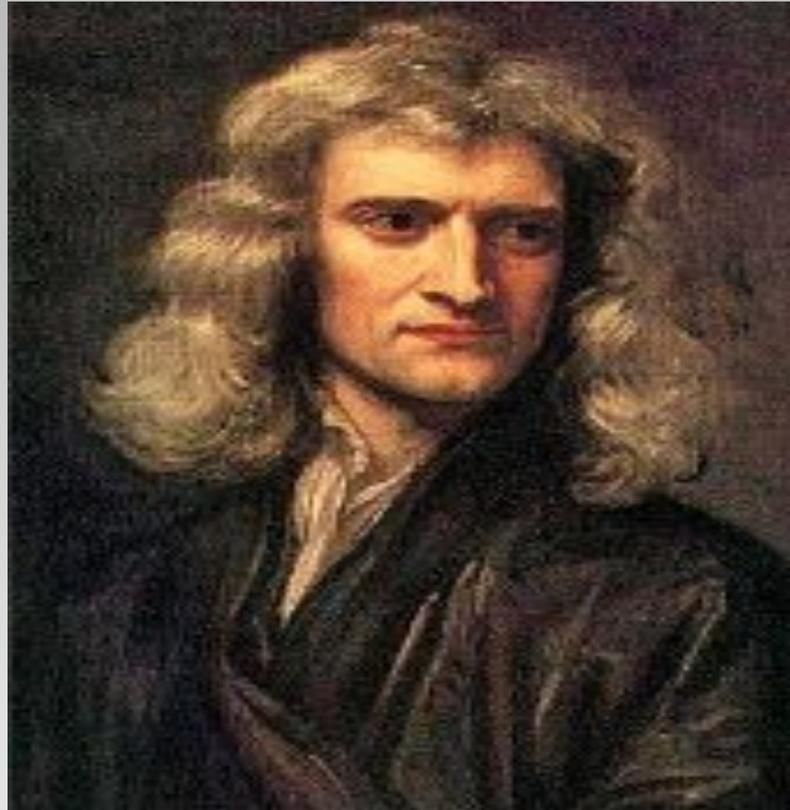


КОРПУСКУЛЯРНО- ВОЛНОВОЙ ДУАЛИЗМ СВЕТА



- В XVII веке существовало две теории, которые раскрывали природу света света:
- корпускулярная;
- волновая.



И. Ньютон (1642-1727) г.

- Согласно корпускулярной теории, или теории истечения, выдвинутой Ньютоном в конце XVII века, светящиеся тела испускают мельчайшие частицы (корпускулы), которые летят прямолинейно по всем направлениям и, попадая в глаз, вызывают световое ощущение.

- Ньютон считал свет потоком частиц, которые перемещаются от источника света во все стороны. Ньютон, используя свои представления, объяснил прямолинейность распространения света, но не смог объяснить законы отражения и преломления.



Х. Гюйгенс(1666—1681).

- Гюйгенс считал свет волной, которая распространяется в эфире, все заполняющей и везде проникающей среде. Теория, предложенная Гюйгенсом, объяснила дифракцию и интерференцию, но не смогла дать объяснение прямолинейному распространению света.

- Согласно волновой теории светящееся тело вызывает заполняющей все мировое пространство особой среде – мировом эфире – упругие колебания, которые распространяются в эфире подобно звуковым волнам в воздухе.

- Существование у света свойств и волны и потока частиц (корпускул) называют корпускулярно -- волновым дуализмом. Противоположность свойств частиц и волн в рамках классической физики не дает возможности утверждать, что свет является одновременно и волной и потоком частиц.

- Смысл корпускулярно - волнового дуализма свойств света состоит в том, что он может описываться с использованием волновых представлений или корпускулярных понятий, что зависит от условий эксперимента.

- Волновые свойства света играют определяющую роль в закономерностях его распространения, а корпускулярные — в процессах взаимодействия света с веществом.

- Во времена Ньютона и Гюйгенса большинство ученых придерживалось корпускулярной теории Ньютона, которая достаточно удовлетворительно объясняла все известные к тому времени световые явления. Отражение света объяснялось аналогично отражению упругих тел при ударе о плоскость.

