



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.

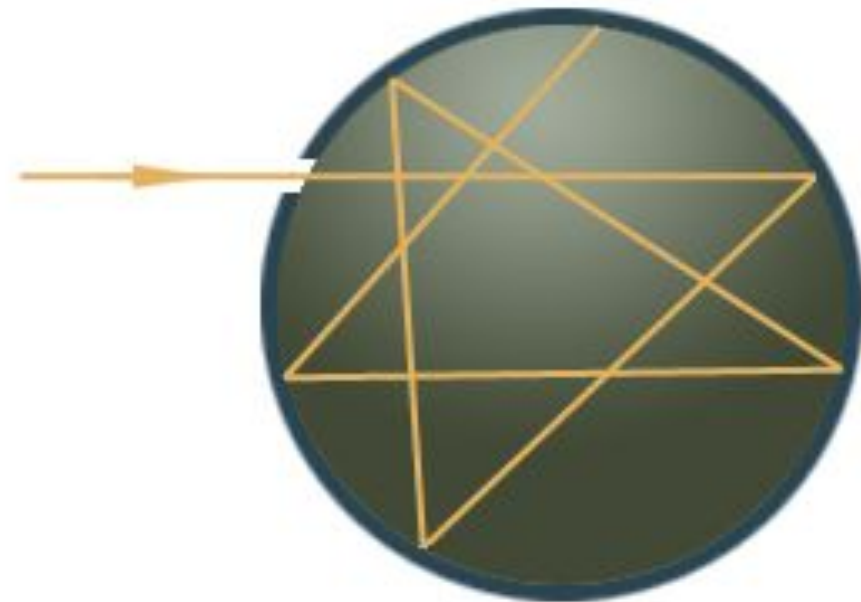
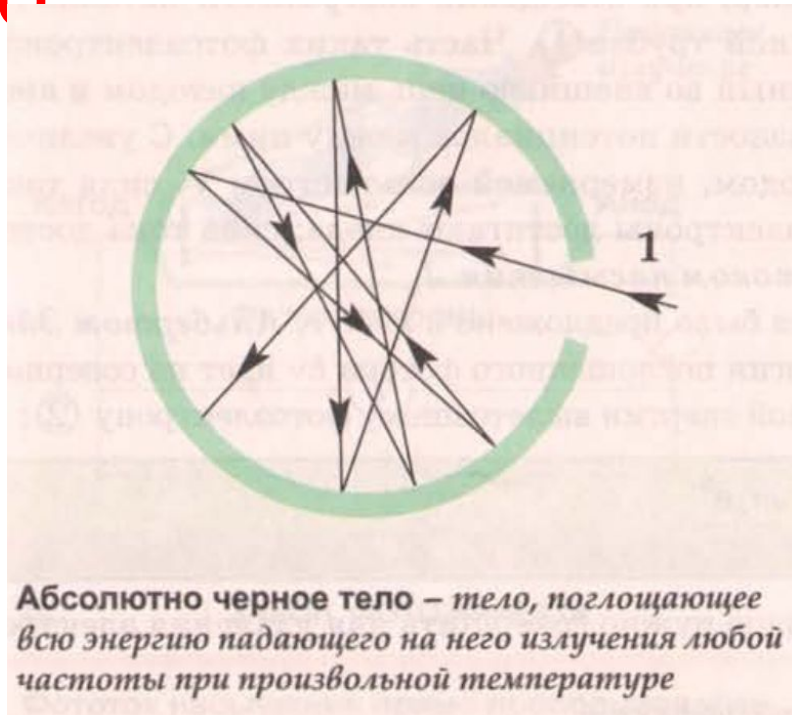
Является равновесным.

Равновесное излучение –

электромагнитное излучение, находящееся в тепловом равновесии с телом.

