1) **Закон Стефана — Больцмана** — интегральный закон излучения [абсолютно чёрного тела](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%B1%D1%81%D0%BE%D0%BB%D1%8E%D1%82%D0%BD%D0%BE_%D1%87%D1%91%D1%80%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%82%D0%B5%D0%BB%D0%BE). Определяет зависимость плотности мощности излучения абсолютно чёрного тела от его [температуры](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D0%BC%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%82%D1%83%D1%80%D0%B0).

В словесной форме закон может быть сформулирован следующим образом[[1]](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B0%D0%BA%D0%BE%D0%BD_%D0%A1%D1%82%D0%B5%D1%84%D0%B0%D0%BD%D0%B0_%E2%80%94_%D0%91%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D1%86%D0%BC%D0%B0%D0%BD%D0%B0#cite_note-1):

Полная объёмная плотность равновесного излучения и полная испускательная способность абсолютно чёрного тела пропорциональна четвёртой степени его температуры.

Математически выражается в следующей форме для объёмной плотности равновесного излучения r:

r=a T^4,

где a — некая универсальная константа, T — температура абсолютно чёрного тела.

Для полной испускательной способности u закон имеет вид:

u=\sigma T^4,

где \sigma — [постоянная Стефана — Больцмана](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%8F%D0%BD%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%A1%D1%82%D0%B5%D1%84%D0%B0%D0%BD%D0%B0_%E2%80%94_%D0%91%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D1%86%D0%BC%D0%B0%D0%BD%D0%B0), которая может быть выражена через фундаментальные константы путём интегрирования по всем частотам [формулы Планка](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%BE%D1%80%D0%BC%D1%83%D0%BB%D0%B0_%D0%9F%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%BA%D0%B0)[[2]](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B0%D0%BA%D0%BE%D0%BD_%D0%A1%D1%82%D0%B5%D1%84%D0%B0%D0%BD%D0%B0_%E2%80%94_%D0%91%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D1%86%D0%BC%D0%B0%D0%BD%D0%B0#cite_note-2):

\sigma=\frac{8\pi^5k^4}{15c^3h^3},

где h — [постоянная Планка](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%8F%D0%BD%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%9F%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%BA%D0%B0), k — [постоянная Больцмана](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%8F%D0%BD%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%91%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D1%86%D0%BC%D0%B0%D0%BD%D0%B0), c — [скорость света](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BA%D0%BE%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C_%D1%81%D0%B2%D0%B5%D1%82%D0%B0).

Численно постоянная Стефана — Больцмана равна

\sigma=5{,}670\ 367(13)\cdot 10^{-8}Дж·с−1·м−2 · К−4.[[3]](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B0%D0%BA%D0%BE%D0%BD_%D0%A1%D1%82%D0%B5%D1%84%D0%B0%D0%BD%D0%B0_%E2%80%94_%D0%91%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D1%86%D0%BC%D0%B0%D0%BD%D0%B0#cite_note-3)

Закон открыт сначала эмпирически [Й. Стефаном](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%82%D0%B5%D1%84%D0%B0%D0%BD,_%D0%99%D0%BE%D0%B7%D0%B5%D1%84) в 1879 году, и через пять лет выведен теоретически [Л. Больцманом](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D1%86%D0%BC%D0%B0%D0%BD,_%D0%9B%D1%8E%D0%B4%D0%B2%D0%B8%D0%B3) в предположении пропорциональности плотности энергии излучения его давлению p=\rho/3.

Важно отметить, что закон говорит только об общей излучаемой энергии. Распределение энергии по [спектру](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BF%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80) излучения описывается [формулой Планка](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%BE%D1%80%D0%BC%D1%83%D0%BB%D0%B0_%D0%9F%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%BA%D0%B0), в соответствии с которой в спектре имеется единственный максимум, положение которого определяется [законом Вина](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B0%D0%BA%D0%BE%D0%BD_%D1%81%D0%BC%D0%B5%D1%89%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F_%D0%92%D0%B8%D0%BD%D0%B0).

Применение закона к расчёту [эффективной температуры](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D1%84%D1%84%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%82%D1%83%D1%80%D0%B0) поверхности [Земли](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B5%D0%BC%D0%BB%D1%8F) даёт оценочное значение, равное 249 К или −24 °C.

