

實物

物理

2000
手冊

教師用書

TRC

931
B
td.1

1

反射定律 — 平面鏡

本實驗為錄影帶中的同標題實驗。錄影帶的位置 = 01:10。

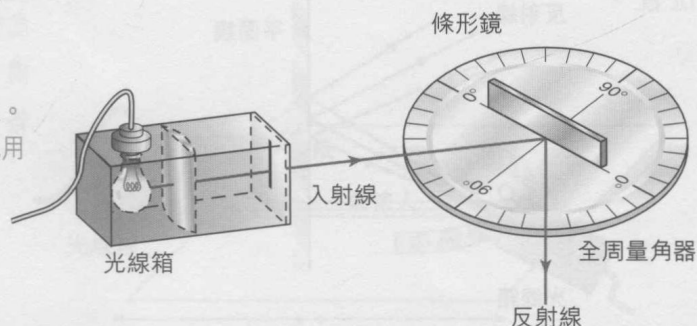
本實驗為教科書第 6 頁的實驗 1.1。

反射定律

1 如圖所示裝置儀器。

課程目標

用光線箱研究平面鏡的反射現象。
利用光線箱使實驗更具體，避免用「無視差」法。



影印一個全周量角器來做底盤可得出更好的實驗結果。如果找不到，影印兩個半周量角器亦可。

2 把一條從光線箱發出的光線投射到平面鏡上。

3 量度入射角 i 和反射角 r 。

4 用不同的入射角重複量度。

5 把實驗結果填寫在下面的表格中。

實驗結果：

入射角 i						
反射角 r						

問題：

1 比較入射角與反射角，它們之間有甚麼關係？

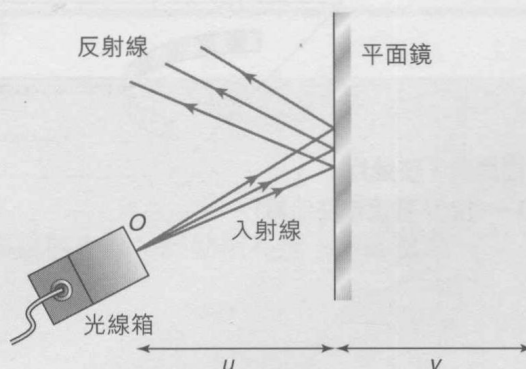
入射角與反射角相等。

本實驗為教科書第 9 頁的實驗 1.2。

根據光線確定像的位置

1 如圖所示裝置儀器。

2 讓發散的光束投射到平面鏡上。



- 3 在紙上分別標出物體的位置、入射線、反射線和鏡面。
- 4 沿着反射線的相反方向，用虛線繪畫延長線以確定像的位置。

學生應把儀器放置在平坦的白紙上，以便沿着反射線的相反方向，用虛線繪畫延長線確定像的位置。

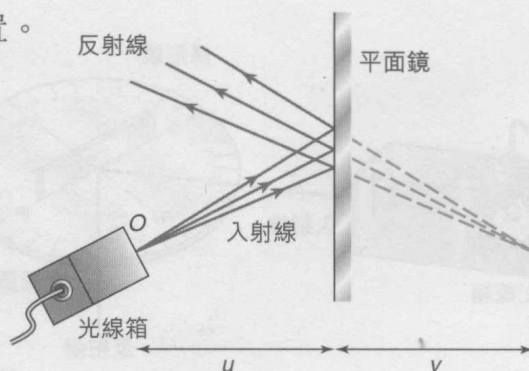
提醒學生用虛線繪畫虛光線和虛像。

問：本實驗中的物體是甚麼？

答：燈絲。

實驗結果：

完成右圖以定出像的位置。



問題：

- 1 比較物距 u 和像距 v ，它們有何關係？

物距 u 與像距 v 相等。

- 2 用直線連結物體 O 和影像 I ，該直線與鏡面間的夾角是多少？

夾角為直角或 90° 。

總結

- 1 入射線，反射線和法線均在同一平面上。
- 2 入射角 i 等於反射角 r 。
- 3 物體 O 和影像 I 的連線與鏡面成直角。
- 4 物距與像距相等 (相等/不等)。

