

科學圖書大庫

自然科學叢書之二

物理

(一至五冊合訂本)

湯元吉 主編

徐氏基金會出版

科學圖書大庫

自然科學叢書之二

物 理

(十一至十五冊合訂本)

湯元吉 主編

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八日再版

自然科學叢書之二

物理

(十一至十五冊合訂本)

本叢書不分售，全套23冊基價 20.80

主編者 湯元吉 台糖公司董事長

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 財團法人 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 財團法人 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

居今日而欲致國家於富強之林，登斯民於康樂之境，其道無他，要在教育、文化、經濟諸方面力求進步而已。自然科學之研究與發展，屬於文化領域之一環，同時亦為國防建設之主動力，其在教育設施方面，實佔有甚大之比重，久為識者所共喻。

巴西華僑徐君銘信，身繫異邦，心繫祖國，鑒於自然科學之發展與夫建國前途所關之鉅，嘗思盡一己之力，為邦人士格物致知之助。比年以來，其慨捐於國內學術機構者，固已為數不貲。前歲之冬，復搜購德國著名函授學校之數學、物理、化學、生物等優良課本約五百萬言寄臺，經東海大學吳校長德耀與溫院長步頤之介紹，欲以遂譯刊行，嘉惠學子之任，委諸元吉，自維學殖荒落，本不敢承，惟感於徐君所見者大，所志者遠，殊不宜過拂其意，爰勉受義務主編及統籌出版之命。嗣經先後約請江鴻（數學總執筆人）、宋澎、李煥榮、南登岐、孫廣年（物理學總執筆人）、張壽彭、陳喜棠、許巍文、黃友訓、傅貽椿、熊悛（生物學總執筆人）、廖可奇、劉泰岸、鍾恩寵、關德懋（以姓氏筆劃為序）諸君分任逐譯，復承臺灣新生報謝總社長然之、王社長嘯生及顏副總經理伯勤慨允由該社擔任印刷及發行工作，其事遂舉。顧以個人精力時間，均屬有限，一年以還，竭知盡能，時以能否符合信達雅之準則為慮，幸賴各方碩彥陳力就列，各自靖獻，得如預期出書，以餉讀者，實為元吉精神上莫大之收穫。今後倘蒙文教先進及讀者不吝匡翼，俾在吾國科學發展史上日呈緝熙光明之象，遂徐君之初願於萬一，並使其今後仍就此途徑邁進之志事，（徐君近復精選英文本初級科學百科全書，交由科學勵進中心* 譯印。）永感吾道不孤，邪許同聲，則尤元吉一瓣心香，朝夕禱祝者也。茲值本書出版伊始，謹誌涯略，並向協助譯印諸君子敬致感謝之忱。

湯元吉序於臺北

*該中心為一不以營利為目的之財團法人，其宗旨在於促進科學教育、發展科學研究及介紹科學新知。現任董事為李熙謀、錢思亮、趙連芳、林致平、徐銘信、李先聞、戴運軌、鄭望厚、湯元吉等九人。

編輯要旨

- 一．本叢書包括數學、物理、化學、生物等四種。
- 二．本叢書物理、化學、生物等三種，均係採用德國魯斯汀(Rustin)函授學校之課本；數學一種，則係採用德國馬特休斯(Mathesius)函授學校之課本，分別選請專家逐譯。
- 三．本叢書之供應對象，主要為中等以上學校之學生、自行進修人士及從事教授各該有關課業之教師，故其內容亦以適合上述各界人士之需要為主旨。
- 四．原書內於每一相當節段，均附有習題、複習題、試題及論文作業等，可使在學者增加反覆研討之機，自修者亦易得無師自通之樂。本叢書對於前三者均已予以保留，俾利讀者之研習。至於論文作業題目，本係該函授學校對於所屬學生之另一種教學措施，學生於作成論文後，校方尚需負修改之責，與本叢書旨趣未盡相同，故均於正文內予以省略，惟為存真起見，一俟本叢書出齊後，當彙印單行本，以供讀者參考。
- 五．本叢書因係依據原書格式譯輯而成，故未能於每一學科之首冊中編列總目，擬俟全書出齊後，另行編印專冊，以供讀者檢閱。
- 六．本叢書數學原文，每講約為六萬字，而其餘各書字數自二萬餘字至四萬餘字不等，且各講自成段落，不能分割，故為便利讀者及減輕讀者負擔，只能將其每二講或三講合印為一冊，字數遂在七萬餘字至九萬餘字之間。
- 七．本叢書所有各種科學名詞，一律採用國立編譯館輯譯，教育部審

