

# 物理 2000

陳 榮 凱  
梁 弘 譽  
吳 珊 麗  
曾 劍 華

教師用書

1

## 本教材的特點

### 文字簡單

- 敘述簡明、資料豐富。
- 文字精練、言簡意賅。
- 重要文詞用粗體印刷並加附英文。
- 圖表旁的相關照片能幫助理解及提高學習興趣。
- 每章都有總結，概括基本物理概念。
- 「重要詞彙」有助於複習。

### 避免錯誤概念

- 針對常見的錯誤概念在課文中間適當加入「課堂練習」。使學生可以及早指出錯誤概念，並為深入學習打下堅實基礎。

### 預備香港中學會考

- 為學生提供了所有類型的香港中學會考考題，包括最新的簡短題目。
  - 「練習」中的題目反映出了考題的最新動向。
  - 「多項選擇題」和「簡短的複習題」提供全面的複習。
- (注意：標以星號 (\*) 的題目屬較深的題目。)

### 日常物理

- 每章的首頁有讀前提問，促使學生思考對該主題的既有認識，或探索感興趣的問題。
- 「有趣的問題」以問題的形式提供更豐富的資料，以激發學生對物理的興趣。
- 「物理與我」列舉了日常生活中的物理實例。

## 實驗

- 包括所有香港課程發展議會和香港中學會考物理課程要求的實驗。
- 課文中加入實驗裝置的照片和圖解以幫助理解。
- 包含一些作總結的問題。

## 教師用書的特點

教師用書用紅字印出教師用的文字，包含更多特點。在正文的旁邊可以找到紅字的批注，內容包括：

- 學生常見的錯誤概念。
- 課堂提問和答案是教師教學的輔助資料。
- 「課程目標」簡述香港課程發展議會和香港中學會考物理課程的要求。
- 額外的教學說明為教師提供教學的補充材料。
- 教學提示指出經常出現的誤解、困惑和書寫錯誤。
- 「資料庫」提供了特別的資料，教師可自由選用。
- 題目旁附有答案，便於解說。《解題手冊》中有完整的解題方法和答案，供教師選用。

這套教材還附有全套的教學輔助資料，包括《解題手冊》，提供所有題目的詳細解題和答案；實驗的影帶以及其他許多資料。

# 目錄

## 光學

<b>1</b>	<b>光在平面上的反射</b>	<b>2</b>
1.1	光線和光束	3
1.2	光與視線	5
1.3	平面反射	6
1.4	光滑表面和不平表面的反射	8
1.5	平面鏡成像	9
1.6	潛望鏡	15
1.7	平面鏡的應用	17
	總結	18
	重要詞彙	18
	有趣的問題	19
	多項選擇題	20
	簡短的複習題	21
	練習	22
<b>2</b>	<b>球面鏡的反射</b>	<b>24</b>
2.1	球面鏡	25
2.2	凹鏡和凸鏡成像	27
2.3	凹鏡的光線圖作法	30
2.4	凹鏡的應用	36
2.5	凸鏡的光線圖作法	37
2.6	凸鏡的應用	40
2.7	像的放大率	42
	總結	44
	重要詞彙	45
	有趣的問題	45
	多項選擇題	46
	簡短的複習題	47
	練習	49
<b>3</b>	<b>光的折射</b>	<b>52</b>
3.1	光的折射	53
3.2	折射定律	54
3.3	斯涅耳定律和折射率	56
3.4	玻璃塊的折射	59
3.5	稜鏡的折射	60
3.6	實深與視深	61
3.7	全反射和臨界角	64
3.8	稜鏡中的全反射	68
3.9	光導纖維	70
3.10	海市蜃樓	72
	總結	74
	重要詞彙	74
	有趣的問題	75
	多項選擇題	76
	簡短的複習題	78
	練習	79
<b>4</b>	<b>透鏡</b>	<b>82</b>
4.1	透鏡的兩種類型	83
4.2	凸透鏡的光線圖和成像	86
4.3	凹透鏡的光線圖和成像	94
4.4	放大率	97
	總結	98
	重要詞彙	99
	有趣的問題	99

	多項選擇題	100
	簡短的複習題	103
	練習	104
<b>5</b>	<b>光學儀器</b>	<b>106</b>
	5.1 人的眼睛	107
	5.2 視力毛病	109
	5.3 照相機	113
	5.4 放大鏡	117
	總結	118
	重要詞彙	118
	有趣的問題	119
	多項選擇題	120
	簡短的複習題	121
	練習	122
	<b>熱學</b>	
<b>6</b>	<b>分子運動論</b>	<b>124</b>
	6.1 物質的三種狀態	125
	6.2 分子運動論	126
	6.3 分子隨機運動的證據	127
	6.4 分子運動與壓強	129
	總結	133
	重要詞彙	133
	有趣的問題	134
	多項選擇題	135
	簡短的複習題	136
	練習	137
<b>7</b>	<b>溫度和溫度計</b>	<b>138</b>
	7.1 量度溫度	139
	7.2 液體溫度計	142
	7.3 量度體溫	145
	7.4 其他溫度計	146
	總結	150
	重要詞彙	151
	有趣的問題	151
	多項選擇題	152
	簡短的複習題	153
	練習	154
<b>8</b>	<b>熱與內能</b>	<b>156</b>
	8.1 熱與內能	157
	8.2 功與內能	157
	8.3 功率	158
	8.4 熱容量	159
	8.5 比熱容量	160
	8.6 混合物	165
	8.7 水的高比熱容量	170
	總結	173
	重要詞彙	173
	有趣的問題	174
	多項選擇題	175
	簡短的複習題	176
	練習	177
<b>9</b>	<b>物態變化</b>	<b>180</b>
	9.1 狀態改變	181
	9.2 影響熔點和沸點的因素	183

