# Состояние электрона в многоэлектронном атоме. Периодическая система элементов Менделеева. Спонтанное и вынужденное излучение. Лазеры.

Uchim.net

# Состояние электрона в многоэлектронном атоме. Периодическая система элементов Менделеева.

1)

| E | $L^2$ | $L_z$ | S |
|---|---|---|---|
| ↓ | ↓ | ↓ | ↓ |
| n | l | $m_l$ | $m_s$ |
| главное квантовое число | орбитальное квантовое число | орбитальное магнитное квантовое число | спиновое квантовое число |
| $E = -\frac{mZ^2e^4}{2\hbar^2 n^2}$ | $L^2 = \hbar^2 l(l+1)$ | $L_z = \hbar m_e$ | $m_s = \pm\frac{1}{2}$ |

2) **Принцип Паули:** в атоме может существовать только один электрон в состоянии, характеризуемом данными значениями четырех квантовых чисел.

Uchim.net

$$\left.\begin{array}{l} n \\ l = 0,1,\ldots,n-1 \\ m_l = -l,\ldots,-1,0,1,\ldots,l \\ m_s = \pm\dfrac{1}{2} \end{array}\right\} \Rightarrow N = 2\sum_{l=0}^{n-1}(2l+1) = 2n^2.$$

Число состояний с одинаковой энергией называется ***кратностью вырождения.***

Uchim.net

Совокупность электронов атома с заданным значением главного квантового числа n образует электронный слой или просто ***слой***.

| *n* | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| Слой | K | L | M | N | O |
| Максимальное число электронов в слое | 2 | 8 | 18 | 32 | 50 |

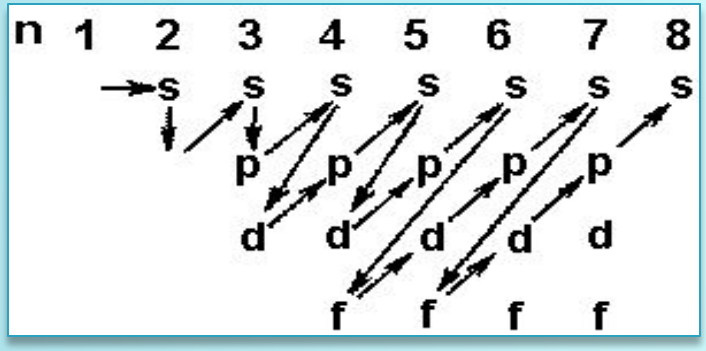
Совокупность электронов с заданными значениями *n и l образует* ***оболочку***.

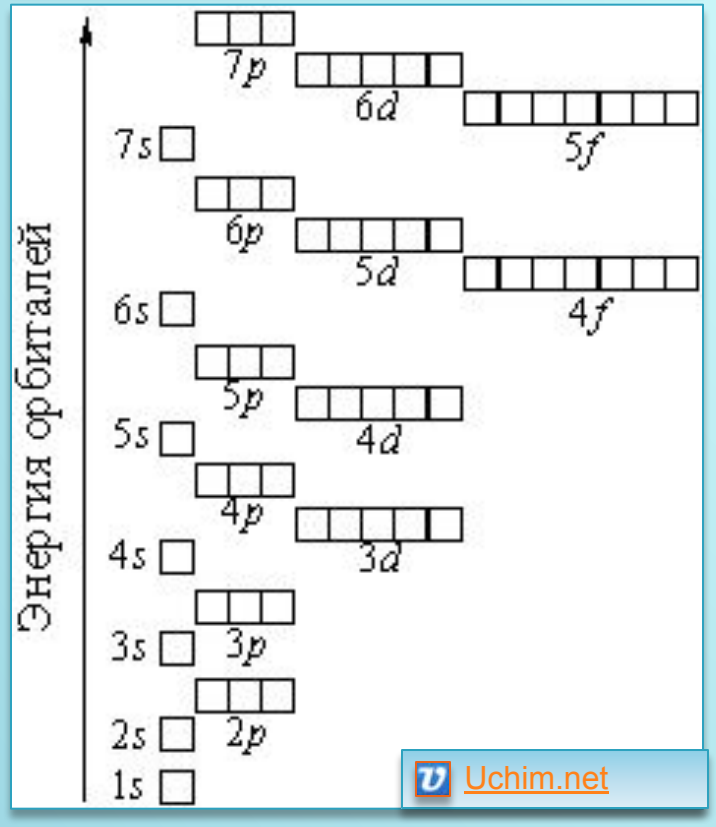
| l | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Оболочка | *s* | *p* | *d* | f | *g* |
| Максимальное число электронов в оболочке | 2 | 6 | 10 | 14 | 18 |