АБСОЛЮТНО ЧЕРНОЕ ТЕЛО (АЧТ)-

Тело, поглощающее всю энергию падающего на него излучения любой частоты при произвольной температуре, не разрушающей его



ЗАКОН РЭЛЕЯ - ДЖИНСА

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

r_ν - спектральная плотность энергетической светимости, Дж/м²

ν – частота излучение, Гц

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

T – абсолютная температура излучающего тела, К

ЗАКОН РЭЛЕЯ - ДЖИНСА

Спектральная плотность энергетической светимости прямо пропорциональна квадрату частоты излучения э-м волны.

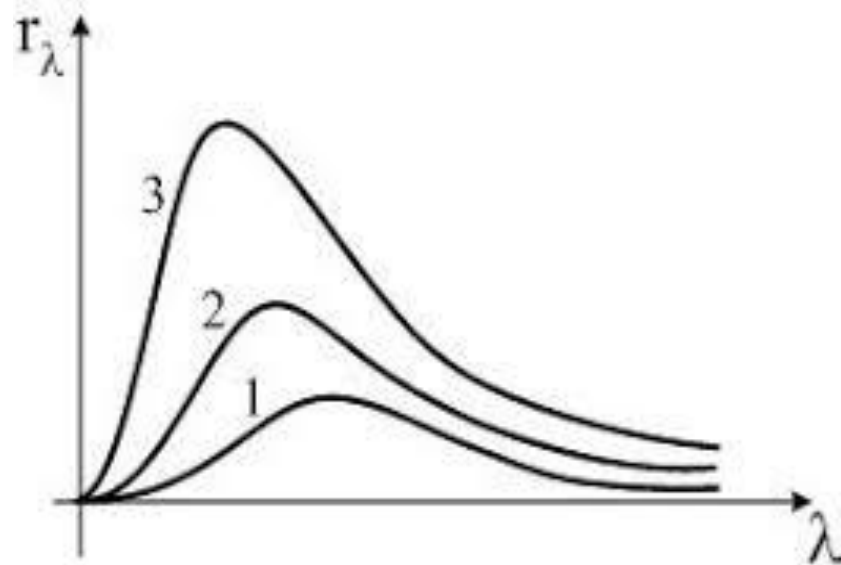
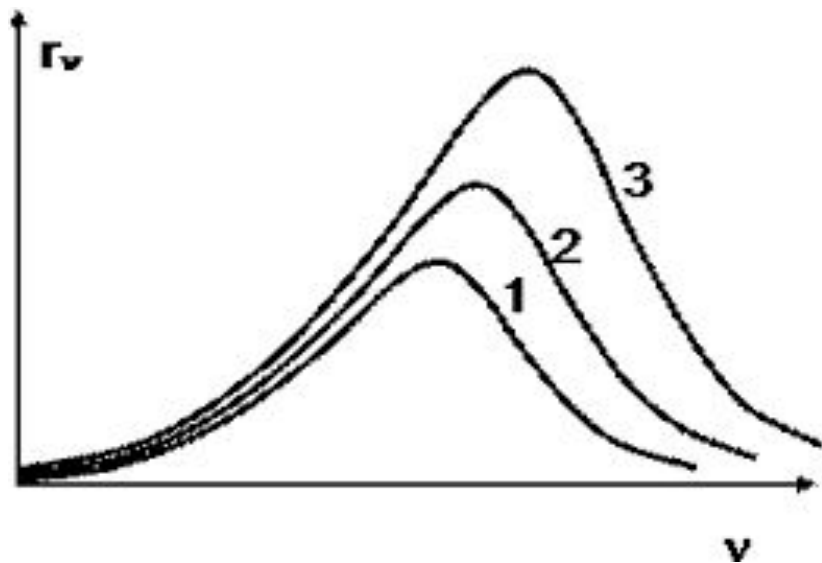
Теоретический закон согласуется с экспериментом только для малых частот. Для больших частот (УФ) наблюдается сильное расхождение теории с экспериментом: «УФ катастрофа».

При больших частотах энергия кванта излучения велика, классические представления о непрерывности излучения неприменимы.

