

УДК 531.19
Г49

Интернет-магазин
MAFFESS

<http://shop.rcd.ru>

- физика
- математика
- биология
- техника

Гиббс Дж. В.

Основные принципы статистической механики: Пер. с англ. — Москва: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2002, 204 стр.

Репринтное издание (оригинальное издание: М.-Л.: ОГИЗ–Гостехиздат, 1946 г.)

ISBN 5-93972-127-3

© НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2002

<http://rcd.ru>

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие к переводу	7
Предисловие	12
Г л а в а I. Общие понятия. Принцип сохранения фазового объема	17
<p>Гамильтоновы уравнения движения. Ансамбль систем, распределенный по фазам. Фазовый объем, фазовая плотность. Основное уравнение статистической механики. Условие статистического равновесия. Принцип сохранения фазовой плотности. Принцип сохранения фазового объема. Гидродинамическая аналогия. Фазовый объем является инвариантом. Размерность фазового объема. Различные аналитические выражения принципа. Коэффициент и показатель вероятности фазы. Принцип сохранения вероятности фазы. Размерность коэффициента вероятности фазы.</p>	
Г л а в а II. Применение принципа сохранения фазового объема к теории ошибок	32
<p>Приближенное выражение показателя вероятности фазы. Применение принципа сохранения вероятности фазы к постоянным этого выражения.</p>	
Г л а в а III. Применение принципа сохранения фазового объема к интегрированию дифференциальных уравнений движения	37
<p>Случай, в котором силы являются функциями только координат. Случай, в котором силы являются функциями координат и времени.</p>	
Г л а в а IV. О так называемом каноническом распределении фаз, при котором показатель вероятности является линейной функцией энергии	42
<p>Условие статистического равновесия. Другие условия, которым должен удовлетворять коэффициент вероятности. Каноническое распределение. Модуль распределения должен быть конечным. Модуль канонического распределения имеет свойства, аналогичные температуре. Другие распределения имеют аналогичные свойства. Распределения, в которых показатель вероятности является линейной функцией энергии и моментов импульсов относительно трех осей. Случай, в котором силы являются линейной функцией сдвигов и показатель является линейной функцией отдельных энергий, относящихся к нормальным типам движения. Дифференциальное уравнение, относящееся к средним значениям в каноническом ансамбле. Оно идентично по форме с основным дифференциальным уравнением термодинамике.</p>	

Глава V. Средние величины для канонического ансамбля систем

55

Случай γ материальных точек. Среднее значение кинетической энергии отдельной точки для данной конфигурации или для всего ансамбля $= \frac{3}{2} \Theta$. Среднее значение общей кинетической энергии для какой-либо заданной конфигурации или для всего ансамбля $= \frac{3}{2} \gamma \Theta$. Система с n степенями свободы. Среднее значение кинетической энергии для какой-либо заданной конфигурации или для всего ансамбля $= \frac{n}{2} \Theta$. Второе доказательство того же положения. Распределение канонического ансамбля по конфигурации. Ансамбли, канонически распределенные по конфигурации. Ансамбли, канонически распределенные по скорости.

Глава VI. Пространство конфигураций и пространство скоростей

65

Конфигурационный объем и скоростной объем являются инвариантами. Размерности этих величин. Показатель и коэффициент вероятности конфигурации. Показатель и коэффициент вероятности скорости. Размерности этих коэффициентов. Соотношение между конфигурационным и скоростным объемами. Определение фазового объема, конфигурационного объема и скоростного объема без явного упоминания координат.

Глава VII. Дальнейшее исследование средних в каноническом ансамбле систем

75

Второе и третье дифференциальные уравнения, относящиеся к средним значениям канонического ансамбля. Они идентичны по форме с термодинамическими уравнениями, полученными Клаузиусом. Средний квадрат флуктуаций энергии—кинетической энергии—потенциальной энергии. Эти флуктуации неощутимы для человеческого наблюдения и опыта, когда число степеней свободы системы очень велико. Средние значения различных степеней энергий. Средние значения различных степеней флуктуаций энергий. Средние значения, относящиеся к силам, действующим на внешние тела. Общие формулы, относящиеся к средним в каноническом ансамбле.

Глава VIII. О некоторых важных функциях энергии системы

93

Определения. V —фазовому объему ниже предельной энергии ε . $\varphi = \log \frac{dV}{d\varepsilon}$. V_q —конфигурационному объему ниже предельного значения потенциальной энергии ε_q . $\varphi_q = \log \frac{dV_q}{d\varepsilon_q}$. V_p —скоростному объему ниже предельного значения кинетической энергии ε_p . $\varphi_p = \log \frac{dV_p}{d\varepsilon_p}$. Вычисления V_p и φ_p . Средние значения функций кинетической энер-

гии. Вычисление V из V_q . Приближенные формулы для больших значений. Вычисление V или φ для всей системы, когда они заданы для частей. Геометрическое истолкование.

