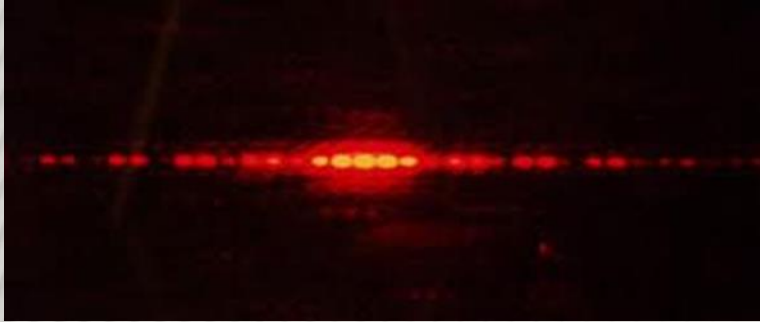


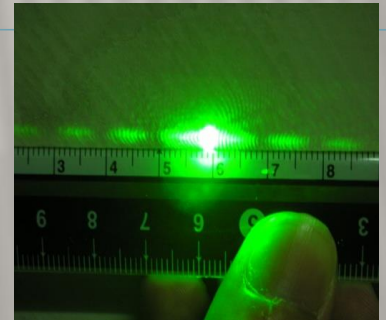
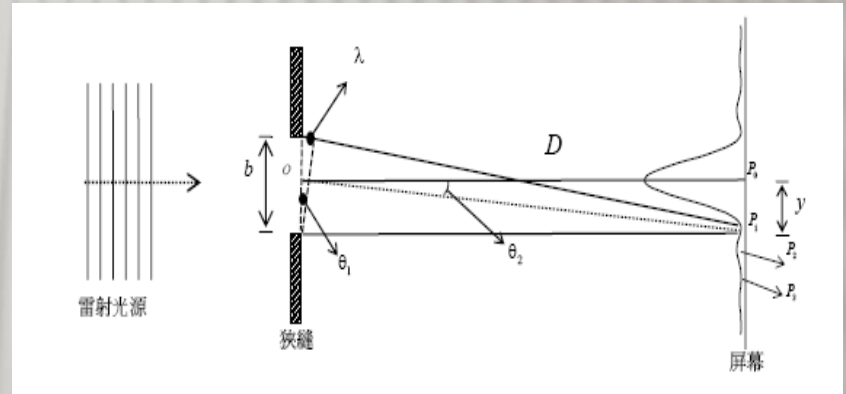
頭髮繞射與尺的干涉



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。

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



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。

雷射危險分級及對策

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MPE做基準，可分為一到四級。

第一級：低輸出雷射，不超過MPE值，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MPE值。

通常1mW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。3A級為可見光的連續雷射，輸出為5mW以下的雷射光束，光束的能量密度不要超過25W/m-m，0.5W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13cm，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

(1) 三級以上的雷射製作由安全操作教育的人來執行。

(2) 使用雷射裝置如不發出雷射光，也不要探視光路中。

(3) CO₂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。

(4) 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. 紅光與綠光雷射的比較與危險

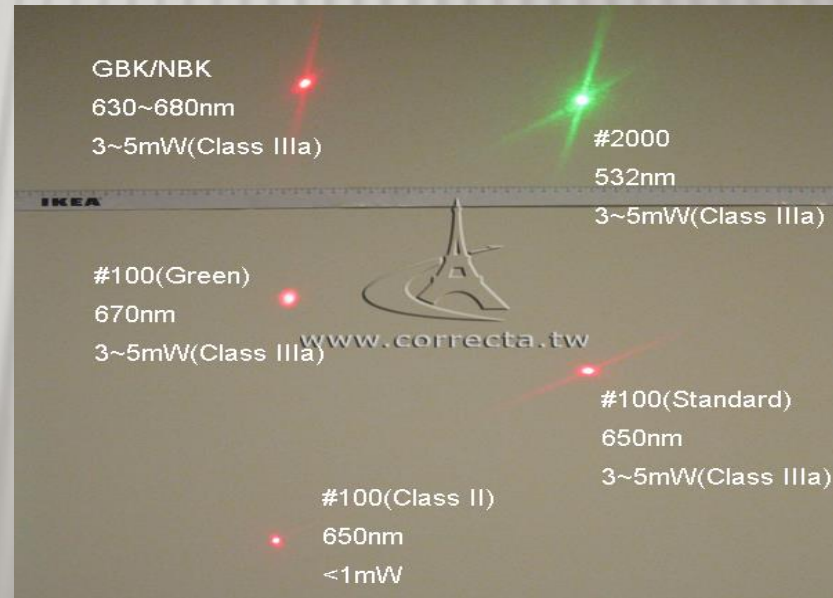
半導體製程上，產生綠光的晶片與製程成本較紅光來得高，所以目前綠光雷射筆的價格會比紅光貴上好幾倍。綠光雷射筆波長較短，因此照射較遠且較亮，較適合使用在大型會議或演講場合，或是需在白天或較亮的場合下使用雷射筆才需用綠光。要注意的是10mW以上的高功率綠光雷射筆是有危險性的，若照射眼睛會有危險，若是50mW以上者，直射可將火柴點燃。

