

遵照三十年修正課程標準編著

新中國教科書
高級中學

物理學

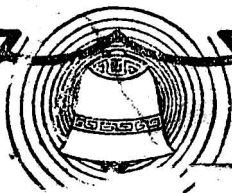
下冊

(第三學年第二學期用)

編著者 張開圻
校訂者 戴運軌

教育部審定

正中書局印行



五印九九

中華民國三十四年五月初版
中華民國三十八年一月滬十版

新中國高中物理學
教科書

※ 下 册 定價金圓捌角貳分
(外埠酌加運費匯費)

編	著	者	張	開	圻
校	訂	者	戴	運	軌
發	行	人	蔣	志	澄
印	刷	所	正	中	器
發	行	所	正	中	器

(1698)

下 册 目 次

第五編 光學

第一章 光的傳播

1. 光源 1
2. 光的直線傳播 2
3. 影 3
4. 日蝕和月蝕 4
5. 針孔像 5
6. 視差 6
7. 光度 7
8. 照度 8
9. 光度計 10
10. 光的速度 13
11. 光的波動說 15
12. 光波和光線 16

第二章 光的反射

1. 光的反射 19
2. 平面鏡 20
3. 多次反射 22
4. 球面鏡 23
5. 球面鏡的成像 25
6. 球面鏡的公式 27

7. 球面鏡成像的作圖法 29
8. 凹鏡的球面像差 31

第三章 光的折射

1. 光的折射 35
2. 折射率 37
3. 折射線的作圖法 40
4. 全反射 40
5. 光的大氣折射 42
6. 平行玻璃片 43
7. 稜鏡 44
8. 透鏡 46
9. 透鏡的成像 49
10. 透鏡的公式 50
11. 透鏡成像的作圖法 53
12. 兩透鏡接觸時的焦距 54

第四章 光學儀器

1. 光學儀器 58
2. 照相機 58
3. 眼的構造 59
4. 眼的調節 60
5. 眼度 61

6. 映畫器和電影	62
7. 視角和實體鏡	64
8. 放大鏡	65
9. 複顯微鏡	66
10. 天文望遠鏡	69
11. 地上望遠鏡	71
12. 潛望鏡	72

第五章 光的色散

1. 光的色散	75
2. 夫牢因和斐譜線	77
3. 分光鏡	78
4. 光譜的種類	79
5. 光譜的限度	81
6. 虹霓	83
7. 物體的顏色	85
8. 螢光和磷光	86
9. 色的混合	87
10. 色差	88

第六章 干涉和繞射

1. 光的干涉	90
2. 夫累涅爾的實驗	91
3. 薄膜的顏色	92
4. 光的繞射	93
5. 光經單縫的繞射	94
6. 繞射光柵	97
7. 光的偏極化	99
8. 雙折射	101

第六編 磁學

1. 磁鐵和磁極	102
2. 磁力和極強	104
3. 庫倫的磁力定律	105
4. 單位磁極	106
5. 磁感應	106
6. 磁場	108
7. 磁力線	110
8. 磁力線和磁場	111
9. 介遞作用	112
10. 磁的分子說	113
11. 地磁要項	114
12. 羅盤	117

第七編 電學

第一章 靜電

1. 正電和負電	420
2. 導體和絕緣體	421
3. 驗電器	422
4. 庫倫的靜電力定律	423
5. 靜電感應	424
6. 電子說	425
7. 電場和電力線	426
8. 靜電的分布	428
9. 電容	429
10. 尖端作用	430
11. 起電盤和起電機	431
12. 電閃和避雷針	434

第二章 電位和電容

1. 導體的電位..... 136
2. 電位差的量度..... 137
3. 導體上電位的升降..... 138
4. 電容和介質常數..... 140
5. 容電器..... 142
6. 容電器的組合..... 144

第三章 電流和電池

1. 電流..... 146
2. 伏打電池..... 147
3. 電池的局部作用和極化..... 149
4. 丹垂爾電池..... 150
5. 勒克蘭社電池和乾電池..... 151
6. 標準電池..... 153

