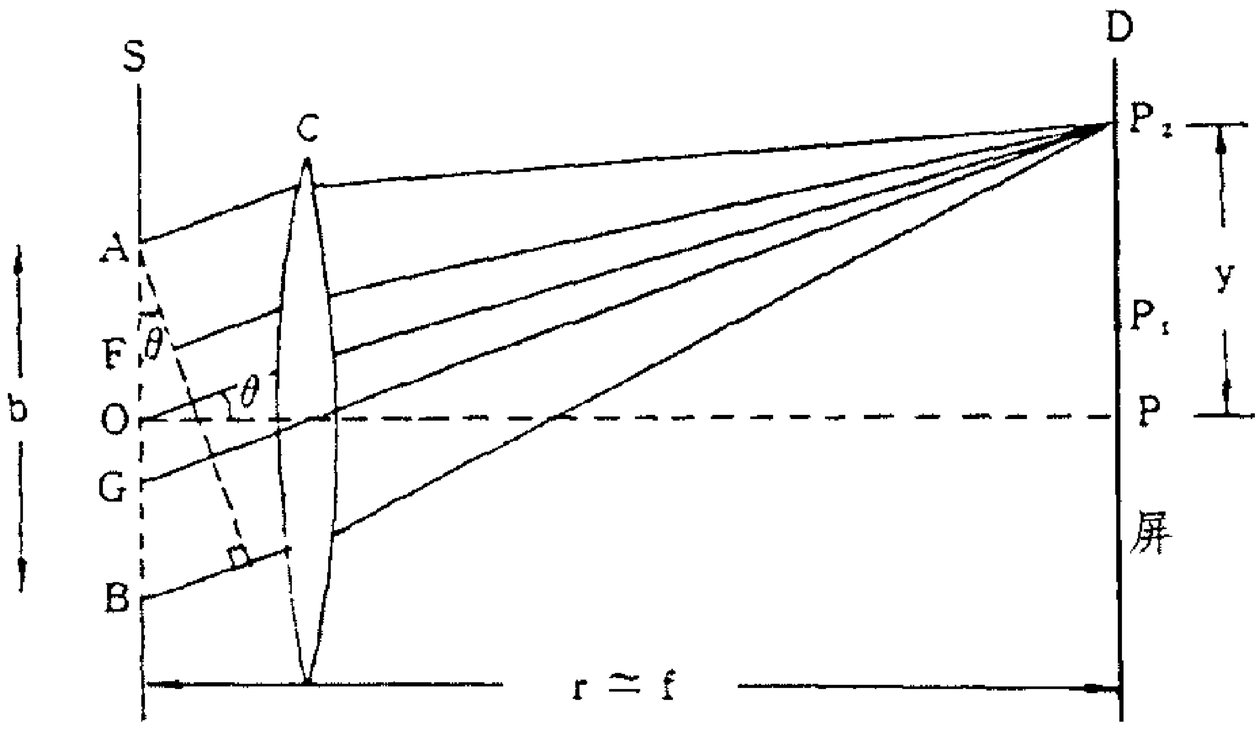
# PHYSICS

# 第十七章

# 光的干涉和繞涉




_____年 _____班 _____號

姓名：_____

吳錫玠老師 編授

# 17-1 光的粒子說和波動說

## 一.微粒說

**(1)**光的微粒說：十七世紀由牛頓提出。

內容：光是由發光體射出的一種速率極高而質量極小的微粒，這種微粒射到我們的眼睛，刺激視覺神經而引起視覺，這些微粒並可穿過透明物質，如微粒遇到不透明體時，則被反射或吸收。

**(2)**牛頓所構想的光粒子具有的性質：

**1.**體積極小，分佈甚為稀疏。

**2.**光粒子間彼此不相作用。

**3.**為完全彈性體，與物體碰撞時應視為完全彈性碰撞並遵從牛頓力學定律。

**4.**質量極小，但仍受重力和鄰近物質分子之引力。

**5.**光粒子速率極高。

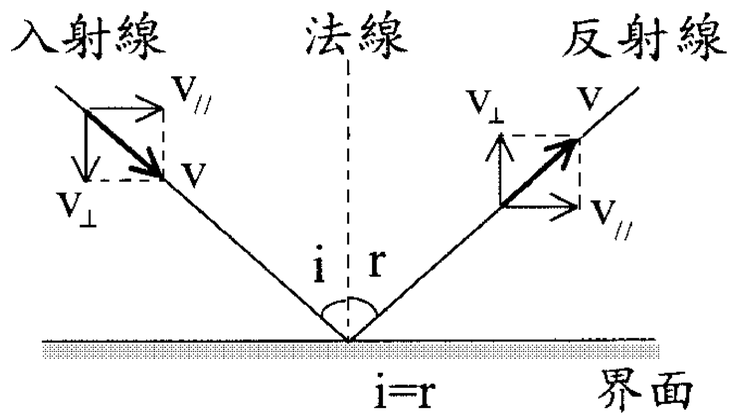
註：牛頓提出的光粒子說是基於古典力學，與愛因斯坦所提的光子不同。

**(3)**粒子模型能解釋的幾種常見的現象：

**1.**光的直進：光以極高速率自發光體射出，質量又極小，所以它受重力而彎曲的情況極不易被測出，大體而言，可視為沿直線進行。

**2.**光的獨立性：兩光柱交錯時，因光質點體積極小，分佈稀疏，故光柱各自分別進行，互不相擾。

**3.**光的反射：光的粒子為完全彈性體與物質碰撞而反射時係完全彈性碰撞，僅在垂直於碰撞面之方向上受到力的作用，則：




由動能守恆知碰撞前後動能不變，

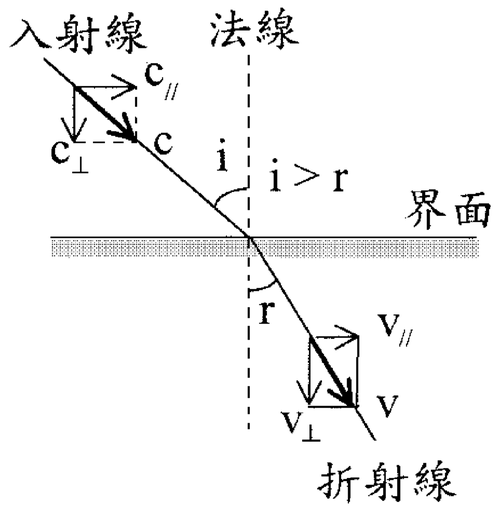
即 $\frac{1}{2}mv^2=\frac{1}{2}mv'^2 \Rightarrow v=v'$

因平行碰撞面之方向光的粒子不受力作用，故由動量守恆得

$m\,v\sin i=m\,v'\sin r$，而由 **a.**知 $v=v' \Rightarrow i=r$ 即入射角＝反射角

**4.**光的折射：

當光質點自真空以速率。抵達一介質表面並穿入介質內繼續進行時，其速度變為 **v**，如右圖所示，則：




平行界面方向：

因光粒子未受力作用，故 $c_{//}=v_{//}$，即 $c\sin i=v\sin r$

$\Rightarrow \frac{\sin i}{\sin r}=\frac{v}{c}=$定值……滿足司乃耳定律。

垂直界面方向：光粒子受介質分子的引力，因引力的方向垂直於介質表面，乃使其在垂直於表面方向上的速率增大，

即 $v>c \Rightarrow i>r$ ……與實際折射現象相符合

※討論：由介質折射率 $n=\frac{\sin i}{\sin r}>1$，且由 **a.** $\Rightarrow v>c$，即根據光之微粒說光在介質

中的傳播速率顯較真空中為大。

註：在牛頓時代，測定光速的方法還未發明而富可在牛頓創微粒說約 **200** 年後的 **1850** 年測出光在水中的傳播速度約為 **$2.23\times10^{8}$m/s**，故微粒說之預測光速與事實不符。

**5.**照度平方反比定律**(**僅適用於點光源**)**：照度和光度成正比而與距離的平方成反比

$$\Rightarrow \mathbf{I}\,(\text{公尺}\cdot\text{燭光})=\frac{E(\text{燭光})}{r^{2}(\text{公尺})^{2}}$$ ； **I** 表照度；**E** 表光度；

**r** 表點光源與垂直照射面之距離

**6.**光具有光壓現象：粒子有質量及速度，撞及物體時必有壓力。

**7.**物體受光照射變熱：運動的粒子被物體吸收後，其動能轉變為物體的熱能。

**(4)**粒子模型之缺點：

**1.**對於光在介質與真空中速率的快慢，解釋發生錯誤。

**2.**無法解釋色散、干涉和繞射等等現象。

**3.**不能圓滿解釋光在兩介質界面所產生的部分反射與部分折射現象。

## 二.波動說

**(1)**光的波動說

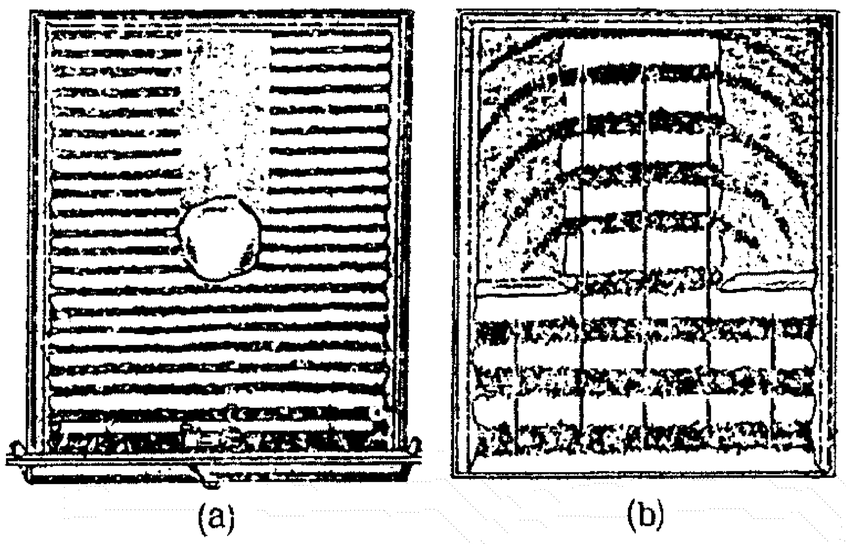
提出者：**1678** 年；由海更士**(1629～1695** 荷蘭**)**提出。**(**約與牛頓微粒說同時期**)**

內容：光是一種波動，而波動具有的特性，光亦皆具備。

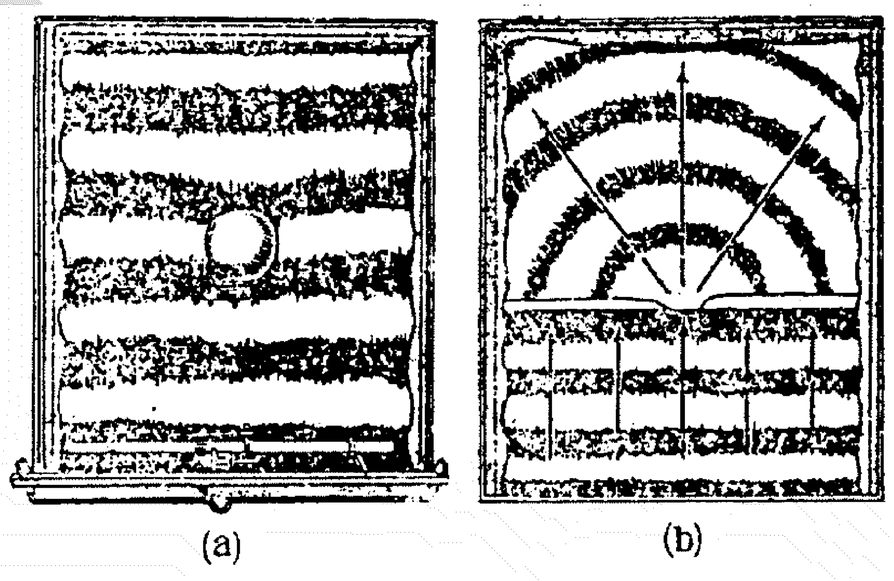
用途：可解釋光的反射、折射、獨立性、干涉及繞射等現象。

遭遇之困難：在日常所遇到的現象，光總是以直線行進，而並未顯示繞射**(**拐彎**)**的性質，故假設光係以微粒子直線傳播的理論，似較為合理。

註：繞射：波遇到阻礙物時，仍可繞過阻礙物而出現**(**換言之波沒有影子**)**，也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。**(**見下圖**(**一**)**與圖**(**二**)**水波之繞射**)**




(a)障礙物甚大於波長時，其後生一明顯之影。
(b)狹縫寬度遠大於波長時，波無繞射。
(一)




(a)障礙物甚小時，波即產生繞射。
(b)狹縫寬度過小時，波即產生繞射。
(二)

**(2)**波動學說發展之過程：

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 Grimaldj**，**1618～1663)**又作過實驗的證明，但可惜不為當時的科學家所週知及承認。

**1801** 年，楊格**(Thomas Yomg**，**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。

約在楊格致力於光的干涉實驗的同時，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提出繞射的數學理論。

**1850** 年，富可首次測量光在水中的傳播速度，發現水中的光速小於真空中的光速。至此，牛頓的粒子說已經根本動搖。

**1864** 年，英國的馬克士威**(Maxwell)**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。並由這理論推算出真空中電磁波的速度與真空中的光速相等。

**1887** 年，赫茲**(Heinrich Rudolf Hertz，1857～1894)**由實驗首次產生了馬克士威所預測的電磁波，隨即由實驗證明這電磁波具備了反射、折射、聚焦及偏振等光的特性。理論和實驗的進展完全建立了光的理論。

缺點：無法解釋光電效應及康普頓效應。

## ※粒子說 V.S.波動說

例 1.運用光之粒子模型可以解釋下列何者？ (A)光壓之存在 (B)照度與距離平方成反比 (C)司乃耳定律 (D)光在介質中之速率小於其在真空中之速率 (E)當物質吸收光時可以生熱。
答：(A)(B)(C)(E)

類 1.對光的解釋如採用牛頓的粒子模型，則下列何者較難了解？ (A)光的直進 (B)光的反射 (C)光的照度 (D)光的干涉。【84 大考中心題庫】答：(D)

類 2.下列哪些現象是“光的微粒說”無法解釋的？ (A)直進 (B)反射 (C)折射 (D)干涉 (E)部分反射，部分折射 。答：(D)(E)

類 3.下列光的現象那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)(D)(E)

類 4.光之微粒說模型可解釋下列那些現象？ (A)光之直進 (B)照度平方反比定律 (C)部分反射、部分折射 (D)干涉、繞射 (E)折射定律 。答：(A)(B)(E)

類 5.下列有關光的「粒子說」和「波動說」，何者正確？ (A)兩者皆能解釋光的直進和反射定律(B)「粒子說」預測在水中的光速大於在空氣中 (C)「粒子說」不能解釋折射定律 (D)牛頓提出「粒子說」，海更士提出「波動說」 (E)光的干涉、繞射只能用「波動說」解釋。
答：(A)(B)(D)(E)

類 6.由光的哪些性質可以證明光是一種波動？ (A)反射 (B)折射 (C)干涉 (D)色散 (E)繞射。
答：(C)(E)

# ※光速-粒子說

例 2.根據光之粒子說，光

(1)由真空中以 $60°$ 入射角射入折射率為 $\sqrt{3}$ 之介質中，其折射角為何？答：$30°$

(2)在折射率為 1.5 之介質中速度若干？答：$4.5\times10^{8}$

類 1.實測知某一介質，光之速率爲 $2.25\times10^{8}$ 公尺／秒，根據光之粒子模型，(A)此介質之折射率爲_____；(B)若光線由空氣中以 $37°$ 入射角進入此介質，則折射角爲_____。答：3/4；$53°$

類 2.若按照光的微粒說來看，光由空氣中以 $53°$ 的入射角，射入某介質中，若折射角爲 $37°$，則此光在某介質中速率爲：(A) $3\times10^{8}$ (B) $4\times10^{8}$ (C) $5\times10^{8}$ (D) $2.25\times10^{8}$ m/s。答：(B)

類 3.已知水的折射率 $\frac{4}{3}$，在空氣中的光速爲 $3\times10^{8}$ m/s，則依照光的「粒子說」，光由空氣進入水中，光速變爲_____m/s。答：$4\times10^{8}$

類 4.已知某介質之折射率爲 1.5，由光之微粒說求光在介質中之速度爲若干 m/s？(A) $\frac{3\times10^{8}}{1.5}$ (B) $3\times10^{8}\times1.5$ (C) $3\times10^{8}$ (D) $1\times10^{8}$。答：(B)

類 5.實測知某一介質中，光之速率爲 $2.5\times10^{8}$ m/sec。

(1)根據光之粒子模型，此介質之折射率爲若干？

(2)由(1)中所得之折射率，求光線由空氣以 $30^{o}$ 入射角進入此介質後之折射角？

類 6.使用「光的質點模型」時

(1)必須將光質點視爲_____彈性體，方能解釋光之反射定律。

(2)須假設光質點在折射率爲 n 之介質中的進行速率，爲光質點在真空中進行速率之倍，方能解釋光之折射定律。答：(1)完全；(2)n

類 7.以光的質點模型言，白色光照射黑色與白色光屏時，何者所受之光壓較大？

若需各章講義，可至 http://web.tcfsh.tc.edu.tw/whc1118/下載

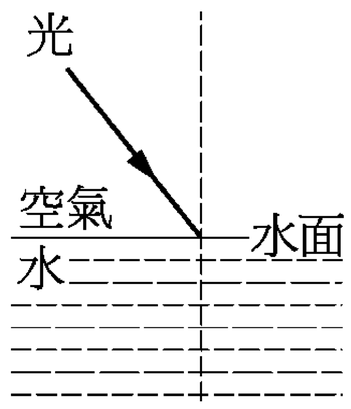
# ※光速-波動說

例 3.光波在介質中的光程等於光在真空中於同樣時間所行進的距離，設光在空氣中於時間 t 內所行進的距離為 L，已知水相對於空氣的折射率 $n=\frac{4}{3}$，則依照光的波動說，在相同的時間內，光在水中所行進的距離為何？答：$\frac{3}{4}L$

類 1.光經過一折射為 1.60 之雲母片，其厚度為 55000 埃，則在相同的時間內，光在真空中所行進的距離為何？答：88000 埃

類 2.氦氖雷射所發出的紅光波長為 630nm，將之射入折射率為 $\frac{5}{3}$ 的玻璃中，則紅光的波長變為多少？ (A)360nm (B)378nm (C)426nm (D)512nm 。答：(B)

類 3.當光由空氣進入水中時，下列敘述何者正確？ (A)速率變小 (B)波長變短 (C)頻率不變 (D)速率不變 (E)頻率變長 。答：(A)(B)(C)




類 4.三國時代，曹操和劉備的大軍在長江兩岸對峙，兩方各派一名使者先去談判：曹操派他的妹妹—曹小妹；劉備則叫了拜把兄弟張飛做代表。
雙方使者來到岸邊，兩人互相對看了幾眼，曹小妹首先發難——
她伸出雙手比個大圓，張飛馬上兩手一攤比了個長長的形狀；
曹妹子見狀，伸出一根食指，張飛也馬上伸出三根手指；
接著曹小妹拍拍自己的肚子，張飛則拍拍自己的屁股；然後兩人各自離去。
曹操問談判的結果，曹小妹報告說：「那個張飛真是自大！我告訴他我們的大軍已經把他們團團圍住，他說他們有長江做屏障根本不怕我們；我說哥哥遲早會一統江山，他說他們有桃園三結義，才不怕我們哩！然後我告訴他我哥哥有一肚子的學問。他竟拍拍屁股說，在他們眼裡根本不值一文錢。都是狗屁文章！」
另一方面張飛回到營中，劉備問： 「三弟！如何？」
張飛說：「別提了，真是無聊極了！那個臭婆娘她一見面就告訴我，他們的燒餅好大一個，我也不甘示弱的回道，我們的油條也是好長的一根；他說她一天至少吃一個，呸！我告訴她，我一天非要吃三個不可；結果她問我吃得太飽了，怎麼辦？真是的，吃三個根本不算什麼嗎，我放個屁就全沒了。」

