遇到阻礙物時，仍可繞過阻礙物而出現（換言之，聲波沒有影子），或可經過小孔或狹窄的縫而散射各方。波的這種現象稱為繞射。在日常所看到的現象中，光並未顯示繞射（拐變）的性質，故假設光係以微粒子直線傳播的理論，似較為合理。因此牛頓反對光的波動理論。

3. 雖然早在 1500 年時，達文西（Leonardo da Vinci, 1452 – 1519）已提到光的繞射，後來格里馬迪（Francesco Maria Grimaldi, 1618 – 1663）又作過實驗的證明，但可惜不為當時科學家所週知承認。
4. 1801 年，楊格（Thomas Young, 1773 – 1829）發現光的干涉現象，但這發現卻經過二十多年才被科學界所注意。約在楊格致力於光干涉實驗的同時，法國的夫瑞奈（Augustin Jean Fresnel, 1788 – 1827）及德國的佛朗何斐（Joseph von Fraunhofer, 1787 – 1826）二氏也正在研究光的繞射現象，夫瑞奈更按照波動理論作了繞射的數學理論。
5. 1850 年，富可首次測量光在水中的傳播速度，發現水中的速度小於空中的速度，至此牛頓的微粒說根本動搖了。
6. 1864 年，英國的馬克士威爾（Marxwell）綜合電磁現象的安培定律及法拉第定律，建立了他的電磁場的數學理論，並由這理論導出真空中電磁波的速度與真空中的光速相等。
7. 1887 年，赫茲（Heinrich Rudolf Hertz, 1857 – 1894）由實驗產生了馬克士威爾所預測的電磁波，隨即由實驗證明這電磁波具備了反射、折射、聚焦、偏振等光的特性。理論和實驗的進展完全建立了光的理論，下文將敘述支持光的波動理論的基本實驗。

主題 2 楊格雙狹縫實驗

一、光波干涉實驗的困難

兩獨立光源在屏幕上照射時為均勻明亮的屏面，無法觀到干涉現象，其原因為：

1. 相位差變化不穩定：以兩獨立光源作干涉實驗，因相位差變化太快，使干涉條紋變動不定，由視覺暫留作用而無法看清干涉條紋。
2. 光的波長太短：因光的波長極短，產生的干涉條紋太細太密，肉眼看不清楚。
3. 兩光源距離太寬：光源距離比波長大得很多，產生的干涉條紋太細太密，肉眼看不到。

二、實驗光波干涉之條件

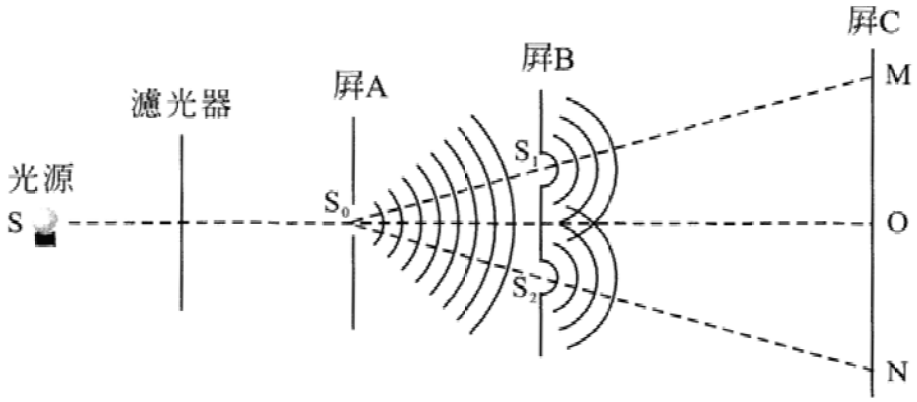
1. 二光源必須十分接近。
2. 二光源必須甚小。
3. 二光源之波長一定。
4. 二光源必須相位差一定。