- Преломление света объяснялось действием на корпускулы больших сил притяжения со стороны более плотной среды. Под действием этих сил, проявляющихся, согласно теории Ньютона, при приближении к более плотной среде, световые корпускулы получали ускорение, направленные перпендикулярно к границе этой среды, вследствие чего они изменяли направление движения и одновременно увеличивали свою скорость.

- В семидесятых годах XIX века Максвелл изложил свою электромагнитную теорию. Он показал, что свет является электромагнитной волной, что было подтверждено опытами. Свет стали считать электромагнитной волной.
- Волновая теория стала считаться доказанной окончательно.

- Таким образом, волновая механистическая теория света была заменена волновой электромагнитной теорией. Световые волны
- (видимый спектр) занимают в шкале электромагнитных волн диапазон
- 0,4–0,7мкм.

- Волновая теория света Максвелла, трактующая излучение как непрерывный процесс, была в состоянии объяснить оптических явления:
 - интерференция;
 - дисперсия;
 - дифракция;
 - поляризация.

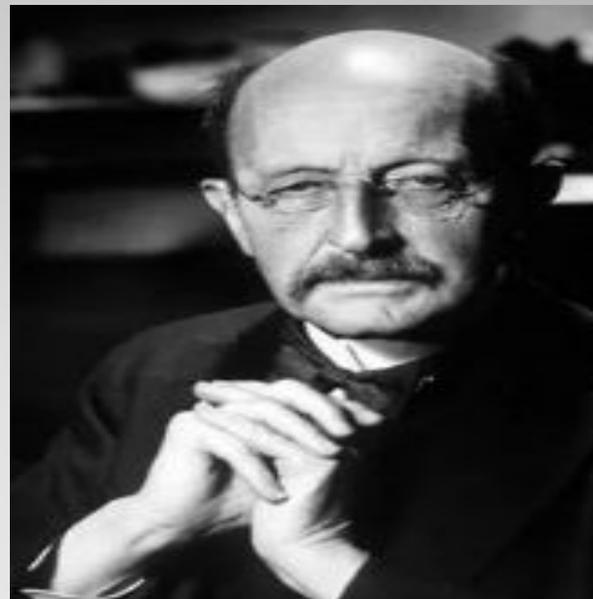
- Но волновая теория света Максвелла,, оказалась не в состоянии объяснить некоторые из вновь открытых оптических явлений:
 - ❖ фотоэффект;
 - ❖ тепловое излучение;
 - ❖ эффект Комптона.

- Её дополнила квантовая теория света, согласно которой энергия световой волны излучается, распространяется и поглощается не непрерывно, а определенными порциями - квантами света, или фотонами, - которые зависят только от длины световой волны.
- Таким образом, по современным представлениям, свет обладает как волновыми так, и корпускулярными свойствами.

**Д.Максвелл
(1831-1879)**



**М.Планк
(1858-1947)**



- Стремясь преодолеть затруднения классической теории при объяснении излучения нагретого твёрдого тела, немецкий физик Макс Планк в 1900г. высказал гипотезу, которая положила начало эволюции в теоретической физике.

- Смысл этой гипотезы заключается в том, что запас энергии колебательной системы, находящейся в равновесии с электромагнитным излучением, не может принимать любые значения. Энергия элементарных систем, поглощающих и излучающих электромагнитные волны, обязательно должна быть равна целому кратному некоторого определенного количества энергии.

- Минимальное количество энергии, которое система может поглотить или излучить, называется квантом энергии. Энергия кванта E должна быть пропорциональна частоте колебаний ν :

$$E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$$

- Коэффициент пропорциональности h в этом выражении носит название постоянной Планка.
- **$h = 6,6261937 \cdot 10^{-34}$ Дж·с**

- Постоянную Планка иногда называют квантом действия. Следует заметить, что размерность h совпадает с размерностью момента импульса.

- Исходя из этой новой идеи, Планк получил закон распределения энергии в спектре, хорошо согласующийся с экспериментальными данными. Хорошее согласие теоретически предсказанного закона с экспериментом было основательным подтверждением квантовой гипотезы Планка.

