

科學圖書大庫

物理—力學

MECHANICS 國際單位制 SI
(合訂本)

編著者 何定樑

徐氏基金會出版

科學圖書大庫

物理—力學

MECHANICS 國際單位制 SI
(合訂本)

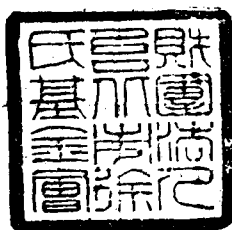
編著者 何定樑

徐氏基金會出版

徐氏基金會科學圖書編譯委員會
監修人 徐銘信 發行人 王洪鎧

科學圖書大庫

版權所有



不許翻印

中華民國六十七年七月十八日三版

物理 — 力學 (合訂本)

基本定價 8.00

編著者 何定樑 國立台灣大學機械系工學士

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。

(67)局版臺業字第1810號

出版者 臺北市徐氏基金會 臺北市郵政信箱53-2號 電話 7813686 號
發行者 臺北市徐氏基金會 郵政劃撥賬戶第 1 5 7 9 5 號
承印者 大原彩色印製企業有限公司 台北市西園路2段396巷19號
電話：3611986・3813998

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，今多已成為事實。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，尤為社會、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啟發，始能為蔚為大器。而從事科學研究與科學教育的學者，志在貢獻研究成果與啟導後學，旨趣崇高，彌足欽佩！

本基金會係由徐銘僑氏捐資創辦；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，尚有微效；然審情度理，仍嫌未能普及，遂再邀請國內外權威學者，設置科學圖書編譯委員會，主持「科學圖書大庫」編譯事宜。以主任委員徐銘僑氏為監修人，編譯委員林碧鏗氏為編輯人，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；分為叢書，合則大庫。為欲達成此一目標，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，亦有感於爲國人譯著，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。

茲特拋誠呼籲：

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、最佳外文科學名著，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，善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

前 言

本書以香港教育司署最新頒佈由一九七四年起之中英文中學統一會考之物理科考試課程 (Examination syllabus) 其中的力學及物性學 (Mechanics and properties of matter) 為主要內容。全書分上下兩冊，適合就讀中英文中學中四 (F. 4) 同學整年學習，及中五 (F. 5) 中六 (F. 6) 同學與自修生複習參考之用。

一切理工科學皆以物理學為基礎，而力學則為物理學的基礎，故中學生趁早打好力學基礎對其學業及事業前途均極為重要！本書以打好力學基礎為編寫之目標，故有一部份內容雖然深於會考課程，但對整個學習過程有幫助或有啟發性者亦一併編入以利讀者參考。這些非會考課程皆附有聲明者。

本書把全部內容分為十二章，每章分為若干節，每一節又再分為若干欄（格）。每一欄都可能有選擇、填充或問題由讀者作答，務請讀者切實而忠實地用拍紙簿寫下你的答案，或者用鉛筆填在書上，然後再對一對下一欄所列出之答案。不論答得正確與否都能使你加深印象。如果懶得寫出來而只是在腦海中認定一個答案，則功效不大。「欲速則不達」一語對學習而言確屬金科玉律！

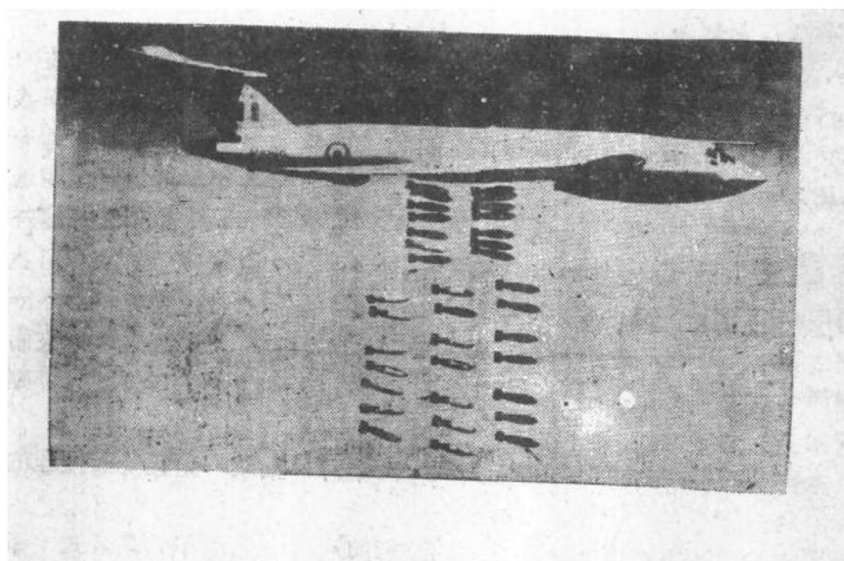
本書每一章皆力求保持由淺入深、由具體而抽象、由直覺而推理的漸進過程，故對初學者及自學者尤為適合。

