

科學圖書大庫

大學物理叢書

統計物理學

譯者 官德樣 葉天正 林啓東
林棟樑 盧伯誠
校閱 黃振麟

徐氏基金會出版

我們的工作目標

文明的進度，因素很多，而科學居其首。科學知識與技術的傳播，是提高工業生產、改善生活環境的主動力。在整個社會長期發展上，乃對人類未來世代的投資。從事科學研究與科學教育者，自應各就專長，竭智盡力，發揮偉大功能，共使科學飛躍進展，同將人類的生活，帶進更幸福、更完善之境界。

近三十年來，科學急遽發展之收穫，已超越以往多年累積之成果。昔之認為若幻想者，今多已成爲事實。人類一再親履月球，是各種科學綜合建樹與科學家精誠合作的貢獻，誠令人無限興奮！時代日新又新，如何推動科學教育，有效造就科學人才，促進科學研究與發展，尤爲社會、國家的基本使命。培養人才，起自中學階段，此時學生對基礎科學，如物理、數學、生物、化學，已有接觸。及至大專院校專科教育開始後，則有賴於師資與圖書的指導啓發，始能爲蔚爲大器。而從事科學研究與科學教育的學者，志在貢獻研究成果與啓導後學，旨趣崇高，彌足欽佩！

本基金會係由徐銘信氏捐資創辦；旨在協助國家發展科學知識與技術，促進民生樂利，民國四十五年四月成立於美國紐約。初由旅美學人胡適博士、程其保博士等，甄選國內大學理工科優秀畢業生出國深造，前後達四十人，惜學成返國服務者十不得一。另曾贈送國內數所大學儀器設備，輔助教學，尙有微效；然審情度理，仍嫌未能普及，遂再遂聘國內外權威學者，設置科學圖書編譯委員會，主持「科學圖書大庫」編譯事宜。以主任委員徐銘信氏爲監修人，編譯委員林碧經氏爲編輯人，各編譯委員擔任分組審查及校閱工作。「科學圖書大庫」首期擬定二千種，凡四億言。門分類別，細大不捐；分爲叢書，合則大庫。爲欲達成此一目標，除編譯委員外，本會另聘從事

翻譯之學者五百餘位，於英、德、法、日文出版物中精選最近出版之基本實用科技名著，譯成中文，供給各級學校在校學生及社會大眾閱讀，內容嚴求深入淺出，圖文並茂。幸賴各學科之專家學者，於公私兩忙中，慨然撥冗贊助，譯著圖書，感人至深。其旅居國外者，亦有感於為國人譯著，助益青年求知，遠勝於短期返國講學，遂不計稿酬多寡，費時又多，迢迢乎千萬里，書稿郵航交遞，其報國熱忱，思源固本，至足欽仰！

今科學圖書大庫已出版一千餘種，都二億八千餘萬言；尚在排印中者，約數百種，本會自當依照原訂目標，廣續進行，以達成科學報國之宏願。

本會出版之書籍，除質量並重外，並致力於時效之爭取，舉凡國外科學名著，初版發行半年之內，本會即擬參酌國內需要，選擇一部份譯成中文本發行，惟欲實現此目標，端賴各方面之大力贊助，始克有濟。

茲特掬誠呼籲：

自由中國大專院校之教授，研究機構之專家、學者，與從事工業建設之工程師；

旅居海外從事教育與研究之學人、留學生；

大專院校及研究機構退休之教授、專家、學者

主動地精選最新、最佳外文學名著，或個別參與譯校，或就多年研究成果，分科撰著成書，公之於世。本基金會自當運用基金，並藉優良發行系統，擔任傳播科學種子之媒介。尚祈各界專家學人，共襄盛舉是禱！

