

第三單元 物理光學



學習之鑰

1. 牛頓提出光的微粒說，海更士提出光的波動說。
2. 雙狹縫干涉

$$(1) \text{光程差公式：} PS_1 - PS_2 = d \sin \theta_n \cong d \frac{y_n}{r} = \begin{cases} n\lambda, n \in N & \text{亮線} \\ (n - \frac{1}{2})\lambda, n \in N & \text{暗線} \end{cases}。$$

$$(2) \text{所有干涉條紋（暗紋和亮紋）均同寬 } \Delta y = \frac{\lambda r}{d}。$$

3. 單狹縫繞射

$$(1) \text{光程差公式：} PA - PB = b \sin \theta_n \cong b \frac{y_n}{r} = \begin{cases} n\lambda, n \in N & \text{暗線} \\ (n + \frac{1}{2})\lambda, n \in N & \text{亮線} \end{cases}。$$

$$(2) \text{條紋寬度 } \Delta y = \frac{\lambda r}{b}, \text{ 中央亮帶寬度 } y_C = 2 \frac{\lambda r}{b}。$$

主題一 光的微粒說與波動說

觀念 1 光的微粒說與波動說

1. 牛頓的微粒說（模型，1676年）

牛頓認為光是由一群以高速作直線運動，而且具完全彈性的微粒所組成，這些微粒遇透明物質可以穿透；遇不透明之物質則被反射或吸收。

(1) 反射：光粒子與反射面作彈性碰撞，故滿足反射定律。

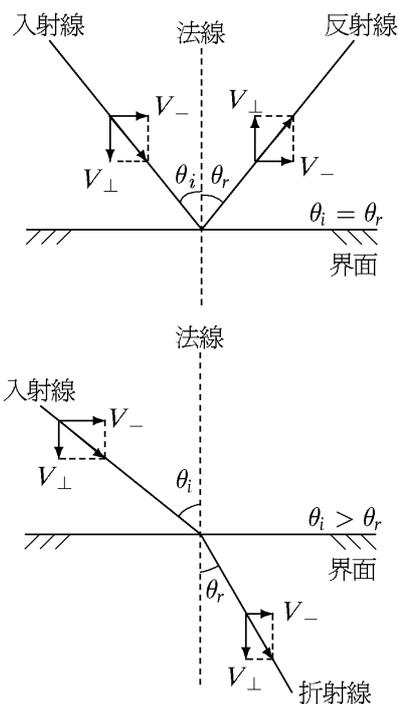
(2) 折射：微粒在平行界面之動量分向量不變，但在垂直於界面（即法線方向）獲得偏向密介質之衝量，即有：

$$n_{12} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{P_2}{P_1} = \frac{v_2}{v_1}$$

⇒ 在折射率 n 之介質中，光速 $v = nc$ 與波動說相反而且與實驗測得之事實相反。

註 1850年富可(Foucault)測得光在水中之速率約為

$$2.25 \times 10^8 \text{ m/s, 即 } v = \frac{c}{n}$$



2. 光的波動說

- (1) 約在公元 1678 年，海更士(*Huygens*)提出了光的波動說，以波動理論之海更士原理來說明光的反射、折射…等現象，並預測光有干涉、繞射的現象。
- (2) 公元 1801 年，楊格(*Thomas Young* 1773~1829)發表由實驗發現光的干涉。
- (3) 公元 1864 年，馬克斯威爾(*James Clerk Maxwell* 1831~1879)綜合電磁現象的安培定律及法拉第定律，建立了電磁場數學理論(*Maxwell Equations*)，計算出真空中電磁波的速度與真空中的光速相等。
- (4) 公元 1887 年，赫茲(*Heinrich Rudolf Hertz* 1857~1894)由實驗證實電磁波具有反射、折射、聚焦及偏振等特性，與光的性質相同。

範例一

下列光的現象哪些不能用牛頓的微粒模型作合理的解釋？ (A) 折射 (B) 光壓 (C) 光速在水中比在真空小 (D) 光在兩介質界面部分反射部分折射 (E) 偏振。

答 (C)(E)

- 解** (B) 一顆球落在桌面上會反彈，因此動量發生變化，而有壓力的產生；同樣的光照射在鏡面上會反射，也因此有光壓產生。此現象可將光看作一顆顆的粒子來解釋。
- (C) 牛頓所得到結論與此選項相反。
- (E) 偏振為波的特性。

觀念補充

偏振

光的波動性質，尚可由光的偏振現象來判斷光是一種橫波。

在均勻介質中，電場和磁場的振盪方向和光的行進方向垂直，稱為光的偏振。