本書特別注重物理觀念和原理的瞭解與活用，而絕不強調公式。事實上，正確的物理觀念和真正瞭解的原理或定律，對解題的功效遠勝死記的公式。死記公式的學生只能計算某一深淺的問題，深些固然不懂，淺些也竟不懂。但瞭解物理觀念和原理則能解答一切課程內之物理問題並導出公式！

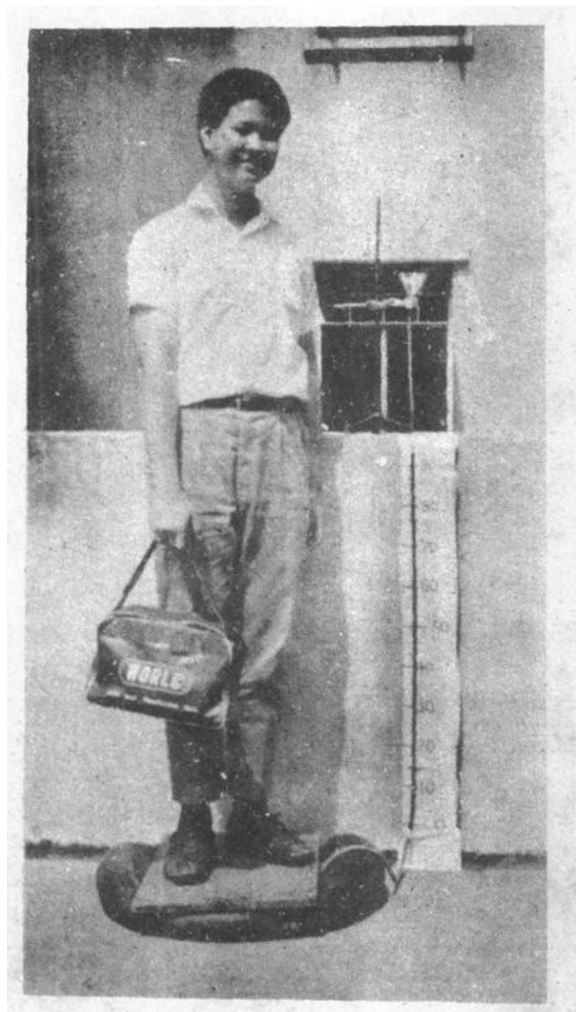
本書的測驗習題均在書後附有解答，但讀者應在認真試做之後才可閱讀解答。別人帶自己走路印象不深，自己獨自走幾次才有印象的！

本書所述之實驗多能利用家庭中普通物品自製儀器以達實驗之目的。務請讀者親自仿做以分享實驗之樂趣及培養科學研究之精神。

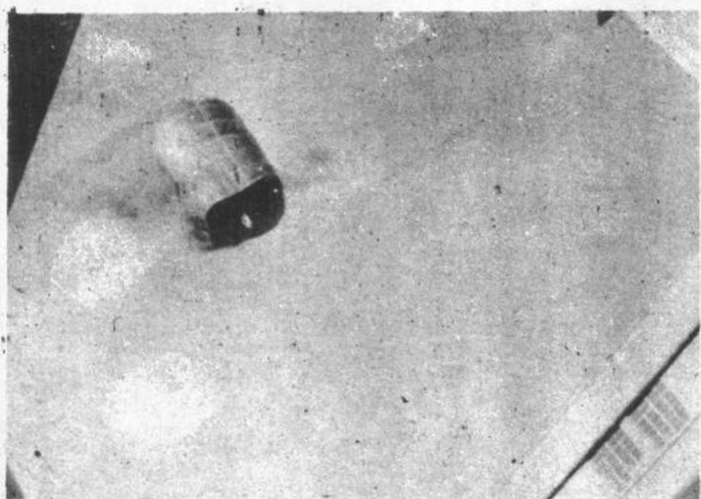
本書之編寫以盡量使讀者易於明白為原則，故舉例及插圖特多。希望讀者善為利用，如仍有不甚了然之處可請教你的同學或老師。在此謹向熱心的老師和同學致謝，並請不吝指正！ 編者 一九七三年十月十五日



