

萬有文庫

第二集七百種

王雲五主編

光的世界

(一)

布格拉著

陳嶽生譯

商務印書館發行

光 的 世 界

(一)

著 格 拉 布

譯 生 嶽 陳

萬有文庫

第二集七百種

總編纂者

王雲五

商務印書館發行

原序

物理科學近來的各項進步，已引起了普及的注意，而且因為由是所生的各種令人迷惑的問題，已有才能出衆的著作家，加以描寫，其事益發傳遍遐邇。我曾這樣想過，假使我把目今各項發展所從出的往昔研究，用簡短的文字敘述一番，或許對於此項新的知識，更可增高其價值。要曉得我們現在所處的地位，是靠着牛頓、惠更司、楊、夫累涅爾、克魯克斯、湯姆遜，以及古往今來，其他的許多勞心勞力之輩，築好了可通的路，方纔達到的。前人所已經過的境界，我們如果一些都不知道，那麼此等地位的重大，我們就不能夠完全領會了。

對於科學的發展，最有幫助力量的，其中之一，便是光的兩種學說間，舊時所有的爭競；我就把它取來，作為線索，以連綴我所寫的故事。常與牛頓、惠更司這兩個名字，分別連在一處的微粒與波，似乎已經輪流着占了最後的勝利。彼此間的爭鬭，正相持不下，其結局的勝負，究屬於誰，顯然未可

逆料。我們前此以爲互相排斥的兩種假說，頗有融洽的可能；而且事實警告我們，不要大膽讓我們心裏的想像，變成一定不移的信仰。這兩種假說，如何能够兼真並確，我們固仍難於了解；然而彼此都有許多靠得住的證據，可以提出來做護身符，這卻是事實，有此事實，我們就實逼處此了。在某一時期超出於我們理解能力之外的，到後來非但因爲我們獲得了嶄新的知識，而且因爲我們的意志，經過了新思想方法的訓練之故，或許可以變得瞭然易解，這便是我們的論斷。

將來的研究，把這兩種舊學說連合起來做根據，一定會有良好的結果。像過去時候，雖然彼此互相爲敵，仍各滋長繁盛一般。

正正當當的所謂光，不過是範圍遠較光爲廣大的現象，其中所屬界限很狹的一部分罷了，此廣大現象，便是一般的輻射。但是光學的定律，卻適用於比較大的範圍，而首倡者的立言，其所含意義，卻比他們所知者爲廣。光波的長度，其所屬範圍，限界甚近；但是波動的定則，卻在一方面適合於倫琴射線的無限小波，在他方面又適合於長的無線電波。根據了光的用途而作的各項探究，也有驚人的廣大範圍。其所涉及者，有天文學上的廣大空間，又有渺小的結構，這些結構的複雜有條，錯

綜有序，也同樣是我們目力之所不能及；其所發見者，在此大小兩種研究範圍之內，都簇聚着不少趣味最濃厚的事件。

此外，顯然屬於微粒的輻射，例如在我們的實驗室中，現在很容易產生的電子陣雨，質子陣雨，以及原子陣雨等等，今日已覺其有幾分遵守光的定律。波與微粒，與其說是不同的實體，寧可說是不同的狀況。「一言以蔽之」，物理科學，是在光的統治之下，其實一切科學，莫不在光的統治之下。物理學的發育，就靠着研究光的種種形式與性質，而令人迷惑難解的各項新發展，仍都是光的推論。這是一個很長的故事；本書的宗旨，便是要把往昔關於光的事情，簡簡單單的敘述幾件，使光之爲物，可以更受人的重視。

一九三一年的聖誕節，我曾在皇家學院演講，演講的題目，就是本書的書名。在聖誕節舉行的這種演講，是每年一回。已經講過一百多年了，聽講的人，大都是青年。法拉第本人，也曾講過，不下十九次。他的說明，簡單而清楚，他的實驗舉例，合宜而適用，尤可使「稚子能解」；這是一句古僻的成語，在每年的廣告裏面，仍舊出現，我在此處，也拿來用一用。法拉第以後的演講者，都努力效法於他。

所以我的一九三一年聖誕節演辭，完全用實驗做例來說明，有些是舊的，有些是稍爲新一點。在本書之中，我已利用了這些實驗，不過在描寫方面，以及根據這些實驗的辯證方面，當然已經遠較演講時宜說或可說的，更進了一步。

