

科學圖書大庫

物理學自修叢書(一)

力學

校閱者 黃振麟

徐氏基金會出版

科學圖書大庫

物理學自修叢書(一)

力學

校閱者 黃振麟

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

中華民國六十八年三月六日再版

物理學自修叢書 (一)

力 學

基本定價 4.00

校閱者 黃振麟 國立台灣大學物理系主任

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 大興圖書印製有限公司 三重市三和路四段一五一號 電話 9719739

序

在世界科學文明已進步到太空時代的今天，任何一個人都了解發科學的重要性，談發展科學，必需提高大家研究科學的興趣，才能步就班地求發展。

本基金會對於海內外中國人士從事發展科學研究的情況，向來都予深切的關心，過去六年，本會曾資助大學理工科畢業學生前往國深造，贈送一部份學校科學儀器設備，同時選譯世界著名科學技術籍出版供給在校學生及社會大眾閱讀，其目的都在幫助促進科學發。

我們深深希望自由中國的科學家和工程師們了解本基金會的用意主動的重視科學技術書籍為發展科學的基本工具，從事寫作和翻譯並且熱誠盼望與我們聯繫合作，我們願意運用基金從事各種出版工，共同為我們邁進工業化的途徑而努力

徐氏基金會

1968年2月

徐氏基金會啟事

- 一、凡對本書任何一部份，或本會所出版之其他書籍，能在內容及文字方面，提供建議，致使讀者更易迅捷了解書中意義者，如被採納，當致酬美金十二元五角至一百二十五元（折合新臺幣五百元至五千元），以示謝意。
- 二、本基金會爲了提倡及鼓勵我國同胞研究科學的興趣，進一步希望達到發展科學的目的，特公開徵求下面各類有關的中文創作及翻譯稿件。

甲、自然科學類：

數學，化學，物理學，及生物學。

乙、技術及工程類：

機械工程，電機及電子工程，無線電，電視，電信，汽車修理，鐘錶修理及製造，房屋建築，木工，水泥工等以及機械工程，電機工程及土木工程的製圖。

丙、醫學類：

個人及家庭保健衛生等一般醫學常識及教育方法。

凡是應徵的稿件必需採用通俗而流暢的筆調，使得社會一般人士及中等以上學校的學生容易吸收及了解爲原則，至於科學同技術方面的名詞應以國立編譯館所譯經教育部審定公佈的名詞爲標準。

稿酬：應徵稿件經過本會審查接受者，一律按每一千字新臺幣一百元（美金二元五角）核付稿費，如果本會認爲

內容特佳，並得提高其稿酬。

三、獎助：經本會接受付給稿費以後之創作及譯稿，其版權即屬於本會所有，並由本會出版，分別在臺灣、香港、星加坡等地區銷售。

本會將在各該書籍出版以後的第二年年底，核計其總銷售量，並分別贈與作者及翻譯者下面三種獎金。

1. 銷數佔第一位者：獎給新臺幣二十四萬元（美金六千元）
2. 銷數佔第二位者：獎給新臺幣一十六萬元（美金四千元）
3. 銷數佔第三位者：獎給新臺幣八萬元（美金二千元）