吳錫玠物理

# ※照度

例 4.設強度為 800 瓦/米$^2$之太陽光由正上方垂直照射在一焦距 10 厘米之凸透鏡上，則在透鏡中心正下方 8 厘米處光之強度約為_____瓦/米$^2$。答：20000

類 1.平行主軸的平行入射光，垂直照射至焦距 10cm 的凸透鏡；則在凸透鏡後方主軸上，距透鏡 8cm 及 16cm 處的照度比爲： (A)4：1 (B)1：4 (C)9：1 (D)1：9 (E)1：1 。答：C

類 2.在 25 燭光光源正下方 50 厘米桌面上，照度爲若干？答：100 米燭光

類 3.光度計與平面鏡相距 2 米，今於其中點置 25 燭光之光源，則光度計上之照度爲何？若以焦距 1 米或 3/4 米之凹面鏡代替平面鏡則如何？答：27.8；50；250 米燭光

類 4.用照度與距離平方成反比以測定星球之距離，係基於何種條件？

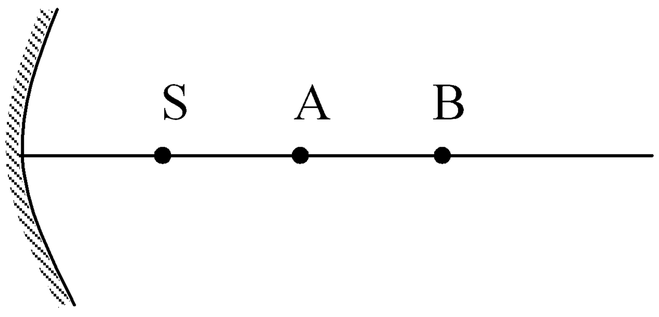
類 5.一凹面鏡焦距 1 米置於幕前 3 米處，今將強度 40 燭光之光源置於焦點，則幕上照度爲若干？若將光源移至球心處，則又如何？答：50；80 米燭光

類 6.與一燭光之點光源距離 1 米處，垂直於入射方向的面積上的照度定爲 1 米燭光，白天時人的表面所受照度約爲 $2.00\times10^4$ 米燭光。今有一點光源，其發光強度約爲 $8.00\times10^4$ 燭光。

(A)若欲使用此點光源在夜間照相,並使被拍攝的人表面照度如白天，則點光源應距此人多少公尺？

(B)如將此點光源置於一平面鏡及被拍攝人的正中央，而欲使人表面照度如白天，則點光源應距人多遠？【76 日大】答：(1)2m；(2)2.11m

類 7.一小光源 S 放在凹拋物面鏡的焦點上（如圖）。若鏡面爲完全反射面，且空氣對光的吸收或散射極微小而忽略不計，則在兩倍焦距的 A 處與三倍焦距的 B 處，其照度比值 $\frac{E_A}{E_B}=$ (A)$\frac{5}{3}$ (B)$\frac{2}{1}$ (C)$\frac{3}{2}$ (D)$\frac{8}{5}$ (E)$\frac{13}{8}$ 。答：D




吳錫玠物理

# 17-2 光的干涉

## 一.產生清晰可見干涉紋型之條件：

**(1)**二光源必須十分接近：因光波波長甚小，欲見明顯之干涉條紋則二光源之距離 **d** 亦須甚小。

**(2)**二光源必須甚小：因二光源非常接近，故光源本身必須甚小。

**(3)**二光源之波長必須相等且為定值：否則一波長所成之暗紋可能被另一波長之明紋照亮，致模糊不清。

**(4)**光屏必需遠離光源：光源與幕屏距離愈遠，條紋間隔愈大，觀察愈易。

**(5)**二光源必須為同調光：

**1.**同調光：兩光波的相差不隨時間變化而為一個定值(包含同相)，則這兩光波稱為同調光。

**2.**兩個不同調光在空間某處重疊時，極短時間內，各個光波均作幾千幾百萬次的振動，因此兩波的相差要在這麼多次的振動中，始終維持一定值殊不可能。換言之，並不能產生可分辨的相長或相消的干涉條紋，而會形成幾乎為同樣強度的情形。

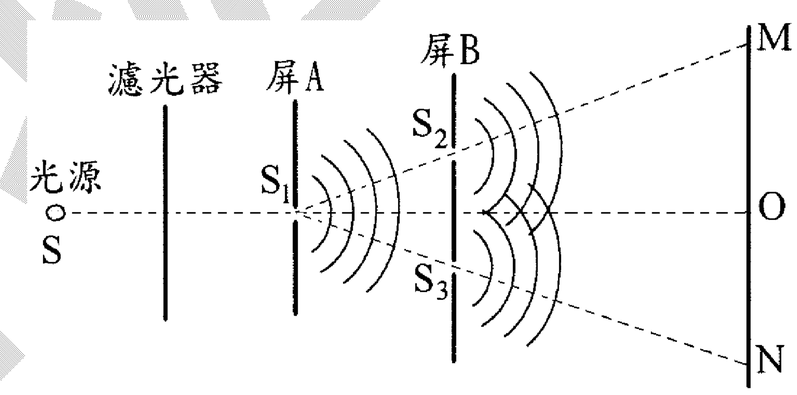
## 二.楊格干涉實驗(1801 年)

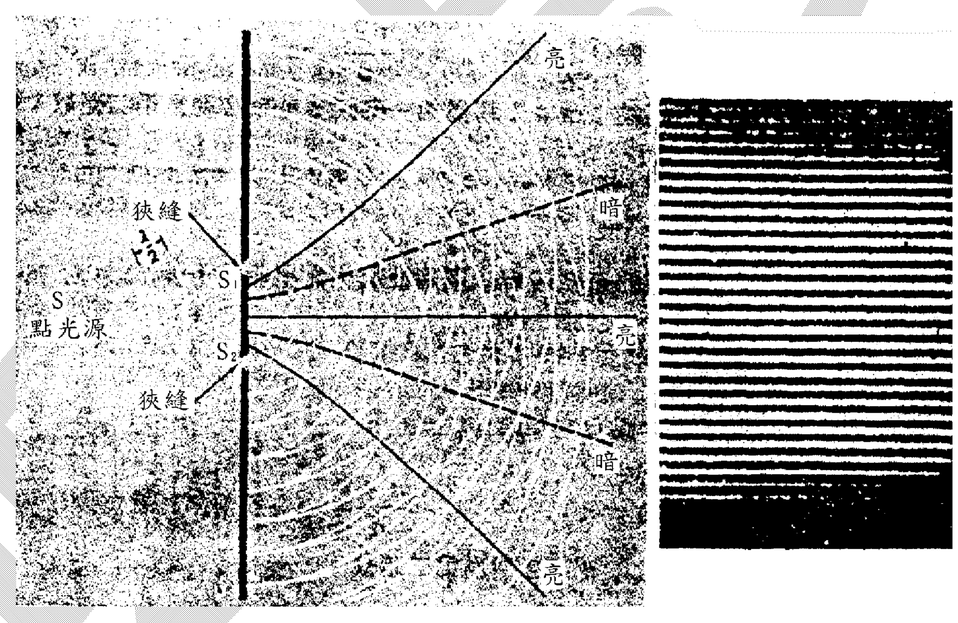
**(1)**裝置如右圖所示：

**1.**光源 **S** 所發出的光經濾光器後，產生單色光。

**2.**此單色光經過 **A** 屏上的一細長狹縫(與頁面垂直)$S_1$，發出圓柱形波，其橫截面為圓弧。

**3.**再經 **B** 屏上的 $S_2$ 及 $S_3$ 狹縫(亦與頁面垂直)，在 **C** 屏產生的光的強度分佈，乃如下圖所示，有明、暗相間的條紋。



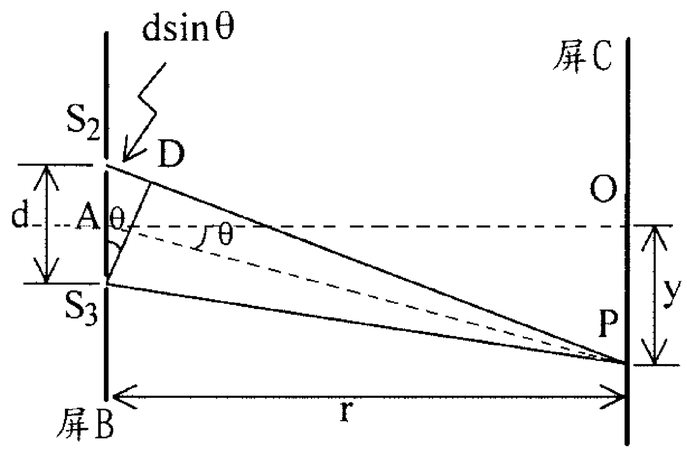

※說明：按海更士原理，到達 **B** 屏上的波前上任一點均成為新的波源，而各自再發出新的圓柱面形波，其橫截面仍為圓弧，由狹縫 $S_2$、$S_3$ 發出的波，在 **C** 屏上將重疊為合成波，形成了明暗相間的條紋。

註：亮的地方是兩光源所發波動之建設性干涉部分抵達光屏之處；而暗的地方是波動破壞性干涉而成的暗紋與光屏相交的位置。

**(3)**雙狹縫干涉條紋～～如上圖：

**1.**雙狹縫之相：$S_2$ 及 $S_3$ 處的光波，皆來自同一光源 $S_1$，故由 $S_2$、$S_3$ 發出的波，其相及頻率均相同。

**2.**光程差：同時抵達屏 **C** 上 **P** 點光有來自 $S_2$ 及 $S_3$ 所發出



的光波及，各行經不同的光程$\overline{S_2P}$及$\overline{S_3P}$，$\overline{S_2P}-\overline{S_3P}$稱為光程差，此光程差中有$\dfrac{\overline{S_2P}-\overline{S_3P}}{\lambda}$個波數。

**(4)**雙狹縫干涉的明暗條紋位置的公式：

**1.**在$\overline{S_2P}$上取$\overline{DP}=\overline{S_3P}$，若屏 **B** 與屏 **C** 的距離 **r** 遠大於 $\mathbf{S_2}$ 與 $\mathbf{S_3}$ 的間隔 **d**，角$\theta$**(**稱為方位角**)**必甚小，則由圖可見$\overline{S_2P}\,//\,\overline{S_3P}$ 且 $\overline{S_3D}\perp\overline{S_2P}$，

故 **P** 至雙狹縫的光程差$=\overline{S_2P}-\overline{S_3P}=\overline{S_2D}\fallingdotseq \mathbf{d}\sin\theta$

又因$\theta$甚小，則由圖得　$\sin\theta\fallingdotseq\tan\theta\fallingdotseq\dfrac{y}{r}$

$\Rightarrow\overline{S_2P}-\overline{S_3P}=\overline{S_2D}\fallingdotseq \mathbf{d}\sin\theta\fallingdotseq \mathbf{d}\tan\theta\fallingdotseq \mathbf{d}\dfrac{y}{r}$

$\Rightarrow$幕屏上 **P** 點至中點 **O** 之距離 $\mathbf{y}=\dfrac{r}{d}\mathbf{d}\sin\theta$

**2.**相長性干涉～～即亮紋**(**實際為亮紋的中線**)**

①若光程差等於波長的整數倍時，則兩波同相而呈相長干涉

$\Rightarrow\overline{S_2P}-\overline{S_3P}=\overline{S_2D}=\mathbf{d}\sin\theta=\mathbf{m}\lambda$

②第 **m** 條亮紋至幕屏中點 **O** 之距離 $\mathbf{y_m}=\mathbf{m}\dfrac{r\lambda}{d}$，$\mathbf{m=0}$，**1**，**2**，**3**……

※$\mathbf{m=0}$ 稱為中央亮紋；$\mathbf{m=1}$ 稱為第一亮紋，$\mathbf{m=2}$ 稱為第二亮紋，……

③相鄰兩亮紋的間隔為$\Delta\mathbf{y}=\mathbf{y_{m+1}}-\mathbf{y_m}=(\mathbf{m+1})\dfrac{r\lambda}{d}-\mathbf{m}\dfrac{r\lambda}{d}=\dfrac{r\lambda}{d}$

**3.**相消性干涉～～即暗紋：

①若光程差等於半波長的奇數倍時，則兩波反相而呈相消干涉

$\Rightarrow\overline{S_2P}-\overline{S_3P}=\overline{S_2D}=\mathbf{d}\sin\theta=\dfrac{\lambda}{2}(\mathbf{2n-1})=(\mathbf{n}-\dfrac{1}{2})\lambda$

②第 **n** 條暗紋至幕屏中點 **O** 之距離 $\mathbf{y_n}=(\mathbf{n}-\dfrac{1}{2})\dfrac{r\lambda}{d}$，$\mathbf{n=1}$，**2**，**3**，……

③相鄰兩暗紋的間隔

$\Delta\mathbf{y}=\mathbf{y_{n+1}}-\mathbf{y_n}=\dfrac{r\lambda}{d}=$中央線兩側亮紋寬度……**(A)**

※$\mathbf{n=1}$ 稱為第一暗紋，$\mathbf{n=2}$ 稱為第二暗紋，……

註：**(a)**上面所述是 **AO** 一旁的干涉條紋的位置。在 **AO(**中央軸**)**另一旁的干涉條紋，可以同理獲得。

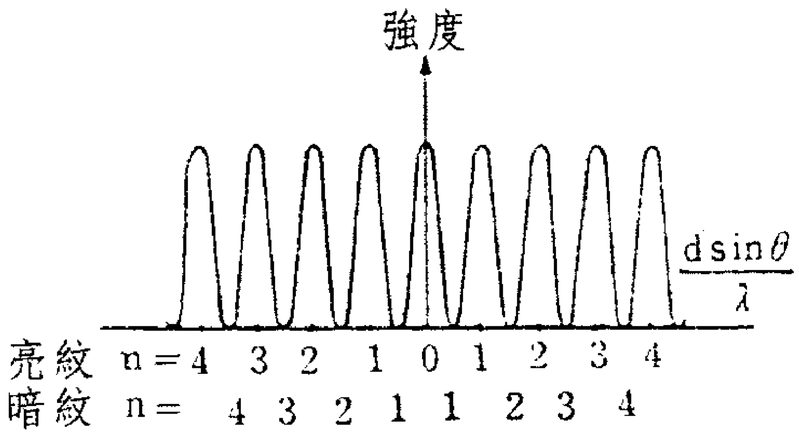
**(b)**當光源不在兩狹縫之中心線上，設入射光入射角為$\psi$，則相鄰兩亮紋**(**或暗紋**)**間的距

離為 $\Delta y=\dfrac{r\lambda}{d\cos\phi}$

**5.** 中央亮紋的寬度**(D)**＝兩旁第一暗紋間之距離**($2y_1$)**

由暗紋公式

$$y_n=(n-\frac{1}{2})\frac{r\lambda}{d}\Rightarrow D=2y_1=2(1-\frac{1}{2})\frac{r\lambda}{d}=\frac{r\lambda}{d}\cdots\cdots\cdots(B)$$




註：中央亮紋的寬度及亮度與其它亮紋的寬度及亮度均相同。

干涉條紋之強度圖～～等距離的明暗相間條紋(如右圖所示)

**(5)** 討論：

**1.** 若光源發出單色光，則經雙狹縫後在幕屏上產生中央部分為明亮之該色光而旁側分列暗相間之條紋。

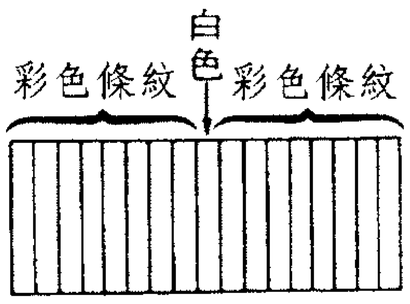
※由 $\Delta y=\dfrac{r\lambda}{d}\Rightarrow$ 對不同波長之單色光而言 $\Delta y\propto\lambda$。

**2.** 若光線發出白色光，則經雙狹縫後在幕屏上產生中央為白色亮帶而兩旁為彩色之干涉條紋。

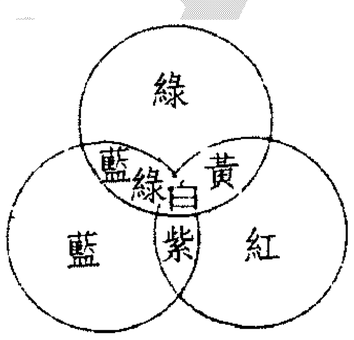
※說明：

①中央亮線呈現白色：

因到達雙狹縫時，各色光均為同相(即 $S_2$ 狹縫處之 **A** 色光與 $S_3$ 狹縫處之 **A** 色光同相，$S_2$ 狹縫處之 **B** 色光與 $S_3$ 狹縫處之 **B** 色光同相，……，依此類推)。故不論那一色光到達中央軸線與光屏之交點處，均呈相長干涉～～即各色光均呈現在該處；因此，在該處之各色光混合而成白色，故中央亮線呈現白色。




圖(一)




圖(二)

②中央線兩旁呈彩色條紋：

因各色光波長依小而大為紫、藍……黃、橙、紅，故在中央亮線旁依次為紫、藍……橙、紅光被抵消而呈現出其互補色(如上圖(二))，依次為綠、黃……；但愈外層，各種色光互相重疊，將漸不規則。

※由亮紋公式 $y_m=m\dfrac{r\lambda}{d}\Rightarrow$ 對同一 **m** 值但不同色光而言 $y_m\propto\lambda$。

**(6)** 楊格干涉實驗的價值：

**1.** 鞏固了光的波動性。

**2.** 測得光波的波長。

## ※干涉現象

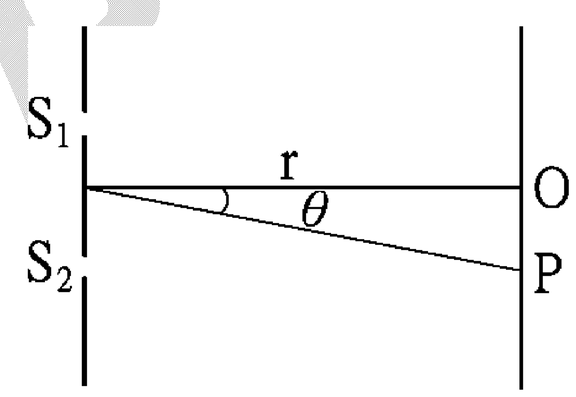
例 5.下列哪些現象是由光的干涉所產生的？ (A)虹和霓的彩色 (B) CD 光碟片表面的彩色 (C)水面油漬的彩色 (D)肥皂泡的彩色 (E)鑽石的彩色 。答：(B)(C)(D)

類 1.水面的油層所發生的彩色光是由於 (A)光之干涉 (B)光之反射 (C)光之折射 (D)光之散射 (E)光之繞射 。答：(A)

類 2.若不用狹縫，能否使用其他方法產生類似的楊格干涉條紋？

## ※干涉原理-$\left|\overline{PS_1}-\overline{PS_2}\right|$

例 6.在楊氏干涉實驗中，假定光源至兩狹縫 $S_1$、$S_2$ 的距離相同，若用波長為 λ 的單色光，兩狹縫的距離為 d，狹縫至屏的距離為 r，且 r≫d 則：



