

科學圖書大庫

眼用光學鏡片

譯者 林勝計

徐基金會出版

科學圖書大庫

眼用光學鏡片

譯者 林勝計

徐氏基金會出版

W. S. S. / 13

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，編譯委員林碧銓氏為編輯人，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，亦有感於爲國人譯著，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；尙在排印中者，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。尙祈各界專家學人，共襄盛舉是禱！

徐氏基金會 敬啓

中華民國六十四年九月

前 言

近年來，許多眼科及配鏡方面的書籍紛紛出版，但這些書却疏忽了基本實務的教授。

本書根據倫敦市立大學應用光學系課堂講義及實習工作而成，還包括了若干獨創的實驗。

實驗順序的安排是爲了能對鏡片應用光學做一個完整的介紹。實驗經過精心設計，以使儀器的使用維持到最低限度，這樣能幫助小型的光學公司或事業做成其訓練計畫。更進一步的實驗，即目錄表中標有星號者，在初度閱讀時，可以省略不看。

書末有附錄，能使學生或接受訓練的人對自己的進步情形做個定期評估。這些測驗的試擬評分法也包括在內。

我們希望本書應用廣泛。本書對於驗光師、眼科醫師、光學技術員、製造公司及光學公司接待員以及教光學的教師，均極爲有用。本書可做爲光學教科書的補充書籍。

作者對於能改進本書內容及增廣其用途的批評，非常歡迎。

M.Jalie & L .Wray

目 錄

前 言 實驗順序

1 光學元件·····	1	18 負透鏡，焦距測定及共軛焦點·····	28
2 反射定律·····	2	19 透鏡量規之原理——1·····	29
3 球面透鏡之中和·····	3	20 透鏡量規之原理——2·····	31
4 轉動平面鏡之反射·····	5	21 測定透鏡之折射率·····	33
5 表面矯正力及球面透鏡之型式·····	5	22 散光透鏡之軸向：標準符號·····	33
6 兩連續平面鏡之反射光·····	7	23 軸之標示及設置·····	34
7 柱面透鏡：轉動試驗·····	9	24 正透鏡，焦距測定及自動準直·····	36
8 玻璃塊或 Perspex 塊之折射率·····	12	25 負透鏡，焦距測定及自動準直·····	37
9 使用直線檢驗法測定柱面及軸向·····	13	26 複曲面透鏡及複曲面轉換·····	38
10 利用反射檢驗法測定柱面及軸向·····	14	27 複曲面透鏡之中和·····	42
11 平行玻璃板之折射率測定：顯微鏡法·····	15	28 平面鏡曲率半徑之測定·····	43
12 內全反射·····	17	29 鑲框透鏡之中和·····	44
13 轉換法則：球柱透鏡·····	19	30 稜鏡·····	45
14 液體之折射率：視深·····	21	31 正切刻度之結構·····	48
15 球柱透鏡之中和——1·····	22	32 應用凸透鏡及平面鏡測定液體之折射率·····	49
16 球柱透鏡之中和——2·····	24	33 利用 Orthops 刻度作稜鏡測定·····	50
17 正透鏡，焦距測定及共軛焦點·····	24	34 * 液體折射率之測定·····	52
		35 稜鏡之中和·····	53
		36 * 利用測定布魯斯特角測定折射率·····	54

37 稜鏡邊緣厚度之差異·····	55	效應·····	95
38 *透鏡之分散能力：望遠鏡 法·····	58	56 標示及佈置雙焦點透鏡·····	98
39 平光稜鏡之標示及定向·····	59	57 *熔合雙焦點透鏡·····	99
40 合成稜鏡矯正力·····	61	58 表面矯正力與曲率半徑·····	103
41 薄透鏡之稜鏡效應·····	64	59 垂度之計算·····	104
42 透鏡任意點之稜鏡效應·····	66	60 爵萊稜鏡分度器·····	108
43 偏心球面透鏡之標示及佈置 ·····	71	61 近視中心距離·····	114
44 記錄修邊偏心透鏡之完整處 方·····	73	62 *扁豆形透鏡。邊際工具之矯 正力·····	115
45 破裂透鏡之中和·····	76	63 檢查透鏡之瑕疵·····	119
46 記錄眼鏡之最低規格·····	77	64 *精確之轉換·····	122
47 完工處方之驗證·····	78	65 特殊眼鏡之檢查·····	126
48 *頂點矯正力測定儀器之光 學試驗台模型·····	80	66 *眼用著色透鏡透射率之測 定·····	128
49 焦點儀·····	83	67 袖珍光譜儀·····	131
50 薄透鏡之有效矯正力·····	84	68 著色眼鏡片·····	132
51 眼鏡之頂點矯正力·····	86	69 處方之解說·····	135
52 厚透鏡在空氣中之表面矯正 力及內頂點外頂點之矯正力 ·····	89	70 *Silwing垂度計·····	136
53 利用焦點儀從事標示及佈置 之工作·····	91	71 散光光柱·····	140
54 雙焦點透鏡之中和及規格··	92	72 *球面眼用透鏡之設計及型 式·····	144
55 *雙焦點透鏡之近視點稜鏡			