幫助我繪製本書插圖的朋友很多，我是非常的感謝他們。桑·培格耳 (Thorne Baker) 君，代我攝製的彩色照相最多，講光的書籍，沒有彩色照相，就要變成極不能感動人的書了。鋼筆及毛筆並用的畫，是我的女兒亞爾盤·卡羅夫人 (Mrs. Alban Caroe) 所作。韋爾生教授 (Professor C. T. R. Wilson) 允許我把他的膨脹照片，翻印了許多。有一張紅外線風景照片，是伊爾福特有限公司 (Messrs. Ilford Ltd.) 送給我的。福勒教授 (Professor A. Fowler) 與史馬脫博士 (Dr. W. M. Smart) 都厚意殷殷，把光譜的照片供給我，還有安特雷特教授 (Professor Andrade) 把繞射的例證供給我。圖六十六的畫法，是亞司脫勃雷教授 (Professor W. T. Astbury) 的建議。關於實驗布置的照片，大部分都是格里因君 (W. J. Green) 與其助手勃律及耳 (K. Bridger) 在皇家學院內攝取的。以上所述各項照片插圖，在講到的時候，我還要再提一提它們的來源，以表謝意。

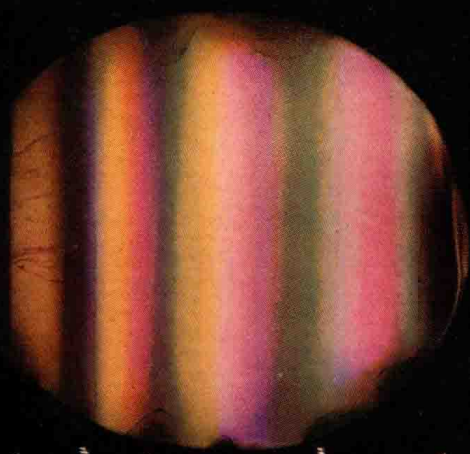
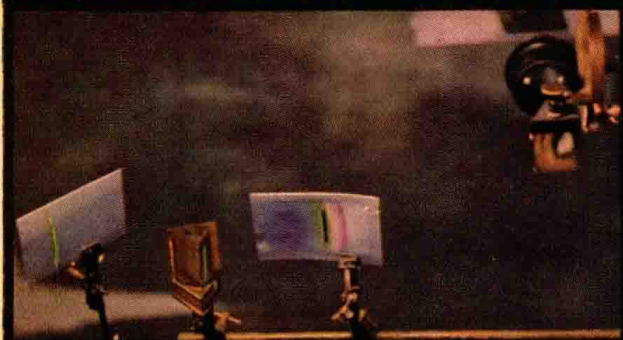
A. 這一幅肥皂泡的畫，是已故爵士詹姆司·傑華(James Dewar)所攝的：圖旁的標度，指示在不同水平面的厚度。一個

[μ]，是一釐米的一萬分之一(參閱第一七四頁)。

B. 此幅彩色照相，表示在實驗室中重做牛頓的分光實驗。右下角幻燈裏發出來的光，穿過一條水平的窄縫，以定其界限，然後透過稜鏡，而在左側的半透明屏上，造成光譜一道；屏共有二，夾於燕溜架上，現光譜的屏，是在下方。此屏上也有窄縫一道，讓一部分的綠色光穿過，再照在第二塊稜鏡上面。這綠色光線偏向一邊，照在上方的屏上；並無分光作用，再行發生，綠色光線仍是綠色(參閱第一〇四、一〇六頁)。

C. 這幅彩色照相，是由上向下攝取的。長方水櫃中，盛有已溶 eosin 與 eosin 的水。從幻燈出來的光，透過圖項所示的透鏡，而被稜鏡折向下方，此稜鏡又把光的各種顏色分開。一部分光譜落於其面上，一部分光譜落於水的表面。較短波的光，為水所吸收，由較長波的光代替。eosin 發出黃綠色的燈光；這兩條燈光帶，現於紫光譜的左側。在中央較高的一處，另有青色光斑一塊，這是由水櫃的玻璃壁反射所生，波通入水中，而在櫃底照出黃紅色的斑(參閱第二七二頁)。

D. 這一幅圖，從赫氏所著的自然哲學一書摘取下來，是用彩色繪成的，並非照相。下面一部分中的縱條，化表肥皂膜的干涉色，這肥皂膜由左到右，厚度逐漸增加(實在是從頂上到底下逐漸增加)。此圖的上半部分，表示用稜鏡把下半部分拉成光譜的時候，所見的情況，稜鏡的邊，在水平位置。例如左端青色的斑(意思是說很青的斑)，被拉成的光譜，缺少紅色。與青色相鄰的，是黃色，黃色被拉成光譜，各色俱全，獨缺紫色，其餘類推。各黑斑自集為連續曲帶環(參閱一七二頁)。



