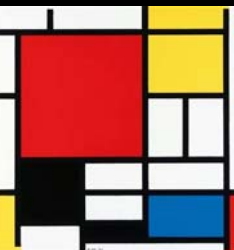


# 光學基本原理及其應用

## 干涉&繞射



# 光的研究歷史：粒子 vs. 波動

## 研究歷史 [編輯]

光的繞射效應最早是由**弗朗西斯科·格里馬第**（ Francesco Grimaldi ）發現並加以描述，他也是「繞射」一詞的創始人。<sup>[6][7]</sup>這個詞源於拉丁語詞彙 *diffringere*，意為「成為碎片」，即波原來的傳播方向被「打碎」、彎散至不同的方向。格里馬第觀察到的現象直到1665年才被發表，這時他已經去世。他提出

「光不僅會沿直線傳播、折射和反射，還能夠以第四種方式傳播，即透過繞射的形式傳播。」  
（ "Propositio I. Lumen propagatur seu diffunditur non solum directe, refracte, ac reflexe, sed etiam alio quodam quarto modo, diffracte." ）<sup>[6][8]:149[9]:95</sup>

英國科學家艾薩克·牛頓對這些現象進行了研究，他認為光線發生了彎曲，並認為光是由粒子構成。在19世紀以前，由於牛頓在學界的權威，**光微粒說**在很長一段時間占有主流位置。這樣的情況直到19世紀幾項理論和實驗結果的發表，才得以改變。1803年，托馬斯·楊進行了一項非常著名的實驗，這項實驗展示了兩條緊密相鄰的狹縫造成的干涉現象，後人稱之為「**雙縫實驗**」。<sup>[10]</sup>在這個實驗中，一束光照射到具有緊挨的兩條狹縫的遮光擋板上，當光穿過狹縫並照射到擋板後面的觀察屏上，可以產生明暗相間的條紋。他把這歸因於光束透過兩條狹縫後繞射產生的干涉現象，並進一步推測光一定具有波動的性質。**奧古斯丁·菲涅耳**則對繞射做了更多權威的計算研究，他的結果分別於1815年<sup>[11]:卷1, 239-281</sup>和1818年<sup>[12]:33-475</sup>被發表，他提到

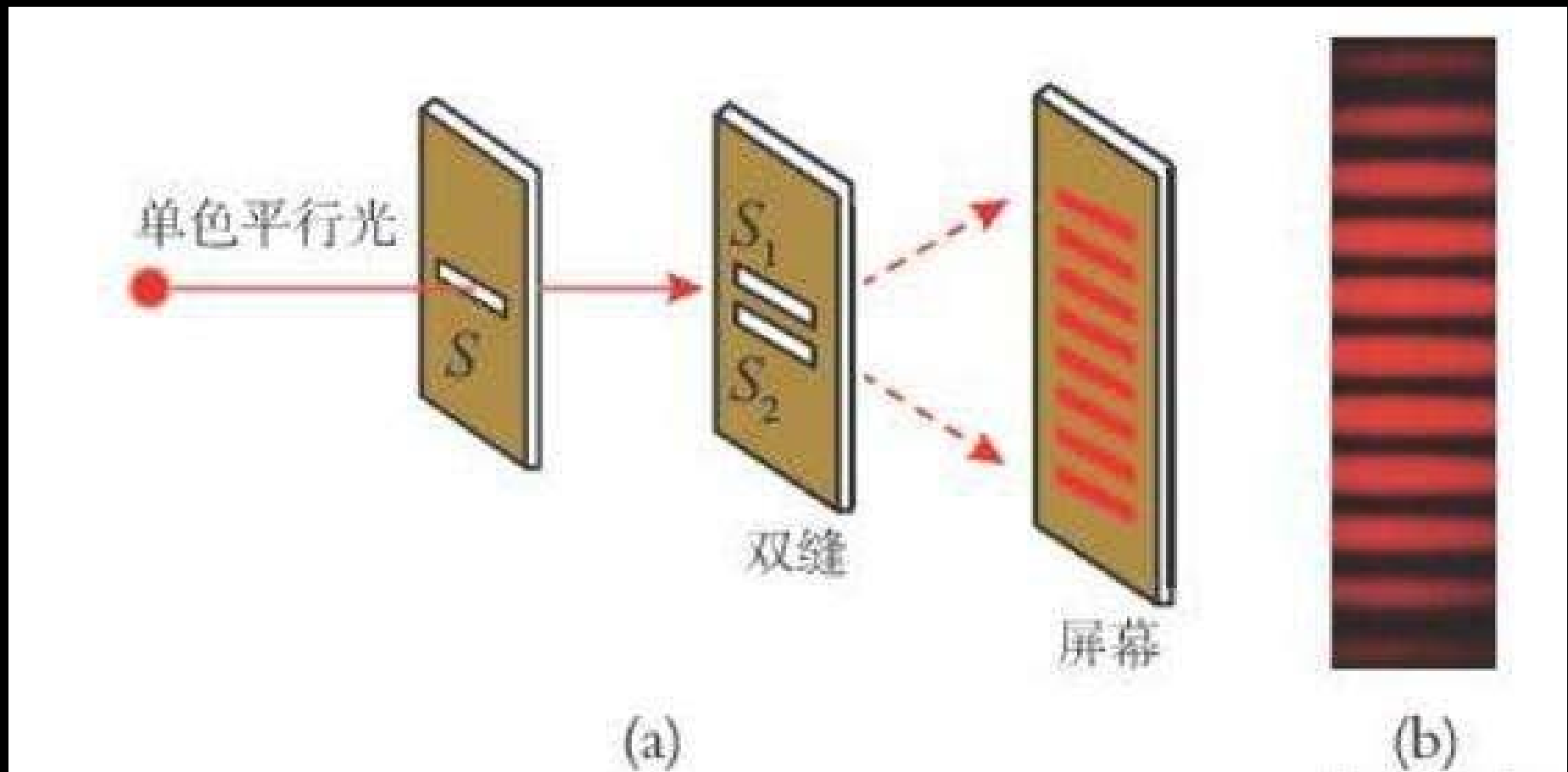
「這樣，我就展示了人們能夠透過何種方式來構想光以球面波連續不斷地傳播出去……」（ "J'ai donc montré de quelle façon l'on peut concevoir que la lumière s'étend successivement par des ondes sphériques, ..." ）<sup>[13]:章1,p18</sup>



