

科學圖書大庫

眼科光學技師手冊

譯者 吳家駒

徐氏基金會出版

3
5

科學圖書大庫

眼科光學技師手冊

譯者 吳家駒

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

中華民國六十八年一月二十日再版

眼科光學技師手冊

基本定價 2.60

譯者 吳家駒 國立同濟大學工學士

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 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

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！

本基金會係由徐銘信氏捐資創辦；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。以主任委員徐銘信氏為監修人，編譯委員王洪鐘氏為編輯人，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或實用科技名著，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，亦有感於為國人譯著，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。

茲特掬誠呼籲：

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，並藉優良出版系統，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

初版序言

吾人從事一種職業，應以愉快及喜愛之心情爲之。本書編纂之目的，在激勵及促進從事此項美好職業（眼科光學技師）之此種情操。

本書與目前所有之光學專門著作不同，作者將本書編撰爲單一之小型手冊，供新手，學徒及助手隨時攜帶自修、查閱職業上所需之資料，以便從中獲得必須之理論及專技性之基本知識。實際上在以往歲月中，此類資料甚爲缺少，故本書之編撰印行將有助於改善專技性書籍缺乏之困擾。

因本書包括有眼科光學技師學徒考試必備之理論部份，故對於考試前準備或複習特別有用，並可作爲學成技師之參考及職業學校教員之基本教材。

本書亦爲許多光學工業中之學徒，技工及商人等所歡迎之補助讀物。

最後，本書同時亦鼓勵諸多正在選擇職業之人士選擇本職，因眼科光學技師實爲一項理想之職業，能達到爲需要視力矯正人士服務之目的。幫助人們保養其天賦寶貴之視力，直到耄耋之年。

M. Haase 1948年6月於Heidenheim.

再版序言

由於本書第一版—光學師手冊—在較短時間售罄，因此使出版者及編者有出版本書之增訂再版本之機會。

本版不僅將原附圖改善，添加新圖，將內容根據最新資料全部加以補充，亦且增編一章，敘述有關光學器材之加工及精密光學之製造工場。因此，本書對光學廠內從事精密光學之青年技術人員，眼鏡鏡片之研磨者，眼鏡製造者，光學儀器製造者，以及從事相關職業之人士，（此等人士雖已具有專門技術，材料及製圖等領域內之理論知識），亦同樣爲受歡迎之書。

願本書之再版發行對青年教育訓練有所貢獻。

編者對出版者樂於助人之服務熱誠及本書之增訂謹致謝意。

三版序言

“光學師手冊”第二版亦有令人欣慰之銷售量，故有繼續再版之需要。

1957年由眼科光學師中央協會出版之光學師考試及訓練準則對於專門技術部份已足夠用。此乃十分確定的事。是故本書之新版之形式保持不變。若干欠完整處予以補足，內容予以補充，使本書三版含有最新之資料。

本書仍可提供後進，作為職業學校之補充教材，但亦有助於教師之教學。被本行技術人員視作參考資料。

M. Haase 1958年4月於Oberkochen.

四版序言

由於大量之需求，有發行本第四版之需要，著者有此機會將印刷錯誤勘正，並作必要之修訂。但就大體上而言三版之形式及內容大體保持不變。

希望本書第四版繼續能在青年眼科光學技師之專門書刊中佔有地位，並有助於職業之訓練之推進。

M. Haase 1963年2月於Oberkochen.

五版序言

每當本書再次出版，銷售無遺以後，本人必須為次版重新編排，以符出版者之期望。本版對攝影部門一章予以刪除，因為本段僅簡短敘述，內容已嫌簡略不足。將諸多光學新創，諸如雷射，立體攝影學，最主要者為眼鏡光學部份（例如漸變鏡片，感光鏡片，隱形眼鏡），予以編入，使本書進入最新階段。

願本書對從事有關職業之人士有所幫助。

最後對本書之再度印行出版，對出版者謹致謝意。

M. Haase 1971年5月於Oberkochen.

緒 論

眼科光學技師同業公會對“眼科光學技師”一詞之意義，解釋如下：

“眼科光學技師為經手工藝及科學基礎訓練之技術人員。除能作工藝製造外，更需要有物理及生理光學之知識，以製配各類眼鏡，及驗光決定眼鏡鏡片，具有此種知識以後，可使其更適合於擔任採購光學器材之顧問。”

