

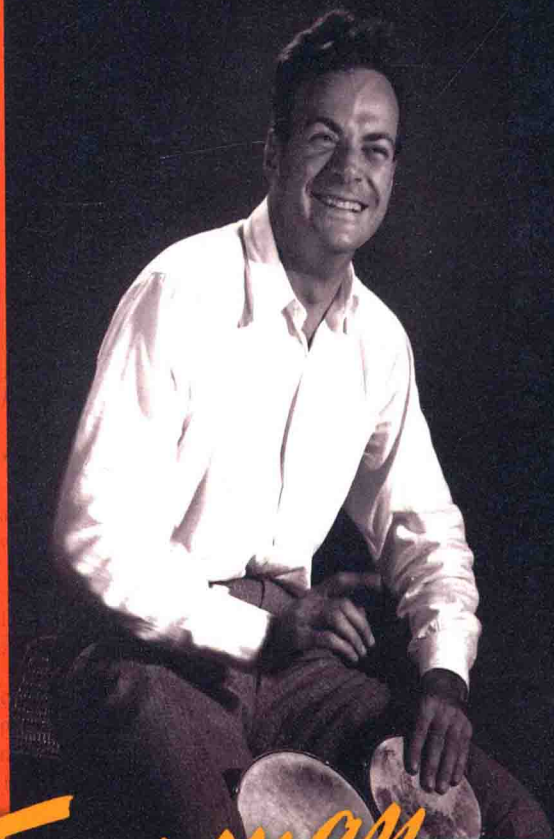
天下文化
知識的世界

Feynman's Tips on Physics

A Problem-Solving Supplement to The Feynman Lectures on Physics
Reflections • Advice • Insights • Practice

費曼博士教你：

- 如何建立學習的自信
- 學習物理的正確態度
- 必須具備的數學知識
- 怎樣解題的關鍵訣竅
- 演練精選的物理習題



The Feynman

費曼物理學訣竅

費曼物理學講義解題附錄【增訂版】

By Richard P. Feynman, Michael A. Gottlieb, Ralph Leighton

師明睿、高涌泉 譯 高涌泉 審訂

費曼物理學訣竅

費曼物理學講義解題附錄

【增訂版】

The Feynman Lectures on Physics

A Problem-Solving Supplement to

The Feynman Lectures on Physics

Reflections · Advice · Insights · Practice

By Richard P. Feynman,

Michael A. Gottlieb, Ralph Leighton

師明睿、高涌泉 譯

高涌泉 審訂

The Feynman

費曼物理學訣竅

費曼物理學講義解題附錄【增訂版】

Feynman's Tips on Physics

A Problem-Solving Supplement to The Feynman Lectures on Physics

Reflections • Advice • Insights • Practice

原著 — 費曼 (Richard P. Feynman)、高利伯 (Michael A. Gottlieb)、雷頓 (Ralph Leighton)

譯者 — 師明睿、高涌泉

審訂者 — 高涌泉

顧問群 — 林和、牟中原、李國偉、周成功

科學叢書總監 — 林榮崧

責任編輯 — 徐仕美、林文珠；林榮崧

特約校對 — 楊樹基

封面暨版型設計 — 江儀玲

國家圖書館出版品預行編目(CIP)資料

費曼物理學訣竅：費曼物理學講義解題附錄 / 費曼(Richard P. Feynman), 高利伯(Michael A. Gottlieb), 雷頓(Ralph Leighton)原著；師明睿, 高涌泉譯。-- 第二版。-- 臺北市：遠見天下文化, 2013.09

面；公分。--(知識的世界；1215F)

譯自：Feynman's tips on physics : a problem-solving supplement to the Feynman lectures on physics

ISBN 978-986-320-275-2 (精裝)

1. 物理學

330

102016932

出版者 — 遠見天下文化出版股份有限公司

創辦人 — 高希均、王力行

遠見·天下文化·事業群董事長 — 高希均

事業群發行人/CEO — 王力行

出版事業部總編輯 — 許耀雲

版權部經理 — 張紫蘭

法律顧問 — 理律法律事務所陳長文律師

著作權顧問 — 魏啟翔律師

社址 — 台北市 104 松江路 93 巷 1 號 2 樓

讀者服務專線 — (02) 2662-0012 | 傳真 — (02) 2662-0007 ; 2662-0009

電子信箱 — cwpc@cwgv.com.tw

直接郵撥帳號 — 1326703-6 號 遠見天下文化出版股份有限公司

排版廠 — 極翔電腦排版有限公司

製版廠 — 東豪印刷事業有限公司

印刷廠 — 崇寶彩藝印刷股份有限公司

裝訂廠 — 源太裝訂實業有限公司

登記證 — 局版台業字第 2517 號

總經銷 — 大和書報圖書股份有限公司 電話 — (02) 8990-2588

出版日期 — 2007 年 9 月 28 日第一版

2013 年 9 月 5 日第二版第 1 次印行

Copyright © 2013 by Carl Feynman, Michelle Feynman, Michael A. Gottlieb and Ralph Leighton
Complex Chinese translation copyright © 2013 by Commonwealth Publishing Co., Ltd.,
a member of Commonwealth Publishing Group