獎助辦法實行期間：自即日起，每年頒獎一次，暫定實行三年。

應徵者請直接向香港郵政第一二八四號信箱徐氏基金會接洽

遮蓋卡片

課本所用的符號

“遮蔽用紙”需用較硬之紙，大小為全頁之半（縱向），並於邊緣

打孔俾便學生撕下使用。

= 等於

≠ 不等於

≈ 差不多等於

> 大於

< 小於

物理常數

1 米 = 39.37 吋

1 牛頓 ≈ 0.2 磅

$G = 6.67 \times 10^{-11} \frac{\text{牛頓} \cdot \text{米}^2}{\text{仟克}^2}$

$g = 9.80 \text{ 米/秒}^2$

數學公式

二次方程式：

如 $ax^2 + bx + c = 0$

則 $x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$

簡單正變：

$y = kx$

簡單反變

$xy = k$

畢達哥拉斯原理：

$c^2 = a^2 + b^2$

$\propto$ 與……成比例

$\rightarrow$ 趨近於（如 $x \rightarrow 0$ ， $y \rightarrow 3$ ）

$\bar{x}$ x 的平均值

Δx x 值的變化

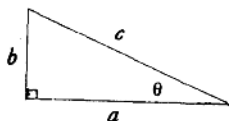
∞ 無限大，無限制的增加
數值常數

$\pi = 3.14$

$\sqrt{2} = 1.414$

$\sqrt{3} = 1.732$

$\sqrt{5} = 2.236$



三角函數：

$\sin \theta = \frac{b}{c}$

$\cos \theta = \frac{a}{c}$

$\tan \theta = \frac{b}{a}$

2 遮蓋卡片

物理學公式

距離： $d = \bar{v} \Delta t$

平均加速度： $\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$

等加速度運動：

$$\Delta v = a \Delta t$$

$$v_2^2 - v_1^2 = 2ad$$

$$d = v_1 \Delta t + \frac{1}{2} a (\Delta t)^2$$

牛頓第二定律

$$\vec{F}_{\text{淨}} = m \vec{a} = m \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t}$$

萬有引力：

$$F_g = G \frac{m_1 m_2}{d^2}$$

刻卜勒 (Kepler) 第三定律：

$$\frac{R^3}{T^2} = k$$

向心加速度：

$$a_c = \frac{4\pi^2 R}{T^2} = \frac{v^2}{R}$$

$$F_c = ma_c = m \left(\frac{4\pi^2 R}{T^2} \right) = \frac{mv^2}{R}$$

簡諧運動：

$$\text{力常數 } k = \frac{F}{x}$$

$$\vec{a} = -\frac{k}{m} \vec{x}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$\text{衝量} = \vec{F}_{\text{淨}} \Delta t$$

$$\text{動量} : \vec{p} = m \vec{v}$$

$$\text{功} = \vec{F} \cdot \vec{x} = Fx \cos \theta$$

$$\text{動能} = \frac{1}{2} m v^2$$

$$\text{位置位能} = mgh$$

$$\text{彈性能} = \frac{1}{2} kx^2$$

重力位能

$$U_g = -\frac{GMm}{r}$$

對教師的序文

這本書是物理學一年計劃課程內五本中的第一本，其餘各本則研討有關電磁學，波動和光學，動力論與熱力學，及近代物理學的論題。

這些計劃課程的書籍，主要是爲了高中三年級或大專一年級使用的，根據我們在各個學校班次中預先測試的經驗如在 The Collegiate School 與在紐約市和長島的其他的高中，以及在 Bronx Community College，我們覺得以大專的水準來說，這些書特別適於主修理科的學生，在 1962-64 年中，對兩期（一年一期）在紐約市立學院（City College of new york）的物理學院中進修的中等學校的物理和科學的教師而言，這第一冊已獲得相當的成功。

研讀此冊“力學”需具備平面幾何和普通代數的基礎，三角學中直角三角形的知識也有助益，但是對我們這課程的這一部份而言似不必需，在這本書的前面，列有一些預先實施的測驗題目，我們建議教師們在任一班次開課之前，舉行此項測驗，然後檢查這次測驗的結果，即可看出是否有些學生需要複習數學。

我們也強調在研讀此書時，應輔以教室講解，討論，和實驗，因爲，雖然此冊計劃課程是寫來用作不需同時另用一本標準課本而祇需教師稍加督導即可，但是並沒有一本物理學的書，它本身是完整無缺的

由於實地試驗的結果，顯出這種計劃課程，在使用時伸縮性極大。例如：Bronx Community College 內，未加任何指導，首先在班上試用此本“力學”結果非常成功，但在第二學期，於課外試用此項計劃課程，每週配合以一小時的課內討論，一小時的測驗，和兩小時的實驗

4 對教師的序文

工作。最後，在課內試驗的末期階段，以一小時作單元介紹，並在課外使用有計劃的指導後，每週作一小時的課內討論，一小時的筆試，和每週兩小時的實驗，依此步驟實施，極為成功。在任何班級內，以及在各地試用此計劃課程時，都沒有另用額外的標準課本。

在其他各地所作實地試驗，包括於實際課內時間使用此本“力學”僅曾實施有限度的督導和研討。另在沒有教師的督導下，此書亦曾成功地成為標準物理學課本的補充讀物，根據我們實地試驗的結果，認為最有效的方式是將此本“力學”指定為課外作業，如此即可充分利用課內時間，以作有關這本計劃課程基本內容的講解，討論，研討，和實驗。

此冊力學內容的選取，乃隨現代的趨勢，特別加重於動力學，其次是靜力學和基本轉動力學。我們的目的是把握物理學的基本概念，對工程方面的應用則不作深入的討論，教師們將注意到，本書中並無專章討論“動力論”此論題將在本課程以後的部分詳細論及，可是在物理過程中不斷發生的運動，諸如等加速，向心，和簡諧運動等，都曾加以詳細的研討。且對功，能，及動量等基本概念的清晰分析，以及它們相互間關係的述明，的確煞費了一番周章。