三、楊格雙狹縫實驗

1. 楊格想法：

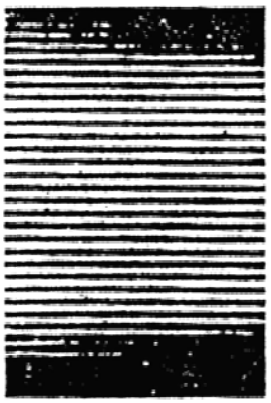
(1) 同一光源分裂為二：(即通過兩狹縫）來造成相位差一定之光源。

(2) 以色紙包住光源而成為單色光源。



圖(一)　楊格實驗示意圖

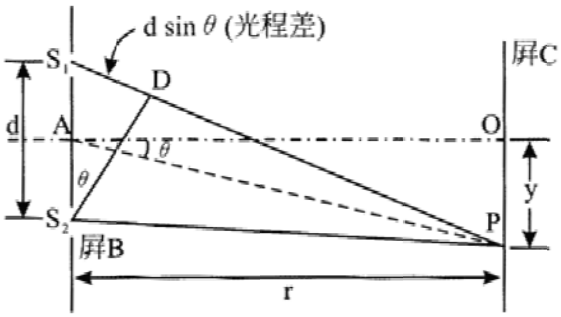
(3) 上圖(一)中光源 S 所發出的光經濾光器後，產生單色光。經過 A 屏的細長狹縫（與頁面垂直）S_0，發出一圓柱形波，其橫截面為圓弧，經 B 屏上的 S_1 及 S_2 狹縫（亦與頁面垂直），在 C 屏產生的光的強度分布，如右圖(二)所示，有明、暗相間的條紋。



圖(二)　楊格實驗示意圖

2. 原理：

(1) 按海更士原理，到達 B 屏上的波前上任一點均將成為新的波源，而各自再發生新的圓柱面形波，其橫截面仍為圓弧。這情形就與波動原理中所述兩個振源相仿，由狹縫 S_1、S_2 發出的波，在 C 屏上將重疊為合成波，形成了明暗相間的條紋。



圖(三)

(2) S_1 及 S_2 處的光波，皆來自同一光源 S_0，故由 S_1、S_2 發出的波，其相位及頻率均相同。但同時抵達 P 點的光有來自 S_1 及 S_2 所發出的光波，它們各行經不同的光程差，如圖(三)。

(3) 此光程差中有 $(\overline{S_1P}-\overline{S_2P})/\lambda$ 個波數。因每差一個波長 λ，即產生 2π 的相角差，故來自 S_1 及 S_2 的光同時抵達 P 點，它們的相位角差 $\Delta\phi$，

故波數 $=\dfrac{\overline{S_1P}-\overline{S_2P}}{\lambda}=\dfrac{\Delta\phi}{2\pi}$。

(4) 若 $r >> d$（S_1 與 S_2 間之距）則 θ 必極小，$\therefore\ \overline{AP}\perp\overline{S_2D}$

① 相長干涉：由波動理論：光程差 $d\sin\theta=n\lambda$ ……(a)

由幾何學觀點：光程差 $d\sin\theta=d\dfrac{y_n}{r}$ ……(b)

(a) = (b) $\therefore\ d\sin\theta=d\dfrac{y_n}{r}=n\lambda \Rightarrow y_n=\dfrac{nr\lambda}{d}$ ……亮紋中點的位置

② 相消干涉：由波動理論：光程差 $d\sin\theta=(m-\dfrac{1}{2})\lambda$ ……(a)

由幾何學觀點，光程差 $d\sin\theta=d\dfrac{y_m}{r}$ ……(b)

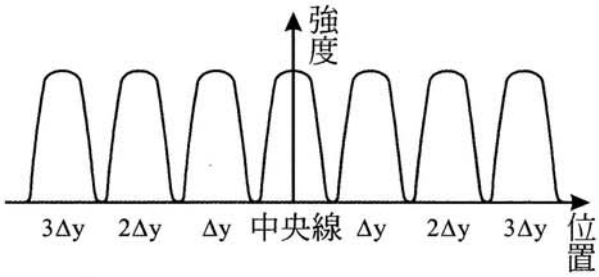
(a) = (b) $\therefore\ d\sin\theta=d\dfrac{y_m}{r}=(m-\dfrac{1}{2})\lambda$

$\Rightarrow y_m=(m-\dfrac{1}{2})\dfrac{r\lambda}{d}$ ……暗紋的位置。

3. 楊氏干涉實驗的價值：

(1) 鞏固了光的波動理論。

(2) 測得光波的波長。



4. 雙狹縫干涉條紋：

(1) 相鄰兩暗紋（兩明紋中心的間距）$\Delta y=\dfrac{r\lambda}{d}$

(2) 第 n 條明紋中心到中央線距離 $y_n=n\dfrac{r\lambda}{d}=n\Delta y$

(3) 第 m 條暗紋到中央線距離 $y_m=(m-\dfrac{1}{2})\dfrac{r\lambda}{d}=(m-\dfrac{1}{2})\Delta y$

(4) 第 3 條暗紋到第一條亮紋中心 $=\dfrac{3}{2}(\dfrac{r\lambda}{d})=\dfrac{3}{2}\Delta y$

5. 兩單色光分別產生干涉條紋中，連續兩暗紋間之比等於兩光波的波長之比。

6. 光之頻色與波長的關係：

(1) 使用單色光作實驗時：

① 明亮條紋呈現該色的顏色的明暗相間且等間隔分布的干涉條紋。