

Серия
«Космическая философия»



Константин Циолковский

Второе начало термодинамики

Константин Циолковский

Второе начало термодинамики

Впервые опубликовано в Калуге, Типография С.А. Семёнова, в 1914 г.

Опубликовано повторно, считая с 1914 года, – в журнале ЖРФМ («Журнал русской физической мысли»), 1991, № 1, стр. 22-39.

Данная публикация осуществлена на основе перепубликации из журнала ЖРФМ.

«...температура газа, который находится в состоянии теплового равновесия, не зависит от высоты. Следствием этого является, как было доказано ранее, необходимость этой независимости температуры от высоты для любого тела». («On the dynamical theory of gases» Maxwell D.)

- Максвелл допускал это натянутое расширение закона на все вещества, ибо он считал, что в противном случае делается возможным непрерывное превращение тепла в работу. Как уже отмечалось, в этом заключении я не вижу ничего абсурдного.

... нельзя применять закон распределения, полученный в предположении об отсутствии внешних сил, а именно, сил тяготения, к задаче, в которой речь идёт как раз об установлении влияния сил тяготения».

И. Лошмидт.

Предисловие

Работа эта написана ещё до мая 1905 г. Идея же, заключённая в ней, зародилась гораздо раньше. Так, из моей статьи «Продолжительность лучеиспускания звёзд», помещённой в «Научном Обозрении» за 1887 год, видно, что основания о повышении температуры в столбе весомого вещества и тогда были для меня совершенно ясны. Три раза я переделывал и переписывал свою статью, но разные

причины, о которых позволю себе здесь умолчать, мешали мне её до сего времени напечатать.

К. Циолковский.

Постулат Клаузиуса о теплоте говорит: «*Теплота не может сама собой перейти от более холодного тела к более тёплому*» (см. Poggendorff's Annalen, том 81, стр. 168, 1850 г.).

Хотя слова постулата «**сама собой**» делают его не совсем ясным, тем не менее сущность его, по-видимому, состоит в следующем.

Теплоты в природе очень много; одни тела нагреты более, другие - менее. Теплота от более нагретых тел переходит к менее нагретым; температура стремится уравниваться. Не происходит обратного, - перехода теплоты от холодных тел к тёплым. Если бы это могло происходить каким-нибудь способом, то тёплые тела ещё более могли бы нагреться, они могли бы накалиться, отнимая теплоту от холодных тел, и тогда мы могли бы воспользоваться этим, заставляя накалённые тела природы, с помощью моторов, производить механическую работу, столь необходимую людям.

Механическая работа легко превращается во все виды энергии, так что люди могли бы тогда получить всё необходимое, без посредства солнечной энергии, одним определённым запасом теплоты, величина которого, согласно первому закону термодинамики, измениться никогда не может. По терминологии проф. Хвольсона, мы получили бы возможность устроить **perpetuum mobile**^{*)} второго рода.

Примечание:

*) Устраиваемые теперь вечные часы и другие вечные двигатели ничего общего с *perpetuum mobile* второго рода не имеют.

Невозможность этого Томсон выражает так: «Нельзя получить при помощи неодушевлённой материи работу от какой-либо материи, охлаждая её ниже температуры наиболее холодного из окружающих тел» (Том 20, стр. 261, 1851 г.) Это положение, равнозначительное постулату Клаузиуса, также содержит, по-видимому, странную оговорку: **при помощи неодушевлённой материи.**

Хотя из явлений природы мы видим, что эти положения термодинамики как будто оправдываются и даже, как будто, принадлежат к грубым истинам, для всех очевидным, какими прежде считались неподвижность Земли, малость звёзд, существование небесных сфер и т.д., - но, во всяком случае, не можем считать постулаты Клаузиуса и Томсона удачно выраженными. Они были бы точны, если бы лишены были указанных оговорок; но оправдались бы они тогда?

Что значит «сама собой»?

Может быть, теплота от холодного тела к нагретому может переходить особым, неизвестным действием природы? Человеческой силой, умом, искусством? Не чудом же? Выходит, что сама собою теплота не переходит, но не сама собой переходит. Стало быть, и Клаузиус признаёт какие-то условия, при которых совершается этот обратный переход, Томсон тоже думает, что вообще теплота не переходит от менее нагретого к более нагретому, но при участии одушевлённой материи этот переход может (хоть иногда) совершиться. Но разве одушевлённая материя не та же природа?

Что возможно, следовательно, при помощи одушевлённой материи, то возможно и силою природы.

Итак, сами учёные не устанавливают новый закон, потому что, в противном случае, они бы сказали: **теплота никогда не может переходить от более холодного тела к более тёплому**. А раз теплота то переходит, то не переходит, то и закона никакого нет, а есть наблюдение, часто повторяющееся, по-видимому - очевидное, но как будто нарушаемое, по словам самих же учёных. Не виноваты ли их последователи, принимая постулаты за «законы» и «начала»?

Если же теплота может переходить при каких то условиях от более холодных тел к более нагретым, то это должно иметь огромное, не только **философское** и **общенаучное** значение, но, как мы видели, и **чисто практическое**.

Так, согласно усердным последователям Клаузиуса и Томсона, теплота тел стремится к уравниванию, к одной определённой средней температуре; иными словами энтропия*) Вселенной непрерывно растёт. Настанет время, когда солнца потухнут, мир замрёт, живое уничтожится. Но этого не будет, если постулат Клаузиуса не признавать началом или законом.