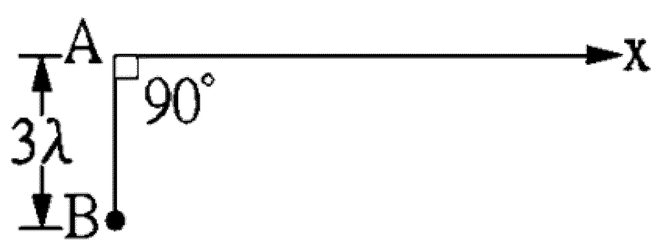

(1)經 $S_1$、$S_2$ 兩狹縫的光抵達屏上的第二暗紋，其光程差為_____。

(2)第二暗紋至中央線距離為_____。答：(1)1.5 λ ；(2) $\frac{3r\lambda}{2d}$

類 1.以頻率為 $5.0\times10^{14}$ Hz 的單色光，作雙狹縫干涉實驗。若狹縫相距 0.1mm，光屏與狹縫相距 5cm。兩狹縫的光為同相位，則光屏上距中央線最近的暗線，距兩狹縫的距離差為若干 Å？(A)3000 (B)4500 (C)6000 (D)7500 (E)9000 。答：(A)

類 2.雙狹縫干涉實驗中，由中央亮帶起第 n 條亮紋到兩狹縫的光程差為_____。答：n$\lambda$

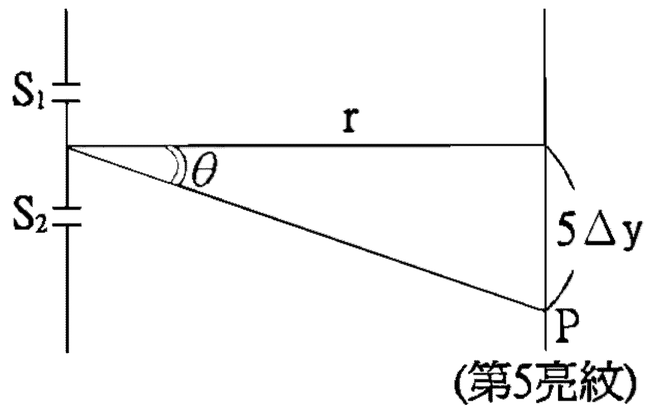
類 3.右圖中所示 A 和 B 是兩個相同的波的輻射器，具有相同的波長 $\lambda$ 且為同相。此兩輻射器相距 3$\lambda$。沿著 Ax 線找出發生破壞性干涉的點距 A 點的最大距離以 $\lambda$ 表示之。答：8.75$\lambda$




吳錫玠物理

※$\theta$

例 7.以雷射光作雙狹縫干涉實驗，已知狹縫 d＝0.10(mm)，狹縫到屏幕的距離為 1(m)，干涉暗線間隔為 0.50(cm)，求
(1)雷射光波長？答：5000(埃)
(2)第 5 亮紋的中央與中垂線的夾角？答：$2.5\times10^{-2}$(弧度)




類 1.使波長為 6000 埃之單色光，經相距 0.3 ㎜之雙狹縫照射在縫前 120cm 之幕上，則兩暗紋間之距離為_____㎜，又第一條暗紋與二狹縫中點之連線和二狹縫中垂線之夾角為弧度。答：2.4；0.001

類 2.波長為 5500 埃之綠色光，垂直照射於相距 0.005mm 的雙狹縫，求第 3 條亮紋中線與中央線夾角若干？答：0.33rad

類 3.一雙狹縫之狹縫間距為通過狹縫光波波長的 100 倍，則
(A)第一、第二亮紋角間距為多少？
(B)若屏置於狹縫前 50 厘米處，則第一、第二條亮紋間距離為多少？
答：1/100rad；$5\times10^{-3}$ 米

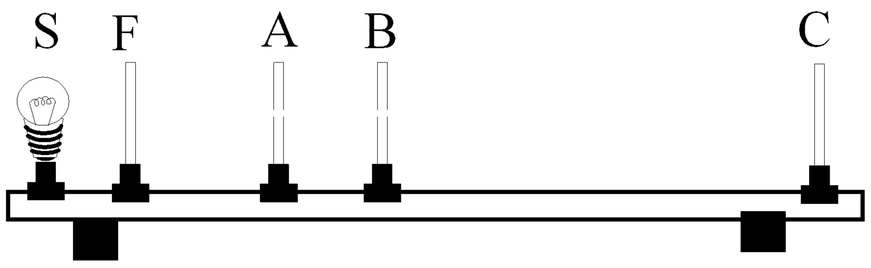
類 4.話說楚漢相爭，劉邦大獲全勝，西楚霸王項羽帶著虞姬與剩下的兵力，逃到垓下這個地方；眼見漢軍逼近，四面楚歌，軍心渙散…
突然！眾將士在營外大喊：「殺虞姬！殺虞姬！殺虞姬…」 喊聲不絕於耳。
他絕望了… 這時，虞姬對他說：「大王，是我拖累了你…」
語畢，便拔刀自刎而死。
西楚霸王項羽抱著虞姬的屍體，傷心地走了出去…

寒風蕭蕭，盡是肅殺之氣…
此時，他看見了！淚如雨下的他看見了…
金城武被眾將士圍在中間，高舉著一隻手機：「這就是最新型的手機！」
眾將士大喊：「鯊魚機！鯊魚機！鯊魚機～」

吳錫玠物理

# ※干涉實驗

例 8."雙狹縫干涉實驗"裝置如圖所示，其中 S 為強光源，F 為濾光片，A 為光源前單狹縫，B 為雙狹縫，C 為白屏。下列敘述何者為正確?




(A)B 的兩個狹縫之間距離減小時，干涉條紋中兩相鄰亮紋的間距變小。

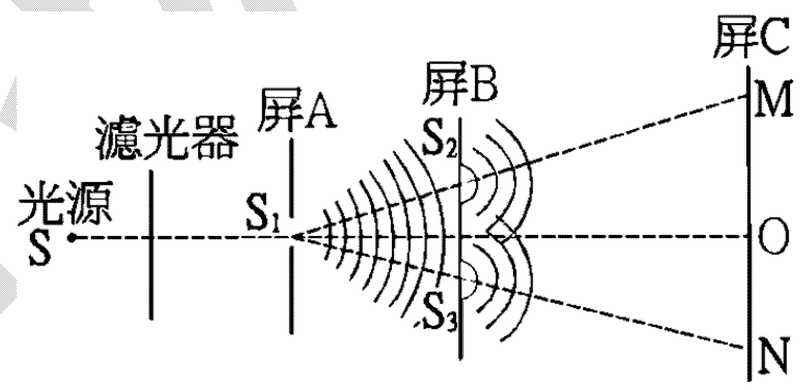
(B)B 和 C 的距離拉大時，干涉條紋中兩相鄰亮紋的間距變大。

(C)在 C 上可以觀察到繞射的現象，且中央亮帶內的干涉條紋，好等於狹縫間距與狹縫寬度的比。

(D)將 F 移到 A、B 之間，C 上的干涉圖樣不會改變。

(E)將 B 取走後，在 C 上會出現單狹縫繞射圖樣。【87 日大】答：BD

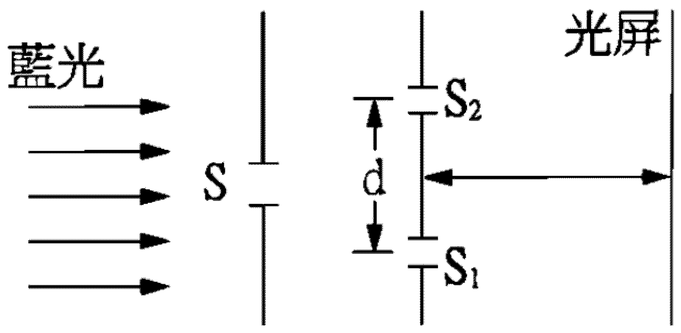
類 1.右圖為楊格雙狹縫干涉實驗示意圖。下列有關「楊格雙狹縫實驗」的敘述，何者正確？ (A)圖中狹縫 $S_1$ 到二狹縫 $S_2$ 及 $S_3$ 的距離必須相等，才可在屏 C 上產生固定的干涉條紋 (B)若移去濾光器，並改用白色光源，則在屏 C 上不會有干涉條紋 (C)在屏 B 上的兩狹縫 $S_2$ 及 $S_3$ 的距離減小，則在屏 C 所見的干涉條紋間隔加大 (D)若縮短屏 C 與屏 B 的距離，則在屏 C 所見的干涉條紋變密 。答：(C)(D)




類 2.在「楊氏干涉實驗」中，欲得條紋間距離較大的清晰干涉條紋，必須：(A)使用兩燈，分別為兩狹縫之光源 (B)使用一個單色光源 (C)使用波長較長的光源 (D)減小兩狹縫間距離 (E)使光屏愈遠離雙狹縫。【72.夜大】答：(B)(C)

類 3.在楊格雙狹縫之干涉實驗中，若狹縫間隔 d 與狹縫至光屏距離 r 為定值，則下列哪一種單色光所產生之干涉條紋間隔最大？(A)紫光 (B)藍光 (C)綠光 (D)黃光 (E)紅光 。答:(E)

類 4.右圖表示楊格的干涉實驗，有關光屏上亮紋之敘述，何者是正確的？ (A)若光源由藍光改成紅光時，亮紋間距會加大 (B)把 $S_1$ 與 $S_2$ 之間距 d 縮小，亮紋間距亦會縮小 (C)把 $S_2$ 及 $S_3$ 之寬度各減小時(但 d 不變)，則亮紋間距會加大 (D)把 $S_1$ 與 $S_2$ 與光屏之距離 r 增大時，亮紋之亮度會減小 (E))把 $S_1$ 與 $S_2$ 與光屏之距離 r 增大時，亮紋間距會加大 。【81 北區模擬考】答：(A)(D)(E)



## ※ $\Delta y = \dfrac{r\lambda}{d}$ -單色

例 9.一光源可發出波長為 4000 Å 的單色光，若以此光源垂直照射相距 0.01 cm 的雙狹縫，在狹縫正後方 200 cm 處置一個光屏，則光屏上所顯示的干涉條紋中，第 3 暗紋與中央亮帶中點的距離為_____cm。答：2

類 1.在雙狹縫干涉的實驗中，狹縫到屏的距離爲 2 公尺，雙狹縫的縫距爲 0.5 mm，若量得 6 條暗紋間的距離爲 1.25 公分，試求出所使用光源之波長爲多少埃？答：6250 埃

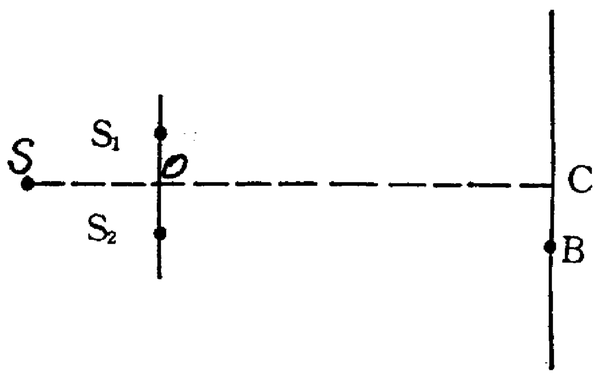
類 2.若在雙狹縫實驗中，測得亮紋寬度爲 a，則第三暗紋距中央亮紋中點的距離爲多少？(A)$\frac{3}{2}$a (B)2a (C)$\frac{5}{2}$a (D)3a 。【77.夜大】答：(C)

類 3.把波長爲 5500 埃的綠光垂直照射到雙狹縫，狹縫間隔 0.01 公分，光屏在狹縫後方 20 公分處。在狹縫正後方看到的干涉條紋，其相鄰兩亮紋的距離爲_____公分。【82 日大】答：0.11

類 4.若雙狹縫 d=2mm，r=3m，λ=6000Å，則 (a)亮區寬若干 mm？(b)第四條暗線距中央亮區中心若干 cm？答：(a)0.9 mm (b)0.315 mm

類 5.某單色光通過雙狹縫而產生干涉條紋，中央亮紋左右兩側之兩暗紋相距 0.32 厘米，兩狹縫之距離約 0.02 厘米，而條紋所在光屏狹縫間之距離爲 130 厘米，求此單色光之平均波長爲 (A)4000Å (B) 4500 Å (C) 5000 Å (D) 5500 Å (E) 6000 Å。答：C

類 6.如圖所示，由單色光源 S 所射出的光通過狹縫 $S_1$ , $S_2$(相距 $1.1\times10^{-4}$)，於是在 C 點可見到中央明帶，在 B 點見到第一條明帶，若 OC 間距離 2 米，CB 間距離 $1.0\times10^{-2}$m，則下列敘述正確的是 (A)S 發光的光波長爲 5500Å (B)S 爲綠色光源 (C)光通過 $S_2$ 後到達 B 點是因爲光的繞射作用 (D)B 點爲明帶是因爲光的干涉作用 (E)將 S 換爲紅色光源，則 CB 間距離增加。答：ABCDE




類 7.兩狹縫相距 0.03 公分，並距一屏 100 公分，今如以平行黃色鈉光照射，則在屏上的干涉條紋中相鄰兩暗紋的間隔爲若干公分？若屏幕以 10cm／s 的速率遠離狹縫，則屏幕上第 3 條暗紋的移動速率爲若干 cm／sec？（黃光波長爲 6000 Å）。答：0.20；0.05

## ※ $\Delta y = \dfrac{r\lambda}{d}$ -雙色

例 10.某雙狹縫干涉實驗中，若用頻率 f 之光，則亮紋寬度為 $W_1$；若用頻率為 3f 之光，亮紋寬度變為 $W_2$，則 $\dfrac{W_1}{W_2}$ 之值為_____。答：3

類 1.分別以不同波長 $\lambda_1$、$\lambda_2$ 的單色光對同一裝置作雙狹縫實驗，則亮紋寬度之比為_____。答：$\lambda_1 : \lambda_2$

類 2.一雙狹縫如分別以紅光（波長 6600Å）及紫光（4100Å）照射，問其所產生的亮紋寬度比值為何？答：1.61

類 3.紅色光經雙狹縫而產生干涉條紋，兩狹縫相隔 d=0.01 cm，試問欲使光屏上相鄰兩明紋相距 1 cm，光屏應置於狹縫前多少距離處？若在此距離時改用紫色光投射，則屏上暗線之間隔變為多少？(紅光波長 6500 埃，紫光波長 4500 埃)答：1.5m；0.69 cm

類 4.在雙狹縫實驗中，利用波長為 4500 埃之光波在屏幕上量得兩暗紋之間距為 a，改利用 6000 埃光波作實驗時，在屏幕上量得 3 個明紋的總寬度應為_____。答：4a

類 5.以一白色光照射一相距 0.1 公分的兩狹縫，狹縫與屏距離 100 公分，試問紫光及紅光第一亮線相距若干？(取紫光的波長 4100 埃，紅光的波長為 6600 埃。)答：0.025 cm

類 6.如以鈉的黃色光作雙狹縫干涉實驗，得出兩相鄰暗紋的間隔為 0.020 公分。如今改以紫色光(波長為 4100 埃)作實驗，則所產生干涉條紋的第二暗紋應在何處？答：0.021 cm

類 7.一雙狹縫如用 6100 埃的橙色光照射，屏上的亮紋寬度為 0.25 公分。今以一未知波長的單色光照射，發現第一暗紋位於 0.084 公分處，試求此光的波長？答：4099 埃

類 8.以單色光做雙狹縫干涉實驗，有關光屏上亮紋的敘述何者正確？

(A)光源由藍光改成紅光時，亮紋間距會加大。

(B)把兩個狹縫間距縮小時，亮紋間距會加大。

(C)把兩個狹縫之寬度各減小時，亮紋的亮度會減小。

(D)把兩個狹縫之寬度各減小時，亮紋間距會加大。

(E)把雙狹縫與光屏間的距離拉大時，亮紋的亮度會減小。【79 日大】答：ABCE

吳錫玠物理

## ※ $\Delta y = \dfrac{r\lambda}{d}$ -雙色

例 11.(1)波長分別為 500nm 及 600nm 的甲、乙兩色光，經同一雙狹縫後，在同一光屏上所生的干涉條紋，相鄰兩暗線間的距離比（甲：乙）為_____。答：5：6
(2)甲色光第 12 條亮紋與乙色光的第_____條亮紋重合。答：10
(3)甲色光第 3 條亮紋與乙色光的第_____條暗紋重合。答：3

類 1.將兩強度相同，波長分別爲 4000Å（紫光）及 6000Å（橙光）的混合光垂直照射到一相距爲 0.01 公分的雙狹縫，在狹縫正後方 100 公分處有一光屏，則下述現象，何者可在光屏上發生？ (A)干涉條紋均爲紫、橙均勻相間的條紋 (B)干涉條紋中有均勻相間（約 1.2 公分），紫、橙兩光混合而成較明亮的條紋 (C)橙光第一條亮紋中央位置正是紫光第二條暗紋的位置 (D)橙光第二條暗紋的位置正是紫光第三條亮紋中央位置 (E)因兩混合光波不成整數比，故看不見任何干涉條紋。【77 日大】答：(B)(C)

類 2.將波長分別爲 4800 埃及 6000 埃及單色光同時照射在一雙狹縫上，兩狹縫相距 0.04 公分，狹縫與屏距離爲 100 公分，則兩單色光干涉亮紋第一次重疊（最接近中央亮紋）發生在距離中央亮紋_____公分處。【88 日大】答：0.6

類 3.在雙狹縫干涉實驗時，分別以波長爲 $\lambda_1$ 及 $\lambda_2$ 之單色光爲光源，若波長爲 $\lambda_1$ 的第二亮帶中線與波長爲 $\lambda_2$ 的第二暗紋發生在同一位置，則 $\lambda_1$ ： $\lambda_2$ ＝？答：3：4

類 4.在做雙狹縫干涉實驗時，分別以波長爲 $\lambda_1$ 與 $\lambda_2$ 之單色光做光源。若波長爲 $\lambda_1$ 的第二亮紋與波長爲 $\lambda_2$ 的第二暗紋發生在同一位置，已知 $\lambda_1$＝4500 埃，則 $\lambda_2$＝_____埃。【89 日大】答：6000

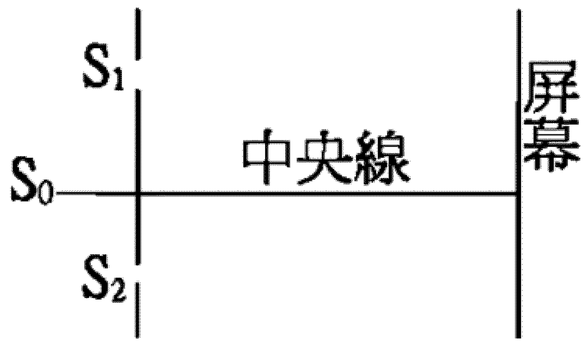
類 5.(1)紫光的波長 4000 埃，橙光的波長 6000 埃，兩光分別照射一相距 0.1 公分的雙狹縫，狹縫與屏的距離 100 公分，則紫光與橙光第一亮線相距_____公分。答：$2.0\times10^{-2}$
(2)橙光第一條亮紋的中央位置是紫光的第_____條暗紋的位置。答：2

類 6.以白光爲光源作雙狹縫之干涉實驗，則 (A)中央亮線爲白光 (B)除中央亮線外其他亮線呈彩色者 (C)中央亮線爲白光，其他亮線依次爲紅、橙、綠、藍、靛、紫之次序排列 (D)中央線之邊緣呈彩色者 (E)中央亮線之寬度最大 。答：(A)(B)(D)

類 7.下列有關雙狹縫之敘述何者爲真？ (A)干涉條紋中，中央亮線最寬且最亮 (B)以藍光爲光源時，干涉條紋之間隔較以紅光時爲小 (C)以日光爲光源時，中央亮線爲白光 (D)干涉條紋之間隔與入射光之波長成正比 (E)各干涉條紋之間隔均相同。答：(B)(C)(D)(E)

## ※ $S_1$ 與 $S_2$ 不同相

例 12.右圖 $S_o$ 為點光源，$S_1$、$S_2$ 為楊格雙狹縫。$S_o$ 發出波長為 $\lambda$ 之單色光。已知 $\overline{S_oS_1}-\overline{S_oS_2}=\dfrac{\lambda}{6}$，若 $S_o$ 發出波長為 5980 埃之黃色光，在屏幕上所產生之干涉條紋，相鄰二明紋之間隔為 0.2cm，則中央線與最近一明紋之距離為多少？答：$\dfrac{1}{30}$ cm