第四章 電阻和歐姆定律

1. 電阻..... 155
2. 電阻定律..... 156
3. 電阻和溫度..... 157
4. 歐姆定律..... 159
5. 電阻的組合..... 161
6. 分路..... 194
7. 電池的電動勢和內電阻..... 165
8. 電池的組合..... 167
9. 電阻箱和變阻器..... 170
10. 電阻的量度..... 172
11. 惠斯登電橋..... 174
12. 電位計..... 175

第五章 電流的熱效應

1. 電能和電功率..... 180
2. 焦耳定律..... 182
3. 白熾燈..... 183
4. 弧光燈..... 185
5. 電熱器和保險絲..... 187
6. 電鍍和電爐.....

第六章 電流的化學效應

1. 電解..... 190
2. 法拉第電解定律..... 191
3. 電量計..... 193
4. 游子電荷..... 195
5. 電解定律的理論證明..... 193
6. 電鍍和電鑄術..... 197
7. 蓄電池..... 198
8. 反電動勢..... 201

第七章 電流的磁效應

1. 電流周圍的磁場..... 203
2. 線圈和螺線管的磁場..... 205
3. 導磁係數..... 207
4. 磁質..... 209
5. 電磁鐵..... 209
6. 電鈴..... 210
7. 電報..... 211
8. 導線在磁場內的運動..... 213
9. 電流計..... 215
10. 安培計和伏特計..... 217

第八章 電磁感應

1. 應電流	221
2. 楞次定律和右手定則	224
3. 應電動勢	225
4. 自感應和感應係數	227
5. 感應圈	229
6. 交流電機	230
7. 直流發電機	234
8. 電樞的形式	235
9. 磁場的激發	237
10. 渦電流	239
11. 電動機	239
12. 電扇電車和瓦特小時計 ..	241
13. 變壓器	242
14. 電話	244

第九章 真空放電

1. 低氣壓時的放電	247
2. 陰極射線	250
3. λ 射線	252
4. 熱體發射的電子	255

5. 吞加整流器和柯立芝 X 射 線管	256
6. 光電效應	258
7. 有聲電影	259
8. 電傳相片術	260

第十章 電磁波

1. 電振動	263
2. 電磁波	265
3. 電共振	265
4. 晶體檢波器	269
5. 真空管檢波器	271
6. 真空管振動器	273
7. 無線電報	275
8. 無線電話	277

第十一章 放射現象

1. 放射質	279
2. 柏克勒爾射線的性質	281
3. 放射質的蛻變	283
4. 物質的構造大意	285

第五編

光學

第一章 光的傳播

§ 1. 光源

物體中如太陽、電燈等，能自行發光的，稱為發光體(luminous body)，或稱光源(luminous source)。光源如很小而可認為一點時，即稱為光點(luminous point)。凡不能發光的物體，如月球和行星等，須受外來的光照射方始為吾人所見及的，稱為被照體(illuminated body)。

如空氣、玻璃、和水等，凡光能透過的物體，稱為透明體(transparent body)。如木、石、金屬等，凡光不能透過的物體，稱為不透明體(opaque body)。又如白紙、毛玻璃、牛乳等，凡稍能透光，而不能使人窺見其後面狀況的物體，稱為半透明體(translucent body)。同一物質組成的物體，其透光的程度，須隨其厚度、表面的性質、和光的顏色等而定；例如水本為透明體，但其深度過大，即呈暗黑，而不能透視；如金、銀等本為不透