ЗАКОН РЭЛЕЯ - ДЖИНСА

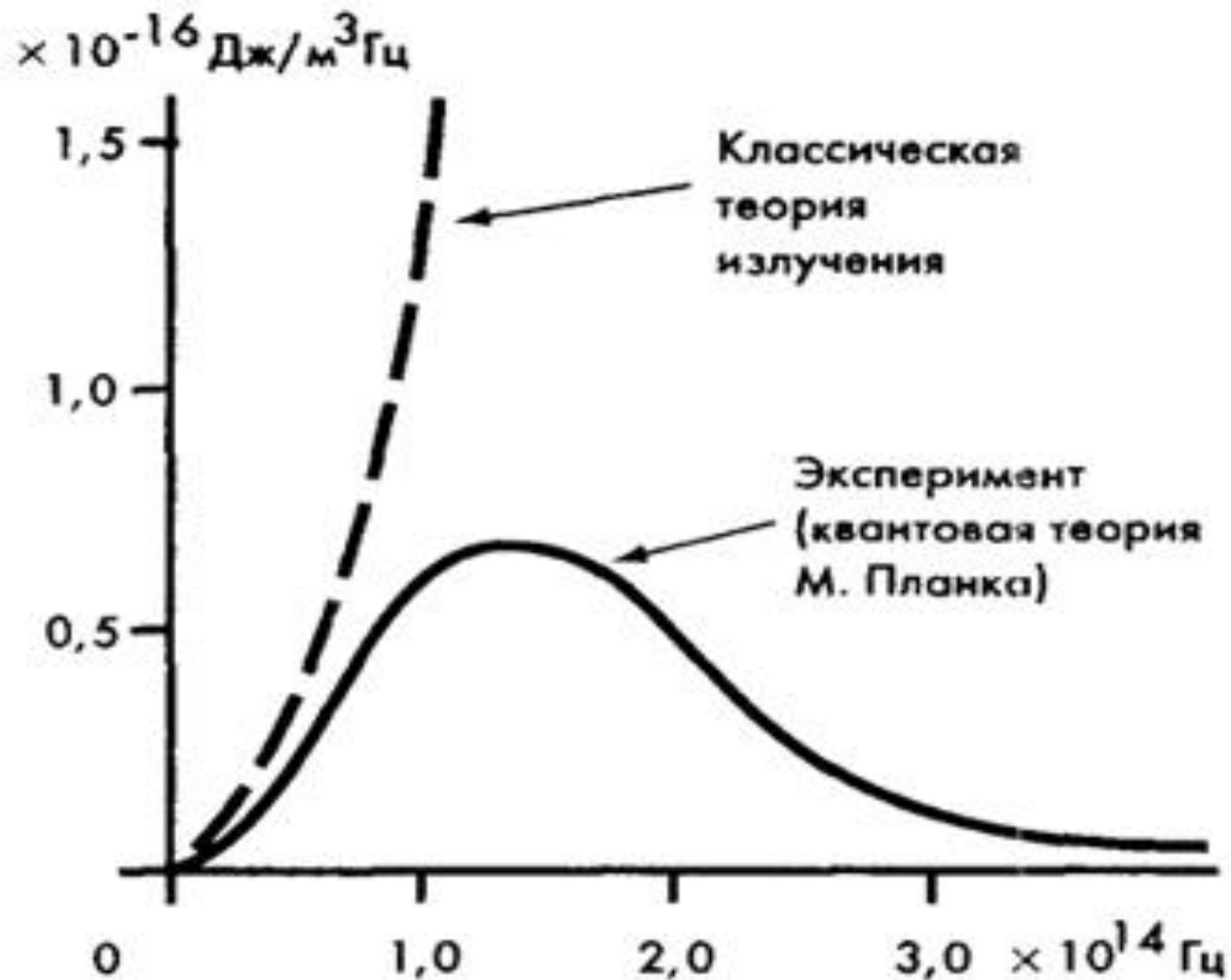
$$r_\nu = 2\pi \frac{\nu^2}{c^2} kT$$

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

