



# КВАНТОВАЯ ТЕОРИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ И ВЕЩЕСТВА

Тепловое  
излучение

❖ Любое нагретое тело **излучает** электромагнитные волны инфракрасного диапазона (тепловое излучение) → **внутренняя энергия уменьшается.**

❖ Любое тело также **поглощает** электромагнитные волны, получая от них энергию, вследствие чего **внутренняя энергия тела увеличивается.**

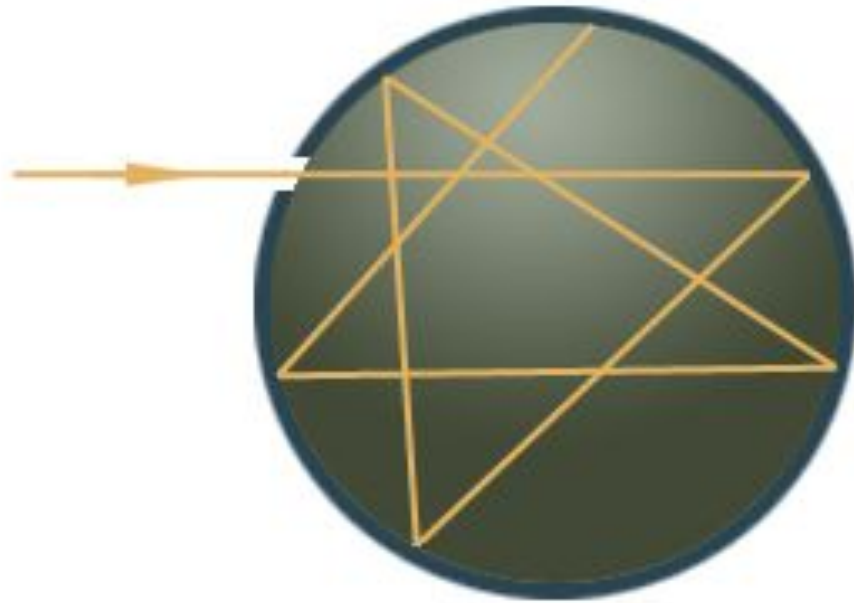
❖ **Постоянная температура означает**

**Тепловое излучение** –  
электромагнитное излучение,  
испускаемое нагретыми телами за  
счет своей внутренней энергии.

**Равновесное излучение** –  
электромагнитное излучение,  
находящееся в тепловом  
равновесии с телом.

# АБСОЛЮТНО ЧЕРНОЕ ТЕЛО -

Тело, поглощающее всю энергию падающего на него излучения любой частоты при произвольной температуре.



