

補習教材 自修讀物

初中新物理

下 冊

編 者

徐子威 周 文 宋承均

新科學書店出版

上海(11)福州路606號(浙江路西)電話93223

初中新物理學目次

—— 上 冊 第 一 學 期 用 ——

章數		頁數
一	緒論.....	1—11
二	水.....	12—25
三	空氣.....	26—40
四	固體和力.....	41—58
五	機械和功.....	59—74
六	運動.....	75—86
七	聲音.....	87—104
八	太陽和熱.....	105—112
九	熱的傳播.....	113—123
十	熱的效應.....	124—147
	附錄：練習題的答案	

—— 下 冊 第 二 學 期 用 ——

十一	太陽和光.....	149—170
十二	鏡和像.....	171—193
十三	光譜和色.....	194—208
十四	磁.....	209—219
十五	靜電.....	220—234
十六	電流和電池.....	235—247
十七	電流的效應.....	248—269
十八	應電流.....	270—284
十九	真空放電和無線電.....	285—302
二十	結論.....	304—309
	附錄：練習題的答案	

第十一章 太陽和光

109.【發光體和不發光體】 凡能刺激我們眼睛裏的視神經，引起一種感覺，使能認識物體的大小、形狀、方向、遠近、以及色彩等的作用，就叫做光。物體本身能發光的，叫做發光體，或稱光體，亦稱光源。太陽爲自然界中長明不滅的發光體，地球除繞太陽公轉成春夏秋冬四季以外，同時以地軸爲迴轉軸，自西向東自轉，向太陽的一面成晝，背太陽的一面成夜，地球自轉不止，所以晝夜循環不已。此外像天空中的恆星，地面上的燭光和燈光等，都爲發光體。

物體本身不能發光的，叫做不發光體，又稱暗體，像桌椅黑板白壁等是。暗體非受光源所發的光照着時，不能看見，因爲暗體本身不能發光，無光射入人目，所以看不見，但當受到外來的光照着時，經牠表面把光反射入人目，纔能看見。在夜間或暗室內不能看見物體，而在白晝或用燈火照着時，便能把物體看清，就是這個緣故。

暗體的温度升高達到一定程度時，也能變爲發光

體而自行發光。例如一塊鐵，在常溫時爲暗體，非有光照着，決不能看見，但當用火去燒時，使牠溫度漸次升高，就逐漸發出紅光，最後竟發白光。燭火的光，即因牠火焰中無數細微炭粒溫度升高到白熾程度而發生的。

暗體受光照射時，有的能容光透過，這種物體叫做透明體，如玻璃、水晶、空氣、水等是，有的能阻止光透過，這種物體叫做不透明體，如木、石、金屬等是。但是極薄的金屬箔、木片、紙張等，雖然不能讓光完全透過，也能透過一部份，這種物體叫做半透明體。

110.【光沿直線進行】 由窗隙透入暗室內的日光，或在黑夜裏由手電筒發出的光，則見浮塵返照的亮光成一直線。在有霧的晚間，望見街上路燈放出的光，都作直線形狀，四向射出。再如拿三張厚紙，各穿一小孔，將這三張紙平行插入燭火與紙屏的中間，當紙屏上現出光點時，則這三張紙上的小孔，恰排列成爲一直線上的三點。由這種事實，可知光在組織一樣的介質裏面，是沿着一直線進行的。通常就用一條直線來表示光的進路，叫做光線。

由同一光源向各方向發出的許多條光線，因為愈遠愈行散開，所以叫做發散光線。反之，許多條光線都向着同一點集中起來，這叫做會聚光線。直接從太陽射來的光線，因為光源很遠，所以光線既不散開也不集中，完全成為平行的直線，這叫做平行光線。若把發散光線用反射鏡使牠向一個方向發射，也可變為平行光線。如手電筒、汽車燈、所發出的光線，都是一例。

111.【小孔成像】 由於光線沿直線方向前進和發散的關係，就發生一種小孔成像的現象。如在暗室中置一屏和一燈，中間再立具有一針孔的紙板一塊，則在屏上可見一與原物相似而倒立的燈絲圖形。這個圖形就叫做像。這是因為由燈絲上端發出的發散光線，只有通過針孔的一條光線射到對面屏上，其餘光線都被遮斷。



圖 122. 小孔成像。

同樣由燈線下端或中央各點所發出的發散光線，都只有通過針孔的一條光線射到對面的屏上。把這射到屏上的許多光點集合起來，便成與原物相似的像。不過上下顛倒左右反轉罷了。孔愈小，則造成的像愈清楚。要是孔太大了，則不成一物像而為一孔像。因為大孔是合