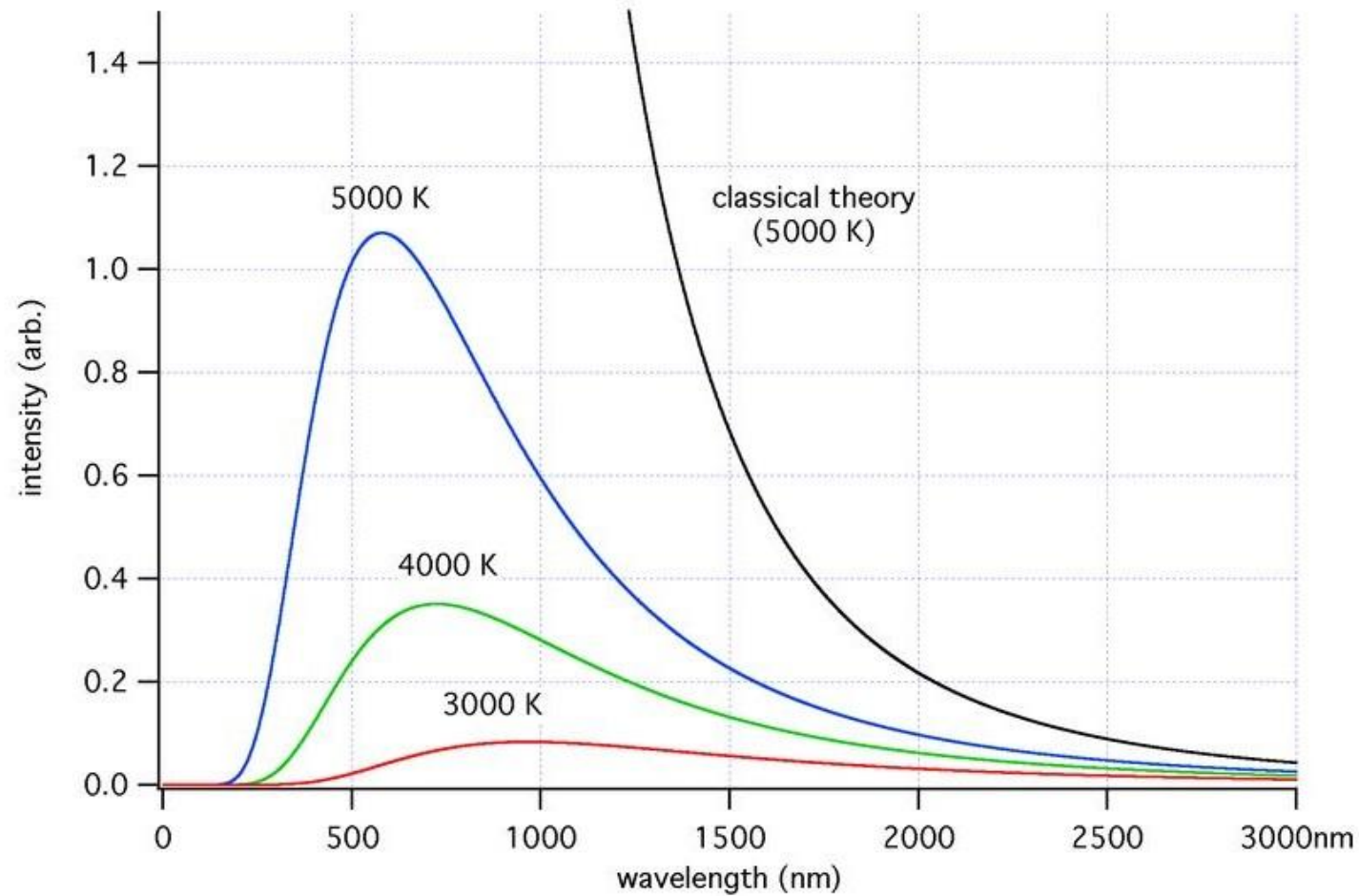


РАСХОЖДЕНИЕ КЛАССИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ С ЭКСПЕРИМЕНТОМ.