Published by arrangement with Basic Books, a Member of Perseus Books Group
through Bardou-Chinese Media Agency 博達著作權代理有限公司

ALL RIGHTS RESERVED

定價 — 330 元

書號 — BW1215F

ISBN — 978-986-320-275-2

天下文化書坊 — <http://www.bookzone.com.tw>

費曼物理學訣竅

費曼物理學講義解題附錄【增訂版】

目錄

再版序	新增三篇專訪	高利伯、雷頓	6
前言	不巧的「紅皮書」	雷頓	8
初版序	重建四堂費曼物理課	高利伯	10
誌謝			16
山德士回憶錄	《費曼物理學講義》的由來	山德士	18
專訪之一	費曼訪談		35
專訪之二	羅伯·雷頓訪談		44
專訪之三	羅卻·沃革特訪談		51

第 1 章

必須先知道的數學知識

〔複習課第一講〕 59

1-1	複習課介紹	60
1-2	加州理工學院之牛後	62
1-3	學物理所需的數學	65
1-4	微分	66
1-5	積分	71
1-6	向量	72
1-7	向量的微分	80

The Feynman

1-8	線積分	84
1-9	一個簡單的例子	87
1-10	三角法	93

第 2 章

定律及直覺

[複習課第二講]	97
------------	----

2-1	物理定律	98
2-2	非相對論性近似	100
2-3	力作用下的運動	102
2-4	力與其位能	107
2-5	從範例中學習物理	110
2-6	實地瞭解物理學	112
2-7	機器設計上的一個問題	116
2-8	地球的脫離速度	131
	其他種解法	136
A	利用幾何方法求出重物的加速度	136
B	利用三角學方法求出重物的加速度	137
C	利用力矩與角動量求出重物所受的力	138

第 3 章

問題與解答

〔複習課第三講〕

141

3-1	衛星運動	142
3-2	原子核的發現	149
3-3	基本火箭方程式	154
3-4	數值積分	158
3-5	化學火箭	161
3-6	離子推進火箭	162
3-7	光子推進火箭	167
3-8	靜電質子束致偏器	168
3-9	π 介子質量的測定	172

第 4 章

動力學效應及其應用 177

4-1	示範陀螺儀	179
4-2	定向陀螺儀	181
4-3	人工地平儀	182
4-4	穩定船舶用陀螺儀	184
4-5	迴轉羅盤	186
4-6	陀螺儀在設計與製造上的改進	191
4-7	加速度計	200
4-8	一套完整的導航系統	206
4-9	地球旋轉的效應	210
4-10	旋轉的圓盤	214

Feynman

4-11	地球的章動	218
4-12	天文學上的角動量	219
4-13	量子力學上的角動量	221
4-14	演講之後	222

第 5 章

精選習題 231

5-1	能量守恆，靜力學	232
5-2	克卜勒定律與重力	238
5-3	運動學	239
5-4	牛頓定律	242
5-5	動量守恆	246
5-6	向量	249
5-7	三維空間中的二體非相對論性碰撞	251
5-8	力	252
5-9	位能與場	254
5-10	單位與尺寸	257
5-11	相對論性能量與動量	258
5-12	二維轉動，中心質量	259
5-13	角動量，轉動慣量	263
5-14	三維轉動	268
	習題答案	274
	圖片來源	282
	中英、英中對照索引	283

費曼物理學訣竅

費曼物理學講義解題附錄

【增訂版】

The Feynman Lectures on Physics

A Problem-Solving Supplement to

The Feynman Lectures on Physics

Reflections · Advice · Insights · Practice

By Richard P. Feynman,

Michael A. Gottlieb, Ralph Leighton

師明睿、高涌泉 譯

高涌泉 審訂

The Feynman

費曼物理學訣竅

費曼物理學講義解題附錄【增訂版】

目錄

再版序	新增三篇專訪	高利伯、雷頓	6
前言	不巧的「紅皮書」	雷頓	8
初版序	重建四堂費曼物理課	高利伯	10
誌謝			16
山德士回憶錄	《費曼物理學講義》的由來	山德士	18
專訪之一	費曼訪談		35
專訪之二	羅伯·雷頓訪談		44
專訪之三	羅卻·沃革特訪談		51

第 1 章

必須先知道的數學知識

〔複習課第一講〕 59

1-1	複習課介紹	60
1-2	加州理工學院之牛後	62
1-3	學物理所需的數學	65
1-4	微分	66
1-5	積分	71
1-6	向量	72
1-7	向量的微分	80