# ЗАКОН РЭЛЕЯ-ДЖИНСА

$$r_\nu = 2\pi \frac{\nu^2}{c^2} kT$$

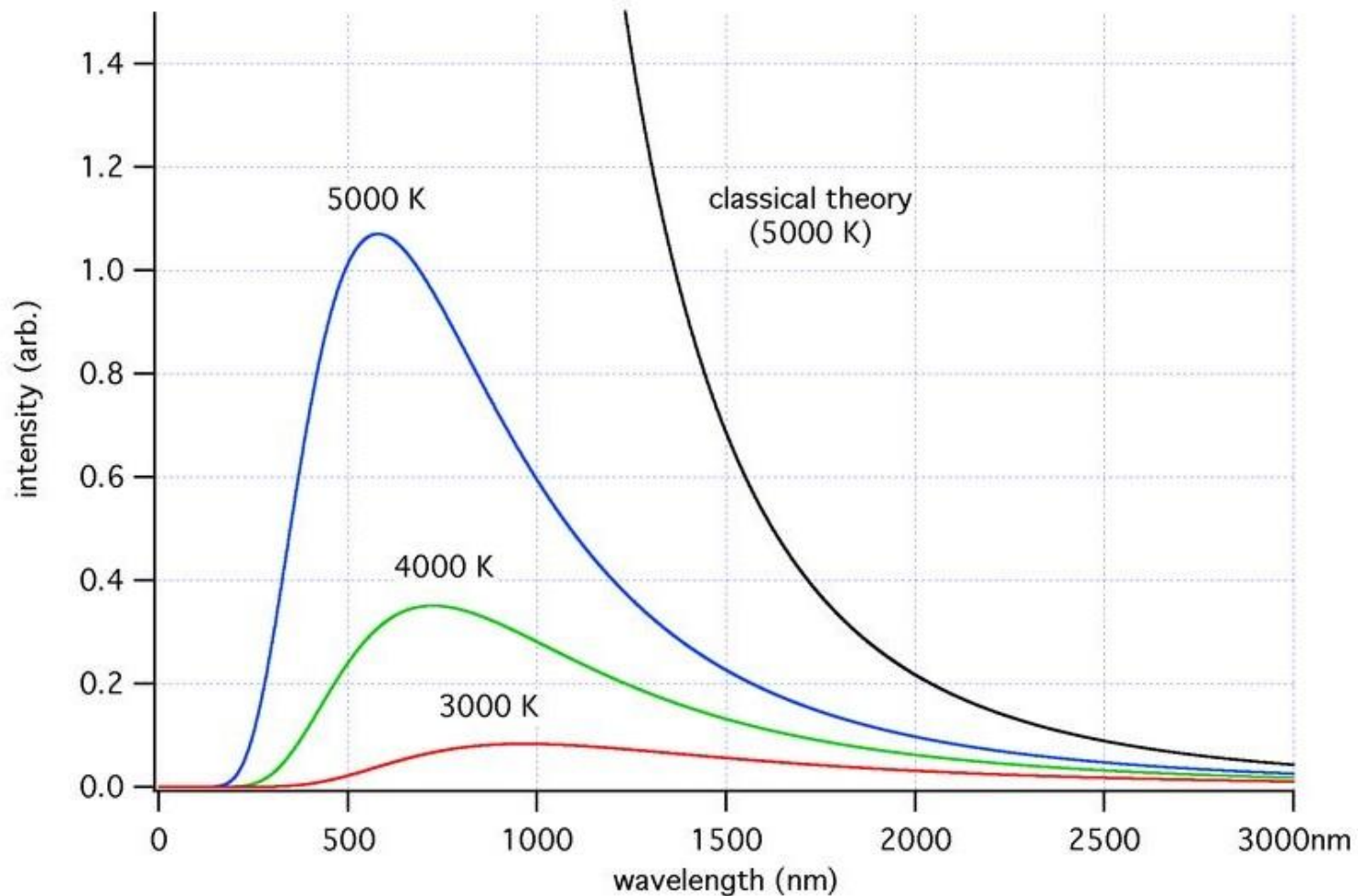
$r_\nu$  - спектральная плотность энергетической светимости, Дж/м<sup>2</sup>

$\nu$  – частота излучение, Гц

$c$  – скорость света,  $3 \cdot 10^8$  м/с

$T$  – абсолютная температура излучающего тела, К

# РАСХОЖДЕНИЕ КЛАССИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ С ЭКСПЕРИМЕНТОМ



# УЛЬТРАФИОЛЕТОВАЯ КАТАСТРОФА

- ❖ **Опыты показывают, что вещество и электромагнитное излучение могут находиться в равновесии при любой температуре.**
- ❖ **Однако согласно расчетам классической физики, равновесие между веществом и излучением возможно только при абсолютном нуле.**
- ❖ **Тогда длина волны такого излучения находилась бы в ультрафиолетовом диапазоне.**

# МАКС ПЛАНК – НЕМЕЦКИЙ ФИЗИК-ТЕОРЕТИК

1878 г.



1901  
г.





# ГИПОТЕЗА ПЛАНКА

Свет **излучается** веществом не непрерывно, а **дискретно**, то есть отдельными квантами (порциями), причем энергия излучения и его частота связаны друг с другом соотношением:

$$E = h\nu$$

$E$  – энергия излучения, Дж

$\nu$  – частота излучения, Гц

$h$  - постоянная Планка,  $h=6,62 \cdot 10^{-34}$  Дж·с

# ФОТОНЫ

- ❖ **Фотон** – квант электромагнитного излучения
- ❖ **Энергия** фотона прямо пропорциональна **частоте** электромагнитного излучения
- ❖ Фотон – электрически нейтральная частица
- ❖ **Скорость фотона** во всех системах отсчета равна **скорости света** в вакууме  $v=c$
- ❖ Масса покоя фотона  $m_0=0$  (не существует в состоянии покоя)
- ❖ Согласно теории относительности энергия связана с массой соотношением  $E=mc^2$ , поэтому масса фотона  $m = \frac{hv}{c^2}$
- ❖ Фотон обладает импульсом  $p = mc = \frac{hv}{c} = \frac{h}{\lambda}$