

眼的屈光學概論

人 民 衛 生 出 版 社

眼的屈光學概論

孫 桂 毓 編 著

一九五四年・北京

內 容 提 要

本書把眼的屈光問題，作一概要的論述。首先就物理光學及生理光學的原理加以敘述，使學者掌握屈光學的基本規律，然後結合實際，特對檢眼鏡、檢影鏡的光學原理和應用及檢影驗光法與各種主觀驗光法等，都重點地加以詳敘。此外對眼科應用鏡片及鑑定法以及鏡框、裝置等問題，在附錄中亦加以概述，因此本書可作為眼科醫務工作人員的參考。

眼的屈光學概論

書號: 1567 開本: 787 X 1092/25 印張: $6\frac{22}{25}$ (附插圖6頁) 字數: 129千字

孫 桂 毓 編 著

人 民 衛 生 出 版 社 出 版

(北京書刊出版業營業許可証出字第〇四六號)

• 北 京 南 兵 馬 司 三 號 •

人民衛生出版社長春印刷廠印刷 • 新華書店發行

1954年8月第1版—第1次印刷

印數: 1—3,000

(東北版)定價: 17,500元

序 言

《眼的屈光學概論》一書終於在各方面的協助和鼓勵下草就了。在序言中希望說明以下幾個問題：

（一）為什麼要編寫這本書？

首先著者體會到解放了的祖國，在中國共產黨和毛主席的英明領導下，正在進行着偉大的經濟建設，在國家過渡時期總路線總任務的光輝照耀下，祖國需要每一個人都積極的參加建設工作，負起這一具有歷史意義的光榮任務。因此我們必須以最大的努力，在學習和工作中，提高自己。但是身體的健康是必要的條件，特別是眼睛的健康在學習與工作上更有重要意義。從眼科臨床工作經驗中說明，在眼科病人中，患有屈光異態的佔有很高的百分數。這些患者由於眼睛的屈光不正，以致影響了他們的學習與工作。作為一個眼科醫務工作者，我們有責任為他們解決這個困難，矯正他們的缺點，從而便可以發揮他們的全部力量，完成祖國交給他們的任務；同時站在眼科工作者的立場來講，這就是更好的為人民服務。

欲求解決上述的問題，首先我們應當了解眼睛的屈光，及各種屈光異態，從而再研究矯治的方法。因此，著者便試圖編寫此書，專門討論眼睛的屈光問題，其目的乃是希望把眼睛的屈光學的重要基礎加以概要的論述，藉以引起讀者對眼屈光問題研究的興趣。

（二）這本書是以什麼方式編寫的？

從物理學的立場來講，眼睛乃是一光學儀器，欲求了解眼睛的屈光，必需要了解一些基礎的物理光學的規律和原理，然後再把物理光學的知識，運用到眼睛的生理學，於是便產生了生理光學。掌握了以上的幾門知識，才是研究眼睛屈光學的基本條件，然後才能進一步地認識眼睛的屈光異態和矯治的原理及方法，這便是此書編寫的步驟。然而在說明許多的物理光學和生理光學的部分中，盡可能的避免一些煩人思索的物理公式及數學問題，對於純物理的部分而須敘述者會適當的加以精簡。

但爲了結合實際，特對檢眼鏡的光學原理及應用，檢影鏡的光學原理及檢影驗光法與各種主觀驗光法都點重的加以詳叙。並對眼科應用鏡片及其鑑定法以及鏡框裝置等問題，在附錄中亦加以概述。

本書之付梓多蒙業師陳耀真教授之鼓勵與指導深爲感激。但由於著者日常臨床及教學工作煩忙，對此專業問題的鑽研不夠，涉獵文獻不多，難免許多問題不夠深入和全面，甚至可能有舛誤之處，則對讀者在學習眼屈光學這一專業問題，能够發生幾許作用與貢獻，頗難自信。凡此種種有待於海內同道，及各方專家，不吝指正，有以教我，誠爲衷心企盼者也。