數小孔而成，各小孔所造成的物像，互相重疊而紊亂，因此物像無由辨別而變成一孔像了。小孔所成的像確由光線聚會而成，故稱實像。又像的大小和像距孔的遠近成正比，即像距孔遠則像大，像距孔近則像小。但相距遠則像淡，相距近則像濃。簡單的針孔照相機，便是應用這個原理而製成。

112.【陰和影】 光既沿直線進行，所以在牠的途中放一個透明體，即被阻止而不再前進；因此在這不透明體的背後，就成一

黑暗的空間，這叫做陰；如以一平面垂直截斷這陰的某部，則於平面上顯出一黑暗的圖形，這叫做影。圖 123 上，表示光源為一點時所成

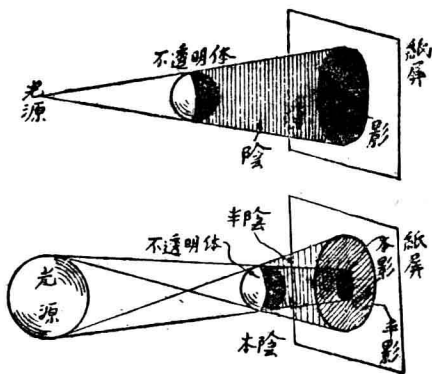


圖 123. 陰和影。

的陰和影，完全同樣黑暗，下面的圖，表示光源不僅一點而有相當大小時所成的陰和影，有濃淡的分別，中央濃處完全無光可見，叫做本陰和本影，周圍淡處可見一小部分的光，叫做半陰和半影。

113.【日蝕和月蝕】 天空中的日球爲光源，地球和月球爲不透明體。地球繞日球而運行，月球繞地球而運行，當日、月、地、三球行至一直線上時，即發生日蝕或月蝕的現象。如月球在中央，則月球的影投射於地球上，日爲月所蔽而成日蝕。如地球在中央，則地球的影投射於月球上，因此在望夜不見月而成月蝕。

日蝕常在朔，每十八年四十回，有全蝕、偏蝕和環蝕的不同。因爲地球和日球的距離及月球和地球的距離常有變更，所以月球本影有時達於地面，有時不及地面。當月球本影射到地上時，若我人在牠的本影內望日，則完全不見，是爲全蝕。若我人在牠的半影內望日，則僅缺一部，是爲偏蝕。當月球本影不及地面時，我人自月球本陰的錐頂處望日，則因月小於日，可見日球的中央黑暗而周圍依然光明，是爲環蝕。

月蝕常在望，每十八年二十九回。因爲地球的本影常能達於月球上，所以月蝕僅有全蝕和偏蝕，而無環蝕。月球的軌道和地球的軌道約斜交五度八分，所以朔望未必常爲日月蝕。又月球未必全入地球的本影中，

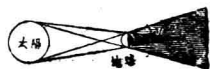


圖 124. 月蝕。

所以月在偏蝕時，日、月、地、三球未必在一直線上。

114.【光波和光速】 光的進行和輻射熱一樣，也由以太的波動，向各方傳播，這種傳光的以太波動，叫做光波，爲橫波的一種。

光波的速度極大，所以從前都以爲光的進行不需時間。在 1675 年丹麥青年天文學家勒麥(Roemer)在巴黎天文台觀察木星的衛星蝕時，始發現光的進行也非經相當的時間不可，因此就測定光的傳播速度。如圖 125 所示，E 爲地球，S 爲太陽，J 爲木星，M 爲木星上的衛星。勒麥測得 M 第一次蝕到第二次蝕所需的時間爲 42 小時 28 分 36 秒，也就是這衛星繞行木星一週所需的時間。當地球在 A 處時和木星相距最近測得

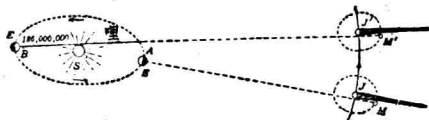


圖 125. 勒麥測定光速方法。

M 蝕的時刻而記之。次預算六個月後地球行至 B 處，以 M 蝕一次須 42 小時 28 分 36 秒來計算，應於某時某分某秒得蝕 113 次。一年後地球又到 A 處，預算應於某時某分某秒 M 遇蝕。但據實測的結果，則於 B 處時所得蝕的時刻較預定時刻遲 16 分 36 秒（合 996 秒），一年後回至 A 處所得蝕的時刻和預定的時刻符合。勒麥以爲 996 秒延

