

Закон Стефана-Больцмана

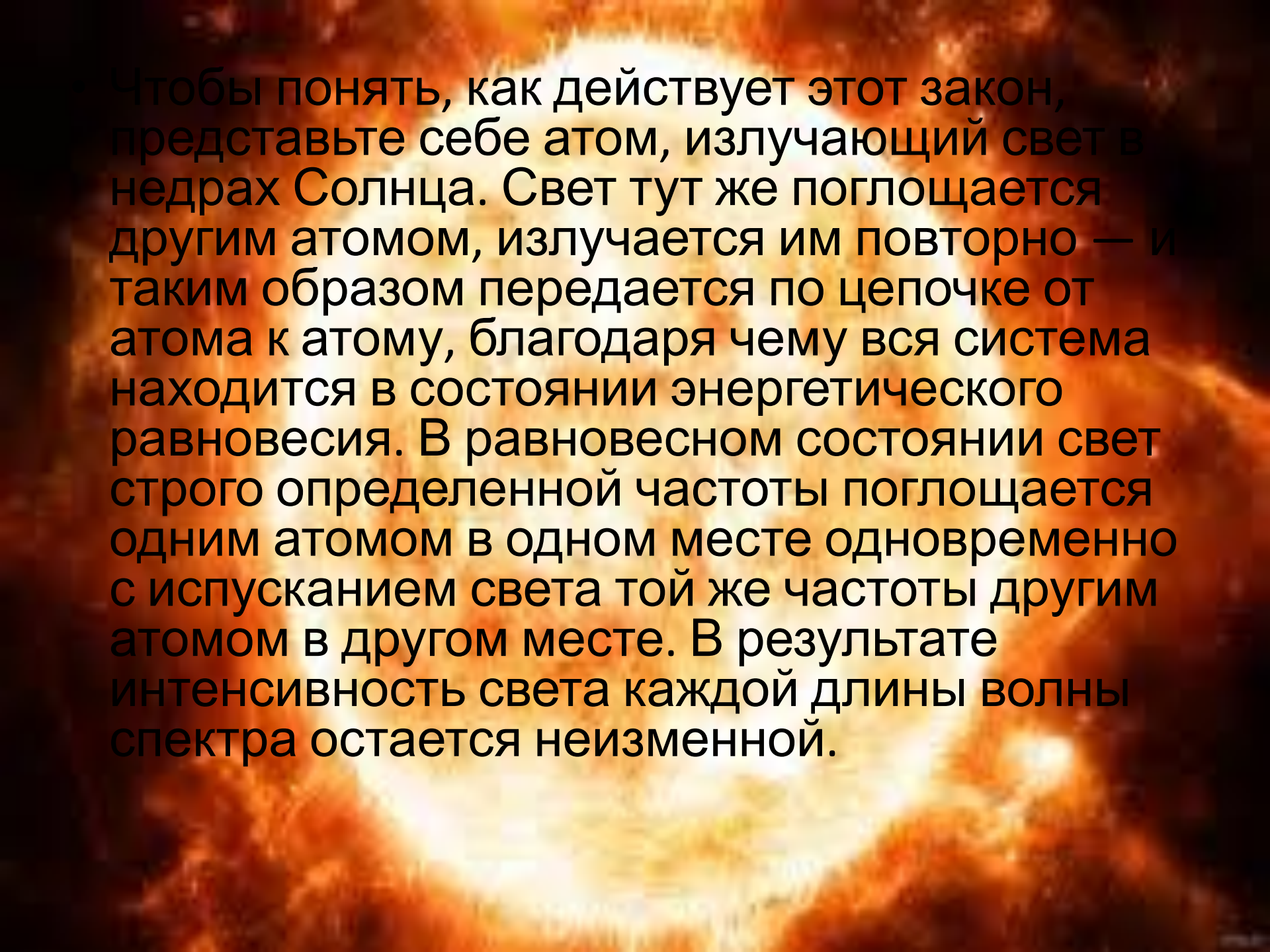
Нагретые тела излучают энергию в виде электромагнитных волн различной длины. Когда мы говорим, что тело «раскалено докрасна», это значит, что его температура достаточно высока, чтобы тепловое излучение происходило в видимой, световой части спектра. На атомарном уровне излучение становится следствием испускания фотонов возбужденными атомами