義大利物理學者**弗朗西斯科·格里馬第**（1618-1663）。

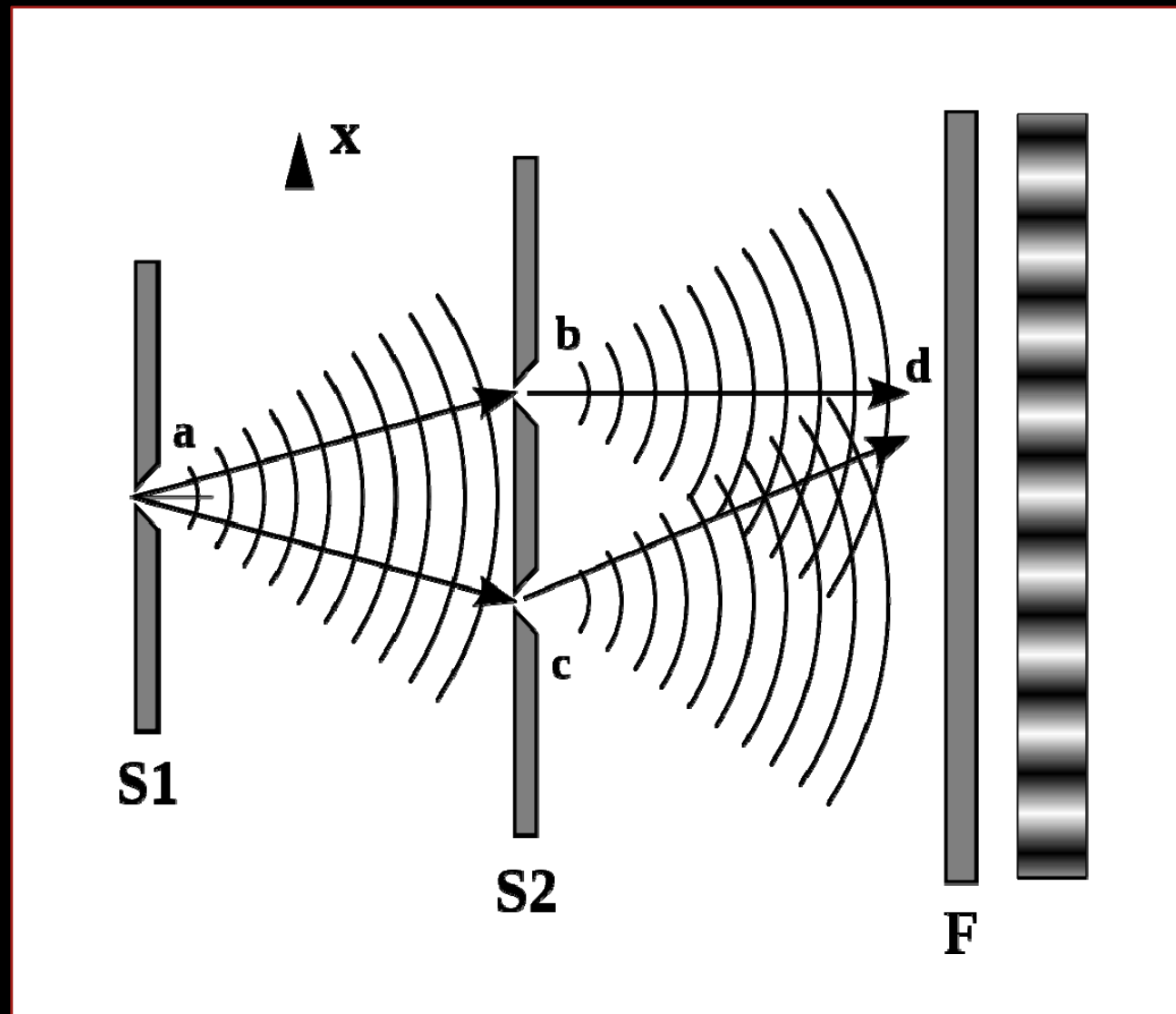
# 光的基本特性

- 光的干涉與繞射現象



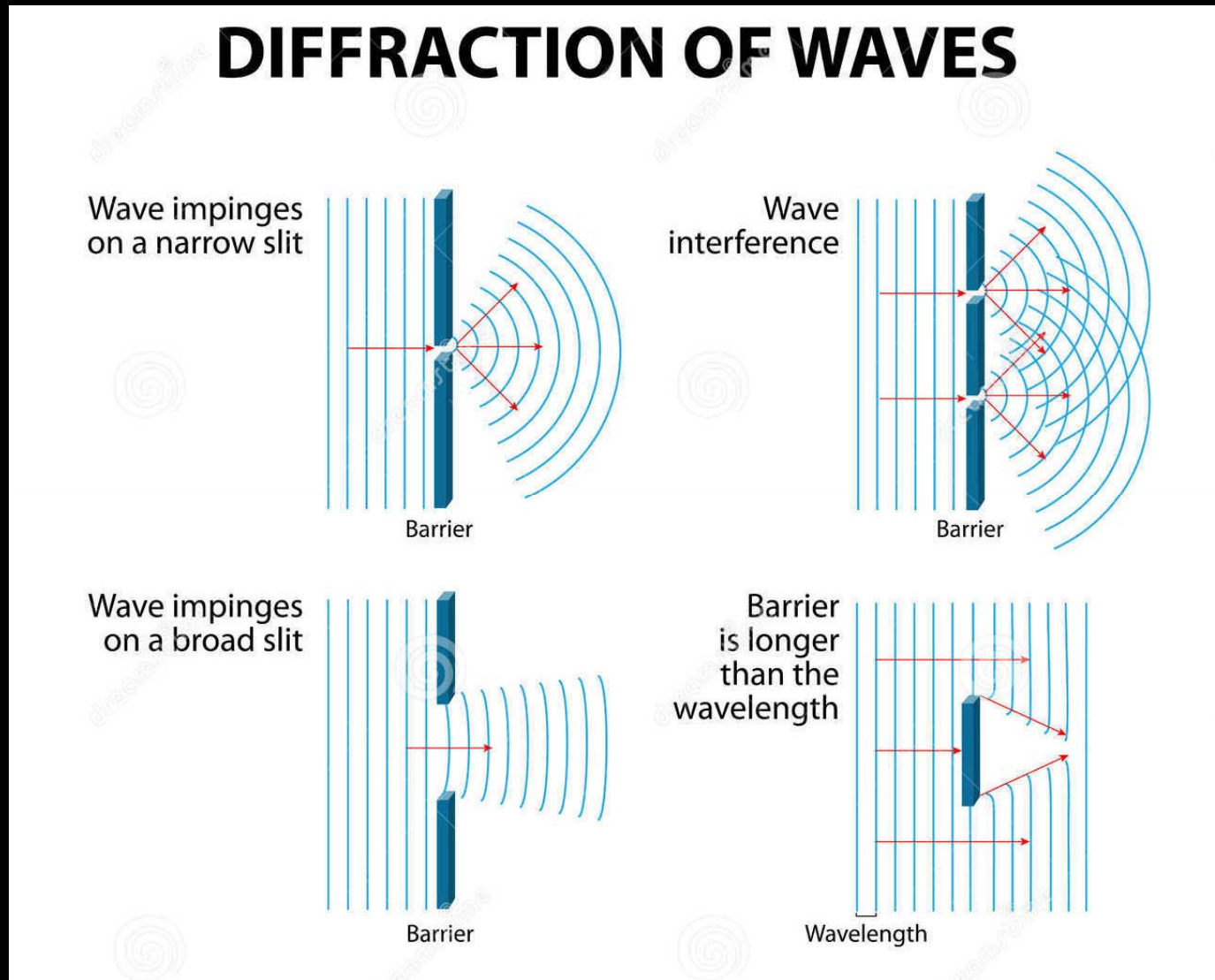
