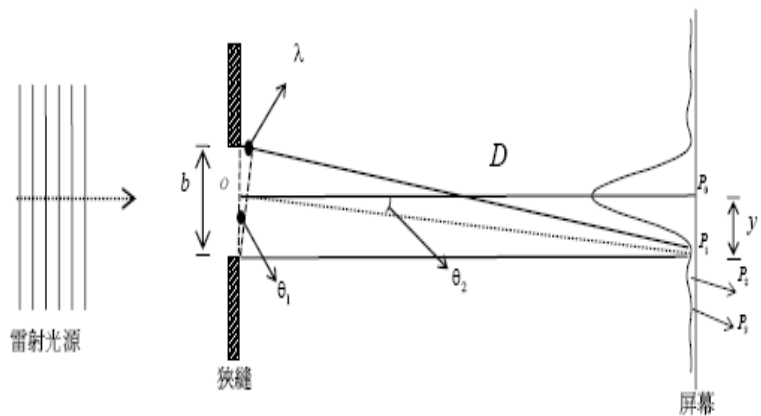
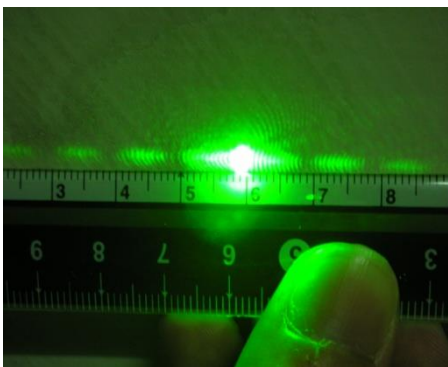


# 頭髮繞射與尺的干涉

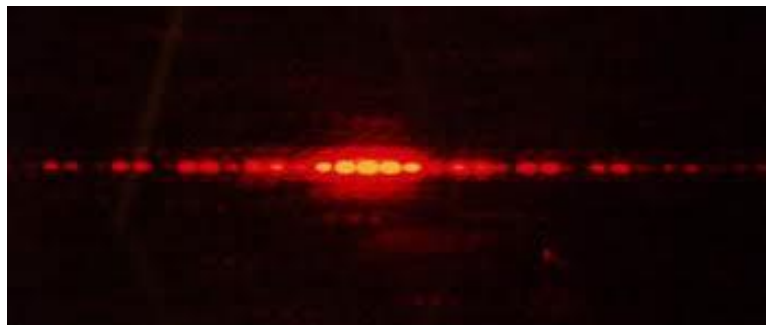
大家知道我們要怎樣用最簡單的方法去測量頭髮的寬度嗎?

尺並沒有如此微小的刻度，這時候雷射光就發揮它的功用了。我們將頭髮放在雷射筆前，可以照出它的繞射條紋，此時我們可以量出兩暗紋間的距離及雷射光到屏幕的距離，帶入公式，即可算出頭髮的寬度。



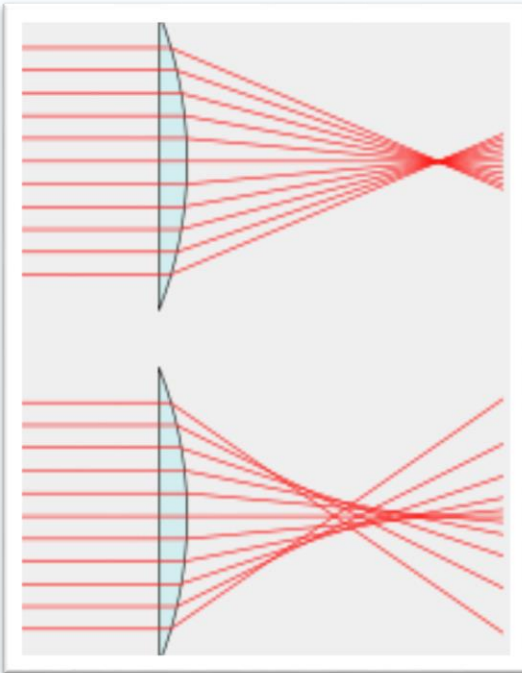
右我們想知道未知的雷射光波長，一樣可以利用此原理，首先要有一支**已知波長**的雷射光，按照以上原理得知尺的刻度之寬，然後再以未知的雷射光照射，將已知數據帶入公式，即可求出未知雷射光的波長。