由此可知，每一青年眼科光學技師並非僅以有超群之手工藝為已足，亦應為獲得職業之科學及理論基礎而努力。在此方向中，本手冊有鼓勵及輔導作用，因之，本書內容並不排斥其他巨大之專業著作繼續深刻之鑽研。

由於本書係以眼科光學為研究之對象，因之本書讀者必須對光學之一般基礎有所認識。有此基本知識，始可研討有關眼科光學之專門知識。光之研討，亦稱為光學，為物理學之一部分。物理學為一種科學，觀察解釋無生命自然界之自然現象，對觀察所得，說明既定之規則定律及公式，再以準確之計量證明之。本書特別對人眼所能感覺之光學現象及眼光光學技師在執行其職業時所遇到之光學問題加以討論。

目 錄

緒 論

第一章 光學導論

光之反射	1
光之折射	2
稜鏡之分光及色散	8
稜鏡之消色差性能	10
光之干涉、繞射及偏振	12
干涉 減反射層，不反射（塗層光學） 繞射 光之偏振	
光之折射及透鏡成像	19
會聚透鏡 發散透鏡 會聚透鏡成像 發散透鏡成像 像之位置及大小	
透鏡像差	30
球面像差 彗形像差 散光及像場彎曲 畸變 色（像）差	
圓柱透鏡或像散透鏡	34
面鏡成像	36
光之本質	40
熱幅射及色溫	41
光之計量或光度學測光法	42
光之特殊現象	46
螢光 光電效應 雷射及立體攝影	

第二章 眼及視力機障

眼之構造及其光學特性	49
眼之光譜敏感度 正常視覺曲線 正視眼或正常眼	
視力機障（反常眼）及其校正	56
近視眼 遠視眼 散光眼 近視散光眼及單純近視散光眼之綜合關係 遠視散光眼及單純遠視散光眼之綜合關係 混合散光眼 老花眼	
使用兩眼視（雙目視）	69
病理性機障眼 白內障 綠內障 黑內障及其他眼病 斜視眼	

第三章 眼鏡公司專業設施

工場用量具，儀器及機器	75
驗光室中之器材在門市及裝配室內用於眼鏡之量具及儀器	

第四章 光學器材所用之材料

化學元素說明	100
物理基本特性	101
玻璃	102

光學玻璃.....	103	鼻夾 夾鼻眼鏡 單眼鏡	
研磨劑、切割劑及拋光劑.....	104	眼鏡之沿革.....	161
剛石粉 金剛石 拋光劑		眼鏡鏡架.....	163
光學用天然晶體.....	106	配鏡驗光(測定折射).....	169
金屬及合金.....	106		
鐵 鎳 鋁 銅 鉛 鋅		第六章 光學器材	180
錫 鎢 鉻 汞 貴金屬		放大鏡.....	180
銀 金 鉑 合金金屬 金		顯微鏡.....	182
屬及合金防護層膜		目鏡.....	185
非金屬材料及天然材料.....	112	望遠鏡.....	192
合成材料.....	113	照相機鏡頭及攝影機.....	202
特殊工程材料.....	114	照相機鏡頭 照相攝影機	
第五章 眼鏡技術	116	放映器材(映放機).....	211
眼鏡鏡片：球面或對光軸對稱		第七章 光學器材之加工及	
之鏡片.....	116	精密光學工場	216
雙面鏡片 平面鏡片 具有		眼鏡鏡片製造.....	216
凹凸之眼鏡鏡片 新月形鏡		雙光鏡片及漸變光鏡片加工...	218
片正確成像之眼鏡鏡片		精密光學器材—加工.....	222
最合適彎曲之眼鏡鏡片 ...	120	第八章 氣象儀器及其他物	
像散鏡片或複曲面鏡片.....	126	理儀器	230
特殊眼鏡鏡片.....	131	溫度計.....	230
雙光鏡片及漸變化鏡片 漸		氣壓計.....	231
變光鏡片 稜圓柱鏡片 嵌		濕度計.....	234
緣鏡片或豆形鏡片 隱形眼		有關氣象學資料.....	234
鏡或接觸式眼鏡鏡片 望遠		助聽器及眼鏡型助聽器.....	235
鏡式眼鏡 太陽眼鏡鏡片、		第九章 數表及公式	239
濾光鏡片、感光鏡片、工作		算式符號.....	253
防護鏡片及攝影用濾光鏡片		第十章 專門文獻及專門學	
日光防護鏡片 濾光鏡片		校，職業訓練以及	
感光眼鏡鏡片 攝影用濾光			
鏡頭			
眼鏡式樣.....	151		