The Feynman

1-8	線積分	84
1-9	一個簡單的例子	87
1-10	三角法	93

第 2 章

定律及直覺

〔複習課第二講〕 97

2-1	物理定律	98
2-2	非相對論性近似	100
2-3	力作用下的運動	102
2-4	力與其位能	107
2-5	從範例中學習物理	110
2-6	實地瞭解物理學	112
2-7	機器設計上的一個問題	116
2-8	地球的脫離速度	131
	其他種解法	136
	A 利用幾何方法求出重物的加速度	136
	B 利用三角學方法求出重物的加速度	137
	C 利用力矩與角動量求出重物所受的力	138

第 3 章

問題與解答

〔複習課第三講〕

141

3-1	衛星運動	142
3-2	原子核的發現	149
3-3	基本火箭方程式	154
3-4	數值積分	158
3-5	化學火箭	161
3-6	離子推進火箭	162
3-7	光子推進火箭	167
3-8	靜電質子束致偏器	168
3-9	π 介子質量的測定	172

第 4 章

動力學效應及其應用177

4-1	示範陀螺儀	179
4-2	定向陀螺儀	181
4-3	人工地平儀	182
4-4	穩定船舶用陀螺儀	184
4-5	迴轉羅盤	186
4-6	陀螺儀在設計與製造上的改進	191
4-7	加速度計	200
4-8	一套完整的導航系統	206
4-9	地球旋轉的效應	210
4-10	旋轉的圓盤	214

Feynman

4-11	地球的章動	218
4-12	天文學上的角動量	219
4-13	量子力學上的角動量	221
4-14	演講之後	222

第 5 章

精選習題 231

5-1	能量守恆，靜力學	232
5-2	克卜勒定律與重力	238
5-3	運動學	239
5-4	牛頓定律	242
5-5	動量守恆	246
5-6	向量	249
5-7	三維空間中的二體非相對論性碰撞	251
5-8	力	252
5-9	位能與場	254
5-10	單位與尺寸	257
5-11	相對論性能量與動量	258
5-12	二維轉動，中心質量	259
5-13	角動量，轉動慣量	263
5-14	三維轉動	268
	習題答案	274
	圖片來源	282
	中英、英中對照索引	283

再版序

新增三篇專訪

高利伯、雷頓

六年前（2006年）這本《費曼物理學訣竅》做為《費曼物理學講義》的補充手冊出版以來，大家對於本書的興趣仍然未減；費曼講義網站（www.feynmanlectures.info）到訪人數不斷攀升，就足以證明。該網站的成立跟這本書的推出是同時的，已有數千讀者到訪。有的是指出《費曼物理學講義》中某處可能編排打字有誤，有的是對物理習題的內容表達看法或提出問題。

現在，Basic Books 出版社很高興也很榮耀能再版《費曼物理學訣竅》，這是與《費曼物理學講義》相關的所有文字、錄音、照片著作權，首次集中統一出版（過去這些著作權分屬若干出版社）的一部分。為了慶祝此難得大團圓，《費曼物理學講義》的新千禧年版本，首度以 LaTeX 方式排版，若有疏漏可即刻快速訂正，而且《費曼物理學講義》的電子版也將很快推出。

此外，《費曼物理學訣竅》原先以精裝本印行，現在也推出（比精裝本便宜很多的）平裝本¹，以饗廣大讀者，並且增加三篇關於《費曼物理學講義》的專訪，內容都頗有見地：

- ◆ 第一篇是於 1966 年與費曼的訪談，就在他完成此系列物理課程後不久。

- ◆第二篇是於 1986 年與羅伯·雷頓 (Robert Leighton) 訪談，回憶費曼講課、教書的獨特天賦，以及要把「費曼語」轉譯成英文的挑戰。
- ◆第三篇是於 2009 年與羅卻·沃革特 (Rochus Vogt) 訪談，回憶當初加州理工學院的物理教授，如何聯手講授《費曼物理學講義》這個課程。

對於《費曼物理學講義》及《費曼物理學訣竅》，有許多讀者來電郵或是在網路貼文，提出問題或建議，我們向你們表達誠摯的謝忱。大家的指教和支持使得這些書更加完美，讓未來世代的讀者更能珍惜品味這套書的精髓。也有讀者來信希望增加更多習題，但很抱歉，這次再版未及納入。不過，由於大家的鼓勵與敦促，我們已經著手編纂全新、內容更充實的《費曼物理學講義習題集》，即將出版，請拭目以待。

麥可·高利伯 (Michael A. Gottlieb)

拉夫·雷頓 (Ralph Leighton)

