

12-й школьный класс

12. ТЕРМОДИНАМИКА МИКРО И МАКРОМИРА

12.1. Вводная часть

Термодинамика макромира освоена давно и изучена основательно. Термодинамика микромира только разрабатывается. Их объединяют фундаментальные понятия тепло и температура, чёткий физический смысл которых появился лишь в начале рождения термодинамики микромира. В результате появилась возможность установить связь между термодинамиками макро – и микромира.

В Физическом энциклопедическом словаре написано: «Термодинамика – наука о наиболее общих свойствах макроскопических физических систем, находящихся в состоянии термодинамического равновесия, и о процессах перехода между этими состояниями». Поскольку основой любых макроскопических систем являются обитатели микромира, то термодинамика макромира должна иметь связь с термодинамикой микромира. Попробуем установить эту связь.

Термодинамика макромира использует ряд специфических понятий. Первое из них - «Первое начало термодинамики», которое устанавливает эквивалентность теплоты и работы и позволяет сравнивать их количества в одних и тех же единицах. Из этого начала следует невозможность создания так называемого «вечного двигателя», под которым стали понимать процесс, рождающий энергии больше, чем затрачено на его реализацию. Это следствие было признано всеобщим и явилось главным тормозом развития физики и химии. Тормоз этот называется законом сохранения энергии.

Ошибочность закона сохранения энергии, как критерия для оценки баланса между затрачиваемой и вырабатываемой энергией сохранялась так долго потому, что он базировался на ошибочном законе баланса мощности в электрических цепях с разной скважностью импульсов. Теперь этот закон – закон связи скважности импульсов напряжения и тока с реализуемой электрической мощностью открыт, и его достоверность доказана теоретически и экспериментально.

Оказалось, что при импульсном воздействии на ионы и кластеры воды затраты энергии на её нагревание зависят от скважности импульсов и могут быть значительно меньше получаемой при этом тепловой энергии. Это явно противоречит закону сохранения энергии в его существующей формулировке и отрицает достоверность «Первого начала термодинамики». Однако указанный эффект оставался не выявленным, так как он реализуется только тогда, когда первичный источник электричества генерирует импульсы напряжения и тока с той же скважностью, с какой работает потребитель этих импульсов. Поскольку все первичные источники электричества, включая батареи, генерируют напряжение непрерывно, то энергетическая

эффективность процесса нагревания воды оставалась не выявленной и нереализованной.

Вторым специфическим понятием Термодинамики макромира ущеется понятие «Второе начало термодинамики». Физическую суть этого понятия наиболее удачно отразил Р. Клаузиус в 1850 г. Она заключается в том, что невозможен процесс, при котором теплота переходила бы самопроизвольно от тел более холодных к телам более нагретым. Далее мы приведём математическую модель этого закона и детально опишем причины, реализующие его в реальной действительности. Новая теория микромира усиливает достоверность и значимость «Второго начала термодинамики».

Выявление особенностей Термодинамики микромира начнём с ущеелиза закона излучения абсолютно Черного тела, открытого Максом Планком в начале XX века.

12.2. Закон излучения абсолютно черного тела – закон классической физики

Известно, что в конце 19 века было объявлено, что законы классической физики успешно работают только в макромире, а в микромире работают другие – квантовые законы. Эта точка зрения была господствующей в течение всего XX века. И вот теперь, когда мы на базе законов классической физики выявили модели фотона, электрона, протона, нейтрона и принципы формирования ядер, атомов и молекул, то возникает вопрос: а не ошиблись ли физики прошлых поколений, похоронив возможности ущеесической физики решать задачи микромира? Чтобы ответить на этот вопрос, давайте внимательно проанализируем истоки недоверия к классической физике при поиске приемлемого варианта интерпретации экспериментальной информации об излучении абсолютно черного тела (рис. 96).

Все началось с установления закона излучения абсолютно черного тела (рис. 96). Вывод математической модели этого закона (83), выполненный Максом Планком в начале XX века, базировался на понятиях и представлениях, которые, как считалось, противоречат законам классической физики. Требовалась научная проверка достоверности этого факта, но делать её было некому. Новая физика и новая химия были названы квантовыми.