類 1.在楊格干涉實驗中，雙狹縫相距 $10\lambda$(10 倍波長)，光屏距雙狹縫 100 公分，假定光源至兩狹縫之距離相差 $\dfrac{3\lambda}{2}$，則最接近中央線之亮線偏離中央線距離為若干？答：5 cm

類 2.在 A 點之點光源發射波長為 $\lambda$ 之光波，通過雙狹縫 $S_1$ 與 $S_2$ 後，在 $S_1$ $S_2$ 之中垂線與光屏之交點上造成全暗之干涉條紋。則光自 A 至 $S_1$ 及 A 至 $S_2$ 之路程差可能為 (A)$\lambda$ (B)$\dfrac{\lambda}{4}$ (C)$\dfrac{3\lambda}{2}$ (D)0 (E)$\dfrac{5\lambda}{2}$ 。答：(C)(E)

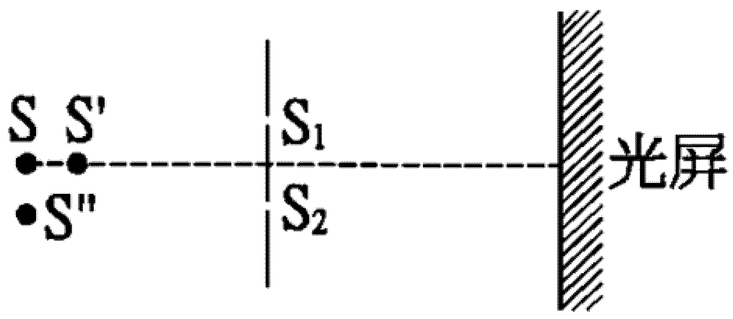
類 3.在楊格干涉實驗中，兩狹縫相距 0.2 毫米，屏與狹逢相距 80 厘米，入射光的波長為 5000Å 求：

(a)在屏上中央線旁，第二條暗線與中央線相距若干 cm？

(b)若雙狹縫發出的光線為反相，則在屏上中央線旁第二條暗線與中央線相距若干 cm？

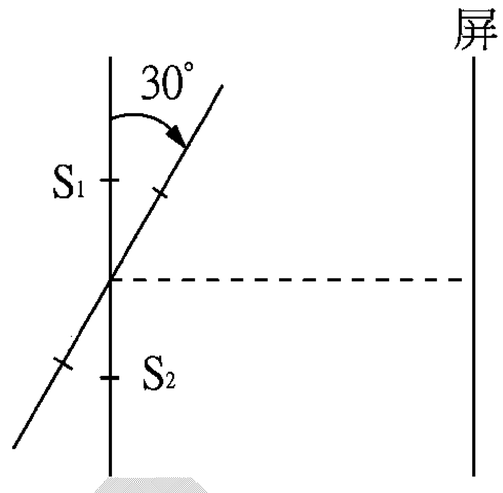
答：(a)0.3cm (b) 0.4(cm)

類 4.設 S 為點光源，而 $S_1$、$S_2$ 為相距 d 的雙狹縫在光屏上產生干涉條紋，則何者為正確？ (A)點光源由位置 S 移到位置 $S'$，干涉條紋變較窄 (B)點光源由位置 S 移到位置 $S'$，干涉條紋位置不動 (C)點光源自位置 S 移到位置 $S''$，相鄰兩暗紋的間隔不變 (D)欲使干涉條紋清晰，應該將兩狹縫的寬度增大 (E)增大入射光的波長，干涉條紋的寬度加大 。答：(B)(C)(E)



# ※雙狹縫旋轉$\theta$-狹縫中垂線與光軸不平行

例 13.作雙狹縫干涉實驗中，雙狹縫的平面順時針旋轉 30°，如附圖所示，則干涉條紋間隔變為原來的多少倍？ (A)$\frac{1}{2}$ (B)2 (C)$\frac{\sqrt{3}}{2}$ (D)$\frac{2}{\sqrt{3}}$ 。答：(D)

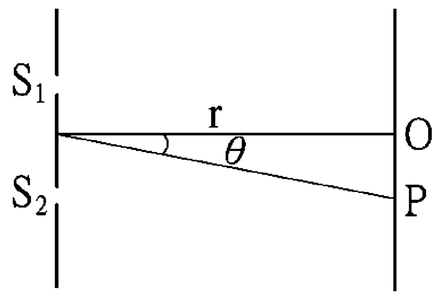



類 1.楊氏干涉實驗，轉動狹縫面與光線入射方向夾30°時，若其他條件不變，則所見條紋的寬度　(A)不變 (B)變爲 2 倍 (C)變爲 1/2 倍 (D)變爲$\frac{\sqrt{3}}{2}$倍 (E)變爲$\frac{2}{\sqrt{3}}$倍。答：B

類 2.在「楊格干涉實驗」中，如將雙狹縫玻璃片由原來與視線交成直角之方向轉動至與視線交成30°之方向（轉軸平行雙狹縫），則所見之干涉條紋： (A)顏色由紅變紫，但疏密不變 (B)由疏變密 (C)由密變疏 (D)顏色由紫變紅，但疏密不變 (E)顏色與疏密皆不變 。【62日大】答：(C)

類 3.下列所述各項作法中，哪一項能使雙狹縫在光屏上產生的干涉條紋變疏？ (A)增加入射光的波長 (B)使兩狹縫之間隔距離變大 (C)光屏遠離雙狹縫 (D)使雙狹縫與入射光徑不再垂直(E)增加每一個狹縫的寬度。答：(A)(C)(D)

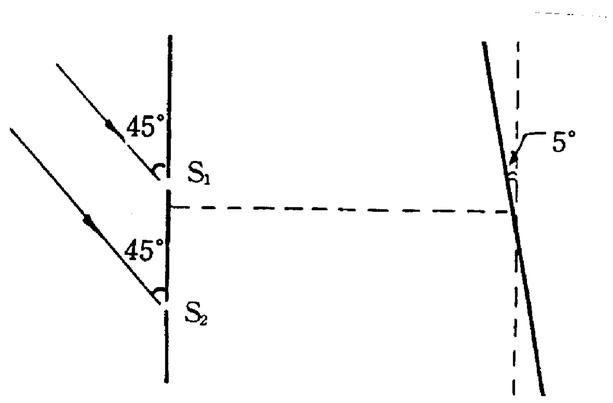
類 4.在楊格干涉實驗中，若用波長爲$\lambda$之單色光，二狹縫相距 d，狹縫至光屏距離爲 r(r>>d)則　(A)$S_1$，$S_2$至屏上第一暗紋之光程差爲何？(B)若第一暗紋與中央線之夾角$\theta = 2°$，則第二暗紋與中央線之夾角約爲幾度？(C)第三暗紋至中央線之距離爲何？　(D)當狹縫旋轉30°時，屏上相鄰暗紋距離爲若干？答：$\frac{\lambda}{2}$；$\pi$；6°；$\frac{5r\lambda}{2d}$；$\frac{2\sqrt{3}r\lambda}{3d}$




類 5.於雙狹縫干涉實驗中，波長$\lambda$之入射光沿與狹縫成 45° 方向，射向相距 d 之一對雙狹縫後，在狹縫後方距離 r 之光屏上產生干涉條紋，今將光屏轉動 5° 使狹縫所在紙屏與光屏不成平行，則在光屏上靠近中央對稱線附近干涉亮帶寬度爲

(A) $\frac{\lambda r}{d\sin 5°}$　(B) $\frac{\lambda r}{d\cos 5°}$　(C) $\frac{\lambda r}{d\cos 45°}$

(D) $\frac{\lambda r}{d(\sin 5° + \sin 45°)}$　(E) $\frac{\lambda r}{d(\cos 5° + \cos 45°)}$ 。　答：B



## ※系統泡在液體中

例 14.以 $\lambda=5890$Å 之光波作雙狹縫實驗，測得於屏上第一暗紋位置距中央線為 0.03(cm)，若將此裝置於 $n=1.5$ 之透明液中作實驗，則亮紋寬度為_____，若於空氣中將狹縫旋轉 30°，則亮紋寬_____。答：0.04(cm)，$0.04\sqrt{3}$ (cm)

類 1.楊格干涉實驗，若改在水中實驗時，則 (A)所得條紋之顏色不變 (B)所得條紋間隔減小 (C)所得條紋間隔增大 (D)所得顏色變深 (E)其條紋間隔變為 3/4 倍 。答：(A)(B)(E)

類 2.將楊格雙狹縫實驗裝置放入水槽內，若光在水中的速率是空氣中的 $\frac{3}{4}$，則水中測出之亮紋寬度為空氣中的多少倍？ (A)$\frac{1}{4}$ (B)$\frac{4}{3}$ (C)$\frac{3}{4}$ (D)$\frac{1}{3}$ 。答：(C)

類 3.一雙狹縫裝置能使在遠處屏上生成相隔1°之干涉條紋($\lambda=5890$ 埃)。若欲其角距增加 10 %，則所用光線波長應為若干？若將裝置沉入水中，則角間距如何改變？答:6479 埃; 0.75°

類 4.一單色光射於相距 2mm 之二平行狹縫玻璃板上，光通過狹縫後射於距離 2 米之幕上，幕上中央明紋距第一明紋之距離為 0.6 毫米 (A)此單色光的波長為 6000Å (B)若改用 4000Å 的單色光重複此實驗，則暗紋間的距離為 0.4 毫米 (C)若將整個裝置浸於一水槽中，則干涉條紋的間隔變為 0.45 毫米 (D)將狹縫玻璃板旋轉 $30^{o}$，則干涉條紋的間隔變為 0.69 毫米 (E)若將兩狹縫間隔減半，則干涉條紋寬度加倍。答：ABCDE

類 5.用鈉光在空氣中作干涉實驗所生雙狹縫干涉條紋之角間隔為 0.20°，今若將整套裝置放在水中，則干涉條紋之角間隔為若干？答：0.015°

類 6.有關「雙狹縫」的干涉實驗中，下列敘述何者正確？ (A)暗紋即為干涉的節線 (B)亮紋寬度等寬 (C)波長較長的單色光，其相鄰兩暗紋的間隔距離也較大 (D)以白光作雙狹縫實驗時，中央為白色，兩旁為彩色條紋 (E)將整個裝置放在水中，則亮紋寬度不會改變 。答：？(B)(C)(D)

類 7.以單色光做雙狹縫干涉實驗，下列敘述何者為正確？ (A)光源由紅光改成黃光時，亮紋間距變大 (B)把兩個狹縫之間距縮小時，亮紋間距也變小 (C)把兩個狹縫之寬度皆各減小時，亮紋間距不變 (D)把雙狹縫與光屏間的距離拉大時，亮紋間距變大 (E)把整個系統改放在折射率較大的透明介質中時，亮紋間距不變 。答：(C)(D)

# ※介質改變單邊光程

例 15.以折射為 1.60 之雲母片遮蓋雙縫之一縫，若屏中央處為原先之第 6 條亮紋所佔有，且入射光之波長為 5500 埃，則雲母片厚度為何？答：55000 埃

類 1.以波長 6000 埃的光垂直照射在一雙狹縫而產生干涉條紋，今以一薄玻璃片遮住一縫(折射率 n=1.5)見屏上中央線的位置爲原來的第 3 條亮紋占有，則薄玻璃片的厚度爲何？答：36000 埃

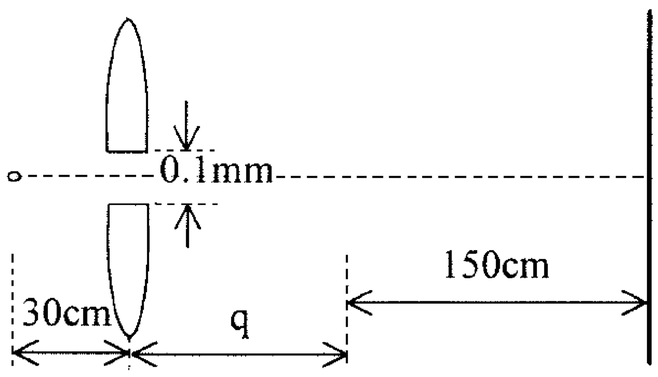
類 2.如果雙狹縫中之一狹縫以 n=1.4 之玻璃板遮住，而另一狹縫以 n=1.7 的玻璃板遮住。原來未蓋上玻璃板時之中央亮紋的位置爲蓋上玻璃板上後的第五亮紋所佔有，假設 $\lambda$=4800 埃，且二玻璃板的厚度是 t，求此 t 值？答：80000 埃

類 3.一薄雲母片(n=1.58)用以遮住雙狹縫中之一狹縫。如果此時原來的第七條亮紋居於中央，求雲母片的厚度。假設光源的波長 $\lambda$=5550Å。答：$6.4\times10^{-6}$m

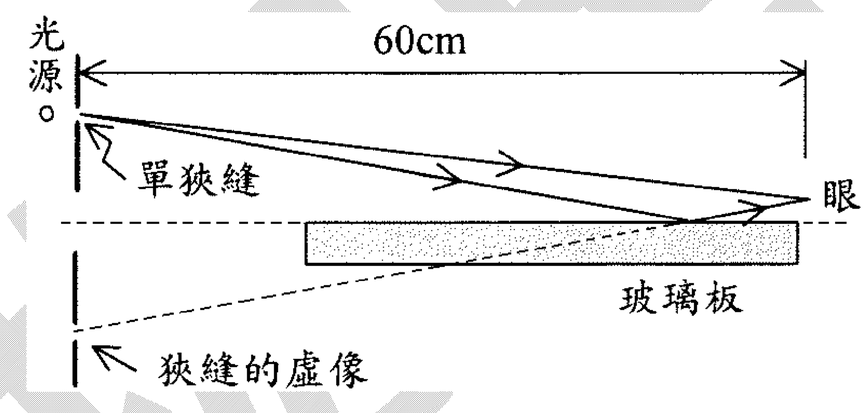
類 4.劉備、曹操、孫權三人，這天相約去喝酒，喝得酩酊大醉，就在那睡著了，曹操、孫權說兩旁，劉備睡在中間。一覺醒來，他們就開始談論他們所作的夢...
孫權一臉喜色的說：「我夢見我和西夏的美女纏綿了一個晚上，最後　終於一洩千里。」
曹操也很高興的說：「哈哈！我夢見我與大食的美女大戰了三百回合，最後終於同歸於盡！」
劉備一臉疲憊的說：「你們作的夢真好。我的夢好奇怪：我夢見我在一片平靜的湖上划船，划了一個晚上還划不到岸邊，哇咧！害我手酸得要死... 」

# ※其他種類之干涉

例 16.如右圖，將焦距為 20cm 之凸透鏡從中間分割成兩塊後分離為 0.1mm，透鏡前 30cm 處置一點光源(光波波長為 600nm)。距光點實像 150cm 之光屏上所成干涉條紋中第一暗紋距中垂線為若干？答：0.15



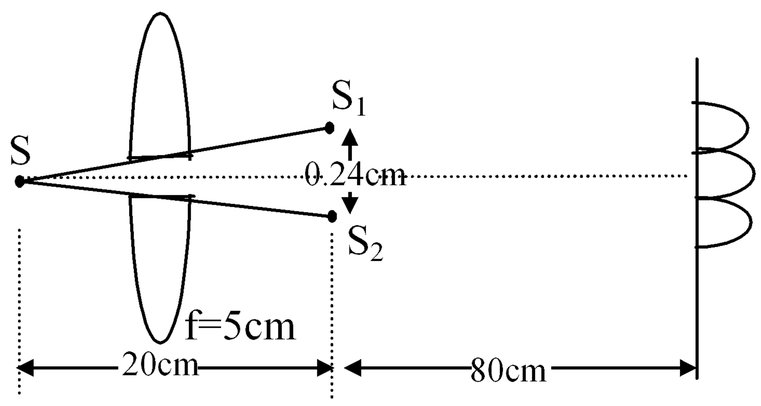

例 17.如右圖所示，利用由一單狹縫通過之光及由一玻璃板反射之光，可形成具固定相位差之雙狹縫光源。以一簡單放大鏡置於玻璃板邊緣，可觀察到干涉條紋。




(1)單狹縫與其虛像所形成之雙狹縫發出之光的相位有何關係？答：反相

(2)若波長為 5400 埃，而暗線間相隔 0.9mm，則當狹縫與玻璃板邊緣相距 60cm 時，單狹縫在玻璃板面上多高處？答：0.018 cm

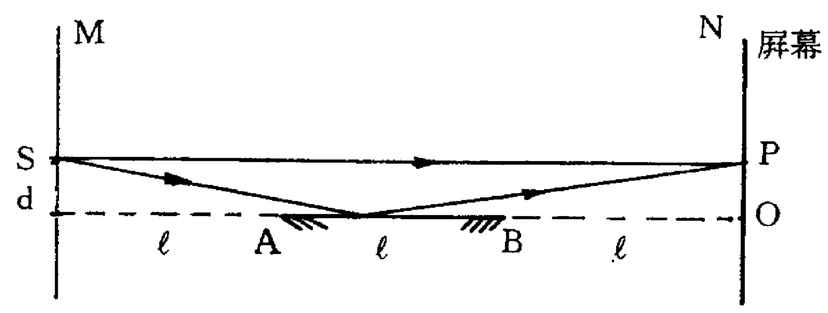
類 1.將一透鏡從中間分割成兩半，用此兩半透鏡片所形成之兩點光源實像，可作爲干涉實驗產生兩同相點光源之一種方法。該透鏡稱比勒特分開透鏡(Billets splitlens)。




(a)焦距爲 5 厘米之兩半透鏡片應置於何種位置方能使兩實像光源間之距離爲 0.24 厘米，而兩實像與點光源之距離則爲 20 厘米？答：兩片隔間 0.12cm 距光源 10cm

(b)設使用光之波長 $\lambda=5.4\times10^{-5}$ 厘米，一屏幕與主軸垂直，與像源相距 80 厘米，其沿點光源兩像所成平面與屏幕相截之截線上，各暗線間之距離爲何？答：0.18 cm

類 2.如下圖，平面鏡長度 $\ell$，兩端分別到狹縫屏 M 與光屏 N 均爲 $\ell$，狹縫屏 M 上的一狹縫 S 距平面鏡上方爲 d，若光屏 N 上的 P 點爲第二條暗紋，則 OP 爲若干？答：$\dfrac{3\ell\lambda}{d}$



# 17-3 薄膜的干涉現象(選修教材)

## 一.討論薄膜可發生干涉現象時，厚度 t 與波長 λ 之關係，有兩點需特別注意：

**(1)**反射光與入射光的相位**(phase)**關係：

**1.**光線由折射率小的介質射入折射率大的介質時，經反射後，反射光會產生 **180°** 的相角差，也就是反射光與入射光反相。

**2.**光線由折射率大的介質射入折射率小的介質，在界面處反射時，反射光與入射光同相。

**3.**折射光兩種情況均與入射光同相。

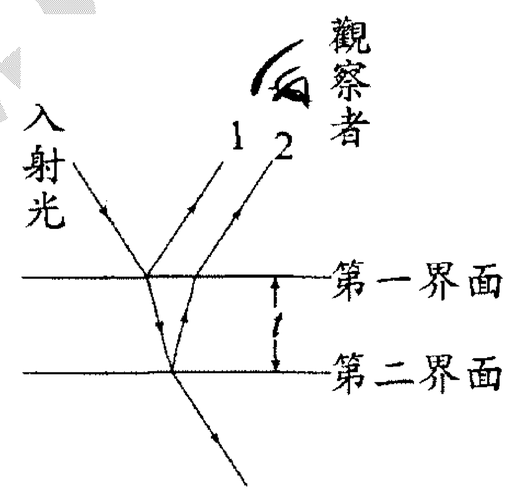
註：以上與繩波相同：繩波由輕繩(線密度小)入射重繩(線密度大)，反射波產生異相；由重繩入射輕繩，反射波與入射波同相;而透射波永不異相。

