

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

Состояние электрона в многоэлектронном атоме. Периодическая система элементов Менделеева.

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

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

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

n

$$l = 0, 1, \dots, n - 1$$

$$m_l = -l, \dots, -1, 0, 1, \dots, l$$

$$m_s = \pm \frac{1}{2}$$

$$\Rightarrow N = 2 \sum_{l=0}^{n-1} (2l + 1) = 2n^2.$$

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

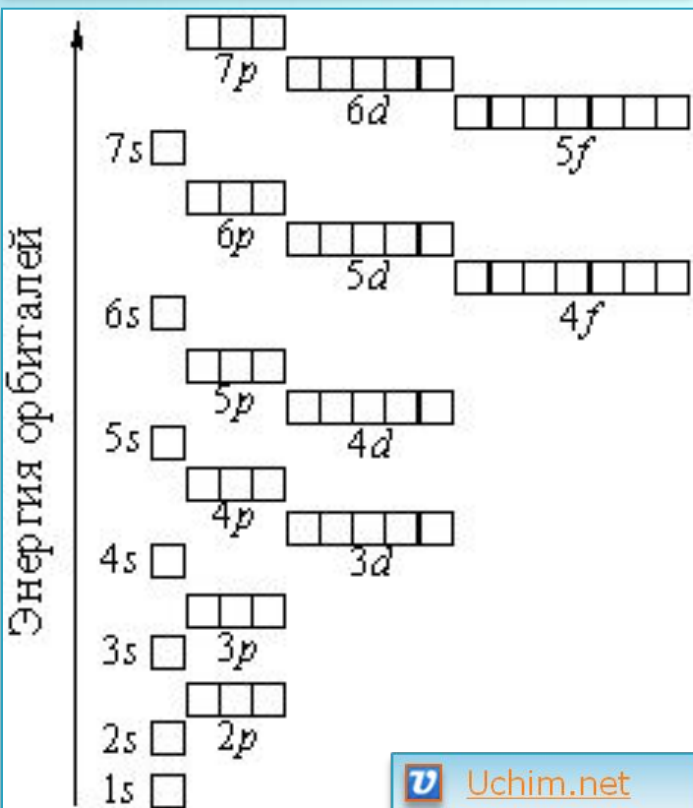
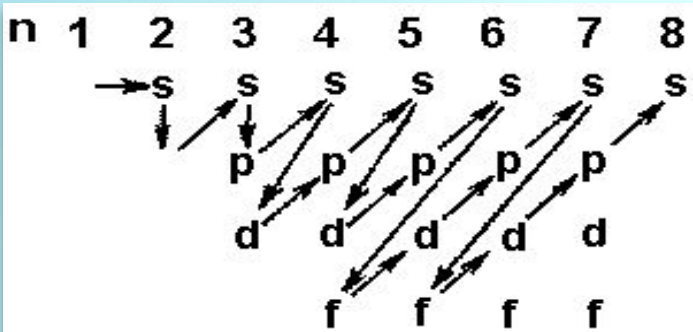
| | | | | | |
|--------------------------------------|---|---|----|----|----|
| n | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Слой | К | L | M | N | O |
| Максимальное число электронов в слое | 2 | 8 | 18 | 32 | 50 |

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 |

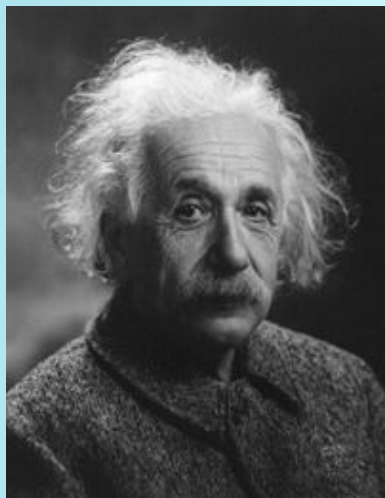
Энергетическая последовательность орбиталей в изолированных атомах