最後，我們必需感謝許多人們的協助，建議，鼓勵，和隨時的激勵，而使此書完成並終能發行，應感謝的人的名單是相當長的，最前面的有：查理司徒（Charles stall），葉爾麥克雷（Elmer Craig），華倫布來克 Warren Blaker，羅伯納塞（Robert Nassau），和約翰威利父子公司的西西約克（Cecil Yorke of John Wiley and Sons），而對貝魏利克魯賓斯基小姐（Miss Beverly Krupinsky）尤其要特別表示感謝，她打好了這部書的原稿，她從未接近過物理學的專門術語，提出很

多使我們困惑的問題，並且在我們未曾注意到的地方，提供了很多有價值的建議。此外，對這部書影響最大的首推 John Gardner 他是 1959—1961 年 The Collegiate school 的學生，他對這部力學的初稿，以及這本冊子的閱讀，慷慨地獻出了他的空閒時間，誠熾的熱心，和蓬勃的想像力。

學生學習指導

這本書與你們以前所使用的課本完全不同，這是一本循序漸進的計劃作業的物理學，所謂計劃的意義是：(1) 在初級物理學標準課程中的主要資料，皆經分析而成一序列的簡短階段。(2) 這些簡短階段是以最具啓發而易於學習的方式來安排的。

每一階段所安置的地方，稱為“結構題”，在每結構題內，對所研討的論題，除略加敘明外，包含一問題，或一計算題，學生依進度作下一步研討時，先行解答這些習題，以檢核他對此階段所瞭解的程度，你們可依教師的指示，將習題的答案寫在結構題下空間的地方，或另用紙張解答。

當你們將解答寫出後，繼續研討下一結構題內容以前，可先行核對你們的答案，這些答案都以寬括號，【】，註記在下一欄的上方，例如：

1. 米為長度的單位，含有 $39 \cdot 37$ 吋，二米的長度含有 _____ 吋。

【 $78 \cdot 74$ 】

2. 米是測量（重量／長度／時間）的單位，並等於 _____ 吋。

【長度； $39 \cdot 37$ 】

3. 一米可分為 100 個稱為厘米的等份。

$$1 \text{ 米} = 100 \text{ _____}$$

$$1 \text{ 米} = \text{_____ 吋。}$$

【厘米； $39 \cdot 37$ 】

在本冊最前的一頁，已準備好一張作遮蓋卡片，用此卡片將所作習題的正確答案和以下諸結構題的內容遮蓋起來，直待你們自己的答案

12 學生學習指導

已求出，並準備核對時，再移去此遮蓋卡片，以顯出在寬括號內的正確答案，再加核對。

預備知識測驗

在以下各題所列答案中，選出其正確答案的號碼填在答案紙上，如所列答案中無一正確者，即填寫“○”。

- 1 由方程式 $K = \frac{1}{2}bh$ ，解 h ， h 等於：

(1) $\frac{bk}{2}$ (2) $\frac{2b}{k}$ (3) $\frac{k}{2}$ (4) $\frac{2k}{b}$ (5) $\frac{b}{2k}$

- 2 每小時 60 哩等於：

(1) 60 (2) 88 (3) 45 (4) 100 (5) 75 呎/秒

(記住 1 哩為 5,280 呎)

- 3 一圓的半徑為 R ，其周長是：

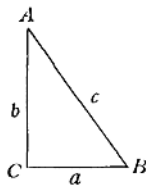
(1) πR^2 (2) πR (3) $2\pi R$ (4) R^2 (5) $4\pi R^2$

- 4 一直角三角形的夾直角兩邊為 5 呎和 12 呎，其斜邊的長度是：

(1) 17 (2) 7 (3) 13 (4) 25 (5) 100 呎

- 5 ABC 三角形有一直角在 C ，則 B 的餘弦 ($\cos B$) 為：

(1) $\frac{b}{a}$ (2) $\frac{a}{c}$ (3) $\frac{b}{c}$ (4) $\frac{a}{b}$ (5) $\frac{c}{a}$