定公布之名詞；但主編者認為必要時，亦偶用其他譯名代替之；其為上述公布名詞中所無者，則出於主編者或譯者之創擬。該項替代或創擬之名詞，是否妥善無疵，未敢自是，尙冀海內專家學者不吝賜教。

八、本叢書之逐譯工作係由多人執筆，行文屬辭，難免各具風格，主編者能力時間，均屬有限，故雖竭智盡慮，勉為整理，亦僅能使其小異而大同，尙祈讀者諒之。

九、本叢書原文篇幅浩繁，約近五百萬字，出版須依一定進度，編者勢難將譯文與原文逐一核對，倘有未盡妥洽之處，亦請讀者隨時指教，俾於再版時更正，幸甚幸甚！

主編者謹識

序言及學習方法之說明

在近幾十年中，沒有一門自然科學，能像物理學那樣地顯示出這麼多的進步。從自然界的各種奇異變化中，物理學給我們指示出了許多新的規律，並且替我們大大地擴展了有關於各種自然現象間互相關聯的知識。這種結果，使物理學超越了自己的範圍，間接地充實了其他各門科學和工程技術的內容。在現代原子物理的影響之下，化學這門科學中的幾個基本概念，如元素及化合力本質之概念等，已非有一種根本改變不可；放射科研究之成功，使醫學上開闢了一個新天地；最後，我們今日之電氣和熱工技術，以及航空、電影與無線電等之驚人與迅速之進展，都應歸功於物理學家之辛勤建樹的研究工作。

我們現在的課題，是要使各位未曾或很少受過自然科學訓練的讀者，慢慢地步上這門自然科學的階梯。當各位踏上每一層更高的階梯時，我們就要將各種最重要的定律，介紹給各位；使各位對於與日常生活和國計民生有重要關係的各種技術應用，以及對於與物理學上的世界觀有基本關係的各種理論，獲得一般的認識。

我們所採取的表達方式，是着重於通俗而不枯燥，但却不違背嚴格的科學性，也不忽略各位所需準備之各部份課程的完整性。各位可以相信，我們是經常把各位能通過結業考試這個目的放在心上的！我們的這部函授講義，可以說是一部自修的書籍而不是教學的書籍。因此，我們對於大多數物理教科書所採用的那些刻板的傳統編排方式，並不加以欣賞。各位對於物理學所能得到的全貌，將於研讀這部函授講義時，從每一講至次一講，逐漸自動地加以完成。關於數學方面的應用，在我們這部講義裏，也儘量設法限制，這樣，才可以使不懂高深數學的讀者，也可以懂得我們所表達的意思。

在第一講中，我們將要廣泛地說明幾種簡單的關聯現象，使各位逐漸習慣於物理學上的思考。以後，我們即將逐步要求各位作更大的努力，並逐漸將更多的淺近數學，散佈於各章講義之中。最初，我們並不想責成各位，立刻習慣於有系統地吸收每一部份之全部內容，因

爲如果上進的坡度太陡，反而易於使各位初學者失去繼續學習的勇氣。一直要到較後幾章講義中，我們方始就各位進步的情形，在魯斯汀數學函授這一講中，加入數學方面的知識，但亦不超出簡單的代數運算範圍之外。如果各位讀者之中，要想知道如何以高等數學，來精確地說明各種物理學上的問題，那就要請各位參閱這部函授講義的最後一本小冊子，在這本小冊子的特殊幾章裏面，我們是就物理學上各部門的定律和課題，以微積分學的方法來處理的。

現在，在各位開始學習以前，我們要向各位說明一下學習的方法。各位要知道，各位正要從事學習的這門科學，其中心活動，乃是實驗與觀察。所有物理學上的知識，都是以實驗爲出發點。以一般情形而論，各位對於科學性的嚴格實驗，恐無自己實地去做的機會。至於自修講義，則必須依照規定之方法去學習。最先，請各位緩慢而仔細地閱讀“課程”這一部份的講義，這決不會使各位感到困難。我們也會利用豐富的圖表和照片，使各位不必化費額外的金錢，便可以在家中隨心所欲做些實驗，同時我們也將一再引起各位注意日常生活中所可看到的技術上的應用。

