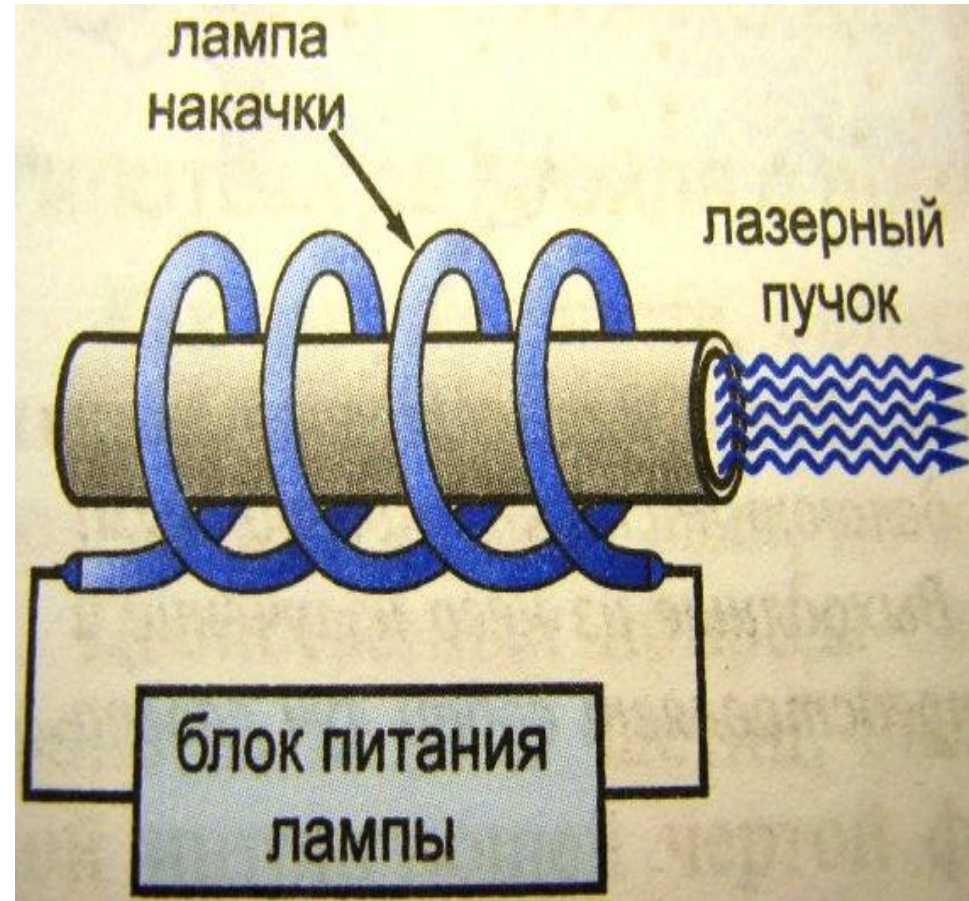
Рубиновый лазер

На стержень намотана 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 уровня.



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 непрозрачная.



Свойства лазерного излучения:

- 1) самый мощный источник света;
- 2) исключительная монохроматичность;
- 3) дает очень малую степень расхождения угла;
- 4) когерентность

- при достаточной мощности лампы большинство ионов хрома переводится в **возбужденное состояние**
- процесс сообщения рабочему телу лазера энергии для перевода атомов в возбужденное состояние называется **накачкой**
- излученный при этом фотон может вызвать **вынужденное испускание** дополнительных фотонов, которые в свою очередь вызовут **вынужденное излучение**

Мазер

Мазер — квантовый генератор, излучающий когерентные электромагнитные волны сантиметрового диапазона (микроволны).

Используется:

- в технике (в космической связи)

- в физических исследованиях

- как

квантовые генераторы стандартной частоты



Разер

Рентгеновский лазер –

источник когерентного электромагнитного излучения в рентгеновском диапазоне, основанный на эффекте вынужденного излучения. Является коротковолновым аналогом лазера.

Разер

Используется в исследованиях в области:

- плотной плазмы
- рентгеновской микроскопии
- медицинской визуализации фазы с разрешением, исследование поверхности материала, и оружия

Газер

Газер — квантовый генератор когерентного гамма-излучения.
Другие названия — «гразер», «гамма-лазер»

Применение лазеров:

- обработка металлов
- в хирургии вместо скальпеля
- для получения объемных изображений
- связь (особенно в космосе);
- запись и хранение информации;
- в химических реакциях;
- для осуществления термоядерных реакций в ядерном реакторе;
- ядерное оружие.