

Кроме того, для разъяснения П. о. существенно, что при учёте флуктуаций (даже для газа) нет простой связи между энтропией S и одностатичной ф-цией распределения f_1 , к-рая следует из ур-ния Больцмана ($S = -k \langle \ln f_1 \rangle$). На самом деле это лишь первый член разложения S по степеням плотности. Энтропия может зависеть от флуктуаций, к-рые описываются корреляционными функциями. Корреляц. часть энтропии установлена Г. Грином в 1953 [4].

П. о. существенно проявляется теорией флуктуаций, т. к. она показывает, что равновесное состояние соответствует максимуму вероятности, а отклонения от него, связанные с заметными флуктуациями, маловероятны. Относит. флуктуация наблюдаемых физ. величин (пропорциональных числу частиц N) имеет порядок $1/\sqrt{N}$ (вдали от точек фазового перехода).

Связь явлений необратимости с флуктуациями рассмотрел М. Смолуховский в 1906—16 [5] на примерах броуновского движения частиц под действием сил и диффузии в коллоидных растворах. Он исследовал непрерывный переход от необратимого поведения (движения около положения равновесия, замедленного внутр. трением) к неупорядоченному броуновскому движению. Для коллоидных растворов он исследовал непрерывный переход от обычной необратимой диффузии концентратии примеси к неупорядоченным, случайным флуктуациям концентрации. Кроме того, он дал оценку времени возврата (см. Парадокс возврата) для макроскопич. состояний, к-рое вполне наблюдаемо (для микроскопич. состояний время возврата чрезвычайно велико и находится далеко за пределами возможных наблюдений). Оценки Смолуховского получили эксперим. подтверждение.

Для конденсиров. сред кинетич. ур-ние, вообще говоря, несправедливо, и система описывается ф-цией распределения f_N всех её частиц по координатам и импульсам, удовлетворяющей Лиувиллю уравнению, выражающему закон сохранения вероятности в фазовом пространстве. Однако П. о. имеет место и в этом случае. Он связан с кажущимся противоречием между существованием необратимых процессов и обратимым характером ур-ния Лиувилля: симметрией относительно замены времени $t \rightarrow -t$ и импульсов частиц $p_i \rightarrow -p_i$ при неизменных координатах.

Возможность возрастания энтропии может быть обоснована методами статистич. механики, к-рая приводит к выражению для положительного локального производства энтропии, связанного с внутр. неравновесностью системы, что соответствует термодинамике неравновесных процессов. При этом для кинетических коэффициентов получаются выражения, пропорц. пространственно-временным корреляц. ф-циям потоков энергии, импульса и вещества (Грина — Кубо формулы). Энтропия системы в неравновесном случае определяется через локально-равновесное распределение $f_{лок}$ ф-лой $S = -k \langle \ln f_{лок} \rangle$. Она соответствует максимуму информац. энтропии при условии, что средние локально-равновесные значения плотности энергии, импульса и числа частиц равны их средним значениям, причём эти средние вычислены с помощью ф-ции распределения, удовлетворяющей ур-нию Лиувилля (хотя $f_{лок}$ ему не удовлетворяет). Возрастание энтропии связано с отбором запаздывающих решений ур-ния Лиувилля. Переобладающие решения должны быть отброшены, т. к. привели бы к убыванию энтропии [6]. Отбор запаздывающего решения ур-ния Лиувилля осуществляется введением в него бесконечно малого члена, нарушающего его симметрию относительно обращения времени.

Лит.: 1) Больцман Л., Избранные труды, пер. с нем., франц., М., 1984; 2) Кац М., Несколько вероятностных задач физики и математики, пер. с польск., М., 1987; 3) Боголюбов Н. Н., Проблемы динамической теории в статистической физике, М.—Л., 1946; 4) Гривел Н., The molecular theory of fluids, Amst., 1952; 5) Эйнштейн А., Смолуховский М., Броуновское движение. Сб. ст., Л., 1936; 6) Зу-

барев Д. Н., Современные методы статистической теории неравновесных процессов, в кн.: Итоги науки и техники. Сер. Современные проблемы математики, т. 15, М., 1980.