**有關就業考試及領
工考試資料** 256

專門文獻.....	256
職業訓練.....	259
精密光學師之實習訓練課程 (工程).....	261
眼鏡研磨師之實習訓練課程 (工程).....	261
考試規定.....	262

第一章 光學導論

本章內容：

光之速度。光之反射及折射。光色分解。光波特性和光譜色。稜鏡色差消除。光之干涉。繞射及光極化。球透鏡。成像。像之位置及大小計算。透鏡像差。散光透鏡（二圓柱透鏡）。平面鏡。凹面鏡及凸面鏡成像。光之測量。光之本質。熱輻射及色溫。光之特殊現象。螢光。磷光。光電效應。雷射及立體攝影。

光由眼覺察，光來自各種人為或自然光源以及非自發光體。人為光源例如燭光及燈光，自然光源如太陽及星辰。非自發光體為本身並不發光之物體，僅能經由其他光源之照射而成為可見。

經由觀察，光有兩項基本特性：

- 1 光以直線前進（陰影觀察！）。
- 2 光之速度在空氣中高達約每秒 300,000 公里。

音在空氣中之傳遞速度僅為每秒 331 公尺。因之吾人察覺到閃電與雷聲間之時間差異。兩者發生於同一地點，但到達耳及目之時間有別。以 300 000 km/sec 高之光速，即使由地球上甚遠處所發之光，實際上亦能立察覺。但太空中則與此相反，由於距離極大，例如光由月球傳至地面略久於一秒，日光到達地面需時 500 秒或約 8 分鐘，對於距離需以“光年”計之恒星，光到達人目之時間將以年計。距離地球最近之恒星為天狼星，距離為 $\frac{2}{3}$ 光年。

光之反射

為使能以圖示說明光學定律，通常用一條直線代表光線（幾何光學）。

光線遇到所有光滑拋光面即起光之反射現象。光之反射依據反射定理。此為最簡單之光學定理。

入射角 i 等於反射角 i' 。

以算式表示為

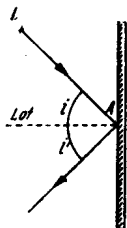
反射定律： $i = i'$

參閱第 1 圖。其中入射角 i 為入射光線與入射點 A 處之法線所成之角。反射角 i' 為同一法線與反射光線間之角。

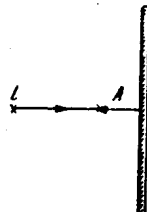
入射光線，法線及反射光線位於同一平面。

如入射角為 0° (零度)，則入射光線與法線以及反射光線互相疊合，亦即，垂直入射之光線以同一方向反射 (參閱第二圖)。

在粗糙之表面上入射光向各方向亂反射。此稱為光之漫射。



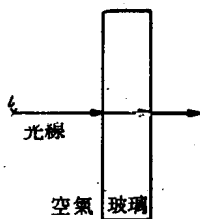
第 1 圖
反射定律



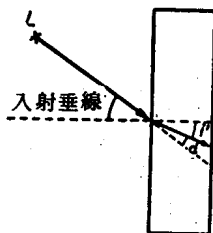
第 2 圖
垂直反射

光之折射

光線垂直投射於透明物體之表面上，入射光線不變其方向，能在透明物質中，例如在玻璃板或水中，以相同之方向繼續前進，其中僅一小部份 (約 4%) 被反射 (反射損失參閱書後附表第 24 表及第 25 表以及第 13 頁)。如此物體有一定之厚度且厚度均勻時，光線能從對面以相同之方向繼續射出 (參閱第 3 圖)。



第 3 圖
垂直透過玻璃板



第 4 圖
玻璃板中簡單折射

如光線斜向投射於玻璃板上 (參閱第 4 圖)，光線於玻璃中不再依原有

方向前進，而產生偏轉或折射。

透明物質，(如玻璃及液體等)可分為兩種，即光密緻及光稀薄透明物質。玻璃與水相較玻璃為光密緻物質，水較空氣密緻。空氣為光稀薄物質。物質之光密緻度愈大，光在其中速度愈小。