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 | 1s | 1 период |
| 2 | 2 | 0 | 2s | 2 период |
| 3 | 2 | 1 | 2p | |
| 3 | 3 | 0 | 3s | 3 период |
| | 4 | 1 | 3p | |
| 4 | 3 | 2 | 3d | 4 период |
| | 4 | 0 | 4s | |
| 5 | 4 | 1 | 4p | 5 период |
| | 5 | 0 | 5s | |
| 6 | 4 | 2 | 4d | 6 период |
| | 5 | 1 | 5p | |
| 6 | 6 | 0 | 6s | 7 период |
| | 7 | 1 | 7p | |
| 7 | 4 | 3 | 4f | 8 период |
| | 5 | 2 | 5d | |
| 7 | 6 | 1 | 6p | Начало 8 периода |
| | 7 | 0 | 7s | |
| 8 | 5 | 3 | 5f | |
| | 6 | 2 | 6d | |
| 8 | 7 | 1 | 7p | |
| 8 | 8 | 0 | 8s | |

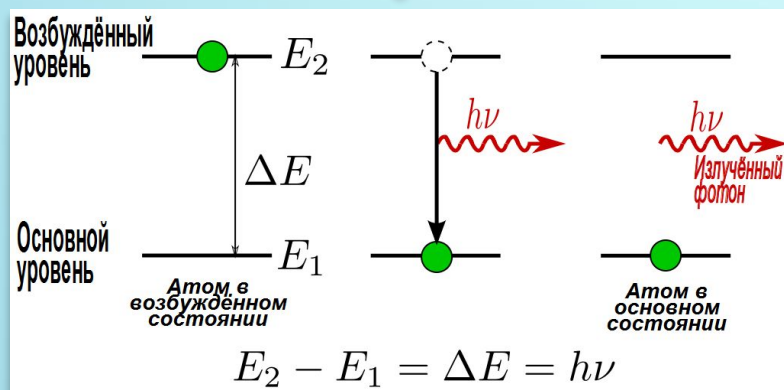
Спонтанное и вынужденное излучение.



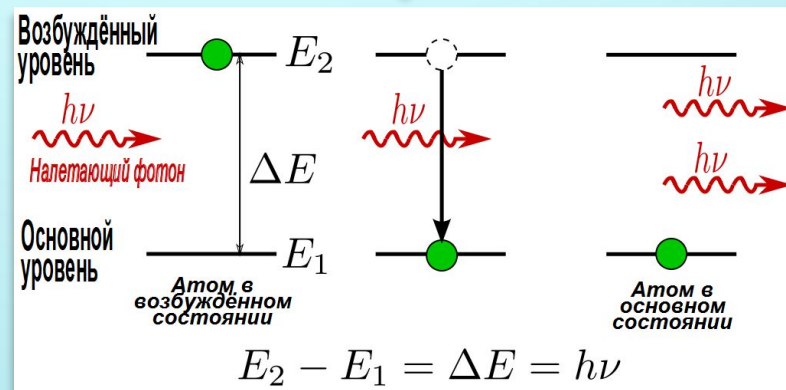
Принцип детального равновесия: в условиях теплового равновесия для каждого перехода энергия, поглощаемая системой, должна быть равна энергии, испускаемой системой за то же время.

1917 г. А. Эйнштейн:
Механизмы испускания света веществом

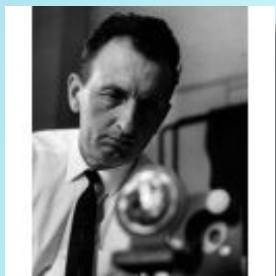
Спонтанное (некогерентное)



Вынужденное (когерентное)