實驗器材

光線箱、柱面透鏡、狹縫片
 電源裝置 (0 – 12 V 直流或交流電)
 條形鏡
 全周量角器
 平坦的白紙
 直尺

課程目標 用光線箱研究柱面凹鏡和柱面凸鏡上的反射現象。

反射定律 — 球面鏡

本實驗為教科書第 28 頁的實驗 2.1，在該處附有實驗結果的照片。

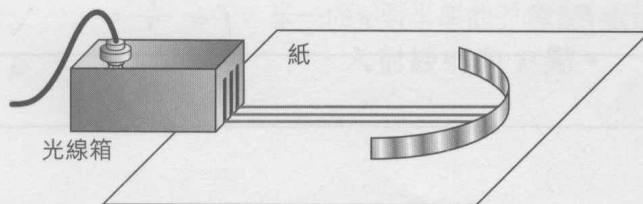
本實驗為錄影帶中的同標題實驗。

錄影帶的位置 = 03:38。

光在凹鏡與凸鏡上的反射

凹鏡

- 1 如圖所示裝置儀器。



若用金屬片來代替鏡子做實驗，則應把它屈曲到合適的程度，以確保結果正確。

- 2 把曲率半徑為 r 的凹鏡放置在白紙上，標出該鏡的中心，這就是此鏡的極點 P 。
- 3 沿着主軸向凹鏡投射平行光束。
- 4 標出主焦點 F 並量度焦距 f 。

教師可以先用一組窄的光束示範實驗，以便更清楚地顯示像的位置。

提醒學生先讓光線直射在鏡面，然後改變光線箱的位置，觀察對結果有何影響。

實驗結果：

曲率半徑 $r =$ _____ cm

焦距 $f =$ _____ cm

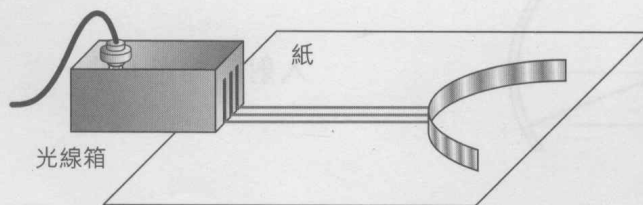
問題：

- 1 f 與 r 有甚麼關係？

焦距 f 是曲率半徑 r 的一半， $f = \frac{r}{2}$ 。

凸鏡

- 1 如圖所示裝置儀器。



- 2 把曲率半徑為 r 的凸鏡放置在白紙上，標出該鏡的中心，該點稱為鏡子的極點 P 。
- 3 沿着主軸向凸鏡投射平行光束。
- 4 標出焦點 F 並量度焦距 f 。