明體，但鈍成薄片，即可透過少許的光；又如玻璃本為透明體，但將其表面磨粗，即變成半透明體。

§ 2. 光的直線傳播

光能透過的物質，稱為光的介質。如空氣和水等，凡組織均勻的透明物質，稱為均勻介質(homogeneous medium)。如在光點和眼連接的直線間，放一不透明體，則光即被遮隔，而不得見；又如太陽光由窗隙射入室內時，其進行的路程上如有塵埃，即顯見其成直線進行。凡光在均勻介質中，常沿着直線進行的現象，稱為光的直線傳播(rectilinear propagation of light)，凡由光源發出的光，在任何一定方向進行的路程，可用一直線來表示的，稱為光線(ray of light)。凡由一光點向各方發出的許多光線，漸遠而漸互相擴散的，稱為發散光線(divergent rays)。凡由遠處光源傳來的許多光線，可認為互相平行的，稱為平行光線(parallel rays)。如許多光線進行時，能漸會集而相交於一點的，稱為會聚光線(convergent rays)。

§ 3. 影

發光體的附近如放一不透明體，則因光沿直線傳播的結果，故在不透明體的後方，光線不能達到，即構成一暗黑的部分，而稱為影(shadow)。影的形式常隨不透明體的邊緣的形式，及光源和物體相比的大小而定。例如圖 210，設光源 L 僅為一點，則由此點和不透明體 AB 的邊緣所連成的光線，即為 AB 後方

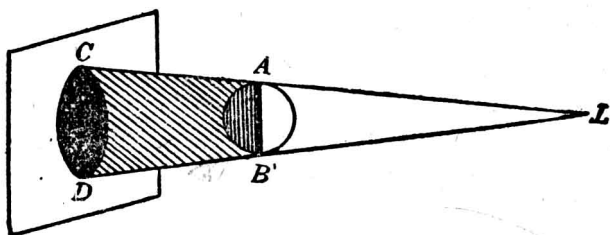


圖 210 影

所呈明暗區域的分界線，構成的影，完全黑暗，輪廓頗為顯明。如放一紙屏於影中，即得和物體的邊緣相同的形式，而較物體為大。若光源非為一點，而比物體為小時，則由各點和物體的邊緣作成的光線，在物體後方構成的影，可分為兩部。例如圖 211，

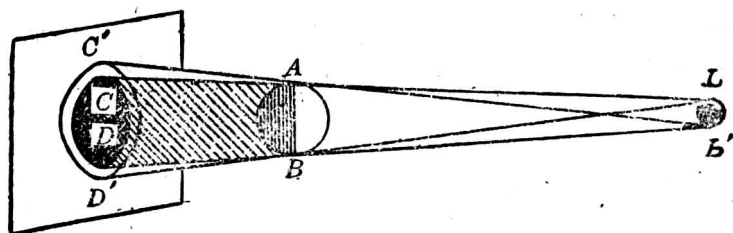


圖 211 本影和半影(1)

LL' 為發光體， AB 為不透明體，如將紙屏放在影中，即見 CD 部分的影，完全黑暗的，稱為本影 (umbra)。本影的周圍， $C'D'$ 的部分，能受到光源一部分的光，而成較淡的影，就稱為半影 (penumbra)。若發光體比物體為大時，則所成本影的截面，並不

隨距離而較物體為大。設發光體和不透明體均為球形，則如圖

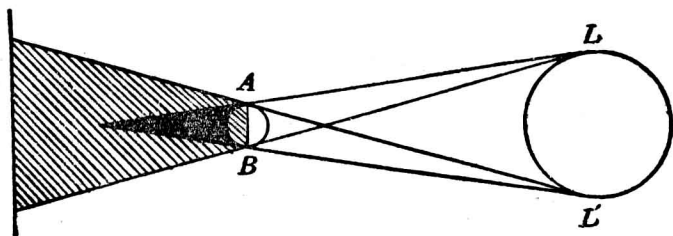


圖 212 本影和半影(2)

212, 所成的本影為一錐體, 其外方亦包有半影. 如將紙屏放在錐體處, 則亦得本影和半影, 但在錐體外, 僅得見半影.