- Гипотеза Планка о квантах послужила основой для объяснения явления фотоэлектрического эффекта, открытого в 1887г. немецким физиком Генрихом Герцем.

- В релятивистской физике (в теории относительности) показывается, что масса **m** и энергия **E** взаимосвязаны:

- **$E = mc^2$**

- Поэтому кванту энергии **$E_\phi = h\nu$** электромагнитного излучения соответствует масса

- **$m_\phi = E_\phi / c^2 = h\nu / c^2$**

- Электромагнитное излучение, а следовательно и фотон, существует только при распространении со скоростью c . Это означает, что масса покоя фотона равна нулю.
- Фотон, имея массу m_{ϕ} и двигаясь со скоростью c , обладает импульсом
 - $p_{\phi} = m_{\phi} c = h\nu / c$

- Фотон имеет также собственный момент импульса, называемый **спином**.

- **$L_{\phi} = h / 2\pi = \hbar$**

- Объект, обладающий энергией, массой, импульсом, моментом импульса ассоциируется, скорее всего, с частицей. Поэтому квант энергии электромагнитного излучения – фотон – является как бы частицей электромагнитного излучения, в частности света.

- Из того, что электромагнитное излучение – это совокупность фотонов, следует, что электромагнитное поле частицы представляет собой совокупность фотонов, испускаемых и поглощаемых самой же частицей.

- В рамках классической физики испускание переносчика взаимодействия свободной частицей запрещено законами сохранения энергии и импульса. Квантовая физика снимает это запрещение, используя соотношение неопределённостей энергии и времени. Более того, при этом устанавливается связь между массой переносчика взаимодействия и радиусом действия.

- Любое поле – это совокупность квантов – переносчиков взаимодействий, испускаемых взаимодействующей частицей, а любое взаимодействие – это обмен переносчиками взаимодействия.

- Электромагнитное излучение (свет) – это поток фотонов, распространение и распределение которых в пространстве описывается уравнениями электромагнитных волн. Таким образом, свет имеет корпускулярно – волновую природу.

- Корпускулярно – волновая природа света отражена в формуле

- $p_{\text{ф}} = h\nu / c = h / \lambda$

- связывающей корпускулярную характеристику фотона – импульс
- с волновой характеристикой света – с частотой (или длиной волны).