實驗結果：

曲率半徑 $r =$ _____ cm

焦距 $f =$ _____ cm

問題：

1 r 與 f 的關係與前者相同嗎？

是的，凹鏡與凸鏡的焦距 f 皆等於曲率半徑 r 的一半， $f = \frac{r}{2}$ 。

作圖規則

凹鏡

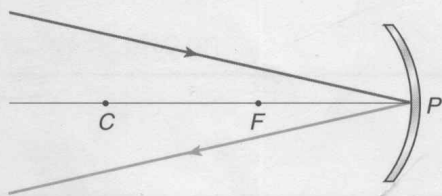
1 如下面的光線圖所示，朝凹鏡投射一條光線。

實驗結果：

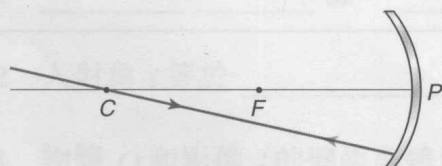
畫出反射線以完成光線圖。

問：C、F和P點各代表甚麼？

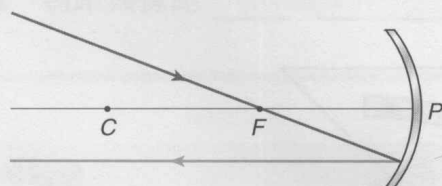
答：C為曲率中心，F為焦點，而P為極點。



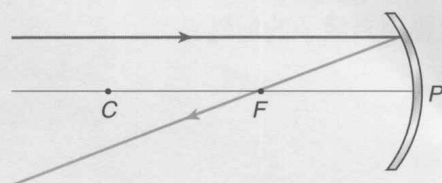
入射線射向P點。



入射線經過C點。



入射線經過F點。



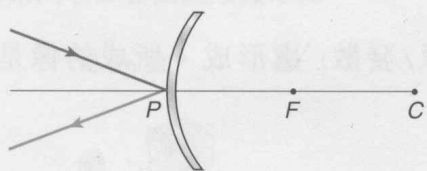
入射線與主軸CP平行。

凸鏡

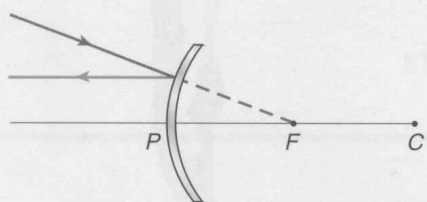
1 如下圖所示，朝凸鏡投射一條光線。

實驗結果：

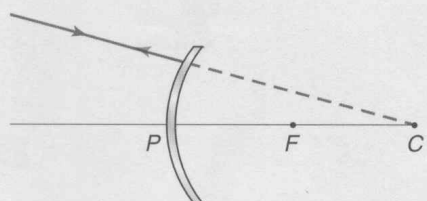
畫出反射線以完成光線圖。



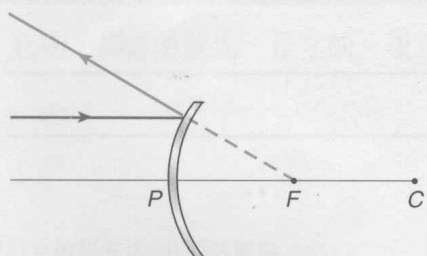
入射線射向 P 點。



入射線射向 F 點。



入射線射向 C 點。



入射線與主軸 CP 平行。

凸鏡成像

1 在距離 10 cm 處，拿一面凸鏡，在鏡中觀察自己的影像。

2 鏡中觀察到的影像有何變化？

問題：

1 你的影像有何變化？

總 結

- 1 凹鏡中的像會在反射線 會聚 (會聚/發散) 處形成。所成的像是 實像 (實像/虛像)。
- 2 凹鏡的主焦點在鏡面的 前方 (前方/後方)。
- 3 凸鏡中的像會在反射線 發散 (會聚/發散) 處形成。所成的像是 虛像 (實像/虛像)。
- 4 凸鏡的主焦點在鏡面的 後方 (前方/後方)。
- 5 球面鏡的焦距 f 等於 $-\frac{r}{2}$ ($\frac{r}{2}$ 、 $2r$)。

實驗器材

光線箱、柱面透鏡、狹縫片
電源裝置 (0 – 12 V 直流或交流電)
柱面凹鏡
柱面凸鏡
尺或圓規
平坦的白紙

課程目標 研究球面鏡的成像。

球面鏡成像

本實驗為教科書第 30 頁的實驗 2.3。

本實驗為錄影帶中的同標題實驗。

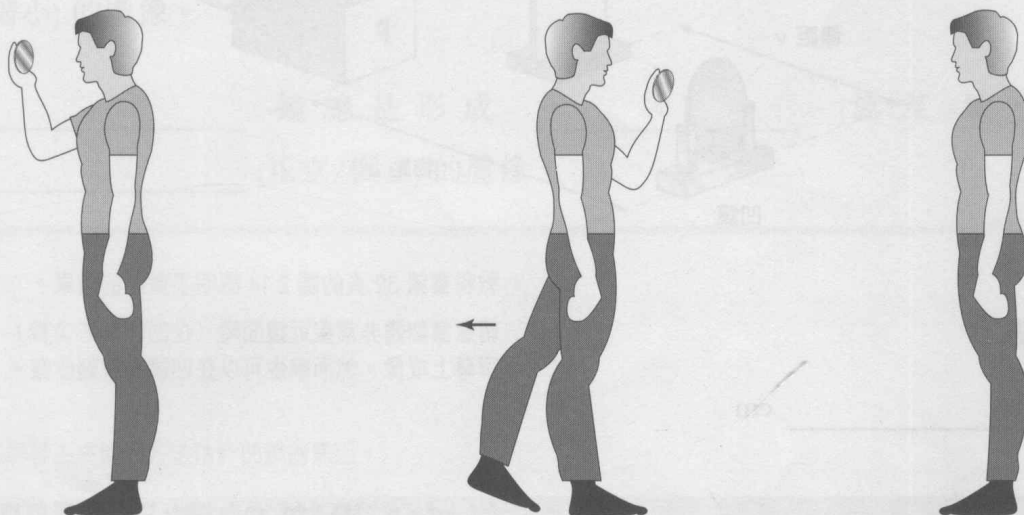
錄影帶的位置 = 07:50。

凹鏡成像(方法 1)