斜射光線之折射發生情形，為光線由光稀薄物質(空氣)進入光密緻物質(玻璃或水)時，光線向入射點垂線方向偏折。同樣情形，入射光線，法線及折射光線亦位於同一平面。入射光線與入射點法線間之角稱為入射角 i (第 4 圖)。在玻璃中法線與折射光線間之角較小於入射角 i 。稱為折射角 i' 。兩種角度之差稱為偏轉角 d 。各角間之關係如下：

$$i = i' + d \quad \text{或} \quad i = i' - d$$

日常生活中的實例：將棒浸入於液體中有彎折現象，位於池底之物體，有較淺之視覺現象。

折射發生之原因為光進入光密緻介質中其速度變小。空氣中之光速 (c_1) 與玻璃中之光速 (c_2) 之比稱為玻璃之折射率 n 。

例： $c_1 = 300000 \text{ km/sec}$ ， $c_2 = 200000 \text{ km/sec}$ ，

$$\text{因之} \quad n = \frac{300000}{200000} = \frac{3}{2} = 1.50 \quad \text{公式} \quad n = \frac{c_1}{c_2}$$

折射定律可以使用下列準確算式表示：

$$n = \frac{\sin i}{\sin i'} = \text{常數}$$

折射定律之文字說明：

光之折射依如下之關係，即入射角之正弦除以折射角之正弦等於折射率。光在二種材料間所發生之二種角度之正弦比為一常數。

因此之故，光線方向可以轉變，光線可向反向前進。

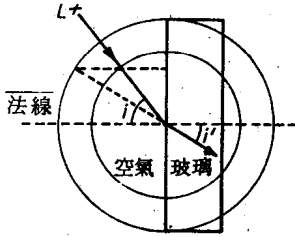
折射率為 1.50 之玻璃其折射率

$$n = \frac{\sin i}{\sin i'} = \frac{3}{2} = 1.50 \quad \circ$$

如已知入射角 i 及折射率 n ，可應用公式計算折射角 i' ，公式轉換為

$$\sin i' = \frac{\sin i}{n} \quad \circ$$

已知入射角及折射率光線折射過程，甚易繪製求得。



在入射光線入射點上繪製二圓，其半徑比等於折射率（本例為 3 : 2）。由入射光線與小圓交點作一條與入射法線之平行線，並延長之，與大圓相交一點，將此交點與入射點連結成一線。將此連線延長即為折射光線（參閱第 5 圖）。

不同物質之折射率極為懸殊。彙列於第 1 表中。

第 5 圖
光線折射過程之圖解圖

第 1 表 各種物質之折射率

材 料	折 射 率
空氣	1.00 (溫度為 20° : 對真空之比為 1.00028)
水	1.33
冕牌玻璃	1.50-1.53
加拿大樹膠	1.54
火石玻璃	1.55-1.96
金剛鑽	2.42

如光線並非由空氣射入玻璃，而連續通過二種一般透明物質，其折射率分別為 n 及 n' ，得相互間之關係

$$n \cdot \sin i = n' \sin i' = \text{常數}$$

此定律以發現者命名，稱為史耐爾 (Snell) 定律 (1618)。

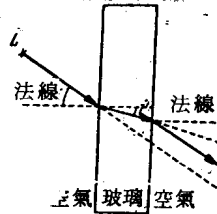
(Snell , 1581 — 1626 , 亦稱 Snellen 或 Snellius , 為荷蘭學者。)

此外尚需說明，任何折射幾乎全有或多或少之反射 (反射之強弱，則視物體表面形類而定)，並在折射物質之內部有或強或弱之吸收 (光之吸收)。

如在空氣中之玻璃板有兩平行面 (第 6 圖)，則經第一面之折射光線射出於第二平行玻璃面時，又復偏轉。此方向將偏離法線，其偏轉量與第一次之偏轉大小相等。由此得知：光線由光密緻物質 (玻璃、水) 射入光稀薄物質 (空氣) 時，將折離法線。