9.3	冷卻曲線	185
9.4	熔解潛熱	187
9.5	熔解比潛熱	187
9.6	汽化潛熱	191
9.7	汽化比潛熱	191
	總結	195
	重要詞彙	195
	有趣的問題	196
	多項選擇題	197
	簡短的複習題	198
	練習	200
<b>10</b>	<b>壓強和氣體定律</b>	<b>202</b>
10.1	壓強是甚麼？	203
10.2	量度壓強	204
10.3	氣體的壓強與體積( $p-V$ )的關係	206
10.4	氣體的體積與溫度( $V-T$ )的關係	210
10.5	氣體的壓強與溫度( $p-T$ )的關係	214
10.6	普適氣體定律	218
10.7	氣體定律和分子運動論	220
	總結	224
	重要詞彙	224
	有趣的問題	225
	多項選擇題	226
	簡短的複習題	228
	練習	229
	<b>力學</b>	
<b>11</b>	<b>位移、速度和加速度</b>	<b>232</b>
11.1	標量與向量	233
11.2	路程與位移	234
11.3	速率	235
11.4	速度	237
11.5	加速度	239
11.6	直線運動的線圖	240
11.7	計時器	246
11.8	運用打點計時紙帶分析運動情況	248
11.9	勻加速運動的公式	253
11.10	重力作用下的垂直運動	257
11.11	物體在斜面上運動	262
	總結	263
	重要詞彙	264
	有趣的問題	264
	多項選擇題	265
	簡短的複習題	267
	練習	268
<b>12</b>	<b>力的本質</b>	<b>272</b>
12.1	力的效應	273
12.2	力的加法和分解	274
12.3	摩擦力	277
12.4	牛頓運動第一定律	281
12.5	慣性	282
12.6	質量與重量	284
12.7	力的轉動效應	286
	總結	292
	重要詞彙	293
	有趣的問題	293
	多項選擇題	294

簡短的複習題	295
練習	296
<b>13 力和運動</b>	<b>298</b>
13.1 力、質量和加速度之間的關係	299
13.2 牛頓運動第二定律	299
13.3 終端速度	305
13.4 牛頓運動第二定律的應用實例	306
13.5 牛頓運動第三定律	313
13.6 牛頓運動第三定律的應用	314
總結	317
重要詞彙	317
有趣的問題	317
多項選擇題	318
簡短的複習題	320
練習	322
<b>14 動量與碰撞</b>	<b>326</b>
14.1 動量是甚麼?	327
14.2 不同類型的碰撞	328
14.3 動量守恆	328
14.4 爆炸	334
14.5 動量與牛頓第二定律	335
14.6 動量與衝量	337
14.7 動量守恆與牛頓第三定律	340
14.8 表觀非守恆的動量	341
總結	343
重要詞彙	343
有趣的問題	344
多項選擇題	345
簡短的複習題	346
練習	347
<b>15 功、能量和功率</b>	<b>350</b>
15.1 不同形式的能量	351
15.2 功和能量	352
15.3 引力勢能的計算	355
15.4 動能的計算	356
15.5 功率	366
總結	369
重要詞彙	369
有趣的問題	370
多項選擇題	372
簡短的複習題	373
練習	374
<b>16 機械</b>	<b>378</b>
16.1 機械的用處	379
16.2 效率	380
16.3 槓桿	382
16.4 斜面	385
16.5 螺旋起重器	387
16.6 汽車的功率和效率	391
總結	392
重要詞彙	392
有趣的問題	393
多項選擇題	394
簡短的複習題	395
練習	396
索引	398
附錄	401
答案	402

第一 部 分

# 光學



# 1 光在平面上的反射

1 除非面對着光源，否則在太空中是看不到任何光線的。為甚麼？

答案在第 4 頁。



2 這些密碼代表甚麼？

$\frac{m \times 2}{50 \text{ cm}}$  高 (a)  
 $\frac{m \times 2}{50 \text{ cm}}$  高 (b)  
 $\frac{m \times 2}{50 \text{ cm}}$  高 (c)  
 $\frac{m \times 2}{50 \text{ cm}}$  高 (d)

答案

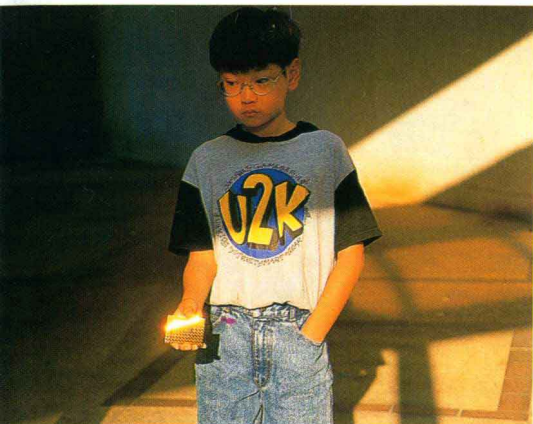
$\frac{m \times 2}{50 \text{ cm}}$  高 (a)  
 $\frac{m \times 2}{50 \text{ cm}}$  高 (b)  
 $\frac{m \times 2}{50 \text{ cm}}$  高 (c)  
 $\frac{m \times 2}{50 \text{ cm}}$  高 (d)