$$\text{公式：} \Delta y = \frac{L}{b} \lambda$$

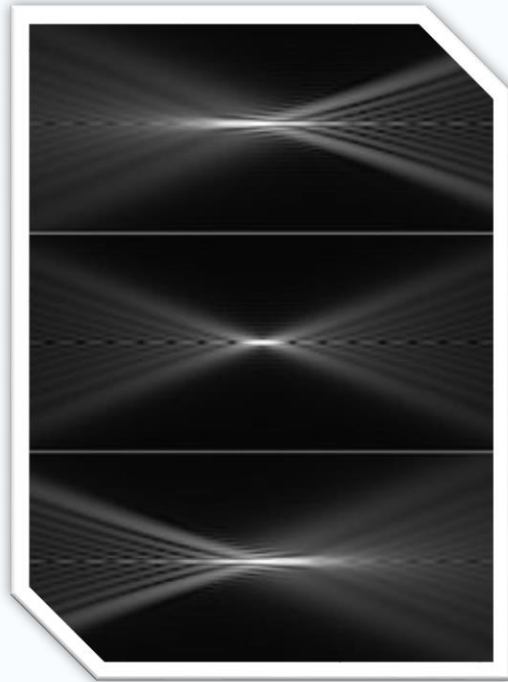


# 球面像差

拋物面鏡



球面鏡



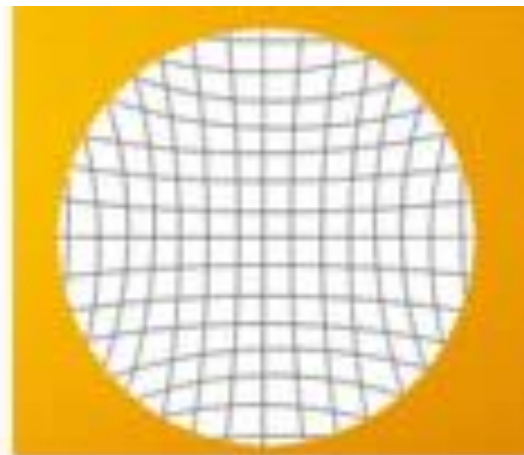
一個理想的鏡面，能將所有入射的光線匯聚在光軸上的一個點，但日常的鏡面會有球面像差：靠近光軸的光線會比離光軸較遠的光線較為緊密的匯聚在一個點上，因此光線不能匯聚在一個理想的焦點上。

平行光束通過透鏡後聚焦像的縱切面，上：負球面像差，中：無球面像差，下：正球面像差。

## 非球面鏡片與球面鏡片的視覺比較



非球面成像效果



球面成像效果



# 雷射危險分級與對策



## 1. 雷射危險度的分類

根據雷射對人體的危險度分類，在光束內觀察對眼睛的M P E 做基準，可分為一到四級。

第一級：低輸出雷射，不論何種條件下對眼睛，都不會超過M P E 值，可以保證設計上的安全，不必特別管理。

第二級：低輸出的可視雷射，人閉合眼睛的反應時間為 0.25 秒，用這段時間算出的曝光量不可以超過M P E 值。通常 1m W 以下的雷射，會導致暈眩無法思考，用閉合眼睛來保護，不能說完全安全。

第三級：中輸出雷射，光束若直接射入眼睛，會產生傷害，基於某些安全的理由，進一步分為 3 A 和 3 B 級。3 A 級為可見光的連續雷射，輸出為 5 m W 以下的雷射光束，光束的能量密度不要超過 25 W / m<sup>2</sup>。3 B 級為 0.5 W 以下的連續雷射光，直接在光束內觀察有危險。但最小照射距離為 13 c m，最大照射時間十秒以下為安全。

