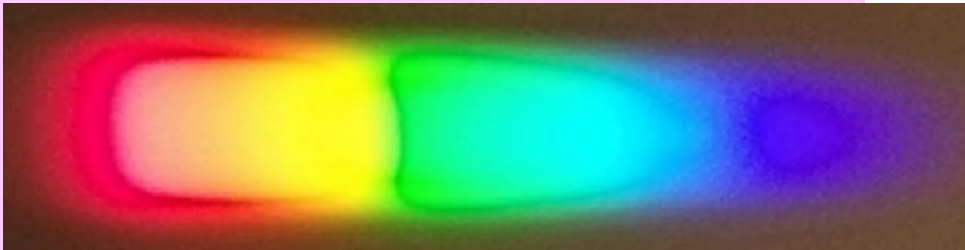
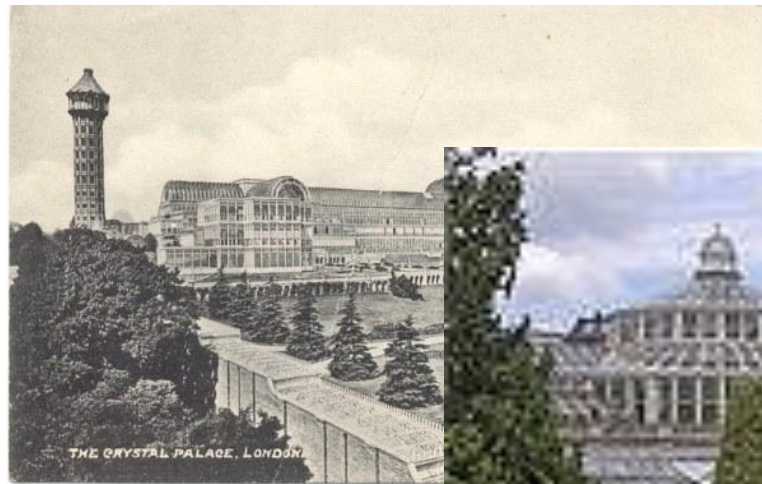


ФОТОНЫ



ПЕРИОД ФОРМИРОВАНИЯ

- НАЧАЛО XX ВЕКА - 40-е ГОДЫ XX ВЕКА

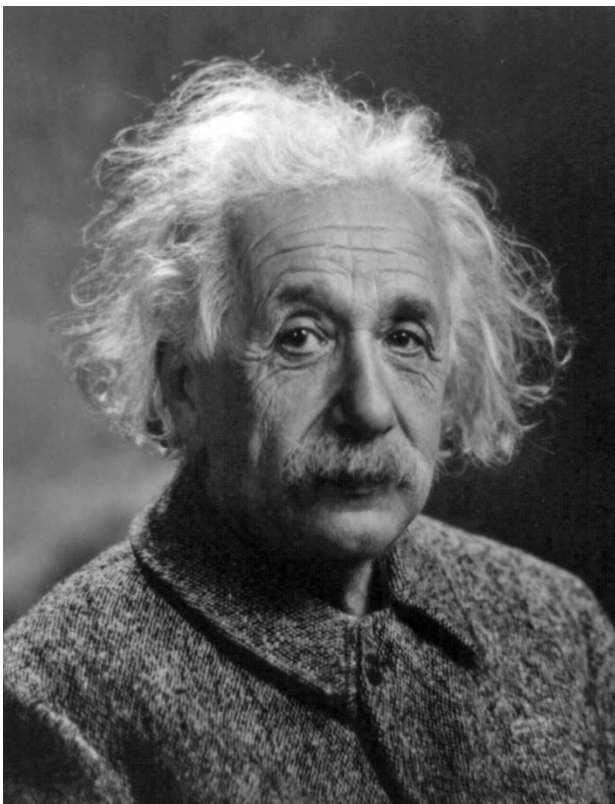


ОСНОВОПОЛОЖНИКИ КВАНТОВОЙ ТЕОРИИ



МАКС ПЛАНК
(1858 - 1947)