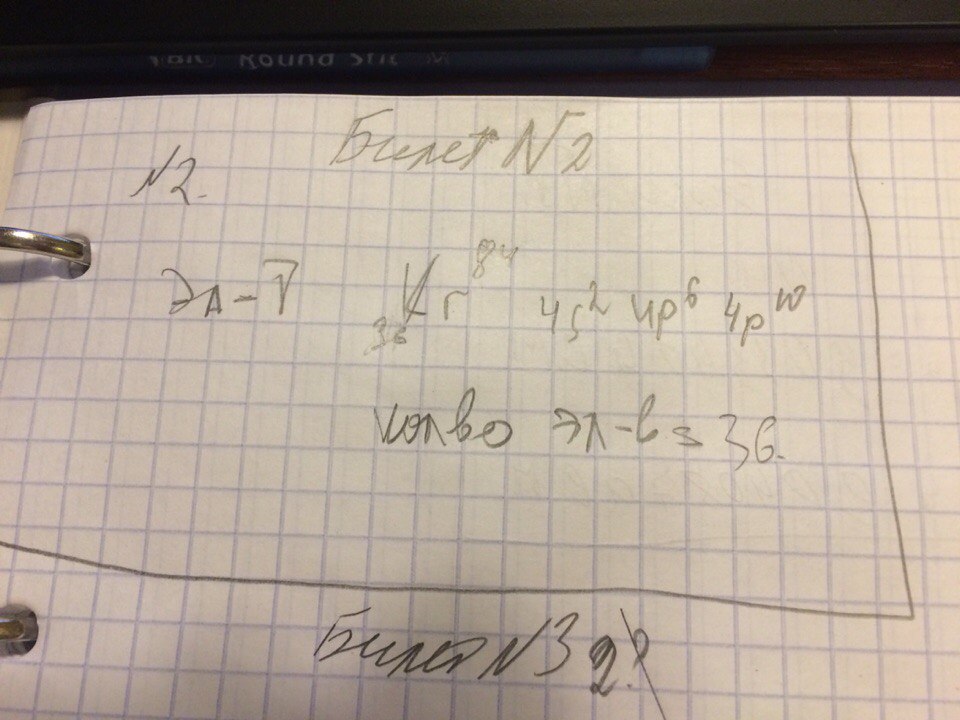
**Формула Планка** — выражение для [спектральной плотности](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BF%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%BF%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C) [мощности излучения](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%BA_%D0%B8%D0%B7%D0%BB%D1%83%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F) (спектральной плотности энергетической светимости) [абсолютно чёрного тела](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%B1%D1%81%D0%BE%D0%BB%D1%8E%D1%82%D0%BD%D0%BE_%D1%87%D1%91%D1%80%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%82%D0%B5%D0%BB%D0%BE), которое было получено [Максом Планком](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D0%BA%D1%81_%D0%9F%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%BA) для плотности энергии излучения u(\omega, T): u(\omega,T) =\frac{ \omega^2}{\pi^2c^3}\frac{\hbar\omega}{ e^{\frac{\hbar\omega}{kT}}-1}

Формула Планка («форма» зависимости u от частоты и температуры) первоначально была «выведена» эмпирически. Формула Планка была получена после того, как стало ясно, что формула [Рэлея—Джинса](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B0%D0%BA%D0%BE%D0%BD_%D0%A0%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D1%8F_%E2%80%94_%D0%94%D0%B6%D0%B8%D0%BD%D1%81%D0%B0), которая следует из классической теории электромагнитного поля, удовлетворительно описывает излучение только в области длинных волн. С убыванием длин волн формула Рэлея—Джинса сильно расходится с эмпирическими данными. Более того, в пределе она даёт расхождение — бесконечную энергию излучения ([ультрафиолетовая катастрофа](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A3%D0%BB%D1%8C%D1%82%D1%80%D0%B0%D1%84%D0%B8%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%8F_%D0%BA%D0%B0%D1%82%D0%B0%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D1%84%D0%B0)). В связи с этим Планк в 1900 году сделал предположение, противоречащее классической физике, о том, что электромагнитное излучение испускается в виде отдельных порций энергии ([квантов](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D1%82)), величина которых связана с частотой излучения выражением:

![
\varepsilon = \hbar \omega
](data:image/png;base64,iVBORw0KGgoAAAANSUhEUgAAADoAAAAOCAMAAABJjv+hAAAANlBMVEX///8wMDA5OTktLS0iIiIWFhaenp50dHRiYmKKiorm5ua2trZAQEAEBAQMDAxQUFDMzMwAAADHsSlUAAAAAXRSTlMAQObYZgAAAAlwSFlzAAAOxAAADsQBlSsOGwAAANJJREFUKBWNUtESwyAIsxuIIq36/z+7yOr24rXloXfGhBBsCE+qUbcnvCWn5yV8C2Z795dZuSWuCOlYoY8wWkdt9diP9dWvbc+Sa8JR64kZFM2KhpDbhPhfNKXFF9zBS5NXGSIAd5WGSjtkw9lLNyApy93uPGrez+GiDDGa/Pp8uy2//qoGHxfZGDqWEOfwp8b+UXlmLWPesOOv8CU5jC3JN+plYH/V0oMKgZdGZoF/M5y0Xko9qjBsjGSjyjL2i6H54CG/KI64VJIYlPdNlTrB+AMw6Aauru8zfAAAAABJRU5ErkJggg==)