Uchim.net

# Энергетическая последовательность орбиталей в изолированных атомах

**Правило Клечковского: орбитальная энергия последовательно повышается по мере увеличения суммы (*n*+*l*), при одном и том же значении этой суммы относительно меньшей энергией обладает атомная орбиталь с меньшим значением главного квантового числа *n*.**

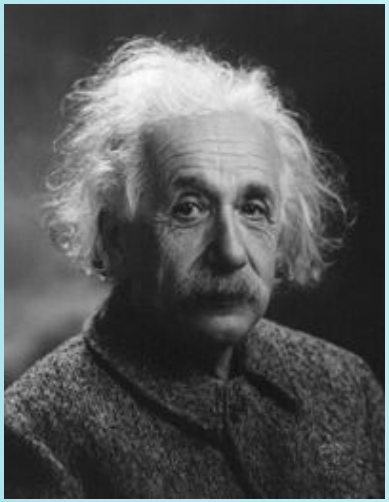



| (*n*+*l*) | *n* | *l* | Атомные орбитали | |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 0 | 1*s* | 1 период |
| 2 | 2 | 0 | 2*s* | 2 период |
| 3 | 2 | 1 | 2*p* | |
| | 3 | 0 | 3*s* | 3 период |
| 4 | 3 | 1 | 3*p* | |
| | 4 | 0 | 4*s* | 4 период |
| 5 | 3 | 2 | 3*d* | |
| | 4 | 1 | 4*p* | |
| | 5 | 0 | 5*s* | 5 период |
| 6 | 4 | 2 | 4*d* | |
| | 5 | 1 | 5*p* | |
| | 6 | 0 | 6*s* | 6 период |
| 7 | 4 | 3 | 4*f* | |
| | 5 | 2 | 5*d* | |
| | 6 | 1 | 6*p* | |
| | 7 | 0 | 7*s* | 7 период |
| 8 | 5 | 3 | 5*f* | |
| | 6 | 2 | 6*d* | |
| | 7 | 1 | 7*p* | |
| | 8 | 0 | 8*s* | Начало 8 периода |

Uchim.net

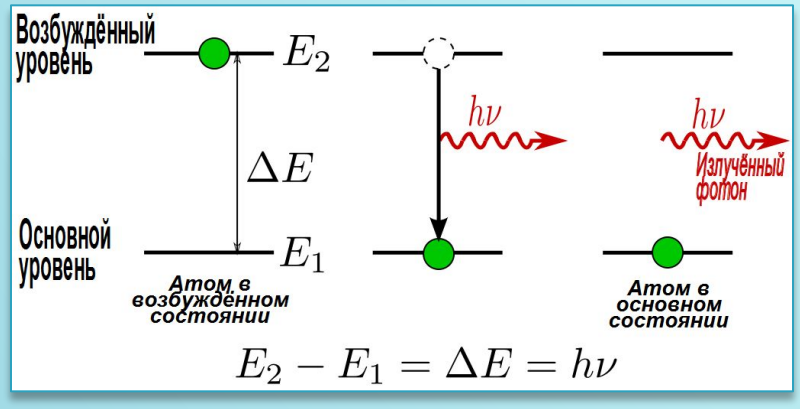
# Спонтанное и вынужденное излучение.