ОСНОВОПОЛОЖНИКИ КВАНТОВОЙ ТЕОРИИ



**АЛЬБЕРТ
ЭЙНШТЕЙН
(1879 – 1955)**

ОСНОВОПОЛОЖНИКИ КВАНТОВОЙ ТЕОРИИ



НИЛЬС БОР

(1885 – 1962)

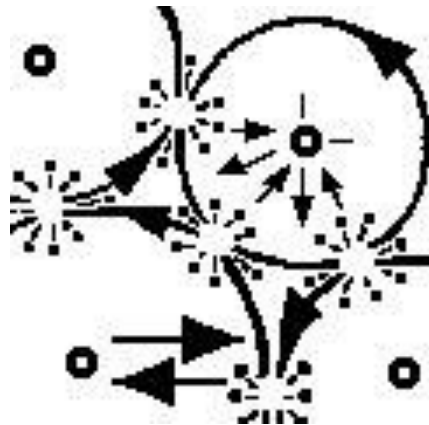
ПРЕДМЕТ КВАНТОВОЙ ФИЗИКИ

**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] --> Box1[• Непрерывны в пространстве  
• «Размазаны»  
• Задаются амплитудой, фазой, частотой, периодом]; Title --> Box2[• Локальны  
• неделимы  
• Задаются координатой, скоростью]; Box1 --> Bottom[энергия, импульс, масса]; Box2 --> Bottom;
```

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

- Локальны
- неделимы
- Задаются координатой, скоростью

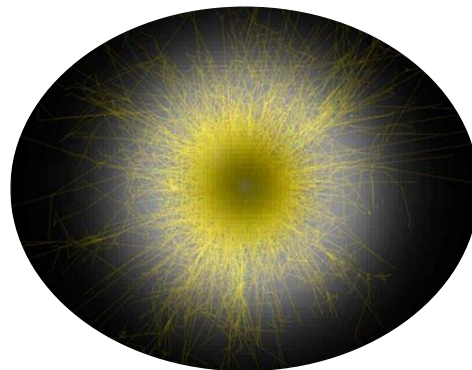
энергия, импульс, масса

Вывод

- В классической физике волны и частицы исключают друг друга

