

**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
$E = -\frac{mZ^2e^4}{2l^2n^2}$	$L^2 = l^2l(l+1)$	$L_z = m_l m_e$	$m_s = \pm \frac{1}{2}$

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

n

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

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

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

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

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

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

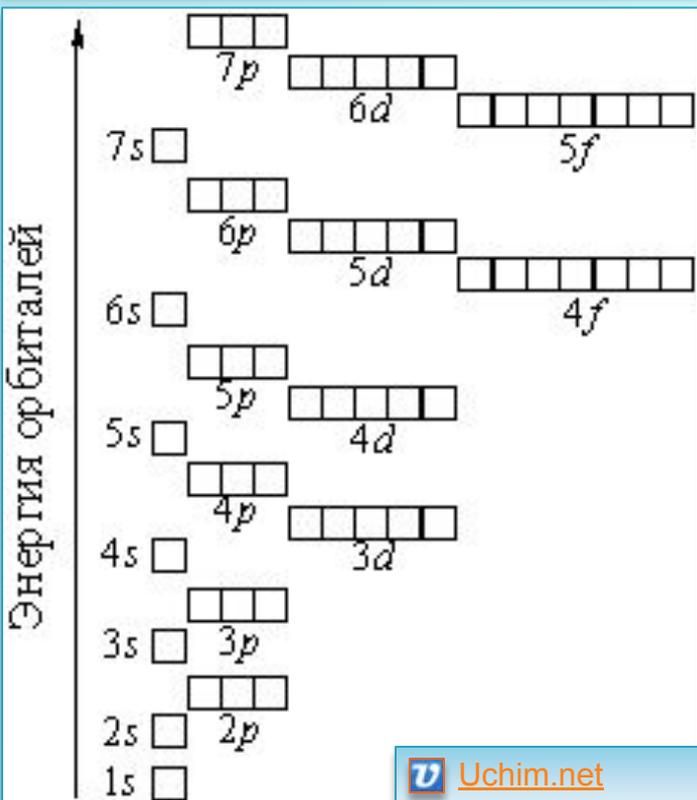
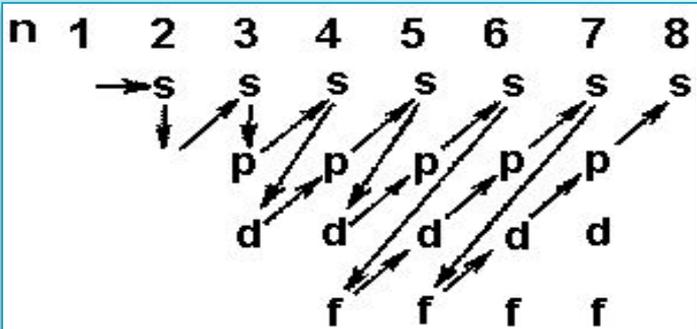
n	1	2	3	4	5
Слой	К	L	M	N	O
Максимальное число электронов в слое	2	8	18	32	50

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

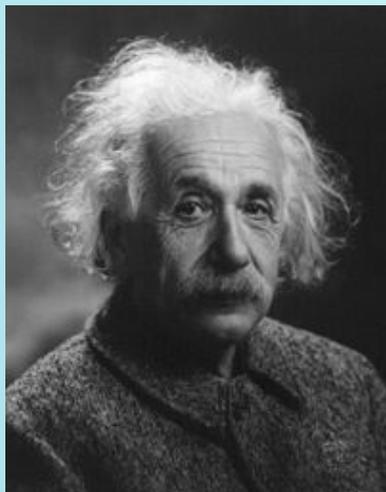
Энергетическая последовательность орбиталей в изолированных атомах

