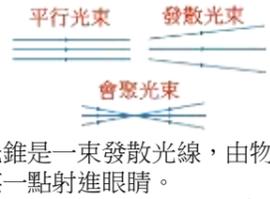


波動 I

1 光的反射

1.1 光線

- 在光線模型中，光線顯示光傳播的方向，作圖時以帶箭嘴的直線表示。
- 光束由許多光線組合而成，在光線圖中以數條光線表示。

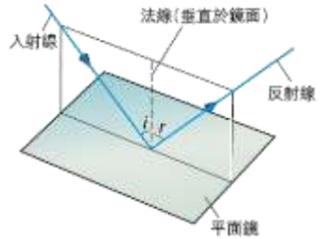


- 光錐是一束發散光線，由物體某一點射進眼睛。

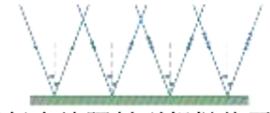


1.2 反射定律

- 反射定律
 - 反射角等於入射角。
 - 入射線、反射線與法線都在同一平面上。



- 平行光線照射到光滑的平面時，所有光線都會向相同的方向反射，這種反射稱為單向反射。

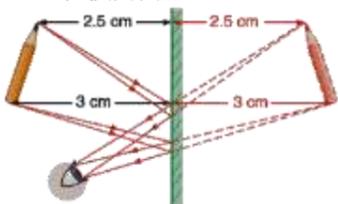


- 平行光線照射到粗糙的平面時，光線向不同的方向反射，這種反射稱為漫反射。



1.3 平面鏡成像

- 平面鏡形成的像
 - 是虛像
 - 與鏡的距離相等於物與鏡的距離(像在鏡後，物在鏡前)；
 - 與物的大小相等；
 - 正立但橫向倒置。

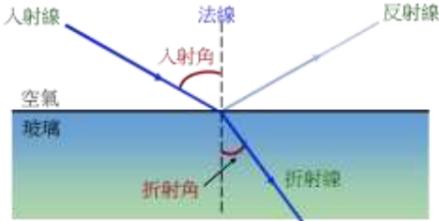


- 利用像的特性，我們能夠繪出平面鏡形成的像。

2 光的折射

2.1 折射定律

- 光線從一種介質進入另一種介質時產生的偏折稱為折射，這現象的成因在於光線在兩種介質中的傳播速率不同。
- 折射定律：
 - $\frac{\sin i}{\sin r} = \text{常數}$
其中 i 和 r 分別是入射角和折射角。
 - 入射線、折射線和法線都在同一平面上。



- 物質(如玻璃)的折射率，可以用下列方程表示

$$n_g = \frac{\sin \theta_a}{\sin \theta_g}$$

折射率也可以寫成

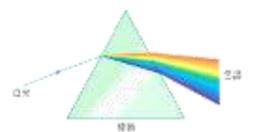
$$n_g = \frac{c}{v_g}$$

其中 c 和 v_g 分別是光在空氣和玻璃中速率。

- 斯涅耳定律指出 $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$

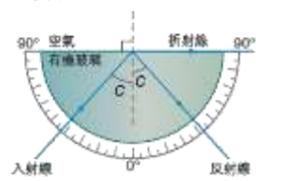
其中 1 和 2 表示光所經過的兩種不同介質。

- 折射的例子
 - 透過熱空氣看到的物體往往顯得模糊不清，而且搖曳不定。
 - 從泳池的水面向下望，泳池似乎比實際較淺。
 - 浸在水中的直尺好像折曲了。
 - 白光經過稜鏡後，會出現色散。



2.2 光的全內反射

- 出現全內反射的條件：
 - 光線從光密介質射向光疏介質，而且
 - 入射角大於交界面的臨界角 c 。



- $c = \sin^{-1}(\frac{1}{n})$ 或 $n = (\frac{1}{\sin c})$
其中 c 是介質和空氣交界面的臨界角； n 是介質的折射率。

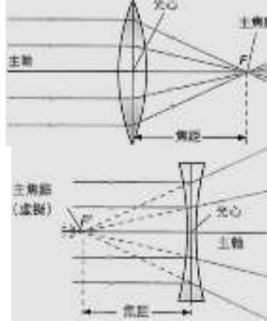
- 全內反射的例子
 - 光線在光纖中作一連串全內反射，沿彎曲的纖維傳播。

- 由於平面鏡會產生多個像，很多光學儀器都以稜鏡代替平面鏡。
- 從天空射向地面的光線因折射而逐漸接近水平，最後作全內反射，形成海市蜃樓。
- 鑽石閃閃生輝，這是由於入射的光線作全內反射後全部反射出來。
- 潛水員可看見水面上的一切，不過視域會壓縮成一個圓錐。在圓錐之外，水面好像鏡子那樣反射來自水底的光線。