Закон, описывающий зависимость энергии теплового излучения от температуры, был получен на основе анализа экспериментальных данных австрийским физиком Йозефом Стефаном



- и теоретически обоснован также австрийцем Людвигом Больцманом





Чтобы понять, как действует этот закон, представьте себе атом, излучающий свет в недрах Солнца. Свет тут же поглощается другим атомом, излучается им повторно — и таким образом передается по цепочке от атома к атому, благодаря чему вся система находится в состоянии энергетического равновесия. В равновесном состоянии свет строго определенной частоты поглощается одним атомом в одном месте одновременно с испусканием света той же частоты другим атомом в другом месте. В результате интенсивность света каждой длины волны спектра остается неизменной.

- Температура внутри Солнца падает по мере удаления от его центра. Поэтому, по мере движения по направлению к поверхности, спектр светового излучения оказывается соответствующим более высоким температурам, чем температура окружающей среды. В результате, при повторном излучении, согласно закону Стефана—Больцмана, оно будет происходить на более низких энергиях и частотах, но при этом, в силу закона сохранения энергии, будет излучаться большее число фотонов. Таким образом, к моменту достижения им поверхности спектральное распределение будет соответствовать температуре поверхности Солнца (около 5 800 K), а не температуре в центре Солнца (около 15 000 000 K).

- Энергия, поступившая к поверхности Солнца (или к поверхности любого горячего объекта), покидает его в виде излучения. Закон Стефана—Больцмана как раз и говорит нам, какова излученная энергия. Этот закон записывается так:
 - $E = \sigma T^4$
 - где T — температура (в кельвинах), а σ — *постоянная Больцмана*. Из формулы видно, что при повышении температуры светимость тела не просто возрастает — она возрастает в значительно большей степени. Увеличьте температуру вдвое, и светимость возрастет в 16 раз!

- Итак, согласно этому закону любое тело, имеющее температуру выше абсолютного нуля, излучает энергию. Так почему, спрашивается, все тела давно не остыли до абсолютного нуля? Почему, скажем, лично ваше тело, постоянно излучая тепловую энергию в инфракрасном диапазоне, характерном для температуры человеческого тела (чуть больше 300 К), не остывает?
- Ответ на этот вопрос, на самом деле, состоит из двух частей. Во-первых, с пищей вы получаете энергию извне, которая в процессе метаболического усвоения пищевых калорий организмом преобразуется в тепловую энергию, восполняющую потери вашим телом энергии в силу закона Стефана—Больцмана. Умершее теплокровное весьма быстро остывает до температуры окружающей среды, поскольку энергетическая подпитка его тела прекращается.

- Еще важнее, однако, тот факт, что закон распространяется на все без исключения тела с температурой выше абсолютного нуля. Поэтому, отдавая свою тепловую энергию окружающей среде, не забывайте, что и тела, которым вы отдаете энергию, — например, мебель, стены, воздух, — в свою очередь излучают тепловую энергию, и она передается вам. Если окружающая среда холоднее вашего тела (как чаще всего бывает), ее тепловое излучение компенсирует лишь часть тепловых потерь вашего организма, и он восполняет дефицит за счет внутренних ресурсов. Если же температура окружающей среды близка к температуре вашего тела или выше нее, вам не удастся избавиться от избытка энергии, выделяющейся в вашем организме в процессе метаболизма посредством излучения. И тут включается второй механизм. Вы начинаете потеть, и вместе с капельками пота через кожу покидают ваше тело излишки теплоты.

- В вышеприведенной формулировке закон Стефана—Больцмана распространяется только на абсолютно черное тело, поглощающее всё попадающее на его поверхность излучение. Реальные физические тела поглощают лишь часть лучевой энергии, а оставшаяся часть ими отражается, однако закономерность, согласно которой удельная мощность излучения с их поверхности пропорциональна T^4 , как правило, сохраняется и в этом случае, однако постоянную Больцмана в этом случае приходится заменять на другой коэффициент, который будет отражать свойства реального физического тела. Такие константы обычно определяются экспериментальным путем.