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

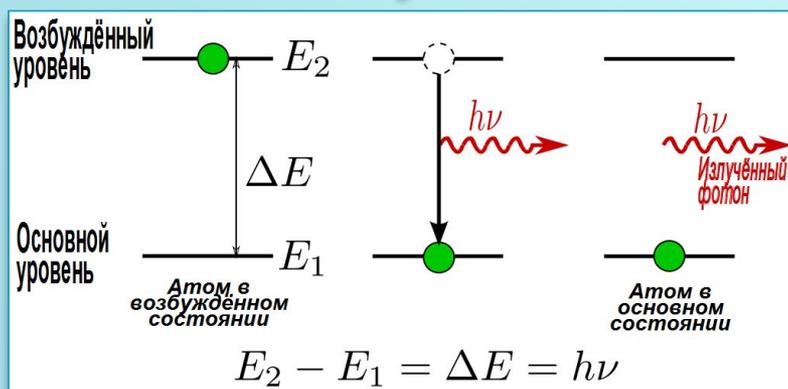
Спонтанное и вынужденное излучение.



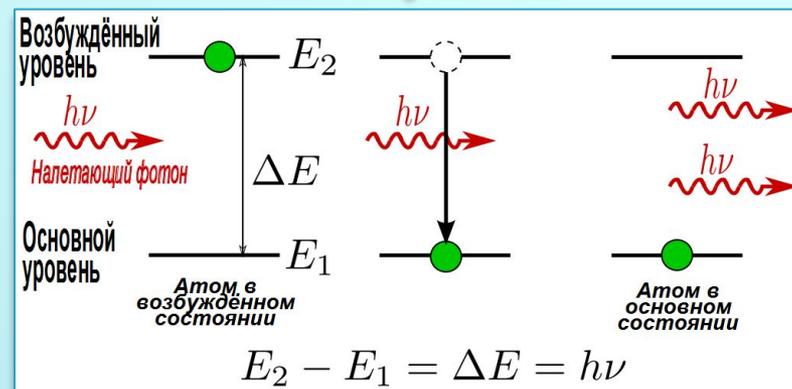
Принцип детального равновесия: в условиях теплового равновесия для каждого перехода энергия, поглощаемая системой, должна быть равна энергии, испускаемой системой за то же время.

1917 г. А. Эйнштейн:
Механизмы испускания света веществом

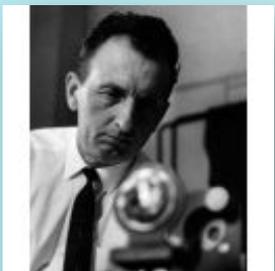
Спонтанное (некогерентное)



Вынужденное (когерентное)