2 這些密碼代表甚麼？ 答案在第 10 頁。

3 潛望鏡的構造和運作是怎樣的？

答案在第 15 頁。





你曾用閃卡或鏡子照向朋友或同學嗎？這是運用了光的反射原理。你每天照鏡子亦體驗了反射現象。

要學生舉出其他反射例子，如光線可透過玻璃或水反射。部分學生知道我們能看到物體是因為物體反射光線。這點將在第5頁討論。

圖 1.1 用閃卡照向朋友

## 1.1 光線和光束

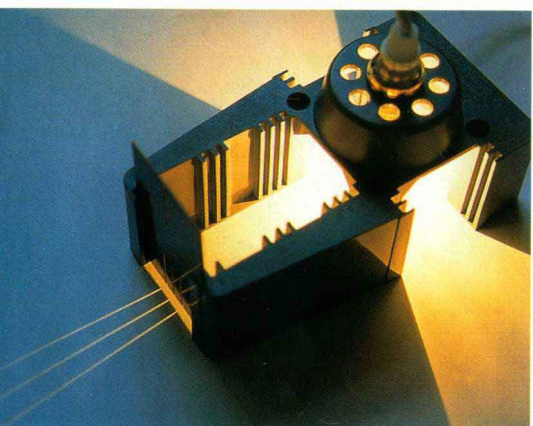


圖 1.2 產生光線的光線箱

### 光碟 光線和光束

這程式顯示三種光束：平行光束、會聚光束和發散光束。光線的會聚和發散程度可以調校。

問：光線和光束有何分別？

答：光線是一條纖細的光，而眾多的光線集結成光束。

光是一種能量，可用眼睛感應。一條纖細的光稱為光線 (ray)，在圖中，光線用一條帶箭頭的直線來表示，箭頭表示光的傳播方向。許多光線集成光束 (beam)，可分為平行 (parallel)、會聚 (convergent) 和發散 (divergent) 三種類別 (如圖 1.3)。

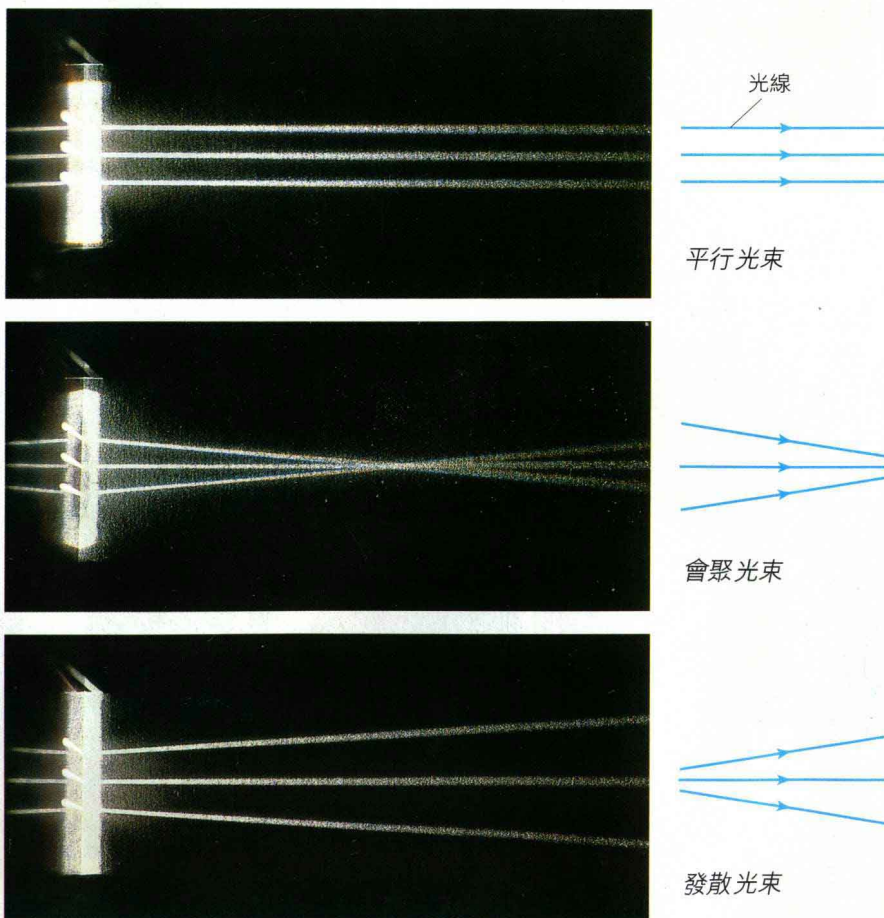


圖 1.3 光線箱發出的光束

問：有甚麼證據可證明光是直線傳播的？

答：在電影院裏，我們看到光束的邊緣是直線。

## 光的特性

光有多種特性，以下是其中兩種：

1 光是沿直線傳播的，在日常生活中有很多例證。例如：當空氣中有煙霧，煙霧粒子反射光線，使我們看到光束的邊緣是筆直的（如圖1.4）。此外，我們看不見轉彎位置的物件，亦可證明光是沿直線傳播的。