附 錄

1 學生測驗說明書·····	148
2 成績評定辦法·····	153

*此符號表示進一步的實驗，在初度閱讀時，可省略不看（見前言）。

0001377-78/6/5-114 3.60元

實驗 1 光學元件

理論 (Theory) 本實驗旨在介紹一些透鏡及稜鏡的種類。“光學元件”(Optical element)一詞適用於任何使用於光學方面的透明材料。

所有的光學元件對於入射光都有某些作用。光線可以被平面鏡反射，透過玻璃塊或透鏡，部分被著色透鏡吸收（或反射），或受稜鏡轉變方向。如果從正透鏡（Plus lens）看一近物體，所看到的物體變大。至於負透鏡（Minus lens），情形相反，看到的物體縮小尺寸。

器材 (Apparatus) 盒子內裝有刻號的光學元件；規標 (Target) 是由白色卡片上的兩條垂直黑線構成的。

步驟 (Procedure)

(1) 記下光學元件上面的號碼。

(2) 用手指拿著光學元件，並注意其是否為正透鏡、負透鏡或稜鏡 (Prism)。如果光學元件有平面形成一個夾角，則為稜鏡。並注意元件為玻璃的或塑膠的。

(3) 若元件是透鏡，從元件看近處物體。物體是否變大？如果變大，則該元件為正透鏡。

(4) 將光學元件拿在眼前 8-10 cm 的位置，從元件看向 4 至 6 公尺遠之十字線規標。移動元件的方式

(a) 側面方向

(b) 轉動

並注意其變化。

(5) 置光學元件於一張白紙上，察看其是否為著色。

(6) 記下所有自己想作的觀察結果。

(7) 把光學元件看成從中央切開，畫出你所想像的截面的樣子。

按照以下的標題，將各種結果記錄下來。

光學元件 之 號 碼	材 料	透 鏡	稜 鏡	著色鏡	光 學 元 件	
		正 負			側面移動	轉動

實驗 2 反射定律

理論 藉助於光線箱 (Ray box)，我們可以追踪光線由平面鏡入射及反射時之路徑，而證明反射定律之成立。

器材 畫圖板、平面鏡、光線箱、尺及分度器等。

步驟 在紙上畫一直線 BC 表示平面鏡之位置 (圖 2.1)。調整光線箱，使一條光線 DA 由內出現。在線上作一垂直 (平面鏡) 之線段 AE。此線表示平面鏡之法線。

光線 DA 從 A 點反射而成 AF。 $\angle DAE$ 為入射角 i ， $\angle EAF$ 為反射角 i' 。

入射角度 i	反射角度 i'

轉動光線箱，保持光線入射點為 A，這樣

可以用分度器測出各種不同的 i 值及其相對應的 i' 值。至少量出六組數據，照上列方法列表，且畫成 i 與 i' 的關係圖。

練習題

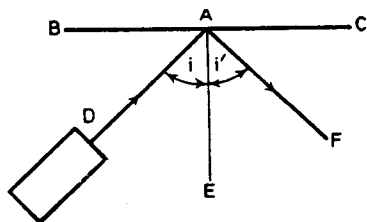


圖 2.1 BC 表示平面鏡。A 點表示來自光線箱之光線入射位置。AE 為平面鏡之法線。AF 為反射線。測定入射角 i 及反射角 i' 。注意角度 i 及 i' 是由光線至法線之量角。