Лазеры



А.М. Прохоров

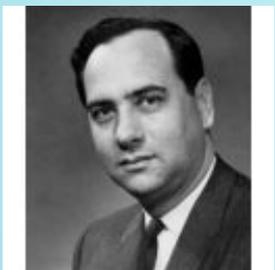


Н.Г. Басов



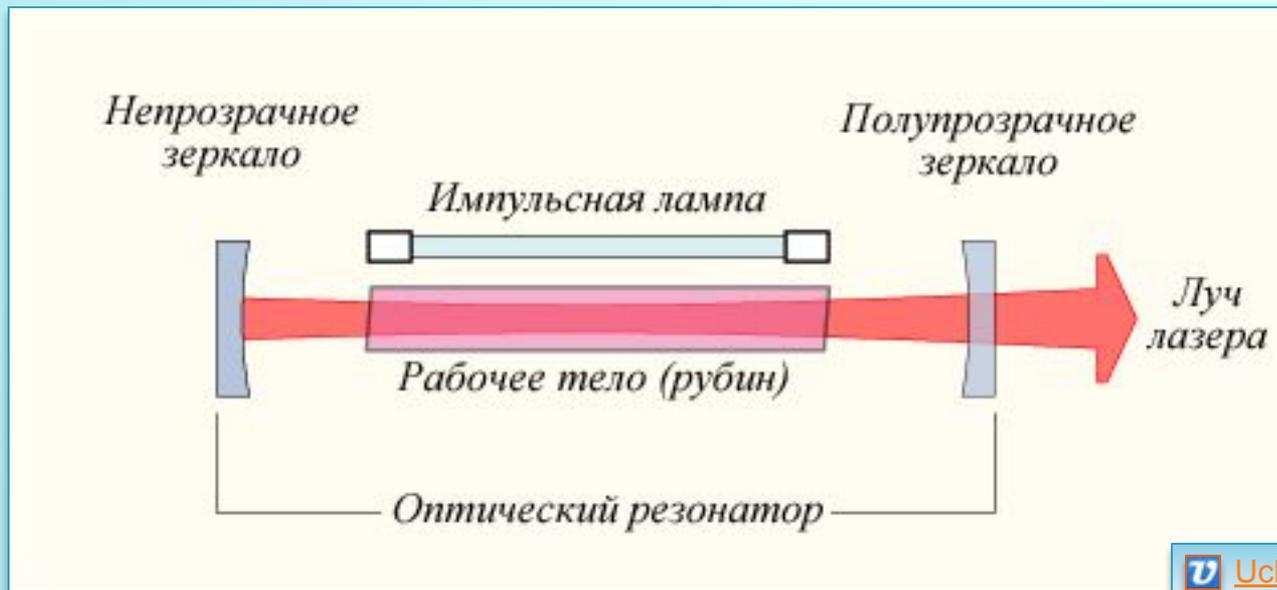
Ч. Таунс

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 (CO₂)
- на монооксиде углерода (CO)
- экимерный