2 光線傳播的速率很高，在空氣中的速率每秒 300 000 km，即  $3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$ ；在水中的速率較低，大約  $2.25 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$ ；在玻璃中的速率是  $2.0 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$ 。

光速相等於每秒圍繞地球八個圈或在

第2頁問題(1)的答案，無法看見光線是因為沒有物質反射。

$1 \frac{1}{4} \text{ s}$ 內由地球到達月球的速度。



圖 1.4 光沿直線傳播

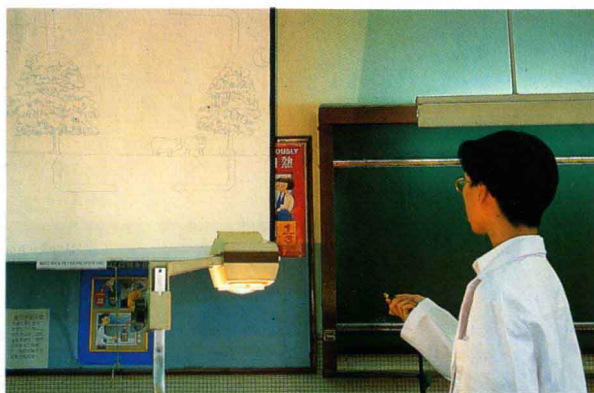
在圖 1.4 中，因為房間裏煙霧瀰漫，所以我們能看見光束的直線邊緣。

## 物理與我

### 激光

許多老師採用激光指示器來指示屏幕上的字。激光的光束很強，能清楚地證明光是沿直線傳播的。

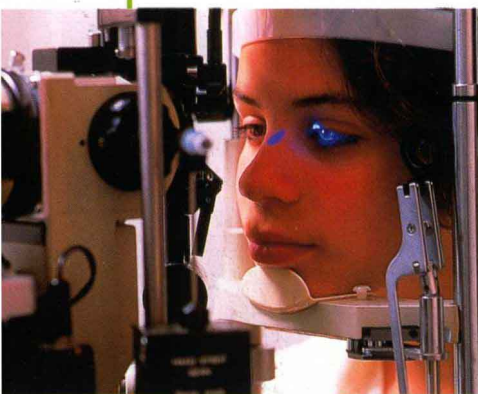
激光的能量很高，可用透鏡會聚為極纖細的光束，非常適合在醫學和工業中作切割用途。



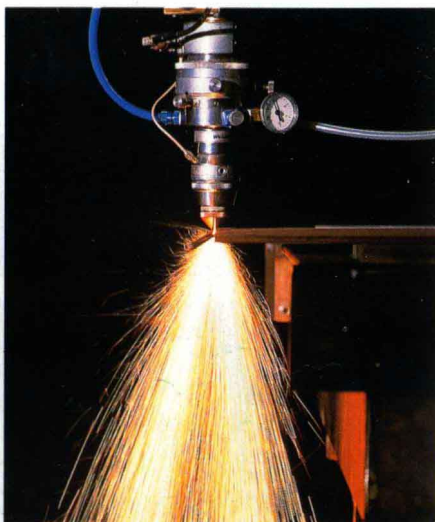
用激光指示器指示一幅圖。



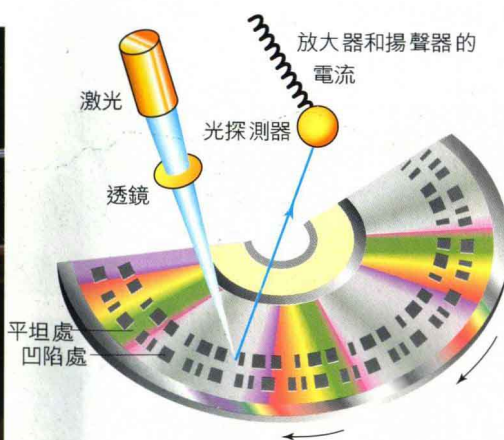
激光指示器



醫生用激光做眼科手術。



激光的光束能在金屬上鑽孔。



讀取光碟所運用的是弱激光。這張光碟上有一系列的「平坦處」和「凹陷處」。由於這些平坦處反射激光的程度不同，因而產生了不同的反射模式，這些模式轉換成不同的電流傳遞至放大器及揚聲器。

## 1.2 光與視線

向學生解釋圖中兩條光線表示錐形光束的邊緣。把一張報紙捲成圓錐形，放在眼前作實物解釋。

### 光碟 光與視線

這程式說明怎樣看見物體，解釋為何從無限遠而來的光線是平行的。物體的位置可以調校。

### 知識庫

90% 以上的光線通過反射進入我們的眼睛。

雖然物體的每一點有許多光線進入眼睛，但是在簡單的光線圖中，僅用兩條線來表示從物體的一點進入眼睛的錐形光束（如圖 1.5）。如果要形容一個物體的大小，可以自物體上下兩端繪出兩組錐形光束（如圖 1.6）。