3.紅光與綠光雷射的比較與危險

半導體製程上，產生綠光的晶片與製程成本較紅光來得高，所以目前綠光雷射筆的價格會比紅光貴上好幾倍。綠光雷射筆波長較短，因此照射較遠且較亮，較適合使用在大型會議或演講場合，或是需在白天或較亮的場合下使用雷射筆才需用綠光。要注意的是 10mW 以上的高功率綠光雷射筆是有危險性的，若照射眼睛會有危險，若是 50mW 以上者，直射可將火柴點燃

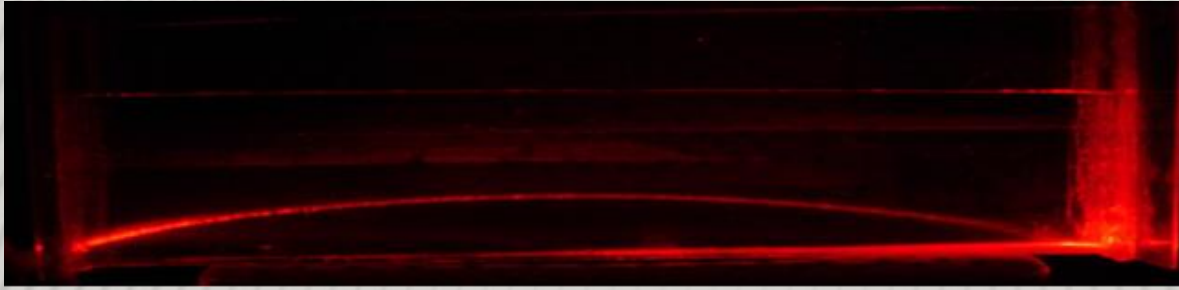
目前雷射依功率大小粗分為五個等級：

class I ($<400 \mu w$), class II ($<1mw$), class III a ($<5 mw$), class III b ($<500 mw$), class IV ($> 500 mw$), 一般市面上買到的簡報用紅光雷射筆多為 class III a, 波長多為 635 nm 或是 650 nm, . Class III a 的紅光雷射無法直接看到光束，除非是利用煙霧或是水氣當介質才能看到紅色光束，但由於眼睛對綠光的敏感性較大，因此達到 5 mw 的 class III a 綠光雷射即可在黑暗中看到雷射光

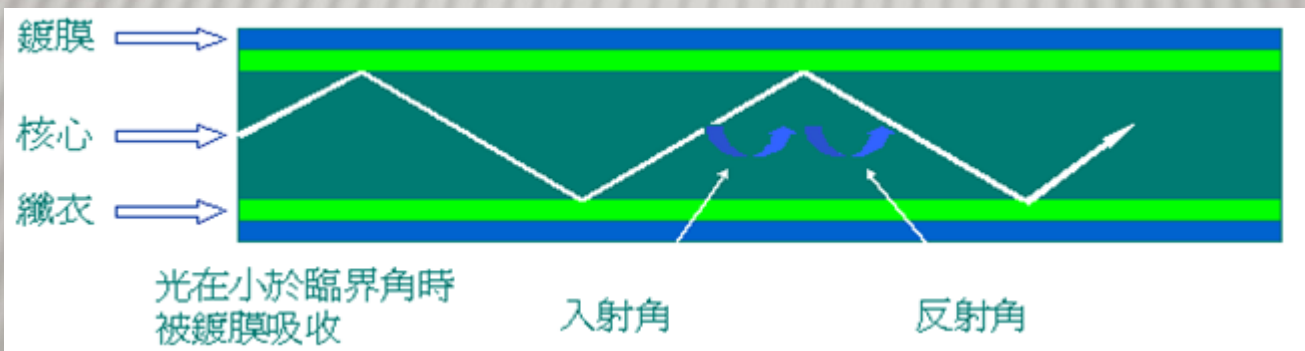


彎曲的雷射光

根據斯乃爾定律 $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$ ，其中的 n_1, n_2 為不同層溶液的折射率。