Примечание:

*) *Степень рассеяния, равномерности теплоты.*

Мир существует давно, даже трудно предположить, чтобы он когда-нибудь не существовал. А если он уже существует бесконечное время, то давно бы должно

наступить уравниение температур, угасание солнц и всеобщая смерть. А раз этого нет, то и закона нет, а есть только явление, часто повторяющееся. Также невозможным оказывается отрицать и **perpetuum mobile** второго рода, ибо сам мир не отрицает этого. Вот как важен этот спор о втором начале термодинамики!

Против постулата Клаузиуса возражали Hirn, Rankine, Holtzman, Eddi и другие. Позволим и мы себе привести некоторые возражения, игнорируя ненаучные оговорки постулата и споря, собственно, против усердных его последователей. Представим себе определённую, хотя может быть и очень низкую температуру пространства и вообще Вселенной. Вообразим себе в этом пространстве изолированную световым эфиром*) массу какого-нибудь газа при той же температуре. Я утверждаю, что температура газа не останется постоянной, несмотря на её первоначальную равномерность. Наружные её части охладятся, за счёт чего нагреются центральные части. Последние, путём лучеиспускания (если масса теплопрозрачна) и теплопроводности, будут нагревать охлаждённые периферические слои, но нарушенная равномерность температур не вполне восстановится. Получится, так сказать, подвижное равновесие, причём окружающее пространство с его веществом (другие небесные тела предполагаются при той же температуре) ещё нагревают охлаждённые периферические слои, а затем, от этого, повысится ещё и температура центральных масс газа, так что он извлечёт некоторое количество тепла из внешнего пространства.

Примечание:

**) Не касаясь сущности эфира, смотрю на него, как на передатчика энергии; как таковой, — он существует.*

Причина этого предполагаемого мною явления - всемирное тяготение.

Можно также, для иллюстрации, вообразить, что вся Вселенная состоит из определённой массы газа. Тогда наружные слои газа, несмотря на постоянную температуру его, должны охладиться или передать свою тепловую энергию центральным частям массы. Это явление выйдет проще. Докажем наше положение теоретически, основываясь на механической теории тепла*), а затем приведём и явления природы, подтверждающие его.

Примечание:

**) Не согласен с теми учеными, которые отчаялись объяснить явление природы механическим путем. Мне кажется, новейший путь научного исследования продержится недолго: снова перейдут к механическим основам.*

Вообразим в массе газа одну его молекулу, вибрирующую вверх и вниз. Так как она подвергается силе тяготения со стороны остальных молекул, то при поднятии или удалении от центра массы, скорость движения её будет замедляться и наоборот. Таким образом, наша молекула, ударяясь о верхние молекулы с меньшей скоростью, будет замедлять их движение, вследствие чего температура верхних молекул понизится; ударяясь же с усиленною скоростью о нижние молекулы, она будет ускорять их движение, отчего их температура должна повыситься. Тоже справедливо и относительно всех молекул, которые также повышают температуру нижних молекул и понижают температуру верхних. Если молекула имеет наклонное или горизонтальное движение, то и тогда она подвержена силе тяжести и также при столкновении с другой молекулой, изменяет её температуру, как и свою собственную, сообразно величине своего падения. Результатом этого будет громадная неравномерность температур*), которую легко вычислить, если допустить

определённый закон тяготения для данной газовой смеси и не принимать в расчёт стремления её восстановить температурное равновесие путём теплопроводности и лучеиспускания.

Примечание:

**) Каким образом умудрился отрицать это, по словам проф. Хвольсона, знаменитый Лоренц – мне непостижимо. На авторитете Лоренца собственно и основывается отрицательное отношение к моей работе проф. Хвольсона.*

Какая-нибудь молекула, падая вниз, передаёт своё ускорение следующей, эта - ниже лежащей и т.д. Сущность не изменится, если мы предположим, что первая молекула, без отражения от других молекул, падает непрерывно и беспрепятственно вниз.

Аналогичный случай могу привести из механической теории газов. Молекулы газов в каком-нибудь закрытом сосуде, проходя весьма малый путь, чрезвычайно часто сталкиваются между собой, но давление на стенки сосуда или упругость газа не зависит почти от амплитуды колебания газовой молекулы и дело происходит так, как будто молекулы совсем не сталкиваются между собой, а только отражаются от стенок, производя на них давление по известной формуле^{*)} $P = 1/3 \cdot D \cdot V^2$, где (P) выражает давление газа в динах на кв. сантиметр, (D) - плотность газа, или вес его кубического сантиметра в граммах, а (V) - скорость молекул в сантиметрах в одну секунду. Из формулы видим, что это давление не зависит от размаха колебания частицы.

Примечание:

**) Эта формула, как и вообще теория газов, была разработана мною еще в юности. Но, увы, оказалось, что я опоздал со своим трудом. Однако я поверил в силу своей мысли и это поддерживало меня всю жизнь.*

Раз мы признаём молекулярное движение в газах, - не можем же мы отрицать, что в нашей весовой массе газа, каждая молекула, подымаясь и теряя от этого скорость, замедляет движение вышележащих молекул; наоборот - опускаясь, получает приращения скорости, которое и передаёт отчасти нижележащим молекулам. Если отвесный путь частицы мал, то и производимая ею разница скоростей или температур будет также мала; если велик, - то настолько же увеличивается и производимая её разница температур. Так что эта разница, приходящаяся на единицу вертикального расстояния, или на единицу падения, не зависит от амплитуды колебания молекулы, а только от силы тяжести и свойств газа.

Отрицать влияние тяготения на вертикальное распределение температуры - значит отрицать молекулярное и атомное движение, на основании которого мы имеем столько блестящих страниц физики. Хоть это немного и старо, но не надо забывать и старое, тем более что к нему нередко и возвращаются.