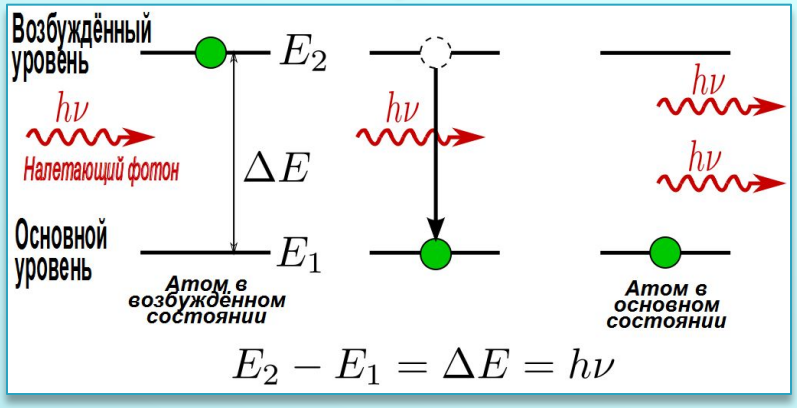
**Принцип детального равновесия:** в условиях теплового равновесия для каждого перехода энергия, поглощаемая системой, должна быть равна энергии, испускаемой системой за то же время.

1917 г. А. Эйнштейн:
Механизмы испускания света веществом

Спонтанное (некогерентное)




Вынужденное (когерентное)



# Лазеры

А.М. Прохоров

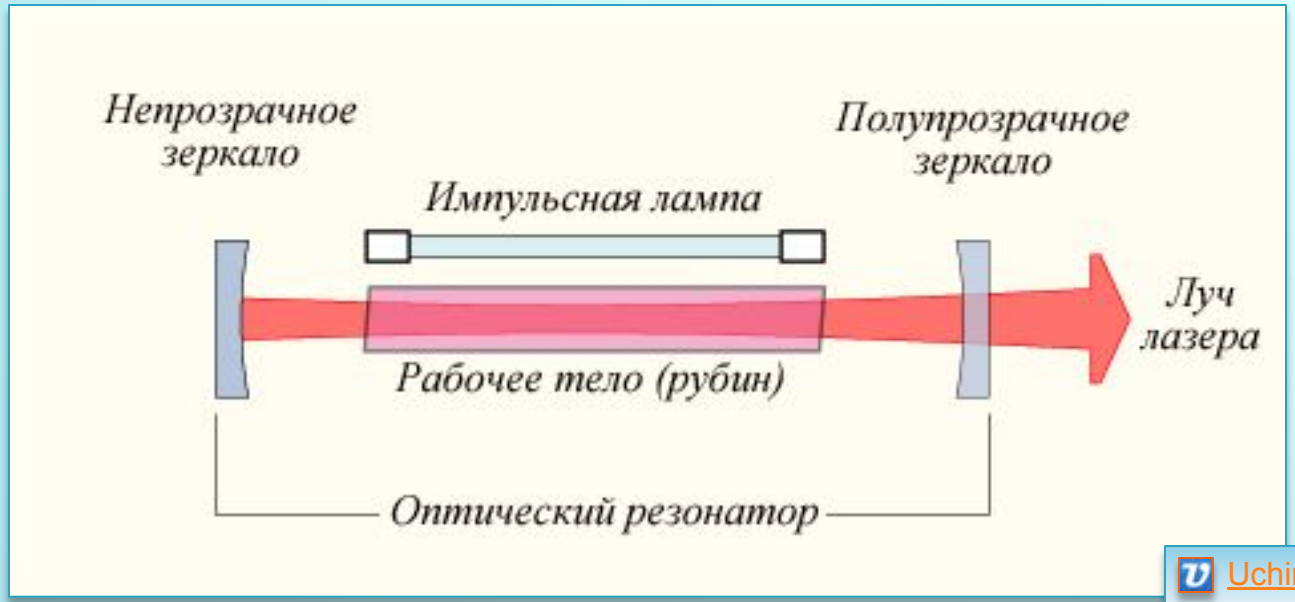
Н.Г. Басов

Ч. Таунс

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

Т. Мейман

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




Uchim.net

# Виды лазеров

**Газовые**
-гелий-неоновый
-аргоновый
-криптоновый
-ксеноновый
-азотный
-втористо-водородный
-кислородно-йодный
-углекислотный ($CO_2$)
-на монооксиде углерода (CO)
-эксимерный

