

# **Тепловое излучение**

**Вступление**

**Особенности и характеристики теплового излучения**

**Закон Кирхгофа и его следствия**

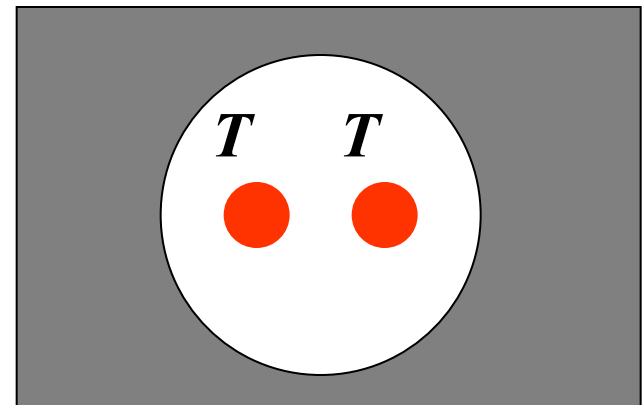
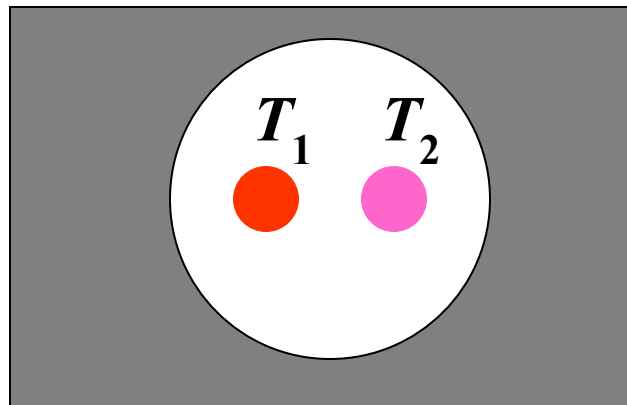
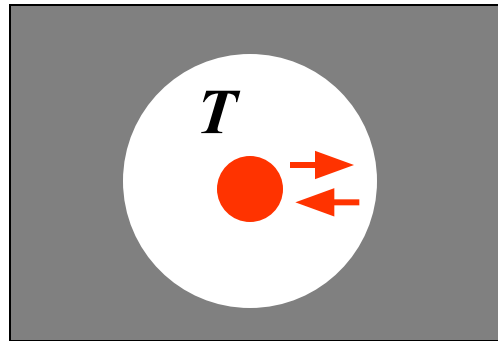
**Распределение энергии в спектре излучения**

**Теоретическое обоснование законов излучения**

**Квантовая гипотеза и формула Планка**

**Заключение**

# ОСОБЕННОСТИ ТЕПЛОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ



# ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕПЛОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

ОБЪЕМНАЯ ПЛОТНОСТЬ ЭНЕРГИИ  $w = \lim_{\Delta V \rightarrow 0} \frac{\Delta W}{\Delta V}$

СПЕКТРАЛЬНАЯ ПЛОТНОСТЬ ОБЪЕМНОЙ ПЛОТНОСТИ ЭНЕРГИИ

$$\rho(\nu, T) = \frac{dw}{d\nu}, \text{ где } dw - \text{ в диапазоне } (\nu, \nu + d\nu)$$

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ СВЕТИМОСТЬ  $R_T \quad \nu(0, \infty)$

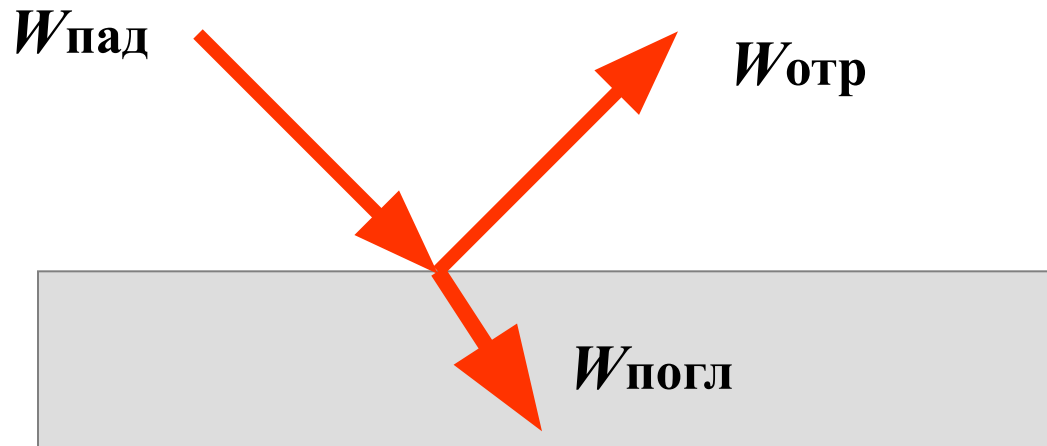
$$R_T = \int_0^{\infty} \frac{c}{4} \rho(\nu, T) d\nu$$