- 6 PQ 直線與圓接觸於 X 點

則稱 PQ 為：

(1) 割線 (2) 弦 (3) 半徑

(4) 直徑 (5) 切線

- 7 一長方形的邊為 3 呎和 10 呎，其面積為：

14 預備知識測驗

(1) 13 (2) 26 (3) 30 (4) 300 (5) 15 平方呎

8 一直角三角形，夾直角的兩邊為 2 呎和 6 呎，則其面積為：

(1) 12 (2) 24 (3) 6 (4) 36 (5) 3 平方呎

9 在科學的表示法中，93,000,000 寫為：

(1) 9.3 ; (2) 9.2×10 ; (3) 9.3×10^7 ; (4) 九十三兆 ;
(5) 9.3×10^{-7}

10 10^{-4} 和 10^{-8} 的乘積是：

(1) 10^{12} (2) 10^{-12} (3) 10^7 (4) 10^{-7} (5) 10。

11 令 1 吋表 2 哩，則 AB 綫表：

(1) 4 (2) 7 (3) 2 (4) 9 (5) 8 哩

A  B

12 一立方體的邊為 4 吋，其體積是：

(1) 16 (2) 12 (3) 34 (4) 64 (5) 128 立方吋

13 由 $12x - (4x - 6) = 3x - (9x - 27)$ 解 x ， x 等於

(1) $\frac{3}{2}$ (2) $\frac{2}{3}$ (3) 0.5 (4) 24 (5) 10

14 已知 $\frac{mv^2}{R} = \frac{e^2}{R^2}$ ，求 $mv^2 \cdot mv^2$ 等於

(1) $\frac{e}{R}$ (2) $-\frac{e}{R}$ (3) $\frac{e^2}{R}$ (4) $\frac{e^2}{R^3}$ (5) $-\frac{e^2}{R}$

15 $\begin{matrix} x + y = 10 \\ x - y = -8 \end{matrix}$ 解 x 和 y

(1) $x = 9, y = 1$ (2) $x = 2, y = 7$ (3) $x = 1, y = 9$
(4) $x = 0, y = 7$ (5) $x = \frac{3}{2}, y = \frac{6}{7}$

16 如 $N = \frac{(2 \times 10^4)(3 \times 10^{-12})}{10^{-6}}$ ，計算 $N \cdot N$ 等於

- (1) 6×10^{-22} (2) 6×10^{-2} (3) 6×10^5 (4) 6×10^2
(5) 6

17 $\sqrt{81x^4y^{10}}$ 等於

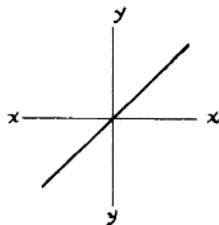
- (1) $9xy^2$ (2) $3x^2y^5$ (3) $9x^4y^{10}$ (4) $9x^2y^5$
(5) $27(xy)^7$

18 y 與 x 成反比，當 x 為 9 時， y 為 28，當 y 為 42 時， x 等於

- (1) 13.5 (2) 6 (3) 14 (4) 49 (5) 12

19 由圖上示出， x 和 y
彼此互成。

- (1) 反比 (2) 正比
(3) 連比



20 P 與 T 成正比，當 T 為

8 時， P 為 10，當 T 為 36 時， P 為：

- (1) 32 (2) 45 (3) 12 (4) 40 (5) 64

21 $x^2 + 5x + 6 = 0$ ， x 等於

- (1) -2 或 -3 (2) 5 或 1 (3) 2 或 3 (4) -1 或 -5
(5) 7 或 -1

22 $\sqrt{242.75}$ 為：

- (1) 13 (2) 15.9 (3) 15.6 (4) 15.2 (5) 15.0

23 如 $W = \frac{mv^2}{2} + U$ ， $U = -\frac{e^2}{R}$ ，及 $\frac{mv^2}{R} = \frac{e^2}{R^2}$ ，則以 e 和 R 表 W 時， W 等於。

750616

16 預備知識測驗

$$(1) -\frac{e^2}{R} \quad (2) \frac{e^2}{2R} \quad (3) -\frac{e^2}{2R} \quad (4) \frac{e^2}{R^2} \quad (5) \frac{e}{R}$$

24 $(\frac{2}{3} + \frac{3}{5})$ 等於

$$(1) \frac{6}{8} \quad (2) \frac{3}{4} \quad (3) \frac{2}{5} \quad (4) \frac{19}{15} \quad (5) \frac{5}{8}$$

25 $d = \frac{M}{V}$ ，式中 d 為密度， V 為體積，和 M 為質量。由此式可知：

- (1) 密度與質量及體積二者成正比；
- (2) 體積與質量及密度二者成正比；
- (3) 質量與密度成反比；
- (4) 體積與密度彼此成正比；
- (5) 密度與體積彼此成反比。