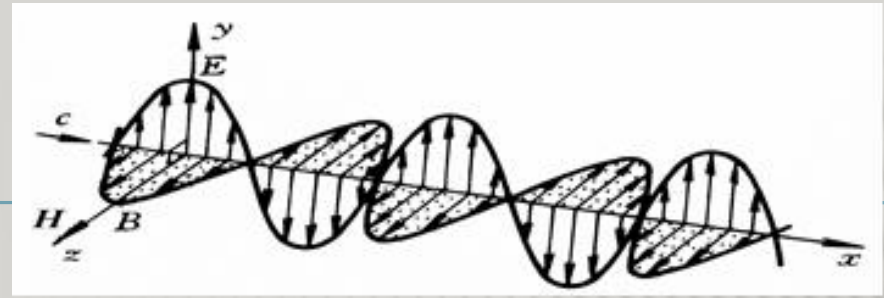


這是特調的糖水溶液，其濃度是由上而下遞增；折射率亦遞增，當雷射光打到折射率不同的的介質時，會向界面的法線偏轉，即靠近折射率大的溶液。(由於介質密度是連續的變化，故才能看見彎曲的曲線)



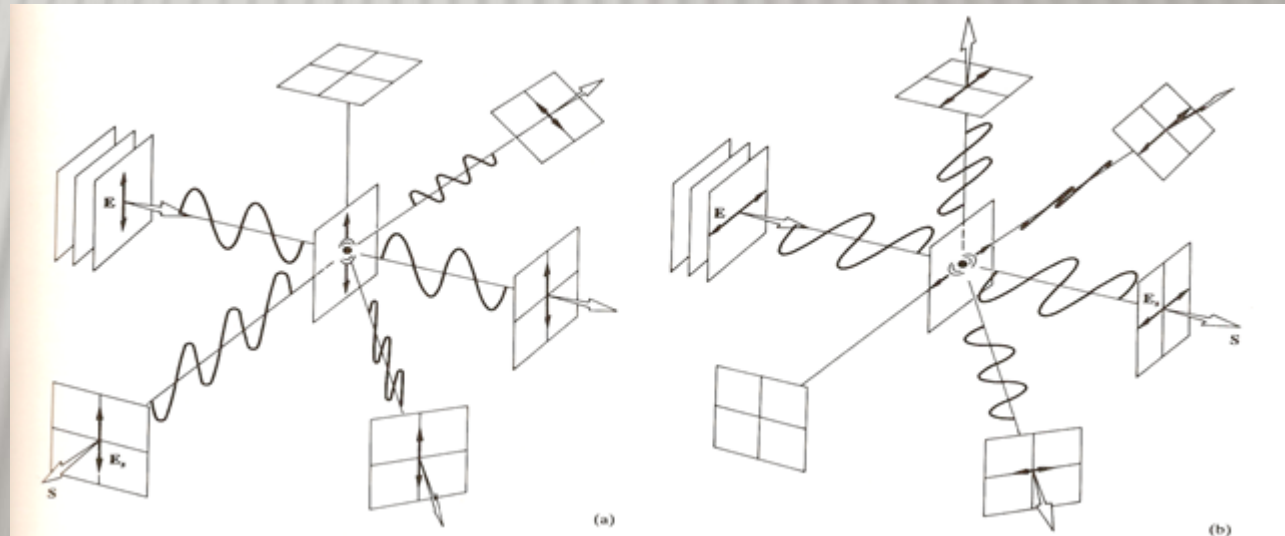
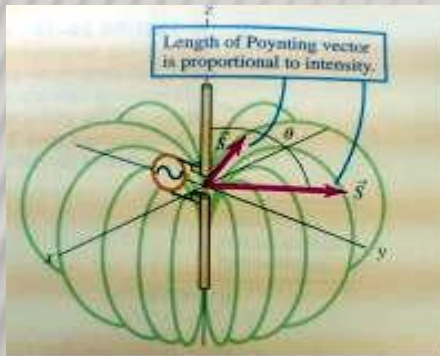
上圖是表現全反射現象。全反射應用廣泛，我們日常生活中的光纖即是此原理。