Лазеры



А.М. Прохоров

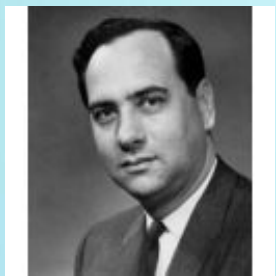


Н.Г. Басов



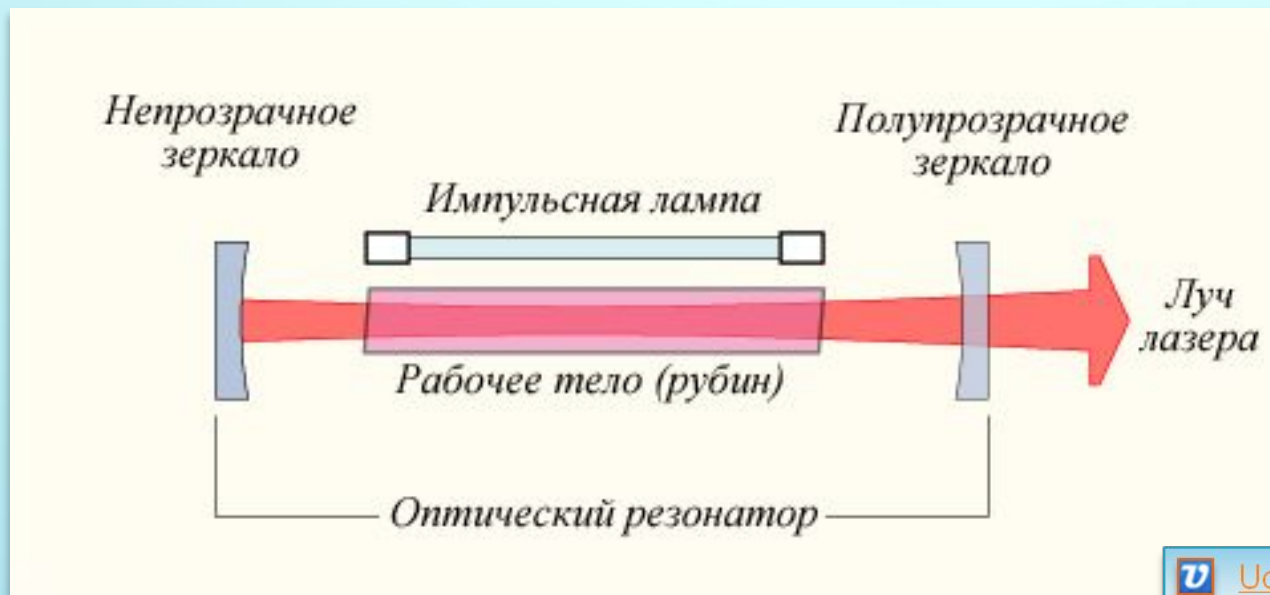
Ч. Таунс

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.



Виды лазеров

Газовые

- гелий-неоновый
- аргоновый
- криптоновый
- ксеноновый
- азотный
- втористо-водородный
- кислородно-йодный
- углекислотный (CO_2)
- на монооксиде углерода (CO)
- экимерный

На парах металлов

- гелий-кадмиевый
- гелий-ртутный
- гелий-селеновый
- на парах меди
- на парах золота