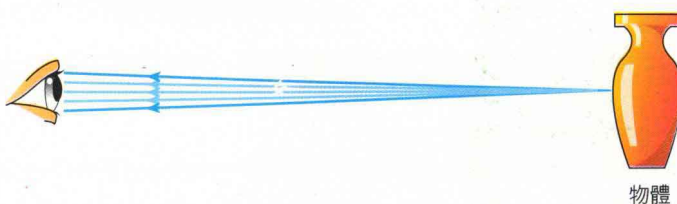


圖 1.5 從物體一點伸展出來的錐形光束

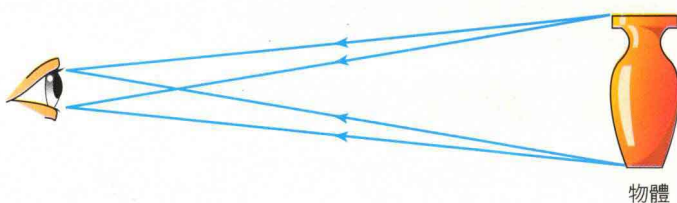


圖 1.6 來自物體兩端的兩組線可描述物體尺寸

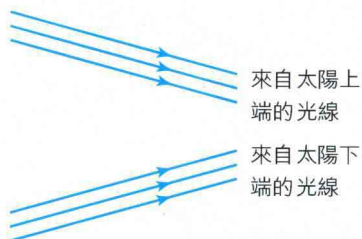


圖 1.7 從遠處物體發出來的光線

我們用平行線來描述遠處物體（例如太陽）發出的光，這些互相平行的光線來自遠處物體上的同一點（如圖 1.7）。

我們看見大多數的物體是不發光的，稱為**不發光體** (non-luminous)；那些能自行發光的物體，稱為**發光體** (luminous)。發光體最典型的例子是太陽，別的例子是通了電的電燈和電視熒幕。月球是不發光的，屬於不發光體，它僅反射太陽的光線。我們能看見不發光體是因為光線從不發光體反射進入我們的眼睛。

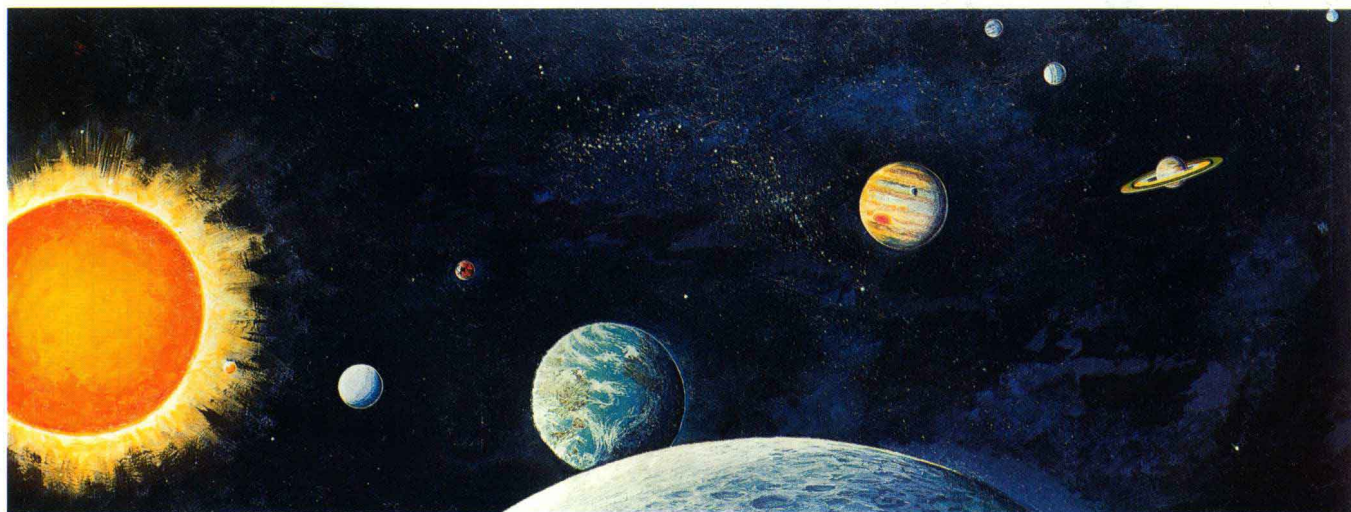


圖 1.8 在太陽系中，太陽是發光體，行星是不發光體

## 1.3 平面反射

### 課程目標

當學習反射定律時，應運用作圖法，因其顯示學生在實驗中光線的傳播方向，增進他們瞭解光學系統的物理行為。不須用球面鏡公式。

今天你照了鏡子嗎？你在鏡子中會看到自己的影像 (image)，簡稱像。光線從鏡面反彈 (如圖 1.9)，進入你的眼睛，這種情況稱為反射 (reflection) 現象。使用平面鏡 (plane mirror) 可研究反射現象。下圖是描述光的反射所用到的詞彙。