書內部分插圖摘自畢華德教授譯：屈光學（中華醫學會 1951 版）及郭秉寬教授著：眼科學（華東醫務生活社 1951 版）蒙允引用版權，特致謝意；自製插圖多由山東醫學院醫藥室攝影部同志攝製，最後對於版本之校對多由王永勳、鄧志廣醫師幫助，並此致謝。

孫 桂 毓 謹 識

山東醫學院眼科教研室

1954 年 4 月

目 錄

第一章 基礎物理光學	1
第一節 光的性質	1
第二節 光的反射與反射定律	3
第三節 平面鏡	4
第四節 球面鏡	6
第五節 屈光 (光的折射)	12
第六節 兩平行面的屈光	14
第七節 球面屈光媒質所發生的屈光	18
第八節 柱面透鏡 (柱鏡)	29
第九節 透鏡的拼合	30
第二章 生理光學	33
第一節 眼睛的光學常數	33
第二節 設計眼及簡約眼	42
第三節 視力敏度與視角	48
第四節 眼睛的光學缺點	53
第三章 眼睛的屈光	57
第一節 視網膜成像的原理	57
第二節 正視眼	58
第三節 遠視眼	58
第四節 近視眼	60
第五節 眼睛的遠點	60
第六節 矯正屈光不正的原理	61
第七節 散光眼的矯正原理	62
第八節 眼睛的調節作用	63
第四章 屈光不正	70
第一節 近 視	70
第二節 遠 視	75

第三節 散光	80
第四節 屈光參差	85
第五節 無晶體眼球	87
第五章 老光及調節異常	90
第一節 老光	90
第二節 調節作用過強	93
第三節 調節痙攣	93
第四節 調節作用不足	94
第五節 調節癱瘓	94
第六節 睫狀肌麻痹劑	95
第六章 輻輳作用	97
第一節 輻輳與調節的關係	97
第二節 相對調節	98
第三節 相對輻輳	100
第七章 檢眼鏡	102
第一節 檢眼鏡發明的簡史及其光學原理	102
第二節 直接檢眼鏡	107
第三節 間接檢眼鏡	116
第四節 眼底檢查	121
第八章 檢影鏡及檢影驗光法	125
第一節 檢影鏡的基本原理	125
第二節 檢影驗光法的光學原理	128
第三節 適用檢影法	134
第四節 檢影法驗光中的疑難情況	139
第九章 主觀驗光法	143
第一節 遠視力的主觀驗光法	143
第二節 交叉柱鏡驗光法	144
第三節 散光表驗光法	145
第四節 雲霧驗光法	146
第五節 調節作用及近距視力之主觀驗光法	147

第六節	眼肌力平衡之檢查	148
第七節	臨症驗光工作步驟之安排	152
第八節	眼鏡的處方格式	154
附	錄	
附錄一	眼鏡片之種類	155
附錄二	鑑定鏡片法	156
附錄三	鏡片光度之測量	158
附錄四	裝置眼鏡片及鏡框之要點	159
附錄五	接目鏡	160
附錄六	試鏡盒及試鏡框	162

第一章 基礎物理光學

第一節 光的性質

光 光即是能刺激視網膜而使我們發生視力的媒介物。所以凡健康眼睛無視覺發生時，可以推斷為沒有光的刺激。

發光體(光源) 在自然界中，有些物體本身是發光的，稱為發光體或光源。例如太陽，燃着的蠟燭等。然而大多數的物體本身是不能發光的，但是可以接受外來的光，然後再將接受的光反射到人的眼內，而被看見。

光的直線進行 從物理學上證明光的傳播是成直線進行的。因此若在光源和眼睛之間，置一物體，將來自光源的光完全阻隔不能傳達到眼內，以致不見光源。

光線與光束(光錐) 從光源所發出的光，是由許多光線組合而成的，這些光線的行經很似圓錐形，所以稱謂光錐，又稱為光束。凡光線從某一點發出後，其光束是成為發散方向進行的，稱為發散光線。凡光線向某一點集聚，稱為會聚光線。來自無窮遠的光線，呈平行方向進行，稱為平行光線。

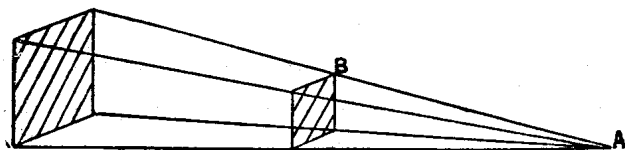


圖 1 全陰影—(G.)