Итак, каждая молекула как бы падает или подымается непрерывно. Когда масса (m) газа опускается на величину (dh), при тяжести в (p), то совершается работа $m \cdot p \cdot dh$. Работа при падении на величину (h) равна $m \int p \cdot dh$ ^{*)}. Тут (p) может быть величиною переменной и выражаться в зависимости от (h), так что $p = F(h)$, где (h) есть расстояние молекулы от некоторой центральной точки. С другой стороны, если та же масса (m) газа нагревается от падения на температуру (t) градусов Цельсия, то эквивалентная механическая работа этого нагревания выразится: $m \cdot M \cdot c \cdot t$, где (M) есть механический эквивалент теплоты, а (c) - теплоёмкость газа при неизменном объёме^{**)}

Примечание:

*) Буква **S** здесь и далее обозначает знак интеграла.

**) Хотя часть работы при падении, как будто тратится на сжатие газа, но в сущности, этой работы нет, так как, предполагая равновесие атмосферы, – нигде не происходит ни сжатия, и расширения газа.

На основании закона сохранения энергии получим:

$$mSp \cdot dh = m \cdot M \cdot C \cdot t, \text{ или: } t = (Sp \cdot dh) / M \cdot C.$$

Отсюда видно, что понижение температуры с поднятием или повышение её с опусканием обратно пропорционально теплоёмкости (**C**) газа. Поэтому газы более плотные, как известно, - с меньшею теплоёмкостью и с большим молекулярным весом, нагреваются значительнее с углублением в их толщу и приближением к центру. Можно даже сказать, что изменение температуры с высотой для различных газов различно, именно пропорционально молекулярному весу газа.

Если допустим, что $p = F(h) = p_1$, то есть, что тяжесть постоянна, что приблизительно верно для планетных атмосфер, тогда:

$$Sp \cdot dh = p_1, \text{ и } t = (p_1 \cdot h) / M \cdot C.$$

На основании этой формулы, кроме предыдущего, можем прибавить: **нагревание с понижением в атмосфере пропорционально силе тяжести и величине понижения.**

Отсюда можно сделать интересный вывод о температуре нижних частей планетных атмосфер, а, следовательно, - и о шансах обитаемости их: температура атмосферы,

соприкасающейся с поверхностью планеты зависит - **от силы тяжести на её поверхности, от толщи или высоты атмосферы, и от средней теплоёмкости газов, составляющих её атмосферу.** Юпитер, например, получает на единицу своей поверхности в 25 раз меньше тепла, чем Земля на единицу своей поверхности при тех же условиях; но температура нижних слоёв атмосферы Юпитера может быть гораздо больше, чем Земли, - вследствие большей толщины юпитеровой атмосферы и большей тяжести, которая на Юпитере в 2,5 раза больше, чем на Земле. Вообще, о температуре на поверхностях планет мы не можем судить только по расстоянию их от Солнца.

Если бы разумные существа на планетах имели могущество изменять массу и состав своих атмосфер, то они тем бы достигли желаемой температуры на своих планетах.

На основании сказанного, центры газовых туманностей и комет должны иметь более высокую температуру, чем их окраины. Но формула наша должна быть применима и к жидким, и к твёрдым телам. К последним, в особенности, - в виду отсутствия в них конвекции, то есть переноса и уравнения теплоты видимым движением.

Действительно, если допустить, что в твёрдых телах группы молекул неподвижны, но всё-таки никак нельзя того же утверждать о самих молекулах и особенно об атомах, их частях.

Когда молекула газа падает на некоторую величину (**h**) при постоянной силе тяжести, то абсолютные температуры, ниже и выше, должны относиться между собой, как работы вниз и вверх:

$$T_2/T = (V^2/2 + h \cdot g) / V^2/2.$$

Но мы уже видели, что $p = (D \cdot V^2) / 3$. Стало быть, включая (V), найдём:

$$T_2 - T_1 = T_1 (2 \cdot D \cdot h \cdot g) / 3 \cdot P \text{ (в абсолютных единицах).}$$

По этой формуле вычислим $(T_2 - T_1)$ или понижение (t) на километр. Для земных условий оно составит около 22°C . По предыдущей же формуле бы нашли только 14°C . Разница понятна, так как теплоёмкость теоретическая, - вычисленная на основании понижений поступательной скорости движения молекул газа, не сходится с практической теплоёмкостью, что объясняют внутренней работой газа. Часть работы, при его нагревании, идёт на внутреннюю работу газа, для увеличения вращательной скорости его атомов и удалении их друг от друга. Как известно, молекула многих газов содержит два атома, поэтому существование внутренней работы в таких газах очевидно.

Пока мы приводили одни теории. Но где же в природе мы видим подтверждение нашим умозрительным выводам? Конечно, верить им можно настолько, насколько оправдывают их опыты и наблюдения, правильно истолкованные.

В земной атмосфере температура понижается градусов на пять Цельсия, при поднятии на 1 километр. Формулы бы нам дали раза в три больше (14°C). Но это несогласие вполне понятно, так как нижние слои воздуха и земная поверхность, путём лучеиспускания, нагревают верхние, более холодные слои воздуха и тем делают разницу температур менее резкой.

Заметим, что эту разницу можно объяснить ещё вертикальными передвижениями воздуха, который при поднятии расширяется, отчего, совершая работу при расширении, и охлаждается. Но если в этом причина понижения температуры в атмосфере, то недвижущийся **вертикально** воздух должен дать, приблизительно, постоянную температуру по всей высоте воздушного столба. Вообще, в таком случае закон понижения температуры в сильнейшей степени зависел бы от быстроты восходящих и нисходящих потоков воздуха. А так как она на практике бесконечно разнообразна, то мы встречали бы при поднятии гораздо более разнообразные изменения в законе понижения температуры, чем обыкновенно наблюдаем.