Д. Н. Зубарев.

ПАРАКСИАЛЬНЫЙ ПУЧОК ЛУЧЕЙ света (от греч. παρά — возле и лат. axis — ось) — пучок лучей, распространяющихся вдоль оси централизованной оптич. системы и образующих очень малые углы с осью и нормальными к преломляющим и отражающим поверхностям системы. Осн. соотношения, описывающие образование изображений оптических в осесимметричных системах, строго справедливы только для П. п. л. Только в изображениях, создаваемых такими лучами, отсутствуют аберрации оптических систем (кроме хроматич. аберрации в линзовых системах). На практике, однако, под П. п. л. обычно понимают пучок лучей, проходящих под конечными (неск. градусов) углами, для к-рых отступления от строгих соотношений настолько малы, что ими можно пренебречь. Область вокруг оптич. оси системы, в к-рой лучи можно считать параксиальными, тоже наз. параксиальной.

ПАРАЛЛАКС (от греч. παράλλaxis — уклонение) в астрономии — изменение направления наблюдателя — астр. объект при смещении точки наблюдения, равное углу, под к-рым из центра объекта видно расстояние между двумя положениями точки наблюдения. Обычно используются П., связанные с перемещением наблюдателя из-за вращения Земли вокруг своей оси (суточный П.), движения Земли вокруг Солнца (годовой П.), движения Солнечной системы в Галактике (вековой П.). П. (точнее, его синус) связан с расстоянием до объекта обратно пропорц. зависимостью.

Суточный П. сказывается на положениях Луны, Солнца, др. планет и тел Солнечной системы. Т. к. расстояния до этих тел не очень велики по сравнению с размерами Земли, направления на эти объекты из разл. точек Земли получаются различными. Для однородности наблюдений условилось приводить их к центру Земли (т. н. геоцентрич. направления). Угол, под к-рым из центра астр. объекта виден экваториальный радиус Земли, наз. горизонтальным экваториальным П. Этот угол (π) связан с расстоянием между центрами Земли и объекта (D) соотношением: $\sin \pi = R/D$, где R — экваториальный радиус Земли. Наиб. экваториальный горизонтальный П. имеет Луна (его значение меняется от $53,9'$ до $61,5'$). Ср. значение П. Солнца принято равным $8,794''$, что соответствует расстоянию $149\,597\,870$ км. Это расстояние наз. астр. единицей (а. е.) и используется в пределах Солнечной системы как эталон длины.

Годичный П. применяется для оценки расстояний до звёзд. Осн. единицей измерения служит парсек — такое расстояние, при к-ром а. е. видна под углом в $1''$. Парсек прибр. равен $30,857 \cdot 10^{12}$ км. Для объектов разл. удалённости разработан ряд методов измерения годичных П. Наиб. простой — метод тригонометр. и ч. П., применяемый для измерения расстояний до ближайших звёзд. Вследствие движения Земли вокруг Солнца изменяются положения близких звёзд по отношению к более удалённым. Это изменение измеряют, сравнивая два снимка одного и того же участка неба, сделанных с интервалом в полгода (тригонометрич. П.). Тригонометрич. П. измерены для звёзд, расположенных в окрестностях Солнца в сфере с радиусом $70—100$ пк. Одни тригонометрич. П. не дают возможности изучить строение как ближайшей части Вселенной, так и Галактики, но они являются основой для др. методов измерения расстояний.

Вековой П. даёт статистич. оценку ср. расстояний групп звёзд (в предположении хаотич. распределения собств. скоростей звёзд). Из-за движения Солнца к апексу со скоростью $4,2$ а. е. в год у звёзд, находящихся на $\sim 90^\circ$ от апекса, появляется составляющая собств. движения (угл. смещения за год) в сторону