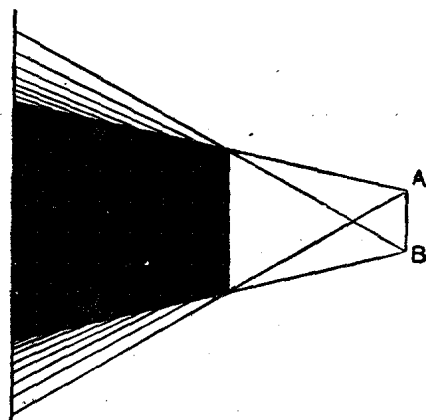


圖 2 全陰影與半陰影—(G.)

陰影 若(圖 1)以 A 表示光源, B 爲一不透明的物體, 從 A 所發出的光線, 被 B 所阻碍, 但經過 B 邊界光線, 仍可前進, 則可由 B 對光線所產生的障礙, 在較 B 遠的地位上有一個小區域內接受不到由 A 所來的光, 如果在這地位上置一幕屏, 那麼在幕上便可以發生一個和 B 形狀相同的陰影。陰影的四周邊界, 也就是由 A 到 B 的各界邊的延長線。若光線由一較大光源而來, 那麼由光源發出的光線, 有些是全部被物體阻碍, 所以產生全陰影。在全陰影的周圍還有半暗的區域, 稱爲半陰影。圖 2 表示全陰影和半陰影。

針孔照相機 A B 表示一個發光體(圖 3)。

O 是在暗箱壁上的一個針孔。

CD 表示暗箱另一壁。

從 A 發出的發散光, 經過 O, 在 CD 上形成 A 的影像 A', 同樣從 B 發出的發散光, 在 CD 上形成 B 的影像 B', 所以自 A B 來的光線, 經過 O 之後, 在 CD 上必形成 A B 的倒像 A' B'。A' B' 的大小要視 CD 的位置而決定, 若是以 u 代表由 A B 至 O 的距離, 以 V

代表由 O 至 A'B' 的距離：

$$\frac{A'B'}{AB} = \frac{V}{u}$$

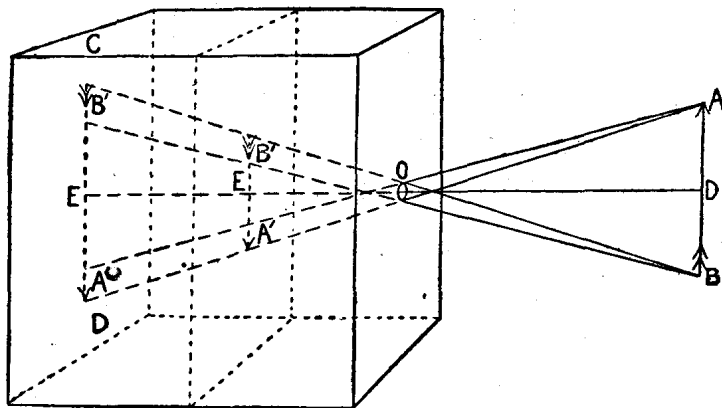


圖 3 針孔照相機—(G.)