**(2)**波長變化：

波長為 λ 的光波在折射率為 **n** 的介質中，其波長變短而成為 $\lambda_n$ ⇨ $\lambda_n = \dfrac{\lambda}{n}$

## 二.薄膜干涉現象：

※設一薄膜，厚度為 **t** (與光波波長接近)，折射率為 **n**，此薄膜置於空氣中。波長為 λ 的單色光以近似垂直入射此薄膜。




**1.**光線 **1**：入射光線在第一界面處之反射光。

**2.**光線 **2**：光線在第一界面折射後，在第二界面反射而出的光線。

**3.**光線 **1** 與光線 **2** 發生干涉而形成加強性干涉(變更明亮)或破壞性干涉(變昏暗)，此現象稱為薄膜干涉。

## 三.干涉公式推導：

**(1)**介質折射率關係為 $n_1 < n_2$；$n_2 > n_3$ 時：

**1.** $n_1 < n_2$ ⇒ 光線 **1** 與入射光反相；$n_2 > n_3$ ⇒ 光線 **2** 與入射光同相。⇒ 光線 **1** 與光線 **2** 反相。

**2.**光線 **1** 與光線 **2** 的路程差 ΔL：

**a.**光線 **2** 在路徑上比光線 **1** 多 **2t** 的距離。

**b.**但路徑 **1** 則因在第一界面的反射產生 **180°** 的相角差，相當於多經過 $\dfrac{\lambda_n}{2}$ 的路徑。

**3.**兩道反射光線相消干涉與相長干涉的條件分別如下：

**a.**完全破壞性干涉的條件為：

路程差為半波的奇數倍，即

$$\Delta L = L_2 - L_1 = 2t - \frac{\lambda_n}{2} = (m - \frac{1}{2})\lambda_n \quad ; m = 1，2，3，\cdots$$

$$\Rightarrow 2t = m\lambda_n = m\frac{\lambda}{n} \quad ; \quad m = 1，2，3\cdots\cdots \text{ 相消干涉}$$

**b.**完全建設性的干涉條件為：

路程差為波長的整數倍，即

$\triangle L = L_2 - L_1 = 2t - \frac{\lambda_n}{2} = m'\lambda_n$ ；$m' = 0$，$1$，$2$，…

$\Rightarrow 2t = (m' + \frac{1}{2})\lambda_n = (m' + \frac{1}{2})\frac{\lambda}{n}$ ；$m' = 0$，$1$，$2$，…相長干涉

**4.**由以上可知：

**a.**薄膜厚度 $t = \frac{\lambda_n}{2}$，$\lambda_n$，$\frac{3\lambda_n}{2}$，$2\lambda_n$，…，

反射光產生完全相消性干涉，也就是反射光減弱。

**b.**薄膜厚度 $t = \frac{\lambda_n}{4}$，$\frac{3\lambda_n}{4}$，$\frac{5\lambda_n}{4}$，…，

反射光產生完全相長性干涉，也就是反射光加強。

例：肥皂泡沫在陽光下會產生色環。當肥皂泡沫厚度為 $\frac{\lambda_n}{4}$ 時反射光增強，而陽光為各種不同波長色光的組合，肥皂泡沫的膜厚因重力的關係越底部越厚，因此不同部位對不同波長的色光產生加強性干涉，而使肥皂泡沫具有彩色的色環。

**(2)**介質折射率關係為 $n_1 < n_2$；$n_2 < n_3$ 時：

**1.** $n_1 < n_2 \Rightarrow$ 光線 **1** 與入射光反相； $n_2 < n_3 \Rightarrow$ 光線 **2** 亦與入射光反相。

$\Rightarrow$ 光線 **1** 與光線 **2** 同相。

**2.**光線 **1** 與光線 **2** 的路程差 $\triangle L$：

**a.**光線 **2** 在路徑上比光線 **1** 多 **2t** 的距離。

**b.**光線 **1** 與光線 **2** 在界面反射時均與入射光反相，二者相當於多 $\frac{\lambda_n}{2}$ 的光程。

**3.**兩道反射光線相消干涉與相長干涉的條件分別如下：

**a.**完全破壞性干涉的條件為：

路程差為半波的奇數倍，即

$\triangle L = L_2 - L_1 = (2t + \frac{\lambda_n}{2}) - \frac{\lambda_n}{2} = (m - \frac{1}{2})\lambda_n$

$\Rightarrow 2t = (m - \frac{1}{2})\frac{\lambda}{n}$，$m = 1$，$2$，$3$，…… 相消干涉

**b.**完全建設性的干涉條件為：

路程差為波長的整數倍，即

$\triangle L = L_2 - L_1 = (2t + \frac{\lambda_n}{2}) - \frac{\lambda_n}{2} = m'\lambda_n$ ；$m' = 1$，$2$，$3$，…

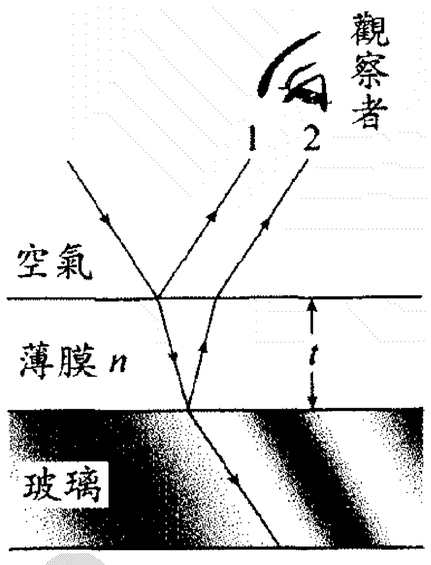
$\Rightarrow 2t = m'\frac{\lambda}{n}$ ；$m' = 1$，$2$，$3$，…相長干涉

例：將折射率為 **n** 的薄膜蒸鍍於折射率為 $n_g$(如玻璃)的基板(**substrate**)上。($n < n_g$)

則**(a)** $t = \frac{\lambda_n}{4}$，$\frac{3\lambda_n}{4}$，$\frac{5\lambda_n}{4}$，…，相消干涉；

**(b)** $t = \frac{\lambda_n}{2}$，$\lambda_n$，$\frac{3\lambda_n}{2}$，$2\lambda_n$，…，相長干涉。

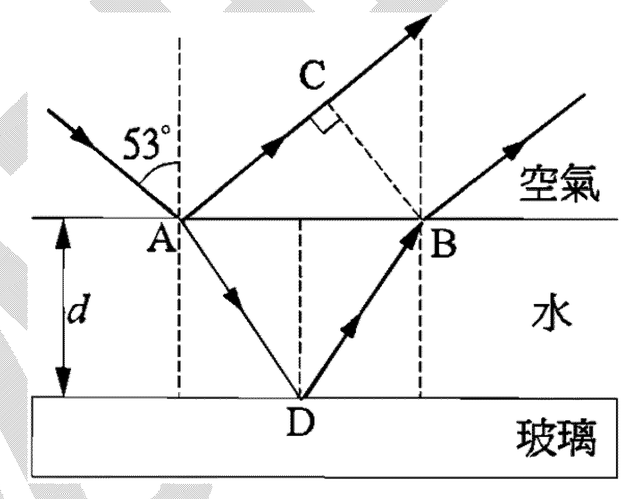
($\lambda_n = \dfrac{\lambda}{n}$～～即光波在薄膜中之波長)




※因此，如欲使眼鏡之玻璃片加強反射，使觀察者覺得玻璃發亮，即需在玻璃片外層蒸鍍最小膜厚為$\dfrac{\lambda_n}{2}$且折射率小於玻璃之薄膜；反之欲使透鏡增加透射減少反射，可蒸鍍最小膜厚為$\dfrac{\lambda_n}{4}$，且折射率小於玻璃之薄膜。

## ※光程差

例 18.如圖所示，在玻璃上有一層厚度為 60.0 $\mu m$ 的水膜。一波長為 500nm 的單色光以 53° 的入射角從空氣中射入水中，在水面上 A 點處發生部份反射和部份折射。折射光從 A 點行進至水和玻璃之間的界面，再反射至水面，從 B 點透出。已知水的折射率(相對於空氣)為$\dfrac{4}{3}$，玻璃為$\dfrac{5}{3}$，問：




(1)光射入水中的折射角為何？答：37°

(2)當光從 B 點透出時，在同一時刻 B 點和 A 點的光波的相位差為何？答：0

(3)BC 為圖中兩反射光線之間的垂直線，則當光從 B 點透出時，在同一時刻 B 點和 C 點的光波的相位差為何？答：0

## ※薄膜干涉

例 19.有一薄層的油膜(折射率為 1.25)浮在水(折射率為 1.33)面上。從油膜的正上方往下看時，油膜的顏色偏紅(640nm)，看不到藍色(512nm)，則油膜的厚度為何？答：512nm

類 1.一肥皂泡的頂部表面，當由上往下看時，呈現綠色(綠光波長 $\lambda$=540nm)。已知泡膜的折射率 n=1.33，則薄膜的可能最小厚度爲何？答：102nm

類 2.一平放的肥皂薄膜的厚度爲 300nm，皂液的折射率爲 1.33，現從皂膜的上方以白光垂直照射之，則皂膜上最強的反射光爲何種顏色？若從皂膜的下方視之，則皂膜呈現的顏色爲何？答：$\lambda$=532nm 之藍光；$\lambda$=400nm 之　光

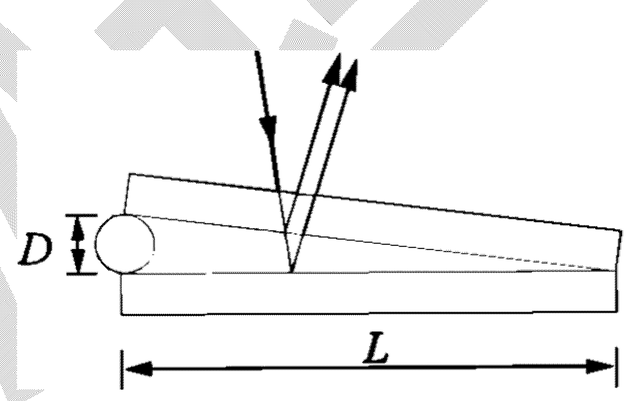
類 3.一肥皂泡沫在波長爲 6000 埃的光源垂直照射下，試問最小之厚度爲若干可使反射光加強？(設肥皂泡沫之折射率爲 4/3)

類 4.在眼鏡鏡面上常　鍍一層光學薄膜($MgF_2$)，以消除反射光，如此可以增加鏡片的透光率。已知薄膜和玻璃的折射率分別爲 1.38 和 1.50，欲消除的反射光通常選定位居可見光譜的中間波長 550nm，則所需薄膜厚度的最小直爲何？答：99.6nm

類 5.爲提高矽太陽電池吸收陽光的效率，可在矽板上蒸鍍適當厚度的一氧化矽(SiO)，以減少陽光的反射。已知矽的折射率爲 3.5，而一氧化矽的折射率爲 1.45；今欲使 5500 埃的陽光儘量不被反射，則需蒸鍍最小厚度的 SiO 爲若干埃？

## ※空氣楔

例 20.如圖所示，兩長度各為 L=20cm 的光滑平板玻璃，一端壓緊接觸，另一端夾一直徑為 D 的纖細金屬絲，兩玻璃板之間形成一楔形的空氣薄膜。現以波長為 630nm 的紅光從玻璃板的上方，垂直往下照射，則可看見一系列亮暗相間的干涉條紋，若每一公分共有 10 條暗紋，試求金屬絲的直徑為何？答：63000nm




類 1.三國時代，周瑜與蔣幹在赤壁之戰的曾展開一段對話……

蔣幹：「瑜，你好嗎？」

周瑜：「很好！很好！」

周瑜回問：「ㄟ～，幹，你娘好嗎？」

蔣幹：「很好！很好！」

曹軍將士聽到對方主帥當眾辱罵己方軍師的母親，而己方軍師竟欣然接受，登時士氣便瓦解了一半……

後來曹操親自上陣……

曹操：「瑜，你好嗎？」

周瑜：「很好！很好！那，操，你全家好嗎？」

曹操：「很好！很好！」

曹軍將士聽到對方主帥當眾污辱己方主帥全家，而己方主帥竟不聞不問！終於軍心潰散，導致曹操在赤壁大敗……

# 17-4 光的繞射

## 一.繞射：

**(1)**現象：波通過障礙物之缺口或甚小障礙物時，其傳播方向，從缺口邊緣開始改變**(**彎曲**)**。

**(2)**繞射現象是否顯著，須視λ與缺口寬度**(**或障礙物大小**) b** 的比值而定。

註：**a.** λ **/ b** 之比值愈大則繞射現象愈顯著，而比值愈小則愈不顯著。

**b.**光必須通過極狹小之狹縫時才能產生繞射⇒光波之波長極短。

## 二.光的繞射：

**(1)**現象：光通過單一狹縫後，於光屏上產生明暗相間之繞射條紋。

**1.**若光源為白色則中央為白色亮區，兩側為亮度漸減的彩色條紋。

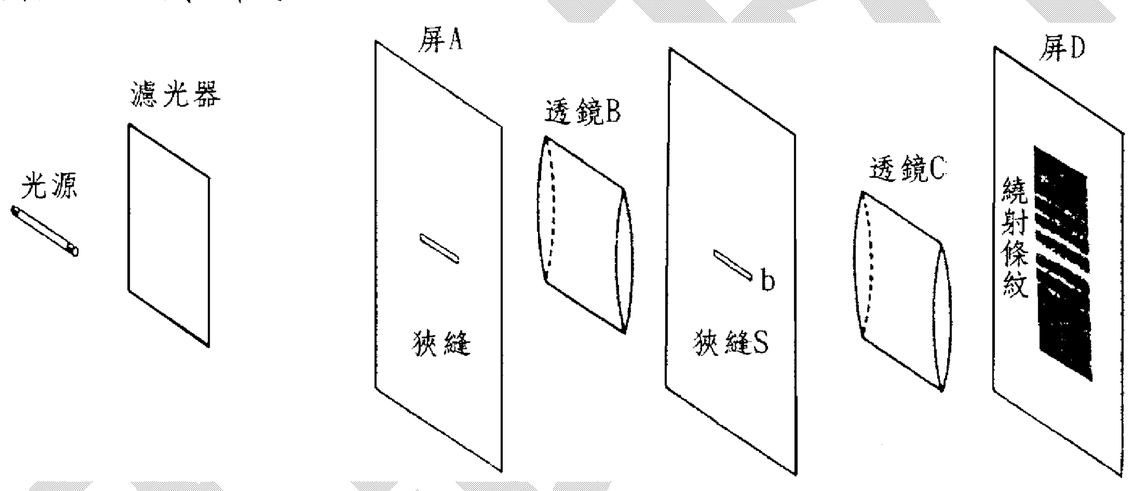
**2.**若光源為單色則中央部分為明亮之該色光，旁側分列明暗相間條紋，而與中央部分相隔愈遠，亮度愈小。

註：**1801** 年，楊格用干涉作用解釋單狹縫的繞射現象，但預期結果與觀察所得不能相符。**1815～1826** 年間，夫瑞奈由數學分析始獲得繞射的精確理論並由實驗證明，至此繞射的波動基礎才較穩固。

**(2)**原理：根據海更士原理，吾人可認為光經單狹縫的繞射，相當於在狹縫間排列甚多的小光源，再由重疊原理知其所發之光在幕上發生干涉條紋。

**(3)**實驗：

**1.**裝置：如圖所示



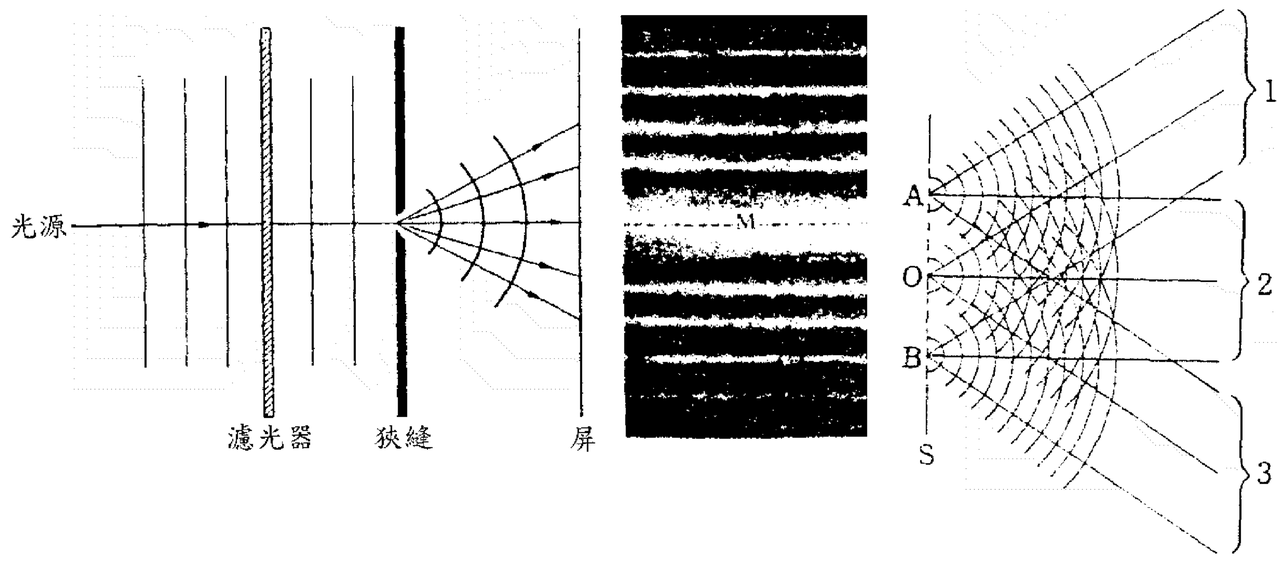

**a.**光源經濾光器過濾而成單色光束，並射至位於柱狀透鏡 **B** 的焦點上屏 **A** 之狹縫，由此狹縫射出的光經柱狀透鏡 **B** 而成平行光束，射過狹縫 **S**。

**b.**進入狹縫 **S** 的光為平行光**(**相當於光源放在無限遠處**)**，柱狀透鏡 **C** 乃使從 **S** 發出的光聚焦於位在 **C** 的焦點處之屏 **D(**相當於屏 **D** 置於無限遠處**)**。

**2.**結果：如圖所示

**a.**當波前到達狹縫 **S** 時，**S** 上任一點均為新波源而各自發出圓柱面波，這些波向各方向行進，見右圖。

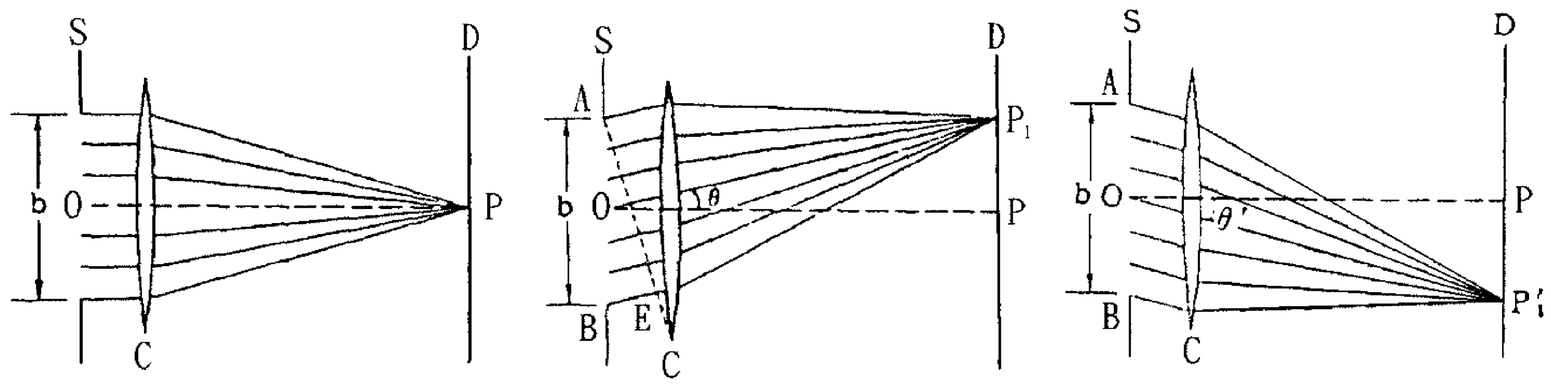
**b.**右圖中由 **A**、**O**、**B** 各自發出的三條直線代表向該三方向的光線。