- 1 在眼前 10 cm 處，拿一面凹鏡，在鏡中觀察自己的影像。
- 2 請同學拿着凹鏡緩緩走開。

10 cm 遠

同學走開



學生開始時應站於接近凹鏡的位置
(在凹鏡與 F 之間)。

問題：

- 1 你的影像有何變化？

起初，影像是放大、正立的。後來，隨着凹鏡移遠，影像變為縮小且倒立的。

本實驗為教科書第 38 頁的實驗 2.4。

凸鏡成像

- 1 在眼前 10 cm 處，拿一面凸鏡，在鏡中觀察自己的影像。
- 2 請同學拿着凸鏡緩緩走開。

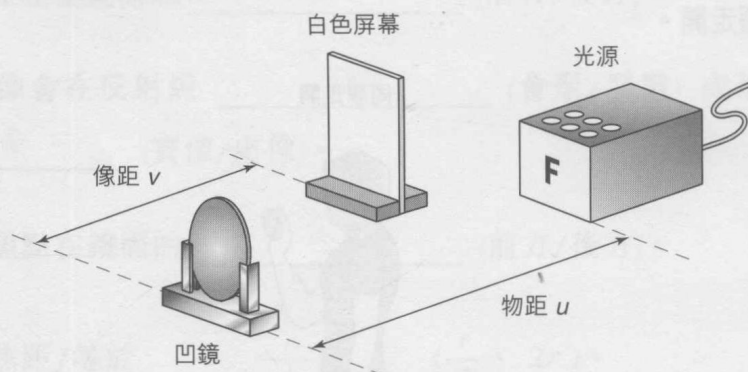
問題：

- 1 你的影像有何變化？

起初，影像是縮小、正立的。後來，隨着凸鏡移遠，影像縮得更小仍是正立的。

凹鏡成像(方法 2)

- 1 如圖所示裝置儀器。
- 2 開始時用較遠的物距 (約 50 cm)。
- 3 移動屏幕直到形成清晰的影像。



教科書第 32 頁的圖 2.14 說明了實驗的結果。

留意當物體非常接近鏡面時 (在凹鏡與 F 之間)，不能在屏幕上成像。然而學生可以在凹鏡裏看到虛像。

實驗結果：

物距 = _____ cm

問題：

- 1 在此物距下，像是正立的還是倒立的？

像是倒立的。

- 2 像是放大還是縮小了？

像是縮小的。

- 4 用較近的物距重複實驗，移動屏幕直到清晰成像。

實驗結果：

新物距 = _____ cm

問題：

- 3 當物距縮短，像距是增加還是縮短？

當物距縮短，像距增加。

- 4 當物距縮短，影像變大還是變小？

當物距縮短，像距變大。

總 結

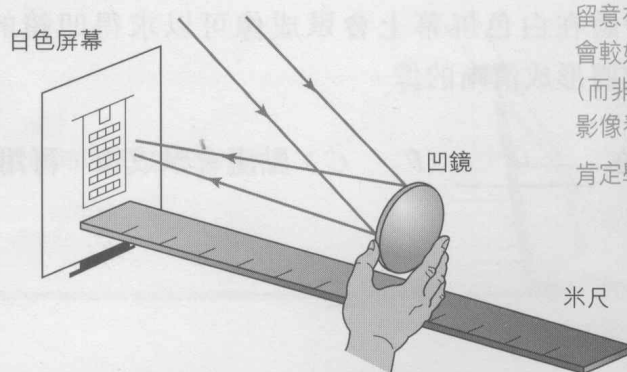
- 1 物距的大小決定了 _____ (凹/凸) 鏡的成像是實像還是虛像。實像總是 _____ (倒立的/正立的)，而虛像總是 _____ (正立的/倒立的)。
- 2 _____ (遠處/近處) 的物體會形成倒立的實像。
_____ (遠處/近處) 的物體則會形成正立、_____ (放大/縮小) 的虛像。
- 3 _____ 鏡總是形成 _____ (放大/縮小) 且 _____ (正立/倒立) 的虛像。