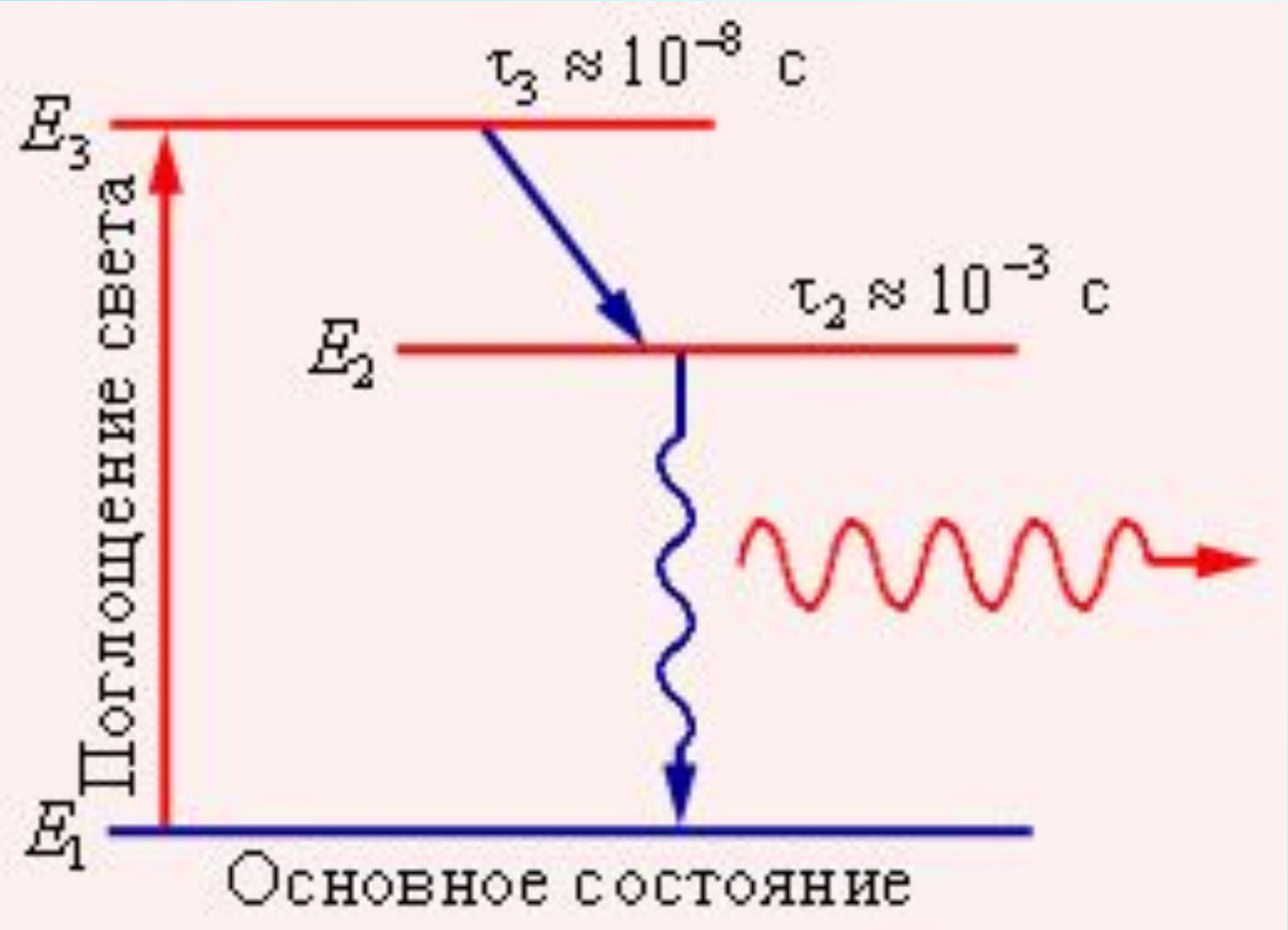
**Твердотельные**
-рубиновый
-алюмо-иттриевые
-на фториде иттрия-лития
-на ванадате иттрия
-на неодимовом стекле
-титан-сапфировые
-александритовый
-оптоволоконный
-на фториде кальция