遲的時間，實爲光行地球軌道直徑 AB 所需的時間。依天文學家記算，地球軌道直徑約長 299,000,000 仟米，所以光速約爲每秒 300,000 仟米（或每秒 186,000 哩）。近年來科學家用各種精確方法直接測量光在地面上的速度，所得結果和勒麥所測得的非常相近。

光的速度雖然這樣大，但光自太陽傳至地球須時 8 分 18 秒，又光自北極星射至地球約須 44 年，還有其他天體的光，射至地球要經千年以上的，由此可知宇宙的廣大無際了。

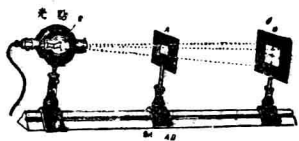
光速在真空中爲最大，在空氣中略較小，但相差極微，即在空氣中的光速，較在真空中僅差萬分之 2.4，故可略去不計。又光在水和玻璃中，速度更較小，即光速在水中爲空氣中的 $\frac{3}{4}$ ，在玻璃中約爲空氣中的 $\frac{2}{3}$ 。

115.【光度和照度】 夜間無日光時，我們就用燭火、煤油燈或電燈等人造光來代替。從我們經驗上講，煤油燈所發的光比燭火來得強，電燈所發的光比煤油燈更強。這種由光源所發光量強弱的程度，叫做光度。光度的單位叫做燭光 (candle power)，簡寫 C. P. 在英國是以鯨腦油製成直徑 2.5 厘米的蠟燭，每小時燃去 7.776 克，火焰約高 4.5 厘米時所具的光度，叫做一

燭光。這種標準燭現在很少採用。在美國則以放於華盛頓標準局中的一組標準白熾燈所發的光作為標準，叫做國際燭光，現在英法等國，也都採用。一切光源都和國際燭光比較，強若干倍的，就叫若干 燭光。

在同一燈光下看書，離燈近的地方較為明亮，離燈遠的地方較為黑暗，這是由於物體表面上所受光量不同的緣故。物體單位面積上所受光量強弱的程度，叫做照度。物體距光源近則照度大而明亮，物體距光源遠則照度小而黑暗。

試取一有小孔的金屬圓球套於電燈上，使光源成為一點（圖126）。再在離球一呎處放一塊硬紙板A，A上有一平方吋的小孔，離小孔二呎處放一屏B，則經過一平方吋孔的光，射在B屏上成四平方吋。如將B屏移動使離A



3呎，則經過一平方吋孔的光播成九平方吋。由此可知，受光的面積依距離的平方而增加，但在每一全面積上的光量相等，所以每平方吋上所受的光量，依距離的平方而減少，換句話說，即照度和距離的平方成反比。照度的單位叫做呎燭光，即以一燭光的光度，照於距離一

呎而和光線垂直的物面上所生的照度，叫做一呎燭光。設用 I 表照度， L 表光度， r 表受光面和光源間的距離，則得一計算照度的公式如下：

$$I = \frac{L}{r^2} \quad \text{即} \quad \text{照度 (呎燭光)} = \frac{\text{燭光數}}{\text{距離的平方 (呎}^2\text{)}}$$

例如 16 支燭光的燈，照於距離一呎的面上，照度爲 16 呎燭光。但如 32 支燭光的燈，照於距離 4 呎的面上，則照度是 $\frac{32}{4^2}$ 或 2 呎燭光。通常在燈下看書，至少須有 3 呎燭光，方適於眼的衛生。

116. 【光度計】 比較各種光源所發光度的儀器，叫做光度計。種類很多，其中最普通的叫做本生光度計，係德國大化學家本生 (Robert Bunsen) 所發明。此計的主要部分爲一白紙屏，紙屏中央有一油點，能透過光線。紙屏放在標準燈 S 和欲測定燭光數的電燈 X 的中間 (圖 127)，並可左右移動。紙屏的兩面，各爲一燈所照。若一面受光較他面爲亮時，則較亮一面