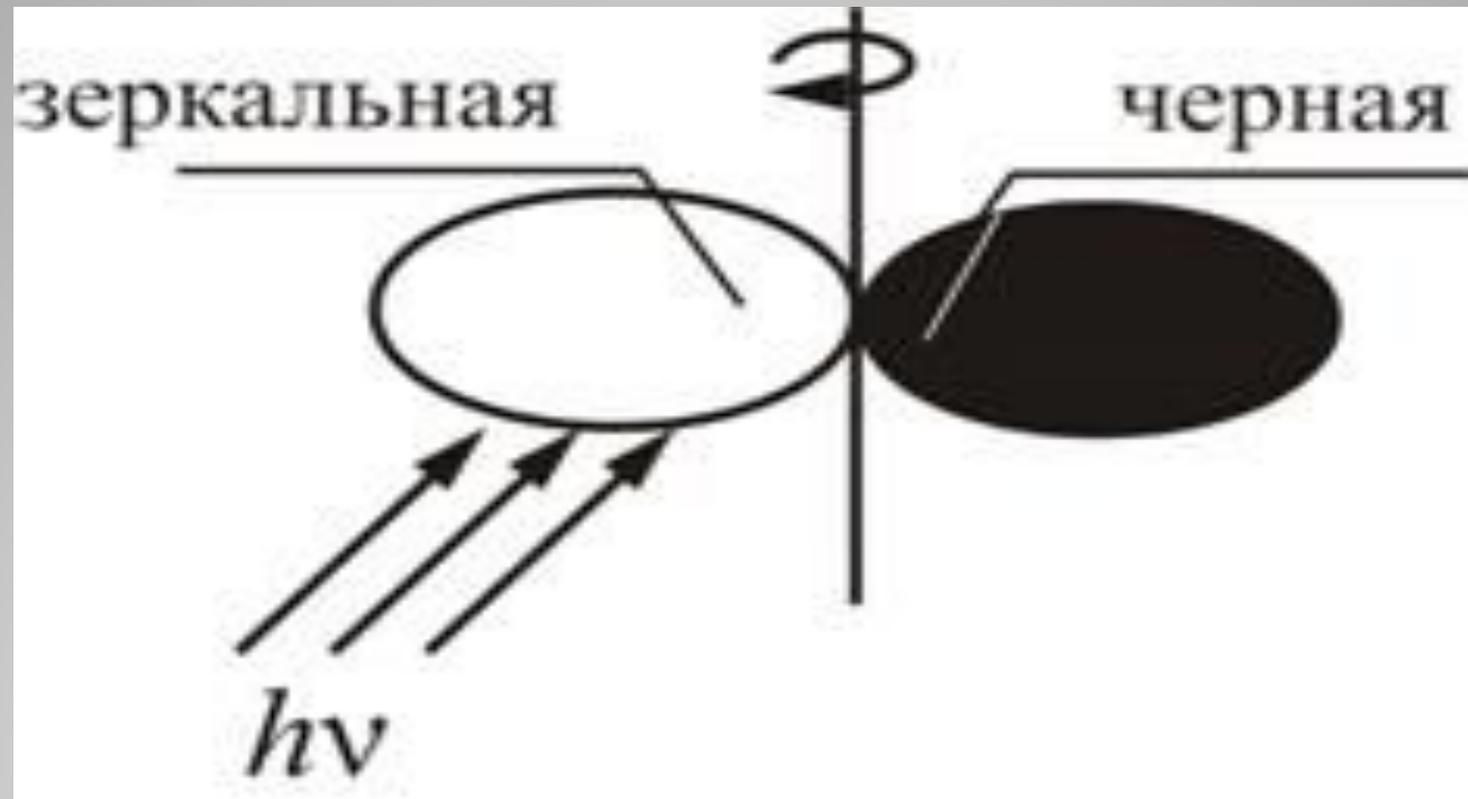


П.Н.Лебедев(1866-1912)

- Давление света открыто русским ученым П.Н. Лебедевым в 1901 году. В своих опытах он установил, что давление света зависит от интенсивности света и от отражающей способности тела.

- В опытах была использована вертушка, имеющая черные и зеркальные лепестки, помещенная в вакуумированную колбу (рис. 1).





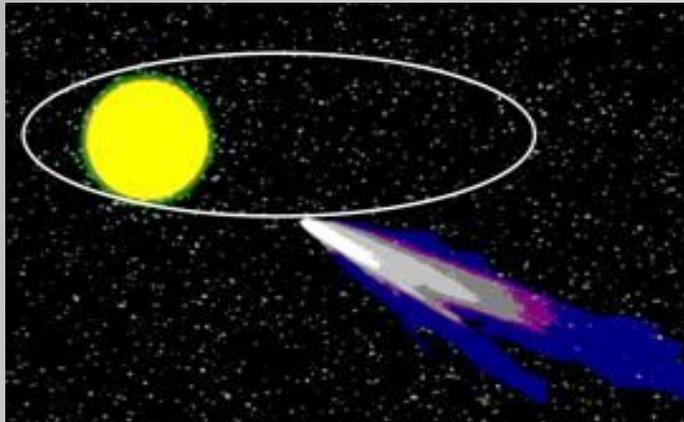
- Величина светового давления:

$$P = \frac{2J}{c},$$

где J – интенсивность излучения.

- Световое излучение оказывает давление на материальные предметы, причем величина давления пропорциональна интенсивности излучения, прекрасно подтверждается в экспериментах.

- Одним из следствий давления солнечного света, является то, что кометы, пролетающие вблизи Солнца, имеют «хвосты» (рис.2)





Луи Де Бройль(1892-1987)

- Французский ученый Луи Де Бройль выдвинул в 1923 году гипотезу об универсальности корпускулярно-волнового дуализма.
- Он утверждал, что не только фотоны но и электроны и любые другие частицы материи наряду с корпускулярными обладают также волновыми свойствами.

- Согласно де Бройлю, с каждым микрообъектом связываются, с одной стороны, корпускулярные характеристики — энергия **E** и импульс **p**, а с другой стороны — волновые характеристики — частота ν и длина волны λ .