從這張圖片中也可以獲得物理知識：圖為一架轟炸機投放炸彈的情形。圖中所見的炸彈都是在拍攝此照片之前所投下者，也就是當飛機飛到圖中位置之前所投下者。但是炸彈都全部跟在飛機下面而不落後，顯然在離開飛機之後仍然具有和飛機相同的水平速度跟着飛機前進。這就是「慣性(Inertia)」的表現！



這位同學的體重足有 80 公斤（即 784 牛頓），他站在一個充滿水的輪胎上。水受壓力而升至玻璃管，但僅升高 93 厘米（cm）就停止了（水已用墨水染色以便攝影）。這段水柱的重量極小，但卻能夠和這麼大的體重平衡（Balance），初看似乎不易置信。原來這是由於水柱以它底部的壓力毫不減弱地作用在輪胎頂很大的面積上，這個大面積總共所受到的壓力就輕易地和人體的重量平衡了。如果受力面積愈大，則水柱高度就愈小。



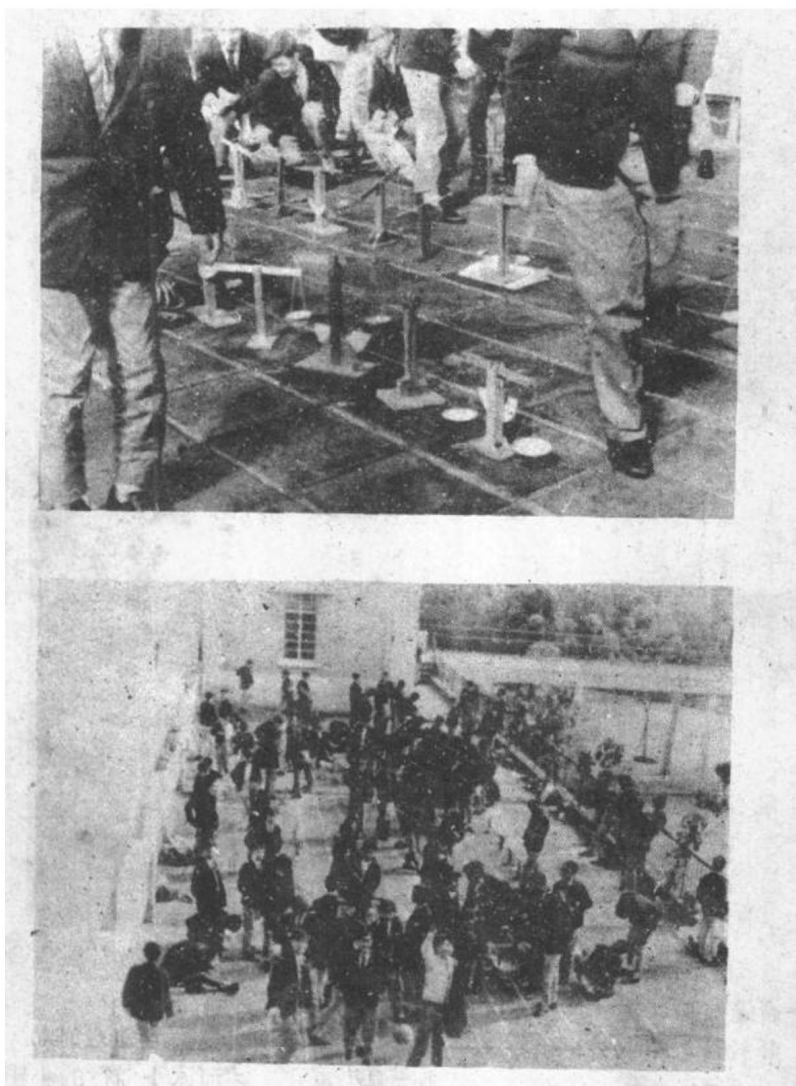
「孔明燈」是中國民間在中秋節晚上的玩意之一。燈體是一個倒轉的大紙袋，下口懸以火盆。燈內的熱空氣因密度小於外界的空氣，故浮力大於重量，便能上升。鑑於當地法例與安全起見，此次是用細繩在下面拉着不讓它飛去的。