Планк ввел в математическую модель своего закона излучения абсолютно черного тела (83) константу h с размерностью механического действия, что явно противоречило представлениям о волновой природе электромагнитного излучения.

$$\rho_{\nu} = \frac{8\pi\nu^2}{c^3} \cdot \frac{h}{e^{h\nu/kT} - 1} \cdot \quad (84)$$

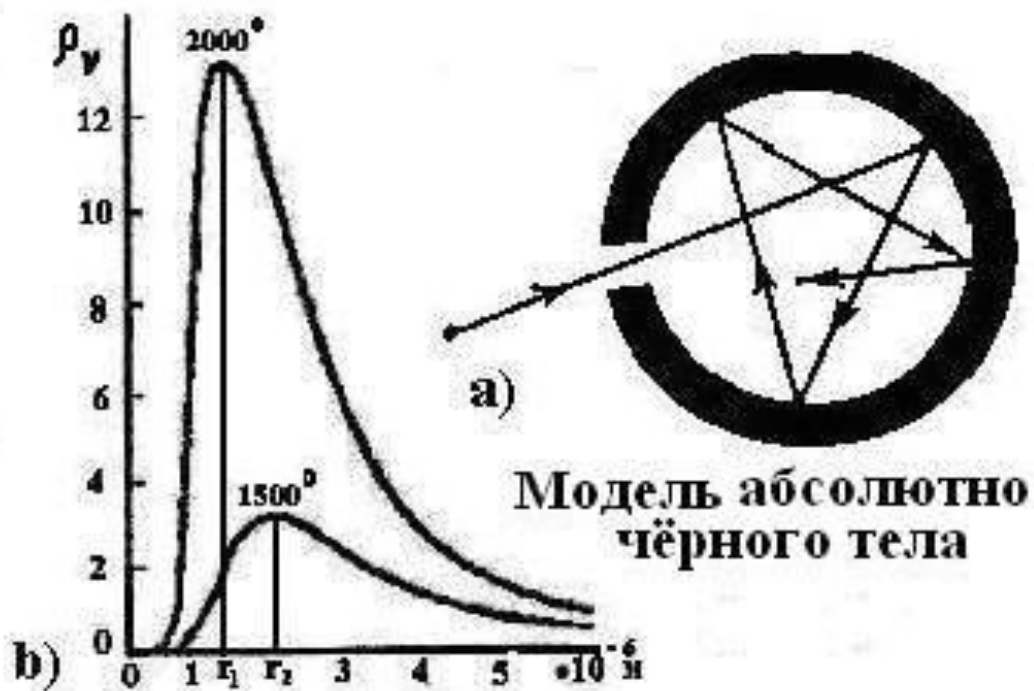


Рис. 122. а) графическая модель абсолютно черного тела;
 б) – зависимость плотности излучения абсолютно чёрного тела от
 длины волны, излучаемых фотонов

Чтобы получить математическую модель, которая описывала бы весь спектр электромагнитного излучения абсолютно черного тела (рис. 122, а), Макс Планк постулировал, что излучение идет не непрерывно, а порциями так, что энергия E каждой излученной порции оказывается равной

$$E = h \cdot \nu. \quad (85)$$

Величина h - константа с механической размерностью действия. Причем, смысл этого действия в то время был совершенно неясен. Тем не менее, математическая модель (85), полученная Планком, достаточно точно описывала экспериментальные закономерности (рис. 122, б) излучения абсолютно черного тела (рис. 122, а).

Несовместимость непрерывного волнового процесса излучения с парциальным процессом явилась веским основанием для признания кризиса классической физики. С этого момента физики начали полагать, что сфера действия законов классической физики ограничена макромиром. В микромире, считают они, работают другие, квантовые законы, поэтому физика, описывающая микромир, должна называться квантовой физикой. Следует отметить, что Макс Планк пытался разобраться со смесью таких физических представлений и вернуть их на классический путь развития, но ему не удалось решить эту задачу.

Спустя почти сто лет нам приходится констатировать, что граница между законами классической и квантовой физики до сих пор не установлена. По-прежнему испытываются значительные трудности при

решении многих задач микромира и многие из них считаются не разрешимыми в рамках сложившихся научных понятий и представлений, поэтому мы вынуждены возвратиться к попытке Макса Планка выполнить вывод математической модели закона излучения абсолютно черного тела (93) на основе классических представлений.

Конечно, чтобы глубже понять физический смысл планковского закона надо иметь представление о магнитной структуре фотона, так как в этой структуре скрыт физический смысл самой постоянной Планка h . Поскольку произведение $h \cdot \nu$ описывает энергии фотонов всей шкалы фотонных излучений, то в размерности постоянной Планка и скрыта магнитная структура фотона. Нами уже установлено, что фотон имеет такую вращающуюся магнитную структуру, центр масс которой описывает длину волны λ , равную его радиусу r . В результате математическое выражение константы Планка принимает вид

$$h = m\lambda^2\nu = mr^2\nu(\kappa c \cdot m^2 / c) = const. \quad (86)$$

Как видно, константа Планка имеет явную механическую размерность **момента импульса**. Хорошо известно, что постоянством момента импульса управляет закон сохранения момента импульса и сразу становится ясной причина постоянства постоянной Планка.

