

科學圖書大庫

物理學自修叢書(三)

光學與波動

校閱者 張壽彭

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 (三)

光學與波動

基本定價 2.40

校閱者 張壽彭 國立師範大學理學士

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 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

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展科學的重要性，談發展科學，必需提高大家研究科學的興趣，才能按步就班地求發展。

本基金會對於海內外中國人士從事發展科學研究的情況，向來都寄予深切的關心，過去六年，本會曾資助大學理工科畢業學生前往國外深造，贈送一部份學校科學儀器設備，同時選擇世界著名科學技術書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展。

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作，共同為我們邁進工業化的途徑而努力。

徐氏基金會

Handbook

目 錄

致讀者

基本觀念測驗

第一章 照明與光度學

第一節 發光體與被照體.....	1
第二節 直線傳播；影.....	5
第三節 光的速率.....	10
第四節 光度測定.....	13
第五節 複習及問題.....	17

第二章 光的反射

第一節 光線，光束，入射線和反射線.....	27
第二節 反射定律.....	32
第三節 平面鏡成像.....	41
第四節 凹面鏡.....	46
第五節 鏡的公式.....	64
第六節 球面像差，拋物柱面鏡.....	73
第七節 複習及問題.....	77

第三章 光的折射

第一節 三角學複習.....	86
第二節 折射定律.....	92
第三節 絕對折射率.....	101
第四節 臨界角及全反射.....	114

第五節	折射成像，透鏡的折射面；造鏡公式·····	123
第六節	薄透鏡成像·····	139
第七節	色散和色彩，色差；消色差透鏡·····	152
第八節	複習及問題·····	161
第四章 波		
第一節	波的定義和性質·····	169
第二節	縱波和橫波·····	173
第三節	波的性質·····	176
第四節	波的重疊原理·····	182
第五節	波的反射·····	187
第六節	進行波；駐波·····	191
第七節	水波；繞射·····	200
第八節	問題·····	209
第五章 光的波動說		
第一節	光的微粒說·····	212
第二節	波和光；惠更斯原理·····	216
第三節	楊氏實驗；光波波長的測量·····	222
第四節	繞射光柵和光譜·····	230
第五節	複習和問題·····	238

第一章 照明與光度學

【宗旨】

學完本章，讀者應能：

- 1 區別發光體與被照體，不透明體與透明體，白熱光源與無熱光源。
- 2 解釋影的形成，並定義本影與半影。
- 3 陳述直線傳播的意義。
- 4 說明光在真空中的速率。
- 5 計算點光源的光度，與其在一定距離的照度。

【提要】

第一章介紹光的性質以及用來解釋光學現象的一些基本概念，我們將就大家或多或少已經熟稔的現象作一番研究。此處提到的一些性質以後會常常碰到，例如光的直線進行及其在真空中傳播時速率不變等等。

第一節 發光體與照明體

- 1 我們看見某些物體是因為它們「發射」光到我們的眼睛，或者是因為「反射」別的光源所發射的光到我們的眼睛所致。我們在暗

室裏看到一支點燃的蠟燭是因為它_____到我們的眼睛。

【發射光】

2 我們看見牆壁上的一幅圖畫，是因為它_____到我們的眼睛。

【反射光】

3 晚上，我們看見月亮，因為它_____從太陽_____的光。

【反射，發射。】

4 我們所看見的物體，如果是發射光的，稱為「發光體」，如果是反射光的，稱為「被照體」。我們能看見蠟燭，因為它是（發光體／被照體），我們能看見蠟燭的火焰，因為它是（發光體／被照體）。