**c.**向各方向行進的平行光束經透鏡折射後，各聚焦於屏 **D** 上的一點而發生重疊，下圖為

其中的三種情形。

**d.**重疊的光若反相，即形成相消干涉；重疊的光若同相，則產生相長干涉。




(a)平行主軸OP的平行光聚焦在P點　(b)與主軸夾θ角的平行光聚焦於$P_1$點　(c)與主軸夾θ'角的平行光聚焦於$P'_1$點

※說明：

**1.**上圖**(a)**：

由 **S** 發出且平行主軸的光束，行進到無限遠處聚焦的情形，相當於用透鏡 **C** 焦到屏 **D** 上。因每個波至無限遠處**(**在圖中的情形，即屏上的 **P** 點**)**，仍然同相角，故為完全相長干涉，**P** 處的合成波振動量乃為平行光束中各波振動量的簡單相加，故 **P** 處為亮紋。

**2.**上圖**(b)**：

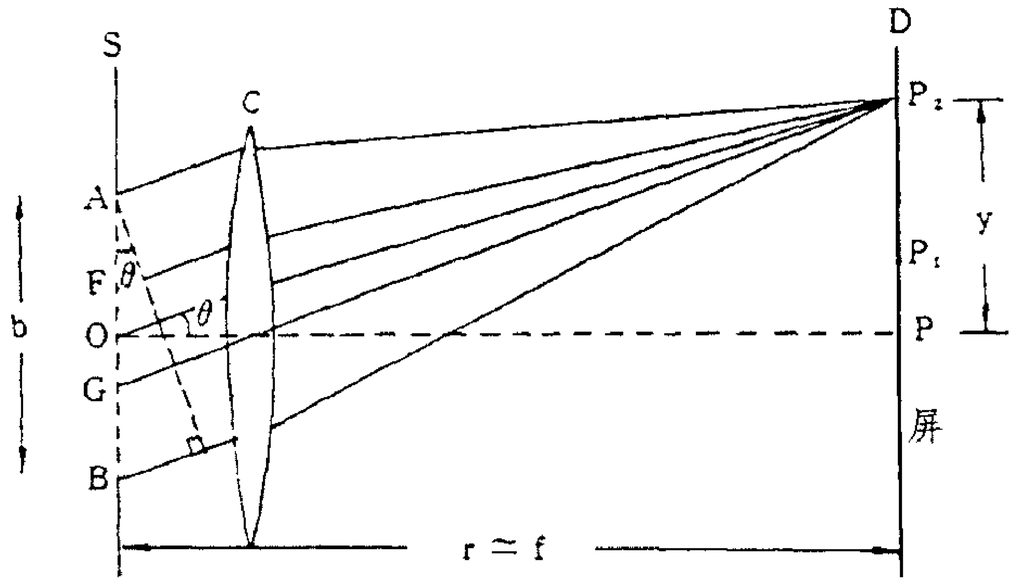
因平行光與主軸有一夾角 $\theta$，故平行光束間即有光程差。狹縫 **A** 點所發出的光 $\overline{AP_1}$ 與 **B** 點所發出的光 $\overline{BP_1}$ 的光程差為 $\overline{BE}=\mathbf{b}\sin\theta$。

**a.**如 $\overline{BE}=\lambda$**(**光的波長**)**，**O** 為狹縫中點，則由 **O** 所發出的光與 **A** 所發出的光程差即為 $\lambda$ **/2**。按上節討論，如光程差為半個波長，則 $\overline{AP_1}$ 和 $\overline{OP_1}$ 重疊後相互抵消。

**b.**同理，圖中 **A** 點下方的一鄰近點所發出的光，與 **O** 點下方的一鄰近點所發出的光，亦成反相，故在 $\mathbf{P_1}$ 處重疊時亦相互抵消。

**c.**依此類推，狹縫上半部與下半部所發出的光兩相抵消，使得 $\mathbf{P_1}$ 處光波的振動量為零，故為暗紋。

**3.**如傾斜角 $\theta$ 變大，使得光程差 $\overline{BE}=\dfrac{3\lambda}{2}$ 時，則我們可將狹縫 **AB** 分成三等分 **AF**，**FG** 及 **GB(**如下圖**)**。



**a.**由圖可知，由 **A** 點所發出的光，與由 **G** 點所發出的光，其光程差為 λ。則由上面的討論可知 **AF** 及 **FG** 兩段所發出的光兩相抵消。

**b.GB** 間所發出的光，則因無其他光與其抵消。故在 $\mathbf{P_2}$ 點的振動量，僅為 **GB** 間所發出的光的振動量之和，故 $\mathbf{P_2}$ 點為一亮紋，但光度顯比 **P** 點弱得多。

**4.**依上述類推，可得出屏 **D** 上各處的合成波振動量的分佈情形。

## 三.繞射公式：

**(1)**繞射條紋的發生位置：

$$\mathbf{b}\sin\theta=\begin{cases}\mathbf{m}\lambda & ,\mathbf{m}=\mathbf{1},\mathbf{2},\mathbf{3}\cdots\cdots\text{暗紋}\\ \mathbf{0} & ,\text{中央亮帶中線位置}\\ (\mathbf{n}+\frac{1}{2})\lambda & ,\mathbf{n}=\mathbf{1},\mathbf{2},\mathbf{3}\cdots\cdots\text{其他亮帶中線的近似位置}\end{cases}$$

**(2)**條紋與中央軸線 $\overline{OP}$ 的距離 **y** 的公式：

**1.**如 θ 很小，則 $\sin\theta\fallingdotseq\theta\fallingdotseq\tan\theta=\frac{y}{r}$。故由**(1)**之公式得條紋位置在

$$\mathbf{y}=\begin{cases}\mathbf{m}\frac{r\lambda}{b} & ,\mathbf{m}=\mathbf{1},\mathbf{2},\mathbf{3},\cdots\cdots\text{暗紋}\\ \mathbf{0} & ,\text{中央亮帶中線}\\ (\mathbf{n}+\frac{1}{2})\frac{r\lambda}{b} & ,\mathbf{n}=\mathbf{1},\mathbf{2},\mathbf{3},\cdots\cdots,\text{其他亮帶中線}\end{cases}$$

註：**(a)** $\mathbf{m}=\mathbf{1}$，稱為第一暗紋，$\mathbf{m}=\mathbf{2}$，稱為第二暗紋等等。

**(b)** $\mathbf{n}=\mathbf{1}$，稱為第一亮帶，$\mathbf{n}=\mathbf{2}$，稱為第二亮帶等等。

**(c)**上面是在 **OP** 一旁的情形，**OP** 另一旁條紋與軸線 **OP** 成對稱。

**(d)**如透鏡 **C** 與狹縫 **AB** 的距離，遠小於透鏡的焦距 **f**，則 **AB** 與屏上的距離 **r** 約等於焦距 **f**。

**(3)**繞射條紋亮帶之寬度：

**1.**中央亮帶之寬度 **D**＝中央軸線 $\overline{OP}$ 兩旁第一暗紋間之距離$(\mathbf{2y_1})$

由暗紋公式 $\mathbf{y_m}=\mathbf{m}\frac{r\lambda}{b}\Rightarrow\mathbf{D}=\mathbf{2y_1}=\mathbf{2}\times\frac{r\lambda}{b}$

**2.**其他亮帶的寬度～～兩相鄰暗線之間隔

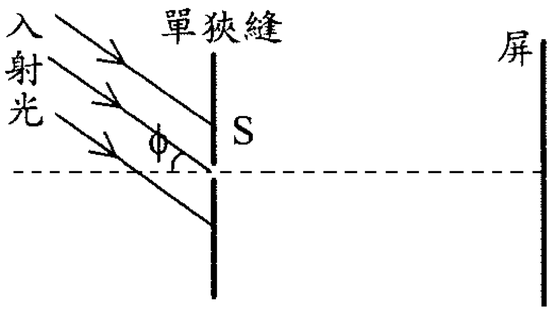
$$\Delta\mathbf{y}=\mathbf{y_{m+1}}-\mathbf{y_m}=(\mathbf{m}+\mathbf{1})\frac{r\lambda}{b}-\mathbf{m}\frac{r\lambda}{b}=\frac{r\lambda}{b}$$

註：**(a)**由**(1)(2)**之結果知中央亮帶寬度為其他亮帶寬度的兩倍$\Rightarrow\mathbf{D}=\mathbf{2}\Delta\mathbf{y}$。

**(b)**第一暗紋位於 $\mathbf{y_1}=\mathbf{f}\ \frac{r}{b}$，如波長 λ 遠小於狹縫的寬度 **b**，即 $\frac{r}{b}\ll\mathbf{1}$，則由 $\Delta\mathbf{y}=\mathbf{f}\ \frac{r}{b}$ 知明暗條紋甚密集，不易分辨。

吳錫玠物理

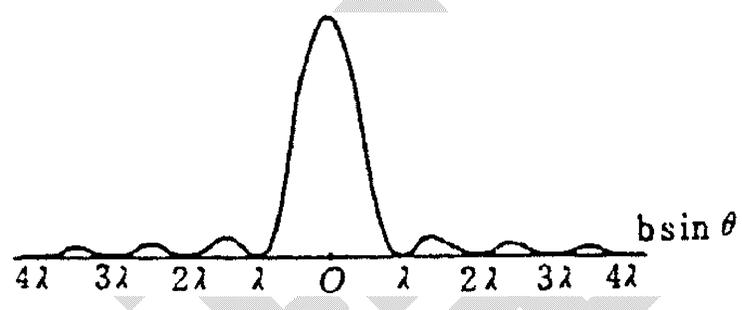
**(c)**因人眼能看見的光波，波長由紫光的 $4\times10^{-5}$ 公分至紅色光的 $6.6\times10^{-5}$ 公分，這遠小於日常門窗的大小，故光的繞射現象不顯著。這種不顯著的繞射現象，在牛頓時代沒有被觀察到，這是牛頓主張微粒說的主因。




**(d)**若入射光不與狹縫垂直，

即入射角 $\psi\neq0\Rightarrow\Delta y=\dfrac{r\lambda}{b\cos\phi}$

## 四.繞射條紋之強度圖：




波長一定之某光源，經單狹縫造成繞射圖形，各部分之明亮程度如右圖所示，圖中以曲線高度表亮度。

**(1)**中央亮帶之強度特別強之原因：

狹縫上所有各點光源均在中央亮帶產生加強作用。

**(2)**中央亮帶兩側之亮帶強度依次遞減之原因：

**1.**第一亮帶：只有狹縫上三分之一之點光源對此亮帶產生加強作用。

**2.**第二亮帶：只有狹縫上五分之一點光源對此亮帶產生加強作用。

**3.**第三亮帶：只有狹縫上七分之一之點光源對此亮帶產生加強作用

⇒因此可知每一側之亮區依次由狹縫上點光源數目的 **1/3**，**1/5**， **1/7**，……等所產生，故每一亮區之最大強度依次遞減。

※注意：因到達 **P** 點時並非全部同相(即所經路程差不同)，故所生之強度並非中央亮區最大強度的 **1/3**，**1/5**，**1/7**，……。

## ※繞射應用

例 21.在日常生活中的我們常發現光線很容易被屏障物擋住，但要擋住聲波卻不容易，造成這個差異的主要原因是 (A)光波是橫波，聲波是縱波 (B)光波可偏極化，聲波則不能 (C)光波的波長短，聲波的波長較長 (D)聲波要依賴空氣傳遞，而光波則不需要 。答：(C)

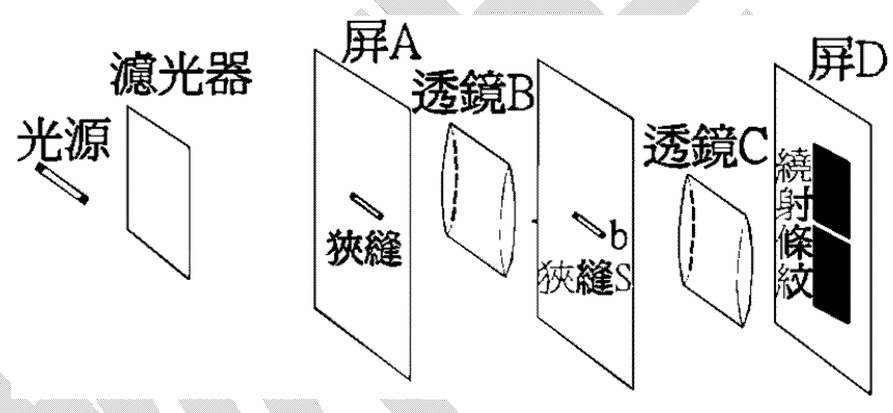
類 1.近代生物學家欲決定複雜分子的結構時，常用的技術是 (A)超音波探測 (B)可見光雷射透射 (C)紅外光反射 (D)X 光繞射 。答：(D)

類 2.某人坐在一間教室內，他看不到另一間教室，但能聽到該教室內有人在喊叫。他能聽到叫聲主要由於聲波的 (A)反射 (B)折射 (C)繞射 (D)頻散(不同頻率的聲波在介質中傳播速度不同) 。答：(C)

# ※繞射實驗

例 22.關於”單狹縫實驗”下列那一項是對的？ (A)每一亮區寬度相同 (B)每一亮區亮度相同 (C)入射光為白光，則干涉條紋是彩色 (D)入射光傾斜照射，條紋間隔加大 (E)屏幕上某點到狹縫兩端波程差是波長整數倍，則此點是亮區之中點 。答：(C)

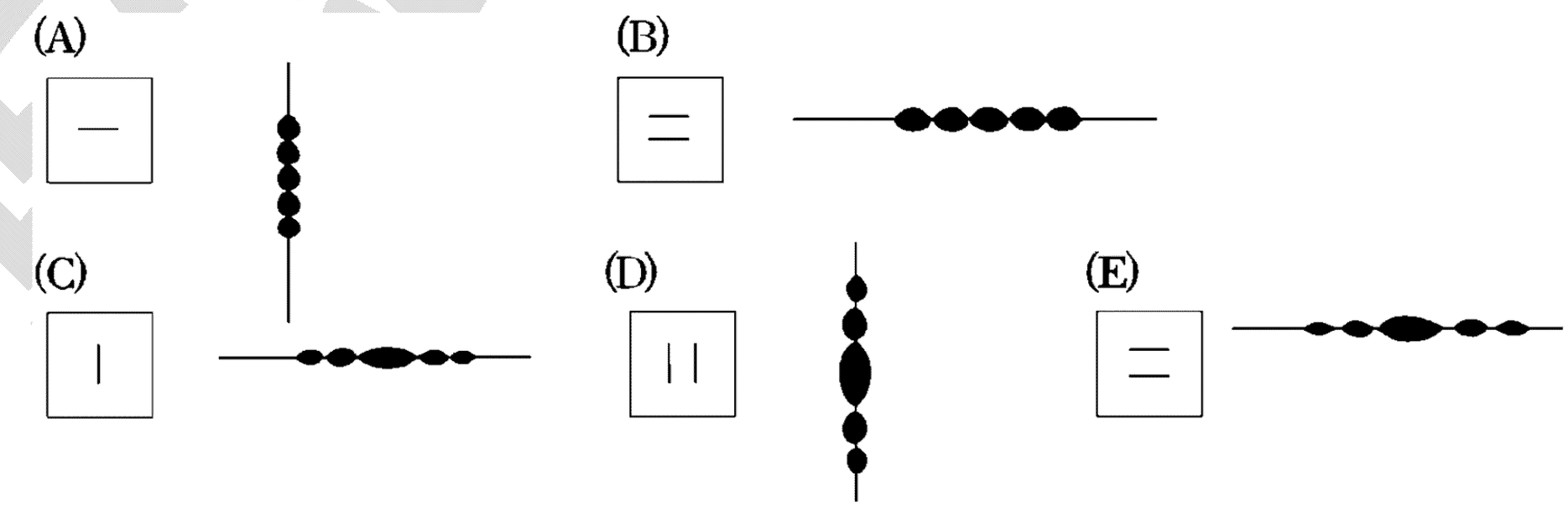
類 1.右圖所示為繞射實驗裝置，圖中之二柱狀透鏡 B、C 之位置如何安排？其作用為何？答：原先未裝上透鏡 B、C 時，要求屏 A 與狹縫 S 相距無窮遠，狹縫 S 與屏 D 的距離亦是無窮遠，表示在狹縫 S 前後的光線皆是平行光。利用透鏡 B 可縮短 A、S 的間距，屏 A 至 B 恰為 B 鏡的焦距，屏 A 的狹縫恰位於屏 A 的焦點，則光通過 B 後成為平行光。利用透鏡 C 可縮短 S、D 的間距，屏 D 至 C 恰為 C 鏡的焦距，則從狹縫 S 出發的光線經透鏡 C 恰可成像於屏 D 上。




類 2.以波長為 $4.7\times10^{-7}$ 米的藍光作光源，來做單狹縫的繞射實驗，則在正常情形下所生的繞射圖樣為 (A)藍白相間的均寬條紋 (B)連續的彩色光譜 (C)中央寬度、兩旁對稱分列亮暗相間的藍色條紋 (D)一條藍色條紋 (E)許多藍色條紋，邊緣為綠色及紫色 。答：(C)

類 3.單狹縫射之中央亮帶較之第一亮帶： (A)寬變二倍，亮度大 (B)寬度相同，亮度大 (C)寬度二倍，亮度小 (D)寬度 1/2 倍，亮度二倍 (E)寬度、亮度皆相同 。答：(A)

類 4.下列那一組光源通過狹縫(狹縫的大小約在可見光波長範圍)後，產生的干涉圖案是正確的 ？

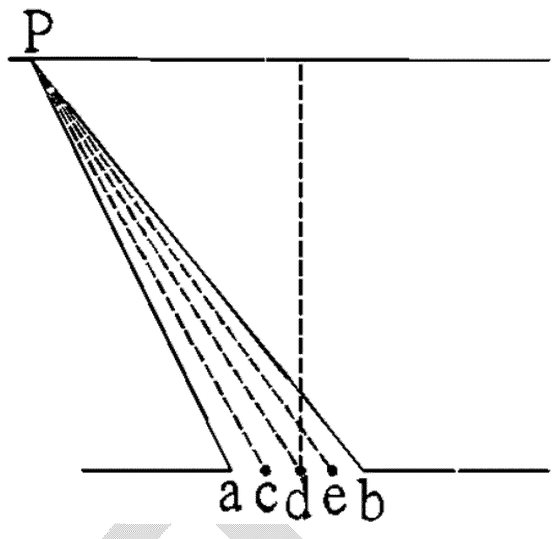



答：(C)

類 5.在單狹縫實驗中，下列敘述何者正確？ (A)繞射條紋為等寬 (B)繞射條紋為相等亮度 (C)白光入射後得彩色條紋 (D)入射波長增長，亮紋寬度增加 (E)光屏上的暗紋是干涉後的節線。答：(C)(D)

## ※繞射原理-$\left|\overline{PS_1}-\overline{PS_2}\right|$

例 23.單狹縫繞射實驗，狹縫之左邊緣為 a 點，右邊緣為 b 點，屏上某點至 a、b 兩點光程差為 $2\lambda$，則此點為中央線兩側 (A)第一暗紋 (B)第二暗紋 (C)第二亮紋中線 (D)第三亮紋中線 (E)第三暗紋 。答：(B)