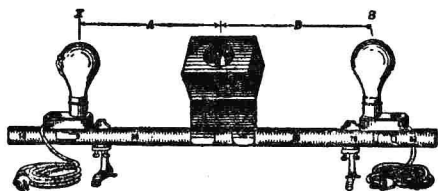


圖 127. 本生光度計。

的油點現一黑點，較暗一面的油點有一白點。將紙屏左

右移動，使油點兩面明暗相同，或這半透明的油點不見，此時即表明油點兩面的照度相等。然後記錄 A 和 B 的距離，依照上述照度的公式，便可算出欲測電燈的燭光數。

$$\text{因油點一面受標準燈的照度 } I = \frac{S \text{ 燈的燭光數}}{B^2}$$

$$\text{油點他面受欲測電燈的照度 } I = \frac{X \text{ 燈的燭光數}}{A^2}$$

現在油點兩面的照度相等，所以

$$\frac{S \text{ 燈的燭光數}}{B^2} = \frac{X \text{ 燈的燭光數}}{A^2}$$

例如 x 燭光的燈離屏 100 厘米與 16 燭光的燈距屏 80 厘米時照度相等，則

$$\frac{X}{100^2} = \frac{16}{80^2} \quad \therefore x = 25 \text{ 燭光}$$

這個具有油點的紙屏，常置於一不透光的匣中（圖 128）。匣的兩旁各開一孔，恰和欲比較的兩燈相對。紙屏兩面各裝一鏡，如圖所示，以便於同時觀察紙屏的兩面。實驗室中常用喬里（Joly）式的光度計匣，匣內有兩片石蠟，用錫箔隔離，以代替油點紙屏和兩鏡。當兩石蠟片的光亮相等時，即兩片的照度相等。

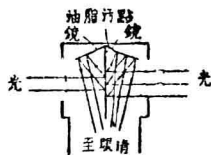


圖 128. 本生光度計盒中有一油點紙屏。

117. 【光的反射】 在第 109 節裏曾經說過，我們所以能夠看見各種物體，由於物體受到外來的光照着時，經牠表面把光反射入人目的緣故。現在就來研究光的反射現象。

由窗隙射入的太陽光線，達到桌上的平面鏡後，即折向另一方向，而仍進行於原介質中，這種現象，叫做光的反射（如圖 129）。射來的原光線 OP 叫入射線，入射線和鏡面上相遇的一點 P 叫入射點，改向後的光線 PE 叫反射線，在 P 點上和鏡面垂直的直線 nm 叫法線，鏡面 mm 叫反射面，法線和入射線所成的角 i 叫入射角，法線和反射線所成的角 r 叫反射角。轉動 mm 的方向，使太陽光線以各種不同的入射角射到鏡面上，結果得下述光的反射定律：

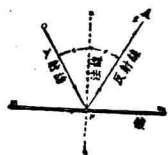


圖 129. 光的反射。

- (1) 入射線、法線、和反射線，在同一平面內，且入射線和反射線各在法線的一側；
- (2) 反射角等於入射角。

上述的入射線，如有若干條平行光線，射至同一平面鏡上，則各條光線的入射角相等，按照光的反射定律，各反射線的反射角也相等，所以反射線也是若干條

平行光線。這種反射叫做單向反射，或稱整齊反射，其反射光線叫做直射光。但是普通物體的表面，終是凹凸不平的粗面，沒有鏡面那樣平滑，所以入射光線雖是平行，反射光線的方向却各不相同，我們從任何方面望去，都有反射光入目，所以能辨別物體的存在。這種反射，叫做亂反射，或稱漫射，其反射的光線，叫做漫射光或稱彌散光。室內照光宜減直射光而增漫射光，因為直射光太濃而眩目，且四周明暗不勻，或一部分成黑影。又室內採光，宜自上而下，以免黑影，所以室頂宜白色，而牆壁下部則宜灰色。



圖 130. 漫射。

日未出而先透曙光，日既沒而猶留夕照，在晝間不能自玻璃窗外窺見室中奧隅，入夜室中點燈則在室內不能望見玻璃窗外的景物，這種現象都可用光的反射作用來解釋。又各種鏡子，是利用光的反射作用而製成，將於下章詳細討論。

118.【光的折射】在 110 節中曾經說過，光是沿直線進行的。不過這只限於光在組織同一的介質中進行時是怎樣的，如果介質不同，則直進於第一介質中的光線，達兩介質的交界處時，即改變其方向而直進於第

二介質中。這種現象叫做光的折射。如圖 131，表示光由空氣射入水中，BO 叫入射線，OA 叫折射線，CD 叫法線，垂直於兩介質的境界面，入射線和法線所成的角 i 叫入射角，折射線和法線所成的角 r 叫折射角。要觀察光的折射現象，可舉行下列兩個實驗：