課程目標

用遠距物在屏幕上成像的方法估計凹鏡的焦距。

量度凹球面鏡的焦距(方法 1)

- 1 站在明亮的窗戶旁，在白色屏幕上用凹球面鏡形成遠處物體的像，例如一幢樓房。
- 2 移動凹鏡直到屏幕上的影像清晰為止。白色屏幕的面是焦平面。



留意在晴天進行實驗所得的結果會較好，如果影像的顏色較鮮明（而非類似屏幕的白色或灰色），影像看來也會比較清晰。
肯定學生注意到影像是倒立的。

- 3 量度屏幕與鏡面的距離，可得焦距 f 。

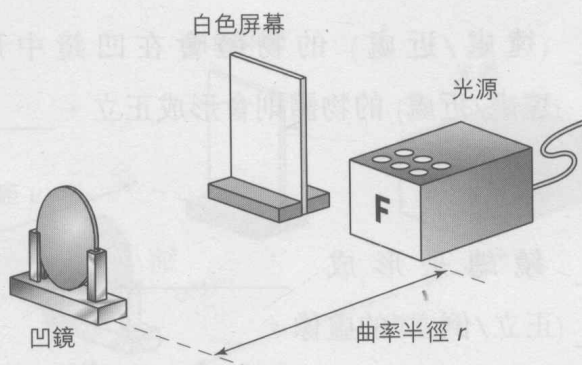
實驗結果：

凹鏡的焦距 $f =$ _____ cm

量度凹球面鏡的焦距(方法 2)

- 1 如圖所示裝置儀器。
- 2 移動凹鏡直到在白色屏幕上清晰成像。

要求學生在圖中畫出影像。
留意影像是倒立的。



- 3 量度屏幕與鏡面的距離，求曲率半徑 r 。

實驗結果：

曲率半徑 $r =$ _____ cm

因 $f = \frac{r}{2}$ ，所以焦距 $f =$ _____ cm

總 結

- 1 利用遠處的物體在白色屏幕上會聚成像可以求得凹鏡的焦距。在 _____ F (F 、 C) 點處將形成清晰的像。
- 2 利用發光物體在 _____ C (F 、 C) 點處會聚成像，再用 $f = \frac{r}{2}$ 也可求得凹鏡的焦距。