СПЕКТРАЛЬНАЯ ПЛОТНОСТЬ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СВЕТИМОСТИ (ИСПУСКАТЕЛЬНАЯ СПОСОБНОСТЬ)

$$r_{\nu, T} = \frac{dR_{\nu, T}}{d\nu} = \frac{c}{4} \rho(\nu, T)$$

ПОГЛОЩАТЕЛЬНАЯ СПОСОБНОСТЬ

## ПОГЛОЩАТЕЛЬНАЯ СПОСОБНОСТЬ



$$W_{\text{пад}} = W_{\text{погл}} + W_{\text{отр}} \quad 1 = \frac{W_{\text{погл}}}{W_{\text{пад}}} + \frac{W_{\text{отр}}}{W_{\text{пад}}}$$

$$a = \frac{W_{\text{погл}}}{W_{\text{пад}}} \leq 1 \quad \text{Поглощательная способность}$$

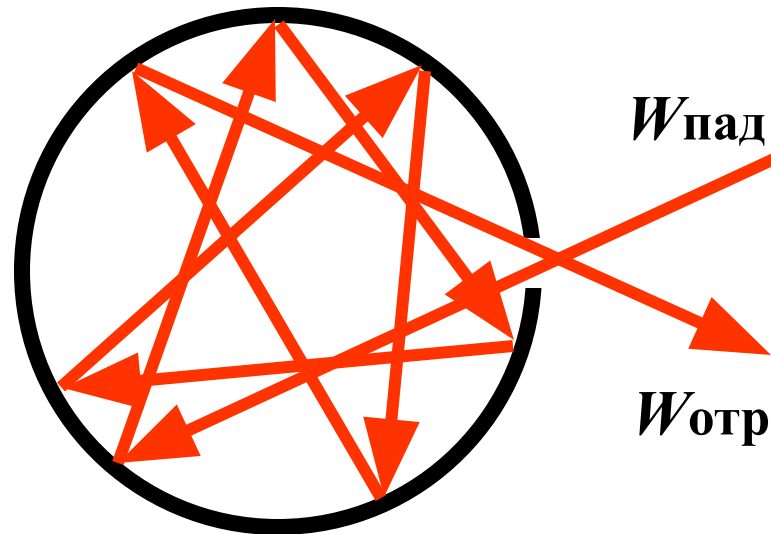
$a = 0$       Зеркальное тело

$a \leq 1, a \neq f(\nu)$       Серое тело

$a \leq 1, a = f(\nu)$       Цветное тело

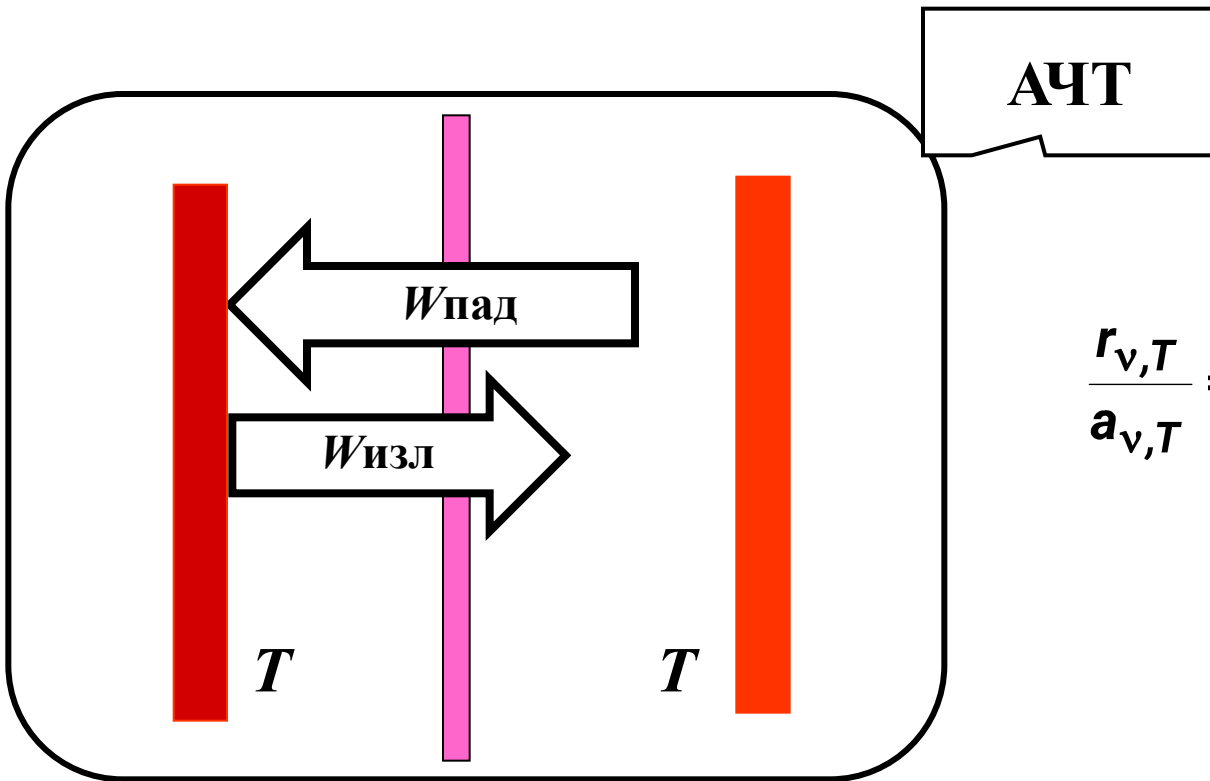
$a \equiv 1$       Абсолютно черное тело