徐氏基金會 敬啓

中華民國六十四年九月

校閱者序

這個年代有人說是「知識爆炸」的年代了。例如以專門刊登物理學的新發明或新發現為宗旨的美國物理評論 (The Physical Review) 來說，從 1950 年到 1959 年的十年間共出了 270 公分厚的文章；從 1960 年到 1969 年便一躍增加到 1000 公分厚的了。這一事實告訴我們：今日物理學的進展速度，已達令人可怕的程度。

自從相對論、量子力學、統計力學等的發明以來，物理學家對於自然界的看法，起了很大的變化，對於新問題的探討方法也隨之改變。從而工業技術也直接或間接地受到影響，急速地改變。像電子技術、原子能、非線性光學、結晶、高分子等等這一切的發展，無一不是受了今日物理發展的影響，而形成了所謂「技術革命」。各先進國家逐漸領悟到，此後真正決定國家生命的關鍵已經轉移到以科學為背景的生產技術了。因此，每年訓練出多少理工人材已成為各國競爭的目標，而如何有效地加以訓練人才，更成為迫切的問題。

為了適應這些知識的急激累積及時代的迫切需要，學校教育開始放棄了傳統性的「實用知識」的傳授，改以養成能適用於多種領域的科學研究態度。就物理來說，過去的教科書骨子裡，不過是半世紀前的物理，鮮有新的物理基礎觀念的介紹。補充的新知識也只是移花接木地硬加上，且其分量不過十分之一二。更重要的是沒有一個貫通的思想。新的教科書應該矯正這一點。

本套大學物理叢書 Berkely Series 就是針對上述問題而編的一種新教材。不可企圖祇灌輸新知識，而意圖讓學生養成能適應新時代的體質。它把過去的知識體系徹底打破之後，按照未來的延長線方向，逐次把新舊材料加以檢討。然後，對未來有益者，如何老也採用；無益者，如何新也捨之不用。這樣取捨選擇而成的就是本教材。

本叢書共有五本；對象是大學一年級和二年級的理工科學生。

第一本：C. Kittel, W.D. Knight and M.A. Ruderman“力學”。

第二本：E.M. Purcell, “電磁學”

第三本：F. Crawford, “波動學”

第四本：E. Wichmann, “量子物理學”

第五本：F. Reif, “統計物理學”

美國 California 大學 Berkeley 分校的物理學系是站在冠於全世界的地位，正在領導着全世界的物理發展。該系的優秀教授（不但是在教學方面，而且在研究方面）共同籌劃，費了幾年心血寫成這五本書。翻譯本叢書的是我國最優秀的物理學生，國立台灣大學物理學系的系友，正在美國一流大學中攻讀博士學位的愛國愛群的一群學子。他們在美國深深地了解物理教育的新浪潮，並痛覺我國教育改革的必要性，以滿腔的熱忱先翻成第二、三、五的三本。第一本因為前聽說過有國立交通大學畢業生的翻譯計劃（擬由徐氏基金會出版），所以他們暫時作罷。但是如今已經知道該計劃並未完成，他們正着手趕譯中。至於第五本，因為原書祇有臨時性的打字版，俟正式的排字版問世後，就可立刻開始翻譯。預料在明年上半年間第一、第五兩本可同時送上讀者諸位的面前。

黃振麟 謹識

民國五十九年十月二十日

於國立台灣大學物理學系

前言

這是為理工科學生所寫的兩年普通物理課程。作者們的旨趣，在於儘可能地依照各界物理學家的方式，現身說法。我們要求一種大力強調物理學基礎的課程，我們的特定目標是要聯貫地將狹義相對論，量子物理，以及統計物理的觀念，介紹到基本課程裏。