Глава IX. Функция φ и каноническое распределение 106

При $n > 2$ наиболее вероятное значение энергии в каноническом ансамбле определяется уравнением $\frac{d\varphi}{d\varepsilon} = \frac{1}{\theta}$. При $n > 2$ среднее значение $\frac{d\varphi}{d\varepsilon}$ в каноническом ансамбле равно $\frac{1}{\theta}$. При большом n значение φ , соответствующее $\frac{d\varphi}{d\varepsilon} = \frac{1}{\theta} (\varphi_0)$, почти эквивалентно (не считая аддитивной константы) среднему показателю вероятности с обратным знаком $(-\bar{\eta})$. Приближенные формулы для $\varphi_0 + \bar{\eta}$ при большом n . При большом n распределение канонического ансамбля по энергии приблизительно следует закону ошибок. Это не имеет места для канонического распределения. Средние в каноническом ансамбле.

Глава X. О так называемом микроканоническом распределении по фазам, при котором все системы имеют одинаковую энергию 119

Микроканоническое распределение как предельное распределение, полученное различными способами. Средние по микроканоническому ансамблю значения функций кинетической и потенциальной энергии. Если две величины имеют одинаковые средние значения в каждом микроканоническом ансамбле, то они имеют одинаковое среднее значение и в каждом каноническом ансамбле. Средние по микроканоническому ансамблю значения функций энергий частей системы. Средние значения функций кинетической энергии части системы. Средние значения внешних сил в микроканоническом ансамбле. Дифференциальное уравнение, относящееся к этим средним и имеющее форму основного дифференциального уравнения термодинамики.

Глава XI. Максимальные и минимальные свойства различных фазовых распределений 132

Теоремы I—VI. Минимальные свойства некоторых распределений. Теорема VII. Средний показатель для всей системы по сравнению с суммой средних показателей для частей системы. Теорема VIII. Средний показатель для всего ансамбля по сравнению со средними показателями для частей ансамбля. Теорема IX. Равномерное распределение по фазам в любых границах дает наименьшее значение среднего показателя вероятности.

Глава XII. О движении систем и ансамблей систем в течение длительных промежутков времени 141

При каких условиях и с какими ограничениями мы можем полагать, что система возвратится с течением времени к ее первоначальной фазе, по крайней мере с любой степенью приближения? Стремление ансамбля изолированных систем к состоянию статистического равновесия.

Г л а в а XIII. Влияние различных процессов на ансамбль систем 153

Изменение внешних координат может вызвать только убывание среднего показателя вероятности. Это убывание может быть вообще сделано менее значительным, путем уменьшения скорости изменения внешних координат. Взаимодействие двух ансамблей может только уменьшить сумму их средних показателей вероятности. При взаимодействии двух канонически распределенных ансамблей тот, который имеет больший модуль, будет терять энергию. Повторное взаимодействие между каким-либо ансамблем и другими, распределенными канонически и с одинаковым модулем, будет стремиться распределить первый ансамбль канонически и с тем же самым модулем. Процесс, аналогичный циклу Карно. Аналогичные процессы в термодинамике.

Г л а в а XIV. Исследование термодинамических аналогий . . . 163

Априорное обоснование термодинамики средствами рациональной механики требует механических определений температуры и энтропии. Условия, которым должны удовлетворять определенные таким образом величины. Модуль канонического ансамбля Θ и средний показатель вероятности с обратным знаком $\bar{\eta}$ как аналоги температуры и энтропии. Функции энергии $\frac{d\bar{s}}{d \log V}$ и $\log V$ как аналоги температуры и энтропии.

Функции энергии $\frac{d\bar{s}}{d\bar{p}}$ и $\bar{\varphi}$ как аналоги температуры и энтропии. Достоинства различных систем. Если система с большим числом степеней свободы микроканонически распределена по фазам, любая очень малая часть ее может быть рассматриваема как канонически распределенная. Сравнение единиц Θ и $\bar{\eta}$ с единицами температуры и энтропии.

Г л а в а XV. Системы, состоящие из молекул 181

Определения фазы рода и фазы вида. Статистическое равновесие для фаз рода и для фаз вида. Большие ансамбли, малые ансамбли. Канонически распределенный большой ансамбль. Величина ω должна быть конечной. Равновесие относительно приобретения и потери молекул. Среднее значение любой величины в канонически распределенном большом ансамбле. Дифференциальное уравнение, идентичное по форме с основным дифференциальным уравнением термодинамики. Среднее значение $\bar{\nu}$ числа ν какого-либо вида молекул. Среднее значение $(\nu - \bar{\nu})^2$. Сравнение показателей. Когда число частиц в системе должно быть рассматриваемо как переменное, средний показатель вероятности для фаз рода соответствует энтропии.