# МОДЕЛЬ АБСОЛЮТНО ЧЕРНОГО ТЕЛА



$$W_{\text{отр}} = W_{\text{пад}}(1 - a)^n$$

# ЗАКОН КИРХГОФА



$$\frac{r_{\nu, T}}{a_{\nu, T}} = f(\nu, T) = r_{\nu, T}^*$$

$$dW_{\text{пад}} = r_{\nu, T}^* dS$$

$$dW_{\text{полг}} = a_{\nu, T} dW_{\text{пад}} = a_{\nu, T} r_{\nu, T}^* dS$$

$$dW_{\text{изл}} = r_{\nu, T} dS$$

$$dW_{\text{изл}} = dW_{\text{полг}}$$

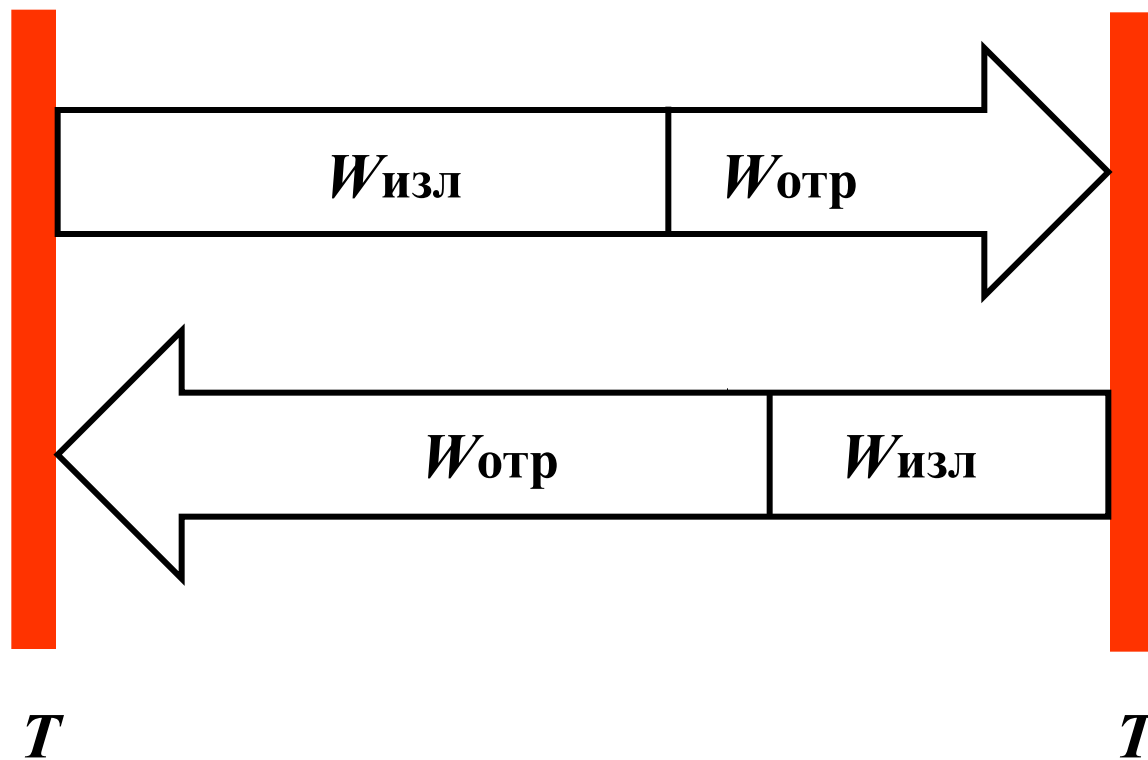
$$r_{\nu, T} dS = a_{\nu, T} r_{\nu, T}^* dS \longrightarrow$$