這套課程的適用對象是在高中時代修過物理學的學生，至於包含有微積分的數學課，則要和此課同時選讀。

在這時候的美國，有許多新的普通物理書籍出現，目前，由於科學與工程的突進，以及中小學對科學的重視，使得許多物理學家感到，新課程的製作已成爲刻不容緩的事。在1961年後期，康乃爾大學的 Philip Morrison 和 C. Kittel 的談話裏孕育出我們自己的課程，當我們獲得了 John Mays 和他的國立科學基金會 (National Science Foundation) 同事，以及後來當選為大學物理委員會主席的 Walter C. Michels 的熱心鼓勵後，成立一個非正式的委員會，負責指導課程的製作。原始委員會的成員是 Luis Alarez, William B. Fretter, Charles Kittel, Walter D Knight, Philip Morrison, Edward M. Purcell, Malvin A. Ruderman, 及 Jerrold R. Zacharias 第一次聚會在伯克萊 (Berkeley) 舉行，時間為1962年5月。會議的結果，草擬出整個新課程的暫時輪廓，後來，由於數位委員有重任，1964年1月乃實施部份改組，現在的成員，就只包括在本文末署名的人士了。其餘人的工作，則在各冊的序言裏可以看到。

當初暫定的輪廓，以及所擁有的精神，深深地影響到爾後完成的課程：在那輪廓裏，詳細地列有我們認為應該而且能夠教給理工新生的課目與態度，不過我們絕對沒有限制非常出色或優等學生的意圖。我們從新鮮而且統一的觀點，講述物理的原理，因此，有一部份內容，可能使得講課的老師和學生一樣地感到新奇。

計劃中的五冊課程，將包括有：

1. 力學 (Kittel, Knight, Ruderman)

- II. 電磁學 (Purcell)
- III. 波動學 (Crawford)
- IV. 量子物理學 (Wichmann)
- V. 統計物理學 (Reif)

各冊的作者，均能自由地選擇講述方法與課本形式，使得他們可以妥切地處理自己的題目。

開始的活動，促使 Alan. M. Portis 設計新的普通物理實驗室，亦即現在眾所周知的伯克萊物理實驗室 (Berkeley Physics Laboratory)，由於新課程一再地強調物理學的基本原則，有些老師可能認為，這實驗室無法充分地處理實驗物理學，然而，設計的目的，只是要和課程相平衡而已，何況它還擁有許多重要的實驗呢！

發展課程的款項，由國立科學基金會供給，同時，很可觀的一部，間接地來自加州大學。這些基金由教育服務社 (Educational Services Incorporated 簡稱 ESI) 管理，該社是一非營利性的組織，成立的目的，在於監督課程的改進計劃。我們非常地感謝 Gilbert Oaklay, James Aldrick, William Jones (都是 ESI 的人) 等人的熱心以及有力的支持。成立在伯克萊的 ESI，是一家機構，在 Mary R. Maloney 女士的適當指導下，它支援了課程及實驗室的发展。加州大學與我們的計劃沒有官方的正式聯繫，但是却以重要的方式幫助我們，因此，我要特別對下列諸位先生，致最大的謝意：兩屆的物理系系主任 August C. Helmholtz 和 Burton J. Moyer；系裏的教職員；Donald Coney，以及大學裏其他的人。在早期的組織問題上，Abraham Olshen 也給我們很大的幫助。在此一併致謝。

所有的修正與建議，我們隨時歡迎。

Eugene D. Commins
 Frank S. Crawford, Jr.
 Walter D. Knight
 Philip Morrison
 Alan M. Portis
 Edward M. Purcell
 Frederick Keii
 Malvin A. Ruderman
 Eyvind H. Wichmann
 Charles Kittel

緒 言

柏克萊物理課程的最後這本書是致力於大規模的（即宏觀的）的系統之研究，這種系統是由許許多多的原子或分子組成，因此它提供了統計力學，動力論，熱力學及熱的基本介紹。我在這裡所依據的程序並不是依照歷史上的演進，因此與通常所用的方針不同，我的目標是如何利用現代的觀點，用一種最有系統，最簡單的方法來把基本的原子理論運用到宏觀系統的性質之描述及預測，而且用前後呼應的方式把這些觀念連接起來。