Итак, это второе объяснение понижения температуры в высших слоях атмосферы не выдерживает критики. Хотя, правда, и при этой гипотезе мы получили бы, теоретически, ту же величину понижения температуры на километр поднятия (14° Ц), предполагая чрезвычайно быстрые вертикальные перемещения воздуха.

Объясняют ещё понижение температуры атмосферы различной лучеиспускательной или лучепоглотительной способностью воздуха.

Днём Солнце нагревает сильнее нижние, более плотные, более пыльные и более обильные паром слои воздуха. Кроме того, и земная поверхность, нагреваясь сильно солнечными лучами, передаёт своё тепло путём лучеиспускания, теплопроводности и конвекции преимущественно нижним слоям воздуха.

Если бы этого было достаточно, чтобы объяснить грандиозную и довольно

постоянную разность температур в воздухе при поднятии на километр, - то как объяснить то же явление ночью?

Ночью или зимою в умеренных и полярных странах должно бы получиться обратное явление, то есть **повышение** температуры с поднятием в высоту, - что если и случается, то в виде исключения и притом на незначительном протяжении. Действительно, раз лучепоглотительная способность плотных и менее прозрачных слоёв больше, то и лучеиспускательная - также, ибо эти способности считаются равными. Вследствие этого нижние слои должны ночью или зимою, когда Солнце вообще стоит низко или его совсем нет над горизонтом, охлаждаться более верхних.

На деле же только замечается летом и при Солнце более резкая разница температур, чем зимой и без Солнца*)

*Примечание: *) А.Шабский. "Управляемые аэростаты". Вып. 1, стр. 24.*

Конечно, уже отсюда видно, что физические свойства воздуха имеют влияние на вертикальное распределение температур в атмосфере, но ими одними всё объяснить невозможно, также как и вертикальным перемещением воздуха.

Понижение температуры с поднятием особенно ярко наблюдается до высоты в 10 вёрст, т.е. в тропосфере. Далее, то есть в стратосфере, оно сомнительно. Этот слой считают, на основании наблюдений, с постоянной температурой, но так ли это?

Дело в том, что каждая частица воздуха, помимо естественного и регулярного понижения температуры влиянием тяжести, находится под действием двух лучеиспускательных потоков: один из них - лучеиспускание Земли и атмосферы,

другой - лучеиспускание Солнца. Оба потока, в виду незначительности толщины атмосферы в сравнении с расстоянием до центров Земли и Солнца, могут считаться параллельными и потому - постоянной силы.

От обоих этих потоков стараются защитить прибор, определяющий температуру воздуха. Стараются, чтобы термометр нагревался только потоками воздуха. Но чем выше место, - тем разреженнее атмосфера и тем это нагревательное действие воздуха слабее. На больших высотах нагревательное действие малоплотного воздуха настолько слабо, что термометр нагревается, главным образом, несмотря на защитительные оболочки (действие которых, конечно, не может считаться совершенным), этими двумя лучеиспускательными потоками постоянной силы.

Например, на высоте 30 вёрст, куда в последнее время залетели шары-зонды, воздух разрежается в 60 раз.

Если бы и оказалась защита от лучеиспускания идеальной и постоянство температуры стратосферы несомненным, то и это постоянство могло бы найти объяснение в непропорциональности между лучепоглотительной силой воздуха и его плотностью.

Может быть, **относительная** лучепоглотительная сила очень разреженных слоев воздуха более.

И этого будет достаточно, чтобы объяснить отсутствие ясно выраженного понижения температуры от стратосферы. Мы видим ещё повышение температуры и с углублением в почву. При бурении, при копании шахт и тоннелей температура повышается на $20 \div 30^{\circ}\text{C}$, при понижении на один километр. Явление одинаково

наблюдается и в горах, и в низких местах. Здесь уже не имеет места ни вертикальная циркуляция масс, ни различная теплопрозрачность слоёв, а повышение температуры всё-таки существует; и даже в 5-6 раз больше, чем в воздухе.

Теплоёмкость наносных и горных пород близка к теплоёмкости воздуха, ибо она в среднем составляет около 0,2. Поэтому, с точки зрения нашей формулы, трудно ожидать, с углублением на километр, повышения температуры, большего 14°C .

Но тут значительное повышение температуры можно объяснить и объясняют иначе.

Земной шар есть «кусочек Солнца», оторвавшийся от него в своё время. Естественно, что этот «кусочек» горяч. Это одна из причин первоначального источника теплоты Земли. Но несомненно, что внутри него и теперь должны быть между его частями физические и химические взаимодействия, радиация и сопровождающие её превращения элементов, служащие непрерывным и обильным источником теплоты. Эти взаимодействия должны, в общем, сопровождаться сокращением объёма масс, что подбавляет ещё количество выделяющейся теплоты.

Что сокращение нашей планеты существует, - это видно из образования гор, то есть складок и морщин на её поверхности. Высокая температура внутренности земного шара рвётся наружу и задерживается тем более, чем теплопроводность данного слоя меньше. В таком случае понятно, что разность температур на единицу понижения будет зависеть от степени теплопроводности Земли. А так как она весьма мала для наружных наносных слоёв земной коры, куда проникают наши разведки, то и очень ясно большое повышение температуры, достигающее до 30°C на километр углубления.