消失的雷射光



左圖為天線輻射電磁波的圖，雷射光轉 90 度時，電子輻射出的電磁波也會轉 90 度，此時眼睛所看的地方是沒有電磁波的，也就是看不到光。

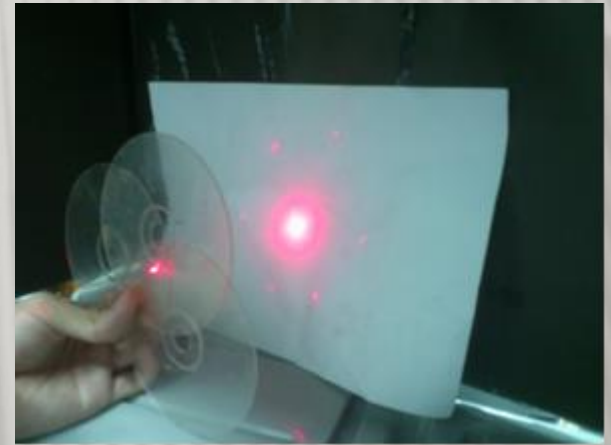
這是雷射光的示意圖。 E 為電場， B 為磁場，正 X 為行進方向。雷射光中的電場會使牛奶分子中的電子產生上下震動，由古典電磁學得知，當電荷擁有加速度時，電荷本身便會輻射電磁波，其輻射的情形就像左下角的輻射場圖形，輻射出的電磁波成南瓜狀，上下的電磁波很弱，周圍較強。



全像片



疊，中間還是有一個最大亮點，但旁邊有兩組第一亮紋，所以看到四個亮點。若將三片光碟片重疊，旁邊變成有三組第一亮紋也就是有六個點。剛剛所使用的皆為垂直入射，若是不垂直，可發現第一亮紋跟中間最大亮紋的距離改變，圖形則不會對稱



全像片利用光的繞射來產生圖形。因為光碟片上有很多平行等間距的凹槽，就像在光碟片上有許多狹縫，當光打在光碟片上時，可看到中間有一個中央亮紋，兩邊各有一個第一亮紋。將兩片光碟片重疊兩片重

用雷射光打出的全像片圖形！

←Step 1 無經過透鏡的平行雷射光

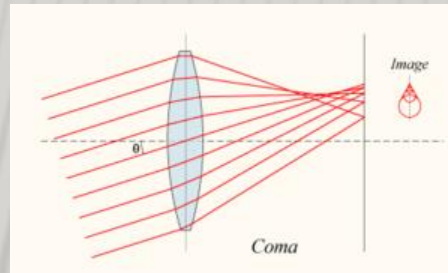
Step 2 往焦距移動，各點開始集中

Step 3 到焦距時，無法集中在點上

Step 2

Step 3

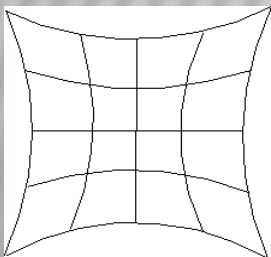
其他種類的像差：



彗星像差：中心區域點光源能匯聚在焦點，偏離光軸的光線，自鏡子的不同區域反射的光不能匯聚在相同的焦點。導致不在中心的光看起來是楔形，而離軸越遠現象越明顯

來是楔形，而離軸越遠現象越明顯

畸變：像點與光軸距離不同其側向放大率亦隨之不同，其畸變可分為桶狀畸變（整體影像變小），及枕狀畸變（整體影像變大，亦可稱為正型扭曲）。





此圖為，在全暗環境中，雷射筆光源通過全像片時所拍攝到的圖案

上圖為光通過單狹縫時的圖紋

下圖為光通過頭髮時的圖紋



倍頻晶體

晶體的光學非線性效應常常用來延伸雷射光的波長範圍。

倍頻，就是產生一個頻率為基頻光的兩倍，但波長一半的新光源

若當一個頻率為 ω 的雷射光照射進非線性晶體(倍頻晶體)，則假設其電場為 $E = E_0 \sin \omega t$

而極化強度與電場的關係為

$$P = \chi E (1 + n_1 E + n_2 E^2 + \dots) \quad \chi、n_i \text{ 為極化係數}$$

當入射光的光源很弱時，我們可以將此關係式的高階項忽略，可得 $P \propto E$ 則此光稱為線性光源

若當入射光的光源很強，則高階項不能忽略，則稱為非線性

所以，兩個基頻光在倍頻晶體中交互作用後，產生一個倍頻光

目前常見的倍頻晶體有 LiNbO_3 、 LiIO_3 、KTP、BBO

在選擇一個比較好的晶體時，通常會考慮非線性係數的高低、光學品質的優劣，光學吸收係數的高低等.....