(1) 該圖形之斜度多少？說明該斜度證明了反射定律，入射角等於反射角。

(答案：斜度為 1。)

(2) 一光線入射於平面鏡上，入射光與反射光之間夾角為 60° 。試問反射光與平面鏡之間角度多少？(答案： 60°)

(3) 若入射光與平面鏡間之夾角是 35° ，試問入射角及反射角各若干？

(答案： 55°)

(4) 在平面鏡上之入射角是 40° ，反射後光線之偏向若干？(答案： 100°)

核對上面的例題時，應用(a)計算法，及(b)光線箱及分度器。

實驗 3 球面透鏡之中和

理論 透鏡矯正力 (Focal power of lenses) 之測定方式有很多。採用於眼用透鏡 (Ophthalmic lenses) 者有兩種：

(1) 中和法 (Neutra lization)。

(2) 頂點矯正力測定儀器。

本實驗限於球面透鏡之中和。

圖 3.1 中, $ABDC$ 表示矩形玻璃塊之截面。光線 QO 垂直入射於平面 AOC , BGD 上, 出現後不受玻璃塊之偏向。現在我們假定該玻璃塊作成一透鏡, 其斷截面為 $EOFG$ 。

透鏡在 O 點及 G 點之周圍, 在效用上仍為矩形玻璃, 因此, 入射線 QO 通過透鏡以後, 仍未受到偏向。其他的入射線 XY 與 QO 平行者, 通過透鏡後, 會偏向。光線 QO 通過透鏡之光學中心 (Optical Center),

圖 3.2a 表示一個正矯正力 (Positive focal power) 的薄球面透鏡。入射線 BO 通過透鏡之光學中心 O , 不受偏向。透鏡側移時, 通過 B 點且平行於光軸 (Optical axis) 之入射線, 被折向 C 之方向。觀察者沿著 CD 方向觀看時, 會有一種感覺, B 影像由 B 點移到 B' 之位置。由圖 3.2b 可知, 透鏡之移動方向與影像移動

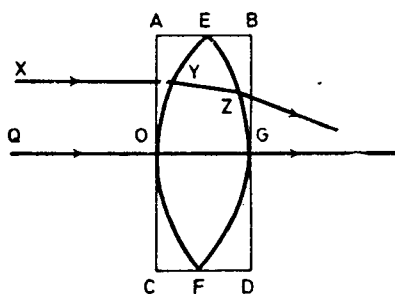


圖 3.1 $ABCD$ 為一矩形玻璃塊。入射線 QO 垂直入射表面 AC , 由表面 BD 上之 G 點出現時, 不受偏向。然後將表面 AC 及 BD 磨成雙頂點透鏡 $EOFG$ 。對於狹小之區域 OG , 透鏡可以視為平行之玻璃塊, 而光線 QO 仍不受偏向。不過光線 XY 則受透鏡折射, 由表面 EGF 上之 Z 點出現。

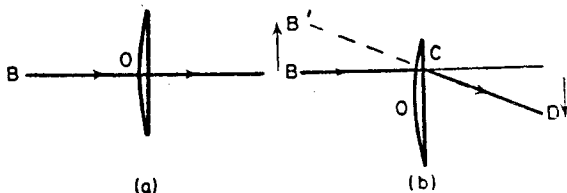


圖 3.2 側移試驗中, 由正透鏡產生之“反向”移動。運動 (Against movement)。這表示該透鏡具有正矯正力: 透鏡之矯正力

大，透鏡之移動所產生之物體視移動（Apparent movement）現象愈大。

圖 3.3a 及 3.3b 表示負矯正力（Negative focal power）之薄球面透鏡。透鏡移動之方向如圖所示，物體之視移動與透鏡移動方向相同；物體之影像由 B 點移至 B' 而眼睛是沿著 CD 線看到影像的。此稱為“同向”移動（With movement）。它表示透鏡為負矯正力。因此，由觀察透鏡之“反向”或“同向”移動，我們可以估計透鏡之矯正力數。此稱作側移試驗（Transverse test）。薄透鏡之矯正力可以用下法測出，即用矯正力正負號相反的

