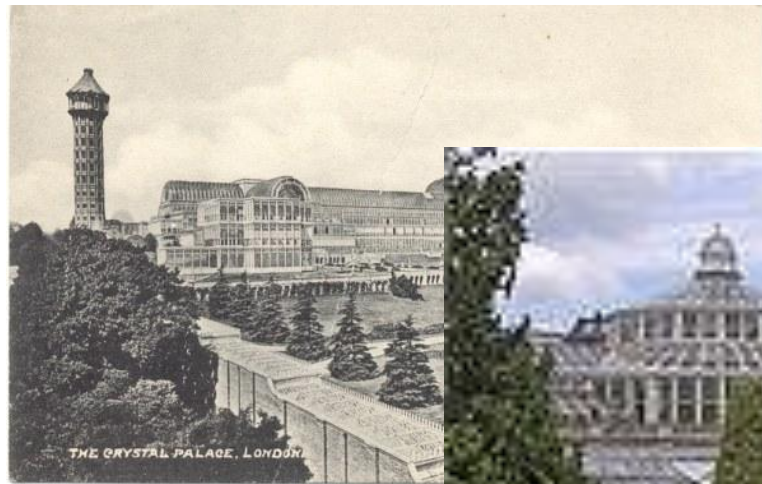


# ФОТОНЫ



# ПЕРИОД ФОРМИРОВАНИЯ

- НАЧАЛО XX ВЕКА - 40-е ГОДЫ XX ВЕКА

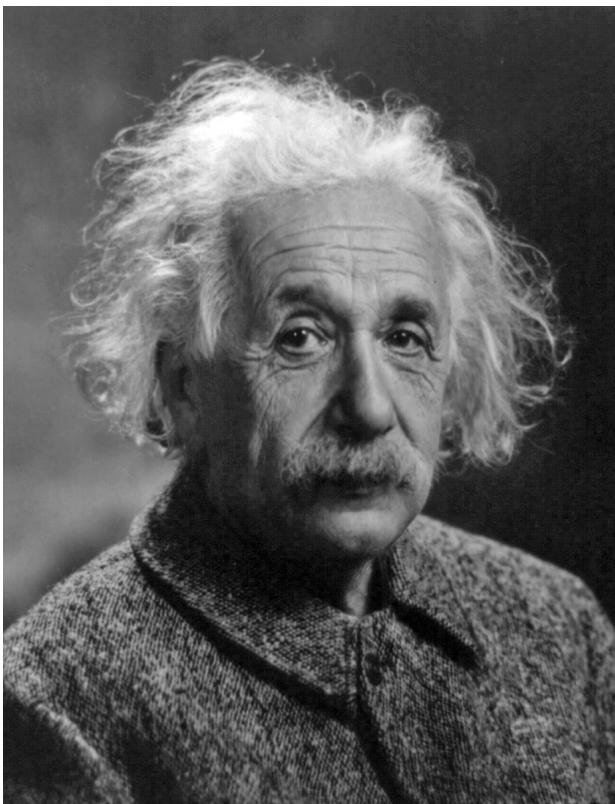


# ОСНОВОПОЛОЖНИКИ КВАНТОВОЙ ТЕОРИИ



**МАКС ПЛАНК**  
(1858 - 1947)

# ОСНОВОПОЛОЖНИКИ КВАНТОВОЙ ТЕОРИИ



**АЛЬБЕРТ  
ЭЙНШТЕЙН  
(1879 – 1955)**

# ОСНОВОПОЛОЖНИКИ КВАНТОВОЙ ТЕОРИИ



**НИЛЬС БОР**

**(1885 – 1962)**

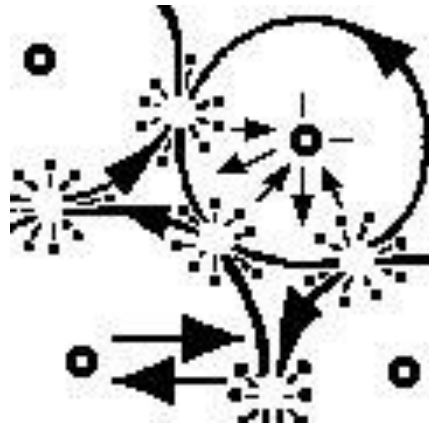
# ПРЕДМЕТ КВАНТОВОЙ ФИЗИКИ

**ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ  
ИЗЛУЧЕНИЕ —  
распространяющееся в  
пространстве  
возмущение  
электрических ИЗЛУЧЕ  
НИЕ —  
распространяющееся в  
пространстве**