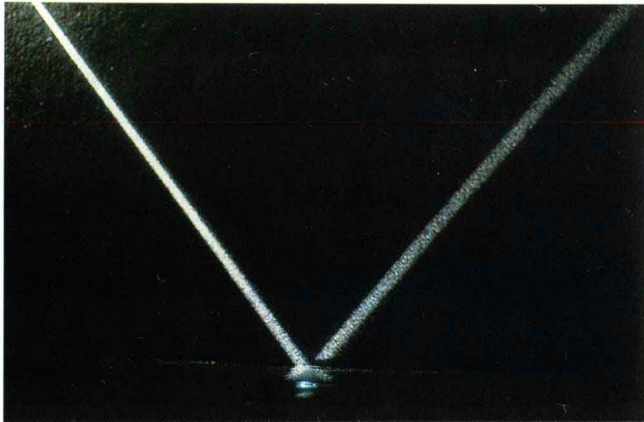


圖 1.9 鏡面反射的一條光線

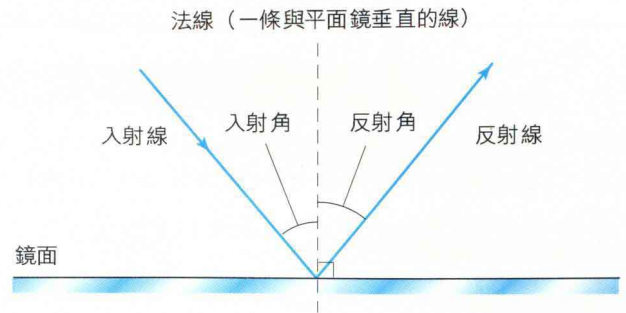


圖 1.10 有關光線反射的詞彙

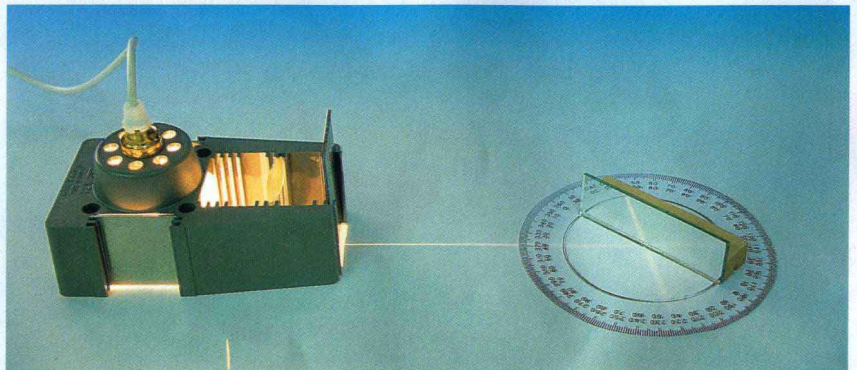
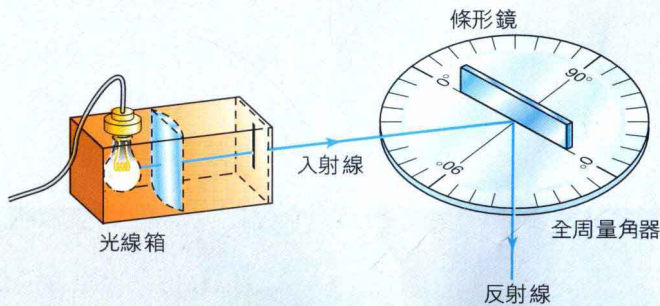
要學生利用圖 1.10 辨別圖 1.9 的各部分。

### 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。

### 實驗 1.1 反射定律

把一條從光線箱發出的光線投射到平面鏡上，量度入射角  $i$  和反射角  $r$ ，然後用不同的入射角重複量度。



1 比較入射角與反射角。它們之間有甚麼關係？  $\angle i = \angle r$



### 反射定律

這程式顯示平面鏡反射光束，結果清晰明顯，使學生加深認識在實驗室做過的這種實驗。光線的入射角是可以調校的。

### 知識庫

公元前 600 年中國人打磨金屬片，例如青銅，製成最早的鏡子。

問：甚麼是反射定律？

答：入射線、反射線和法線都在同一個平面上；入射角和反射角相等。

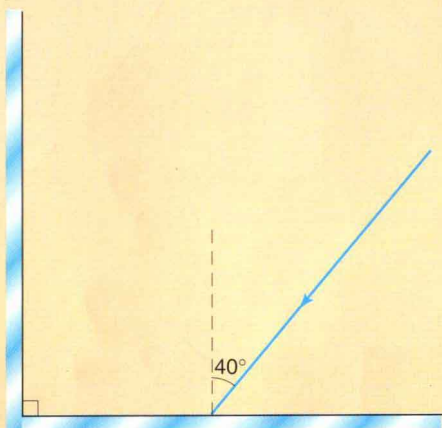
## 反射定律

下面是兩條反射定律 (laws of reflection)。

- 1 入射線 (incident ray)、反射線 (reflected ray) 和法線 (normal) 都位於同一平面上。在實驗 1.1 中，入射線、反射線和法線都出現在同一平面上。
- 2 反射角 ( $r$ ) (angle of reflection) 等於入射角 ( $i$ ) (angle of incidence)。在實驗 1.1 中可以看到入射線與法線的夾角和反射線與法線的夾角相等。

### 範例 1

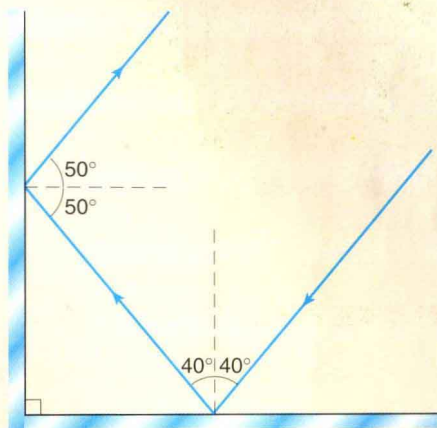
(a) 在下面的光線圖中，繪出所有的反射線。



(b) 入射角與反射角有甚麼關係？

答案

(a)