3 透鏡

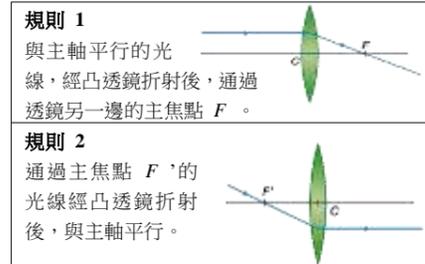
3.1 凸透鏡與凹透鏡

- 凸透鏡是會聚透鏡，能使經過的光線會聚或向內折曲。凹透鏡是發散透鏡，能使經過的光線發散或向外折曲。

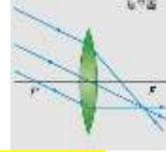


3.2 凸透鏡成像

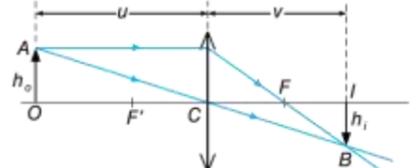
- 凸透鏡可形成實像和虛像。
 - 實像能用屏幕來捕捉，光線在像的位置交錯；虛像不能用屏幕來捕捉，光線只是看似來自像。
 - 凸透鏡的成像規則和像的性質。



- 與主軸不平行的平行光線通過凸透鏡後，會聚在焦平面上的一點。



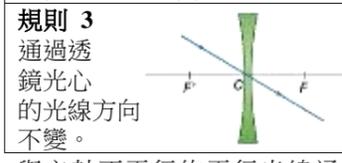
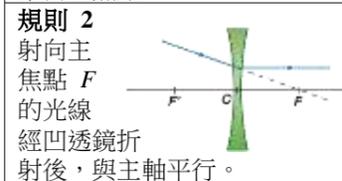
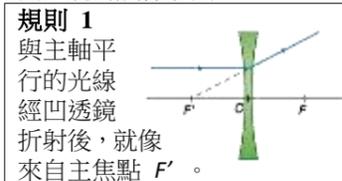
- 放大率 $= \frac{h_i}{h_o} = \frac{v}{u}$



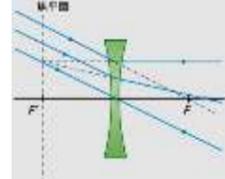
- 透鏡公式： $\frac{1}{u} + \frac{1}{v} = \frac{1}{f}$
- 凸透鏡的 f 取正值，實像的 v 取正值，虛像的 v 取負值， u 則一定取正值。

3.3 凹透鏡成像

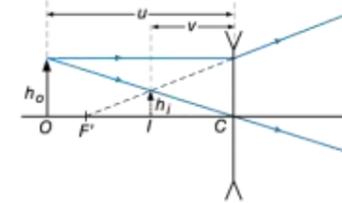
- 凹透鏡形成正立而縮小的虛像。
- 凹透鏡的成像規則。



- 與主軸不平行的平行光線通過凹透鏡後，會看似發散自焦平面上的一點。



- 放大率 $= \frac{h_i}{h_o} = \frac{v}{u}$



- 透鏡公式： $\frac{1}{u} + \frac{1}{v} = \frac{1}{f}$
凹透鏡的 f 取負值。因為凹透鏡只會形成虛像，所以 v 一定取負值。

4 電磁波譜

4.1 可見光譜

- 白光通過稜鏡會出現色散，產生可見光譜。

4.2 電磁波譜

- 可見光譜只是電磁波譜中一個很小、看得見到部份。
- 電磁波譜還包括無線電波、微波、紅外輻射、紫外輻射、X射線和伽瑪射線。
- 電磁波譜中的所有成員都可在真空中傳播，速率是 $3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$ 。
- 電磁波譜中的每個成員在日常生活中都有很多用途。

應考心得

1. 光學

- 當有三層或以上的介質同時存在時，中間的介質層可被「抽走」。
- 光線會沿「厚」的一方偏折。
- 凸透鏡有 6 種成像（由無限遠開始、 $2f$ 以外、在 $2f$ 點、 $2f$ 與 f 之間、在 f 點、 f 以內）。
- 凹透鏡只有一種成像（縮小、正立、虛像）。
- 記緊 3 項畫光線的法則（平行入、穿過鏡心、穿過 f 點）。
- 利用 $\frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v}$ 去核對答案（凸透鏡 f 為 +ve、凹透鏡 f 為 -ve；實像 v 為 +ve、虛像 v 為 -ve）。
- 在折射裡，重要公式： $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$ 或 $n_2 = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2}$ （通常 1 為空氣）
- 虛像是不能被投影，但可以用肉眼觀看或相機攝下。
- 光（電磁波）由空氣到物質（水或玻璃），其速度會減慢，光會偏向法線。聲波（機械波）則相反，由空氣到物質，其速度會增加，其傳播方向會遠離法線。
- 全內反射只會發生在當光從「光密」到「光疏」地方。