2012 年 11 月

¹ 中文版注：為配合《費曼物理學講義》中文版 14 冊的開本及裝幀規格，《費曼物理學訣竅》中文版仍然採用軟皮精裝方式。

前言

不朽的「紅皮書」

雷頓

1962年，偏遠的喜馬拉雅山區的中印未定邊界上發生了糾紛，鬧到雙方互相開火射擊，之後形成對峙，雙方一觸即發的緊張情勢持續了多年。有座孤零零設立在高坡頂上的印度軍隊前哨站，站內有一名被徵召入伍的士兵，叫做伯拉蘇不拉曼寧（Ramaswamy Balasubramanian），透過一具雙筒望遠鏡觀察對面駐守在西藏境內的人民解放軍的動靜，他看到對方也在用望遠鏡朝著這邊觀望。出乎伯拉蘇不拉曼寧跟他同袍們的意外，那些解放軍居然拿著紅色封面的袖珍版《毛語錄》，西方人多稱之為「毛澤東的小紅書」，高高舉在手中，面向著印度前哨站揮舞示威。

伯拉蘇不拉曼寧當時常趁著閒暇自修物理學，他很快的就對解放軍的嘲弄覺得很厭煩，於是有一天，他有備而來的到前哨站服勤，在解放軍循例拿起小紅書揮舞時，他跟另兩位袍澤馬上各自抓起一本他帶去的三大冊，同樣是大紅封面的《費曼物理學講義》，高舉過頭，向對方揮舞。

有一天，我收到當事人伯拉蘇不拉曼寧先生寄來的一封信。過去許多年裡面，我收到數百封類似的信件，都是描述費曼對人們的生命所產生的長遠衝擊。他在描述了於中印邊界所發生的「紅皮書」事件之後，寫道：「二十年之後，究竟是誰的紅皮書，仍然還有人在閱讀呢？」

他說得真是一針見血。《費曼物理學講義》從發行以來，已經超過了四十寒暑，現在仍然有許多人在閱讀，並且繼續啓發全球各地的讀者，我相信甚至連西藏地區也不例外。

這兒我得特別記上一筆：數年前我在一個派對上遇到麥可·高利伯，當天派對主人利用電腦螢幕，展示了圖瓦¹喉音歌手於現場表演所唱歌聲的諧泛音（harmonic overtone），這類活動讓舊金山附近的生活有趣了起來。高利伯原本是數學科班出身，並對物理學非常有興趣，於是我建議他閱讀《費曼物理學講義》。大約一年後，他特地騰出了六個月的時間，專心一志的把這套講義從頭到尾仔細的讀過一遍。正如高利伯所寫的本書〈初版序〉中所描述，他那一讀，最後促成了本書，跟《費曼物理學講義》新千禧年版的誕生。

所以我很高興現在全世界對於物理有興趣的人，可以研讀一套更正確、更完整的《費曼物理學講義》，而且還有本冊書做為補充讀本。看來《費曼物理學講義》這套不朽巨著在未來數十年，仍將繼續教導與啓發學生，無論他們是在紐約曼哈坦鬧區或是在喜馬拉雅高山上。

拉夫·雷頓（Ralph Leighton）

2005年5月11日

¹ 中文版注：圖瓦（Tuva）位於外蒙古西北方，在俄蒙之間，原屬中國版圖，舊時名稱為唐努烏梁海。

初版序

重建四堂費曼物理課

高利伯

我生平第一次聽到理查·費曼跟拉夫·雷頓的名字是在1986年，透過他們很具娛樂性的一本書《別鬧了，費曼先生！》。¹十三年後，我在一個派對上遇到拉夫，我們一見如故，成了好朋友。接下來的一年裡，我們合作設計了一種紀念費曼的夢想郵票。²其間拉夫不斷給我一些費曼寫的或是有關費曼事蹟的書籍叫我去看，甚至包括了一本《費曼計算學講義》³（由於我是個電腦程式設計師）。書中對於量子計算的討論，讓我的眼界爲之大開，但是由於

¹ 中文版注：《別鬧了，費曼先生！》（*Surely You're Joking, Mr. Feynman!*），中文版由吳程遠翻譯，天下文化出版。

² 原注：我們設計的那個郵票在「回到圖瓦未來」（*Back TUVA Future*）那張音樂CD所附的說明上可以見到，CD主要內容是圖瓦喉音歌唱大師歐達（Ondar）的表演，不過費曼在裡頭客串打鼓。該張CD在1999年由華納公司發行，Warner Bros. 9 47131-2。

³ 原注：《費曼計算學講義》（*Feynman Lectures on Computation*），費曼著，海伊（Anthony J.G. Hey）與亞倫（Robin W. Allen）編輯，1996年由艾迪生·維斯理（Addison-Wesley）出版，ISBN 0-201-48991-0。（中文版由蔡雅芝、郭西川翻譯，科大文化出版。）