ЗАВИСИМОСТЬ r_ν ОТ ЧАСТОТЫ.



РАСХОЖДЕНИЕ КЛАССИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ С ЭКСПЕРИМЕНТОМ. ЗАВИСИМОСТЬ r_ν ОТ ДЛИНЫ ВОЛНЫ.

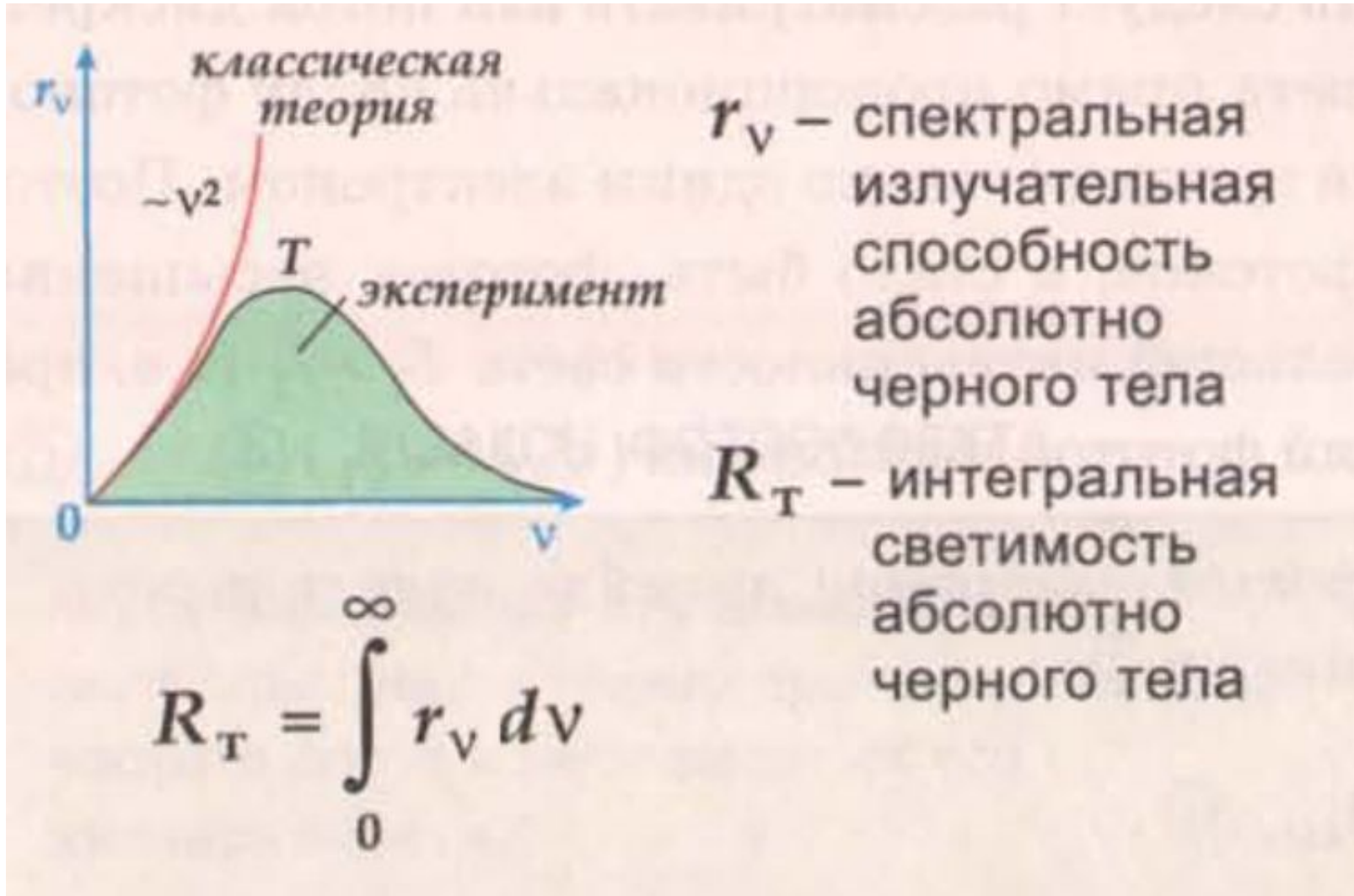


УЛЬТРАФИОЛЕТОВАЯ КАТАСТРОФА

- ❖ **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.**

УЛЬТРАФИОЛЕТОВАЯ КАТАСТРОФА-

РАСХОЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ КЛАССИЧЕСКОЙ ВОЛНОВОЙ ТЕОРИИ С ЭКСПЕРИМЕНТОМ В УЛЬТРАФИОЛЕТОВОЙ ОБЛАСТИ



МАКС ПЛАНК – НЕМЕЦКИЙ ФИЗИК-ТЕОРЕТИК

1878 г.



1901
г.



ГИПОТЕЗА ПЛАНКА РАЗРЕШЕНИЕ УФ КАТАСТРОФЫ

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 – минимальная энергия излучения 1 порции (кванта), Дж