實驗器材

凹球面鏡
凸球面鏡
透鏡或鏡子的座
光源
白色屏幕
米尺

課程目標

折射現象的例子：(a)硬幣在水中再現 (b)筷子在水中顯得彎曲 (c)實深和視深。

有關折射的實例

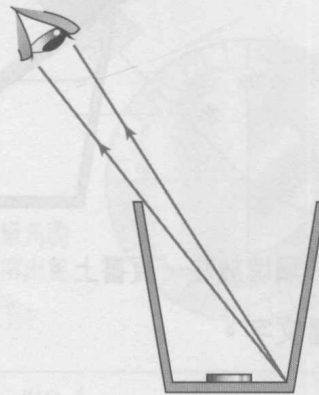
本實驗為教科書第 61 頁的實驗 3.2。

本實驗為錄影帶中的同標題實驗。錄影帶的位置 = 10:35。

視深

- 1 把一枚硬幣放在杯或碗中。
- 2 把頭移開直至剛好看不到硬幣。
- 3 然後在碗中加水。

向學生強調必須緩慢加水，如果加水太快，硬幣將會隨水移動。



硬幣不見了

問題：

- 1 加水後你能看見硬幣嗎？

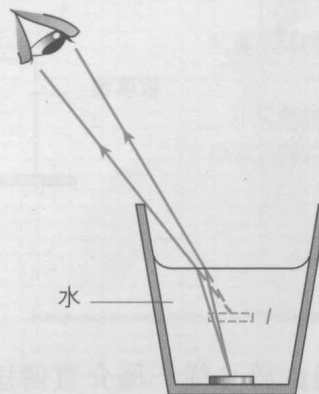
加水後能看見硬幣。

- 4 畫光線圖說明在碗中加水後，光線是如何折射進入眼睛的。

實驗結果：

如果學生在繪畫這圖時感到困難，要求他們翻閱教科書第 62 頁的圖片。

要求學生指出圖中硬幣的實深和視深。



硬幣重新出現了

- 5 現在把幾根筷子放入盛了水的容器中。
- 6 然後觀察筷子。

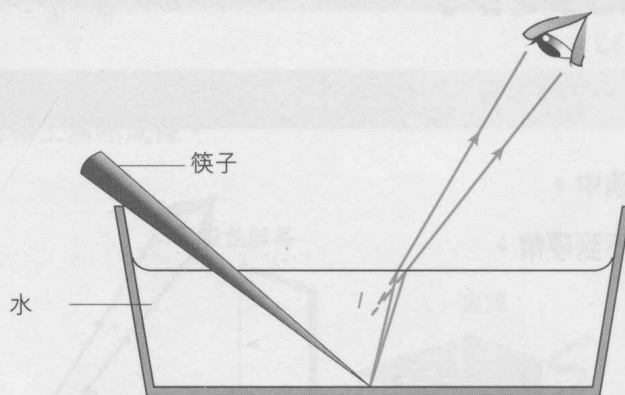
問題：

- 2 筷子看來怎樣？

筷子看來彎曲了。

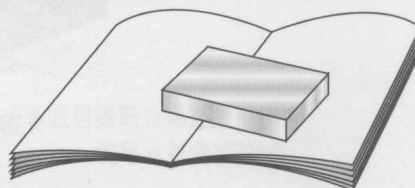
7 畫光線圖說明來自筷子尖端的光線是如何折射進入眼睛的。

實驗結果：



8 最後，把方形玻璃塊放在一頁書上。

9 透過玻璃塊觀看文字。



問題：

3 文字是否看來升高了？

是，文字看來升高了。

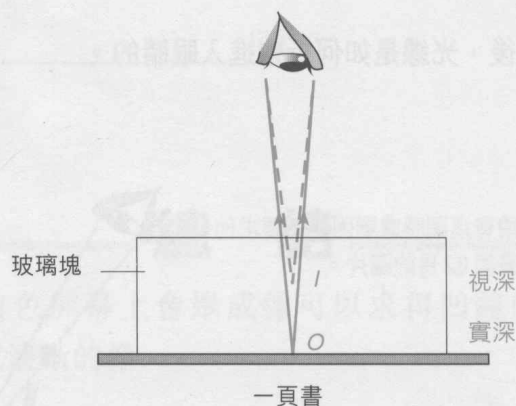
10 畫光線圖說明來自玻璃塊底部的光線是如何折射進入眼睛的。標出像的實深與視深。

實驗結果：

問：是否所有物質的實深與視深的差別都相同？

答：不，折射率較高的物質，實深與視深的差別較大。

例如，在實深相同的情況下，物體在玻璃中的視深較在水中的視深小。



總結

- 1 光的折射是由於光從一種介質傳送到另一種介質時速率 改變 而引起的。
- 2 水中的物體顯得比實際離水面的距離 近些 (近些/遠些)，這是由於光的折射引起的。

實驗器材

硬幣
碗或杯

筷子
燒杯

方形玻璃塊

課程目標 用半圓玻璃研究光的折射現象。

折射定律

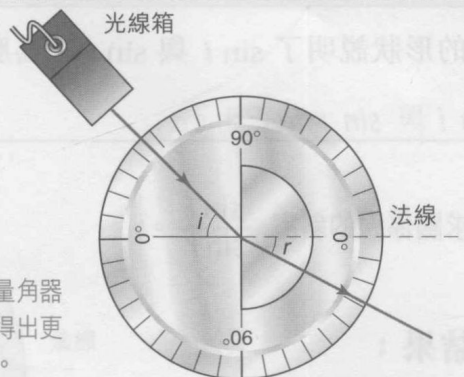
本實驗為教科書第 55 頁的實驗 3.1。

本實驗為錄影帶中的同標題實驗。錄影帶的位置 = 11:30。

折射定律

- 1 如圖所示裝置儀器。
- 2 把一條光線射向半圓形玻璃塊直邊的中央。
- 3 量度入射角 i 和折射角 r 。
- 4 以不同的入射角重複這步驟。
- 5 將得到的結果填在下面的表格中。