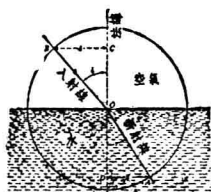


圖 131. 光的折射。

(1)如圖 132，箱側置燈，箱邊的陰影投於 B，今把水注入箱中，則箱邊的陰影移至 D 處。由此可知光自空氣入水時，於其境界面折射，近向法線。

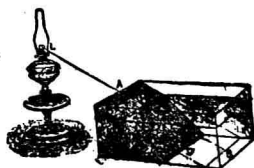


圖 132. 光由空氣斜入水中折射線近向法線。

(2)如圖 133，盆中置銅元一枚，眼在 E 點適能通過邊緣見之。次把水注入盆中，則銅元好像浮起至 B，光線由 NE 方向入眼。由此可知光自水入空氣時，於其境界面折射，遠離法線。

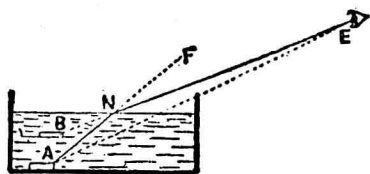


圖 133. 光由水斜入空氣折射線遠離法線。

要表示入射角和折射角的關係，可在入射線和折射線上取相等的距離（圖 131， $AO = BO = 5$ 寸。），並在 A、B 兩點作垂直於法線的線（AD 和 BC），便

知入射角不論怎樣大小。BC 常成 AD 的一定倍數。例如 BC 爲 4 寸，則 AD 必爲 3 寸，所以 $\frac{BC}{AD}$ 爲 $\frac{4}{3}$ 即 1.33，這個比率，叫做折射率。

據實驗的結果，得光的折射定律如下：

- (1) 入射線、法線和折射線在同一平面內，且入射線和折射線各在法線的一側；
- (2) 光線由疏介質入密介質時，則作近於法線的折射，即入射角大於折射角，光線由密介質入疏介質時，則作遠於法線的折射，即入射角小於折射角；但入射角的大小不論怎樣，兩介質的折射率爲一常數。

折射率也可用入射角的正弦和折射角的正弦之比來表示。正弦是三角上爲對邊和斜邊之比。如圖 131，入射角的正弦爲 $\frac{BC}{BO}$ ，折射角的正弦爲 $\frac{AD}{AO}$ ，因 $AO = BO$

$$\text{所以 } \frac{\angle i \text{ 的正弦}}{\angle r \text{ 的正弦}} = \frac{BC/BO}{AD/AO} = \frac{BC}{AD} = \text{折射率}$$

茲將光自空氣入他種介質中的折射率，開列數種如下：

介質	水	酒精	松節油	二硫化碳	醚	冰	鉛玻璃	鈣玻璃	水晶	金剛石
折射率	1.33	1.36	1.47	1.63	1.35	1.31	1.64	1.53	1.55	2.49

折射率不特爲入射角的正弦和折射角的正弦之比，並且等於光在兩種介質中速度之比，所以我們要知道

道光在各種介質中進行的速度，就可用各種折射率來計算。例如要求光在水中的速度，則因已知光自空氣入水中的折射率為 $\frac{4}{3}$ ，光在空氣中的速度為 30 0000 仟米，又因

$$\frac{\text{光在空氣中的速度}}{\text{光在水中的速度}} = \frac{4}{3}$$

故光在水中的速度 = 225000 仟米/秒

119.【全反射】 由上節所述的折射定律，可知光線由水入空氣時，即由密介質入疏介質時，折射線遠離法線，即折射角大於入射角。但兩介質的折射率為一個常數，即入射角增大時，折射角也同時增大。如圖 134，光線自水中 a 處沿 ao 方向入射，而依 oa' 方向折射。若入射角增大，如入射線為 bo 方向，則折射角也增大而依 ob' 方向折射。若入射角再增大，如入射線為

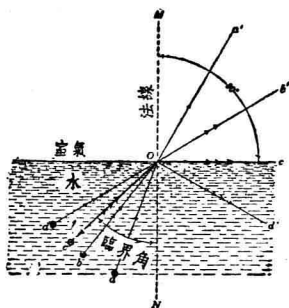


圖 134. 全反射。

co 方向，則折射角也再增大而竟至 90° ，因此折射線 oc' 與境界面平行。若入射角更增大，如入射線為 do 方向，則光線不再折射，而依 od' 方向全部反射入水內。好像光線射至平面鏡上的作用相同。這種現象，叫做