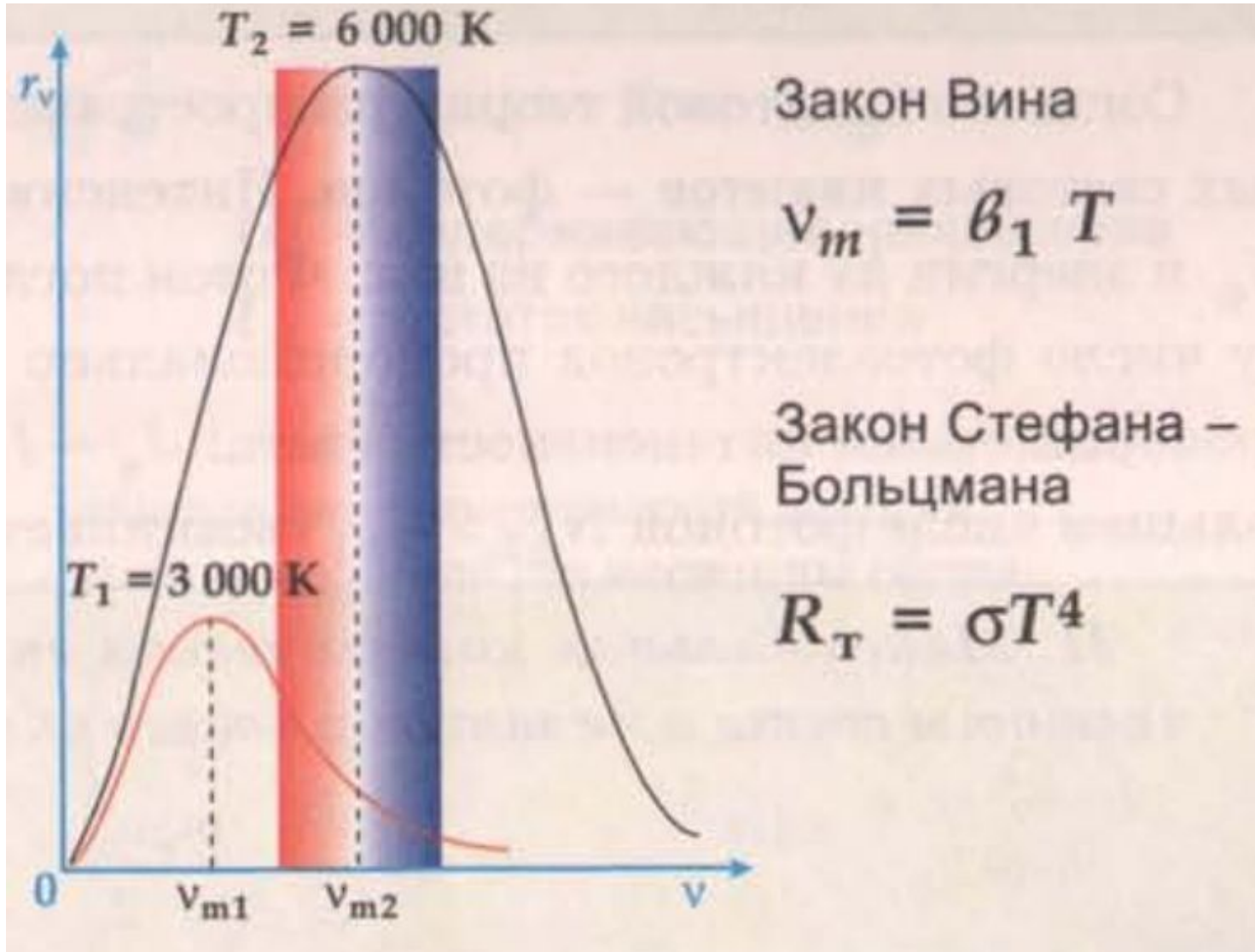
ν – частота излучения, Гц

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 $q=0$
- ❖ **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 $p = mc = \frac{hv}{c} = \frac{h}{\lambda}$

ЗАКОНЫ ТЕПЛОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ



Закон смещения Вина:

Частота ν_{\max} , на которую приходится максимум спектральной плотности энергетической светимости АЧТ, прямо пропорциональна его абсолютной температуре:

$$\nu_{\max} = b_1 T, \quad \text{где } b_1 \text{ — коэффициент пропорциональности.}$$

Закон Стефана–Больцмана:

Интегральная (по всем частотам) светимость АЧТ пропорциональна четвертой степени его термодинамической температуры:

$$R = \sigma T^4,$$

где $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ К}^4)$ — постоянная Стефана–Больцмана.

ПРОВЕРЬ СЕБЯ:

1. Тепловым излучением называют

1. электромагнитные волны, испускаемые всеми телами

2. электромагнитные волны, испускаемые черными телами

3. э-м волны, испускаемые нагретыми телами

ПРОВЕРЬ СЕБЯ:

2. Планк предположил, что атомы любого тела испускают энергию...

1. непрерывно
2. отдельными порциями
3. способами, указанными в 1 и 2 в зависимости от условий