(b) 根據反射定律：入射角 = 反射角

假如鏡面轉動  $\theta$ ，反射線會轉動  $2\theta$ 。

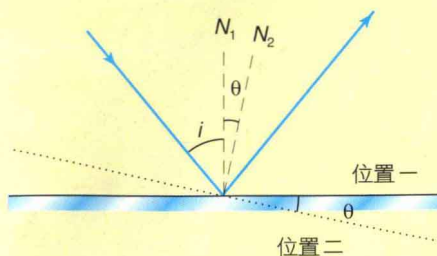
這部分不是課程重點，不必着重解說。

### 光碟 平面鏡的轉動

程式中，平面鏡依着軸心轉動，顯示反射光束比平面鏡轉動得更大。

### 課堂練習 1

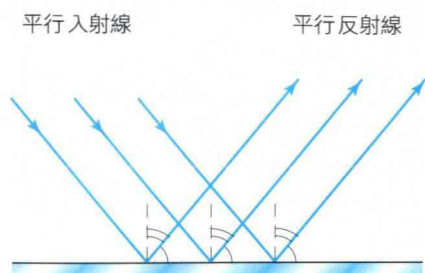
- 1 一束光落在平面鏡上，它與法線  $N_1$  的夾角為  $i$ 。若轉動的軸心與入射線和反射線所在的平面成一直角，平面鏡依軸心旋轉  $\theta$  角以後，求反射角轉動了多少？



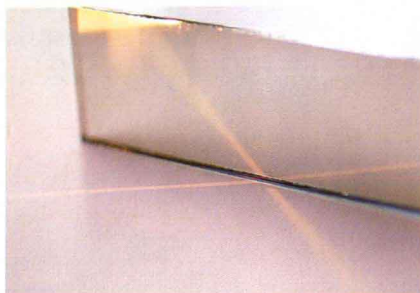
- A.  $2\theta$   
 B.  $\theta$   
 C.  $\frac{\theta}{2}$   
 D.  $2(i + \theta)$   
 E.  $\frac{(i + \theta)}{2}$

## 1.4 光滑表面和不平表面的反射

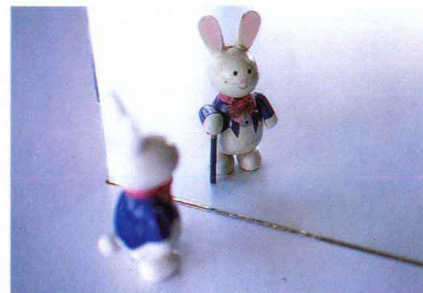
平面鏡的表面平坦光滑，當平行光線射向該表面時，所反射的光線也是平行的（如圖 1.11）。這種現象稱為單向反射（regular reflection）。



**圖 1.11** 單向反射 — 每條入射線射向鏡面的角度相同，以致每條反射線的角度也相同



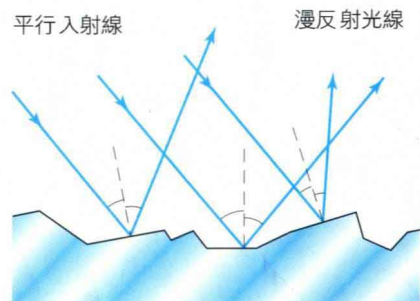
**圖 1.12** 平面鏡上的單向反射



**圖 1.13** 單向反射形成的清晰影像

許多物體的表面不是平坦光滑的，如這本書的紙面。平行光線射在這些表面時，向各個方向反射，這種反射現象稱為漫反射（diffuse reflection）。注意：反射的每一點都遵循反射定律，不過因為表面不平，入射角不一樣，以致反射角都不同。