在寫這本書的時候，我儘量記住我的學生是對此一課題從未認識過，他只是剛剛越過物理學導論及原子性質障礙的人。因此，假若學生們想自己去瞭解宏觀系統的性質，那麼我所提供出來的說明次序將會誘導你，爲了要使我寫出來的東西能前後一貫，首尾相應，我把本書所討論的東西全部由一基本原則出發，即一孤立系統趨向最混亂情況的原則，再從這裡不憚其煩地引開系統的說明。雖然我討論的只是限於簡單的系統；但是我所用的方法是可以應用很廣而且很容易推廣的。尤其重要的是在本書中，我儘量強調其物理意義，使學生們能很快而且很容易地查知相互間的關係，所以我用很長的篇幅來討論物理上的觀念，而不迷失在那冗長的數學公式化裡。我提出簡單的例子來說明抽象的一般觀念，作數值上的大概估計，把理論與觀測及實驗的結果相比較。

在本書中所選擇出來的材料，都是經過極細心的挑選程序。我的目標是要強調那些物理學家及化學、生物及工程的同學所最需要的基本觀念。在“教學及學習注意事項”裡，我把本書的內容及結構綜合出來，並提供那些有遠見的教師及學生們一些指導。這種不依照傳統公式的寫書方法，主要是用於強調宏觀的及原子描述之間的關係，它並沒有忽略或犧牲傳統式教法的那些重點。特別是，我們想提出下列的特性：

(i) 學生們若只讀完第七章（縱然他省略第六章不讀），他會獲得古典熱力學的基本原理及基本應用，跟他依傳統的方式來研讀此一標題一樣。當然，他會得到更多有關熵的意義及更多統計物理學的知識。

(ii) 我也很小心地強調，統計力學所得到的一些結果其本身的內容是完全屬於宏觀的，它不會因假設系統的不同原子模型而導致不同結果。因此，古典熱力學的普遍性及不因模型而變的性質就非常顯然了。

(iii) 雖然用歷史沿革的程序來討論很少能提供邏輯及清楚的介紹，不過，假若能瞭解科學觀念的進展，不但有趣而且深具啓發效果。所以，在課文中的適當段落，我會引進一些適恰的評語，參考資料及偉大科學家的肖像，它的目的是要使學生們能得到一些此課題的發展歷史。

要讀本書所需要的準備知識，除了基本的古典力學及電磁學之外，只需要最簡單的原子觀念，它包含下列最不複雜的量子概念，量子態及能階的概念，海森伯的測不準原理，德布羅易波長，自旋的意義，及自由質點在盒中的問題。所需要的數學工具不超過簡單的導函數及積分，加上一些泰勒級數的知識。任何熟讀柏克萊物理課程前幾冊（尤其是第四冊）的同學，當然，非常足夠來研讀此書了。不過，本書也可以作為最新的普通物理學之後半部，或者與此相當，而程度在大二或高於大二的學生之用。

如在本緒言前段所提，我的目的是要深入此複雜問題的骨髓，但却又要使它簡單易讀，前後連貫，而且初學者能使用它。雖然此一目標值得追求，但是確不易達到。事實上，在寫此書時，它對我真是一件費力而孤獨的工作，它消耗我不敢相信的多量時間，而且使我覺得疲憊地癱瘓下來。唯有知道了我的努力完成所希冀的目標一發現此書很有用，我才感到自己的辛苦代價有些微的補償。

致謝辭

我很感謝 Allan N. Kaufman 教授的仔細閱讀最後稿子，並且使我能接受他意見的益處。Charles Kittel及 Edward M. Purcell 兩位教授對前面兩章的初稿曾作一些有價值的批評。在研究生當中，我將提及 Richard Hess，他對本冊的初稿作許多有幫助的提示，及 Leonard Schlesinger，他把問題中的所有題目都解答出來，並提供本書後面的答案。我特別要致謝 Jay Dratler，他是一個大學部的學生，他仔細閱讀原稿及最後的定稿，從一個對此課目完全陌生開始，他從本書中自己學習，並且在研讀的過程中表現出異常的天賦，他能發現說明不清楚的地方，並作有益的建議。他可能是本書之改進的最大貢獻者。