4. атомы вообще не испускают энергию, только поглощают

ПРОВЕРЬ СЕБЯ

3. Фотон - это

1. частица, не имеющая массы покоя, обладающая зарядом, энергией, импульсом

2. частица, имеющая массу покоя, эл. заряд, не обладающая энергией, импульсом

3. частица, не имеющая массы покоя и заряд, но обладающая энергией и импульсом

ПРОВЕРЬ СЕБЯ

4. Какие из утверждений о свойствах фотона правильны

1. фотон является частицей Э-м поля

2. фотон движется со скоростью, меньшей скорости света

3. фотон существует только в движении

1) только 1,3 2) 1,2,3

3) только 1,2 4) только 2,3

РЕШИ ЗАДАЧУ

1. Определите энергию

Фотона видимого света с длиной волны 500 нм.

2. Определите массу фотона фиолетового света с длиной волны 400 нм.

3. Определите длину волны фотона, импульс которого равен импульсу электрона, пролетевшего ускоряющую разность потенциалов 4,9 В.

A repeating geometric pattern in shades of green on a white background. The pattern consists of a grid of diamonds formed by double lines. Inside each diamond is a circle, also formed by double lines. The circles and diamonds are arranged in a staggered grid.

ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ

Параграф 72, ответить на вопросы теста.
Решить задачи №1,2,3 из презентации.