§ 4. 日蝕和月蝕

日蝕 (solar eclipse) 為月球運行恰在太陽和地球一直線的中間時所發生; 就是地球的表面, 恰在月球後方的影中所顯的現象 (圖 213). 凡地球的表面在月球後本影的部分時, 完

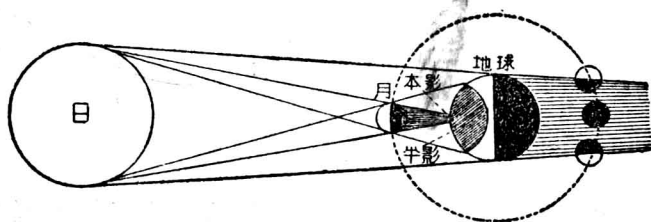


圖 213 日蝕和月蝕的原理

全暗黑, 不能窺見太陽的光, 就成太陽的全蝕 (total eclipse); 如在月球後半影的部分處, 僅受到太陽光的一部分, 就成太陽

的偏蝕(partial eclipse)。因月球比太陽為小，故月球後方所成的本影，成一錐體。若此錐體的頂點不能達於地面時，則地面上對此頂點的地方，可以窺見太陽的周圍，而不能見其中央部分，就成太陽的環蝕(annular eclipse)，月蝕(lunar eclipse)為地球運行，恰在太陽和月球的中間時所發生；就是月球恰在地球的影中所成的現象，其理由和日蝕相同。惟因地球本影較月球本體為大，故月蝕僅有全蝕和偏蝕兩種。

§5. 針孔像

[表演] 將硬紙板上用針穿一小孔，在暗室內放於燭燄和紙屏的中間(圖214)，紙屏上就顯出一燭燄的倒立圖形。或用長方形紙盒一個，在盒的較狹側面上的中央，穿一小孔，再除去和其相對的紙面，而換裝一毛玻璃片。若將穿有小孔的一面向屋外，玻璃上就可現出外方景物的倒立圖形。

凡由實物(object)傳來的光，能設法使其造成和實物相似形狀的圖形，稱為物體的像(image)。若物體發出的光線，經過一小孔，得在屏上集成的像，稱為針孔像(pin-hole image)。如用一暗箱以成一針孔像的裝置，稱為針孔照相機(pin-hole camera)。針孔像的

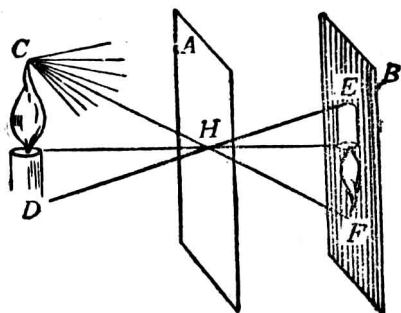


圖 214 針孔像

發生，亦為光的直線傳播的結果，如圖 214，燭上 CD 間各光點發出的光線，都依直線進行， C 點發出的光線中，只有通過針孔 H 的，得射於屏上的 F 點。 D 點所發的光線中，亦只有通過針孔的，得射於屏上的 E 點。故 CD 間各點的光線，都順次射於屏上，而成燭燄的倒形。這種和實物的位置相反，而成倒立的圖形，稱為倒像 (inverted image)。由像的倒立，可知光必沿着直線傳播。凡由光線實際集合而成的像，可用紙屏承受的，稱為物體的實像 (real image)。凡小孔愈小，則所成的像愈清晰〔註〕。若於一針孔的近旁再穿一針孔，則於屏上必現重疊的二像，所成的像就變模糊。故物體所發的光線，經過一大孔時，可認為一大孔係許多小孔所組合而成，所成的各像，就因彼此重疊的結果，不能顯示物體的像，而只能現出孔的形狀。

〔註〕如小孔過小，則因光的繞射 (p. 93, § 4) 不能成像。

§ 6. 視差

吾人在行動的火車中，窺察窗外的景物時，必覺近車的物體，似和車的進行方向相反而移動，但遠方的物體，似和車取同一方向而移動，這種現象，亦為光的直線傳播的結果。例如圖 215，設 A 和 B 為兩個遠近物體的位置，當吾人在 P_1 的位置窺察時，則 AP_1 和 BP_1 的兩光線，對 P_1 所成的角 α ，即表示吾人視界的範圍，稱為視角 (visual angle)，而較遠的物體 B ，必在較近物體 A 的左方。又當吾人在 P_2 的位置窺察時，則 AP_2 和 BP_2 兩光