例 24.波長為 6000 埃的入射光通過單狹縫後

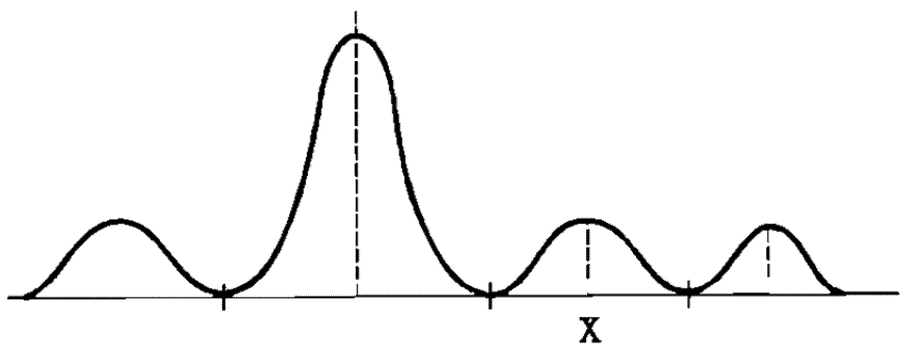
(A)不形成暗紋的最大狹縫寬度為若干？

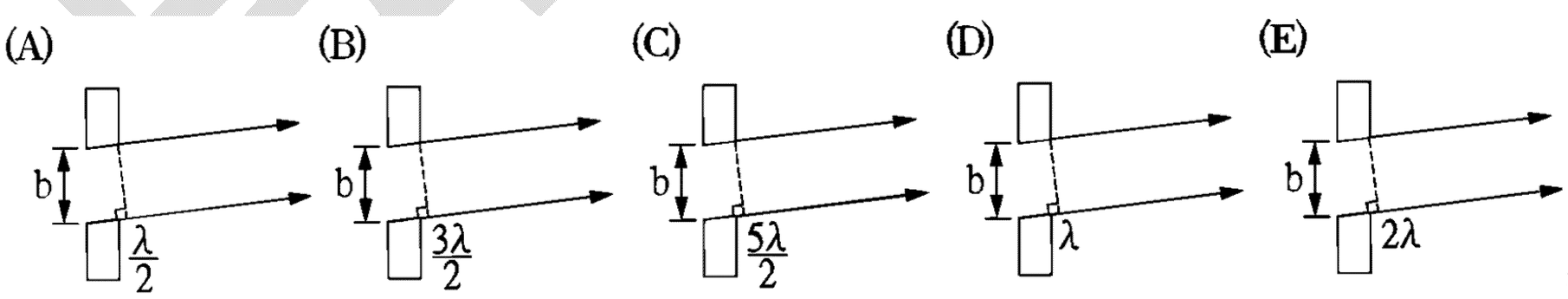
(B)若入射光與狹縫面夾 $30^{o}$，則不形成暗紋的最大狹縫寬度為若干？

答：6000 埃，12000 埃

類 1.單狹縫繞射實驗，屏上第一暗紋到狹縫兩端的光程差，爲波長的幾倍？ (A)0.5 (B)1 (C)1.5 (D)2 。答：(B)

類 2.關於一單狹縫繞射紋型，其強度與離中心線距離的關係如圖所示。下面各圖乃光離開寬度爲 b 之單狹縫時所取之某些不同路線。若在繞射紋型加強紋(明紋)發生於 x 點，則光的路線應爲下面那圖所示？




答：(B)

類 3.單狹縫其寬度自左邊緣 a 到右邊緣 g 共分六等分，以 abcdefg 標明位置，d 爲中點，則在屏上中央亮帶右方第一亮紋之中線至 a、g 光程差爲(設入射單色光波長 $\lambda$)爲 (A)$\frac{\lambda}{6}$ (B)$\frac{\lambda}{3}$ (C)$\frac{\lambda}{2}$ (D)$\lambda$ (E)$\frac{3\lambda}{2}$ 。答：(E)

吳錫玠物理

※$\theta$

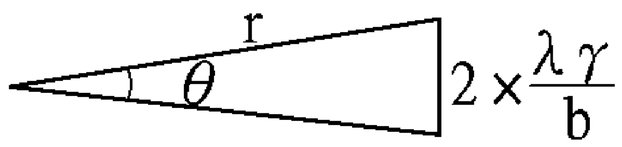
例 25.以波長為 6000 Å 之單色光垂直照射單狹縫，若繞射條紋的第一暗紋與入射光方向夾角為 37°，則此單狹縫的寬度為多少 Å？ (A)3600 (B)5000 (C)6000 (D)7500 (E)10000 答：(E)

類 1.以白光照至寬度為 b 之狹縫，若紅光($\lambda$＝6500 埃)之第一極小位於 $\theta=30^{o}$ 處，則 b 之值為若干？答：13000 埃

類 2.在單狹縫繞射實驗中，欲使第一亮帶（位在中央亮帶的一側）的光度極大值位置的繞射角為 3°，則狹縫寬度是波長的多少倍？ (A)$\frac{45}{\pi}$ (B)$\frac{60}{\pi}$ (C)$\frac{75}{\pi}$ (D)$\frac{90}{\pi}$ 。 答：(D)

類 3.一束平行單色光，垂直照射寬度 b 的單狹縫，所生第一繞射暗紋之方位角為 $1^{o}$，則此單色光之波長為 (A)b (B)b/180 (C)$\pi$b/180 (D)$\pi$b/360 (E)2b/3。答：C

類 4.用寬 1mm 的單狹縫觀察波長 600nm 的紅光，所得中央亮帶之視角為_____弧度。答：0.0012




類 5.波長 $\lambda$ 之光源經單狹縫而在銀幕上形成繞射條紋，設 b 為單狹縫之寬度，$\theta$ 為繞射角，則下列何者為得到明紋之條件，$\sin\theta=$ (A)$\frac{\lambda}{b}$ (B)$\frac{2\lambda}{b}$ (C)$\frac{3\lambda}{2b}$ (D)$\frac{b}{2\lambda}$ (E)$\frac{3b}{2\lambda}$ 。答：(C)

類 6.照射於單狹縫（寬度 b）之波長為 $\lambda$，形成暗紋之方向角 $\theta$ 滿足：

(A)$b\sin\theta=\frac{\lambda}{2}$ (B)$b\sin\theta=\lambda$ (C)$b\sin\theta=\frac{3\lambda}{2}$ (D)$b\sin\theta=2\lambda$ (E)$b\sin\theta=\frac{5\lambda}{2}$ 。答：BD

類 7.波長為 6000 埃的光通過寬為 1.2 微米的單狹縫。產生第一暗帶的方位與入射方向所形成的夾角約等於 (A)0° (B)45° (C)60° (D)15° (E)30° 。答：(E)

類 8.以波長為 5800 埃之黃單色光作單狹縫繞涉實驗。設單狹縫寬度為 0.6mm，距光屏為 2.2m，(1)光屏上中央明紋之寬度為若干？ (2)第四條暗紋距中央明紋中點為若干？ (3)第四條暗紋之繞射角為幾度？答：(1)4.3 ㎜；(2)8.6 ㎜；(3)0.22 度

類 9.在單狹縫的干涉條紋中，如果第一暗紋是在 $\theta=90°$ 處，則狹縫寬和所使用的波長比是多少？答：1：1

吳錫玠物理

## ※ $\Delta y = \dfrac{r\lambda}{b}$ -單色

例 26.某單色光經寬度為 0.0400 公分之單狹縫而產生繞射，於距狹縫 1.00 公尺的屏上，觀測其繞射圖樣，設測出中央亮紋寬度為 0.200 公分，求此單色光的波長。【81 夜大】答：4000 埃

例 27.在「單狹縫繞射」實驗中，若以波長為 $6\times10^{-7}$ 公尺之單色光照射在單狹縫上，測知屏上繞射的中央亮帶寬度為 1.0 公分；如將屏後移使屏與狹縫之距離增加 20 公分，則中央亮帶寬度變寬 1.5 公分。此狹縫之寬度應為 (A) $2.4\times10^{-3}$ 公分 (B) $4.0\times10^{-3}$ 公分 (C) $4.8\times10^{-3}$ 公分 (D) $6.0\times10^{-3}$ 公分 (E) $7.2\times10^{-3}$ 公分 。【84 日大】答：(C)

類 1.以氦氖雷射的紅光做單狹縫繞射實驗，量得中央亮帶的寬度是狹縫寬度 b 的 n 倍，狹縫至屏幕的距離爲 L，則紅光的波長爲_____。答：$\dfrac{nb^2}{2L}$

類 2.波長爲 $\lambda$ 的單色光經單狹縫繞射後，在狹縫後方 r 處的光屏上呈繞射條紋，其中央亮帶寬度恰等於狹縫寬度的 8 倍，則狹縫寬度爲_____。答：$\dfrac{\sqrt{r\lambda}}{2}$

類 3.若以紅光(波長 6300 埃)照射單狹縫，測知屏上繞射的第一暗紋位於 0.50cm 處。試求：(1)第二暗紋的位置？ (2)中央亮帶的寬度？ 答：1 cm；1 cm

類 4.如果一單狹縫的干涉條紋中的第一條暗紋和第五條暗紋之間的距離是 0.35 mm，屏與狹縫間的距離是 40cm，而且使用 5500 埃的波長，則此單狹縫的寬度是多少？答：2.5 mm

類 5.寬度 w 的單狹縫與光屏相距 100cm，若以波長 6000Å 之光垂直照射干涉，第一暗紋與中垂線之距離爲 0.40cm，則 (A)中央亮紋的寬度爲 0.80cm (B)狹縫之寬度 $1.5\times10^{-2}$cm (C)第三暗紋與中垂線之距離爲 1.2cm (D)第二次亮紋與中垂線之距離 1.0cm (E)第一次亮紋與中垂線之距離 0.6cm。答：ABCDE

類 6.一小圓孔半徑爲 0.05cm，以 5000Å 之入射光照射後，在孔後 2m 處之屏上，所見中央亮帶之面積約爲 (A) $4\times10^{-2}$ (B) $3\times10^{-2}$ (C) $2\times10^{-2}$ (D) $10^{-2}$ (E) $5\times10^{-3}$ $cm^2$。答：B

## ※ $\Delta y=\dfrac{r\lambda}{b}$ -雙色

例 28.以波長為 6000 埃的黃色光做單狹縫繞射實驗，發現屏上繞射圖樣的中央亮紋寬度為 0.45cm，今改用波長為 4700 埃的藍色光照射，試問：
(1)中央亮紋寬度為_____cm。(2)第三暗紋距離中央亮帶中線_____cm。

例 29.照射在單狹縫之光波波長為 $\lambda_1$ 與 $\lambda_2$，形成繞射條紋時，
(1)若 $\lambda_1$ 的第二繞射極小與 $\lambda_2$ 的第二繞射極大重合，則 $\dfrac{\lambda_1}{\lambda_2}$ 之值為_____。答：$\dfrac{5}{4}$
(2)若 $\lambda_1$ 之第二繞射極大與 $\lambda_2$ 之第三繞射極小重合，則 $\dfrac{\lambda_1}{\lambda_2}$ 之值為_____。答：$\dfrac{6}{5}$
(3)若 $\lambda_1$ 之第二繞射極大與 $\lambda_2$ 之第一繞射極大重合，則 $\dfrac{\lambda_1}{\lambda_2}$ 之值為_____。答：$\dfrac{3}{5}$

類 1.以黃色鈉光(波長 5800 埃)照射一單狹縫，發現如狹縫與屏相距 40 公分時，第二暗線位於 1.2 公分處。今如改用紅色光(波長 6600 埃)照射，第一暗線於 0.45 公分處，則狹縫與屏相距若干公分？答：26.4 cm

類 2.以紅光及藍光當光源作實驗，則下列說法，以何者爲正確？ (A)各以相同的入射角斜向射入一厚度爲 d 的透明平行板時，射出的光線，其側移距離紅色比較多 (B)光由水射向空氣時，紅光的臨界角比藍光的大 (C)對同一個三稜鏡而言，紅光的最小偏向角比藍光大 (D)以同樣雙狹縫各作楊格實驗時，則紅光兩相鄰亮紋間的距離比藍光者小 (E)如作單狹縫繞射實驗，比較繞射圖形的中央亮紋寬度，則紅光寬度應比藍光的小 。【76.日大】答：(B)

類 3.若波長各爲 $\lambda_a$ 與 $\lambda_b$ 之光照於單狹縫上，則發現波長爲 $\lambda_a$ 之第一條暗紋與波長爲 $\lambda_b$ 之第二條暗紋重合。則(1)兩波長間之關係爲？(2)兩繞射條紋中是否尚有其他暗紋重合？答：(1) $\lambda_a=2\lambda_b$；(2)是

類 4.有一單狹縫，分別以波長 $\lambda_1$ 與 $\lambda_2$ 之單色光做繞射實驗。如波長爲 $\lambda_1$ 的第一個暗紋，與波長爲 $\lambda_2$ 的第一個亮帶中線發生在同一位置，則比值 $\lambda_1/\lambda_2$=_____。【86 日大】答：$\dfrac{3}{2}$

## ※白光

例 30.以白光進行單狹縫繞射時，下列敘述何者正確？ (A)繞射圖形為彩色 (B)中央最亮的部分為白色 (C)緊接於中央亮區兩旁的暗區是由於紅色光產生破壞性干涉所致 (D)繞射圖形較單色光之繞射圖形更為清晰 (E)狹縫寬度增加，中央亮區寬度也增加 。答：(A)(B)

類 1.在單狹縫實驗中，下列敘述何者正確？ (A)繞射條紋爲等寬 (B)繞射條紋爲相等亮度 (C)白光入射後得彩色條紋 (D)入射波長增長，亮紋寬度增加 (E)光屏上的暗紋是干涉後的節線 。答：(C)(D)

類 2.以白光作光源，作單狹縫之繞射實驗，下列敘述何者爲真？ (A)中央亮線爲白光 (B)除中央亮線外其他各亮線均爲彩色者 (C)各亮線等寬 (D)各亮線之亮度相同 (E)中央亮線最寬最亮 。答：(A)(B)(E)

類 3.下列關於光的敘述，哪些是正確的？ (A)以單色光做雙狹縫干涉實驗，紅光亮帶間距較綠光爲大 (B)以單色光做雙狹縫干涉實驗，把兩個狹縫寬及各減小時，亮帶間距會加大 (C)以單色光做單狹縫繞射實驗，光屏上與狹縫兩端光程差爲半波長之點，恰爲第一暗紋位置 (D)以白光做雙狹縫干涉實驗，在光屏上產生彩色的干涉條紋 (E)以白光做單狹縫繞射實驗，在光屏上產生彩色的繞射圖樣 。答：(A)(B)(D)(E)

## ※系統泡在液體中

例 31.單狹縫實驗中，單色光波長為 6500Å，狹縫距光屏為 2 m，狹縫寬度為 0.026cm，若將整個裝置浸入水中，則中央線左、右第二條暗紋相距_____cm。(水的折射率為 $\frac{4}{3}$) 答：1.5

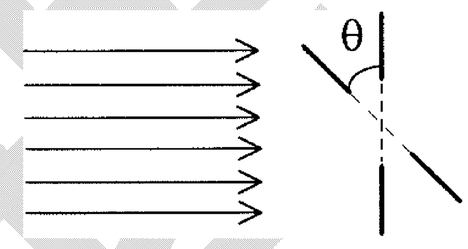
吳錫玠物理

## ※單狹縫旋轉$\theta$-狹縫中垂線與光軸不平行

例 32.(1)單狹縫寬 0.2mm，經波長為 5000Å 的綠光照射後，於縫後 2m 處所生的干涉條紋中央亮區的寬度為若干 cm？答：1.0cm

(2)同上述，若單狹縫的面與入射光成 30°，則幕上中央亮區的寬為若干 cm？答：2.0cm

類 1.平行的單色光垂直照射於寬度為 b 的單狹縫。在光屏上所生成中央亮區兩旁的暗紋，期間距離為 $L_0$，今以狹縫中心線為軸，旋轉$\theta$的角度(如圖)，則新生成的繞射中央亮區兩旁，其暗紋之間的距離改為_____。




類 2.在單狹縫之繞射實驗中，狹縫寬為 b，屏距為 r，入射光波長為$\lambda$，若光的進行方向與狹縫之法線成$\alpha$角時，繞射關係式應改寫成$\frac{m\lambda}{2}=$ (A)$b\sin\alpha$ (B)$b\sin\theta\sin\alpha$ (C)$\frac{b\sin\theta}{\sin\alpha}$ (D)$b\sin\theta$ (E)$b\cos\alpha\sin\theta$ 。答：(E)

## ※遮住部分狹縫

例 33.(1)在單狹縫繞射中，若將寬度 b 之狹縫右半邊遮住，則中央亮帶之中線向左移動_____。答：$\frac{1}{4}b$

(2)亮紋寬度變為_____倍。答：2

類 1.在單狹縫繞射實驗中，若將寬 b 之狹縫右邊 1/3 遮住，則可能發生下列何種改變？ (A)繞射條紋之中央線向左移$\frac{b}{6}$ (B)中央亮帶寬度減為原來的 2/3 倍 (C)繞射條紋的亮度減為原來的 2/3 倍 (D)每條亮紋的寬度變為原來的 3/2 倍 (E)更易於鑑別遠處的兩光點 。答：(A)(C)(D)

類 2.若將一單狹縫寬度為 b 之右半邊遮蓋時其繞射條紋將發生何種變化？
又若將單狹縫最左 1/4 與最右 1/4 遮蓋時又如何？

吳錫玠物理

# ※干涉與繞射

例 34.一單色光經相距 d 之雙狹縫後在光屏上產生干涉條紋之中央亮帶寬度為 1cm，若將一狹縫遮住，則所產生繞射條紋之中央亮帶寬度變為 4cm，若狹縫寬度為 b，則 d：b=？答：2：1

類 1.設雙狹縫之間隔爲 d，每一狹縫之寬度爲 d/3，則在繞射之中央亮區內有若干條干涉明紋? 答：5

類 2.在光波干涉及繞射實驗中，假設不知單色光波長時，一般皆先做雙狹縫干涉實驗，再做單狹縫繞射實驗，說明原因何在？ 答：光做雙狹縫實驗測量狹縫至屏距離 r，干涉暗線間格Δy 及兩狹縫間格 d（即刀片厚度）由 $\Delta y=\frac{r\lambda}{d}$，故可得光波波長 $\lambda=\Delta y\cdot\frac{d}{r}$。再做單狹縫實驗測量中央亮帶寬度Δy。由干涉實驗之波長λ，利用 $\Delta y_0=\frac{2r\lambda}{b}$，故可得單狹縫之狹縫寬度：$b=\frac{2r\lambda}{\Delta y}$，因一般情形兩狹縫間距離 d，可用螺旋測微器多片刀片厚度之平均值而得，但單狹縫寬度 b 在一般高中實驗室中，測長度之儀器無法測量。

類 3.在「狹縫的干涉和繞射」實驗中，得到干涉條紋的寬度爲Δy，單狹縫中央亮區的寬度爲 D，若雙狹縫的狹縫間距爲 d，則單狹縫的寬度爲何？（假設光源及狹縫至光屏的距離皆不變） (A)$\frac{2d\Delta y}{D}$ (B)$\frac{2D\Delta y}{d}$ (C)$\frac{dD}{2\Delta y}$ (D)$\frac{dD}{2\Delta y}$ (E)$\frac{D\Delta y}{2d}$ 。答：(A)

類 4.一單色光垂直入射於寬度爲 a 之單狹縫時，在遠處屏上所生條紋圖樣稱爲 S；改以間距爲 a 之雙狹縫取代單狹縫，且使中央線不變，稱其條紋圖樣爲 D，則哪個敘述是正確的？(A)S 之亮帶寬度均爲 D 之亮帶寬度的兩倍 (B)S 之暗紋位置，均爲 D 之亮紋中線位置 (C)S 之亮紋中線位置，均爲 D 之暗紋位置 (D)S 之亮帶寬度都和 D 的亮帶寬度相等 。【79 夜大】答：(B)

類 5.單狹縫繞射與雙狹縫干涉在花紋上有何異點?