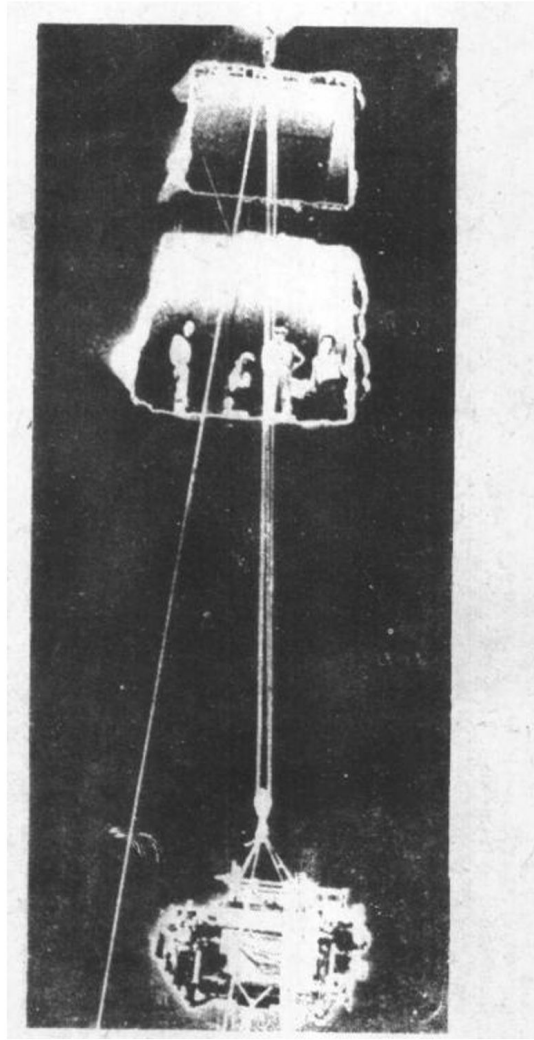
上圖是編者參加香港教育司署主辦之自製視聽教具展覽會的作品——合速度討論器。

此教具以電動機把一卷循環的透明膠布帶動，比喻流動的河水，其「流速」可由電流調節。膠布上的電動玩具小車代表在河水上航行的小船。利用此教具可以幫助學生具體地明瞭流水問題及「擺渡問題(Ferryman's problem)

」，及體會「速度的平行四邊形定律(Law of parallelogram of Velocities)」。



學習物理應及早養成手腦並用的能力。利用學校實驗室的儀器做實驗固然重要，但利用自製儀器做實驗就更為有益。附圖是低年班的同學自製天平的觀摩活動。有了自製天平及自製砝碼，就可以在家中做許多物理實驗了。



這是一張工廠搬運機器的藝術照片。鉤着機器的部份連接着兩個平排的「動滑輪 (Movable pulley)」。工廠頂部則為兩個平排的「定滑輪 (Fixed pulley)」。雖然是一條長鋼纜繞過這些滑輪，但由於有四段平行的鋼纜一齊支持動滑輪，因此，起重機（在照片外之左下角）拉鋼纜的力量只要稍大於機器重量的四分之一，就可以升起機器了！

本照片由陳文驥先生攝製，謹誌謝忱！

目 錄

(上冊)

前言

第一章 概論及量度

第 一 節	物理學研究些什麼	1
第 二 節	物理量	3
第 三 節	基本量與導出量	3
第 四 節	質 量	4
第 五 節	單位——單位的表示法	6
第 六 節	長度單位	9
第 七 節	面積和體積單位	11
第 八 節	質量單位	13
第 九 節	時間單位	16
第 十 節	單位制	17
第十一節	長度和直徑之量度	18
第十二節	面積和體積之量度	28
第十三節	重量和質量之量度	32
第十四節	時間的量度	42
第十五節	密 度	43
第十六節	相對密度(比重)	47
第十七節	對待數量的態度 有效數字	53
	第一次測驗	62