# 光的基本特性

- 光的干涉與繞射現象

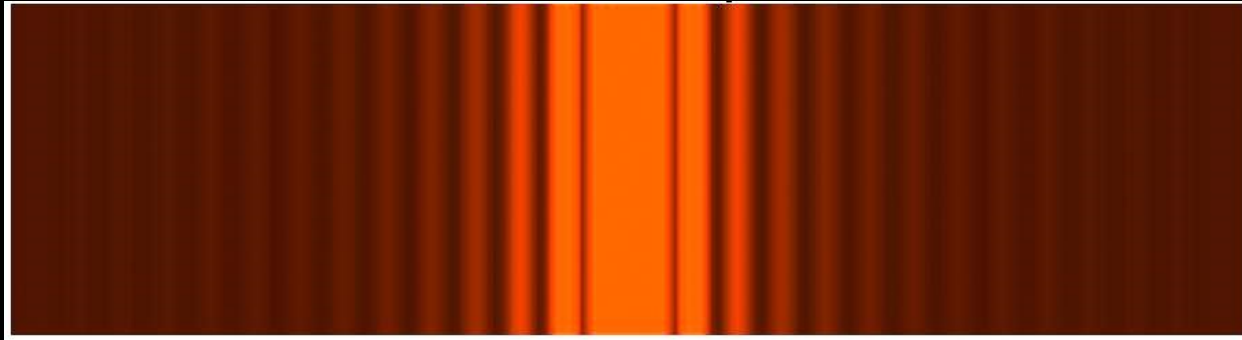


# 光的基本特性

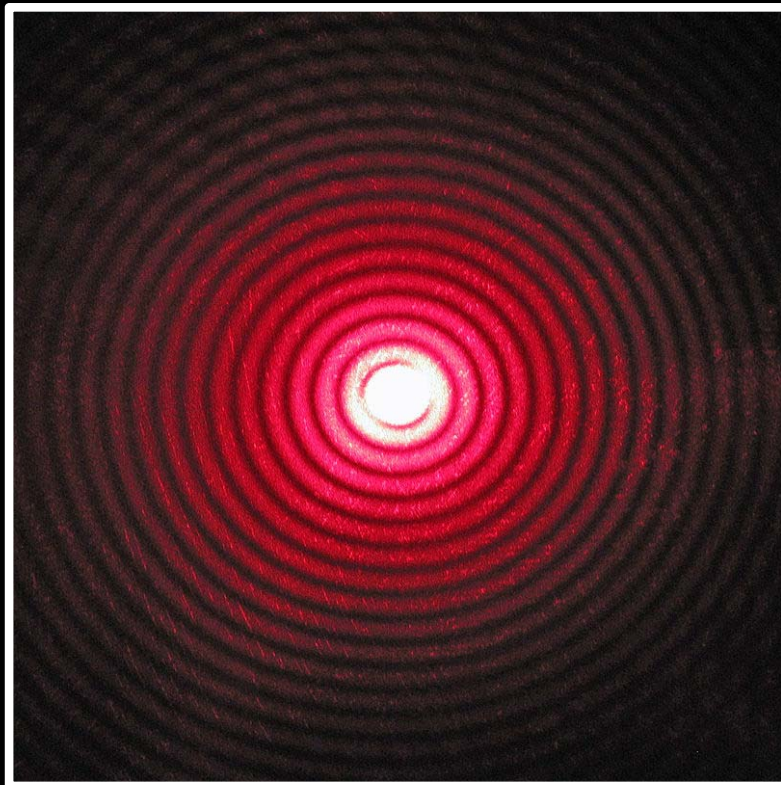
- 光的干涉與繞射現象