第四級：高輸出雷射高過第三級，有火災的危險，擴散反射也有危險。

## 2. 雷射處理上的安全對策

像最近一般家庭或辦公室雷射唱盤或雷射印表機等的應用機器，為雷射光不會射出外部的構造形成，能夠保證安全。另外一些雷射光若不發出外部不會有機能的裝置。如有這樣的情形就須參考下述對策。

- (1) 根據雷射裝置的級別，有關雷射的安全或傷害具有充分的知識與認識的人來指導處理。
- (2) 三級以上的雷射製作由有安全操作適當教育的人來執行。
- (3) 動作中的雷射裝置，假如不發出雷射光，也不要探視光路中。
- (4) 雷射供振器的調整，光軸條紙時，會突然發射雷射。要經常注意眼睛的位置來處理。
- (5) C O<sub>2</sub> 雷射使用眼睛看不到的紅外光大型雷射時，附近的人要特別注意。
- (6) 不能避免反射光或亂射光時，在使用三級以上的雷射時不可不用保護眼鏡。

### 3.雷射對眼睛的傷害

如果入射光為可見光（波長在 400~780 nm）或者是近紅外光（波長在 1400 nm 以下）人眼睛的角膜、水晶體、硝子體（水晶體與網膜間的透明組織）為透明的，因此入射光可以到達網膜。波長在 400 nm 以下的近紫外光由角膜與水晶體吸收，對波長 315 nm 以下的紫外光由角膜強烈吸收。又 1400 nm 以上的紅外光也由角膜吸收。

紅外光由角膜吸收，而產生紅外光的雷射有 CO<sub>2</sub> 雷射，半導體雷射。近紅外光 是由網膜及其附近吸收，產生近紅外光的雷射有 YAG 雷射，玻璃雷射，半導體雷射，另外可產生可見光的雷射有 Ar 雷射、He-He 雷射、紅寶石雷射、色素雷射，還有產生近紫外光的雷射有 He-Cd 雷射，最後可產生紫外光的雷射有受激分子雷射。

角膜可分為上皮、實質、內皮，上皮承受外力，容易受傷有苦痛的感覺，再生力強的關係，不會留下傷害。實質的部分佔角膜的大半，若承受傷害，光的透過會降低而留下傷害水晶體若為光的吸收而引起熱或物理性刺激，容易形成白內障（水晶體白濁）。白內障除手術外別無它法可治。

硝子體因熱或炎症透明度下降，網膜有透明的蛋白組織，後方的黑色素層如吸收光能會產生熱，光能如在某種程度以上，蛋白質會產生變化（變成白凝固）會產生傷害。黃斑部若受到傷害無再生能力，關聯到視力傷害。

### 4.雷射光對皮膚的傷害

雷射光引起的皮膚傷害，有受到黑色素或是血管狀態而產生皮膚顏色的改變，皮膚的角質化。雷射引起皮膚傷害的主要原因為皮膚吸收光能引起的熱作用，對紫外線的光學作用而引起的傷害也有必要考慮。

熱作用引起的傷害，依照吸收能量的多寡，會出現日燒，或燒傷的症狀。紫外光引起的傷害幾乎皮膚表面吸收，皮膚表面吸收這些能量而產生黑色素。特別在 250~320 nm 的紫外光，長時間照射引起的傷害很大，也有一說是形成皮膚癌的主因。1.5μm 以外的紅外光引起的傷害，大部分由表皮吸收，750 nm~1.3μm 的近紅外光由真皮到達皮下組織，特別是 YAG 雷射在接近波長 1.06μm，透過表皮到皮下組織下幾 mm 處。又，CO<sub>2</sub> 雷射的 10.6μm 的遠紅外光，水的吸收非常良好，因此雷射光不會透到皮膚的深層，皮膚容易吸收熱而傷害。