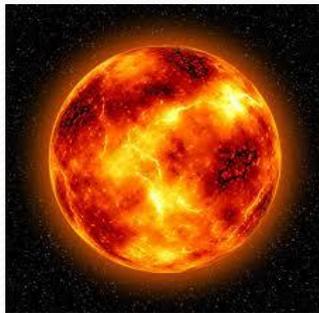


# Тепловое излучение

Выполнила студентка  
2 курса института химии  
212 группы  
Борисовская Анастасия

# Тепловое излучение

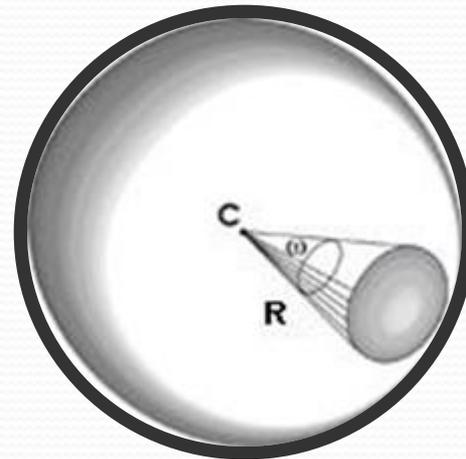
- электромагнитное излучение , возникающее за счёт внутренней энергии тела. Имеет сплошной спектр, максимум которого зависит от температуры тела. При остывании последний смещается в длинноволновую часть спектра. Тепловое излучение имеет нагретый металл, земная атмосфера.



# Основные характеристики теплового излучения

- **Энергетическая светимость** – это энергия, испускаемая в единицу времени с единицы поверхности излучающего тела во всем интервале частот по всем направлениям (в пределах телесного угла  $\omega=2\pi$  )

$$R_{\omega T} = \frac{W}{St}$$



- **Спектральная плотность энергетической светимости (испускательная способность)** – это энергия, испускаемая в единицу времени с единицы поверхности излучающего тела в узком интервале частот от  $\omega$  до  $\omega + d\omega$

$$r_{\omega T} = \frac{dR_{\omega T}}{d\omega}$$

- Энергетическая светимость связана с испускательной способностью формулой

$$R_T = \int_0^{\infty} r_{\omega T} d\omega$$

- **Поглощательная способность** – это отношение поглощенного телом потока лучистой энергии к падающему потоку этой энергии, заключенному в узком интервале частот от  $\omega$  до  $\omega + d\omega$

$$\alpha_{\omega T} = \frac{d\Phi_{\text{погл}}}{d\Phi_{\text{пад}}}$$

## Абсолютно чёрное тело

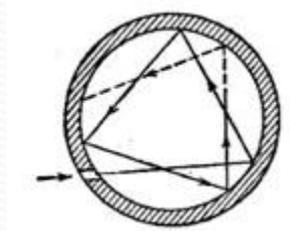
- **АЧТ** - это тело, поглощательная способность которого для всех частот и температур

$$\alpha_{\omega T} = 1$$

Сажа, черный бархат и платиновая чернь имеют поглощательную способность близкую к 1 лишь в ограниченном интервале частот



- **Модель абсолютно черного тела** – представляет собой почти замкнутую полость с малым отверстием



- **Серое тело** – это тело, для которого

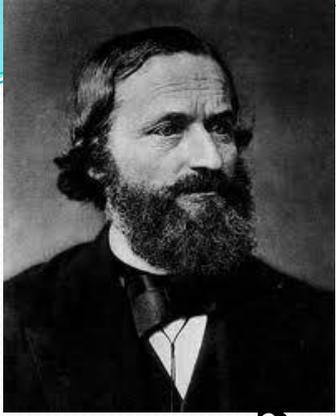
$$\alpha_{\omega T} = \alpha_T = \text{const} < 1$$

- **Абсолютно белое тело** – это тело, для которого

$$\alpha_{\omega T} = 0$$

# Густав Роберт Кирхгоф

- (нем. *Gustav Robert Kirchhoff*; 12 марта 1824, Кёнигсберг— 17 октября 1887, Берлин) — один из великих физиков XIX века.
- Родился 12 марта 1824 в Кёнигсберге; с 1842 по 1846 г. изучал математику и физику в Кёнигсбергском университете, а в 1847 году уже выступил в качестве приват-доцента в Берлине; в 1850—1854 гг., в качестве экстраординарного профессора, читал лекции в Бреславле, затем до 1874 года исполнял должность ординарного профессора в Гейдельберге, откуда в 1875 году перешёл в Берлин; в 1875 году избран членом Берлинской академии наук, с 1862 года состоял членом-корреспондентом Санкт-Петербургской академии наук. Умер в Берлине 17 октября 1887 году.