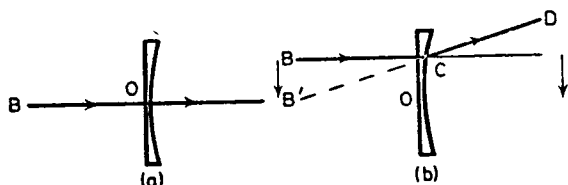


圖 3.3 側移試驗中，由負透鏡產生之“同向”移動。

的透鏡靠向眼鏡，直到側移試驗沒有影像移動為止，這種方法叫做中和。

器材 未知矯正力之球面鏡盒；中和鏡套或試目鏡盒；十字線圖。

步驟

- (1) 如果透鏡有號碼，按號碼次序將透鏡加以排列，把結果照 4.1，4.2……的方式記錄下來，這種數字表示第四號盒子中之第一及第二透鏡。
- (2) 拿取第一透鏡，置於眼前，應用側移試驗，由透鏡觀看十字線圖。
- (3) 大約估計該透鏡之矯正力，且記下其正負號。如果是同向移動的透鏡，則用負號記下。
- (4) 如果估計值為 -1.50D ，則由試目鏡盒中拿出一片矯正力為 $+1.50\text{D}$ 之透鏡。使兩透鏡相接觸；要避免刮磨或損壞透鏡之表面。再用側移試驗。
- (5) 如果同向移動再出現，則選用矯正力更大的中和透鏡。如此反覆增加中和透鏡之矯正力，直到側移試驗有反向移動出現。
- (6) 反向移動表示中和透鏡的矯正力大於未知透鏡者。下次觀察時，將中和透鏡之矯正力減少。如此繼續下去，直到側移試驗不再有移動現象。此時表示已將未知透鏡中和；記下結果。
- (7) 同時記下：
 - (a) 正好產生反向移動之中和透鏡之矯正力及正負號。
 - (b) 正好產生同向移動之中和透鏡之矯正力及正負號。
- (8) 高矯正力之未知透鏡，須要利用兩片互相組合的中和透鏡去中和。

實驗 4 轉動平面鏡之反射

理論 本實驗是實驗 2 之持續，目的在證實如果入射於平面鏡之入射線方向不變，則平面鏡每轉動一個角度 θ ，反射線就轉動 2θ 角。

器材 如實驗 2。

步驟 按照圖 2.1 之實驗裝置擺設之。

將平面鏡 BAC 以反時針方向轉一個角度 θ ，保持光線箱之位置不變，入射線 DA 也跟著不變。

此時反射線不沿 AF 之方向，但沿著 AC 及 AF 之間的新方向。測定反射線偏轉之角度 α 及平面鏡之轉角 θ 。

本實驗至少取三種不同的 θ 值，作三次。

把結果列表如右。

θ	α	2θ
----------	----------	-----------

畫一 α 與 θ 之關係圖。

練習題

(1) 平面鏡的背面如果塗上銀，則代表入射線及反射線的直線不能在平面鏡表面上相遇。試舉理由。(提示：入射線在第一表面受到折射。)

(2) α 與 θ 關係圖之斜度多少？

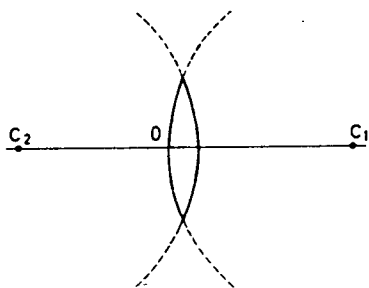
(3) 試用幾何方法，證明本實驗。

(4) 試以採用轉動平面鏡之儀器舉一例。

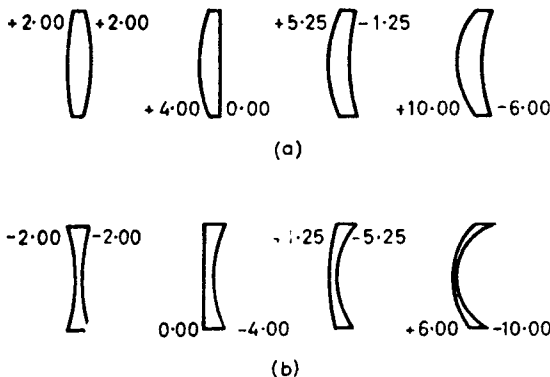
(5) 有一光源及屏幕同在一個平面上。一平面鏡距屏幕 2 公尺且與之平行，同時有一道光線反射在屏幕上。試問當平面鏡轉動 4° 時，屏幕上反射光移動多少距離？(答案：28.1 cm)