# ОСНОВНОЕ ПОНЯТИЕ

- КОРПУСКУЛА (Ньютон)
  - КВАНТ (Планк)
  - ФОТОН (Льюис)



# Волна

- - распространение колебаний в пространстве с течением времени



# Волны и частицы

```
graph TD; Title[Волны и частицы] --> Wave[• Непрерывны в пространстве  
• «Размазаны»  
• Задаются амплитудой, фазой, частотой, периодом]; Title --> Particle[• Локальны  
• неделимы  
• Задаются координатой, скоростью]; Wave --> Energy[энергия, импульс, масса]; Particle --> Energy;
```

- Непрерывны в пространстве
- «Размазаны»
- Задаются амплитудой, фазой, частотой, периодом

- Локальны
- неделимы
- Задаются координатой, скоростью

энергия, импульс, масса

# Вывод

- В классической физике волны и частицы исключают друг друга

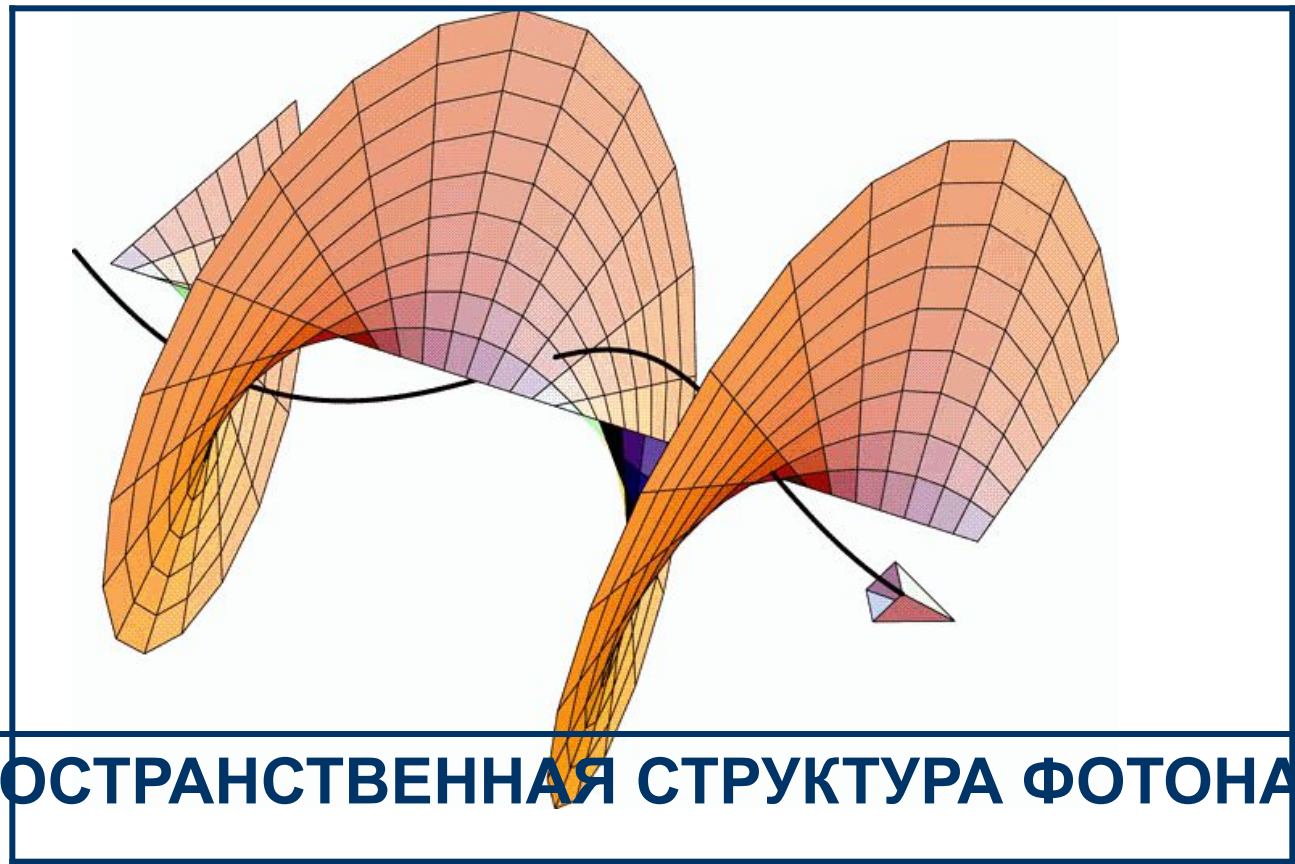
# ФОТОН

- - порция света
- - квант света
- - материальная, электрически нейтральная частица
- - квант электромагнитного излучения

