

УДК 536.75

**НУЛЕВОЙ ЗАКОН ТЕРМОДИНАМИКИ – «PRO ET CONTRA»
ZEROTH LAW OF THERMODYNAMICS – «PRO ET CONTRA»**

М. С. Войлоков

Научный руководитель – Ю. П. Ярмольчик, к. т. н., доцент
Белорусский национальный технический университет,

г. Минск, Беларусь

M. Voylokov

Supervisor – Y. Yarmolchick, Candidate of Technical Sciences, Docent
Belarusian national technical university, Minsk, Belarus

Аннотация: нулевой закон термодинамики – за или против его использования в современных учебниках.

Abstract: zeroth law of thermodynamics – for or against its use in modern textbooks.

Ключевые слова: термодинамика, нулевой закон, температура, Ральф Говард Фаулер, Каратеодори.

Key words: thermodynamic, zeroth law, temperature, Ralph Howard Fowler, Caratheodory.

Введение

Нулевой закон термодинамики является самым последним сформулированным законом термодинамики. Его введение в «официальную» Термодинамику имело и имеет научные и методологические аргументы «ЗА И ПРОТИВ» (по латыни: «PRO ET CONTRA»). Общепринятая формулировка Нулевого закона термодинамики звучит так: если термодинамическая система № 1 находится в равновесии с термодинамической системой № 3 и термодинамическая система № 2 находится в равновесии с системой № 3, то это означает, что термодинамическая система № 1 находится в термическом равновесии с системой № 2, что является транзитивным выражением. Таким образом системы, находящиеся в тепловом равновесии, обладают одинаковой температурой. Что означает – нулевой закон термодинамики представляет собой постулат.

Основная часть

Для базового понимания нулевого закона термодинамики и необходимости его применения на практике, нужно понять, что такое температура. Температура (от лат. *temperatura* – надлежащее смешение, нормальное состояние) – это физическая величина, характеризующая термодинамическую систему и количественно выражающая интуитивное понятие о различной степени нагретости тел. То есть у нас нет четкого физического определения, что такое температура.

С точки зрения термодинамики температура – это особый параметр. Разница температур двух термодинамических систем является индикатором направления передачи тепловой энергии – самопроизвольно тепло передается только от горячего тела к холодному до момента равновесия двух

систем. Это обстоятельство и фиксирует нулевой закон, который называют законом о существовании температуры.

Другое четкое раннее утверждение об этом принадлежит Каратеодори в части 4 раздела 6 его статьи от 1909 года: «В каждом случае, когда каждая из двух систем S_1 и S_2 находится в равновесии с третьей системой S_3 при аналогичных условиях, системы S_1 и S_2 также будут находиться в равновесии друг с другом». Однако это было изложено без дальнейших комментариев, по-видимому, просто как констатация соответствующего экспериментального факта [1].

Стоит отметить, что несмотря на ранние упоминания принципов нулевого закона термодинамики, он так и не был описан в литературе. До 1935 года не было сформулировано определение такого термина, как «температура». Несмотря на то, что все три закона термодинамики были открыты уже до 1935 года без определения температуры. Ральф Говард Фаулер понял, что тепловое равновесие – очень важное явление, и оно должно быть определено до 1-го закона термодинамики. Важность нулевого закона, который дает определение температуры или показывает, что некоторая физическая величина, называемая «температурой», также существует, не следует уменьшать. По словам Фаулера, этот закон следует соблюдать в первую очередь для правильного понимания законов термодинамики. Но уже было опубликовано большое количество книг с первым законом, вторым законом и третьим законом. Таким образом, изменение номеров этих законов могло создать большую путаницу. Таким образом, он был вынужден принять число «ноль» для своего закона. И, наконец, этот закон был назван «нулевым законом термодинамики» [2].

По Фаулеру параметр T – это абсолютная температура в Кельвинах. Она характеризует среднюю кинетическую энергию движения частицы системы, приходящуюся на одну степень свободы:

$$\langle E \rangle = \frac{1}{2} ikT, \quad (1)$$

где i – число степеней свободы;

k – постоянная Больцмана;

$\langle E \rangle$ – средняя кинетическая энергия хаотического движения.

Для одноатомных молекул $i = 3$ (три направления свободного движения), для двухатомных $i = 5$ (свободное движение плюс два вращения), для трехатомных и более $i = 6$ (свободное движение плюс три вращения) [3].

Заключение

В традиционных, некаратеодористских трактовках термодинамики нулевой закон подразумевается либо молчаливо, либо явно в качестве опоры для предшествующего введения перед остальными законами термодинамики понятия температуры.

Литература

1. Turner, L. A. Zeroth Law of Thermodynamics. / L. A. Turner // American Journal of Physics – 1961– № 29. – P. 71–76.
2. Law of thermodynamics [Электронный ресурс] / Zeroth law of thermodynamics. – Режим доступа: <https://lawofthermodynamicsinfo.com/zeroth-law-of-thermodynamics/>. – Дата доступа: 26.03.2023.
3. StudMe [Электронный ресурс] / Законы термодинамики. – Режим доступа: https://studme.org/310050/matematika_himiya_fizik/zakony_termodinamiki. – Дата доступа: 26.03.2023.