Прежде всего, понятие «закон сохранения момента импульса» является понятием классической физики, а точнее – классической механики. Он гласит, что **если сумма моментов внешних сил, действующих на вращающееся тело, равна нулю, то момент импульса, действующий на такое тело, остаётся постоянным по величине и направлению**.

Конечно, фотон не является твердым телом, которое только вращалось бы без перемещения в пространстве, но он имеет массу m и у нас есть все основания полагать, что роль массы у фотона выполняет вращающаяся относительно оси магнитная субстанция, которая вращается и перемещается в пространстве со скоростью света $C=300000\text{км/с}$.

Из математической модели (86) постоянной Планка следует, что магнитная модель фотона должна быть такой, чтобы одновременное изменение массы m , радиуса r и частоты ν вращающихся магнитных полей фотона оставляло бы их произведение, отраженное в математическом выражении постоянной Планка (86), постоянным.

Например, с увеличением массы (энергии) фотона уменьшается длина его волны. Опишем повторно, как это изменение реализуется постоянной Планка (86) в модели фотона (рис. 123).

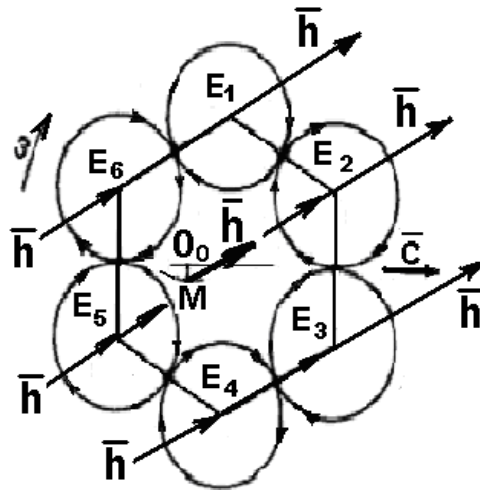


Рис. 123. Схема модели фотона с взаимодействием 6-ти его магнитных полей с центрами масс в точках $E_1, E_2, E_3, E_4, E_5, E_6$

Поскольку постоянством константы Планка управляет закон сохранения момента импульса $h = mr^2\nu = const$, то с увеличением массы m фотона растет плотность его магнитных полей (рис. 123) и за счет этого увеличиваются магнитные силы \bar{F} , сжимающие фотон, которые все время уравниваются центробежными силами инерции, действующими на центры масс этих полей (рис. 123). Это приводит к уменьшению радиуса r фотона (рис. 123), который всегда равен длине его волны λ . Но поскольку радиус r в выражении постоянной Планка (86) возводится в квадрат, то для сохранения постоянства постоянной Планка (86) частота ν колебаний фотона должна при этом увеличиться. В силу этого незначительное изменение массы m фотона автоматически изменяет его радиус r и частоту ν так, что момент импульса (постоянная Планка) остается постоянным (86).

Таким образом, фотоны всех частот, сохраняя свою магнитную структуру (рис. 123), меняют массу, частоту и радиус так, чтобы $h = mr^2\nu = const$. То есть принципом этого изменения управляет закон сохранения момента импульса (86).

Если задаться вопросом: почему фотоны всех частот движутся в вакууме с одинаковой скоростью, то получается следующий ответ. Потому что изменением массы m фотона и его радиуса r управляет закон локализации фотонов $k_0 = mr = const$ (31) таким образом, что при увеличении массы m фотона его радиус r уменьшается и наоборот.

Тогда, для сохранения постоянства константы Планка $h = mr \cdot r\nu = const$ при уменьшении радиуса r частота ν должна пропорционально увеличиваться. В результате их произведение $r \cdot \nu$ остаётся постоянным и равным C . При этом скорость центра масс m фотона (рис. 123) изменяется в интервале длины волны таким образом,

что её средняя величина остаётся постоянной и равной C и не принимает нулевых значений (рис. 34).

Таким образом, постоянством константы h Планка управляет один из самых фундаментальных законов классической физики (а точнее - классической механики) - закон сохранения момента импульса. Это - чистый классический механический закон, а не какое – то мистическое кантовое действие, как считалось до сих пор. Поэтому появление постоянной Планка в математической модели закона излучения абсолютно черного тела (86) не даёт никаких оснований утверждать о неспособности классической физики описывать процесс излучения этого тела. Наоборот, самый фундаментальный закон классической физики – закон сохранения момента импульса (86) как раз и участвует в описании этого процесса.