Твердотельные

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

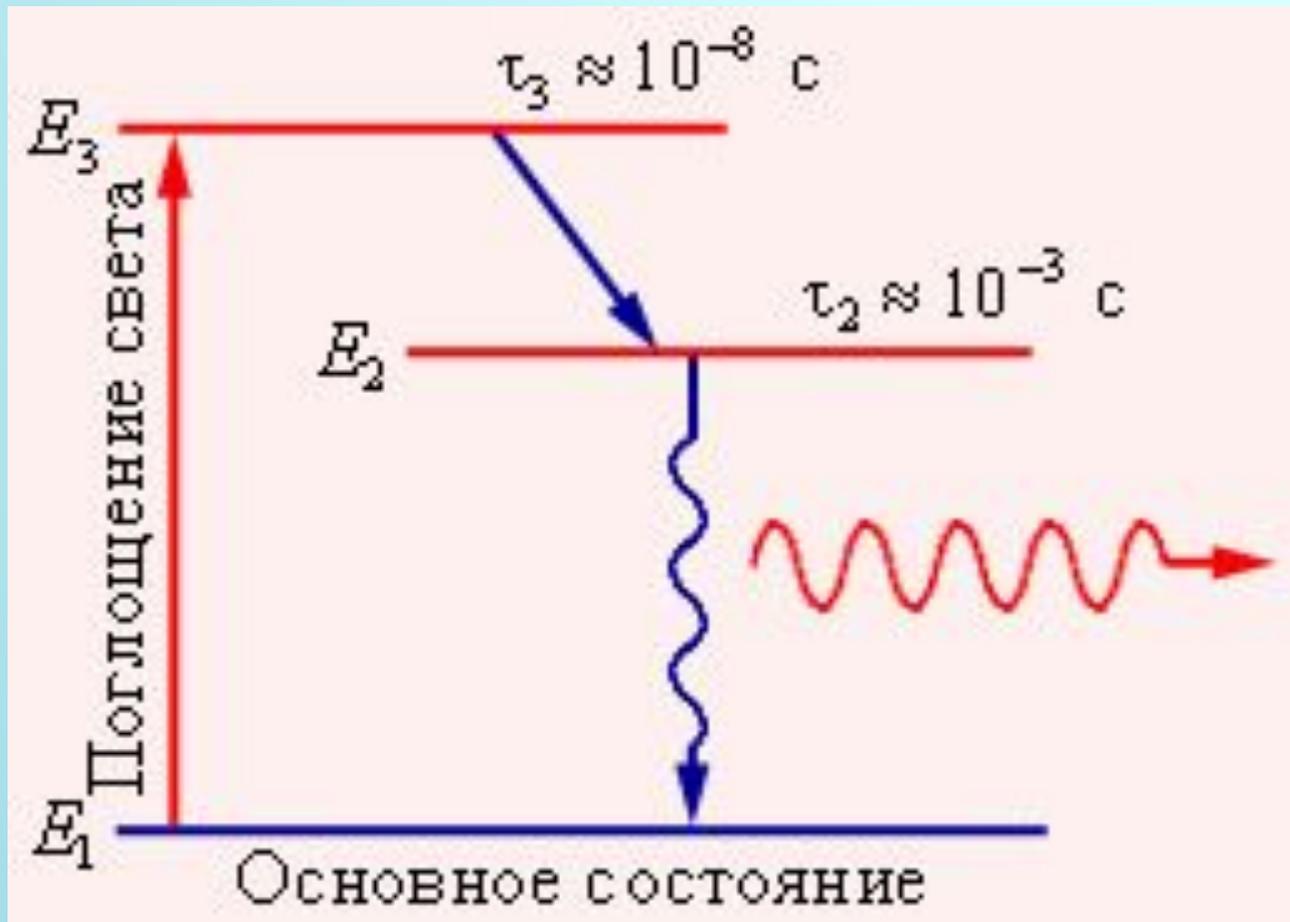
На парах металлов

- 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

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.

