

科學圖書大庫

# 物理解析

譯者 王培智

徐氏基金會出版

科學圖書大庫

# 物 理 解 析

譯者 王培智

徐氏基金會出版

財團  
法人

徐氏基金會

# 科學圖書大庫

版權所有



不許翻印

中華民國七十八年十二月四日再版

## 物 理 解 析

基本定價 7·20

譯者 王培智 中山科學研究院副研究員

本書如發現裝訂錯誤或缺頁情形時，敬請「刷掛」寄回調換。謝謝 惠顧

局版臺業字第3033號

出版者 財團法人 徐氏基金會 臺北市郵政信箱13-306號  
郵政劃撥帳戶第00157952號 電話：9262641~4

發行人 呂 幻 非 新店市中正路284巷7號

承印廠 祥新印刷有限公司 台北市和平西路3段52巷29號

ISBN 957-19-0919-8

# 原著序

這是一本有關物理及其應用的書，對高中生會有用處。

此書包含八大章，每章由數篇短文作引介，將此章主旨與更廣的物理領域結合。每章又細分數節，處理某一特定主題。在引言後，又分為幾個段落，組合成此節的內容。本書大量採用圖形來總結主要原理，且提示如何解題。因為學校已有自己的實驗課程，所以本書不擬在此方面作建議。

每節之後附有一些直截了當的問題，可加強讀者的了解。每章之末並附有考試題目集，以供日後考試準備之用。書後並附有答案，以供參考。

史迪芬·波伯

## 譯 序

本書是由英國人 Stephen Pople (1982 年出版) 寫給英國高中生的一本物理教科書，書中依然採取原理與應用皆重視的原則，生動活潑的圖片和詳細的說明範例，對於初窺物理世界的中學生有很大的幫助。

例題和問題的學習引導是本書的一大特色，雖然它不是以繁、難取勝，但可藉此釐清一些物理概念。每章後的問題集中，有些是頗費腦筋的，它可評量你的學習效果。

物理本是一門“有理”和“有趣”的學問，這一本活用的參考書籍，對於本地的中學生倍覺珍貴，雖然它對解題的“機械”訓練並不見得有多大的助益，但是從這本書中，你將發現物理學中的“有理”和“有趣”，值得本地的國中生和高中生參考運用。

本書是利用課餘翻譯完成，並承蒙董玉凡小姐和莊燕暉先生的協助、劉蘇梅小姐的修辭，在此一併致謝，更要感激一直在求學及為人處事上指導我的蘇老師，他在百忙之中為本書作了最後的校對，如果沒有他的鼓勵，本書不可能順利完成。

王培智 識於桃園

# 目 錄

原著序 .....	I
譯 序 .....	II
第一章 力和運動 .....	1
1.1 測量單位 .....	4
1.2 速率、速度和加速度 .....	13
1.3 用電報紙帶來測量 .....	22
1.4 自由落體的加速度 .....	26
1.5 力、質量和加速度 .....	33
1.6 重 力 .....	40
1.7 平衡力和不平衡力 .....	49
1.8 圓周運動 .....	56
1.9 動量的改變 .....	62
1.10 作用與反作用 .....	68
1.11 動量守恆 .....	73
1.12 火箭和噴射機 .....	78
力和運動問題集 .....	83

第二章 力、功和能量	91
2.1 力的結合	94
2.2 力的轉動效果	100
2.3 重心	110
2.4 伸張力	116
2.5 功和能量	121
2.6 重力位能和動能	133
2.7 引擎	140
2.8 機械	148
力、功和能量問題集	157
第三章 密度和壓力	167
3.1 密度	170
3.2 壓力	179
3.3 大氣壓力	190
3.4 泵和計壓器	200
3.5 阿基米得原理和浮力	204
密度與壓力問題集	219
第四章 分子運動和熱	225
4.1 分子的運動	228
4.2 表面張力	236
4.3 溫度	241
4.4 固體的膨脹	250
4.5 膨脹固體的利用	259

4.6	液體的膨脹	264
4.7	氣體定律	268
4.8	傳 導	280
4.9	對 流	284
4.10	比 熱	288
4.11	熔解和凝固	296
4.12	汽化潛熱	304
4.13	蒸氣和蒸氣壓	312
	分子運動和熱問題集	321
<b>第五章 波：光和聲音</b>		<b>327</b>
5.1	光和影	327
5.2	光的反射	331
5.3	曲面鏡	345
5.4	折 射	359
5.5	透 鏡	369
5.6	照像機和眼睛	381
5.7	望遠鏡	386
5.8	顏 色	390
5.9	波的運動	399
5.10	光 波	409
5.11	電磁波	415
5.12	熱輻射	423
5.13	聲 波	428
5.14	聲 音	437
5.15	振動的弦和空氣柱	445