# Свойства фотона

1. Частица электромагнитного поля
2. Двигается со скоростью света
3. Существует только в движении
4. Остановить фотон нельзя: он движется со скоростью света или не существует. Масса покоя = 0
5. Заряд = 0

# СВОЙСТВА ФОТОНА



ПРОСТРАНСТВЕННАЯ СТРУКТУРА ФОТОНА

# ХАРАКТЕРИСТИКИ

## 1. ЭНЕРГИЯ

$$E = h\nu$$

$$E = \frac{h\omega}{2\pi} = \hbar\omega$$

$$\hbar = \frac{h}{2\pi}$$

$$\hbar = 1,05 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$$

$$E = h \cdot \nu$$

т.к.  $\nu = c / \lambda$

$$E = h \cdot c / \lambda$$

$$E = m c^2$$

# ХАРАКТЕРИСТИКИ

ПОСТОЯННАЯ ПЛАНКА

$$h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Дж}\cdot\text{с}$$

# ХАРАКТЕРИСТИКИ

## 2. МАССА

$$m = \frac{E}{c^2}$$

$$m = \frac{h\nu}{c^2}$$

$$m = \frac{h}{c\lambda}$$



# ХАРАКТЕРИСТИКИ

## 3. ИМПУЛЬС

$$\overline{p} \uparrow \uparrow c$$

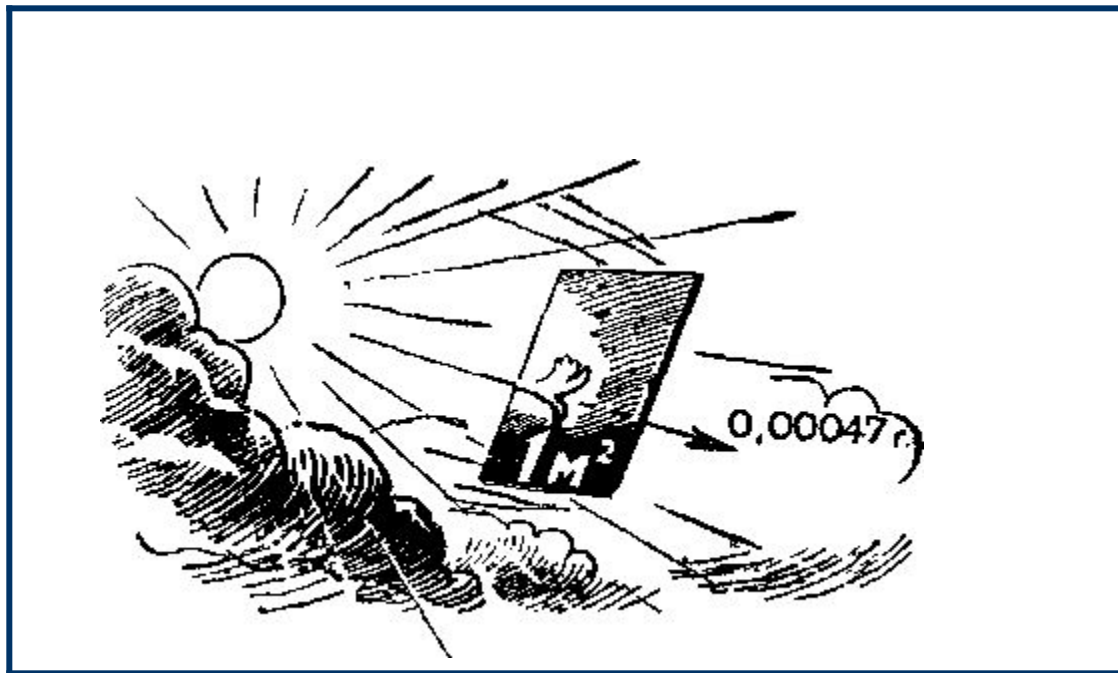
$$p = mc$$

$$p = \frac{E}{c}$$

$$p = \frac{h\nu}{c}$$

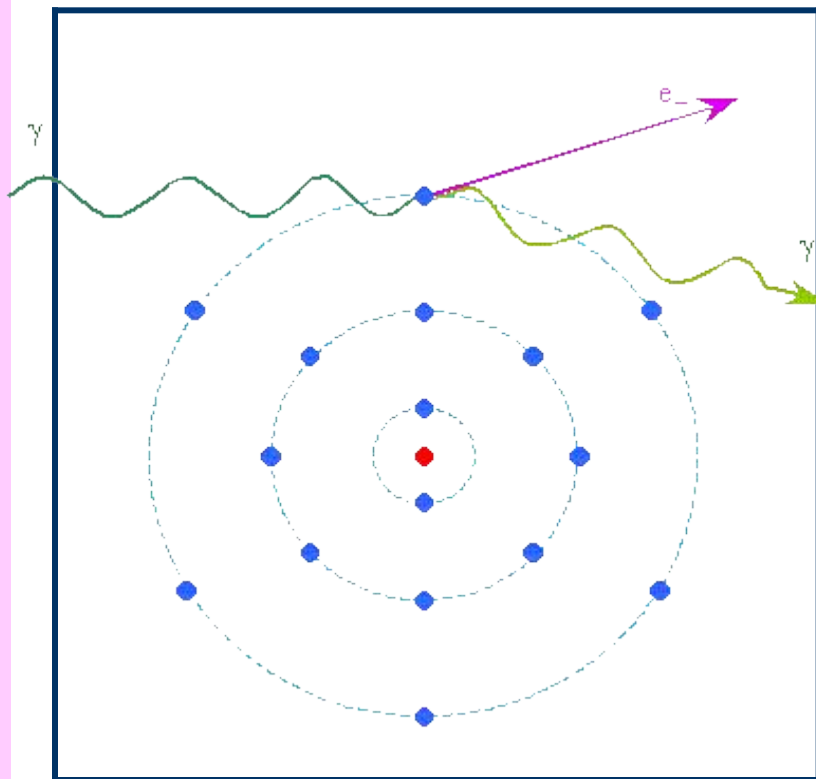
$$p = \frac{h}{\lambda}$$

# ФАКТЫ, ПОДТВЕРДИВШИЕ СУЩЕСТВОВАНИЕ ФОТОНА



**ДАВЛЕНИЕ СВЕТА**

# ФАКТЫ, ПОДТВЕРДИВШИЕ СУЩЕСТВОВАНИЕ ФОТОНА



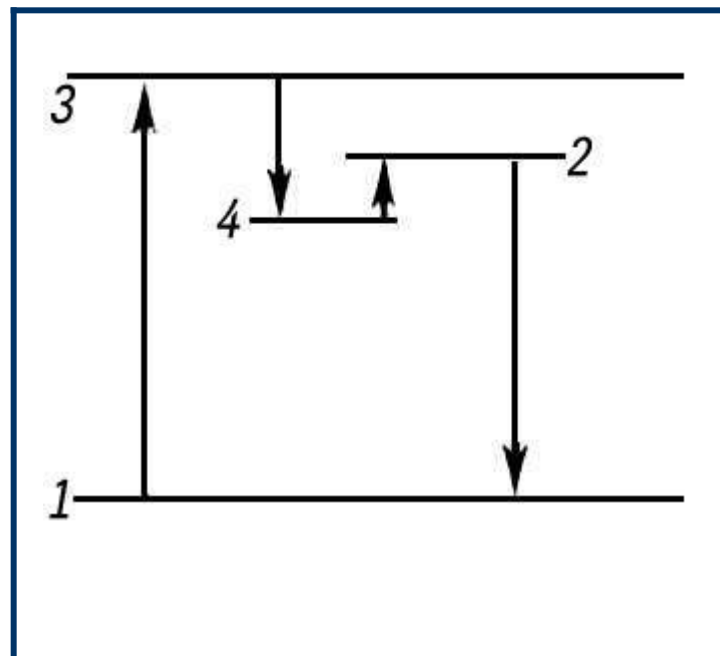
## ЭФФЕКТ КОМПТОНА -

явление изменения  
длины волны длины  
волны  
электромагнитного  
излучения длины волны  
электромагнитного  
излучения вследствие  
рассеивания длины  
волны