Таким образом, планковский закон (84) излучения абсолютно черного тела является законом классической физики и нет никакой нужды вводить понятие «Квантовая физика».

Обратим особое внимание на то, что в спектре излучения абсолютно чёрного тела (рис. 122, b) присутствуют фотоны (рис. 123) разных радиусов r , а максимумы температур (2000 и 1500 град. С (рис. 122, b) формирует совокупность фотонов с определёнными радиусами, величины которых достаточно точно определяет формула Вина

$$\lambda = r = \frac{C'}{T} = \frac{2,898 \cdot 10^{-3}}{T}, \text{ м} . \quad (87)$$

Обратим особое внимание на то, что в спектре излучения абсолютно чёрного тела присутствуют фотоны (рис. 122, a) разных радиусов r , а максимумы температур (2000 и 1500 град. С, рис. 122, b) формирует совокупность фотонов с определёнными радиусами, величины которых достаточно точно определяет формула Вина

$$r_{2000} = \frac{C'}{T_1} = \frac{2,898 \cdot 10^{-3}}{273,16 + 2000} = 1,274877 \cdot 10^{-6} \text{ м} . \quad (88)$$

Это – невидимые фотоны инфракрасного диапазона (рис. 123 и табл. 5) и у нас сразу возникает возражение. Опыт подсказывает нам, что температуру 2000°С формируют видимые фотоны светового диапазона. Такая точка зрения – яркий пример ошибочности наших интуитивных представлений. Поясним её суть на следующем примере.

Солнечный морозный зимний день с температурой минус 30 град. Цельсия с хрустящим снегом под ногами. Обилие солнечного света формирует у нас иллюзию максимального количества световых фотонов, окружающих нас, и мы готовы уверенно констатировать, что находимся в среде фотонов со средней длиной волны (точнее теперь со средним радиусом) светового фотона $\lambda = r = 5,0 \cdot 10^{-7} \text{ м}$ (табл. 5). Но закон Вина (87)

поправляет нас, доказывая, что мы находимся в среде фотонов, максимальная совокупность которых имеет радиусы (длины волн) инфракрасных фотонов), равные (табл. 41).

$$\lambda_{-30} = r_{-30} = \frac{C'}{T} = \frac{2,898 \cdot 10^{-3}}{273,16 - 30} = 1,1918 \cdot 10^{-5} \text{ м.} \quad (89)$$

Как видите, наша интуитивная ошибка более двух порядков (более 100раз). В яркий солнечный зимний день при морозе минус 30 градусов мы находимся в среде с максимальным количеством не световых, а инфракрасных фотонов с длинами волн (или радиусами) $1,2 \cdot 10^{-5} \text{ м}$.

Попутно отметим, что длины волн (радиусы) фотонов изменяются в интервале 16 порядков (табл. 5). Самые большие радиусы ($r = 0,056 \text{ м}$) имеют фотоны реликтового диапазона (табл. 5), формирующие минимально возможную температуру вблизи абсолютного нуля, а самые маленькие ($r = 1 \cdot 10^{-18} \text{ м}$) – гамма фотоны (табл. 5) вообще не формируют никакую температуру. Формированием структуры фотонов и их поведением управляют 7 констант.

Представленная информация убеждает нас в справедливости формулы Вина (87) и мы можем найти радиусы фотонов, совокупность которых формирует второй максимум температуры 1500°C (рис. 122, б) в полости чёрного тела (рис. 122, а).

$$r_{1500} = \frac{C'}{T_1} = \frac{2,898 \cdot 10^{-3}}{273,16 + 1500} = 1,63437 \cdot 10^{-6} \text{ м.} \quad (90)$$

Как видно (рис. 122, б и формулы 88, 89 и 90), с увеличением температуры радиусы фотонов, совокупность которых формирует температуру, уменьшаются. Это значит, что температуру вблизи абсолютного нуля формируют фотоны, имеющие самые большие радиусы.