波：光和聲音問題集	456
<b>第六章 電 能</b>	<b>465</b>
6.1 電 荷	468
6.2 帶電的導體	477
6.3 電荷、電位和電容	484
6.4 電池和電池組	494
6.5 簡單電路中的電流和電壓	500
6.6 歐姆定律和電阻	508
6.7 串聯和並聯電路	517
6.8 電動勢和內電阻	527
6.9 電路上的功率	535
6.10 電能—計算和費用	544
6.11 輸電系統	551
電能問題集	559
<b>第七章 磁鐵和電流</b>	<b>569</b>
7.1 磁 鐵	572
7.2 磁 場	581
7.3 電流的磁效應	590
7.4 電磁鐵	595
7.5 場、電流和力	599
7.6 電動馬達	606
7.7 電 錶	613
7.8 電磁感應	623
7.9 發電機	630

7.10	互感和變壓器	638
7.11	輸電系統電功率的產生和輸送	649
	磁鐵和電流問題集	655
<b>第八章 電子和原子</b>		<b>663</b>
8.1	電子束	666
8.2	陰極射線示波器	675
8.3	二極體與整流	685
8.4	電晶體	690
8.5	光電效應	697
8.6	X - 射線	702
8.7	放射性	707
8.8	原子結構	718
8.9	放射衰變	727
8.10	核能	736
	電子和原子問題集	744
<b>習題解答</b>		<b>750</b>

# 第一章 力和運動

## 四輪馬車及大麥仍是日用品嗎？

現在，大部分科學上的測量是以公尺、公克和秒來做為單位。

很多較古老的測量單位如今仍存在，而且有的還具有很奇特的典故，根據一位度量衡局的主要發言人指出：

一疇的原義是指海盜在擁抱時，手能夠環繞的距離；

一呎：根據亨利一世的法令定義，是把 36 個大麥穗併排所得的寬度；

一英畝是二頭公牛一天內能耕作完的區域；

英國鐵軌的軌幅擇定和羅馬時期馬車輪子間的距離相等。

## 軍事領袖訂立的準則

十九世紀時，法國的拿破崙核准了公制的採行。西元 1875 年，由法國贊助的研討會導致「公制換算」國際條約的成立，這條約被認為絕對必要的原因不僅是因為公制較其他測量制度簡易，而且也使國際貿易更為可行。公尺是以地球圓周的 4 千萬分之一長度定義，而「基準公尺」是指在某一金屬棒上所標示的距離，但是遺憾地，金屬棒在一段時期過後會產生些許長度上的變化，從 1960 年起公尺便根據某一種人們深信不會產生變化的東西來定義——由氦 86 原子放射出的橘紅色光的波長，



—哪是海盜在擁抱時所能環繞的距離？

根據定義：每公尺是這波長的1650763.73倍。第5頁圖中的儀器是用來作這種測量的，但爲了日常需要，公尺因爲較方便而被科技團體所接受。

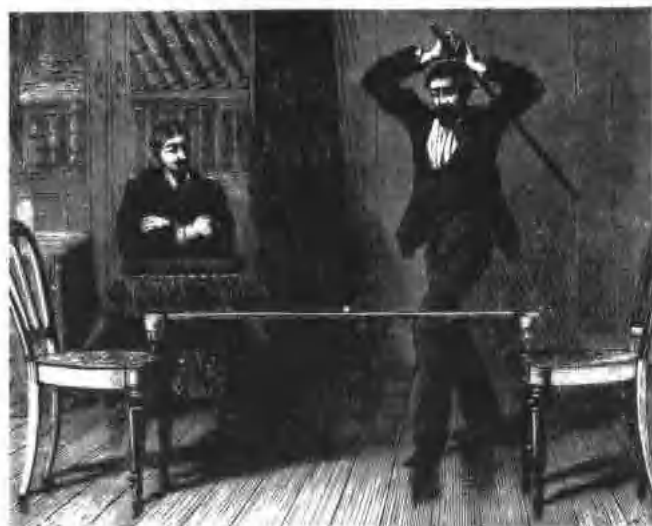
## 維多利亞時代的把戲

強壯的人是維多利亞時代市集及馬戲團中頗受歡迎的人物。

其中較受歡迎的把戲是在胸前放塊大石頭，然後由一位助手用大鎚用力敲擊這塊石頭，目瞪口呆的觀眾瞧見石頭裂爲二塊時，而這強壯的人却毫髮無損地站了起來，是有神力嗎？不盡然：這健壯的男士當然必須承受石頭的重量，但是牛頓運動定律預測一大石受到大鎚敲擊時，在石下的人感覺微乎其微。

## 令人困窘的問題？

牛頓的運動定律也使其他受歡迎的維多利亞時代室內把戲別有特色



；二個裝滿水的杯子上放一枝木棒，然後拿鐵條往下敲，木棒斷了而杯子却無影響。如果把鐵條往上敲的話，受損的將是杯子而非木棒，你可以問你的物理老師發生這種現象的原因，可能他也會感到困擾。