Это понижение, конечно, зависит и от количества выделяемой в центре Земли теплоты и от средней температуры поверхности земного шара. Поэтому не было бы ничего удивительного, если бы повышение температуры на единицу углубления, при других условиях планеты, было в 10, 100 раз больше того, что следует по нашей формуле (14°C).

Всё сказанное невозможно отрицать, но нельзя также отрицать и влияние на повышение температуры падения атомов твёрдого тела от действия силы тяжести. Здесь только повышение температуры с углублением, с точки зрения падения атомов, совершенно заглушается несравненно более сильным изменением температуры от других причин, то есть от собственной центральной теплоты Земли и от степени теплопроводности слоёв. Известно, что где она больше, - там повышение температуры меньше и наоборот.

Однако результаты не будут безразличны, - возьмём ли мы только одно общепринятое объяснение внутренней теплоты Земли, или присоединим к нему и нашу гипотезу, которая чересчур ясно подтверждается вертикальным распределением тепла в атмосфере. Именно, исключая нашу гипотезу, мы можем ожидать, по истечении триллионов лет, равномерного, по всей массе, охлаждения небесного тела, например Земли, Луны.

На основании же нашей гипотезы этого никогда не может случиться, если только температура эфирного пространства хоть немного выше абсолютного нуля, или если поверхность планеты не может охлаждаться до абсолютного нуля вследствие каких-нибудь причин, например, лучеиспускания на них Солнца и звезд. Также и газовая

масса, при отсутствии вертикальной циркуляции и других явлений, вызывающих неравномерность температур, - должна принять с течением времени постоянную температуру. По нашей гипотезе же этого быть не может. Таковы кометные массы (если содержат газы), температура которых в центре должна быть больше, чем по краям, независимо от их происхождения, первоначальной температуры и времени, истекшего со дня их зарождения.

Представим себе где-нибудь, но в бесконечном удалении от солнц, громадную глыбу камня. Вы скажете, что протекли миллионы веков и потому температура в центре камня такая же, как в его периферии. А я этому не верю: по моим взглядам, центральные части всегда будут иметь высшую температуру, чем наружные; и я объясняю это ускорением атомов при колебательном движении их к центру под влиянием притяжения глыбы камня.

Разница же температур на единицу углубления будет тем больше, чем больше масса глыбы и её плотность. Если бы мы каким-нибудь способом достигли постоянной температуры для всех частей глыбы, то это постоянство не могло бы соблюдаться долгое время и центральные массы должны бы нагреться за счёт теплоты наружных, которые поэтому должны бы охладиться.

Разумеется, высказываемые мною тут взгляды только вероятны, в особенности по отношению к повышению температуры в весоном столбе твёрдого тела.

Что я в них верю - это ещё ничего не доказывает. Установиться в науке они могли бы путём опытов.

Если мы возьмём вертикальный столб твёрдого тела, изолируем его по возможности малопроводящим теплоту слоем от температурного влияния почвы, воздуха, ясного неба, то должны обнаружить разницу температур между частями столба, находящимися на разной высоте. Из формулы $t = p_1 \cdot h / M \cdot C$ видно, что чем длиннее (h) столб и меньше его теплоёмкость, тем больше разница температур (t) и, следовательно, тем легче её обнаружить путём опытов. Поэтому практичнее всего взять свинец, теплоёмкость которого весьма мала, именно для него $C = 0,0314$, теплоёмкость железа уже в три раза больше.

По формуле для свинцового столба в 1 метр высоты (h) вычислим: $= 0,076^0$ Ц, или для километра - 76^0 Ц.

Это, конечно, небольшая разница. Вследствие хорошей теплопроводности свинца и влияния окружающих тел, - разница эта значительно уменьшится. Но всё-таки и при этом, я думаю, её легко обнаружить при помощи термомультипликатора.

Для свинцового столба в 2 метра высоты максимум (t) составит $0,15^0$ Ц, или около $1/7^0$ Ц. Понижением температуры окружающего воздуха можно пренебречь, так как оно в 5 раз меньше, чем для свинца.

Опыты должны производиться в деревянном сарае с деревянным полом и крышею и лучше - в пасмурную погоду. Должен быть при опытах сквозняк. Так что вместо сарая можно взять навес, но с полом. Свинцовый столб заключается в свободный чехол, набитый пухом или ватой. В футляре - отверстия с ватными крышками. Через отверстие приставляется непосредственно к свинцу кубик термомультипликатора.

Так как по нашей гипотезе верхняя часть столба должна иметь более низкую температуру, чем воздух, а нижняя - наоборот, то кубик прибора, одной стороной касающийся верхнего конца свинца, а другой, - выставленный на воздух, даст электрический ток, который и отклонит стрелку гальванометра на понижение температуры. Прodelав то же с нижней частью столба, получим обратное отклонение стрелки. Подобные исследования должны показать:

1. что в средней части столба повышение температуры не заметно;
2. что оно пропорционально удалению от средней высоты столба, причём выше середины оно отрицательно, а ниже - положительно;
3. что оно зависит от теплоёмкости;
4. но, конечно, тут играет роль также теплопроводность испытываемого вещества и его укутывание;
5. наклонение столба должно сопровождаться уменьшением разности температур;
6. горизонтальное положение полным уничтожением этой разности;
7. два вертикальных столба, из двух разнородных металлов, спаянных внизу и вверху (вид камертона), должны составить термоэлектрическую пару. Так что концы её, соединённые проводами с полюсами гальванометра, должны давать ток и, следовательно, - отклонение магнитной стрелки.

Сначала мысль, а потом действие. Без мысли не может начаться и дело. Хорошо, если эта статья пробудит мысль молодых учёных и заставит их произвести указанные опыты.

