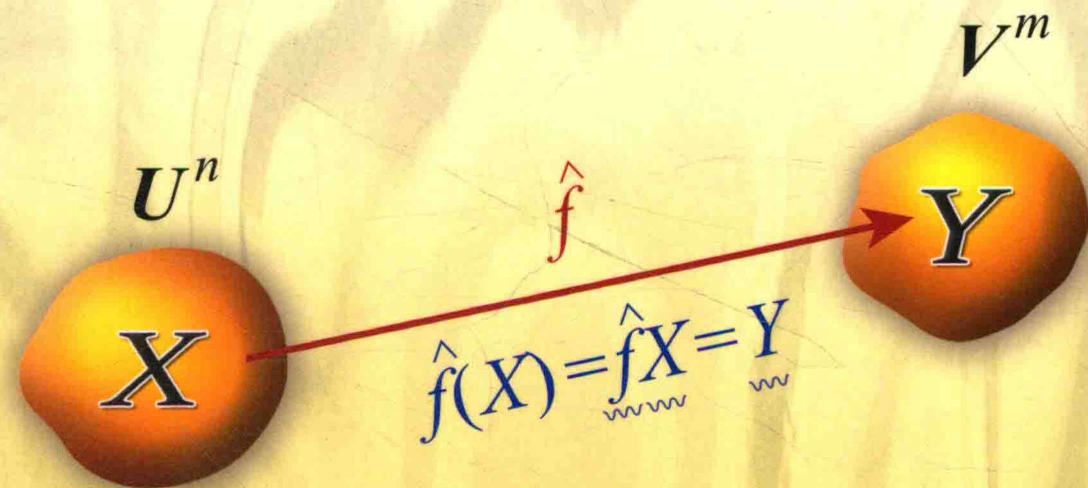
五南出版

Linear Algebra



従物理學切入的

線性代數導論

林清凉 著

從物理學切入的

線性代數導論

林清淙　著

五南圖書出版公司　印行

國家圖書館出版品預行編目資料

從物理學切入的—線性代數導論／林清凉著.
－－初版.－－臺北市：五南，2014.04
面； 公分.
ISBN 978-957-11-7478-5（平裝）
1.物理學 2.線性代數
330 102026995

5BF8

從物理學切入的—線性代數導論

作　　者— 林清凉

發 行 人— 楊榮川
總 編 輯— 王翠華
編　　輯— 王者香
出 版 者— 五南圖書出版股份有限公司
地　　址：106台北市大安區和平東路二段339號4樓
電　　話：(02)2705-5066　　傳　　真：(02)2706-6100
網　　址：http://www.wunan.com.tw
電子郵件：wunan@wunan.com.tw
劃撥帳號：01068953
戶　　名：五南圖書出版股份有限公司

台中市駐區辦公室/台中市中區中山路6號
電　　話：(04)2223-0891　　傳　　真：(04)2223-3549
高雄市駐區辦公室/高雄市新興區中山一路290號
電　　話：(07)2358-702　　傳　　真：(07)2350-236

法律顧問　林勝安律師事務所　林勝安律師

出版日期　2014年4月初版一刷
定　　價　新臺幣980元

謹以此書紀念：

對高雄縣岡山區建設和臺灣養殖業作出貢獻的林天福先生（1891 年 7 月 10 日～1987 年 12 月 12 日）；

對臺灣自然環境保護作出貢獻的馮纘華先生（1918年2月17日～1986年9月4日）。

本書由馮纘化、林清凉環境保護
基金會贊助出版

序　文

線性代數學，說極端是起源於巴比倫 (B. C. 1950 年代)，13 世紀傳入歐洲，經解 1 元 1 次到 3 次方程式在 16 世紀發現虛數。到 17 世紀不但代數學和幾何學開始融合，並且微積分誕生，於是帶來數學突飛猛進一直到 20 世紀前半葉。其間數學和物理學的互動非常密切，終於在 1925 年夏天生下建立在線性代數學基礎上的量子力學，它是主宰今日高科技的物理學之一。另一方面，描述日常生活動態現象的運動方程式，絕大部分是線性微分方程式，顯然直接和空間，變換或映射有密切關係的線性代數學對物理學很重要。不過通常的線性代數書，幾乎較偏向數學，無形中使初學者有空洞和枯燥感，甚至於不知其用途。

避免陷入僵化、架構和相互關係模糊，以及失去發展過程的關連。於是盡量畫圖說明，闡述重要科學家的創造或發明過程，其在歷史上的定位，和交代清楚整體架構等方向努力。以交談方式和一步一步地用分析法解例題，探究問題核心在那裡，過去有什麼演算招術，然後分析所得結果，可能時歸納結果。同一題目有的用不同方法解，並且不少例題是物理題目，讓初學者有實感，好像看得到又摸得到。解題目時免不了數學演算工具的微積分，於是請初學者適當地跳過覺得難的數學演算，先抓住整個架構和大致概念，因為整本書是能自學的寫法。對一個新東西，不可能一次就瞭解，經一段時間，並且最好是從不同角度或層面切入同一題目，平均三次才能懂。極少數人是一次就懂，有的兩次，有的三次四次哪。

本書的科學家，除大家熟悉的，例如牛頓 (Newton) 之外，一律使用原姓；首次出現的專用名詞附有英文名。物理量的因次 (或量綱 dimension) 是採用國際通用的 MKS 單位制 (International System of Units, 簡稱 SI 制)，即長度使用公尺 (m)，質量和時間分別是公斤 (kg) 和秒 (s)。至於英文字 constant，有因次時譯成常量，無因次時譯為常數，而名詞右上角附有符號

"′" 者表示兩個或兩個以上，例如電子′ 是兩個或兩個以上的電子。各章本文的數學式子、圖和表的號數，分別用 (i-n), 圖 (i-m) 和表 (i-ℓ), n, m, ℓ=1, 2, 3, ⋯, i= 章數。各章後面的參考文獻和註解的式子，圖和表的號數分別用 (n),（圖 m）和 (表 ℓ), n, m, ℓ=1, 2, 3, ⋯, 並且號數是從第一章開始依順序到第五章。

由於個人無法直接用電腦書寫稿子，必先寫初稿，然後整理寫成出版稿，避免抄寫時犯錯，於是請臺灣大學數學研究所研究生鄭旭峰先生幫忙校稿，在此特表感謝。其次要感謝的是在美國 Lawrence 國家實驗所的王子方博士，利用他回臺灣期間專程來幫忙部分校稿。本書的出版工作由健行科技大學洪榮木教授協助完成。

本書出售的版稅收入捐給馮林基金會作為環境保護之用。

本書錯誤之處，祈讀者指教為盼。

林清凉 謹誌

臺灣大學物理系

2012 年 9 月

目　錄

2 線性空間與其基底、維度和座標 95

4 矩　陣　339