實驗 5 表面矯正力及球面透鏡之型式

理論 圖 5.1 中，雙凸透鏡的表面為中心分別位於 C_1 及 C_2 的球體的一部分。直線 $C_1 C_2$ 為光軸 (Optic axis)，在光學中心 O 與透鏡相交。如果兩表



■ 5.1 C_1 表示第一個表面的曲率中心。 C_2 表示第二個表面的曲率中心。連接 C_1 及 C_2 的直線為透鏡之光軸。 O 點表示透鏡之光學中心——透鏡假定極薄。



■ 5.2 眼用透鏡的型式。(a) 4 種可以作成 $+4.00D$ 的透鏡型式。(b) 4 種可以作成 $-4.00D$ 的透鏡型式。

面之半徑相同，則稱為等凸透鏡 (equi-convex)。圖 5.2 表示各種球面透鏡的截面形狀。

圖上的數字，表示各透鏡的表面矯正力，以屈光度為單位。如果是薄透鏡，則表面矯正力之和，等於焦點矯正力（簡稱矯正力），圖上有兩個例題，分別為 $+4.00D$ 及 $-4.00D$ 。

眼鏡片的外表面，一向都呈較凸或稍凹的形狀；圖 5.2 中各透鏡之外表面都朝向左邊。

本實驗為中和的另一個例子，使得讀者能夠判斷眼鏡片的型式。

器材 一套中和鏡片，十字線圖，標線墨汁及筆，直緣（尺），透鏡量規，各種球面透鏡。

步驟 透鏡被中和時，中和透鏡實際上應該與被中和之透鏡之內表面接觸。對於新月形透鏡 (meniscus)，如圖 5.3 所示，此法行不通，因此，改將中和透鏡與被中和之透鏡之外表面接觸。如果新月形透鏡很厚，且為正矯正

力者，則此法會產生誤差。這個問題將在以後的實驗中考慮它，現在我們暫不予考慮。

(1) 應用側移試驗，將透鏡按矯正力的正負，區分成兩類。

(2) 標示各透鏡的中心位置。中心點為鏡片上十字線之交叉位置，如圖 5.4 所示。圖 5.4 a 及 b 分別表示由正透鏡及負透鏡看見的十字線外形。

(3)應用中和方法求出各透鏡之矯正力，並且記錄下來。

(4)檢查直尺之邊緣是否為直的。小心使直尺與透鏡表面接觸，並且通過透鏡之光學中心。記下表面之矯正力，直尺僅與透鏡中心接觸時，表示透鏡為凸面或正的，若直尺與透鏡邊緣接觸，則透鏡為凹面或負的。透鏡如果是平面的，則尺與透鏡完全接觸。在曲度不大之情形下，尺緣與透鏡要以明亮的背景來觀察。第二個表面採用同樣步驟。

(5)重覆步驟(4)，不用直尺，而僅用拇指及食指，而定出透鏡之型式。這樣做的目的是使你具有“感覺”各種矯正力透鏡之經驗。不必把結果記錄下來。

(6)步驟(1)至(5)都記錄下來之後，使用透鏡量規量出透鏡表面矯正力。檢查一下透鏡量規的準確性，不要有誤差。用拇指及食指拿住透鏡量規，並以第三隻手指接觸透鏡表面。將透鏡量規慢慢放到透鏡表面上，朝著第三隻手指滑動。要確定透鏡量規與透鏡表面相垂直。記下透鏡之表面矯正力 F_1 及 F_2 。

按照下列格式記錄結果。

透鏡號碼	中和矯正力	使用直尺量出之透鏡型式		使用透鏡量規量出之透鏡型式		
		外表面	內表面	外表面矯正力 F_1	內表面矯正力 F_2	矯正力 $F_1 + F_2$