12.3. Физический смысл тепла и температуры

Понятия тепло и температура относятся к числу фундаментальных научных понятий. Они широко используются в научных исследованиях, инженерной практике и обыденной жизни. Однако, физический смысл этих понятий оставался туманным до выявления модели фотона (рис. 87) и роли закона Вина (87) в формировании максимумов излучений абсолютно чёрного тела (рис. 122, б) и максимумов излучения Вселенной (точки А, В и С на рис. 124). Происходит это потому, что элементарный носитель тепловой энергии – фотон (рис. 123) существует в рамках Аксиомы Единства, а теоретики пытаются выявить его электромагнитную структуру и ущемать его поведение при формировании тепла и температуры с помощью теорий, работающих за рамками этой аксиомы.

В соответствии с теорией, работающей в рамках Аксиомы Единства, радиус r вращения магнитной структуры фотона (рис. 123), изменяясь в диапазоне $\approx (3 \cdot 10^{-3} \dots 3 \cdot 10^{-18})_m$, остаётся равным длине волны λ , которую описывает его центр масс. Сейчас мы увидим, что изменение температуры среды – следствие изменения длины волны большинства фотонов (рис. 123) в этой среде и станет ясно, что тепло и температуру формирует наибольшее количество фотонов с определенной длиной волны, равной радиусу фотона (рис. 123).

На рис. 122, б представлена зависимость интенсивности излучения абсолютно черного тела от длины волны излучения при разных температурах. Известно, что зависимость изменения максимума излучения черного тела (рис. 122, б) от температуры T и длины волны λ описывается законом Вина (87).

Посмотрим, как закон Вина описывает процесс формирования температуры в любых двух точках пространства. Допустим, термометр показывает $0^{\circ}C$. Длина волны максимального количества (плотности в единице объёма пространства вблизи термометра) фотонов, формирующих эту температуру, будет равна

$$\lambda_0 = \frac{C'}{T} = \frac{2,898 \cdot 10^{-3}}{273,15 + 0} = 10,609555 \cdot 10^{-6} \text{ м} . \quad (91)$$

Длина волны фотонов, совокупность которых формирует температуру $1^{\circ}C$, будет равна

$$\lambda_1 = \frac{C'}{T} = \frac{2,898 \cdot 10^{-3}}{273,15 + 1} = 10,570855 \cdot 10^{-6} \text{ м} . \quad (92)$$

Энергии фотонов, формирующих температуры $0^{\circ}C$ и $1^{\circ}C$ будут соответственно равны:

$$E_0 = \frac{h \cdot C}{\lambda_0} = \frac{6,626 \cdot 10^{-34} \cdot 2,998 \cdot 10^8}{1,602 \cdot 10^{-19} \cdot 10,609555 \cdot 10^{-6}} = 0,116882 \text{ eV} ; \quad (93)$$

$$E_1 = \frac{h \cdot C}{\lambda_1} = \frac{6,626 \cdot 10^{-34} \cdot 2,998 \cdot 10^8}{1,602 \cdot 10^{-19} \cdot 10,570855 \cdot 10^{-6}} = 0,117304 \text{ eV} . \quad (94)$$

Тогда разность энергий фотонов, при которой изменяется температура на $1^{\circ}C$, окажется такой

$$\Delta E = E_0 - E_1 = 0,116882 - 0,117304 = 0,0004 \text{ eV} . \quad (95)$$

Если термометр показывает 20°C , то максимальное количество фотонов в зоне термометра, формирующих эту температуру, имеет длину волны

$$\lambda_{20} = \frac{C'}{T} = \frac{2,898 \cdot 10^{-3}}{273,16 + 20} = 9,885 \cdot 10^{-6} \text{ м}. \quad (96)$$

Когда термометр показывает 100°C , то максимальное количество фотонов в зоне термометра, формирующих эту температуру, имеет длину волны

$$\lambda_{100} = \frac{C'}{T} = \frac{2,898 \cdot 10^{-3}}{273,16 + 100} = 8,010 \cdot 10^{-6} \text{ м}. \quad (97)$$

Поскольку это длины волн невидимых инфракрасных фотонов, то создаётся ощущение ошибочности результата, так как тела с такой температурой излучают световые фотоны. Однако надо учитывать, что формула Вина даёт длину волны максимальной плотности фотонов, формирующих такую температуру. Это значит, что присутствие световых фотонов не исключается, что мы и наблюдаем в действительности, но температуру, равную 1000°C , формирует максимальная совокупность инфракрасных фотонов с длиной волны $2,276 \cdot 10^{-6} \text{ м}$ (табл. 5).