Коэффициент пропорциональности \hbar впоследствии назвали [постоянной Планка](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%8F%D0%BD%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%9F%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%BA%D0%B0), \hbar = 1,054 · 10−27 эрг·с. Это предположение позволило объяснить наблюдаемый [спектр излучения](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BC%D0%B8%D1%81%D1%81%D0%B8%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D1%81%D0%BF%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80) теоретически.

Правильность формулы Планка подтверждается не только непосредственной эмпирической проверкой, но и следствиями из данной формулы, в частности из неё следует [закон Стефана-Больцмана](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B0%D0%BA%D0%BE%D0%BD_%D0%A1%D1%82%D0%B5%D1%84%D0%B0%D0%BD%D0%B0-%D0%91%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D1%86%D0%BC%D0%B0%D0%BD%D0%B0), также эмпирически подтверждённый.

**2)**

3) **Радиоакти́вный распа́д** (от [лат.](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%BD%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%8F%D0%B7%D1%8B%D0%BA) *radius* «луч» и *āctīvus* «действенный») — спонтанное изменение состава ([заряда](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B0%D1%80%D1%8F%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B5_%D1%87%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%BE) *Z*, [массового числа](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D1%81%D1%81%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B5_%D1%87%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%BE) *A*) или внутреннего строения нестабильных [атомных ядер](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%8F%D0%B4%D1%80%D0%BE) путём испускания[элементарных частиц](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B0%D1%80%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%87%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B8%D1%86%D0%B0), гамма-квантов и/или [ядерных фрагментов](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BB%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%80%D0%B0%D0%B4%D0%B8%D0%BE%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C)[[1]](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D0%B4%D0%B8%D0%BE%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D1%80%D0%B0%D1%81%D0%BF%D0%B0%D0%B4#cite_note-.D0.A4.D0.AD-1). Процесс радиоактивного распада также называют **радиоакти́вностью**, а соответствующие ядра (нуклиды, изотопы и химические элементы) радиоактивными. Радиоактивными называют также вещества, содержащие радиоактивные ядра.

Альфа-распадом называют самопроизвольный распад атомного ядра на дочернее ядро и α-частицу (ядро атома [4He](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D0%B9-4)).

Альфа-распад, как правило, происходит в тяжёлых ядрах с [массовым числом](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D1%81%D1%81%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B5_%D1%87%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%BE) А ≥ 140 (хотя есть несколько исключений). Внутри тяжёлых ядер за счёт свойства насыщения ядерных сил образуются обособленные [α-частицы](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BB%D1%8C%D1%84%D0%B0-%D1%87%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B8%D1%86%D0%B0), состоящие из двух протонов и двух нейтронов. Образовавшаяся α-частица подвержена большему действию кулоновских сил отталкивания от протонов ядра, чем отдельные протоны. Одновременно α-частица испытывает меньшее ядерное притяжение к нуклонам ядра, чем остальные нуклоны. Образовавшаяся альфа-частица на границе ядра отражается от потенциального барьера внутрь, однако с некоторой вероятностью она может преодолеть его (см. [Туннельный эффект](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%83%D0%BD%D0%BD%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D1%8D%D1%84%D1%84%D0%B5%D0%BA%D1%82)) и вылететь наружу. С уменьшением энергии альфа-частицы проницаемость потенциального барьера очень быстро (экспоненциально) уменьшается, поэтому [время жизни](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%80%D0%B5%D0%BC%D1%8F_%D0%B6%D0%B8%D0%B7%D0%BD%D0%B8) ядер с меньшей доступной энергией альфа-распада при прочих равных условиях больше.

Правило смещения Содди для α-распада:

{}_{Z}^{A}{\textrm {X}}\rightarrow {}_{Z-2}^{A-4}{\textrm {Y}}+{}_{2}^{4}{\textrm {He}}.

Пример (альфа-распад [урана-238](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A3%D1%80%D0%B0%D0%BD-238) в торий-234):

{}_{92}^{238}{\textrm {U}}\rightarrow {}_{90}^{234}{\textrm {Th}}+{}_{2}^{4}{\textrm {He}}.

В результате α-распада атом смещается на 2 клетки к началу [таблицы Менделеева](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0_%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%BE%D0%B2) (то есть заряд ядра Z уменьшается на 2), массовое число дочернего ядра уменьшается на 4.

4)