線對 P_2 所成的視角變成 β ，而 B 的位置就在 A 的右方。故吾人由 P_1 向 P_2 移動時， B 的位置對 A 就像自左而右，以得位置的差異。這種因觀察者的移動，而兩個相距的物體所得相對變位的現象，稱為視差 (parallax)。由視差即可辨別兩物體的遠近；如兩物體在同一位置的上下，或即和觀察者在同一距離時，則觀察者雖對物體作左右的移動，

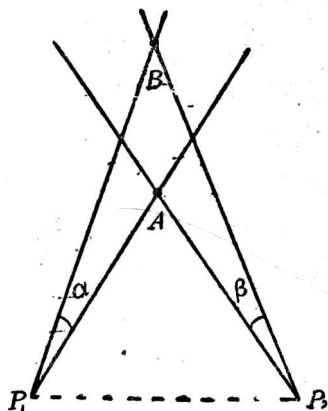


圖 215 視差

亦不生視差。吾人於實驗室中，常利用視差的有無，以確定兩物體是否恰在同一位置的附近。

§7. 光度

光源的發光強度 (luminous intensity)，簡稱光度，亦稱照光本領 (illuminating power)。光度的單位為燭光 (candle power)。1 燭光的標準，係採用英國的標準燭所發的光度，即用鯨油製成的蠟燭，直徑為 $7/8$ 吋，每小時燃去 120 格令 (grain) (即 7.776 克) 時所發的光。現在的國際燭光 (international candle)，係用戊烷 (pentane, C_5H_{12}) 燈所發光度的 $\frac{1}{10}$ 為標準。但因此等標準燭光的使用和調準，頗不便利，故普通實驗室中，常多採用已經校準的電燈，所發的燭光數為標準光源，以確定各種光源的

光度。

一光源於每單位時間內向各方傳播的總能量，實用上採用的單位，稱為流明 (lumen)。1 流明即 1 標準燭光的光源，在 1 立體弧度 (solid radian) 角內，所發出的光量。因空間中對於一點所張的立體角 (solid angle)，等於 4π 立體弧度，故如命 I 為光源的燭光數， E 為光量，則因 1 燭光在空間向各方發出 4π 流明的光量，即得光度和光量的關係為

$$E = 4\pi I.$$

$$[\text{光量(流明)}] = [4\pi] \times [\text{光度(燭光)}].$$

§ 8. 照度

被照體受到光的照射時，其表面上每一單位面積在單位時間內所受的光量，稱為照度 (intensity of illumination)。設一光源於每秒發出的光量為 E 流明，若以此光源為一球面的中心，球的半徑為 r 米，則因球面的表面為 $4\pi r^2$ 平方米，故此球面上的照度如命 l 表示，即得下式為：

$$l = \frac{E}{4\pi r^2} \quad (1)$$

即

$$[\text{照度}] = \frac{[\text{光量(流明)}]}{[\text{總面積(平方米)}]}.$$

照度的單位，即為每平方米 1 流明，亦稱為 1 勒克司 (lux)。設 I 為光度的燭光數，則因 $E = 4\pi I$ ，故 (1) 式可寫成如下式：

$$I = \frac{I}{r^2} \quad (2)$$

$$[\text{照度(勒克司)}] = \frac{[\text{光度(燭光)}]}{[\text{距離(米)}]^2}$$

由上式,可知 1 勒克司即等於離 1 燭光的光源 1 米處面上的照度,故照度的單位,通常可稱為 1 米燭光 (meter candle)。如和 1 燭光的光源相距為 1 呎處的照度,即稱為 1 呎燭光 (foot candle)。