Когда температура в полости черного тела (рис. 122, а) повышается до 1500°C , то длина волны фотонов, формирующих максимальную их плотность в полости черного тела (рис. 122, а), уменьшается

$$\lambda_{1500} = \frac{C'}{T} = \frac{2,898 \cdot 10^{-3}}{273,16 + 1500} = 1,634 \cdot 10^{-6} \text{ м}. \quad (98)$$

При температуре в полости черного тела, равной $T = 2000^{\circ}\text{C}$ (рис. 122, б), имеем

$$\lambda_{2000} = \frac{C'}{T} = \frac{2,898 \cdot 10^{-3}}{273,16 + 2000} = 1,275 \cdot 10^{-6} \text{ м}. \quad (99)$$

Обобщённый результат этих расчётов представлен в табл. 42.
Таблица 42. Длины волн и энергии фотонов, формирующих определённую температуру

Радиусы фотонов	Энергии фотона, eV	Температура, $^{\circ}\text{C}$ / град. К
$1,275 \cdot 10^{-6} \text{ м}$	0,973	2000/2273,16
$2,276 \cdot 10^{-6} \text{ м}$	0,545	1000/1273,16

$7,766 \cdot 10^{-6} \text{ м}$	0,160	100/373,16
$10,234 \cdot 10^{-6} \text{ м}$	0,121	10/283,16
$10,570 \cdot 10^{-6} \text{ м}$	0,117	1/274,16
$10,609 \cdot 10^{-6} \text{ м}$	0,117	0,0/273,16
$10,648 \cdot 10^{-6} \text{ м}$	0,116	-1/272,16
$11,012 \cdot 10^{-6} \text{ м}$	0,113	-10/263,16
$r = 12 \cdot 10^{-6} \text{ м}$		-30/243,16
$16,736 \cdot 10^{-6} \text{ м}$	0,074	-100/173,16
$39,612 \cdot 10^{-6} \text{ м}$	0,031	-200/73,16
$917,089 \cdot 10^{-6} = 0,917 \cdot 10^{-3}$	0,001	-270/3,16
$2,489 \cdot 10^{-3} \text{ м}$	0,0005	-272/1,16
$18,112 \cdot 10^{-3} \text{ м}$	0,00007	-273/0,16
$28,98 \cdot 10^{-3} \text{ м} = 28,98 \text{ мм}$	0,00004	-273,06/0,10
52 мм	0,000024	-273,10 /0,050

Самые большие радиусы ($r=0,056 \text{ м}$) имеют фотоны реликтового диапазона (табл. 42), формирующие минимально возможную температуру вблизи абсолютного нуля, а самые маленькие ($r=1 \cdot 10^{-18} \text{ м}$) – гамма фотоны (табл. 5 и 41) вообще не формируют никакую температуру. Формированием структуры фотонов и их поведением управляют 7 констант. Представленная информация убеждает нас в справедливости формулы Вина (87) и мы можем найти радиусы фотонов, совокупность которых формирует второй максимум температуры 1500°C в полости чёрного тела (рис. 122, а).

Итак, температура, которую показывает термометр, формируется максимальной плотностью фотонов, длина волны которых определяется по формуле Вина (87). Чтобы получить формулу для определения температуры любого космического тела, запишем формулу Вина для двух разных температур:

$$\lambda_1 = \frac{C'}{T_1}, \quad (100)$$

$$\lambda_2 = \frac{C'}{T_2}. \quad (101)$$

Далее имеем:

$$\Delta\lambda = \lambda_1 - \lambda_2 = C' \left(\frac{T_2 - T_1}{T_1 T_2} \right) \Rightarrow C' \frac{\Delta T}{T_1 T_2}, \quad (102)$$

или

$$\frac{\Delta\lambda}{\Delta T} = \frac{C'}{T_1 T_2} \quad (103)$$

и

$$\Delta T = T_1 - T_2 = C' \left(\frac{\lambda_2 - \lambda_1}{\lambda_1 \lambda_2} \right) \Rightarrow C' \frac{\Delta \lambda}{\lambda_1 \lambda_2} \quad (104)$$

$$\frac{\Delta \lambda}{\Delta T} = \frac{\lambda_1 \lambda_2}{C'}. \quad (105)$$

Приравнявая (103) и (105), найдем

$$(C')^2 = C_0 = \lambda_1 \lambda_2 \cdot T_1 T_2 = Const \quad (106)$$

или

$$(C')^2 = C_0 = (2,898 \cdot 10^{-3})^2 = 8,398404 \cdot 10^{-6} \cdot m^2 \cdot K^2. \quad (107)$$

Таким образом, произведение длин волн $\lambda_1 \lambda_2$ фотонов на температуры $T_1 T_2$, которые они формируют, - величина постоянная и равная $C_0 = 8,398 \cdot 10^{-6} m^2 \cdot K^2$. Это – седьмая константа, управляющая поведением фотонов. Назовём её константой равновесия температур.