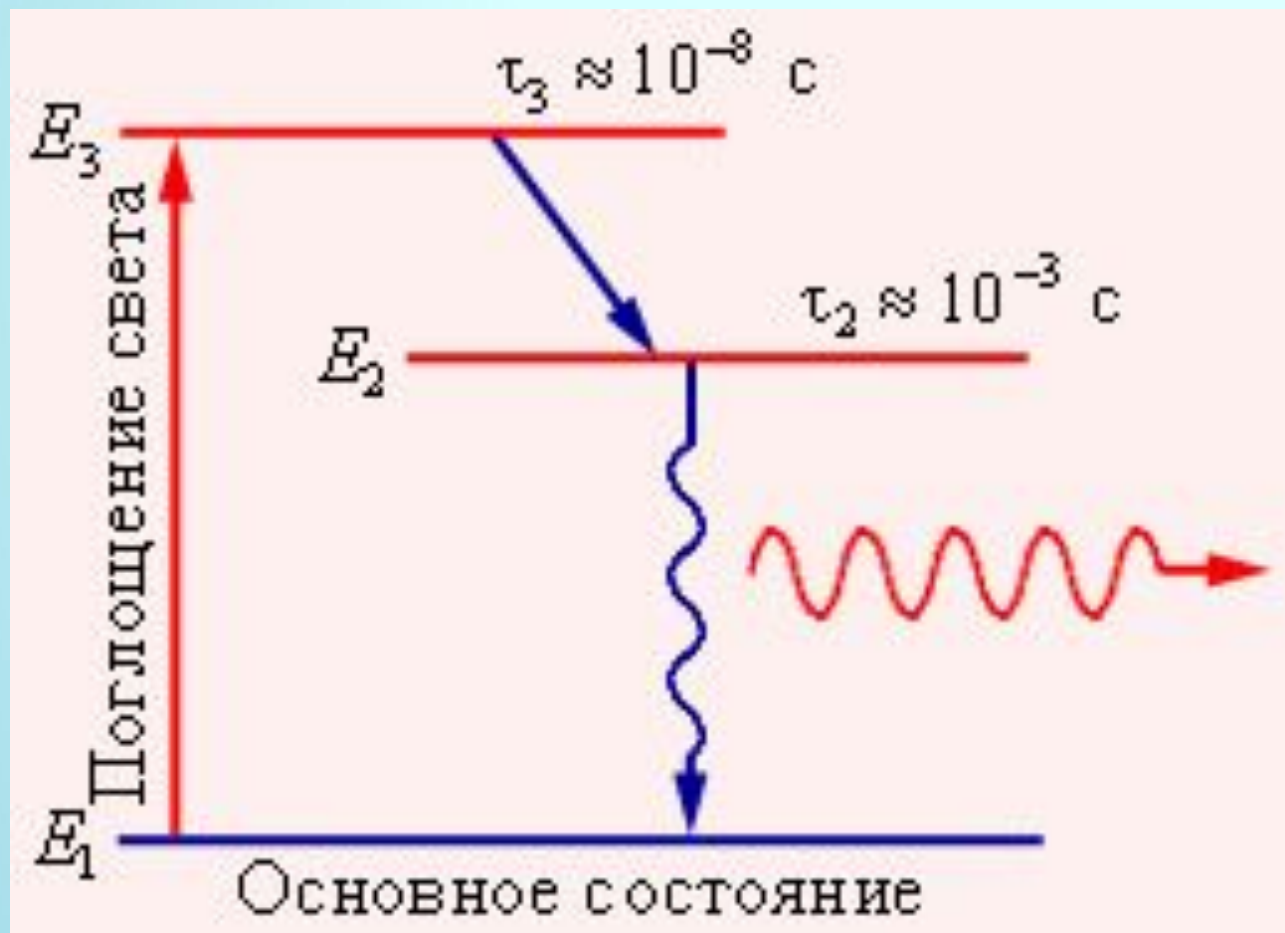
Твердотельные

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

Другие типы

- полупроводниковый лазерный диод
- на красителях
- на свободных электронах
- псевдо-никелево-самариевый

Трехуровневая схема оптической накачки.



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.