由 (2) 式,可知被照體的面上,和光線互成垂直時的照度,對於一定光源的距離的平方成反比,稱為照度的平方反比律 (law of inverse square)。

又如圖 216,設和光線垂直的 AB 面上的照度為 l ,其總面積為 s ,所受的光量有一定。若將此光量照射於面積為 s' 的傾斜面 AC 上,則因面積較大,照度即減小而為 l' 。如 AC 和 AB 面的傾角為 θ ,則

$$s = s' \cos \theta.$$

但因兩面所受的光量相等,故得

$$ls = l's',$$

或

$$ls' \cos \theta = l's',$$

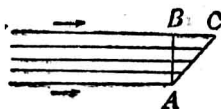


圖 216 傾斜面上的照度

$$\therefore l' = l \cos \theta.$$

故被照體的表面，和光線互相垂直時的照度為最大，如傾斜則隨傾角而減小。

〔例題〕 設離燈 5 米處的照度為 1.5 米燭光，求此燈的光度。

〔解法〕 因 $l = \frac{I}{r^2}$ 故得 $1.5 = \frac{I}{0.25}$,

$$\therefore I = 37.5 \text{ 燭光.}$$

§ 9. 光度計*

量度光源的光度所用的儀器，稱為光度計 (photometer)。量度光度的學問，稱為光度學 (photometry)。光度計的種類雖多，但下列數種，為普通所用的簡單裝置。

(1) 倫福德光度計

這種光度計為倫福特 (Rumford) 所首創，亦稱為比影光度計 (shadow photometer)，其裝置如圖 217， L 為一不透明而直立的棒， P 為白屏， S_1 為一標準光源， S_2 為欲量度的未知光源。兩光源各放在直棒前的側方，如將其位置配置適當，則白屏上即得並立而同等暗黑的棒影。因由 S_1 所發的光，可以

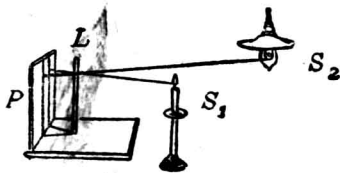


圖 217 倫福特光度計

照及 S_2 所成的影，而 S_2 所發的光，可以照及 S_1 所成的影，故兩影恰為同一照度時，其暗黑的程度即可相同。設 I_1 為標準光源的燭光數， I_2 為未知光源的燭

光數， a_1 和 d_2 爲兩光源各和白屏間的距離，則由照度的平方反比律，即得下列的關係爲：

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{d_1^2}{d_2^2}$$

上式即表示任何兩光源，對於同一屏上有相同的照度時，其光度就和屏及光源間距離的平方成正比。這個關係，爲光度學中比較兩光度時的基本原理。根據標準光源的光度，再測定 d_1 和 d_2 ，即可推求未知光源的光度。

(2) 本生光度計

本生光度計(Bunsen photometer)，亦稱油斑光度計(grease spot photometer)。其簡單的裝置係用一白紙屏，在紙的中央滴一油點，或熔解的蠟點，使紙成半透明體。如持此紙屏近窗前，則背窗一面的油斑，較其周圍爲明亮，對窗一面的油斑，較其周圍爲暗黑，可知照度較大一面的油斑，比較暗黑。設紙兩面的照度相等時，則不論觀察其任何一面，油斑明暗的程度必相等。設如圖 218，將此紙屏 P

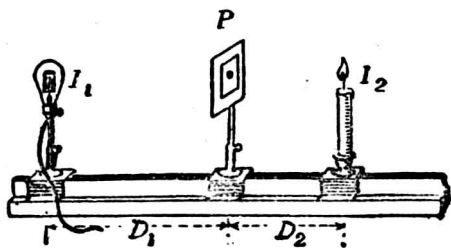


圖 218 本生光度計

在暗室內放於兩光源的中間，則由上述的基本原理，將紙屏移動，俟油斑兩面的亮度相等時，即可推出未知光源的光度。

應用本生光度計，比較油斑兩面的亮度，欲得便利的觀察時，可將滴有油斑的紙屏，裝在一方盒內，如圖 219 的外形和其截面。在紙屏的一端，兩旁各立一小平