Я, между прочим, сам не произвожу эти опыты отчасти и потому, что мне всё равно

не поверят, как не верили моим опытам по сопротивлению воздуха, которые, однако, подтверждаются всё более и более, по мере производства тех же опытов другими учёными.

Но возвратимся к гипотезе. На основании её, должна быть громадная разница температур (независимо от разницы в силу множества других причин) между различными частями Солнца, в зависимости от близости их к центру светила. Но эта разница может более или менее сглаживаться, благодаря хорошей теплопроводности масс. Внутри небесных тел она должна быть хороша вследствие ужасающего давления и происходящей отсюда близости молекул между собой. Говоря про земной шар и **игнорируя собственный источник его центральной теплоты**, скажем, что в начале, - идя от его поверхности, - повышение температуры должно идти весьма быстро, благодаря плохой теплопроводности рыхлых наносных слоёв земной коры; но затем, по причине уплотнения от давления, это повышение должно быть всё менее и менее, - по мере уплотнения пород и увеличения их теплопроводности.

Повышение не может быть, конечно, больше 14°Ц на километр углубления, несмотря на самую плохую теплопроводность. Для многих металлов оно, по формуле, должно быть раз в 5 больше, но эта разница сглаживается прекрасною теплопроводностью их (металлов).

Допуская для Земли 1° повышения на километр, нашли бы для центра Земли температуру в 3000°Ц ; а для Солнца, принимая в расчёт усиленную тяжесть и огромные размеры Светила, - около $9000\ 000^{\circ}\text{Ц}$. Конечно, эти цифры фантастичны.

Поверхность Солнца, по многим современным данным имеет температуру около 7000°C .

Применяя нашу гипотезу к земным океанам, мы не видим, чтобы она оправдывалась. Действительно, температура экваториальных морей уменьшается с углублением вод. Но это явление легко объясняется потоком холодной воды полярных океанов, идущими в глубинах и заполняющими нижние слои экваториальных морей. Влияние конвекции превышает во много раз влияние тяжести, производящей обратную разницу температур. Притом, в виду большей теплопроводности воды, превышающей в 6 раз теплоёмкость воздуха при постоянном объёме (0,17), разница температур на километр понижения не много превышает 2°C , если совсем исключить влияние теплопроводности, теплопрозрачности, конвекции и других причин, уравнивающих температуру.

Если не из повышения температуры в твёрдых телах, которое должно быть доказано опытами, то из повышения температуры в атмосфере, которое ни отвергнуть, ни объяснить другим способом, - **мы видим, что постулат Клаузиуса в чистом виде, без оговорок, не оправдывается.** Сила тяготения, как и другие причины, - число же их неизвестно, - его нарушают. Вот почему необходима к постулату оговорка «**сама собою**». Действительно, теплота переходит от холодного тела к тёплому, но не сама собой, а через вмешательство силы тяготения. В своём чистом виде, постулат может быть нарушен и ещё во множестве случаев, но опять не «**сам собою**», а вследствие каких-либо исключительных условий.

Таким образом, Клаузиус в некотором роде прав. Но ведь в таком случае, - когда бы

постулат не нарушался, если даже он всегда нарушается, - мы можем сказать, что это произошло не **само собою**, а вследствие какой-нибудь **причины**.

Постулат Клаузиуса неразрывно связан с положением Томсона: **«Нельзя получить при помощи неодушевлённой материи работу от какой-либо части материи, охлаждая её ниже температуры наиболее холодного из окружающих тел»**. Короче, - если температура в данный момент одинакова для данного изолированного мирка и иной энергии, кроме тепловой, нет, то нельзя получить из последней полезную для человека механическую работу. Это положение кажется грубо-очевидной истиной.

Но если нарушается (не сам собой) постулат Клаузиуса, то должно нарушаться и правило Томсона и даже без всякого участия **одушевлённой материи**. Уясняя это, прошу извинить меня, что я начинаю с повышения температуры, под влиянием тяготения, в твёрдых телах. Хотя я сам в это повышение сильно верю, но оно ещё совсем, насколько мне известно, не доказано.

Потом перейдём к газам, но и ниже описанная мысль маленький интерес всё-таки имеет.

Мы видели, что на земном шаре повышение температуры с углублением, главным образом, зависит от особого источника теплоты, находящегося внутри Земли. Здесь повышение температуры, с точки зрения нашей гипотезы, почти совершенно заглушается повышением температуры от других причин. Но если их и не было, повышение температуры с углублением, по нашей гипотезе, всё равно бы было, хотя

и в 2-3 раза меньше. Можно представить себе другую планету, которая не имеет внутреннего источника теплоты, но с большей тяжестью на поверхности и с меньшей теплоёмкостью коры. В ней повышение температуры может быть даже больше, чем на Земле.

Итак, буду эту воображаемую планету, без внутреннего источника теплоты, называть «Землёй» и говорить о ней, как о Земле.

Пусть на ней находится шахта версты в 4 глубины, состоящая из двух отвесных каналов, сообщающихся внизу между собой. Наполним их водою; так как на глубине 4 версты температура будет градусов в 120° Ц., то вода в каналах нагреется; и температура её в высших частях дойдёт до 1200° Ц.

Но вода не останется в равновесии: одна из двух шахт хотя бы немного (случайно) будет нагрета сильнее. В ней водяной столб будет легче; и потому он устремится кверху, перевешиваемый более холодным столбом. Сначала это движение будет слабо, еле заметно, а затем достигнет известной постоянной силы. Потому что при движении вода в выводящем канале, пройдя большее расстояние, будет иметь температуру несравненно более высокую, чем в другом канале, куда вода только что поступила с охлаждённой поверхности Земли.