Формула (107) означает, что если температуру T_1 формируют фотоны с длиной волны λ_1 , то чтобы получить температуру T_2 , необходимо сформировать среду с большинством таких фотонов λ_2 , при которых $\lambda_1 \lambda_2 \cdot T_1 T_2 = 8,398 \cdot 10^{-6} = const$.

Например, возьмём температуру болометра телескопа Хаббла, выведенного в космос. Она равна $T_1 = 0,10 K$. Её формирует совокупность фотонов с длинами волн $\lambda_1 = r_1 = 0,029 m$. Предположим, что указанный телескоп зафиксировал, что максимум излучения с определённой звезды имеет длину волны, равную $\lambda_2 = r_2 = 9,850 \cdot 10^{-8} m$. Закон (106) формирования температур даёт нам такую величину температуры на поверхности исследуемой звезды

$$T_2 = \frac{C_0}{\lambda_1 \lambda_2 T_1} = \frac{8,398 \cdot 10^{-6}}{0,029 \cdot 9,850 \cdot 10^{-8} \cdot 0,10} = 29399,61 K. \quad (108)$$

Итак, температура на поверхности исследуемой звезды 29399,61K. Это значительно больше, чем на поверхности нашего Солнца и мы уверенно можем полагать, что исследуемая звезда моложе Солнца.

Теперь предположим, что телескоп Хаббла зафиксировал максимум излучения с космического объекта (астероида, например) с длиной волны $\lambda_2 = 0,00005 m$. Учитывая, что $T_1 = 0,10 K$, температура на поверхности этого космического объекта будет равна

$$T_2 = \frac{C_0}{\lambda_1 \lambda_2 T_1} = \frac{8,398 \cdot 10^{-6}}{0,029 \cdot 0,00005 \cdot 0,1} = 57,92 K. \quad (109)$$

Описанный метод измерения температуры космических тел широко используется астрофизиками. Теперь они глубже будут понимать физическую суть этого процесса.

Мы уже показали, что максимальная длина волны фотона равна $\approx 0,050\text{м}$. Совокупность фотонов с такой длиной волны формирует минимальную температуру

$$T_{\min} \approx \frac{C'}{\lambda_{0,05}} = \frac{2,898 \cdot 10^{-3}}{0,05} \approx 0,058\text{K}. \quad (110)$$

Встаёт вопрос о длине волны фотонов, совокупность которых формирует максимальную температуру. Современная наука не имеет точного ответа на этот вопрос. Мы можем только предполагать, что температуру формируют лишь те фотоны, которые излучаются электронами при синтезе атомов и молекул. Граница минимальной длины волны таких фотонов ещё не установлена. Можно предполагать, что она находится в диапазонах ультрафиолетового или рентгеновского излучений. Поскольку гамма фотоны и рентгеновские фотоны с минимальной длиной волны излучаются не электронами, а протонами при синтезе ядер атомов, то у нас есть основания полагать, что совокупность гамма фотонов и рентгеновских фотонов с минимальной длиной волны не участвует в формировании температуры окружающей среды.

Если бы гамма фотоны участвовали в формировании температуры окружающей среды, то максимально возможная температура была бы равна

$$T_{\max} \approx \frac{C'}{\lambda_{\min}} = \frac{2,898 \cdot 10^{-3}}{3 \cdot 10^{-18}} \approx 1 \cdot 10^{15} \text{K}. \quad (111)$$

Если в Природе существует такая температура, то она разрушает не только молекулы и атомы, но и ядра атомов.

Температурное равновесие Вселенной управляется законом равновесия температур (112). Он гласит: произведение температур и длин волн λ или радиусов r фотонов, формирующих температуру в любых двух точках пространства – величина постоянная и равная $C_0 = 8,398 \cdot 10^{-6} \text{м}^2 \cdot \text{K}^2$. Вот его математическая модель

$$C_0 = r_1 r_2 \cdot T_1 T_2 = 8,398404 \cdot 10^{-6} \text{м}^2 \cdot \text{K}^2 = \text{Const}. \quad (112)$$

А теперь посмотрим как в этой модели реализуется Второе начало термодинамики макромира. Согласно этому началу тепло не может перетекать самопроизвольно от холодного тела к нагретому. Поскольку тепло и температуру формирует наибольшая совокупность фотонов, имеющих одинаковые радиусы, то выравнивание температур в двух точках пространства ($T_1 = T_2 = T$) означает, то

равные температуры формируют фотоны с равными радиусами ($r_1 = r_2 = r$). Из этого следует такая запись математической модели закона формирования температур в этих точках

$$C_0 = r^2 \cdot T^2 = 8,398404 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2 \cdot \text{К}^2 = \text{Const}. \quad (113)$$

Физически это означает, что одинаковую температуру в двух точках пространства формирует максимальная совокупность фотонов с равными радиусами, Это полностью согласуется со Вторым началом термодинамики макромира, исключающим повышение тепла в точке пространства за счёт теплых фотонов, самопроизвольно переходящих из другой точки с меньшей температурой.