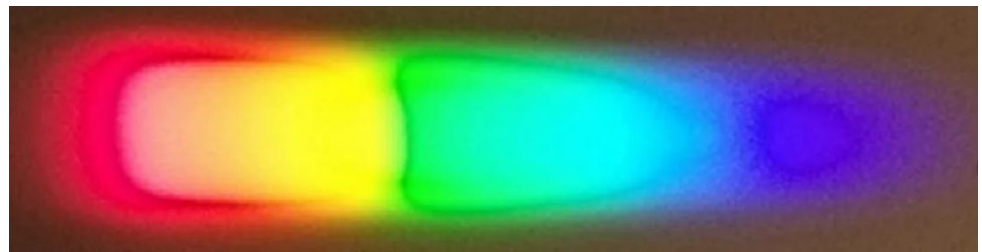
ФОТОН

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



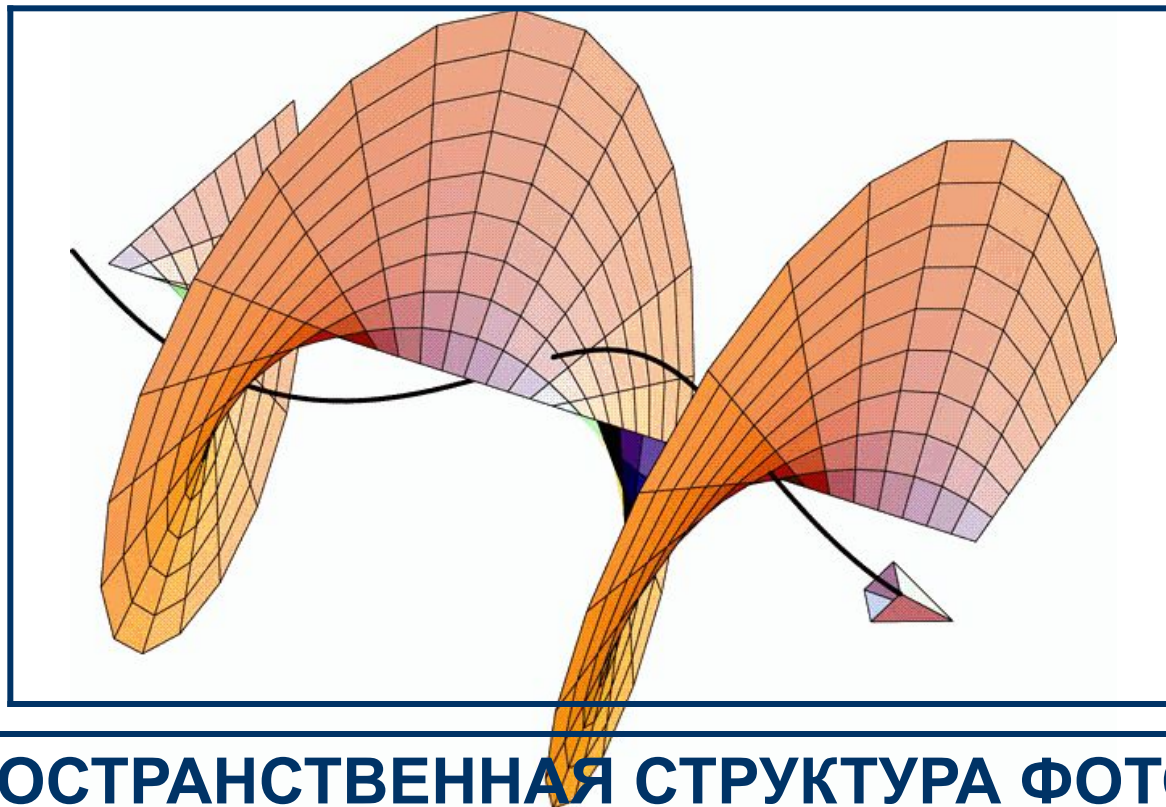
Свойства фотона

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



Фотон в нейтринном микроскопе

СВОЙСТВА ФОТОНА



ПРОСТРАНСТВЕННАЯ СТРУКТУРА ФОТОНА

ХАРАКТЕРИСТИКИ

1. ЭНЕРГИЯ

$$E = h\nu$$

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

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

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

$$E = h \cdot \nu$$

$$\text{т.к. } \nu = c / \lambda$$

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

$$E = m c^2$$

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

$$p \uparrow \uparrow c$$

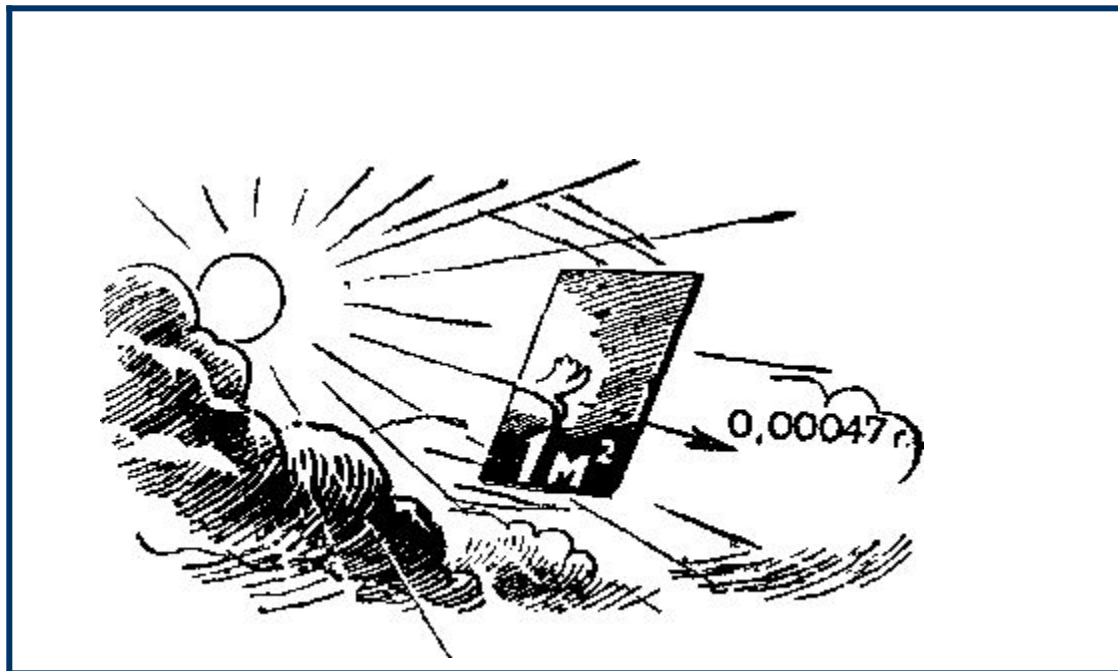