計算機作業圖案的製作要花費許多的時間及精力，因此我要表出我最熱誠的感激給 Berni J. Alder 博士，在這方面他提供了個人的最大幫助，而沒有要求經費上的支助。我對這些圖案的概念要不是有他計算的經驗來處理是不可能成為事實的，我們希望在將來能夠再繼續合作，把這些計算機作業圖案作成影片，使這些觀念的說明更為生動易懂。

Mrs. Beverley Sykes 及後來的 Mrs. Patricia Cannady 是我在這段漫長的寫書生涯中的兩個最忠實秘書，我很感謝她們把書寫的稿本打字出來的技術，我也要感謝幫忙寫成此書的許多人，當中有 Mrs. Mary R. Maloney 及 Mrs. Lila Lowell，她們隨時樂意幫忙一些日常工作；還有 Mr. Felix Cooper，他是負責圖形的工作。最後，我要感謝的是 Mr. William R. Jones，他在 Educational Service 工作，由於他的努力使我能跟 National Science Foundation 拉上關係。

本書有許多是我在 1965 年由 McGraw-Hill 出版的 "Fundamentals of Statistical and Thermal Physics" (FSTP) 中取材的，該書是對高程度的大學生所展示的一種教育革命，我的經驗取自 FSTP，本書中許多寫出來的方式是取自該書的[†]。因此我也要感謝那些在寫 FSTP 時幫忙我的人

[†] 因此本書中有些部份是屬於 "Fundamental of Statistical and Thermal physics" 中的版權。

，也要感謝該書出版以後對我提供建議的人。我也要向 McGraw-Hill Book Company 致謝，它能夠讓我不受限制地由 FSTP 中取材到本書裡而不提出版權的要求。雖然我仍不能滿意 FSTP 中所發展出來的方法，不過我仍認為這種做法比較簡單而且深入。因此，我要在本書中把這一層瞭解，把 FSTP 第二版的編排及用字所要做的改進包含到本書內。由它簡單的觀點，對於想讀較本書深入的同學來講，FSTP 可作為很好的參考資料，不過，這些學生們要注意到兩書中符號的一些差別。

雖然本書是柏克萊物理課程中的一部份，不過我要強調，有關本書的所有責任是為我完全所有，若書中有任何瑕疵（我自己在校讀時，甚至還發現一些），其責任應完全擔負在我的肩上。

教學及學習注意事項

本書的結構

本書可分為三大部份，依次如下：

A 部份：準備知識（第 1 及 2 章）

第一章：此章提供本書中所要研究的基本物理觀念之定性介紹，它要使學生能注意到宏觀系統的特徵，並使他的思緒能沿着豐碩的路綫前進。

第二章：此章較具有數學的特徵，它要使學生們能熟悉機率的基本觀念，不需要具備機率的知識。系綜的概念在整章中再三強調，所有的例子是用來說明物理上的有意義問題。雖然本章的內容是爲了將來之應用，不過，所討論的機率概念當然可以應用得較廣。

這兩章不要花太多的時間，實際上有些同學可能已有足夠的準備背景熟悉這兩章的材料了。不過，我絕不是鼓勵同學們略掉這兩章，而是推薦它們作爲一複習。

B 部份：基本理論（第 3、4、5 章）

此部份是這本書的中心課題。本書中用邏輯及定量的方式來發展此一理論，謂奠基於第三章。（依此說明前面兩章勢必要略去，但從學問的觀點來看此却非聰明的方法。）

第三章：本章討論一由多質點組成的系統如何用統計的辭彙來討論，它亦引進了統計理論的基本假說，在本章的後部，同學們將會瞭解宏觀系統的定量瞭解是附着在相容態的計數，不過，他可能還不能察覺到此一知識的價值。