**На парах металлов**
-гелий-кадмиевый
-гелий-ртутный
-гелий-селеновый
-на парах меди
-на парах золота

**Другие типы**
-полупроводниковый
лазерный диод
-на красителях
-на свободных электронах
-псевдо-никелево-самариевый

Uchim.net

# Трехуровневая схема оптической накачки.




Uchim.net

# Гелий-неоновый лазер

Осенью 1960 г. Джават Беннет и Эрриот продемонстрировали работу газового лазера, в котором инверсная населенность создавалась в смеси двух газов – гелия и неона.

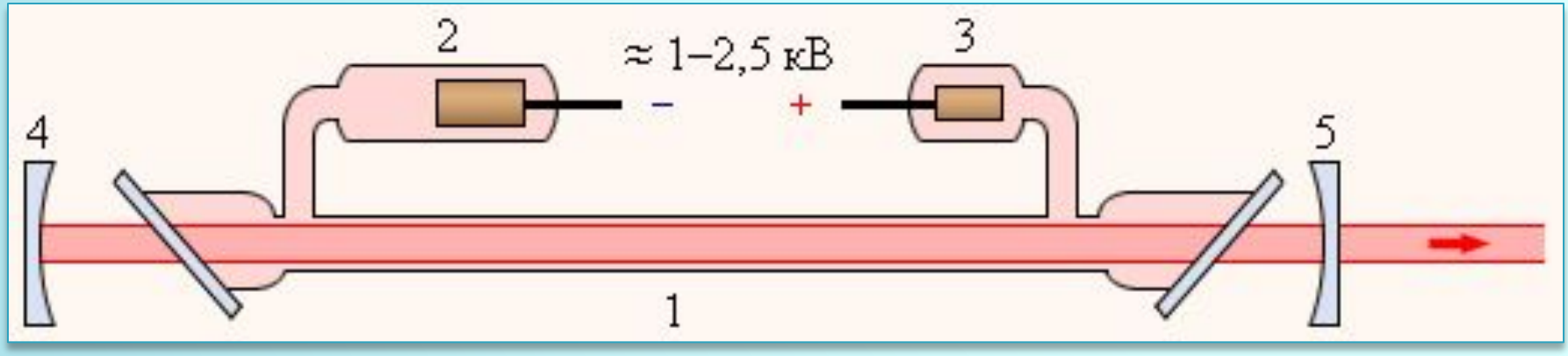
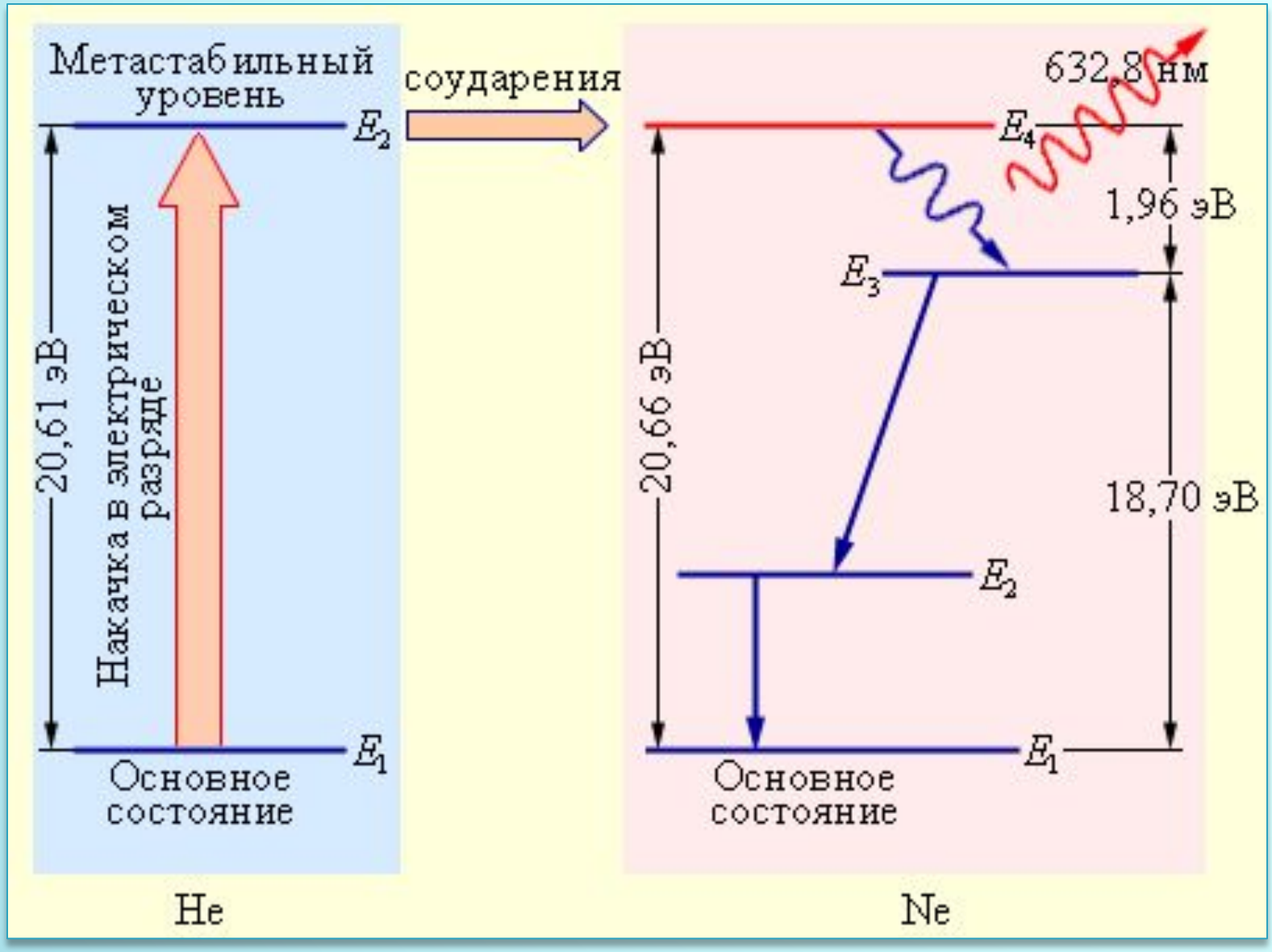