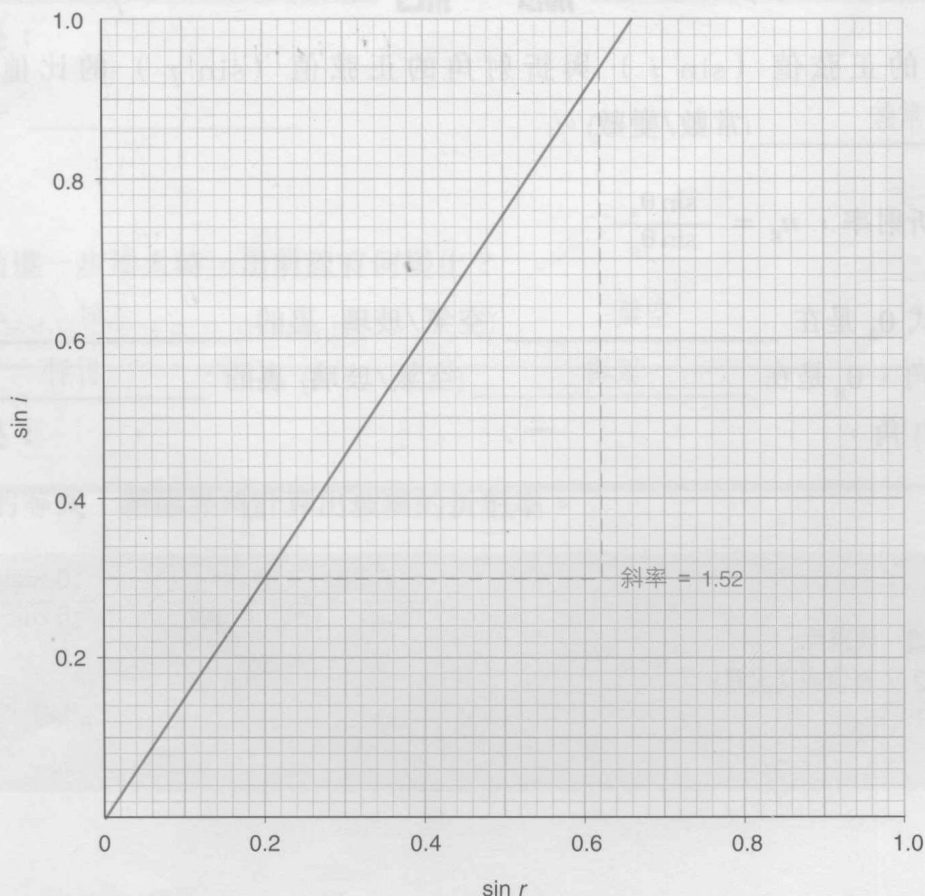
影印一個全周量角器作為底盤，可得出更好的實驗結果。



實驗結果：

入射角 i	折射角 r	$\sin i$	$\sin r$

- 6 畫出 $\sin i$ 與 $\sin r$ 的關係線圖。



錯誤的概念

許多學生量度入射角時出錯是因為他們並不知道入射角是入射線與法線的夾角。對折射角的情況亦一樣。

問題：

1 圖中所示的是一條直線嗎？

是，圖中的是一條直線。

2 線的形狀說明了 $\sin i$ 與 $\sin r$ 有甚麼關係？

$\sin i$ 與 $\sin r$ 成正比。

7 試求關係線的斜率 $\frac{\sin i}{\sin r}$ 。

實驗結果：

關係線的斜率 = _____

此斜率，即 $\frac{\sin i}{\sin r}$ ，稱為玻璃的折射率， n_g 。

∴ 關係線的斜率 = 玻璃的折射率

給學生其他物質的折射率（參閱教科書第 58 頁），並要求他們在前頁的圖表紙上畫出這些曲線的形狀。

總 結

1 入射角的正弦值（ $\sin i$ ）與折射角的正弦值（ $\sin r$ ）的比值是一個
常數（常數/變數）。

2 玻璃的折射率， $n_g = \frac{\sin \theta_a}{\sin \theta_g}$

在此等式 θ_a 是在 空氣（空氣/玻璃）裏的 入射（入射/折射）角， θ_g 是在 玻璃（空氣/玻璃）裏的 折射（入射/折射）角。

實驗器材

光線箱、柱面透鏡、狹縫片
電源裝置（0 – 12 V 直流或交流電）
半圓形玻璃塊
全周量角器

課程目標 用半圓玻璃研究臨界角和全反射。

全反射

本實驗為教科書第 64 頁的實驗 3.3。

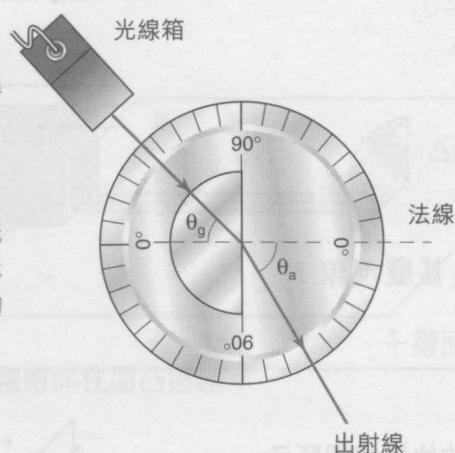
本實驗為錄影帶中的同標題實驗。錄影帶的位置 = 13:44。

臨界角

1 如圖所示裝置儀器。

影印一個全周量角器作為底盤可得出更好的實驗結果。