# 課堂演示



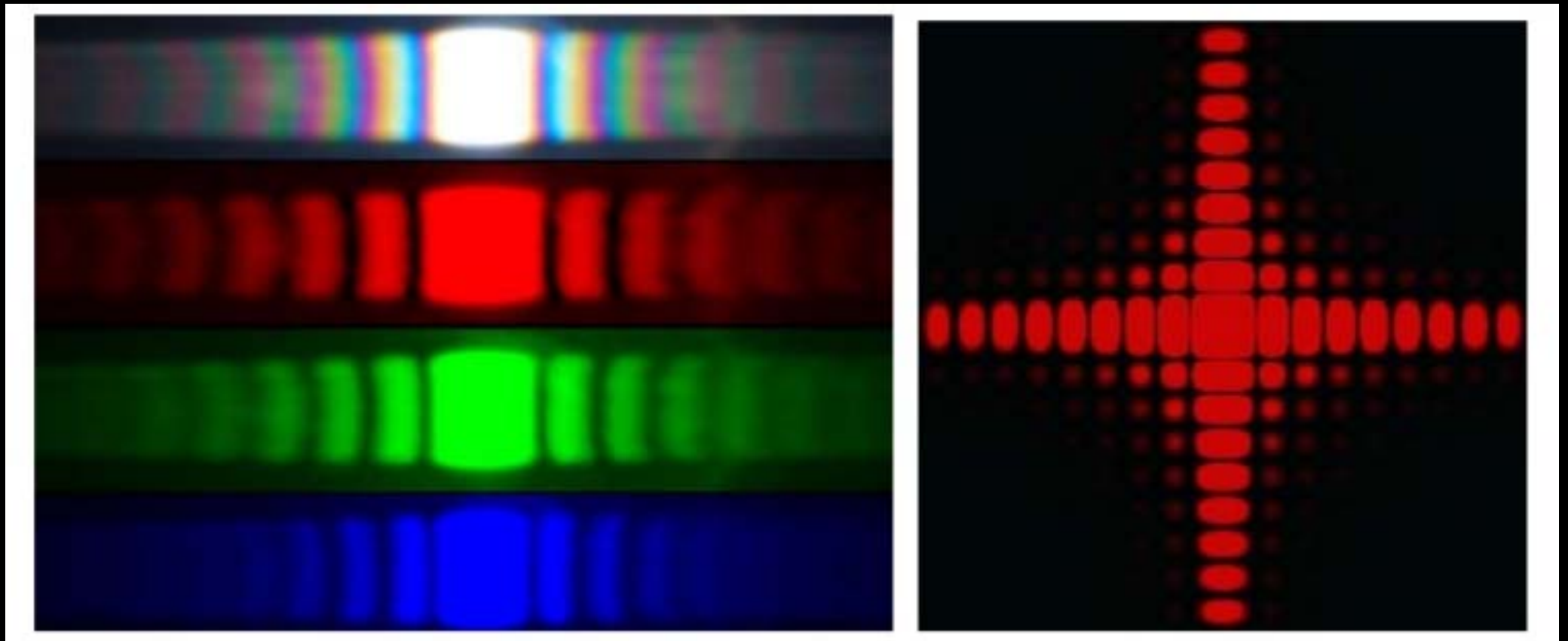
狹縫繞射



針孔繞射

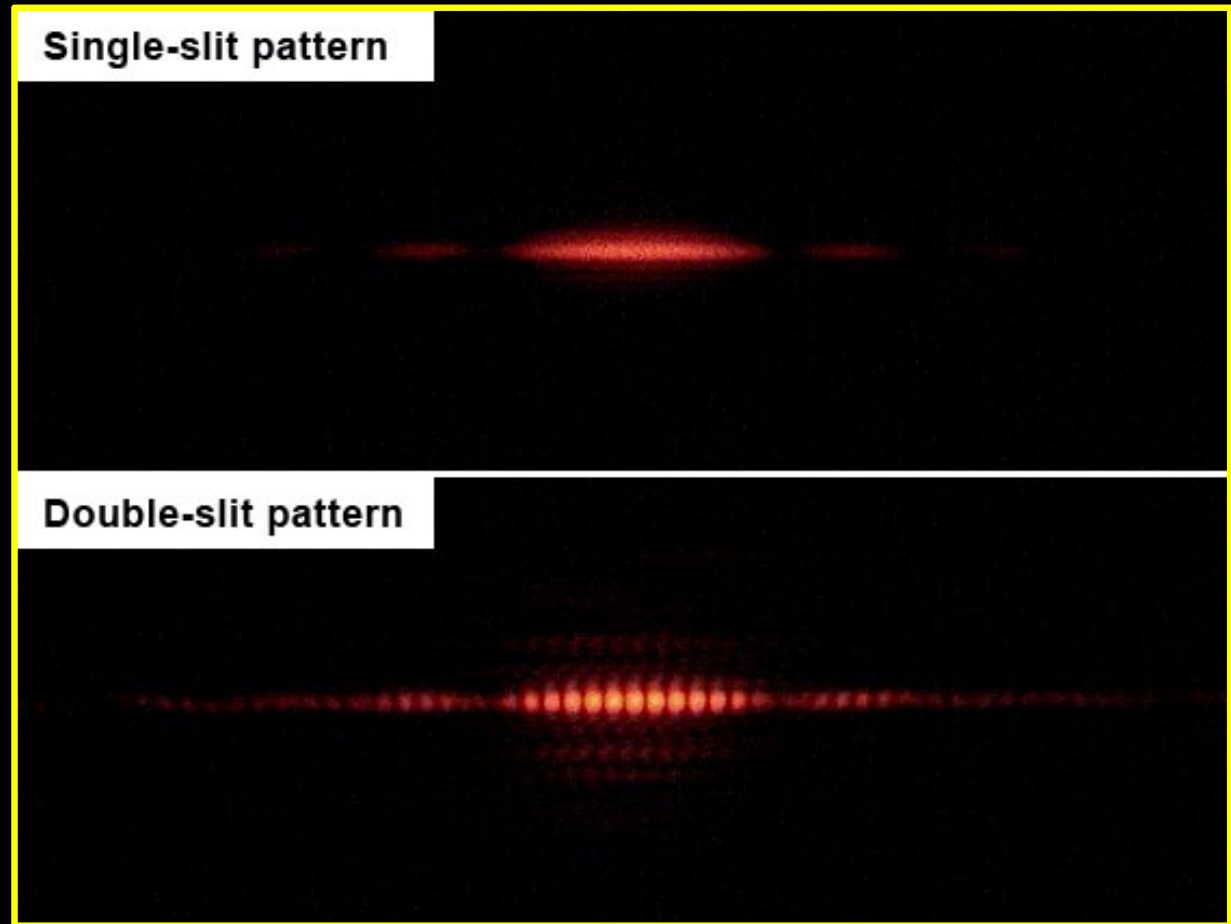
# 光的基本特性

- 光的繞射現象