在一定的限度內，增加 V 的長度，或是減少 u 的長度，是可以使 A'B' 放大。但 u 不能過短，否則來自 AB 的光線，過於分散，以致使其影像模糊不清。

屈光媒質 屈光媒質即是能使光線透過的物質。一般說來，凡能使光線完全透過的物體叫作透明體。凡不能使光線透過的物體叫不透明體。經過不透明體，光線要被吸收。

第二節 光的反射與反射定律

當光線落於一平面時，一部份光線發生反射，稱為光的反射。

反射定律

1. 投射光線、反射光線和在投射點與表面垂直的線（法線），三者是在同一平面內。
2. 投射角與反射角大小相等。

若光線沿反射光線入射，則將沿原來投射光線反射，是稱為光路可逆原理。

第三節 平 面 鏡

平面鏡就是可以發生反射的光滑平面。

平面鏡成影像的原理(圖 4)以 AB 表示一平面鏡，以 PR 表示一投射光線， R 即是投射光線與 AB 相遇的點。

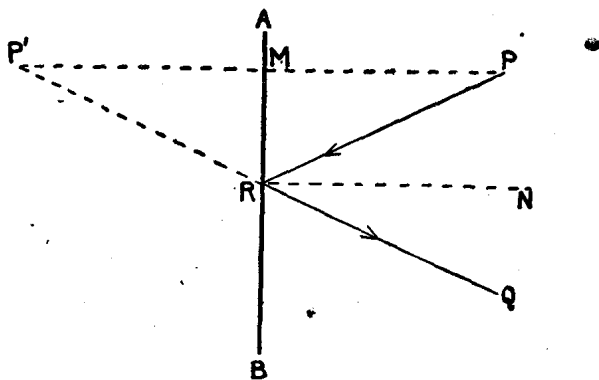


圖 4 平面鏡成像的原理—(G.)

作 PM 與鏡面垂直，將 PM 延長至 P' ，使 $MP = MP'$ ，聯接 $P'R$ ，並延長至 Q 。

作 RN 與 AB 垂直

按圖 PR, RQ 與 RN 是在同一平面內
在 $\triangle RPM$ 與 $\triangle RP'M$ 之內

$$\because PM = MP' \text{ (作)}$$

MR 公有

$$\text{又 } \because \angle PMR = \angle P'MR \text{ (作)}$$

$$\therefore \triangle RPM = \triangle RP'M$$

$$\therefore \angle RPM = \angle RP'M$$

因為 RN 與 MP 是平行線(作)

$$\therefore \angle NRP = \angle RPM$$

$$\angle NRQ = \angle RF'M$$

$$\therefore \angle RP'M = \angle RPM \text{ (已證)}$$

$$\therefore \angle NRP = \angle NRQ$$

投射角 反射角

既然 PR 和其反射光線 RQ 及與表面垂直線是在同一平面內,所以投射角必等於反射角。PR 既然是代表任何一投射光線,那麼對於此投射光線所發生的反射光線,好像是經過 P' 而來,因此也可以表示 P' 就是 P 的影像。

所以平面鏡對實物所成的影像,是在鏡面的背後。影像與實物大小相等。影像與鏡面的距離和實物與鏡面的距離亦相等。

像可分為實像與虛像兩種:

1. 虛像: 當一光束從一發光體發出後,經過反射(或屈光又稱光的折射——註一);光線如同從另一點所發出,此點便是原來光源的虛相。平面鏡所產生的影像即是虛像。

2. 實像: 當一光束從一發光體發出後,經過反射(或屈光),光線向另一點會聚,此點便是原來光源的實像。

當平面鏡轉動時,從平面鏡所反射的光線也發生轉動,其轉動的角度是等於鏡面轉動的角度之二倍。

要證明此一現象,可用以下兩種情形證實:

一、當投射光線與平面鏡垂直相交時,在圖 5 上,設以 a 表示平面鏡轉動的角度: 反射光線轉動的角度 = ABC

$$\angle ABC = 2\angle ABN$$

$$\therefore \angle ABC = 2a$$

二、當投射光線與平面鏡斜交時,在圖 6 上,仍以 a 表示平面鏡轉動的角度:

反射光線轉動的角度 = C^1BC^2

$$\begin{aligned} C^1BC^2 &= ABC^2 - ABC^1 \\ &= 2ABN^2 - 2ABN^1 \\ &= 2(ABN^2 - ABN^1) \\ &= 2N^1BN^2 \end{aligned}$$

$$\therefore C^1BC^2 = 2a$$

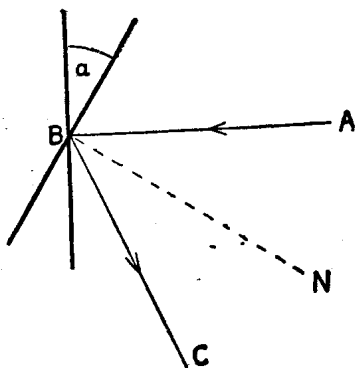


圖 5 投射光線與平面鏡成正交，當平面鏡轉動時，反射光線的轉動—(G.)

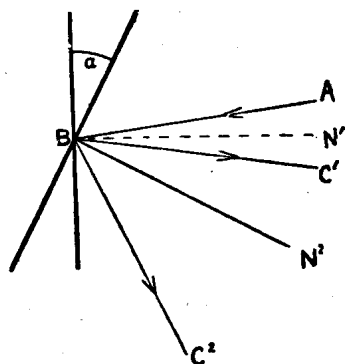


圖 6 投射光線與平面鏡成斜角相交，當平面鏡轉動時反射光線的轉動—(G.)

第四節 球 面 鏡

球面鏡是一圓球的一部份，此圓球的中心稱為球面鏡曲率的中心。

球面鏡可以分為凹面鏡及凸面鏡，則視鏡面是離其曲率的中心或向其曲率的中心而定。

球面鏡表面的中點稱為球面鏡的頂點。或稱為球面鏡的極。

球面鏡曲率的中心與頂點的聯線稱為球面鏡的軸。

圖 7: BAC 是一球面鏡

O 是曲率中心

A 是頂點

OA 即是此球面鏡的軸。

凡與球面鏡的軸平行的光線，當到達鏡面時，必發生反射，反射後，光線或是向軸上的一點會聚，或是從此點發散，此點稱為球面鏡的主焦點。圖 8 F 即是主焦點。主焦點與球面鏡頂點的距離稱為鏡的焦距。

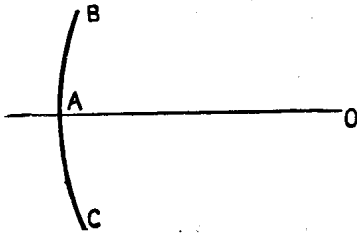


圖 7 球面鏡的頂點、曲率中心及軸—(G.)

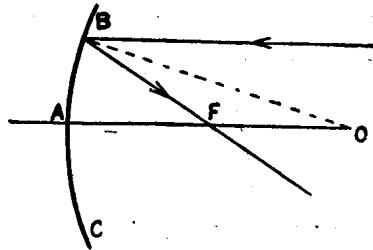


圖 8 球面鏡的主焦點—(G.)

在球面鏡主軸上的一點，由此點發出的發散光線，經過球面鏡的反射後，變成會聚光線，向另一點集聚，這樣的二點稱為共軛焦點。換句話說，任何一點和牠本身的幾何影像即是共軛焦點。

焦距的符號 在光學上當測量任何焦距時，一定要沿球面鏡的軸，自頂點開始，到主焦點。若是從頂點到主焦點的方向和投射光線的進行方向相反時，其焦距則為正號；若是頂點到主焦點的方向和投射光線的進行方向相同時，其焦距則為負號。在圖 9 上：

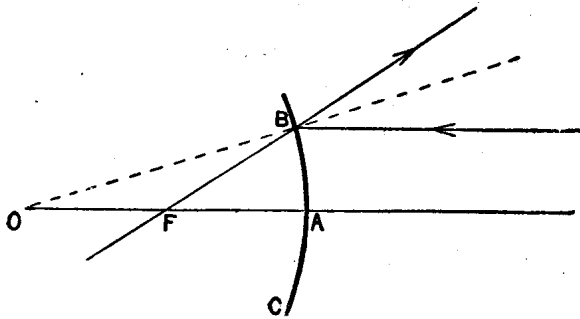


圖 9 —(G.)