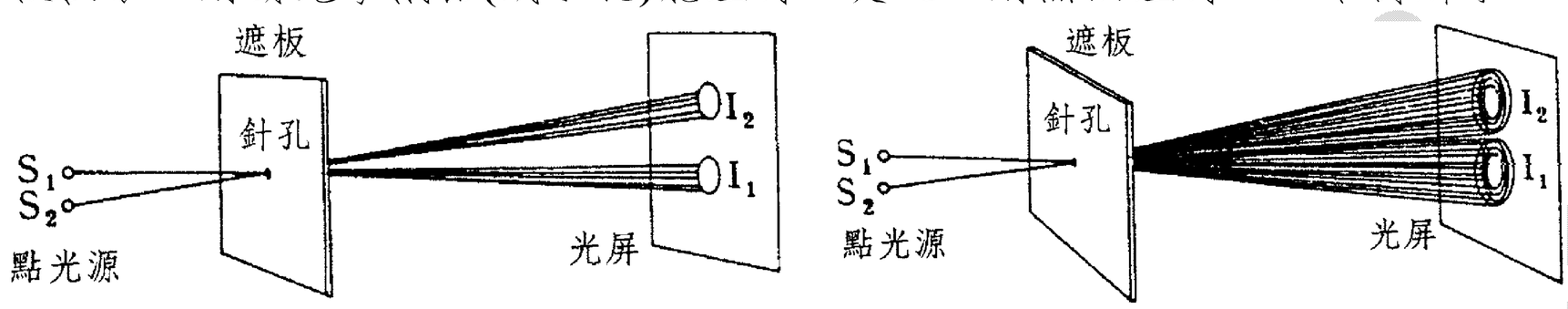
# ※影像的鑑別率

由單狹縫之繞射現象知，光源所發出之光，經過狹縫或小孔，即能散開而照射至比狹縫寬度為闊或小孔面積為大的範圍內。狹縫愈狹，或小孔愈小，則散開程度愈甚。

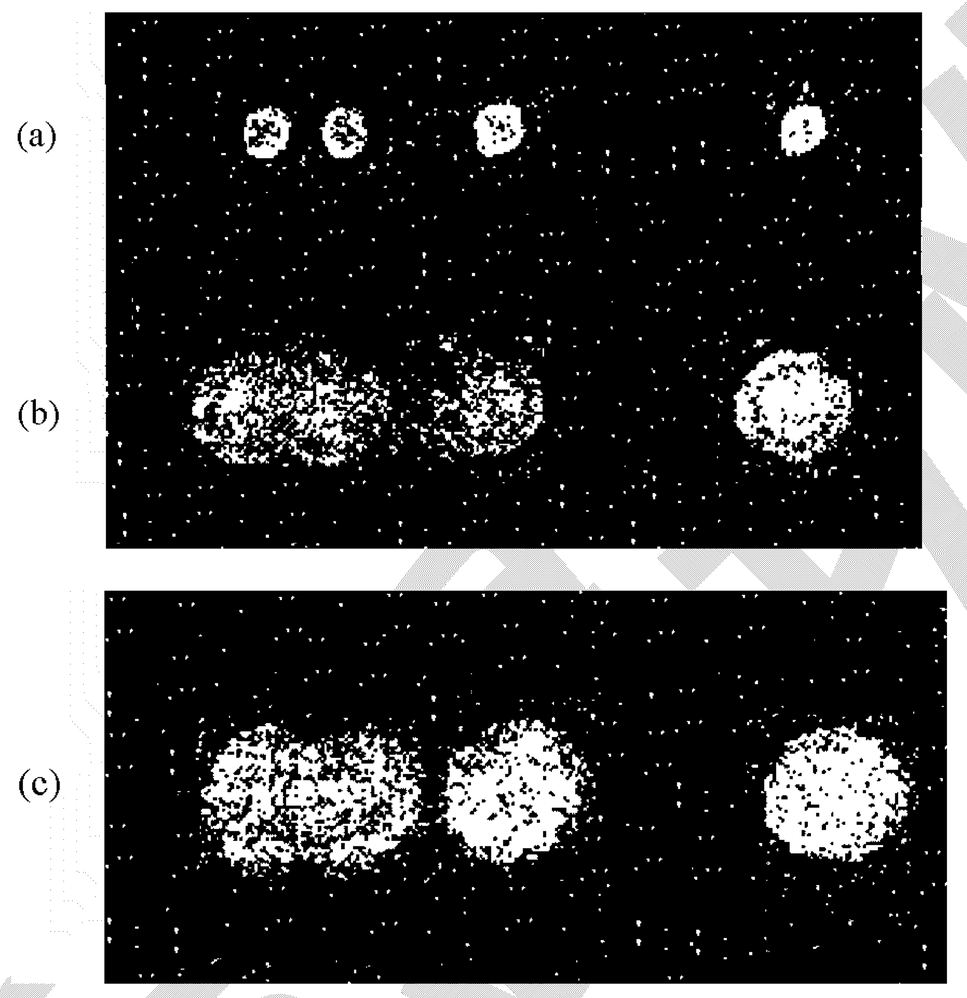
**(1)**鑑別率

**1.**可鑑別的意義：

數個相近物體(光源)經光學儀器(或小孔)所形成之繞射圖像足夠小或足夠分離，致能被區分，則謂光學儀器(或小孔)能鑑別；反之，則無法鑑別，如下圖所示。




例：在下圖之一組繞射圖像為放在不同孔徑之透鏡前之四點光源所形成者；所用之透鏡孔徑大小，自上向下漸小，致所生繞射圖像愈大，因而愈不易鑑別(分辨)。




**2.**鑑別率(**R.P.** 或 **R**)：

光學儀器中(如照相機、顯微鏡、望遠鏡等)，能鑑別(分辨)相鄰物體(光源)的能力測量，即稱為該儀器的鑑別率。

**(2)**鑑別之條件：

**1.**當一光源所生之中央亮帶的中線落於另一光源所生第一暗紋外方，此二物謂之可鑑別。

**2.**當一光源所生之中央亮帶的中線落於另一光源所生第一暗紋內方，此二物則不可鑑別。

**(3)**雷利判別準則：

**1.**內容：當光源 $S_1$ 的繞射條紋之中央亮帶的中線恰落在光源 $S_2$ 的繞射條紋之第一暗紋上時，為可鑑別的極限，稱此二光源恰可鑑別。

註：雷利判別準則只能適用於二光源強度相同時。

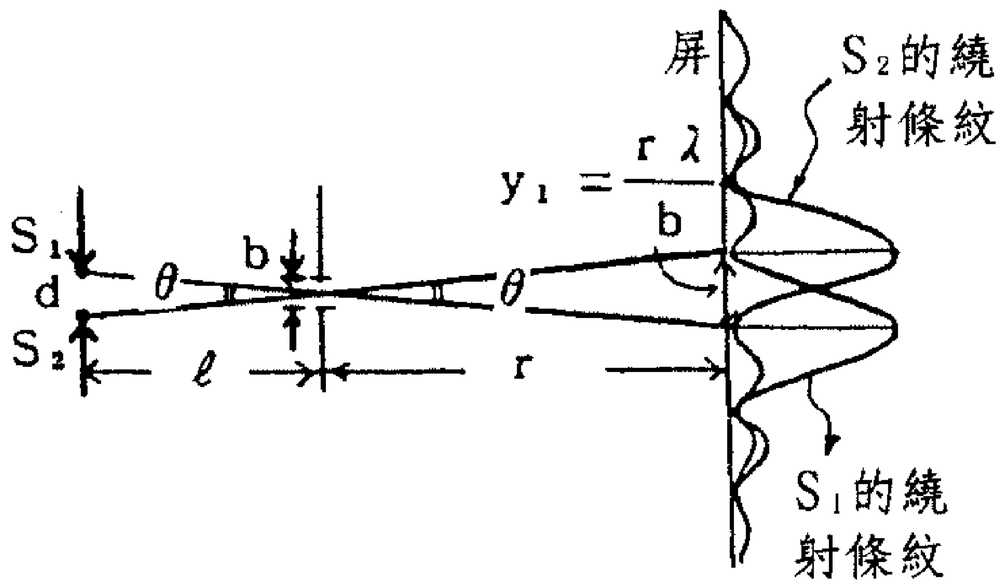
**2.**鑑別率(狹縫寬度為 **b**，狹縫至屏幕之距離為 **r** 而至兩光源之距離為 **L**)：

①最小鑑別角 $\theta_R$：

在恰可鑑別時 $b\sin\theta=\lambda$

$\Rightarrow \theta \fallingdotseq \sin\theta=\dfrac{\lambda}{b}=\theta_R$

②最小鑑別距離 **d**：




由右圖知 $\dfrac{d}{L}=\dfrac{y_1}{r}\Rightarrow d=\dfrac{y_1L}{r}$ ……a.

又由暗紋位置公式 $y_m=m\dfrac{r\lambda}{b}$ 得

第一暗紋(**m＝1**)與中央線之距離 $y_1=\dfrac{r\lambda}{b}$ ……b.

則由 **a.b.**⇒兩光點 $S_1$ 與 $S_2$ 相距 $d=\dfrac{\lambda L}{b}$

**3.**鑑別率：**R.P.**或 $R=\dfrac{1}{\theta_R}=\dfrac{L}{d}=\dfrac{b}{\lambda}$

⇒鑑別率 **R** 與孔徑 **b** 成正比，而與光波波長成反比，但與 **d** 及 **L** 均無關。

**a.** $R=\dfrac{1}{\theta_R}=\dfrac{L}{d}=\dfrac{b}{\lambda}$ 僅能適用於長條形的單狹縫

※圓孔的鑑別率：$R.P.=\dfrac{1}{\theta_R}=\dfrac{D}{1.22\lambda}$　(**D**：圓孔直徑)

**b.**鑑別角 $\theta_R$ 為繞射條紋之中央亮帶的中線與第一暗紋對狹縫所張之角度。

**(a)**若兩物體之角間隔 $\theta>\theta_R$，則可鑑別。

**(b)**若兩物體之角間隔 $\theta<\theta_R$，則無法鑑別。

**(c)**若兩物體之角間隔 $\theta=\theta_R$，則恰能鑑別。

**c.**因 $\theta_R\propto\lambda$，知紅光波長較長，繞射角較大，紫色光較小，故當白光經單狹縫後，即色各色之連續光譜，此稱繞射光譜。

**d.**若兩光源之最小間隔(即兩者內側間距離)保持不變，兩者大小不影響鑑別率。

**(4)**光學儀器與鑑別率：

**1.**光學儀器的鑑別率：能鑑別二接近物體所成像之能力。

**2.**顯微鏡之鑑別率：

設 **x** 為可鑑別兩光點時兩光點最小距離，**n** 為折射率(通常 **n** 為空氣折射率，但光點浸在液體中時，**n** 為液體之折射率)，$\lambda$ 為單色光波長，$\psi$ 為光點至物鏡兩端夾角之一半，則由繞射理論得

鑑別率 $R=\dfrac{1}{x}=\dfrac{n\sin\phi}{0.61\lambda}$

⇒**n** 愈大(光點浸在液中)，$\psi$ 愈大(物鏡焦距短或物鏡孔徑大)，

$\lambda$ 愈短(使用較短波長光線，常染光點為藍色)，則顯微鏡之鑑別率愈高。

**3.**望遠鏡之鑑別率：

設 $\theta_R$ 為可鑑別兩光點時兩光點與望遠鏡連結線間最小夾角，**D** 為物鏡直徑，$\lambda$ 為單色光波長，則由繞射理論得

鑑別率 $\mathbf{R}=\dfrac{1}{\theta_R}=\dfrac{D}{1.22\lambda}=\dfrac{L}{d}$ ；**d**：恰可鑑別時兩光點之距離

**L**：兩光點至望遠鏡之距離

⇒**D** 愈大(使用較大孔徑之物鏡)，λ 愈短(如藍色光線)，則望遠鏡之鑑別率愈高。

註：

①欲使光學儀器之放大率提高⇒焦距減少⇒透鏡曲率增大(即曲率半徑減少) ⇒球面像差就愈顯著

※若要減少球面像差⇒孔徑減少⇒鑑別率降低

②欲使光學儀器之鑑別率提高⇒孔徑增大⇒球面像差顯著

※若要減少球面像差⇒兩面曲率半徑增大⇒焦距增長⇒放大率減小

③因紫外光的波長較短，因此使用紫外線為光源可減少繞射而間接使鑑別率增加。

④天文望遠鏡孔徑大的作用為：

**a.**加強集光量(使像較清晰)；**b.**提高鑑別率(使密集星辰的像可鑑別)。

⑤對星球攝影常使用藍色濾光鏡是因為藍色光波長短，繞射小， 鑑別率可以提高。

⑥改變光的強度及增加狹縫至光屏距離，均不影響鑑別率及是否可鑑別。

## ※鑑別率

例 35.有關鑑別率的敘述下列那些是正確的？ (A)增強照射光之強度可提高鑑別率 (B)光學儀器孔徑愈大，則鑑別率愈高 (C)使用頻率較高之光則鑑別率愈高 (D)經狹縫見兩相近光源，當光源與狹縫愈接近，則愈易鑑別 (E)使用同一狹縫，光源與狹縫距離固定，當兩光源間距離愈大則鑑別率愈高 。答：(B)(C)(D)

類 1.有關光學顯微鏡鑑別率的下列敘述中，那幾項是對的？ (A)改進透鏡的製造技術不能無限制地提高鑑別率 (B)因爲光是由光子所形成，鑑別率與光子的半徑有關 (C)光源用綠光時比用紅光時，鑑別率可以提高些 (D)光源的光度增強可以提高鑑別率 (E)光有波動與粒子的雙重性質，所以鑑別率被限定在一定值。 【64.日大】答：AC

類 2.距離甚近之兩個光源所發射之光通過同一小孔後分別射至屏幕上成像，若二像之重疊部分增多，其原因可能爲 (A)小孔繼續縮小 (B)兩個點光源所發射光之波長一直變短 (C)兩個點光源至小孔之距離逐漸變大 (D)兩個點光源之相隔距離變大 (E)兩個點光源之頻率增大 。答：(A)(C)

類 3.在「鑑別實驗」中，經一直徑爲 d 毫米之小孔，同時觀察遠處兩個靠近的 x 色（單色）點光源時，則在下列情況中可得最大鑑別率的是： (A)d＝0.5，x 色爲綠色 (B)d＝0.5，x 色爲紫色 (C)d＝0.5，x 色爲紅色 (D)d＝0.2，x 色爲紅色 (E)d＝0.2，x 色爲紫色 。答：(B)

# ※狹縫鑑別率

例 36.由 0.01cm 寬之狹縫看兩點光源，若光源與觀察者相距 3m，光波波長為 $6\times10^{-5}$ cm，取兩點光源接近至何距離恰可鑑別？答：1.8 cm

類 1.經 0.200 cm寬度的狹縫觀察 5.00 米外的兩綠色點(波長爲 5000 埃)可鑑別兩點的最小距離爲 (A)2.50 cm (B)2.25 cm (C)2.00 mm (D)1.25 mm (E)0.50 mm。答：(D)

類 2.以 0.7mm 之狹縫觀察相距 1mm 之兩條紅線，紅光波長爲 7000 埃，則可鑑別的最遠距離爲_____公尺。答：1

類 3.以 0.1 公厘寬之狹縫觀察相隔 1 公厘之兩條紅線均爲反射出 7000 Å 之紅光，則能鑑別的最遠距離爲若干公尺？ (A)20 (B)$\frac{100}{6}$ (C)$\frac{100}{7}$ (D)12.5 (E)$\frac{100}{9}$ 。答：C

類 4.白紙上繪有二平行藍線相距 0.3 mm，某人經 6 mm寬之狹縫看白紙上之藍線恰可鑑別時，紙與眼的最大距離爲多少？(藍光的波長約爲 4500 埃)答：4000 mm

類 5.由 0.01 公分寬之狹縫看兩點光源，若光源與觀察者相距 3 公尺，光波長平均爲 $5.7\times10^{-5}$ 公分，則兩點光源間距接近至何距離恰可鑑別 (A) 2.1 公分 (B) 1.9 公分 (C) 1.7 公分 (D) 1.5 公分 (E) 1.3 公分。答：C

類 6.一個美國人，一個法國人還有一個中國人走在大沙漠中。走著走著看到一個瓶子，打開瓶塞後飄出來一個人來，那個人說：「我是神仙，我能滿足你們每個人三個願望！」
美國人第一個搶著說：「我第一個願望是要很多的錢！」 神仙說：「這個簡單，滿足你！說說第二個願望吧。」 美國人說：「我還要很多的錢！」 神仙滿足他的願望後，美國人又說了他的第三個願望：「把我弄回家。」 神仙說：「沒問題。」 於是美國人帶著很多的錢回了美國～
神仙又問法國人，法國人說：「我要美女！」 神仙給了他美女。 法國人又說：「我還要美女！」神仙也滿足了他，給了他美女。法國人最後說到：「把我送回法國。」 神仙把法國人送回國後問中國人要什麼？
中國人說：「先來瓶二鍋頭吧！」 神仙給了他。問他第二個願望是什麼？中國人說：「再來一瓶二鍋頭！」如願的變出來後神仙問他第三個願望是什麼？中國人說：「我挺想法國人和美國人的，你把他們都弄回來吧!!」
法國人和美國人氣的不得了，但又無可奈何，三個人只好繼續走。

# ※圓孔鑑別率

例 37.兩個汽車的前燈相距 1.22m 朝著我們而來，則眼睛可以分辨他們時之最大距離是多少？(假設瞳孔的直徑是 5.0mm 且 λ＝5000 埃，而且假設繞射效果是恰可鑑別)答：10000m

例 38.觀察兩極近之點光源時，若使用之單色光波長由 5000 埃改成 6000 埃，觀察小孔孔徑加 倍，則鑑別率為原來的_____倍。答案：$\frac{5}{3}$

類 1.一轎車車頭兩燈相距 1.42m 發出的光波長爲 5800 埃，某人瞳孔直徑 5mm，又圓孔繞射第一暗紋關係式爲 $b\sin\theta = 1.22\lambda$，式中 b 爲瞳孔直徑，$\theta$ 爲繞射角，則此人眼睛能鑑別兩燈的最大距離約爲若干？ (A)12241m (B)10034m (C)6121m (D)5017m。答：(B)

類 2.某人眼睛瞳孔直徑 5 ㎜，當一汽車向其駛近時，若車頭兩燈相距 1.5 公尺，則眼可鑑別的最大距離爲(設光的波長 5500 埃)： (A)5 (B)7 (C)11 (D)15 (E)19 ㎞。答：(C)

類 3.某人眼睛瞳孔直徑爲 6mm，此人欲見跟前 25cm 處之兩黃色點光源，波長爲 5890 埃，若尚可鑑別爲兩光點，則兩光點間之最小距離爲何？

類 4.一望遠鏡之物鏡直徑爲 40mm，聚焦於 1000M 外的物體，則此望遠鏡所能鑑別之最小間隔爲何？若人眼能分辨之視角爲 100"，此望遠鏡之放大倍數爲何？(λ＝5000 埃)答：1.53cm；32

類 5.某人眼睛瞳孔直徑在白天和夜晚各爲 4.7mm，8.0mm 則
(A)此人於白天和夜晚何時鑑別率較高？
(B)在白天見相距相同之兩紅色光點或兩藍色光點，何者鑑別率較高？
(C)在白天此人欲見眼前 3m 處之兩黃色點光源(λ＝5880 埃)若尚可鑑別，則此兩點間之最小距離爲何？答：夜晚；藍色；0.46mm

類 6.汽車的兩個前燈相距 1.4m，且朝著們而來，則眼睛可以分辨兩車前燈之最大距離是多少？（假設人的瞳孔直徑是 5.0mm 可見光平均波長爲 5500 Å。）答：10.4Km