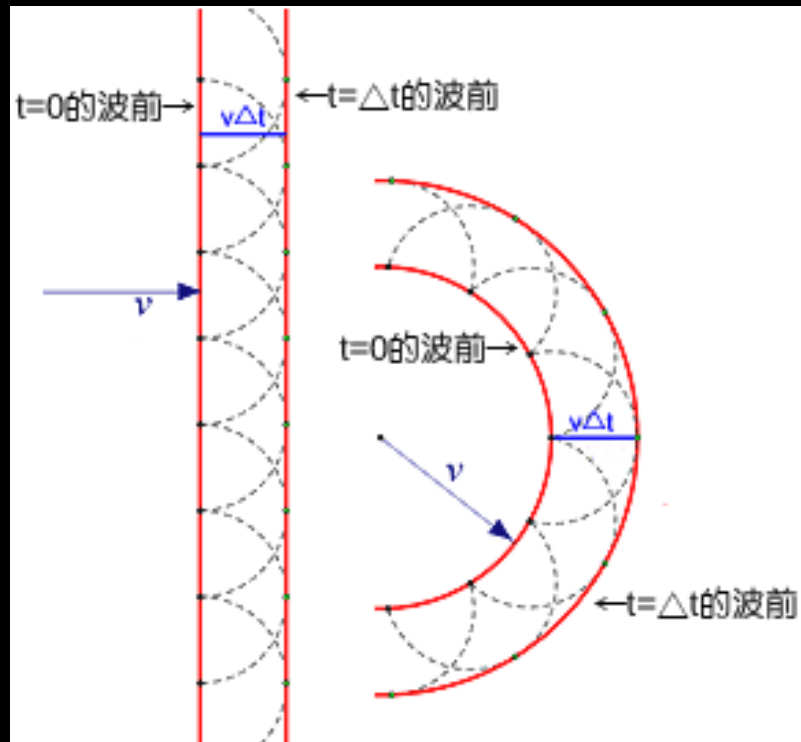
# 演示與實作

1. 透鏡折射
2. 稜鏡反射
3. 稜鏡折射
4. 稜鏡分光
5. 狹縫繞射
6. 針孔繞射
7. 穿透光柵
8. 反射光柵

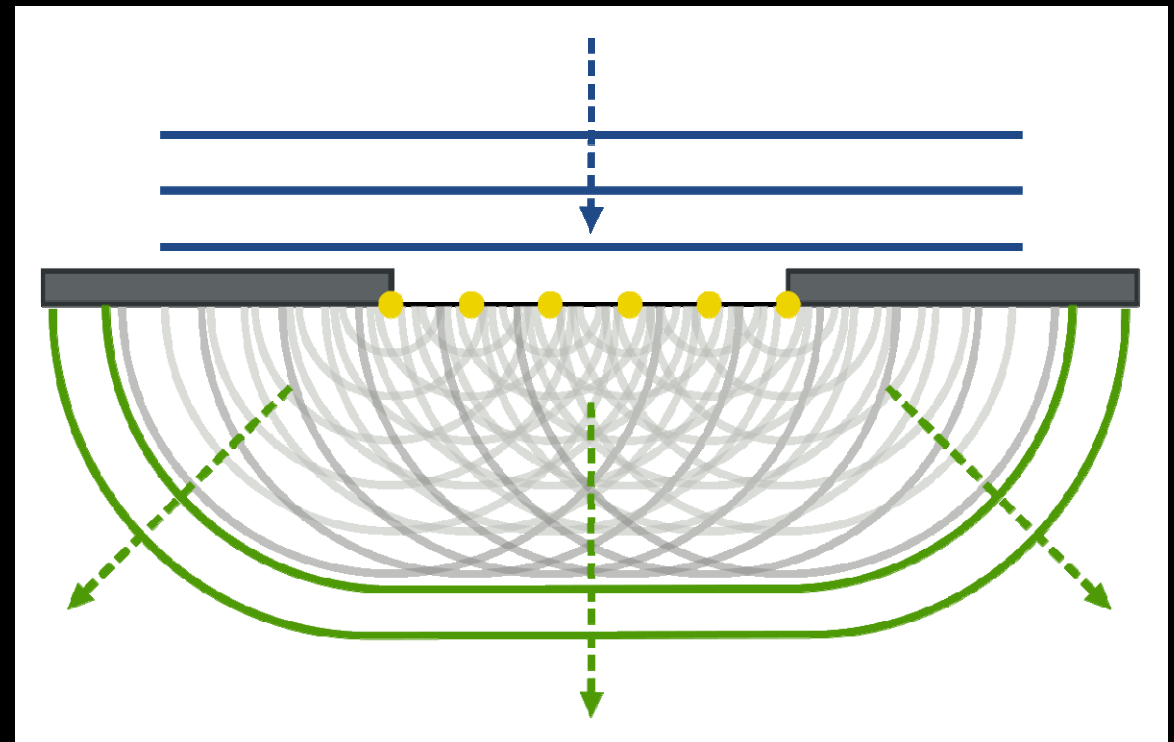