比較以透鏡量規及中和方法所求出的結果。



圖 5.3 欲將中和透鏡與被中和透鏡之內表面接觸之不可能性。

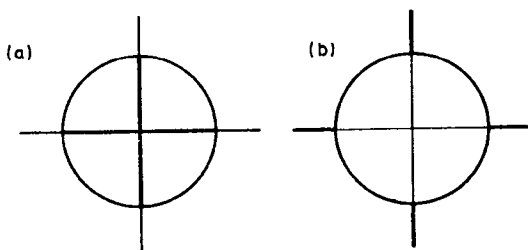


圖 5.4 從定心之(a)正透鏡及(b)負透鏡所看到的十字線圖形。

實驗 6 兩連續平面鏡之反射光

理論 當光線由兩面連續平面鏡反射時，入射線之偏向角，等於兩平面鏡之

外角的兩倍，與在第一平面鏡上的入射角無關。

在圖 6.1 中，平面鏡 M_1 及 M_2 之夾角為 a 。入射線 AB 由鏡片 M_1 反射，以 d_1 之偏向角沿 BC 向前。在 M_2 上， BC 線又被反射，經過兩次反射作用後，入射線 AB 最後的方向沿 CD 出現。因此，入射線 AB 之總偏向角為 d_1 加上 d_2 。

令 AB 與平面鏡 M_1 所成之入射角為 i_1 。

令 BC 與平面鏡 M_2 所成之入射角為 i_2 。

由圖 6.1， $d_1 = 180 - 2i_1$

$$d_2 = 180 - 2i_2$$

$$d_1 + d_2 = 360 - 2(i_1 + i_2) \dots\dots\dots(1)$$

由三角形 EBC ， $\angle EBC = 90 - i_1$

$$\angle ECB = 90 - i_2$$

$$\angle EBC + \angle ECB = 180 - (i_1 + i_2) \dots\dots\dots(2)$$

$$\text{但 } \angle EBC + \angle ECB = 180 - a \dots\dots\dots(3)$$

$\therefore$ 由公式(2)及(3)， $a = i_1 + i_2$ ，

將上式代入式(1)中，得

$$d_1 + d_2 = 360 - 2a$$

$$= 2(180 - a)，\text{此為兩平面鏡外角的兩倍。}$$

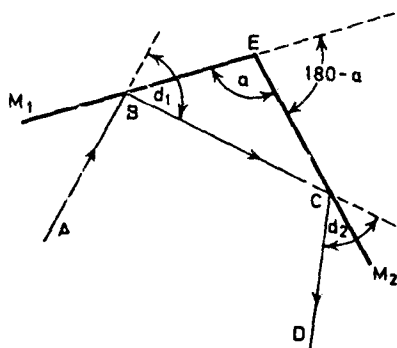


圖 6.1 兩平面鏡之夾角為 a 。 AB 線被反射到 BC 方向，其由第一平面鏡之偏向角為 d_1 。在第二平面鏡上， BC 線被反射到 CD 之方向，偏向角為 d_2 。入射線 AB 經過各平面鏡反射一次之後，其總偏向角為 $d_1 + d_2$ 。

在光學儀器中，有時用反射稜鏡代替平面鏡。

器材 畫圖板，兩面平面鏡、光線箱、針、分度器。

步驟

(1)將成 120° 夾角之兩平面鏡，垂直置於紙上。調整光線箱，只令一光線出現，使之在各平面鏡上反射。畫出光徑 $ABCD$ 。測定平面鏡之夾角及偏向角 d_1 和 d_2 。

保持夾角不變，將兩平面鏡同時轉動 10° 。調整光線箱使得反射線與前面的反射平行。再量出 d_1 及 d_2 。

用 45° 的平面鏡夾角，將上述步驟重覆一遍。照下列格式將結果記下來，並且提出結論。

a	$2(180 - a)$	d_1	d_2	$d_1 + d_2$
---	--------------	-------	-------	-------------

(2) 將成 90° 夾角之兩平面鏡，垂直置於紙上。在平面鏡之間放置一隻針。求出所見到之針像數目及位置。把夾角改為(a) 60° 及(b) 45° 後，各重覆一遍。

當 a 值是上面數字時，針的影像可以證明等於 $2\left(\frac{180}{a}\right) - 1$ 。你的觀察值等於該數嗎？

練習題

- (1) 說明萬花筒之原理。
- (2) (a) 畫圖說明，舉出兩種用平面鏡可以使光線偏向 90° 的方式。
(b) 用圖形說明，直角稜鏡可以使光線成 90° 偏向之道理。
- (3) 已知光線受到兩互成夾角之平面鏡反射後之偏向角為 100° 。試問兩平面鏡之夾角多少？（答案： 130° 。）