$$p = mc$$

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

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

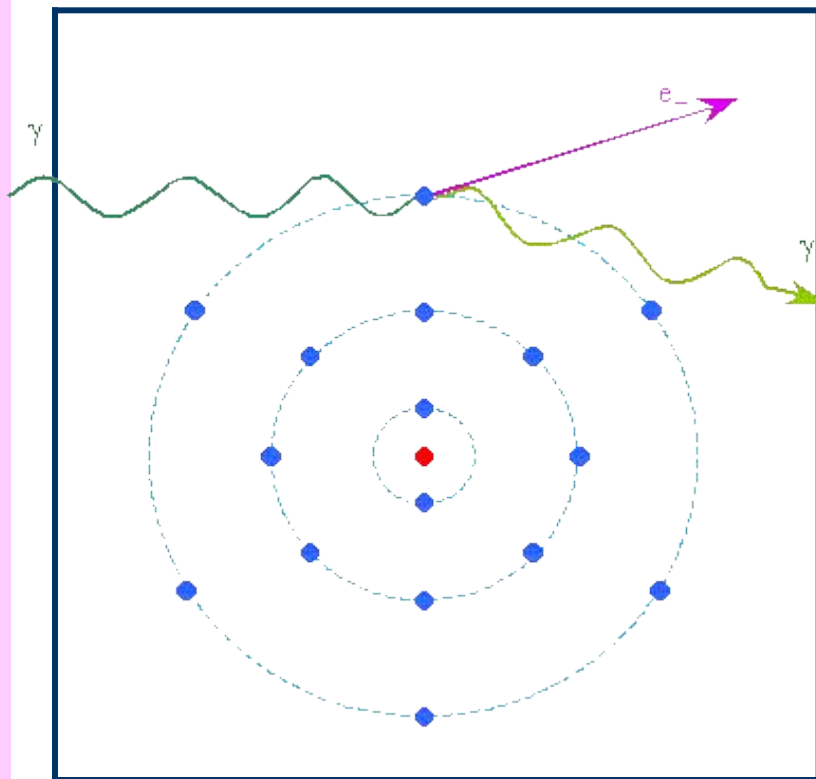
$$p = \frac{h}{\lambda}$$

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

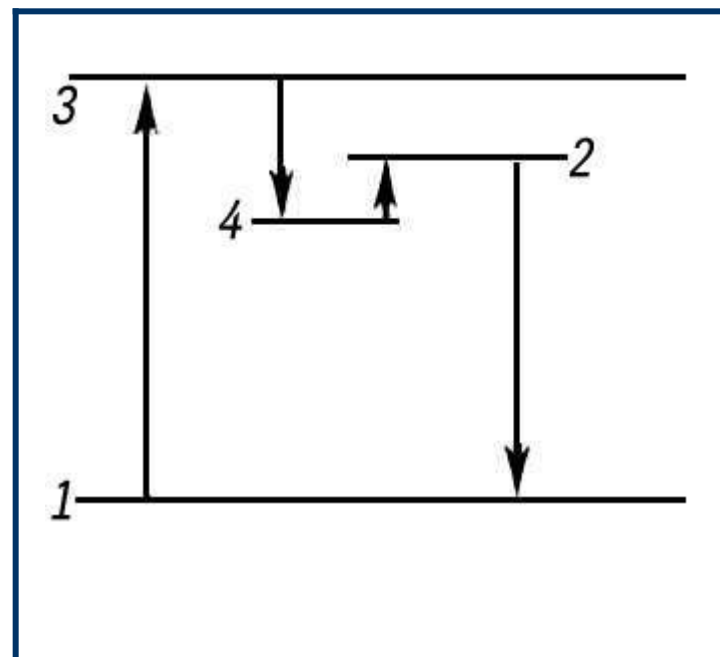
волны

электромагнитного

излучения вследствие

ФАКТЫ, ПОДТВЕРДИВШИЕ СУЩЕСТВОВАНИЕ ФОТОНА

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



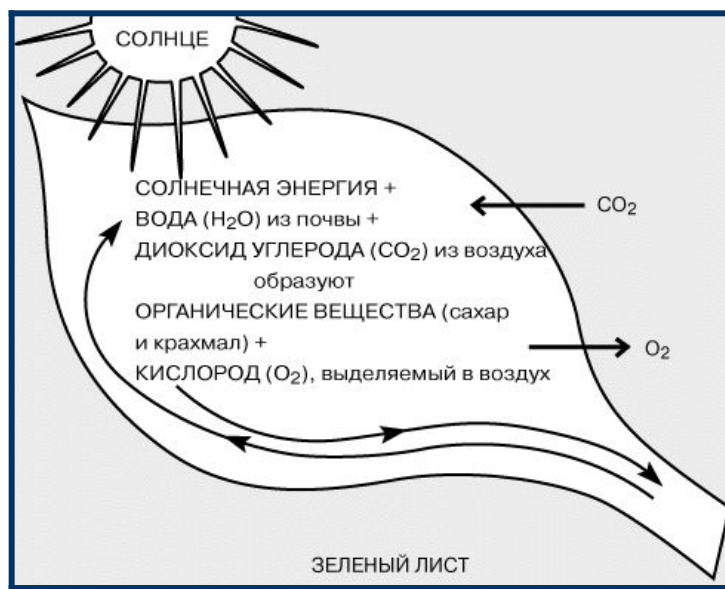
Флуоресценция



- При флуоресценции вещество поглощает энергию световых волн, чтобы потом испустить собственный свет, но уже с большей длиной волны.
- Флуоресцирует многие из морских животных, но среди сухопутных существ флуоресценция встречается редко: до сих пор было известно лишь о некоторых **бабочках, скорпионах, волнистых попугайчиках**, а так же южноамериканская квакша



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

- e и другие частицы обладают и волновыми свойствами

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

- формула **де Бройля**

Это интересно

Энергия фотонов зависит от длины волны

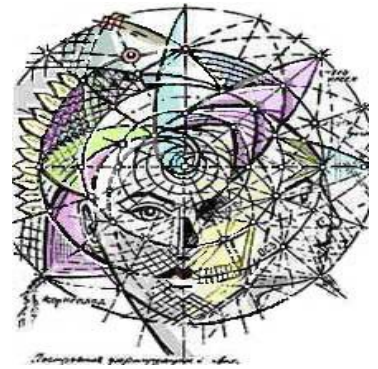
- Фотоны **видимого излучения** не могут проникать внутрь организма, а поглощаются в наружном покрове кожи
- Фотоны **ультрафиолетового излучения** задерживаются пигментным слоем кожи, что приводит к загару.
- Фотоны **рентгеновского и γ -излучения** попадают в организм. Могут вызвать мутации.



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.