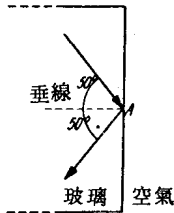
此表示光線經過上述之二次折射，由其整個效應觀之僅為平行移動。

光線自光密介質射入光稀薄之介質時可能發生下列情形（但需有較大之投射角），即光線不再射出光密介質，而在界面上作完全之反射（全反射）（參閱第 7 圖）。全反射之臨界角度，即光線僅能在玻璃表面擦過而不射出，可由折射定律求得。參閱第 8 圖；角 $i = 90^\circ$ ，在高折射率之介質中之入射角 i' 即為臨界角，需要計算者。將 $i = 90^\circ$ 代入公式 $i =$

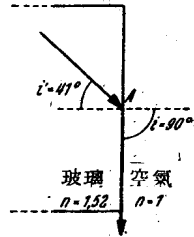


第 6 圖
玻璃平板之兩次折射，平行移動。

$\frac{\sin i}{n}$ 中，並假設折射率 $n = 1.52$ ，於是



第 7 圖
在玻璃內之全反射。



第 8 圖
全反射之臨界角及擦面出射。

得
$$\sin i' = \frac{\sin 90^\circ}{1.52} = \frac{1}{1.52} = 0.657。$$

於是 $i' = 41^\circ 4'$ 。

計算全反射臨界角之公式可寫為

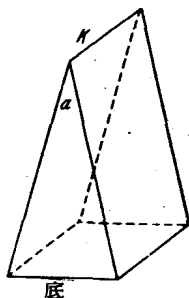
$$\sin i' = \frac{1}{n}$$

如在折射率為 1.52 之玻璃中，光線入射角大於 $41^\circ 4'$ 時，則發生全反射（參閱第 7 圖）。在水中全反射之臨界角為 $48^\circ 30'$ 。

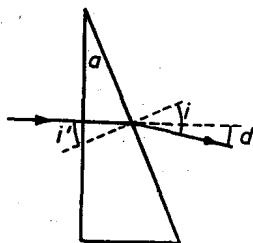
所謂纖維光學，係用許多玻璃絲組成之纖維束，傳遞光線及像之意。此種可撓曲之導光線（長度可達數公尺）亦稱為光導纜及纖維束（Schott u.

Gen, Mainz)。光在纖維內經由複雜之全反射向前傳遞。單一纖維之直徑為 $5 \mu\text{m}$ 至 $100 \mu\text{m}$ 。爲了避免在單一纖維間之接觸處不起全反射之光損失，在纖維外緣包封以折射率較低之玻璃外層。例如纖維核心有折射率為 $n = 1.63$ ，外層之 $n = 1.52$ 。透光「孔口數值」爲 0.58 ，最大「開口錐角」爲 72° 。纖維端面磨成光學平面並拋光。

如玻璃板之第二面不與第一面平行，形成一定之夾角 a ，則其折射過程與上述者不同。此種兩面不平行之玻璃板即成爲稜鏡。稜鏡之影響因素爲稜鏡角 a ，摺疊線 k 及底（參閱第 9 圖）。關於偏轉角 d 可參閱第 10 圖，第 11 圖及第 12 圖。



第 9 圖
稜鏡立體繪製。



第 10 圖
光線在簡單稜鏡中之偏轉。

最簡單之情形設定光線垂直於第一面而入射，如第 10 圖稜鏡切面情形。在第二面出射處開始發生折射。光線由原方向折離法線，其偏轉角爲 d 。此項偏轉角稱爲稜鏡之偏轉角。稜鏡角較小之稜鏡適用下列公式：

$$\text{偏轉角 } d = (n - 1) a$$

由此公式可計算出相應於某種稜鏡角所應有之偏轉角：由於玻璃之折射率一般爲 1.52 ，因之 $n - 1 = 0.52$ 。偏轉角 d 爲 $0.52 a$ 。設稜鏡角爲 5° ，則 $d = 2.6^\circ$ ，實際上，爲 a 之半值。參閱第 21 表，第 244 頁。

偏轉角計算公式可用其他已知公式導出。假如偏轉光線與出射點垂線間之角爲 i （因爲光線再度進入於空氣中），則 $i = i' + d$ 。但角 i 等於角 a （因有互相垂直之關係）。或 $i' = a$ ；故 $i = a + d$ 。