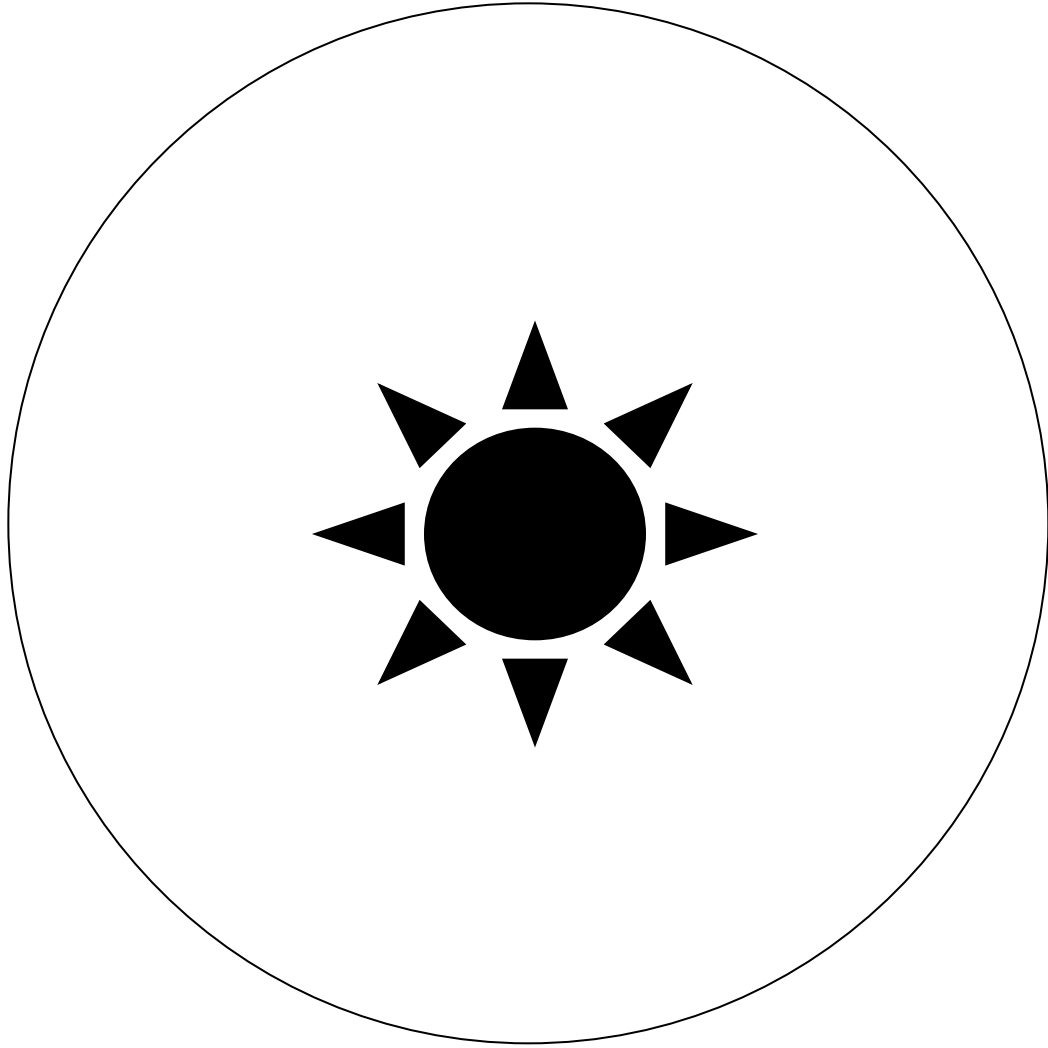
$$\frac{r_{\nu, T}}{a_{\nu, T}} = r_{\nu, T}^*$$