## 1.1 測量單位

測量距離時，其結果可以用公尺 (meter)、浬 (fathoms)、吋 (inches) 呎 (feet)、碼 (yards) 或哩 (miles) 來表示，當然還有其他很多的單位亦可採用。在科學工作的領域中，如果每一個人均使用共同的單位制，那將變得簡單多了。

### SI 單位制

許多科學家在測量時，是使用國際單位制 ( International System of Units ) ( 縮寫為國際制 Systems Internation, SI )，SI 制有三個基本單位，用來測量長度、質量 ( mass ) 和時間，即公尺 ( meter )、公斤 ( Kilogram ) 和秒 ( second )。從這些單位中我們可以導出體積、速率 ( speed )、力 ( force )、能量 ( energy ) 等物理量。

### 長 度

長度的 S I 單位是公尺 [ 記作 m ]，曾有一段時間，公尺被定義為保存在巴黎的度量衡局 ( Office of Weights and Measures )，兩端做有記號的金屬棒長。現在更精確的定義是根據某一特殊橘紅光所做的實驗而定出來的，如圖 1 所示。

科學家需要測量的距離有很大的範圍，例如太陽的直徑，就超過一百萬公尺長，而各種物質的原子直徑，就小於十億分之一公尺。為了處理這巨大的範圍，一些其他衍生於公尺的單位，乃因應而生，如圖 2 所示。



圖 1 用來定義公尺的科學裝置，公尺長依其定義為從氪（Krypton-86）氣體所發出橘紅色光波長的 1650763.73 倍。



圖 2 長度單位及其約略大小

## 科學記號

在本頁的圖中，有些數字已對應的寫成 10 的乘冪。例如：

$$1000 = 10 \times 10 \times 10 ; \text{寫成 } 10^3$$

$$\frac{1}{1000} = \frac{1}{10^3} ; \text{寫成 } 10^{-3}$$

將數字表為 10 的乘冪形式，稱為**科學記號**，利用此種記號：

2514 mm 寫成  $2.514 \times 10^3$  mm

$0.004 \text{ mm} \left[ \frac{4}{1000} \text{ mm} \right]$  寫成  $4 \times 10^{-3} \text{ mm}$

科學記號在寫一個非常大或非常小數字時，因可避免很多的零，是特別有用的，它也可以方便的指出，你在測量時的精確度。

沒有任何測量是絕對準確的，但是如果一個長度的測量值表示為  $1.500 \times 10^3 \text{ mm}$ ，它表示真實長度接近 1500 mm 的程度比接近 1499 mm 或 1501 mm 的程度更高；而另一方面，若測量值為  $1.5 \times 10^3 \text{ mm}$ ，則是表示接近 1500 mm 的程度比接近 1400 mm 或 1600 的程度更高。



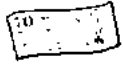

## 質 量

質量的 SI 單位是公斤 [kg]，標準的公斤是一塊保存於巴黎度量衡局的鉑 (platinum) 合金，如圖 3 所示，其他衍生於公斤的質量單位如圖 4 所示。



圖 3 標準的公斤依然以此塊金屬為準  
(此金屬受到很細心的維護)



質量	對應的SI單位	科學記號	約略大小
1 公噸 [ t ]	1000kg	$10^3\text{kg}$	 普通汽車
1 公斤 [ kg ]	1kg		 一盒糖
1 公克 [ g ]	1g	$\frac{1}{1000}\text{kg}$	 鈔票
1 毫克 [ mg ]	$\frac{1}{1000}\text{g}$	$\frac{1}{1000000}\text{kg}$	 頭髮

注意 1 毫克是  $\frac{1}{1000}$  公克，而不是  $\frac{1}{1000}$  公斤

圖 4 質量的單位和其約略大小

質量是一種神秘的性質，它以二種方式來影響物體，此兩者在此書的後面，將有詳細的研究。但在此處，你可記住下述兩點：

1. 所有的物體，均有對抗使其加速、減慢或是改變方向的企圖。愈大質量的物體，要改變其運動愈困難。
2. 所有的物體，均為地球所吸引。物體的質量愈大，地心引力就愈大。

在實驗室中，物體的質量可用天平 ( beam balance ) 和一組砝碼 ( standard mass ) 來加以測量，如圖 5 所示物體置於其中一盤上，選擇適當的砝碼，加在另一端盤上，使天平保持平衡；當重力對每一盤的拉力相同時，天平即處於平衡，此時各盤物質的質量是相同的。

較快而方便測量質量的方法是利用如圖 6 的頂盤式天平 ( top-pan balance )，其大部分的工作原理，是與前述天平相同，但其砝碼是隱而不見的。