0 .1 μ .25 μ .5 μ .75 μ .9 μ

目錄

第一章 光的本性……………一

光的波動說 波紋實驗 反射 光的散射 光線的旁向漫布 像 曲面上
的反射 視見 雙眼視覺 針孔像 光澤 魔鏡

第二章 眼與視覺……………四六

網膜上的混雜如何得免 透鏡所造的像 眼睛的光學構造 眼的光學缺點
及其補救 放大 顯微鏡與望遠鏡 像散現象 猜詳的錯誤 視覺暫留
折射的通例 內全反射

第三章 色

一〇三

彩色光譜 光的品質 波長的範圍 顏料的作用 眼對於色之反應 互補

色 色幻視 透鏡的色效應

第四章 色之本原

一三五

共振的原理 原子與分子的振動 葉綠素 花之色 染料 繞射 干涉

第五章 天空之色

一七七

光的選擇散射 分子散射 海的顏色 日暈與月暈

第六章 光的偏極化

一九九

光的品質 惠更司的驚人現象 馬呂斯的實驗 楊氏與夫累涅爾的橫振動
由晶體結構所致的偏極化 來自天空之光的偏極化

第七章 日光與星光……………二四一

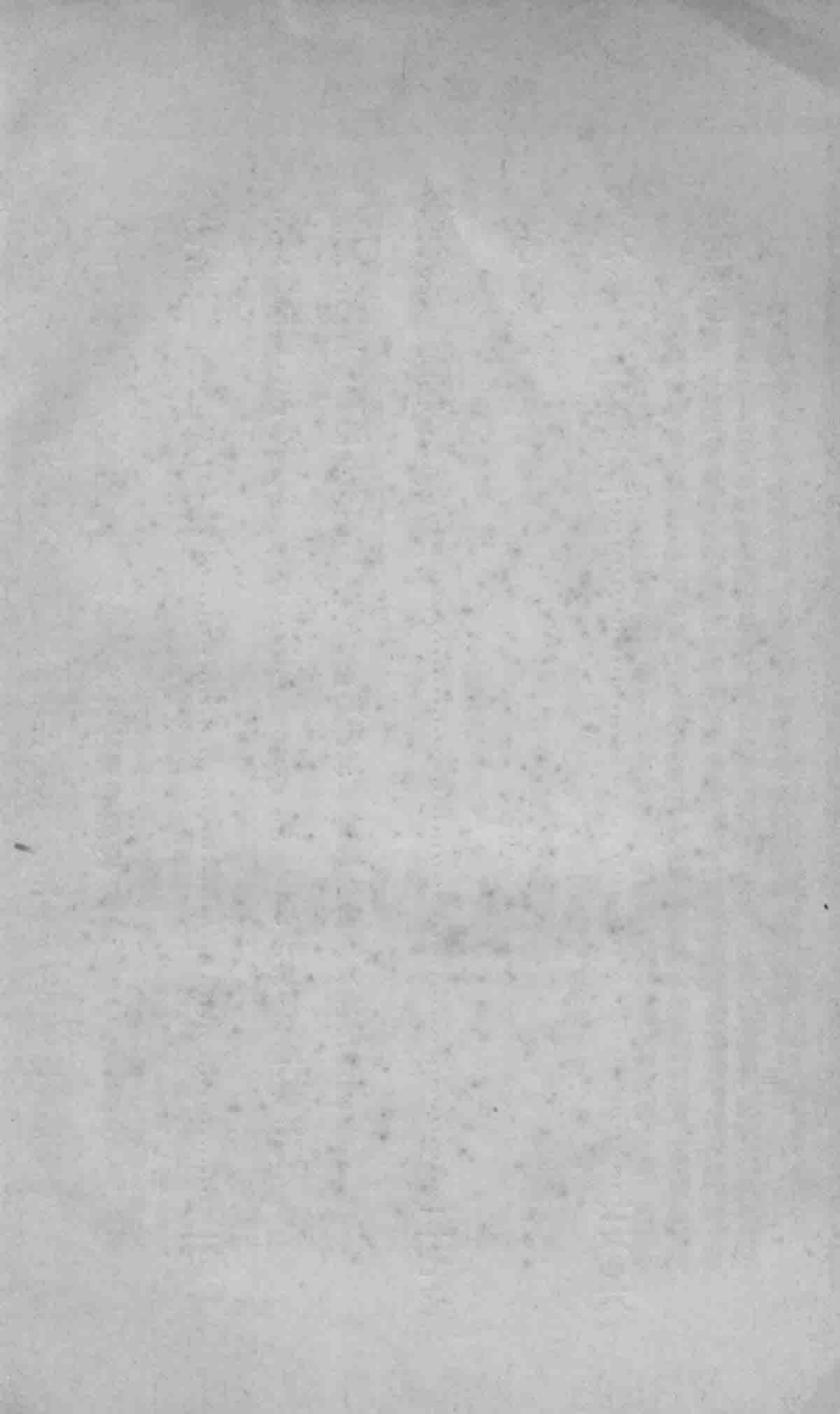
恆星的距離 光的速度 星光的分析 光譜分析 應用於衆星 太陽光譜
恆星向地球與離地球的運動 不可見的輻射 螢光 由紫外光的放電