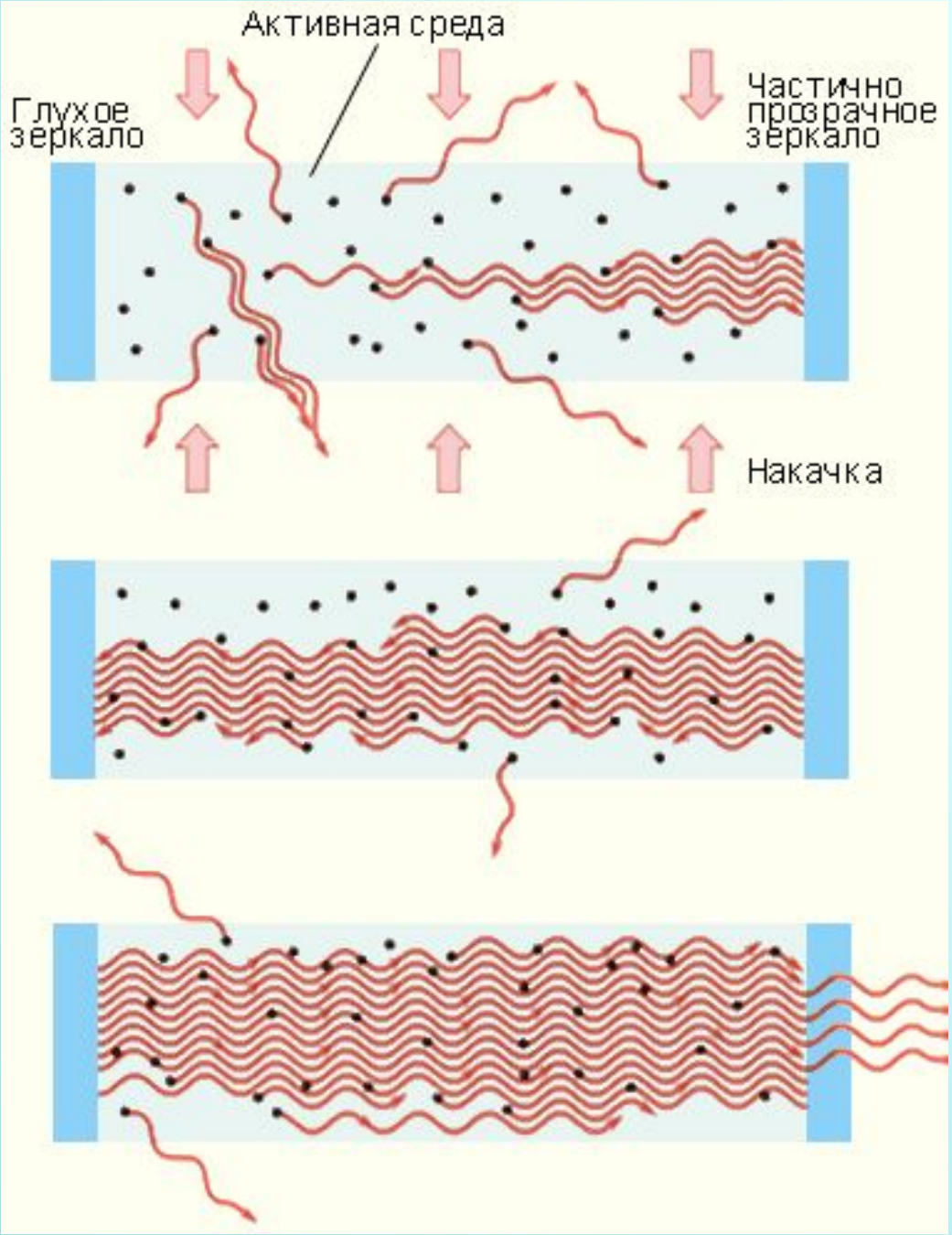

Схема гелий-неонового лазера: 1 – стеклянная трубка со смесью гелия и неона, в которой создается высоковольтный разряд; 2 – катод; 3 – анод; 4 – глухое сферическое зеркало с пропусканием менее 0,1 %; 5 – сферическое зеркало с пропусканием 1–2 %

Uchim.net




Механизм накачки He–Ne лазера. Прямыми стрелками изображены спонтанные переходы в атомах неона

Uchim.net




Развитие лавинообразного процесса генерации в лазере.

Uchim.net

# Применение лазеров

## Наука

- Спектроскопия
- Измерение расстояний
- Фотохимия
- Намагничивание
- Интерферометрия
- Голография
- Охлаждение
- Термоядерный синтез

## Вооружение

- Лазерное оружие
- «Звездные войны»
- Целеуказатели
- Лазерный прицел
- Лазерное наведение

## Медицина

- Скальпель
- Точечная сварка тканей
- Хирургия
- Диагностика
- Удаление опухолей

## Промышленность и быт

- Резка, сварка, маркировка, гравировка
- CD, DVD-проигрыватели, принтеры, дисплеи
- Фотолитография, считыватель штрихкода
- Оптическая связь, системы навигации (л.гироскоп)
- Манипуляции микрообъектами

Uchim.net