教師首先示範如何移動光線箱使光線的入射角慢慢增加，向學生展示當入射角接近臨界角時，折射線的光度會逐漸減弱。



- 2 向着半圓形玻璃塊的曲線邊緣投射一條光線。
- 3 調整光線使之穿過玻璃塊的中心。
- 4 逐漸增大入射角 (即增大角 θ_g)，並觀察出射線的變化。
- 5 當出射線與玻璃塊的直邊平行時，量度角 θ_g ，這就是臨界角 C 。

實驗結果：

臨界角 $C =$ _____

問題：

- 1 當 θ_g 角進一步增大時，出射線有何變化？

出射線因全反射現象向玻璃塊內反射。

實驗結果：

使用下面的等式，藉臨界角計算出玻璃的折射率。

$$n_g = \frac{\sin \theta_a}{\sin \theta_g} = \frac{\sin 90^\circ}{\sin C} = \frac{1}{\sin C}$$

玻璃的折射率 $n_g =$ _____



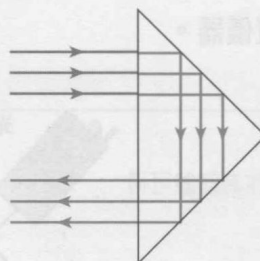
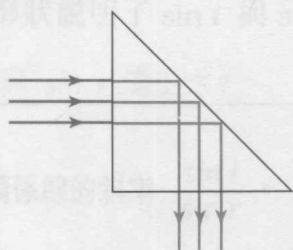
課程目標 稜鏡潛望鏡的結構。

本實驗為教科書第68頁的實驗3.4。

稜鏡潛望鏡的構成原理

1 如下圖所示，用平行光線射向等邊直角稜鏡。

2 完成以下的光線圖。

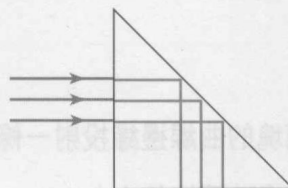


問題：

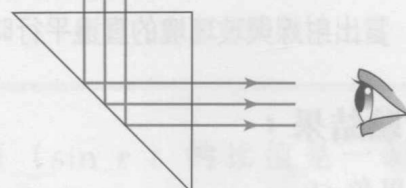
1 當入射角大於臨界角時會產生甚麼現象？

光線發生全反射，而稜鏡如同一面鏡子。

3 現在取兩個等邊直角稜鏡，放置的位置如圖所示。



4 完成右方的光線圖。



問題：

2 你製成了甚麼？

一具稜鏡潛望鏡。

總結

- 1 當光線從光 密 (密/疏) 區射向光 疏 (密/疏) 區，且入射角 大於 (大於/小於) 臨界角，會發生全反射。

實驗器材

光線箱、柱面透鏡、狹縫片
電源裝置 (0 - 12 V 直流或交流電)
半圓形玻璃塊

全周量角器
兩塊等邊直角稜鏡