При узком выходном отверстии шахты мы будем иметь не только горячую воду, и механическую силу в форме высоко бьющего фонтана. Вода, очевидно, будет с тою же энергией двигаться в каналах и при одинаковой **начальной** их температуре, - стоит только дать столбу воды толчок в той ли другой шахте.

Циркуляция воды с течением времени может охладить часть внутренности Земли, окружающую каналы. Но, во-первых, теплота притекает кругом из более глубоких и нагретых частей земного шара, во-вторых, сила тяжести и присходящее отсюда падение молекул, по предыдущему, будет вознаграждать потерю тепла насчёт охлаждения наружных частей земной коры, которая нагревается хотя бы тою же горячей водою, которая добывает нам тепло из внутренности планеты.

Возможность сказанного подтверждается существованием горячих ключей и фонтанов (гейзеров) на Земле. Мы видим тут круговорот теплоты: теплота планеты водяным потоком извлекается наружу. Здесь она, совершая работу в паровых или других двигателях, рассеивается по поверхности планеты и поглощается ею. Низкая температура наружных частей земной коры, силою всемирного тяготения, часть своего тепла передаёт внутренности Земли, повышая её температуру и вознаграждая её потери благодаря охлаждению водою. Последняя опять вам выносит теплоту и так бесконечно.

Кроме того, часть теплоты самой природой превращается в кинетическую энергию, получаемую нами в образе циркулирующей жидкости. Так что в этом превращении уже никак нельзя подозревать участие одушевлённой материи, так как каналы также могут возникнуть силами природы (гейзер).

Заметим, что сила тяготения должна также повышать и температуру воды. Мы уже знаем, что это повышение в 6 раз меньше для воды, чем для земной коры, а потому оно не имеет большого влияния на описанное явление.

Можно и другими способами извлекать внутреннюю теплоту планеты, вызванную концентрированием тепла силою тяготения. Так, можно извлекать эту теплоту путём параллельного пучка лучей, идущих вдоль прямолинейного канала. О возможности построения последнего я не хочу ничего говорить, также как и делать какие-либо практические указания; хотя не лишнее заметить, что углубление в земную кору и теперь достигает 1-2 вёрст. Меня сейчас интересует только теоретическая сторона. Но кто знает будущее!? Всем, конечно, известно о мечтателях, думающих со временем утилизировать теплоту земной внутренности. Так, знаменитый химик Бертелло рассчитывает, что человечество когда-нибудь воспользуется жаром Земли^{*)} Впрочем, и теперь эта теплота уже утилизируется для нагревания жилых помещений, бань и т.д.

*Примечание: *) Здесь эти мысли мы осветили особым светом.*

Более всего очевидно влияние силы тяжести на повышение в столбе весомого газа. Это повышение никакими иными причинами удовлетворительно и полно объяснить нельзя. Вполне разумно сомневаться в применении изложенной гипотезы к жидким и твёрдым телам, но уж никак не к газообразным.

* * *

В атмосфере можно также себе представить круговорот тепла, подобный описанному и не допускаемый положениями Клаузиуса и Томсона в их чистом виде.

Вообразим себе в вертикальной плоскости замкнутую трубу, изогнутую в прямоугольник. Она наполнена водородом и стоит в атмосфере какой-либо планеты

(или на Земле в воздухе). Горизонтальные части этой металлической трубы пусть ничем не будут прикрыты, так что они будут иметь температуру воздуха (например - снизу $+20^{\circ}$ и сверху -30°). Вертикальные же колена её пусть закрыты непроводящими тепло веществами (пух). Верхнее колено трубки охладится (-30°) воздухом, нижнее - нагреется ($+20^{\circ}$). Температура отвесных боковых частей может быть вначале и одинакова, и различна. Если одинакова, то надо дать столбу водорода в трубке толчок в ту или другую сторону. Если, например, верхний холодный газ толкнём вправо, то холодный водород потечёт в замкнутой трубке в правое отвесное колено. В нём, через некоторое время, температура установится, близкая к 30° холода. Напротив, - в левой отвесной части, температура будет близка к 20° тепла. Верхнее горизонтальное колено, наполняясь тёплым: газом (20°), будет непрерывно выделять свою теплоту в верхнюю холодную часть атмосферы и охлаждаться до -30° Ц. Этой теплотой мы можем воспользоваться для получения работы. Нижнее горизонтальное колено, наполняясь холодным водородом, - будет непрерывно поглощать теплоту из нижней тёплой части атмосферы, чем мы также можем воспользоваться для получения работы. В результате, правое колено будет иметь всегда температуру на 50° Ц более низкую, чем левое. Отсюда непрерывное движение газа в трубе и непрерывное выделение механической работы.

Я пренебрегаю незначительным изменением температуры водорода в трубе под влиянием силы тяжести. Действительно, из выведенной нами формулы видно, что понижение температуры в столбе водорода, теплоёмкость которого в 14,5 раз больше, чем воздуха, - в 14,5 раз будет меньше, чем в столбе воздуха, то есть составит около 1° на километр понижения.

Из формулы же видно, что мы не можем с успехом наполнять трубу воздухом или, вообще, газом, теплоёмкость которого равна или меньше теплоёмкости воздуха,

например, углекислым газом, хлором и т.д. Но мне кажется, что мы могли бы наполнить нашу трубку водою или другой подходящей жидкостью.

Как и в земной коре, мы здесь получили неиссякаемый источник механической работы и теплоты, которая может быть также превращена в энергию любого вида.