【被照體，發光體。】

5 我們藉_____到眼睛裡的光，看發光體，藉_____到眼睛裡的光，看被照體。

【發射，反射】

6 藉反射光看到的物體，稱為_____，藉發射光看到的物體，稱為_____。

【被照體，發光體。】

7 我們稱能發光的物體稱為「光源」，發光體（是／不是）光源。

【是】

○ 任一光源，有它可測定的「光度」，蠟燭和太陽同是_____，但是，太陽有（較大／較小）的光度。

【光源，較大。】

9 每一光源皆有它可以測定的發光_____。

【强度（發光强度，簡稱光度）。】

- 10 在室溫下，我們可以藉_____光看見一塊金屬，假如把它加熱到足夠的高溫，我們甚至可以在暗室裡藉它所_____的光看見它。

【反射，發射。】

- 11 金屬加熱至“發紅”並發射光線時，稱為「白熱的」。我們藉它所發射的光，看見一塊_____金屬。在這情況下，這塊金屬是一個_____。

【白熱的，光源。】

- 12 因此，某些光源是被_____到白熱的物質，一般而言，溫度愈高，光源所發射的_____愈強。

【加熱，光度。】

- 13 由白熱而產生光，須維持光源的溫度（高於／低於／相當於）室溫（大約華氏68度），某些物質「不須」達到白熱即可發光，稱為無熱光源。蠟燭的火焰是（白熱／無熱）光源。螢火蟲的光，則是（白熱／無熱）光源。

【高於，白熱，無熱】

- 14 某些物質，被紫外光照射時，發射可見光，稱為「螢光質」。實驗顯示，這種紫外光照射，並「不」顯著地增高螢光質的溫度到大於室溫。從螢光質所產生的光（是／不是）白熱的，解釋之。