# 補充資料：惠更斯 - 菲涅耳原理

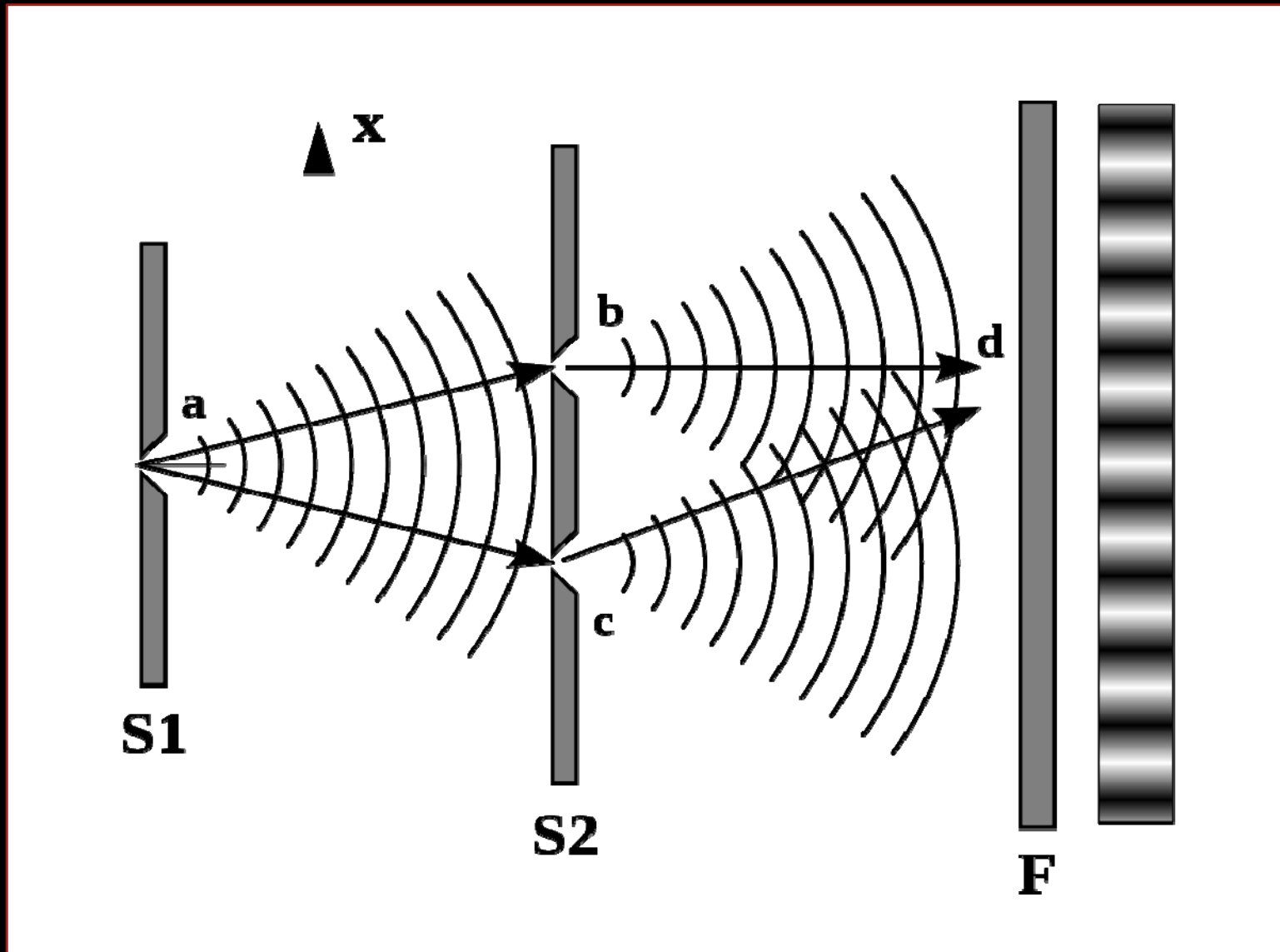


平行光 vs. 點光源



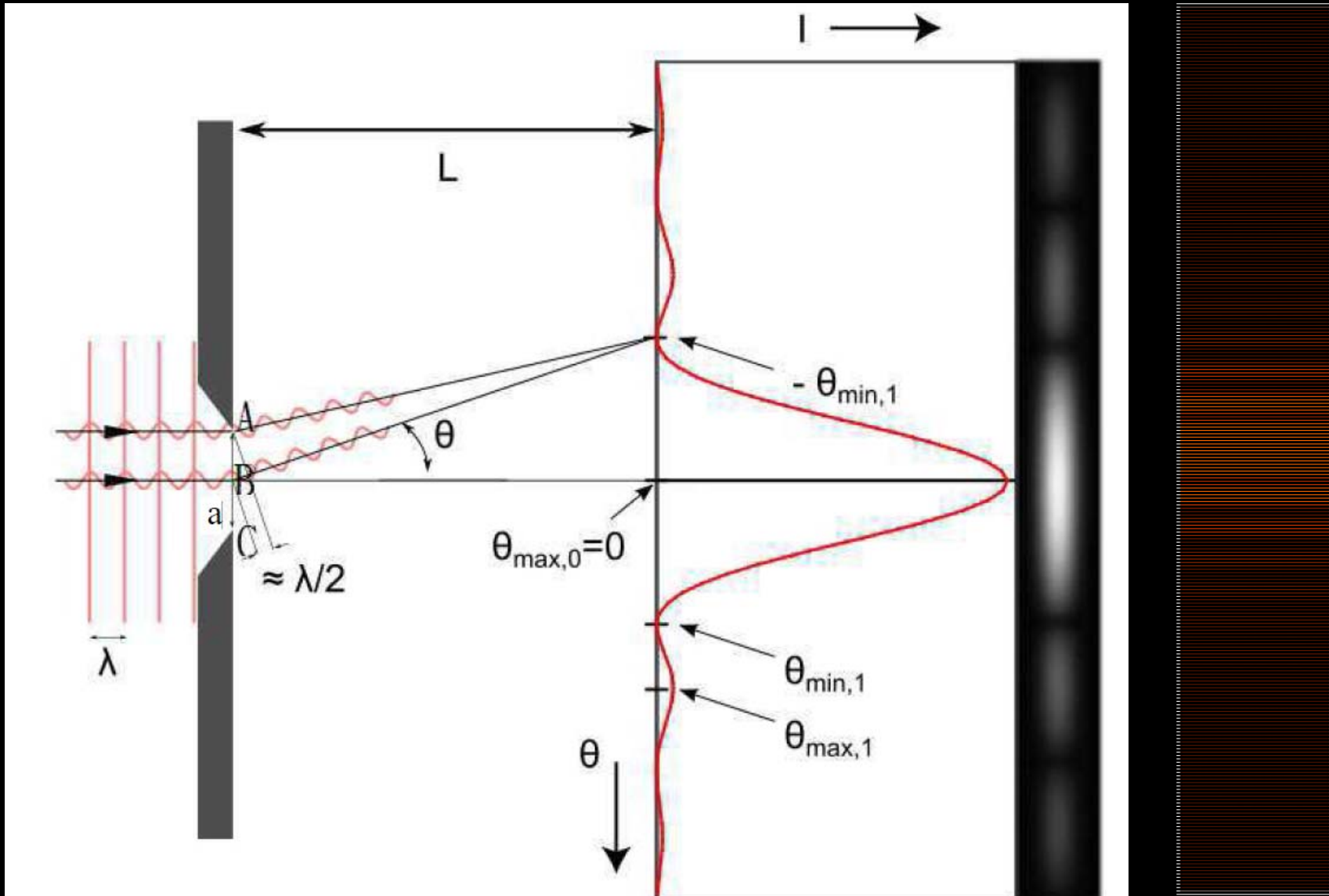
單狹縫的繞射現象