第八章 倫琴射線……………二七七

勞厄的實驗

第九章 波與微粒……………三〇六

光電效應



光的世界

第一章 光的本性

宇宙間的各種珍聞奇事，都是由光給我們報信的。光從太陽與諸星，到我們的面前來，就把它們的存在，它們的位置，它們的運動，它們的組織，以及其他許多有趣味的事情，都告訴了我們。光從我們四周圍較近的物體，到我們的面前來，就使我們能够知道，我們在世界上有何舉止行動：我們享受了光所顯示於我們的形形色色，我們又用光以交換知識與思想。光這一個字的意義，極有正當的理由，可加以推廣，把那與光同宗，而又爲人目所不可見的輻射，其範圍甚廣者，也包括進去，假使如此，那麼光又是能的搬運大家，在世界之中，宇宙之間，把能從這一處搬運到那一處，而以遷移我們所謂「熱」者爲主。現代無線電的傳遞，也被包括在這個名詞之下，而倫琴射線，放射質裏面

出來的射線，也在其列，還有宇宙射線，或許也可以包括進去；這宇宙射線，近來曾引起了很大的興趣。這幾種大不相同的現象，通通都是一個原理的表現，其包含之廣闊，已因我們研究了光的本性，而日趨明顯。

我們還可以更進一步來講。在最近這幾年裏面，已經很清楚的知道，單個的電子，即電的微小元素，其所具各種性質，也與以光為表率，以光為最著名的那些輻射，彼此同宗。即使是原子本身，在某幾方面看來，似乎也屬於此同一大範疇。

所以光這一件東西，若照光字完全的意義來說，那麼它所發送的能，是生命的主要營養品，而它所給與生物的，便是觀察的本領；而且它又與一切有生無生的東西所由成之物質，彼此同宗。光的作用，其勢力遍於宇宙。當我們說光的宇宙這句話時，我們也並沒有說錯。

我們要考究光，起初必須在狹義方面加以考究，即把我們的眼睛所察覺的，認為光。太陽光的射線，離開了它的發源之處，及時來到了我們的面前。它在路上，已經有了種種不同的遭遇。它曾穿透了太陽表面上被熱的氣層，又穿透了圍繞地球的大氣。它或許已被反射了許多次數，最後從

我們所正注視的物體，來到了我們的面前。這最後一次的反射，在它的路程之中，是對於我們最爲重要的一部分，因爲我們靠了它的幫助，可以證明該物體是什麼，它具有何種特徵。我們的眼睛所能推斷者，還不止於此：眼睛已從經驗受到了訓練，使我們能够辨認光之來自何源。就某種人造光而論，我們是不會弄錯的。當我們用了儀器，把太陽光加以分析的時候，我們的能爲，更要大得多。光在路上所已遇到的經驗，我們能够推測其本性：光所穿過的大氣，我們能够發見它的成分與狀態，而反射此光的各物體，我們也能够發見一些概況。

航海巨舶，行程已畢，卽入船塢而徐徐移動，至適當地位停泊，此時若有人在旁，注視此海舶，那麼他看了海舶的外貌，立刻會知道船從何埠開來，經過那一條航線；又若有人走上船去，那麼他看了船上乘客手中所攜的物件，或看了四處散放的行李等等，他就可以知道，此船到過那幾處埠頭。此船的航行故事，卽寓於這些瑣碎小節之中。

光線到達我們的眼睛時，正與海舶到埠無異，也把所經歷的故事，帶信給我們，有些很容易了解，有些很難理會。大半由眼睛記下來的那一節消息，其所報告的，便是光線在其行程猶未完畢以

前，最後一次的散射；使我們的眼睛，能够「看見」這一次散射發生處的物體者，便是這一節消息。

光的波動說

所以我們當然要遇到下面的問題，即這一個送信使者，其本性如何，以及它從此處行至彼處，所用的方法如何。在目今的時候，大家所承認的這兩個問題的解釋，是比以前容易懂得多了，即使在不多年以前，也沒有如此容易。由無線電的傳遞，即在我們國內通稱的廣播，已使我們熟悉了一種觀念，以為有一種擾動或情形，成功波的形式，從中央電臺出去，向四方進行，而由遠近各「接收機」把它翻譯出來。太陽的發送光波，正與中央電臺的發送無線電波相同：撞到我們眼睛裏的波動，由眼睛接收而加以翻譯，正與「播音室」中出來的電波，由我們的無線電收音機，接收了加以翻譯一般。這兩組的波，其間並無任何種的差異：所不同者，只是它們的大小罷了。它們進行的速率，完全相同；不問何種介質，能够承載這一種波的，也能够承載那一種波。這其間有一個不同之點，在於下面的事實，即光波前後相隨，彼此的間隔，要比無線電波的間隔小得多。有此區別為因，當然