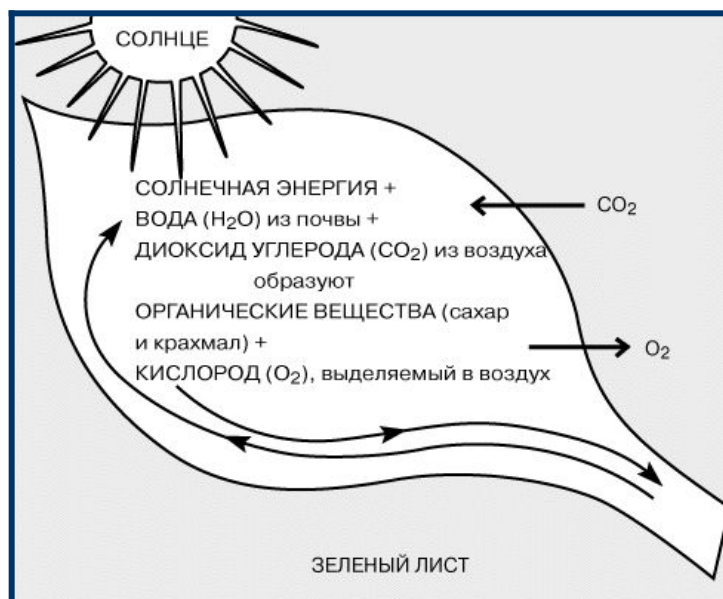
электромагнитного  
излучения вследствие

# ФАКТЫ, ПОДТВЕРДИВШИЕ СУЩЕСТВОВАНИЕ ФОТОНА

**ЛЮМИНИСЦЕНЦИЯ –  
свечение вещества,  
происходящее после  
поглощения им  
энергии возбуждения**



# ФАКТЫ, ПОДТВЕРДИВШИЕ СУЩЕСТВОВАНИЕ ФОТОНА



**ХИМИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ СВЕТА**

# Фотон обладает

- квантовыми и волновыми свойствами,
- они не исключают, а дополняют друг друга.
- *В микромире исчезает ограничение между корпускулярными и волновыми свойствами объекта*

# КВАНТОВО-ВОЛНОВОЙ ДУАЛИЗМ

**СВЕТ**

ПРИ РАСПРОСТРАНЕНИИ –  
ВОЛНА

ПРИ ИЗЛУЧЕНИИ И  
ПОГЛОЩЕНИИ –  
ПОТОК КВАНТОВ

# Формулы, объединяющие волновые и квантовые свойства света

$$m = \frac{h\nu}{c^2}$$

$$p = \frac{h\nu}{c}$$

$$E = h\nu$$



# **ФИЛОСОФСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ТЕОРИИ**

---

- **ЗАКОН ЕДИНСТВА И БОРЬБЫ  
ПРОТИВОПОЛОЖНОСТЕЙ**
- **ЕДИНСТВО ПРЕРЫВНОСТИ И  
НЕПРЕРЫВНОСТИ**

# Гипотеза де Бройля

- е и другие частицы обладают и волновыми свойствами

$$\lambda = \frac{h}{p}$$

- формула **де Бройля**

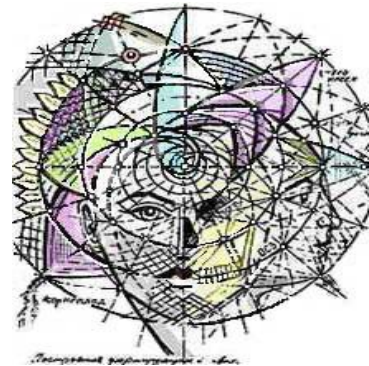
# Это интересно

## *Энергия фотонов зависит от длины волны*

- Фотоны видимого излучения не могут проникать внутрь организма, а поглощаются в наружном покрове кожи
- Фотоны ультрафиолетового излучения задерживаются пигментным слоем кожи, что приводит к загару.
- Фотоны рентгеновского и  $\gamma$ -излучения попадают в организм. Могут вызвать мутации.

# ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ

- СОЛНЕЧНЫЕ БАТАРЕИ
- ФОТОЭЛЕМЕНТЫ
- ФОТОГРАФИЯ
- ЛАЗЕР
- ЛАМПЫ ДНЕВНЕГО СВЕТА
- ЛЮМИНОФОРЫ (светящиеся вещества)



В оправе кружевной Вселенной жемчуга,  
Познания в ней затейливы узлами.  
Творцы идей, как млечная дуга,  
Алмазной россыпью довлеют над умами .

Их Млечный путь к рассветному лучу  
Мерцает в грёзах лунного сиянья,  
Я в думах их, их крыльями лечу,  
С мечтой Икара, в тайны Мирозданья.