實驗 7 柱面透鏡：轉動試驗

理論 有散光缺陷的眼睛，需要矯正透鏡，透鏡之矯正力隨方向之不同而改變。我們所需要的矯正力變化，為透鏡在某一方向具有最小矯正力，逐漸增至（垂直於第一方向）第二方向之最大矯正力。這些具有最大及最小矯正力之方向，叫做透鏡之主要方向（Principal meridians）。散光透鏡最簡單的形式為柱透鏡（Cylindrical lens），其最小矯正力之方向，無矯正力，而該方向的表面曲度是平的。柱面透鏡的矯正力是在垂直於最小矯正力之方向上，該方向之表面曲度為圓形（圖 7.1）。

圖 7.1 表示正柱面透鏡及負柱面透鏡，其最小矯正力方向是沿著垂直方向。沿著這類透鏡之垂直方向（BC、AA' 或 ED）曲度為零。這些方向平行於形成柱面透鏡的圓柱轉動軸，此方向稱為柱鏡之軸向（Axis direction）。在 BE（或 CD）上，柱面的曲度最大，且呈圓狀。BE 或 CD 方向稱為柱鏡的矯正力軸（Power meridian）。介於 AA' 及 BE 之間的方向，其表面曲度為橢圓形。

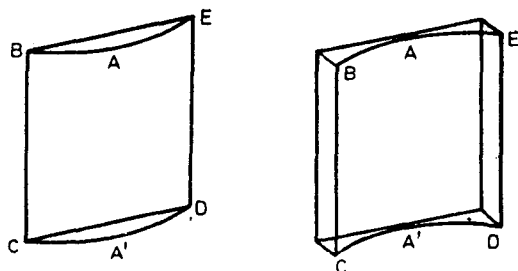


圖 7.1 平凸及平凹柱面透鏡。BAEDA'C 表示柱面。

如果將柱面透鏡的軸線，直立放置於十字線圖之前方，同時應用側移試驗於直立方向，則十字線沒有視移動，因為在直立方向沒有矯正力。如果將透鏡沿著矯正力軸向作水平移動，則十字線會移動，是負柱鏡則移動方向相同，是正柱鏡則移動方向相反。柱鏡沿著矯正力

軸向產生的效果與球面透鏡相同。

當球面透鏡以其光軸 (Optical axis) 為中心，轉動於十字線圖之前方時，十字線不受影響，由於球面透鏡之矯正力各方向都相同。柱面透鏡以其中心點轉動時，就會產生十字線之視轉動現象，此稱為剪刀移動 (Seissors movement)。所有的散光鏡片，都有這種剪刀移動現象，其移動之程度與柱面元件的矯正力及透鏡與十字線及眼睛之關係位置有關。

當柱面透鏡的主要方向，即柱軸及矯正力軸向，轉到與十字線之支線平行時，十字線之線條沒有斷掉，如圖 7.2 所示。此圖形表示將柱鏡放置在十字線圖前方，AA' 軸線與十字線之直立線平行之情形。

假定圖 7.2 中的柱面透鏡為正的。當該透鏡以反時針方向轉動 20° ，則十字線成為“剪刀形”；由透鏡中見到的十字線直立線作順時針方向轉動，

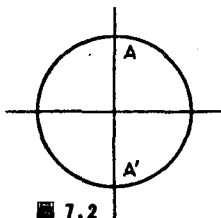


圖 7.2

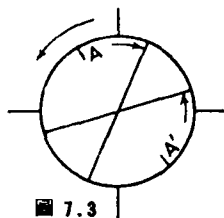


圖 7.3

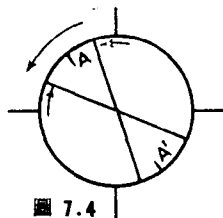


圖 7.4

圖 7.2 剪刀移動。從主要方向為直立及水平的透鏡所看到的十字線圖形。

圖 7.3 如果正柱面透鏡之直立軸線反時針轉動，由透鏡中所看到的十字線圖之直立線則作順時針轉動，而水平線則與透鏡一樣，作反時針轉動。

圖 7.4 負柱面透鏡之直立軸線反時針轉動時，十字線所產生的現象。