設球面鏡為 BAC , O 表示曲率中心, OA 或 r 表示曲率半徑, F 表示主焦點。

對凹面鏡, AF 是焦距, 其符號為正號; 對凸面鏡, AF 是焦距, 其符號為負號。

上述的反射定律(第二節), 不但可以應用到平面鏡, 同樣也應用到球面鏡, 因為若是取球面鏡表面的任何一極小部份, 實際就如同是一平面鏡。

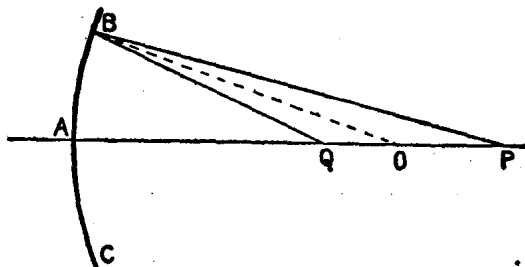


圖 10 凹面鏡的反射—(G.)

凹面鏡的反射 在圖10, 以 BAC 表示一凹面鏡, P 表示發光點, POA 表示凹面鏡的軸, PB 表示一投射光線, 經過反射後與軸交於 Q , 設以 u 代表 PA , 設以 V 代表 QA , 設以 r 代表 OA (即是球面鏡的半徑):

因為 $\angle QBO = \angle PBO$

在 $\triangle PBO$ 與 $\triangle QBO$ 之中,

$PB : BQ :: PO : QO$

實際上 PB 可視如等於 PA

$\therefore QB$ 也就可視如等於 QA

$\therefore PA : QA :: PO : QO$

即是 $u : V = (u - r) : (r - V)$

$u(r - V) = V(u - r)$

$ur - uV = uV - Vr$

以 u V r 除之: $\frac{1}{u} + \frac{1}{V} = \frac{2}{r}$ 公式 I

假使投射光是平行光線, 那便是說明 u 是 $=\infty$:

代入公式 I: $\frac{1}{\infty} + \frac{1}{V} = \frac{2}{r}$

$$V = \frac{r}{2}$$

這就是說明平行的光線經過球面鏡反射後, 其產生的焦點是在球面鏡曲率半徑之中點, 這一點稱為球面鏡的主焦點。那麼也就是說球面鏡的焦距是等於其曲率半徑的半數。在圖 11 中, 即表示主焦點與焦距。

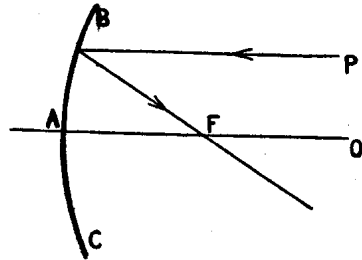


圖 11 主焦點與焦距—(G.)

球面鏡作圖求像的方法: 爲了便於求知球面鏡對物體所能成的影像, 可採用兩條光線。兩條光線經過反射後, 相遇之點即表示影像的地位。這兩條光線: 一條是採取與軸平行的, 反射後, 必定經過主焦點; 另一條光線經過球面鏡的曲率中心, 投於球面鏡而反射, 其反射光線仍取原路而回。

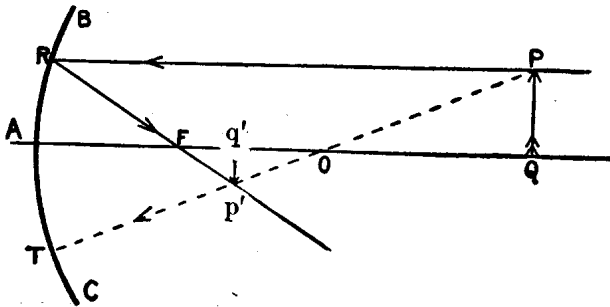


圖 12 球面鏡作圖求像方法—(G.)