當各位讀過某一章講義的“課程”這一部份之後，我們就將急切地要求各位，將這一“課程”中的每一個小標題，抄寫在一張小條子上，然後按照每一個小標題的次序，將全部“課程”中的內容，高聲朗誦複習。請各位切勿低估我們這一建議的重要性。對於一種陌生的事物，各位一定需要在語言上仔細咀嚼，才會澈底明瞭其中的深義，而這種澈底的了解，是不可能在默讀複習中獲得的。請各位切勿因這一點額外的工作而有畏縮的意念。相反地，各位應該盡量努力，以不落後於一般高級專門學校學生的程度爲目標。此等高級專門學校學生，每天都有機會互相討論，並且磨礪他們的習慣用語，使能適合於枯燥的自然科学的教材。

一直到各位能有自信，將某一章講義中之內容，以朗誦法重複溫習以後——當然我們不致於會要求各位去背誦——各位才可以開始致力於“問答”這一部份講義的研讀。在這裏，我們將要與各位以問答方式討論教材，加以深入的研究與整理，好像是生動的課室表演一樣

。還有一個建議，請各位也能衷心地接受！當各位在講義中找到了一個自己認為是正確的答覆時，那就請各位先讀出這一個答案，因為這些問答，能激起各位思考的進展。

在這些準備工作做完之後，各位對於“複習題”這一部份，便能輕鬆地完成解答的工作。這些問題，與每一章的講授內容都有密切的關聯，雖不一定按照着內容先後的次序而排列，但因其將課程的內容，凝縮成許多重要的結果，故可使各位得到一個清晰的全貌。

在每一章的末尾，我們還選擇了一連串的“習題”以供各位解答物理問題時，作為促進正確思考及求得確實數字之參考。解答方法與結果，總是印在次一講開始的地方。

現在，請各位開始學習。

物理第十一冊目錄

第二部份第五講	頁數
第四講內容測驗(一) 解答	1—2
第四講內容測驗(二) 解答	2—2
第四講(E) 習題解答	3—4
第十四章 光之產生及其量度	
A. 課程	5—9
B. 教材問答	9—10
C. 內容摘要	10—10
D. 複習題	10—10
E. 習題	11—11
聲學與光學第一次大考	11—14
第十五章 磁學	
A. 課程	15—22
B. 教材問答	23—25
C. 內容摘要	25—26
D. 複習題	26—27
E. 習題	27—28
F. 簡易實驗	28—28
第十六章 電流及其效應	
A. 課程	29—32
第五講內容摘要	32—33
第五講內容測驗(一)	33—34
第五講內容測驗(二)	34—34
第二部份第六講	
聲學與光學第一次大考解答	35—41
第五講(E) 習題解答	41—43