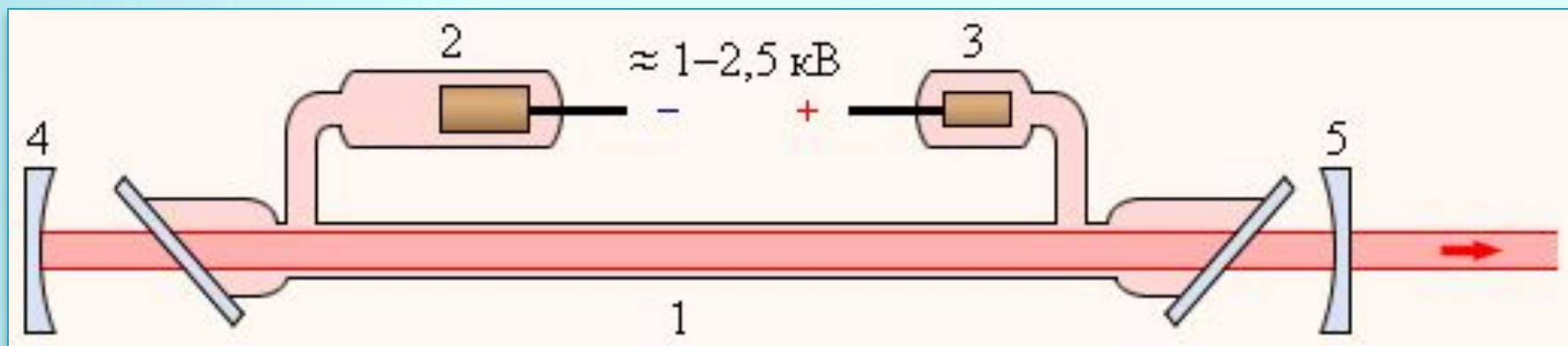
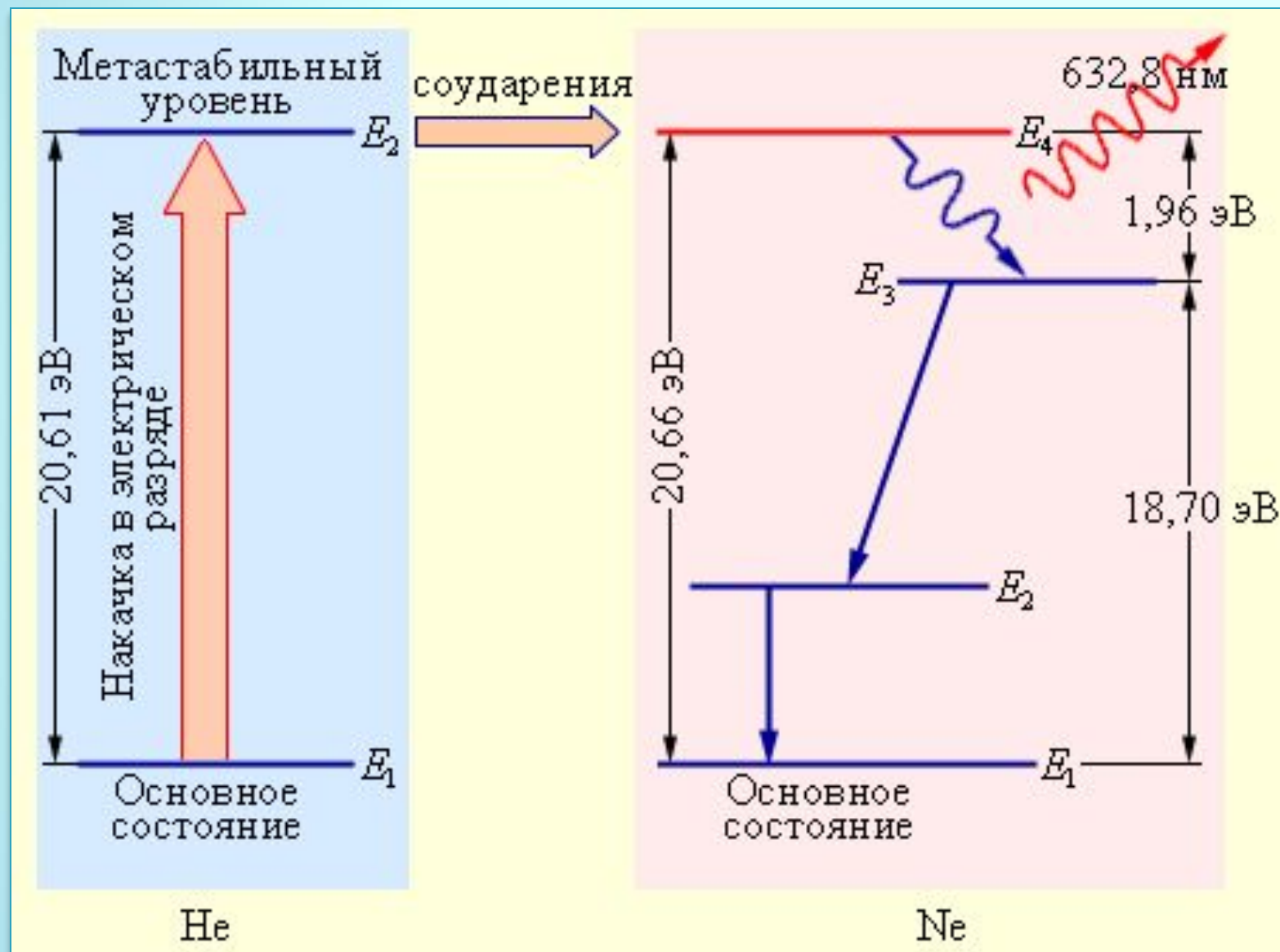
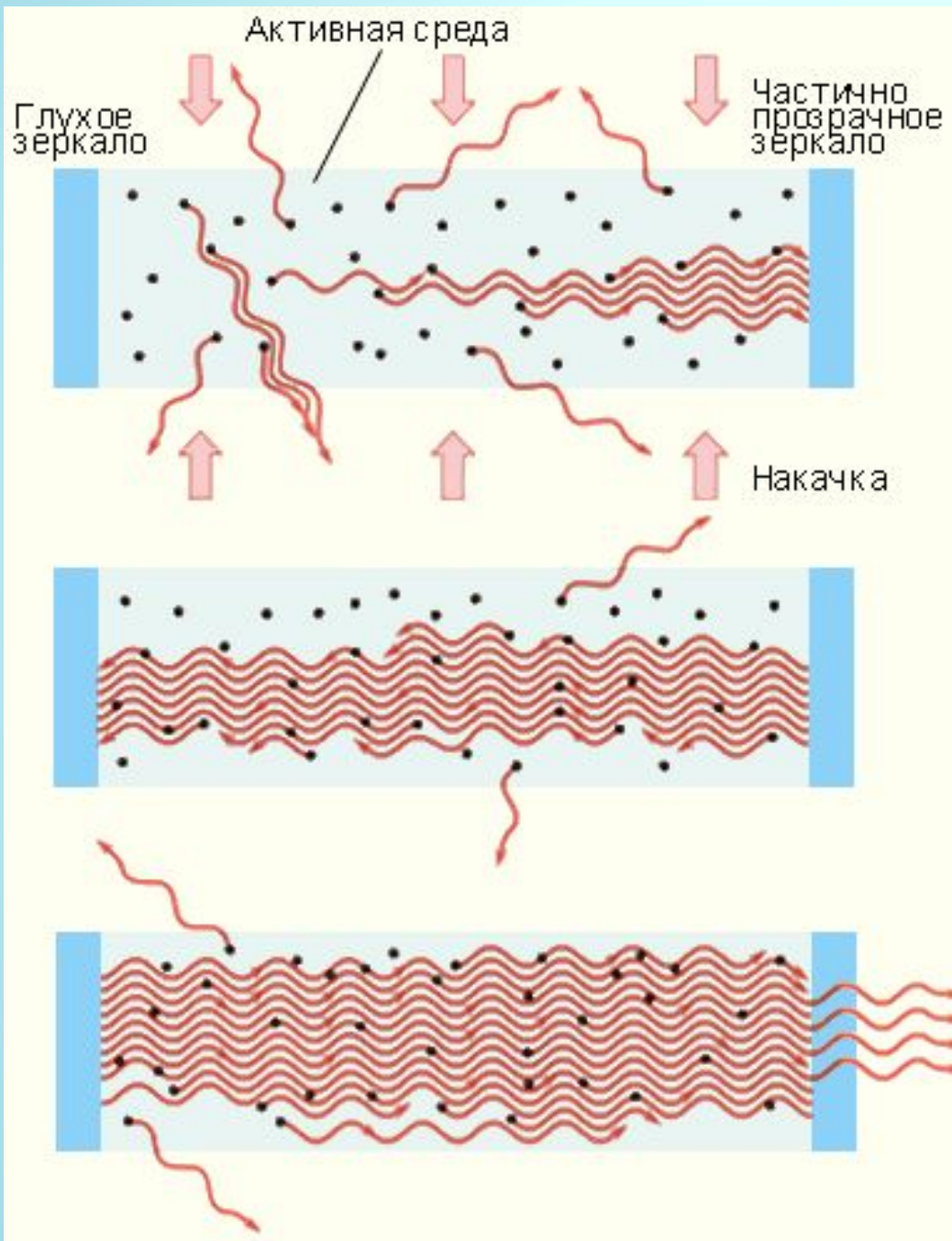


Схема гелий-неонового лазера: 1 – стеклянная трубка со смесью гелия и неона, в которой создается высоковольтный разряд; 2 – катод; 3 – анод; 4 – глухое сферическое зеркало с пропусканием менее 0,1 %; 5 – сферическое зеркало с пропусканием 1–2 %



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



Развитие лавинообразного процесса генерации в лазере.

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