第二章 位移和向量

第 一 節	質 點	63
第 二 節	位置與運動	64
第 三 節	位 移	66
第 四 節	無向量和向量	68
第 五 節	合位移的求法	69
第 六 節	向量的加法及減法	86

	第二次測驗	89
第三章	直線運動	
第一節	移動和轉動	91
第二節	速度和速率	94
第三節	等速運動與變速運動	96
第四節	平均速度	98
	第三次測驗	101
第五節	加速度	102
第六節	等加速運動	106
第七節	各種運動圖線	108
第八節	等加速運動的計算	110
	第四次測驗	119
第九節	速度的合成與分解	121
第十節	相對速度	126
第十一節	相對速度的求法	128
	第五次測驗	134
第四章	力的合成與分解(靜力學)	
第一節	力 力的三要素	136
第二節	力的可傳性	138
第三節	兩力及三力的平衡	139
第四節	力的平行四邊形定律	144
第五節	力的合成	146
第六節	力的三角形定律	149
	第六次測驗	162
第七節	力的分解	164
	第七次測驗	174
第五章	動力學	
第一節	力與運動	176
第二節	慣性——牛頓第一運動定律	177
	第八次測驗	186
第三節	力與加速度	188
第四節	重力加速度	201
第五節	重力加速度的討論	202

第 六 節	牛頓第二運動定律·····	204
	第九次測驗·····	212
第 七 節	力的單位——應用牛頓第二運動定律的計算問題	
	第十次測驗·····	225
第 八 節	牛頓第二運動定律的討論·····	226
第 九 節	牛頓第三運動定律·····	230
第 十 節	張力的討論·····	239
第十一節	連接體的計算問題·····	246
第十二節	物體在光滑斜面上的運動·····	261
第十三節	應用牛頓三大運動定律的計算問題·····	269
	第十一次測驗·····	274
第十四節	動量與衝量·····	277
第十五節	碰撞問題——動量不減原理·····	287
	第十二次測驗·····	301

第六章 萬有引力與落體運動

第 一 節	萬有引力——萬有引力定律·····	304
第 二 節	萬有引力的計算·····	310
第 三 節	引力中心·····	317
第 四 節	物體在球體內部之引力·····	319
第 五 節	有關萬有引力的例題·····	321
第 六 節	重量與質量的再討論·····	325
	第十三次測驗·····	328
第 七 節	落體運動——下落運動·····	329
	第十四次測驗·····	336
第 八 節	上拋運動·····	338
第 九 節	斜面運動與自由落體的比較·····	345
	第十五次測驗·····	352
第 十 節	單擺——單擺定律·····	354
	第十六次測驗·····	369

第七章 摩擦

第 一 節	靜摩擦與滑動摩擦簡介·····	370
第 二 節	摩擦係數——摩擦定律·····	374
第 三 節	摩擦的成因·····	378

第 四 節	正壓力的討論.....	379
第 五 節	極限角（靜摩擦角）.....	381
第 六 節	靜止角 靜摩擦係數的測定.....	385
第 七 節	有關靜摩擦的計算問題.....	387
	第十七次測驗.....	399
第 八 節	滑動摩擦的討論—滑動摩擦係數.....	393
第 九 節	有關滑動摩擦的計算問題.....	400
第 十 節	滾動摩擦.....	406
第十一節	摩擦之利弊及增減方法.....	407
	第十八次測驗.....	408
◎	第一至第十八次測驗解答◎.....	410~449

目 錄

(下冊)

第八章 功和能

第一節	功的意義	451
第二節	功的量度	456
第三節	一些作功的實例	461
第四節	功的單位	464
第五節	功的計算問題	469
	第十九次測驗	490
第六節	功 率	492
第七節	功率與速率的關係	493
第八節	功率的單位	496
	第二十次測驗	499
第九節	能 量	500
第十節	動 能	503
第十一節	動能和動量的比較	512
	第二十一次測驗	517
第十二節	位能 (勢能)	519
第十三節	勢能與動能的關係—機械能不減定律	525
第十四節	能量不減定律	529
第十五節	保守力與非保守力	534
	第二十二次測驗	537

第九章 力矩與平衡

第一節	轉動力矩與力矩定律	540
第二節	力矩計算方法及其討論	553
	第二十三次測驗	559
第三節	平行力	561
第四節	平行力的合力	563
第五節	力偶、力偶矩、力偶所作之功	571