第五講內容測驗（一）解答	43—43
--------------	-------

第五講內容測驗（二）解答	43—44
--------------	-------

第十六章（續） 電流及其效應（續）

A. 課程	45—50
-------	-------

B. 教材問答	50—51
---------	-------

C. 內容摘要	51—52
---------	-------

D. 複習題	52—52
--------	-------

E. 習題	52—53
-------	-------

F. 簡易實驗	53—53
---------	-------

第十七章 電學儀器與導電體

A. 課程	54—60
-------	-------

B. 教材問答	60—61
---------	-------

C. 內容摘要	61—62
---------	-------

D. 複習題	62—62
--------	-------

E. 習題	63—63
-------	-------

第十八章 電壓

A. 課程	64—66
-------	-------

第六講內容摘要	66—67
---------	-------

第六講內容測驗	67—68
---------	-------

第二部份第七講

第六講(E)習題解答	69—69
------------	-------

第六講內容測驗解答	69—70
-----------	-------

第十八章（續） 電壓（續）

A. 課程	71—77
-------	-------

B. 教材問答	77—81
---------	-------

C. 內容摘要	81—82
---------	-------

D. 複習題	82—82
--------	-------

E. 習題	82—83
-------	-------

F. 簡易實驗	83—83
---------	-------

第十九章 電阻

A. 課程.....	84—89
B. 教材問答.....	89—91
C. 內容摘要.....	91—92
D. 複習題.....	92—92
E. 習題.....	92—92
F. 簡易實驗.....	93—93

第二十章 歐姆定律及其應用

A. 課程.....	94—98
第七講內容測驗(一).....	99—99
第七講內容測驗(二).....	99—99
第七講內容摘要.....	100—101

第四講內容測驗(一)解答

1. 睛珠是一個會聚透鏡，它能使外界物體在網膜上現一倒置而縮小的實像，並可變更其曲率，藉以適合物距之變化（即人眼有其調節能力）。

2. 照像機等於一個會聚透鏡，可使外界物體在毛玻璃片、感光乾片或膠捲上成一倒置而縮小的實像。

3. 眼鏡可分別為兩種，一為遠視者所用的聚光眼鏡，一為近視者所用的散光眼鏡。

4. 幻燈或映畫器可將一張由聚光鏡照明之玻璃畫片（亦稱幻燈片）利用投影鏡頭之放大作用，在幕上造成放大的映像。

5. 映畫器之投影鏡頭既可將被光照明的幻燈片放大投影於幕上，亦可借傾斜裝置的反光鏡之助，將自上面照明的畫片或書冊的一頁，在幕上放大成像。前者稱為映畫器（Diaskop），後者稱為映書器（Episkop）。兼有兩種用途的幻燈則稱為映畫與映書兩用的反射放映器（Epidiaskop）。

6. 顯微鏡中有一個小而厚的當作物鏡應用的會聚透鏡，可將置於焦點附近的小物體，造成格外放大的像，人們乃利用放大鏡當作目鏡而加以觀察。

7. 刻卜勒式望遠鏡具有一個用作目鏡的會聚透鏡；但伽利略式望遠鏡用的却是發散透鏡。

8. 望遠鏡的放大率係指用儀器與不用儀器的視角之比而言。

9. 反射望遠鏡是將凹面鏡所生之像，經過裝在側面用作目鏡之放大鏡加以觀察，光線是由一面傾斜裝置的反光鏡引至目鏡的。

10. 白光中所含的色光各具不同的折射率，因而才會被稜鏡以不同的強度所折射，紅光被折最小，紫光被折最大。

11. 一種光源之光譜，是由其中所含之顏色成分彼此分隔而形成的。可借助於稜鏡利用各不相同之折射率，以達此目的。

12. 白光是由虹霓所示各色之光所構成，牛頓曾以稜鏡將白光作

過這種分析，跟着他又曾以會聚透鏡，將這些各不相同之光重合爲白光。

13. 消色差透鏡及消色差稜鏡是由火石玻璃與皇冠玻璃接合而成，彼等固然仍可使光線偏向，但不呈現光之色散現象。

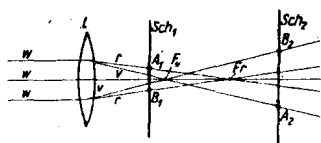
14. 虹乃由於日光在雨滴中折射及反射而生。

15. 光譜中諸色之能合成爲白色者，稱爲互補色。例如紅與綠，或黃與藍。

16. 光譜色中黃與藍二者爲互補色，因其合成後即爲白色。但黃色顏料與藍色顏料混合後，却成綠色。

第四講內容測驗(二)解答

1. 解釋見第 168 圖。包含於白光 w 中的紫光 v ，經過會聚透鏡 L 之折射比紅光 r 爲強。故其焦點 F_v 較紅光焦點 F_r 更接近於透鏡。爲便于講解，圖中 F_v 與 F_r 之距離是特別誇大予以繪出的。在屏 Sch_1 上的像 A_1B_1 ，與屏 Sch_2 上的像 A_2B_2 中央，所有色光都會合而呈白色。但 A_1B_1 之邊呈淡紅色， A_2B_2 之邊呈藍紫色，因在各該地點僅有此種色光射到的原故。



第168圖 外界物體所發之光，經過會聚透鏡在位於焦點前之屏 Sch_1 上生成之像帶有紅邊，而在位於焦點後之屏 Sch_2 上生成之像則現藍邊。

2. 虹的形狀爲圓周的一部份，而圓之中心是位於太陽與觀察者連線與天空相交之處。因爲太陽照耀之時，總在地平線的上面，故此圓心位於地平線下面，結果虹之大小必不及一個半圓。僅當日出及日落時可達半圓，或當觀察者站在高山上，也許可見稍微超過半圓之虹，因爲此時之圓心是位於地平線附近，或恰好在地平線之內，甚至略爲高出地平線之上。