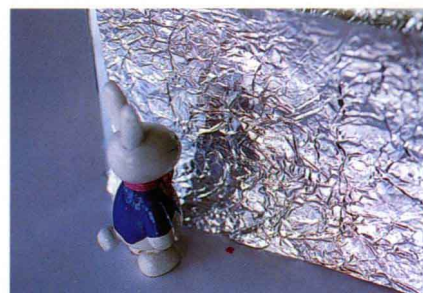
利用圖 1.14，向學生指出每條光線也遵循反射定律。



**圖 1.14** 漫反射



**圖 1.15** 表面不平的漫反射



**圖 1.16** 漫反射不能形成影像（或影像模糊）



### 單向反射和漫反射

這程式模擬不同物質的反射情況，解釋在粗糙的表面上雖然看不見影像，但光線依然遵循反射定律進行反射。

### 範例 2

簡述為甚麼天花板常塗成白色。



### 答案

白色天花板把燈泡的大部分光線向下反射，使整個房間更加明亮。

# 物理與我

問學生最近曾否看見與實物近乎相同的反射影像，以及在水面形成單向反射需要甚麼環境條件。環境條件例如是平靜的水面、無波浪、無風等。

在這張照片中，平靜水面的單向反射形成與實物近乎相同的影像。如果扔一顆石子到池塘去，不平的水面因漫反射的緣故而不能成像。



## 1.5 平面鏡成像

### 課程目標

利用光線箱研究平面鏡的反射現象。

### 光碟 平面鏡成像的位置

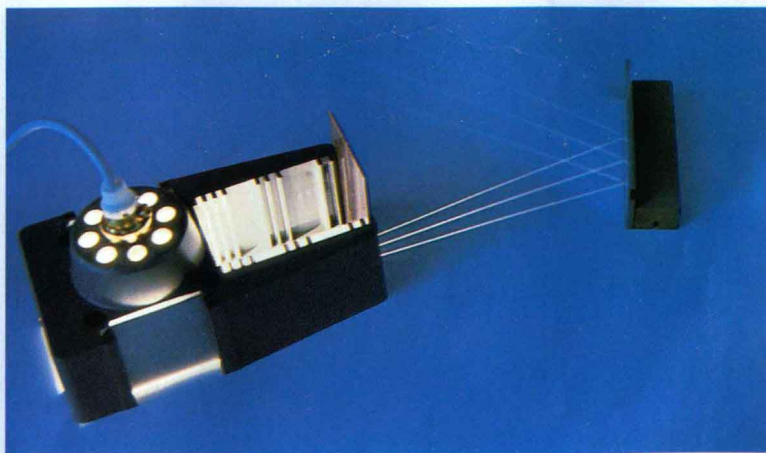
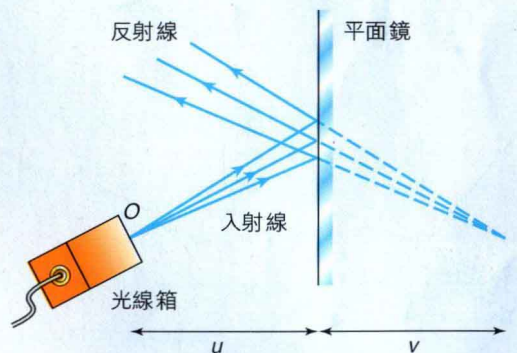
這程式通過在鏡上反射光線形成電筒的影像，以說明成像的過程。發散的光束和觀察者的位置可調校。程式中包括平面鏡前的剪刀虛擬實驗。

### 光碟 平面鏡上像的特點

這程式說明平面鏡上像的五個特點。物體可以移動和轉動。

### 實驗 1.2 根據光線確定像的位置

把光線投射到平面鏡上（如下面的照片），然後在一張紙上繪出物體的位置、入射線、反射線和鏡面。沿着反射線的相反方向，繪畫長線以確定像的位置（如圖所示）。



1 比較物距  $u$  與像距  $v$ ，它們有何關係？  $u = v$



部分學生可能不懂得角度的符號，應向他們加以解釋，避免出現混亂。

第11頁的解題步驟教導學生繪畫平面鏡的反射線，在這裏可先指示學生畫一次。

### 光碟 (時鐘的) 橫向倒置

在平面鏡前放着一個轉動的時鐘，鐘上的數字可選擇顯示或隱藏。可按製令畫面上出現另一個形狀相同，但沒有經過反射的時鐘。

第2頁問題(2)的答案：這不是密碼，而是本冊裏其中一頁的橫向倒置。



圖 1.18 橫向倒置的例子

實驗證明平面鏡按如下方式成像：

- 1 光線從鏡面反射進入眼睛。注意  $\angle i = \angle r$ 。
- 2 影像  $I$  和物體  $O$  之間的連線與鏡面成直角，線段  $OM = MI$ 。
- 3 人們認為光線來自  $I$ ，但實際上，它們是從  $O$  通過鏡面反射而來的。
- 4 形成的像稱為**虛像** (virtual image)。因為虛像沒有光線到達，所以不能在屏幕上顯示；而**實像** (real image) 則能在屏幕上顯示。

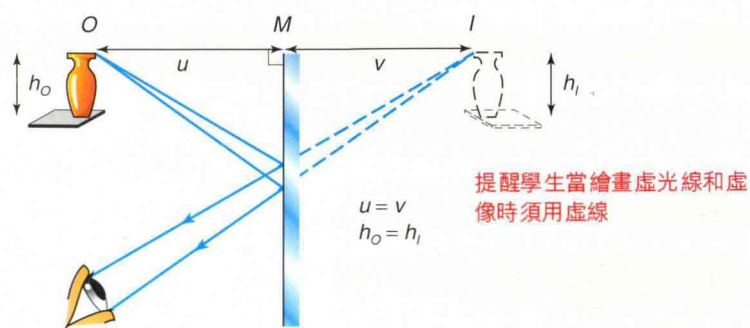


圖 1.17 平面鏡上的影像。注意虛光線和虛像是以虛線來表示的

平面鏡裏的像：

- 1 在鏡後的距離與物體在鏡前的距離一樣
- 2 是正立的
- 3 大小尺寸與實物一樣
- 4 是虛像
- 5 是橫向顛倒的（左右是顛倒的）或稱為**橫向倒置** (lateral inversion) (參看圖 1.18)

### 範例 3

試利用反射定律證明下列的論述。

物體在鏡中的像與物體在鏡前的距離相等。

#### 答案

物體  $O$  放在鏡前，需要用兩條光線來確定像的位置。第一條  $OM$  光線以垂直角度射在鏡上，另一條  $ON$  光線以斜角射在鏡上。兩條反射線  $MO$  和  $NE$  在  $I$  點成像。