第四章：本章是真正的高潮，它開始於兩個系統如何經由熱轉移而相作用，由此的探究很快地導致熵的基本觀念，絕對溫度及正則分佈（或波爾茲曼因子）。到本章結尾，同學們就能澈底處理各種實際問題了——事實上，他已經學到如何由基本原理去計算物質的順磁性及理想氣體的壓力。

第五章：本章把理論的觀念帶到地面上來。因此它討論如何把原子觀念與宏觀測量拉上關係，並且如何決定絕對溫度及熵這樣的量。

教師們若是因為時間的限制，倒可以在授完這五章時就停止，而不必有什麼良心上的譴責。到此為止，一個學生應已得到絕對溫度，熵及波爾茲曼因子的概念——即統計力學及熱力學的最基本概念。（實際上，熱力學唯一尚未提及的是在一個似靜態的絕熱過程裡其熵值不變。）到此一階段，我將認為本課程的最小目標已經達到。

C 部份：理論之推展（第6、7、8章）

此部份有三章各別獨立，任何一章可以單獨閱讀而不必先讀其餘的兩章。除此之外，我們一樣可以只講授各章的前幾節，然後再回到其他剩下的幾節。任何教師可以適度地滿足自己的嗜好或學生的興趣。在這三章中，第七章是最基本而重要的，它完成熱力學原理的完整討論，它也可能是學生物及化學的同學所最需要的。

第六章：本章引進古典近似理論於統計描述中，以得到正則分佈的一些應用。氣體分子的馬克士威爾速度分佈及均分定理是本章的主要標題，說明上的應用包括分子束，同位素分離及固體的比熱。

第七章：本章始於證明在一絕熱及似靜態的過程中其熵值不變，此完成熱力學定律之討論，它然後再歸納為一般性。此章然後進入一些重要的應用：廣義平衡條件，包含吉布斯自由能的性質；物相間的平衡，熱引擎及生物體的滲透。

第八章：最後一章是要用來說明一系統不平衡時的性質，用簡單的平均自由路徑來討論稀薄氣體的輸運性質，並處理黏滯性，熱導性及自擴流與電導性。

此完成本書的基本結構，在柏克萊的課程裡，我們的目標是在普通物理學的最後一學期裡，用八個禮拜來討論本書的主要部份。

上面的簡單輪廓顯示出，雖然我們的方式跟傳統方法相異，但是它本身自有一完整的邏輯結構。這種發展的方式對學生可能比較自然而直截了當，因為他們對此一標題全無先見，對教師們已被傳統教法塑造出來的心靈可能比較不易接受。我想要勸告教師們用新的眼光來思考這一標題，假若習慣的壓力使他不能不用欠缺考慮地方式注入傳統的要點，那麼他會破壞本書的邏輯結構，這樣子不是啓發學生，反而把他們攪昏了。

本書的其他性質

附錄：當中的四節是處理附帶性的材料。其中，高斯及泊松分佈式特別討論，因為它們在其他的部門上非常重要，而且在柏克萊物理教材的實驗部門中要用到。

重要的數學式：這些式子僅是一些數學式的片羽，它在書中或問題裡會用到。

數學符號及數字常數：這些可在書末中找到。

定義摘要：為參考及複習方便起見，各列於章末。

問題：它是本書中的一個極重要部分。我包含有160個題目，作為廣泛及刺激思考之用，雖然我不期望同學們全部把它們解出，我要鼓勵他在讀完每章時能把大部份的題目解出，否則他僅能從書中得到少許的瞭解。用星號標出的問題比較難，補助問題是對附錄而出的。