3. 兩邊是等長的，圓中所繪的是一個正方形和一個內切圓。

4. 驟然看來好像是螺旋線，其實是若干閉合的圓圈圍。

第四講 (E) 習題解答

第十一章

1. 指的是彩簾或虹彩膜，因其變了顏色所致。
2. 那可斷定是發散透鏡。戴此眼鏡的人是近視者。
3. 當兩個眼睛之一是近視的時候。
4. 睛珠的曲率和眼球的深度都將變大，因而外物之像將如近視者所看的一樣，形成於網膜之前。
5. 因為月亮與地球的距離會稍有變動之故。
6. 太陽的距離變化與其大小相比是微乎其微(僅約百分之三)，不足以使視角發生可以察覺之變動。
7. 兩視線夾角的變化約自 11° 增至 19° 。
8. 無論月球在天空的位置是高是低，硬幣都要放在眼前約 2 米之處。

第十二章

1. 焦距 f 可由物距 a 及像距 b 依公式 $\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$ 求得。
在本題中： $\frac{1}{20} + \frac{1}{600} = \frac{1}{f}$ 或 $600f + 20f = 20 \times 600$ ，由是得 $620f = 12,000$
即 $f = \frac{12,000}{620} = 19.3$ 厘米。

2. 同上題，單向放大率等於像距與物距之比，在本題中為 $600:20=30$ ，即在幕上現出的像之大小為 $30 \cdot 5 \times 30 \cdot 7 = 150$ 厘米 $\times$ 210 厘米。

3. 只要看望遠鏡之目鏡為會聚透鏡，抑為發散透鏡，便可立即辨別前者為刻卜勒式望遠鏡，後者為伽利略式望遠鏡。

4. 已知 $\frac{o}{f} = \frac{1}{7.5}$ ；即 $\frac{22}{f} = \frac{1}{7.5}$ 。故得 $f = 22 \times 7.5 = 165$ 毫米。

第十三章

1. 在火石玻璃中，紫光及紅光折射率之差別，較在皇冠玻璃中

大些。

2. 光譜隨稜鏡角之增大而加寬。

3. 祇須將液體盛於斷面爲三角形之玻璃容器中(空玻璃稜鏡)，便可產生光譜。

4. 白光中所含的色光，其折射率的差別是逐漸而微細的。

5. 這可用第 150 節所講的疲勞現象加以解釋。長時間注視綠色後，眼睛對此色感覺疲勞，綠色在白光中的作用因以減弱，故白光看起來呈紅色，亦即綠色的補色。

6. 只有當燈光中含有和日光相類似的色光時，才能令人看出衣服的本來顏色。

第十四章

光之產生及其量度

A. 課 程

〔153〕 **光源** 太陽是人類賴以生存的自然光源，月光則是由於月球表面反射日光而來。除此之外，人類文明的進步又帶給我們日益增多的人工光源。所謂人工光源，大概是由史前人類所用之松木火把肇其端；隨後陸續發明了蠟燭、電燈、弧光燈、照明煤氣、煤氣燈、以及若干地區至今還在應用的煤油燈或“菜油燈”。至於爲廣招徠所用的各種霓虹燈，則是將稀有氣體封入玻管中，通以電流而使之發光的照明工具。

如將上節末尾提到的人工光源（後面還要加以討論）撇開不說，則其他一切光源可以說都與由熾熱而發光的固體有關。這些白熾固體之存在，不是經常顯而易見的。各種火焰的光亮也是來自**微小而灼熱的固體碳粒**，這些碳粒是在燃燒中產生而入於熾熱狀態的。假如在蠟燭火焰中放進一個冷的磁皿，碳粒就會變爲煙灰析出於磁皿之上。在煤氣火焰中，我們可以設法促進碳粒之生成，其法係將燃燒管中之開孔關閉，使空氣之進入受到極大的阻塞，致使碳粒不能作徹底之燃燒，跟不發光煤氣火焰中的真實情形完全相同。又煤氣燈是由白熾罩發光，而在電燈中發光的則是因通有電流而熾熱的燈絲。

由此可知，除了後面即將講到的螢光、磷光、以及霓虹燈光之外，一般光源之發光皆係由於**固體之熾熱化**所致。

〔154〕 **光源之光譜** 根據牛頓的實驗結果可知，太陽光中含有由紅至紫的各種可見色光；事實上除此之外其光譜兩側尚有肉眼所不能看見的光，即**紅外線**與**紫外線**；關於這一點將在本書第五部份再爲詳述。如用特別儀器作更仔細的觀察，則見**太陽光譜**中還有許多**暗線**，稱爲**夫牢因和斐線**（Fraunhofersche Linien，以紀念發現此線之人。