# Закон Кирхгофа

**Закон Кирхгофа:** отношение испускательной и поглотительной способностей не зависит от природы тела, оно является для всех тел одной и той же (универсальной) функцией частоты и температуры:

$$\left(\frac{r_{\omega T}}{\alpha_{\omega T}}\right)_1 = \left(\frac{r_{\omega T}}{\alpha_{\omega T}}\right)_2 = \dots = \left(\frac{r_{\omega T}}{\alpha_{\omega T}}\right)_n = f(\omega, T)$$

- Чем больше испускательная способность тела, тем больше и его поглощательная способность. Это означает, что тело сильнее поглощающее какие-либо лучи будет эти лучи сильнее и испускать.

# Йозеф Стефан

- (нем. *Joseph Stefan*, 24 марта 1835, Санкт-Пёльтен— 7 января 1893, Вена) — австрийский физик и математик. Член Австрийской академии наук (1865).
- Стефан родился в Санкт-Пёльтене в семье этнических словенцев. Окончил гимназию в Клагенфурте и подумывал о вступлении в орден бенедиктинцев, однако решил заниматься физикой и математикой и поступил в Венский университет, который окончил в 1857. Впоследствии преподавал в университете (с 1863 — профессор кафедры высшей математики и физики), являлся директором Института экспериментальной физики (с 1866), ректором университета (1876-1877), вице-президентом Австрийской академии наук.
- Имя Стефана носит крупнейший исследовательский институт в Словении.

# Лю́двиг Бо́льцман

- (нем. *Ludwig Eduard Boltzmann*, 20 февраля 1844, Вена, Австрийская империя — 5 сентября 1906, Дуино, Италия) — австрийский физик-теоретик, основатель статистической механики и молекулярно-кинетической теории. Член Австрийской академии наук (1895), член-корреспондент Петербургской академии наук (1899) и ряда других.

# Закон Стефана-Больцмана

- Стефан (1879), анализируя экспериментальные данные, пришел к выводу, *что энергетическая светимость любого тела пропорциональна четвертой степени абсолютной температуры.* Больцман (1884), исходя из термодинамических соображений, получил для энергетической светимости абсолютно черного тела

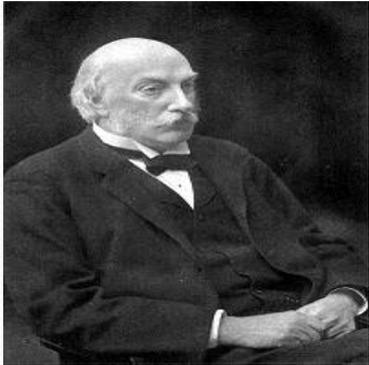


$$R_T = \int_0^{\infty} r_{\omega T} d\omega = \int_0^{\infty} f(\omega, T) d\omega = \sigma T^4$$



- **Закон Стефана - Больцмана:** Энергетическая светимость абсолютно черного тела пропорциональна четвертой степени абсолютной температуры:  
$$R_T = \sigma T^4$$
- где -  $\sigma_0 = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}^4)$  постоянная Стефана-Больцмана.
- **Внимание!** К нечерным телам закон не применим.

# Стретт, Джон Уильям (лорд Рэлей)



- (англ. *John Strutt, 3rd Baron Rayleigh*) (12 ноября, 1842— 30 июня, 1919) —

британский физик и механик, открывший (с Уильямом Рамзае) газ аргон и получивший за это Нобелевскую премию по физике в 190 году. Открыл также явление, ныне называемое рассеянием Рэля и предсказал существование поверхностных волн, которые также называются волнами Рэля. Член Лондонского королевского общества (1873), его президент в 1905—1908 гг.

# Джеймс Хопвуд Джинс



● (англ. *James Hopwood*

*Jeans*, 11 сентября 1877, Лондон, Великобритания — 16 сентября 1946, Доркинг, Великобритания) — британский физик-теоретик, астроном, математик. В 1900 окончил Тринити-колледж Кембриджского университета, затем преподавал там. В 1904 году начал работу в Принстонском университете в США как профессор прикладной математики, но в 1910 году вернулся в Кембридж.

- В 1923—1944 годах — сотрудник обсерватории Маунт-Вилсон в США, в 1935—1946 годах — профессор астрономии Королевской ассоциации в Лондоне.

# Формула Рэля-Джинса и понятие об «ультрафиолетовой катастрофе»

- Рэлей и Джинс, исходя из теоремы классической статистики о равномерном распределении энергии по степеням свободы, приписали каждому электромагнитному колебанию энергию, равную  $kT$  и получили выражение для испускательной способности абсолютно черного тела, которое называют формулой Рэля-Джинса

$$f(\omega, T) = \frac{\omega^2}{4\pi^2 c^2} kT$$

- Формула удовлетворительно согласуется с экспериментальными данными при больших длинах волн и резко расходится с опытом для малых длин волн (ультрафиолетовая часть спектра)

Этот результат и получил название *ультрафиолетовой катастрофы*.

$$R_T = \int_0^{\infty} f(\omega, T) d\omega = \int_0^{\infty} \frac{\omega^2}{4\pi^2 c^2} kT d\omega = \infty$$