Но не надо забывать, что и тут не нарушается закон сохранения энергии; и ни теплота, ни работа не образуются вновь: мы имеем дело только с круговоротом энергии, какой, я думаю, существует в природе всюду.

Как-то давно я читал статью. Автор её, говоря о неизбежном потухании Солнца, надеется, что природа двуногих всё-таки извернётся. Тогда я подумал: какой оптимизм! И не находил сам возможности выпутаться из беды. Но вот прошло два десятка лет и в моей душе созрело семя надежды об обратимости процесса рассеяния тепла. Если это так, то человечеству открывается будущее, независимое от солнечной энергии и даже внутренней самостоятельной теплоты Земли.

- Да полно! Возможно ли это? - говорил я себе тысячу раз. - Нет ли тут какой-нибудь ошибки, заблуждения, нелепости?

Хотя и не принято в самое последнее время всюду применять принципы механики, но ведь это только означает слабость момента. Слабость пройдёт, - механика восторжествует.

Теперешнее переходное время то и дело создаёт гипотезы и тотчас же отвергает их. И самые электроны «колеблются».

Механические же понятия существуют со времён Демокрита.

Глядя на природу с точки зрения механика, можно ещё раз доказать, что ничего невозможного в описанных явлениях нет. В самом деле, представим себе вещество, состоящее (для облегчения рассуждений) из однородных атомов, движущихся с одною и тою же скоростью (V). Температура этого простейшего вещества (в роде газа), согласно современному взгляду на теплоту будет $A \cdot V^2$.

Теперь вообразим, что один из атомов ударился о пружинку или о поршень цилиндра с упругим веществом. Наш атом может потерять свою скорость, сжимая пружину или другое упругое тело. Энергия кинетическая превратилась в потенциальную.

Так и все атомы могут потерять свою скорость, передавая собственную энергию другим телам. Понятно, что запасённой энергией мы можем распорядиться, как нам вздумается. Мы можем, например, некоторым атомам придать большую скорость, некоторым - меньшую, а некоторым - нулевую. Тогда, согласно формуле, одни атомы будут иметь высшую температуру, другие низшую, а третьи - нулевую в абсолютном смысле.

Если бы мы говорили про тела обыкновенной видимой величины, то в сказанном не было бы никакого сомнения. Мало того, - мы нашли бы ещё тысячу способов превращать малые скорости в большие и обратно. Но где, скажете вы, - в молекулярном мире эти пружинки, эти запасатели или хранители потенциальной энергии? Вероятно их, сколько угодно, отвечу я, - может быть, это тяжесть, а может

быть - и молекулярные силы. Разве мы знаем природу в полном объёме?! Не знакомы ли мы, с одною каплею безбрежного океана Вселенной?

Раз мы признаём возможным для видимых масс процесс всевозможного изменения скоростей, без нарушения закона сохранения энергии, то должны признать его возможным и для невидимых в отдельности, по своей малости, масс, - молекул, атомов, и их бесчисленных частей. В противном случае наш взгляд на природу не будет широк.

Мы не знаем только всех условий, при которых это возможно. Пока мне выяснилось только влияние силы всемирного тяготения.

Не преждевременно ли отречься от столь плодотворного динамического воззрения на материальный мир!? Если преждевременно, то это будет равносильно призыванию возможности, под влиянием силы тяготения, перемещения, тепла в ту и другую сторону, лишь без нарушения первого начала термодинамики.

Мне кажется, я даже не противоречу ни Клаузиусу, ни Томсону, гений которых предвидел нарушение постулата при особенных мало известных условиях, В противном случае эти первостепенные учёные не сделали бы к своим положениям известных оговорок: «**сама собой**» и «**без помощи одушевлённой материи**».

Их последователи преувеличили значение постулатов и возвели их в степень законов. Подобное этому было с законом Ньютоновского всемирного тяготения, смысл которого также в своё время был затемнён.

Совокупность идей, гипотез, тезисов, составивших содержание философских сочинений К.Э.Циолковского, сам Константин Эдуардович назвал «Космической философией». Её центральным элементом стало смоделированное с помощью научных методов учение о смысле жизни и постижении его в процессе реализации нравственной практики.

О важности этих исследований для человечества говорит утверждение К.Э.Циолковского о том, что теорию ракетостроения он разработал лишь как приложение к своим философским изысканиям.

Учёным написано множество философских работ, которые малоизвестны не только широкому читателю, но и специалистам ввиду их многолетнего замалчивания. Эти книги – попытка прорвать «заговор молчания» вокруг философии русского космического провидца.

Новое мышление невозможно без поиска смысла жизни в единстве населённого космоса.

Обращаясь к своим читателям, К.Э.Циолковский говорит:

«Постараюсь восстановить то, что в сонме тысячелетий утеряно человечеством, отыскать оброненный им философский камень».

...

«Будьте внимательны, напрягите все силы, чтобы усвоить и понять излагаемое.»

...

«За напряжение, за внимание вы будете вознаграждены, не скажу сторицею, это чересчур слабо, но безмерно. Нет слов для выражения тех благ, которые вы получите за свой труд. Нет меры для этих благ. Эта мера есть бесконечность».

К. Э. Циолковский
«Живая вселенная»

1923 г.

Научно-популярное издание

Константин Эдуардович Циолковский

«Космическая философия»

www.tsiolkovsky.org

Руководитель проекта
Дизайн
Хостинг, CMS

Николай Красноступ
Татьяна Колпакова, Евгений Продайко
Сергей Попов

Приглашаем всех принять участие в данном проекте!

Если вы хотите и можете оказать содействие данному проекту,
свяжитесь с нами по email support@krasnostup.com