# 雙狹縫的干涉現象



# 單狹縫的繞射現象

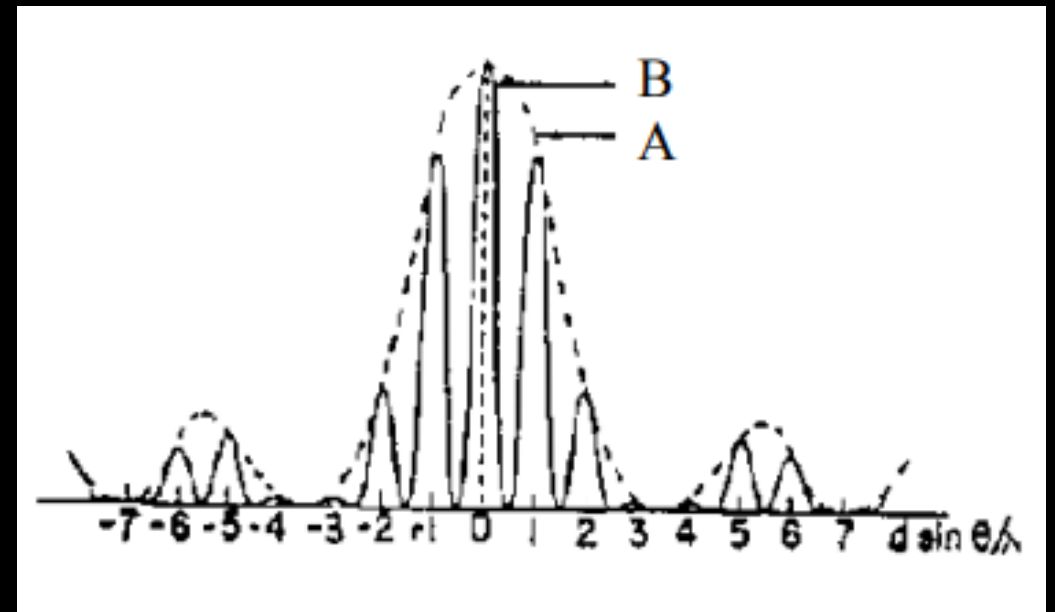
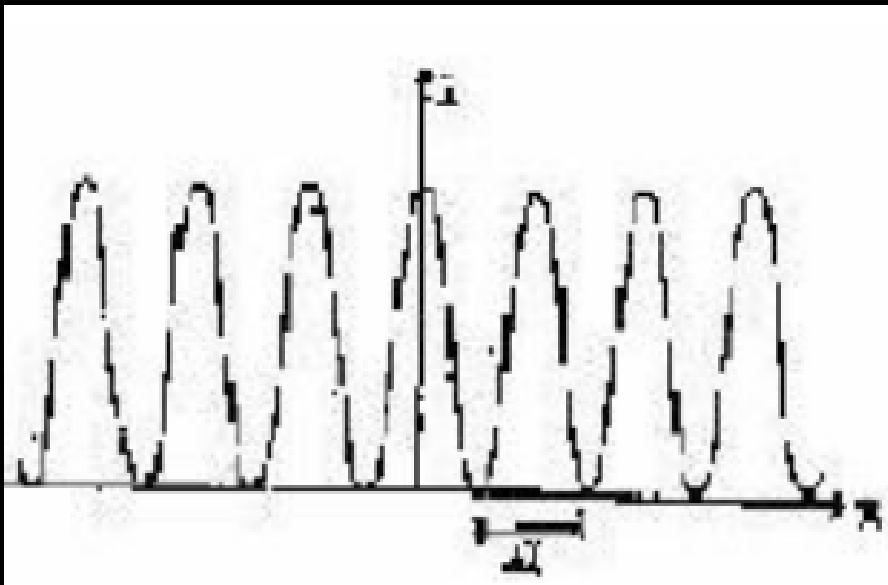
$$N\lambda = d \sin(\theta)$$