Светофильтр

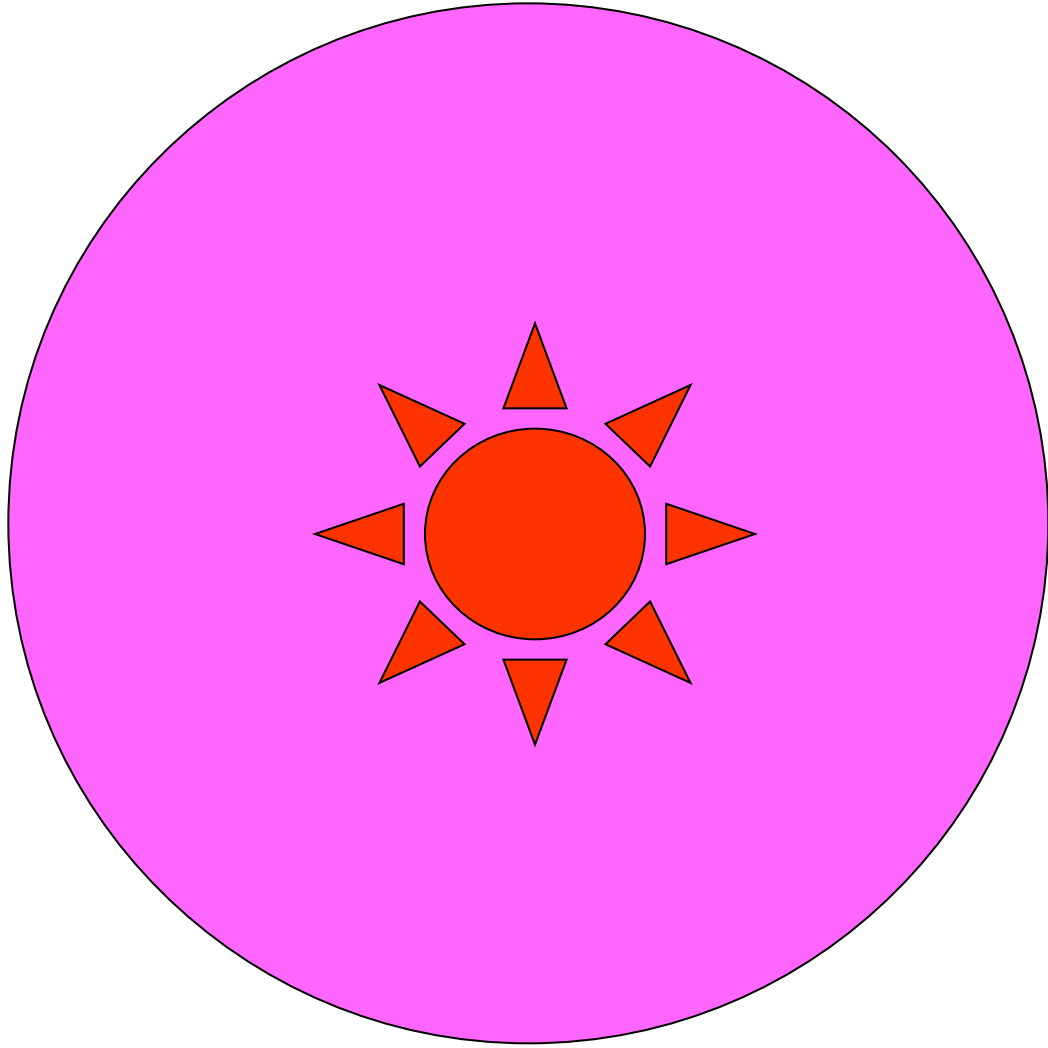
# СЛЕДСТВИЯ ЗАКОНА КИРХГОФА

$$\boxed{r_1} > \boxed{r_2}$$

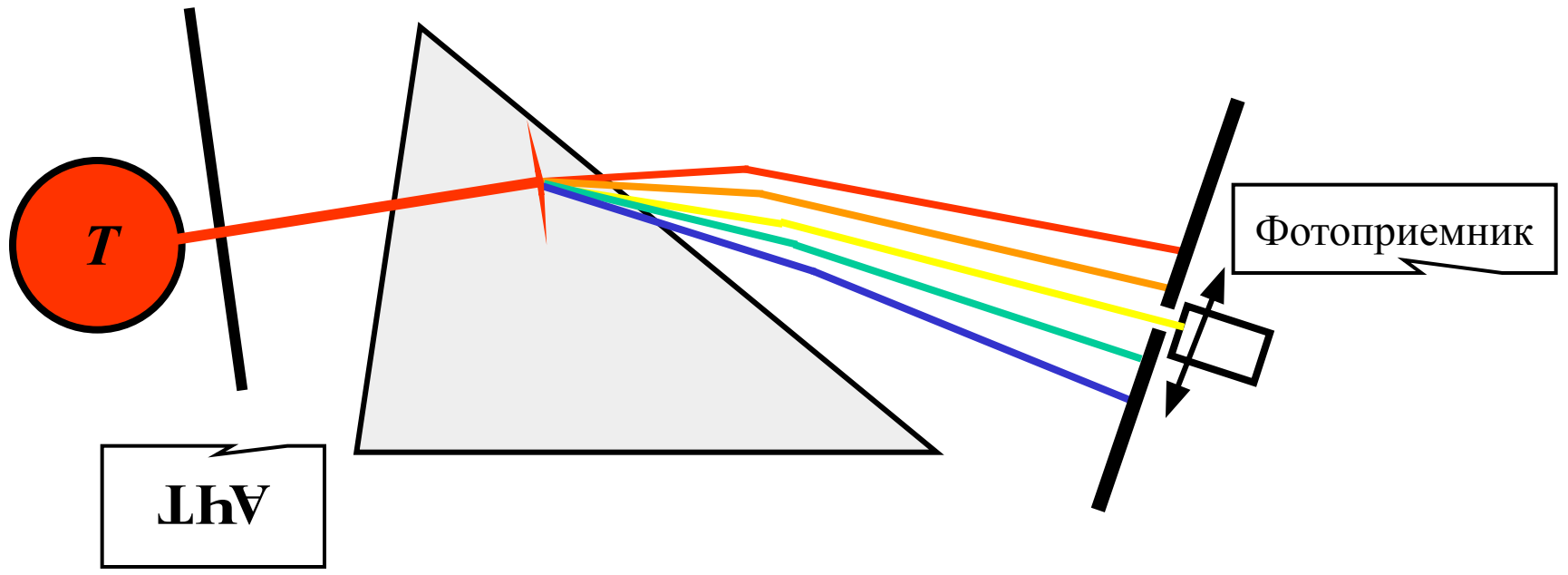


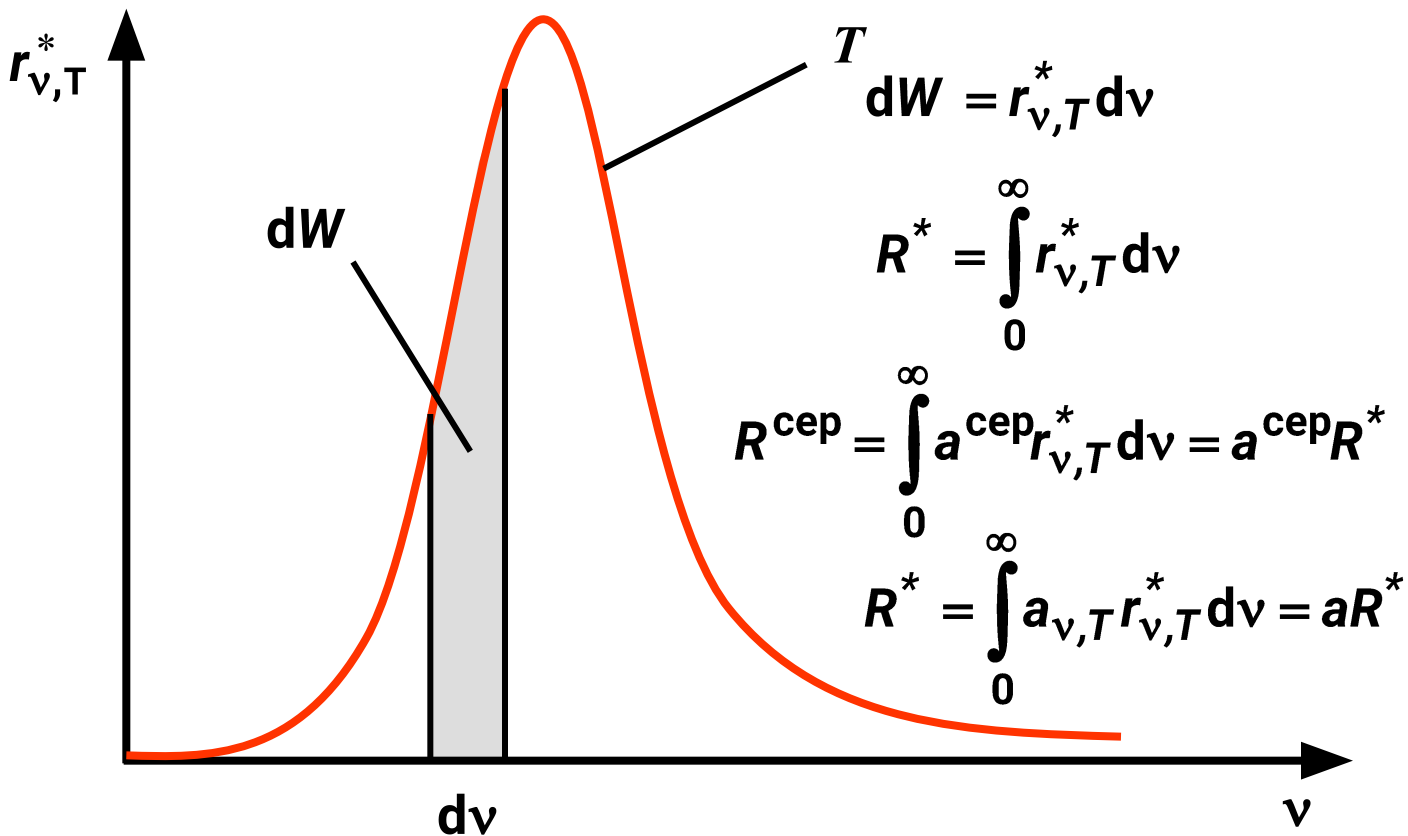






# РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭНЕРГИИ В СПЕКТРЕ ИЗЛУЧЕНИЯ

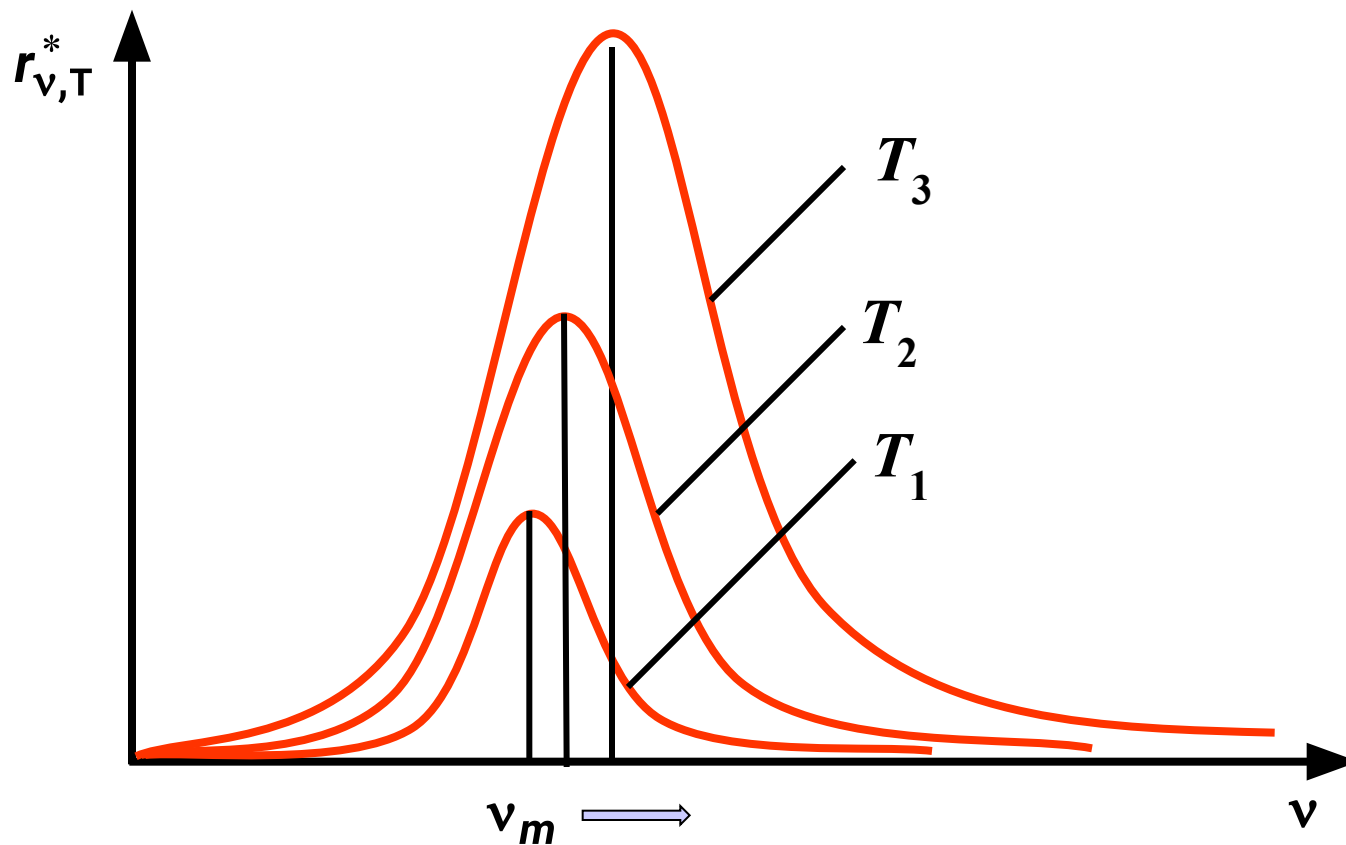




### Закон Стефана-Больцмана

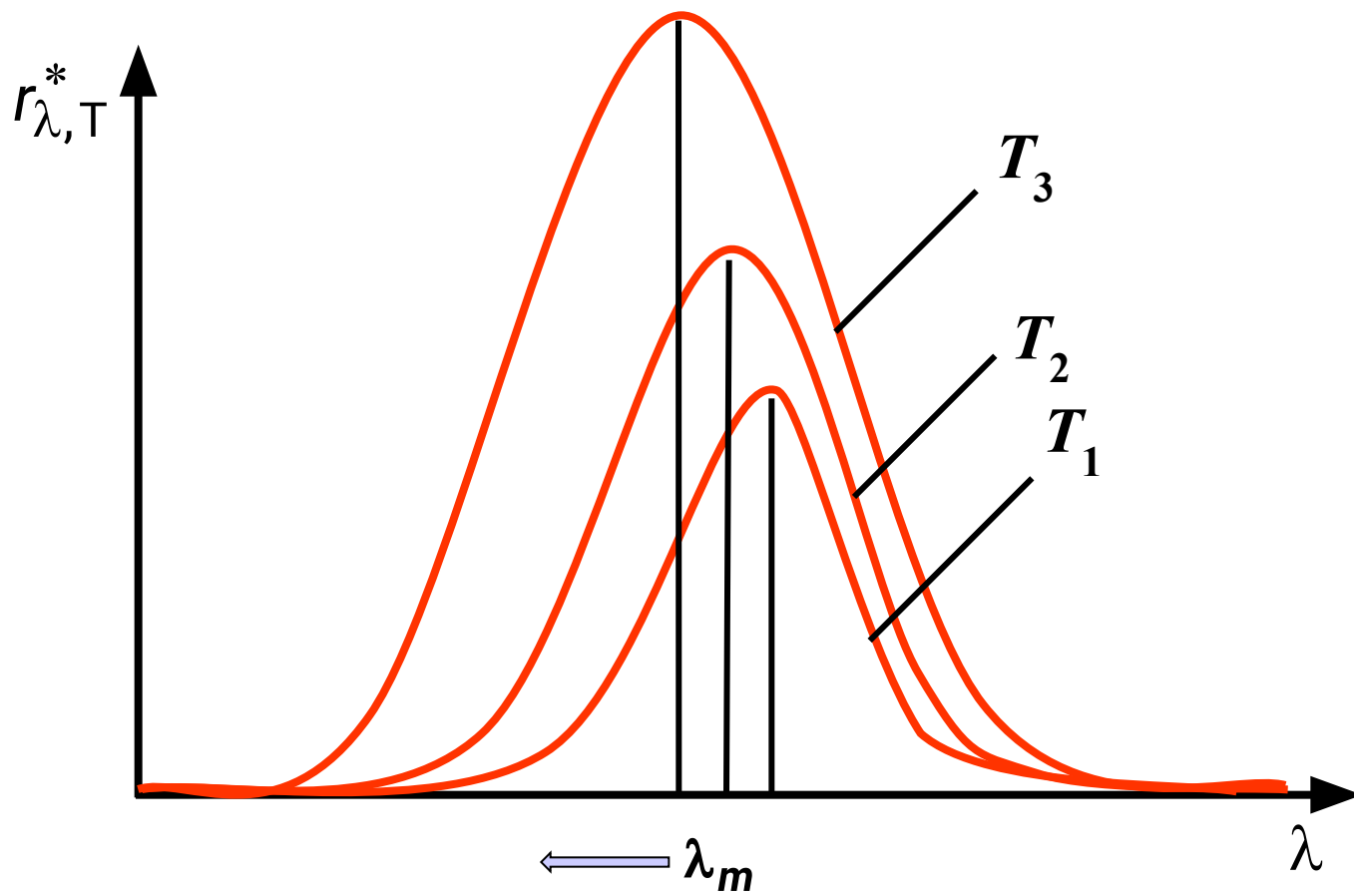
$$R^* = \sigma T^4 \quad \sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ Вт} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{К}^{-4}$$

# ЗАВИСИМОСТЬ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭНЕРГИИ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ



**Закон смещения Вина**

$$\lambda_m T = b \quad b = 2,9 \cdot 10^{-3} \text{ м} \cdot \text{К}$$



$$r_{\lambda, T}^* = \frac{c}{\lambda^2} r_{\nu, T}^*$$