問題的解答：大部份問題的解答列於書末，有這些答案將能幫助自修者。此外，雖然我要介紹學生們在看答案前先嘗試解題，我相信在解出題目後馬上對照答案要有益得多。用這種方式他能立即發覺錯誤，刺激進一步的思考而不誤入不合理的自滿。（雖然我確信書末的答案是正確的，但我可不敢保證，任何指示的錯誤將使我非常感激。）

補助材料：那些用小字體寫出的說明或評論是為了與本書中主要的發展結構相區別，這種補助材料在第一次閱讀時不應該忽略，但再重讀時可不必要看了。

方程式編號：每章的方程式依次編號，簡單的數字如(8)是表示該章中的方程式8，雙重的數字表示其他章的方程式。因此(3, 8)表示第3章的方程式(8)，(A. 8)是附錄中的方程式(8)，而(M. 8)是重要數學式中的式(8)。

給學生們的忠告

學習是一種生動的過程。只是閱讀及記憶不能得到任何東西，用你要自己發現的態度來處理本書的東西，把它當作來日要丟棄的一個引導，科學的工作是學習來思考那種有效的方法來描述及預測所觀察的世界之行爲。學習新的思考方式只有多多運用思考。試着去追求內涵，去發現你以前不知道的關係。更重要的，不要只想記住公式，要學習推理的方法。唯一值得記憶的是列於各章末的重要關係式，假若這些式子不能使你在二十秒鐘內回憶出其他有意義的方程式，那麼你還沒瞭解透澈。

最後，最重要的是去掌握一些基本的觀念，而不是去獲得一大堆各式各樣的現象及公式。假若在書中我似乎加重地強調一些簡單的例子，如自旋系統及理想氣體，這表示是非常審慎的。在統計物理及熱力學裡面，一些看來毫不相關的敘述時常會導致驚人的結論及未預期到的普遍性。相反的，有許多問題會引人進入觀念上的困惑或好像無法計算的工作，這樣簡單的例子通常能解決在課本中的問題或者你停下來自己提出的問題，只有用這種方式，你才能測驗自己的瞭解程度，並且變成一個獨立的思考者。

目 錄

第一章 宏觀系統的特性	1
1.1 平衡時的起伏.....	3
1.2 不可逆性及平衡的達成.....	13
1.3 進一步的說明.....	27
1.4 平衡狀況的性質.....	31
1.5 熱與溫度.....	36
1.6 一般數值的大小.....	41
1.7 宏觀物理學中的主要問題.....	49
定義摘要.....	54
補助讀物介紹.....	54
問題.....	56
第二章 基本機率概念	60
2.1 統計系綜.....	60
2.2 機率問題的簡單關係.....	69
2.3 二項分佈.....	71
2.4 平均值.....	82
2.5 自旋系統的平均值計算.....	88
2.6 連續的機率分佈.....	96
定義摘要.....	102
重要關係式.....	103
補助讀物介紹.....	103
問題.....	104
第三章 多質點系統的統計描述法	111

3.1 一系統狀態的表明	112
3.2 統計系綜	121
3.3 統計學假說	124
3.4 機率之計算	131
3.5 一宏觀系統能取的狀態數目	133
3.6 約束、平衡及不可逆性	140
3.7 系統間的作用	146
定義摘要	153
重要關係式	156
補助讀物介紹	156
問題	157
第四章 熱作用	162
4.1 宏觀系統間的能量分佈	162
4.2 熱平衡的達成	169
4.3 溫度	170
4.4 微量之熱轉移	177
4.5 與熱庫相接觸之系統	179
4.6 順磁性	184
4.7 理想氣體的平均能量	191
4.8 理想氣體的平均壓力	197
定義摘要	200
重要關係式	202
補助讀物介紹	202
問題	203
第五章 微觀的理論及宏觀的量度	217
5.1 絕對溫度的選擇	217
5.2 很高與很低的絕對溫度	222
5.3 功、內能、熱	227
5.4 熱容量	236
5.5 熵	239
5.6 內含參數及外延參數	240