【不是（因為這種物質不須加熱至高溫即可發光）。】

- 15 普通的燈泡點亮後不久，便使人覺得高熱而不敢碰它。普通的燈

泡是（白熱／無熱）光源；一支點亮的螢光燈，決不因太熱而不可接觸，它是（白熱／無熱）光源。

【白熱，無熱。】

- 16 蘋果是（被照／發光）體，因為我們藉它_____至眼睛的光看見它。一塊燒得紅熱的煤炭是（被照／發光）體，因為我們藉它_____到眼睛的光看見它。

【被照；反射；發光的；發射。】

- 17 一塊紅熱的煤炭是（螢光／無熱／白熱）光源。

【白熱。】

- 18 在黑暗裡，我們藉_____光看見蠟燭的火焰和螢火蟲的閃光，它們都是（被照／發光）體。然而，螢火蟲是一個_____光源；蠟燭火焰則是一個_____光源。

【發射；發光；無熱；白熱】

- 19 硫化鋅經紫外光照射會發綠色光，所以是（白熱／螢光）光源。

【螢光。】

- 20 任何發光的物體都有其可測定的（白熱／無熱／螢光／光度）。

【光度。】

第二節 直線傳播；影

- 1 光能够穿透的物體，如一塊玻璃，一盆水等，通稱為「透明體」，這本書（是／不是）透明體。

【不是】

- 2 光可在其內通行無阻的物質，稱為「透明體」。空氣（是／不是）透明體。

【是】

- 3 光能穿過門窗的玻璃，因為玻璃是_____。

【透明體。】

- 4 光不能穿過的物體，通稱為「不透明體」。這本書（是／不是）不透明體。我們能看見魚池水面下的金魚，因為水是_____。

【是；透明的。】

- 5 每一個人（除非是鬼）都能投射一個「影子」，因為光線（穿透／穿不透）人體，因為人體是（透明體／不透明體）。

【穿不透；不透明體。】

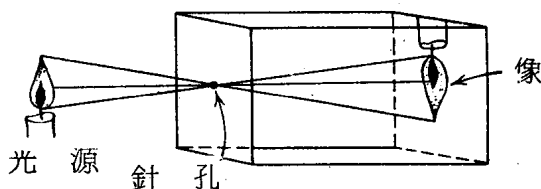
- 6 魚缸裏的水是_____體，魚能投射影子，我們稱魚為_____。

【透明；不透明體。】

- 7 把一個不透明體，放置在光源和屏的中間，它會在屏上投射一個_____。

【影子。】

8 針孔照相機



圖中直線代表光線自光源經由針孔至其形成的像，這束光線所形成的像，與光源的樣子極相似，這是因為光是（段／曲／直）線進行。

【（在某些特別情況下，例如以後我們要討論的折射和繞射光或是像太陽那樣極大質量的鄰近，光線會發生彎曲的現象，而不再是直線進行。）】

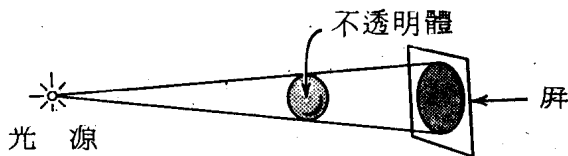
9 我們用“直線傳播”來述說光線沿直線進行這一事實，除非是反射、折射或被其他物體吸收。針孔照相機的成像，是由於光的_____。

【直線傳播】

10 假如光線可以繞過物體，則_____體很可能不再投射影子。

【不透明】

11

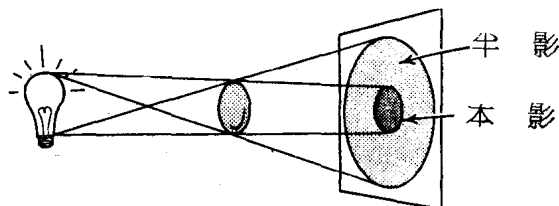


假如光源遠比物體小，則它所投射的影子的輪廓很清楚，這是因

為光的 _____ 傳播。

【直線】

12



假如光源遠比不透明體大，則投射的影子不清楚，影子邊緣呈模糊的部份，如上圖所示，稱為 _____。

【半影。】

13 參照 12 題圖

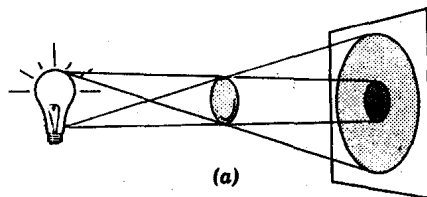
屏上沒有光線到達的部分，稱為 _____。

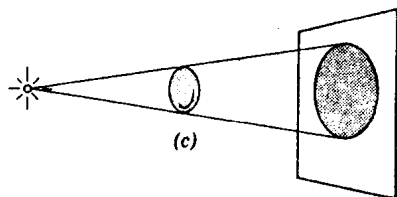
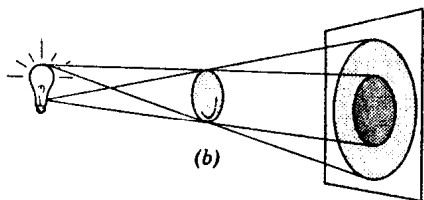
【本影。】

14 11 題圖，所有的影子，都是（本影／半影）。

【本影。】

15

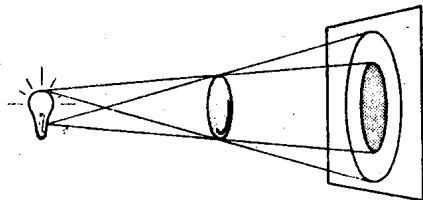
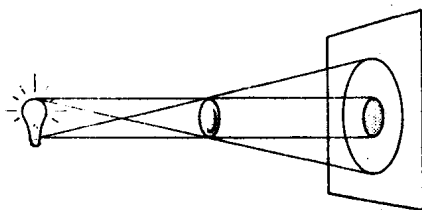




