

Есман А.К., Зыков Г.Л., Потачиц В.А.
Белорусский национальный технический университет

Одним из постулатов статистической физики является утверждение о существовании термодинамического равновесия для газовой среды. Этот постулат при более глубоком рассмотрении представляется не столь уж очевидным. Более того, приближение адиабатически замкнутой системы к равновесию, сопровождающееся возрастанием энтропии, на первый взгляд кажется противоречащим законам классической механики. Законы классической механики инвариантны относительно перемены знака времени, в то время, как следствие второго начала термодинамики о возрастании энтропии во времени необратимо. Это противоречие было сформулировано в виде парадоксов Лошмидта и Цермело. Лошмидт первым указал, что если в некоторый момент времени скорости всех молекул изменить на противоположные, то эволюция в газовой среде пойдет в противоположном направлении и энтропия будет убывать. Парадокс обратимости Цермело основан на возвратной теореме Пуанкаре, которая утверждает, что изолированная система с ограниченной энергией и конечными размерами за достаточно большой промежуток времени (период цикла Пуанкаре) вернется в состояние сколь угодно близкое к первоначальному. По Больцману возрастание энтропии при необратимых процессах есть следствие перехода системы от менее вероятных к более вероятным; состояние равновесия выступает как более вероятное. В системах с небольшим числом частиц отклонения от наиболее вероятного распределения (флуктуации) велики. Например, взвешенная в жидкости броуновская частица получает кинетическую энергию от молекул окружающей среды, хотя их температуры одинаковы. Для таких систем второе начало термодинамики неприменимо. Для макроскопических систем с большим числом частиц вероятность флуктуаций мала. Тем не менее, как бы ни был велик промежуток времени, на протяжении которого верен закон возрастания энтропии, еще для больших промежутков времени должно иметь место возврата к исходному состоянию, т.е. будет восстанавливаться обратимость, заложенная в микроскопических законах движения. Правда, для газа, заключенного в умеренном объеме, период цикла Пуанкаре составляет $\sim 10^{10}$ лет, что больше времени существования нашей Вселенной.

Таким образом, строгого запрета для процессов, происходящих с уменьшением энтропии, нет. Они просто маловероятны для обычных промежутков времени.