

УДК 536.74

**ТРЕТИЙ ЗАКОН ИЛИ НАЧАЛО ТЕРМОДИНАМИКИ
THE THIRD LAW OR BASIS OF THERMODYNAMICS**

И.О.Аликевич, Е.С.Вежновец, М.А. Заруба
Научный руководитель – З.Б. Айдарова, старший преподаватель
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь
Z.B.Aidarova@bntu.by
Alikevich, E. Vezhnovets, M. Zaruba
Supervisor – Z. Aidarova, Senior Lecturer
Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

Аннотация: В данной работе рассмотрены два методологических подхода к третьему постулату термодинамики: как к закону (тепловой теореме Нернста) и как к третьему началу (термодинамической аксиоме). Определены методологические аспекты дуалистического подхода к одному из фундаментальных постулатов термодинамики.

Abstract: This paper considers two methodological approaches to the third postulate of thermodynamics: as a law (Nernst's thermal theorem) and as a third basis (thermodynamic axiom). The methodological aspects of the dualistic approach to one of the fundamental postulates of thermodynamics are determined.

Ключевые слова: Третий закон термодинамики, третье начало, энтропия, абсолютная температура.

Keywords: The third law of thermodynamics, the third principle, entropy, absolute temperature.

Введение

В термодинамике существуют базисные постулаты на основе которых определяются остальные законы. Они называются «началами». Наиболее обсуждаемое из них является третье начало (закон) термодинамики.

Третий закон термодинамики устанавливает, что при абсолютном нуле температуры (0 К или $-273,15\text{ }^{\circ}\text{C}$) энтропия кристаллического вещества равна нулю. Это означает, что при абсолютном нуле температуры все молекулы кристаллического вещества находятся в своих базовых энергетических состояниях и не могут двигаться. Третий закон термодинамики имеет важное значение для изучения свойств материалов при низких температурах и для понимания процессов, происходящих в кристаллах и твёрдых телах.

В тоже время мы применяем и понятие «третье начало термодинамики»

В такой формулировке (т.е. определении, как «начала», т.е. базисного постулата) третье начало термодинамики утверждает, что невозможно достичь абсолютного нуля температуры при конечном числе шагов в процессе охлаждения. Это связано с тем, что при приближении к абсолютному нулю температуры энтропия системы стремится к нулю, и чтобы ее полностью устранить, необходимо бесконечное число шагов. Третье начало

термодинамики имеет важное значение для изучения свойств материалов при очень низких температурах и для разработки методов криогенной технологии.

Основная часть

Третий закон термодинамики и третье начало термодинамики - это одно и то же утверждение, рассматриваемое с разных позиций методологии. Оба термина используются для обозначения одного фундаментального закона природы. Они оба устанавливают условия, необходимые для существования абсолютного нуля температуры и утверждают, что при абсолютном нуле температуры все материалы имеют нулевую энтропию.

Третье начало термодинамики, однако, является более общей концепцией, которая описывает связь между энтропией и температурой в системе. Оно устанавливает, что при абсолютном нуле температуры энтропия любой системы должна быть равна нулю.

Третий закон термодинамики можно рассматривать как частный случай третьего начала термодинамики, который устанавливает условия, необходимые для существования абсолютного нуля температуры.

Так же считают, что третий закон является одновременно и законом, и аксиомой, и теоремой. Рассмотрим это ниже.

В одном из методологических подходов третий закон термодинамики также называют теоремой, потому что он является утверждением, которое было доказано на основе определенных аксиом и логических выводов. Он не является просто эмпирическим законом, который был обнаружен путем экспериментов или наблюдений, а является более фундаментальным принципом, который объясняет поведение систем при низких температурах. Поэтому третий закон термодинамики может быть рассмотрен как теорема в рамках термодинамики и физики в целом.

В другом же случае, его называют аксиомой, ведь оно не требует доказательств и принимается как основополагающий принцип термодинамики.

Однако, как и любой другой научный закон, он может быть пересмотрен и уточнен в свете новых экспериментальных данных и теоретических разработок.

С развитием статистической механики третий закон термодинамики (как и другие законы) превратился из фундаментального закона (подтвержденного экспериментами) в производный закон (выведенный из еще более фундаментальных законов). Основным законом, из которого он в первую очередь выводится, является статистико-механическое определение энтропии для большой системы:

$$S - S_0 = k_B \ln W,$$

где S – энтропия

k_B – постоянная Больцмана, показывает объём молекулы одноатомного газа, то есть объём одного атома.

W - это количество микросостояний, соответствующих макроскопической конфигурации. Отсчет состояний ведется от исходного состояния абсолютного нуля, которое соответствует энтропии.

Проще говоря, третий закон гласит, что энтропия идеального кристалла чистого вещества приближается к нулю по мере приближения температуры к нулю. Выравнивание идеального кристалла не оставляет никакой двусмысленности относительно расположения и ориентации каждой части кристалла. По мере уменьшения энергии кристалла вибрации отдельных атомов сводятся к нулю, и кристалл становится везде одинаковым (рисунок 1).

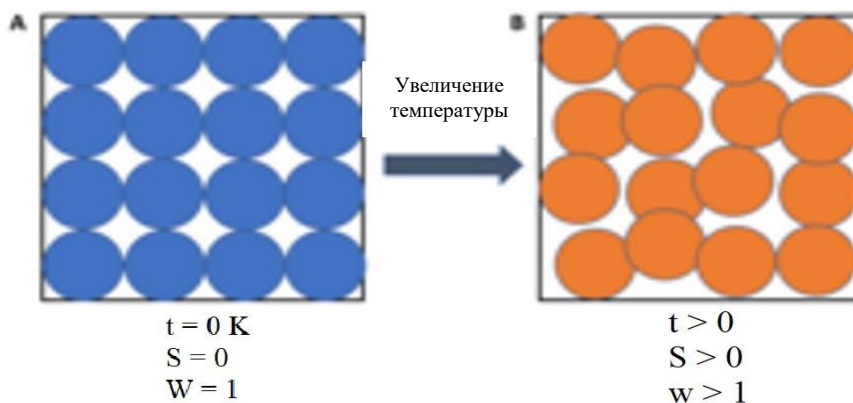


Рисунок 1 – Изменение состояния кристалла

Единственная возможная конфигурация для системы при абсолютном нуле, т.е. доступно только одно микросостояние. Таким образом, $S = k \ln W = 0$. (b) При температурах, превышающих абсолютный ноль, доступно множество микросостояний из-за вибрации атомов (преувеличено на рисунке). Поскольку число доступных микросостояний больше 1, то $S = k \ln W > 0$. Третий закон обеспечивает абсолютную точку отсчета для определения энтропии при любой другой температуре. Энтропия замкнутой системы, определенная относительно этой нулевой точки, тогда является абсолютной энтропией этой системы.

Заключение

Третье начало термодинамики, как никакой другой закон, обладает дуализмом. Являясь явным постулатом или аксиомой в тоже время является системой при описании изменений которой можно применить математические методы, то есть привести третий закон к понятию теоремы. Таким образом, исходя из описываемой системы, и применяется этот закон.

Литература

1. Third law of thermodynamics [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://en.wikipedia.org/wiki/Third_law_of_thermodynamics - Дата доступа: 30.03.2023
2. Физический смысл постоянной Больцмана [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://proza.ru/2019/09/24/1553#:~:text=Так%20как%20Оуравнение%20Клапейрона-Менделеева,то%20есть%20объём%20одного%20атома> – Дата доступа: 30.03.2023
3. Биография В.Нернста [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Нернст,_Вальтер – Дата доступа: 30.03.2023