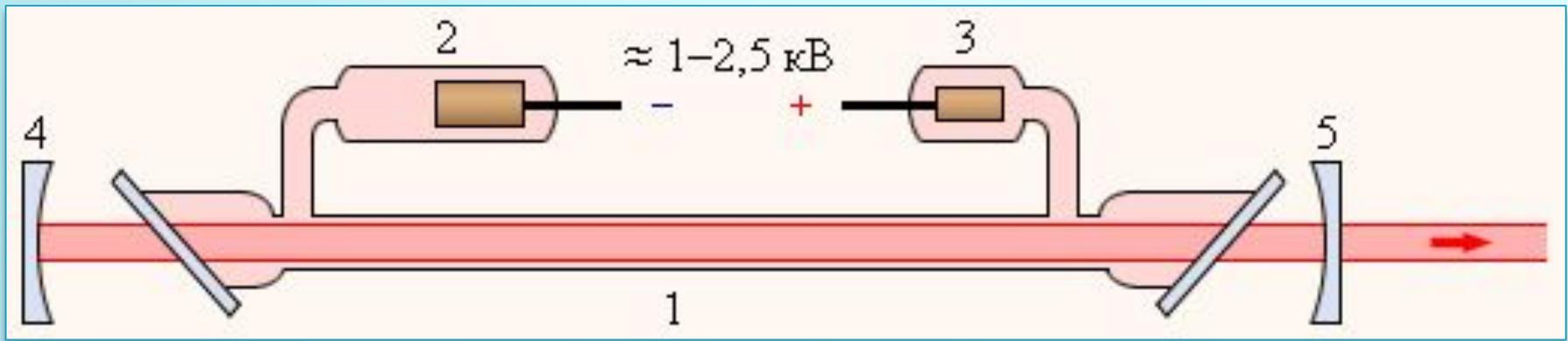
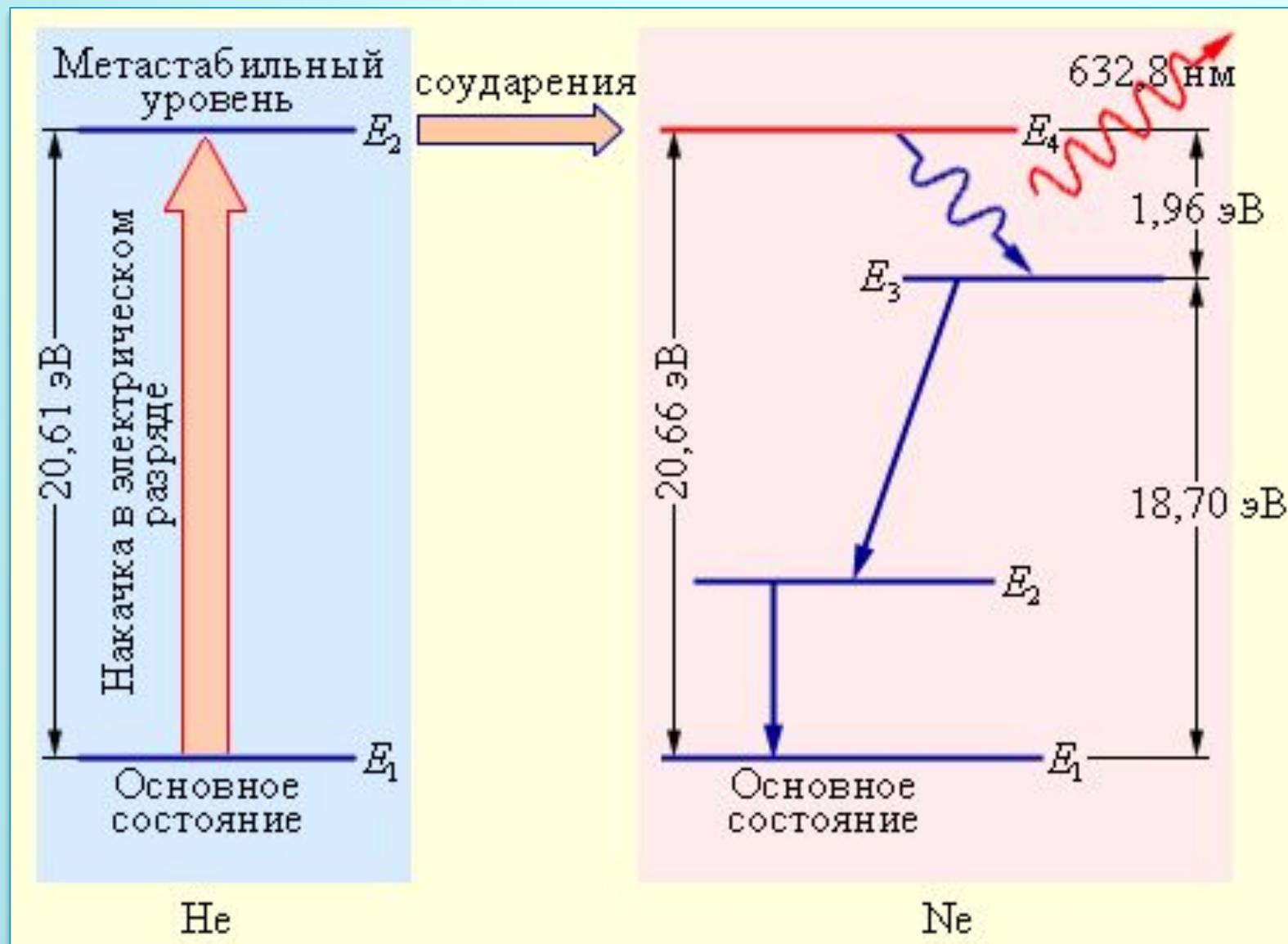
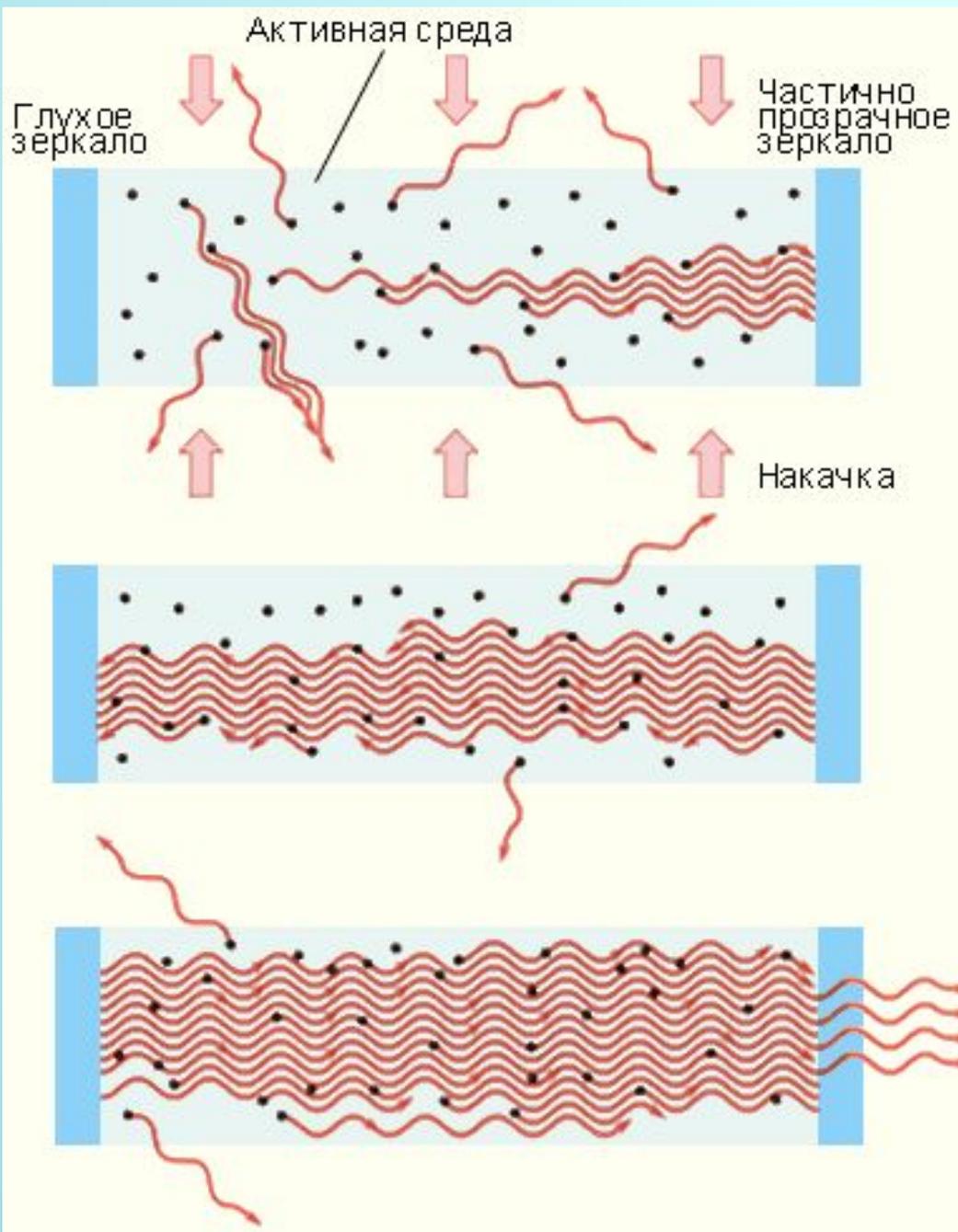


Схема гелий-неонового лазера: 1 – стеклянная трубка со смесью гелия и неона, в которой создается высоковольтный разряд; 2 – катод; 3 – анод; 4 – глухое сферическое зеркало с пропусканием менее 0,1 %; 5 – сферическое зеркало с пропусканием 1–2 %



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

Промышленность и быт

Резка, сварка, маркировка, гравировка

CD, DVD-проигрыватели, принтеры, дисплеи

Фотолитография, считыватель штрихкода

Оптическая связь, системы навигации (л.гироскоп)

Манипуляции микрообъектами

Медицина

Скальпель

Точечная сварка тканей

Хирургия

Диагностика

Удаление опухолей