Например, если в точке 1 температура выше, чем в точке 2, то температура в точке 1 не может повыситься за счёт перетекания из точки 2 теплых фотонов, которые, конечно, имеются в её зоне (рис. 124), но их там меньшинство и они не формируют температуру в этой точке. Поскольку существует процесс рассеивания фотонов, то это формирует автоматическое стремление системы к минимуму температур, поэтому из точки 2, в точку 1 могут перейти только те фотоны, которых в её зоне большинство. Поскольку в точке 2 температура ниже, чем в точке 1, то из точки 2 в точку 1 могут самопроизвольно перейти только те фотоны, которые формируют её температуру, а она ниже, чем в точке 1, поэтому приход фотонов из точки 2 в точку 1 приведёт только к снижению температуры в зоне точки 1.

Обратим особое внимание на то, что в спектре абсолютно чёрного тела присутствуют фотоны (рис. 123) разных радиусов r , а максимумы температур (2000 и 1500 град. С, рис. 122, б) формирует совокупность фотонов с определёнными радиусами, величины которых, как мы уже показали, достаточно точно определяет формула Вина (87).

12.4. Различия термодинамик макро – и микромира

Следующим важным понятием Термодинамики макромира является понятие давление газов, формируемое их молекулами и кластерами. Оно широко используется в математических моделях Термодинамики макромира, которые позволяют рассчитывать различные термодинамические процессы. Возникает вопрос: участвуют ли другие обитатели микромира в формировании атмосферного давления? Обратим внимание на формирование треска при появлении электрической искры. Раскаты грома в грозу многократно мощнее треска электрической искры. Из этого следует вопрос: в чём суть повышения давления в воздухе в момент рождения молнии? Ответ элементарен. Фотоны излучают электроны, радиусы r_e которых равны

$$r_e(\text{theor}) = \frac{C \cdot h}{4\pi \cdot \mu_B \cdot H_e} = \frac{2,998 \cdot 10^8 \cdot 6,626 \cdot 10^{-34}}{4 \cdot 3,142 \cdot 9,274 \cdot 10^{-24} \cdot 7,025 \cdot 10^8} = 2,426 \cdot 10^{-12} \text{ м}, \quad (114)$$

Средний радиус световых фотонов $5 \cdot 10^{-7} \text{ м}$. Разница между размером электрона и рождаемого им светового фотона пять порядков. Это и есть главная причина повышения давления воздуха и мощных грозových раскатов в момент грозы. В этой причине и скрыто принципиальное отличие Термодинамики макромира от Термодинамики микромира. Давление газов – объектов макромира пропорционально их температуре, а давление, формируемое фотонами, обратно пропорционально температуре. В грозу нет в атмосфере температуры, подобной температуре пара в паровом котле, а давление, формируемое фотонами, многократно превышает давление нагретых газов и мощность громовых раскатов подтверждает это. Вполне естественно, что процессами формирования давления, обеспечивающего вылет пуль и снарядов, управляют законы термодинамики микромира, но не макромира, как считалось до сих пор. На этом мы останавливаем процесс сравнения Термодинамик макро – и микромира по известным причинам.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Вселенная заполнена фотонами и существует в фотонной среде. Длины волн фотонов, формирующих фотонную среду, изменяются от $\approx 0,050 \text{ м}$ до $\approx 3 \cdot 10^{-18} \text{ м}$.

Температуру в любой зоне Вселенной формируют те фотоны, плотность которых максимальна в этой зоне. Минимальную температуру формирует совокупность фотонов с длиной волны $\approx 0,050 \text{ м}$. Длина волны фотонов, формирующих максимальную температуру, ещё не установлена.

Температурное равновесие Вселенной управляется законом равновесия температур. Он гласит: произведение температур и длин волн фотонов, формирующих их в любых двух точках Вселенной, – величина постоянная и равная $C_0 = 8,398 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2 \cdot \text{К}^2$.