光源變小(漸接近點光源)則半影(增大/減小),而本影(增大/減小)。

【減小;增大。】

16



半影的大小，依_____和_____體的相對大小而變，假如其相對大小使其形成的半影小至可以忽略，則此光源稱為_____光源。

【光源；非透明；點。】

17 點光源所形成的影子，完全是（半影／本影）。

【本影。】

18 遠比被照體（小／大）的光源，可以當作點光源看待，一個理想點光源，不產生（本影／半影）。

【小；半影】

19 針孔照相機的成像和點光源形成清晰的影子，都是光_____的明證。

【直線傳播】

20 光不能穿過蘋果，因此我們稱它為_____體，我們藉反射光看見蘋果，因此我們稱它為_____體。

【不透明；被照。】

21 普通影子是由一個黑暗的中央部份，稱為_____和一個較淡的邊緣，稱為_____所組成的。

【本影；半影。】

22 複習：

當半影小到可以忽略時，我們說此影是由於一個_____體和一個_____光源所產生的。

【不透明；點】

- 23** 當月球運行至地球與太陽之間時，月球會投射一個（兼有本影和半影／只有本影／只有半影）的影子至地球上。試解釋之。

【兼有本影和半影。（太陽不是點光源，因此月球的影子兼具本影和半影）。】

- 24** 如有一人立於本影內，則他所見的日蝕為（全／偏）蝕，如立於半影內，則所見的日蝕為（全／偏）蝕。

【全；偏。】

第三節 光的速率

- 1** 參看圖片 1

在右上角的字母是 _____。

【 N ；（假如你答錯了，便是找錯圖片）。】

- 2** 仔細查看圖片 1

當地球在_____位置的時候，最靠近木星，當它在_____位置時距離木星最遠，地球從第一位置運行到第二位置時，費時_____月。

【 E_1 ； E_2 ；6。】

- 3** 圖片 1

在六個月裡，地球沿着它的軌道，運行了全程的_____。

【二分之一】

- 4** 圖片 1

這意思就是說 E_1 E_2 的直線距離是地球軌道的（半徑／直徑／圓周）。

【直徑。】

- 5 勒麥氏 (ROEMER) 發現，當他在 E_2 時，觀測到木星月蝕的時間，較他原先在_____觀測時；所預定的（提早／延遲）_____秒。

【 E_1 ；延遲；1000。】

- 6 圖片 1

勒麥氏 (ROEMER) 對於他所測得的結果，即木星的月亮的運轉週期的誤差，無法加以解釋。因為這種誤差，隨地球從_____移向_____而漸減少，所以此項誤差，可以合理地假定是由於在前後二次觀測中_____已經在它的軌道上運行了一段距離而引起的。

【 E_2 ； E_1 ；地球。】

- 7 此項觀測到的誤差，從 E_1 的 0 秒變增加到 E_2 的 1000 秒。最簡單的假設就是，當地球在軌道上運行時，光從木星傳播到地球所走的距離（不變／改變）。

【改變】

- 8 圖片 1

我們可以合理的假設，光從 J_2 傳播到 E_2 所須的時間，比它從 J_1 到 E_1 所須的（較長／較短／相同）

【較長】

- 9 圖片 1

此項在 E_2 所觀察的月蝕的時間較預定的偏差 1000 秒，這段時間

就是_____走完大約等於地球軌道_____所須的時間。

【光；直徑】

$$10 \quad \text{速度} = \frac{\text{距離}}{\text{時間}}$$

令：

C = 光的速度

D = 地球軌道的直徑

用這些符號和勒麥氏 (ROEMER) 所觀察的時間偏差寫出：

$$C = \underline{\hspace{2cm}}$$

【 $D/1000$ 秒】

- 11 地球軌道的直徑大約 2.98×10^{11} 公尺，用這個數字和勒麥式的結果計算光的速率。

$$\text{【} C = \frac{2.98 \times 10^{11} \text{ 公尺}}{1000 \text{ 秒}} = 2.98 \times 10^8 \text{ 公尺/秒} \text{】}$$

- 12 勒麥方法是許多測量光速中的一種，光速在真空中最理想的近似值是 3×10^8 公尺/秒，這個數字必須熟記，從太陽到地球的平均距離是 149×10^9 公尺，光從太陽傳到地球須時_____秒。

$$\text{【時間} = \frac{\text{距離}}{\text{速度}} = \frac{149 \times 10^9 \text{ 公尺}}{3 \times 10^8 \text{ 公尺/秒}} = 497 \text{ 秒} \text{】}$$

- 13 光速隨所穿過的介質的不同而改變，在真空中光速最大。

$$C = \underline{\hspace{2cm}} \text{ 公尺/秒。}$$