# 狹縫的干涉與繞射

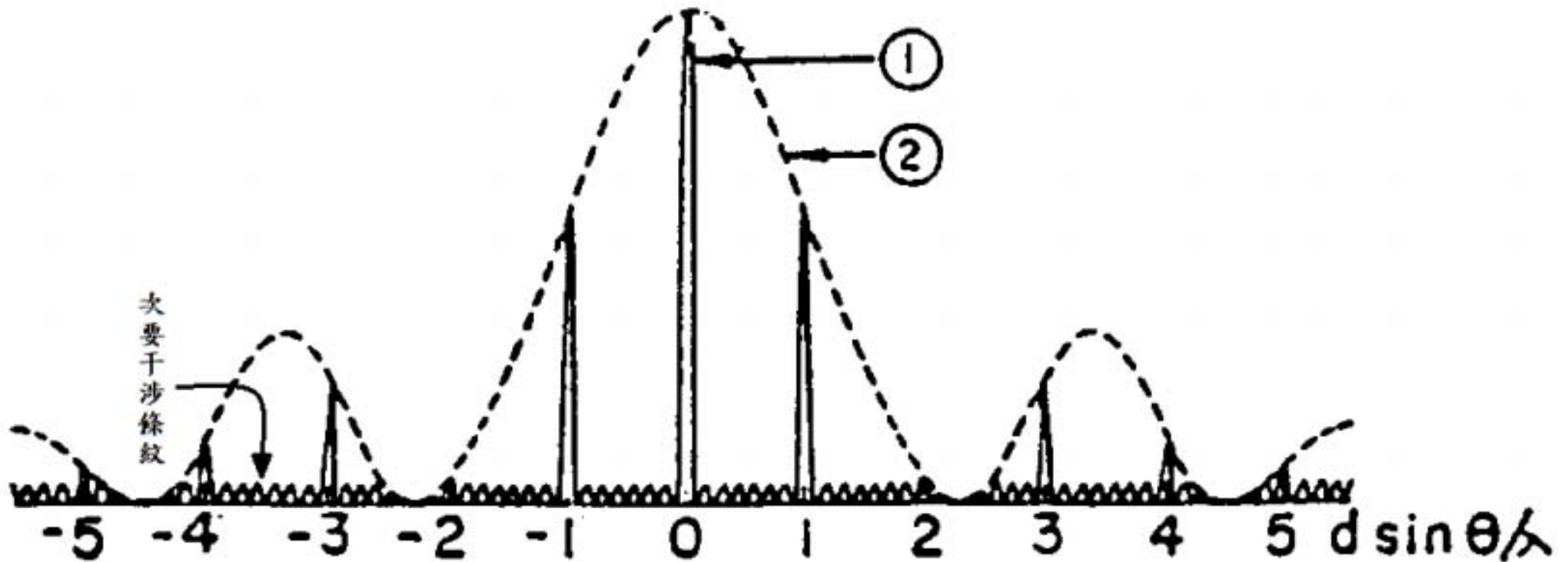
只要狹縫有寬度，除了考慮狹縫之間的干涉，也須考慮每一個狹縫的繞射情況！下圖左為理想雙狹縫干涉圖案，不考慮繞射情形，純粹只有兩個狹縫的干涉。但實際情形，由於狹縫都有一定的寬度，所以楊式雙狹縫干涉實驗結果必須加上單狹縫繞射的影響，所以我們看到的是雙狹縫的干涉及單狹縫的繞射圖形重疊在一起所形成的條紋，如下圖右，A虛線為繞射的條紋，B實線為干涉的條紋。

$$N\lambda = d \sin(\theta)$$



# 多狹縫的干涉&繞射

光透過一系列寬度相同，互相平行且等距離的狹縫後，形成一系列相同的繞射紋。若狹縫之間的距離很小，這一系列的光束會重疊而互相干涉，使繞射紋裡出現非常狹窄的干涉亮紋。當狹縫的數目極多時，主要的干涉亮紋會變得非常狹窄而明亮，次要干涉亮紋會變得微弱而不可見，也就是說，這時候光被集中在狹窄的亮紋上。其實多狹縫原理跟雙狹縫原理一樣，唯一差在多狹縫有更多的干涉，造成亮紋更狹窄。下圖為理想多狹縫( $N \gg 2$ )的干涉圖案，這裡一樣必須考慮單狹縫繞射情形。



# 問題集

- Q1. 試描述雙狹縫干涉的原理。
- Q2. 試描述單狹縫繞射的原理。
- Q3. 請問穿透式光柵 (多狹縫) 上標註 500 line/mm 其代表的意思為何？