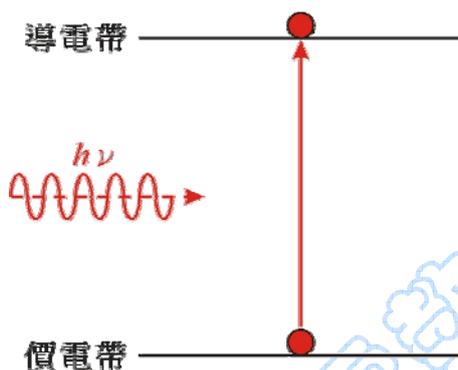


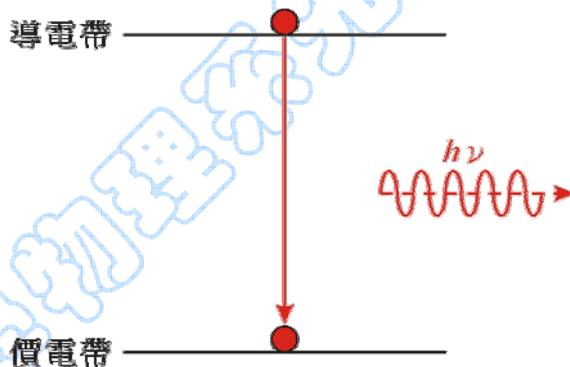
## 實驗六：固態雷射

光與介質的三種交互作用：

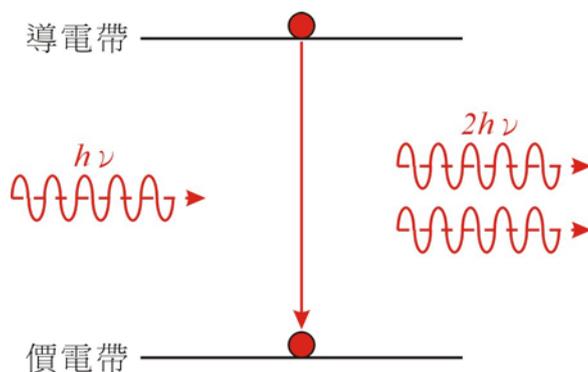
- 1、吸收 (Absorption)：一介質受到一光子的照射，此光子的能量恰好對應到此介質的一組能階能量差，這組能階能量差可讓光子有機會被電子吸收，使得電子由低能階的價電帶被激發到高能階的導電帶，而使得介質處於受激態或激發態 (excited state)。



- 2、自發輻射 (Spontaneous emission)：處在激發態的電子掉回到低能階的價電帶時，會放出光子，此種光子通常稱為螢光 (fluorescence)。通常螢光不會有特定方向。



- 3、受激輻射 (Stimulated emission)：愛因斯坦提出，當一激發態介質被相同能量的光子照射時，處在高能階的電子會掉到低能階，同時放出光子，此光子與之前照射的光子具有相同的狀態。也就是說，兩者具有相同波函數，有相同的波長、頻率與相位和相同的行進方向。



雷射的三要件：

- 1、活性介質 (Active Medium) ....雷射晶體 Nd:YVO4
- 2、幫浦作用 (pump) .....808nm 雷射
- 3、共振腔 (resonator) .....S1 面和輸出耦合鏡

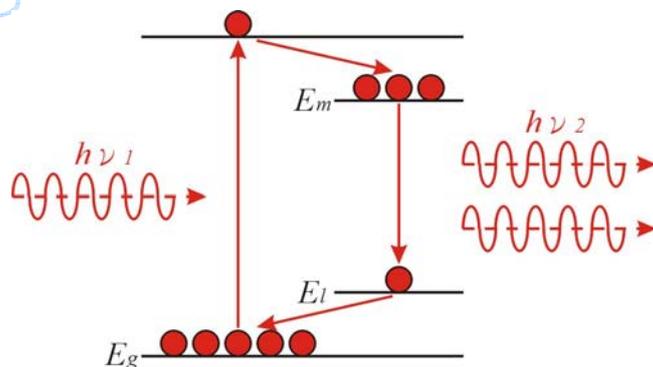
一些解釋：

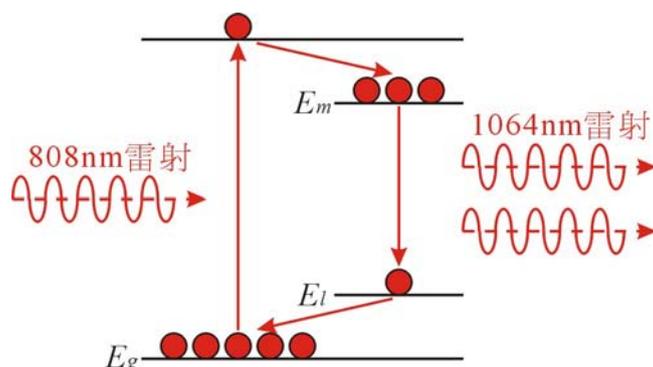
- 1、Maser：梅射，也有人翻譯為“邁射”。
- 2、Pump (幫浦)：我們要提供能量給介質，才能使得原本處在低能階的電子躍遷到較高能階，這種提供能量給介質的機制，稱為幫浦。
- 3、Population (居量)：電子位在某特定能階的數量，稱為居量。
- 4、Population inversion (居量反轉)：由熱力學可知，大部分電子會處在最低能階狀態。但是，當一光子入射介質，滿足能階的能量入射，使得處在較高能階的電子數量比處在底能階的電子數量多時，稱這種異常分佈的情況為居量反轉。

四能階系統 (four level system)：最常使用的能階分佈形式，包含有 4 個能階在內。

一開始，大部分的電子處在最低能階  $E_g$  (ground state)。為了達到居量反轉的效果，我們利用幫浦機制，將電子打到高能階狀態 (外界提供  $h\nu_1$  能量)，一般來說，電子會在極短時間內釋放出部分能量，而來到亞穩態能階 (metastable level)  $E_m$ 。電子在  $E_m$  能階會停留比較久的時間，如此， $E_m$  能階才能累積較多電子。一段時間後， $E_m$  能階的電子會自然躍遷到較低能階  $E_l$  而釋放出光子。當然，電子在  $E_l$  能階的存活時間要短，也就是說，在  $E_l$  能階的電子很快的會回到最穩定的  $E_g$  能階狀態，如此一來，才可以造成  $E_m$  能階與  $E_l$  能階間電子的居量反轉。

若此時有一光子進來 (利用共振腔)，此光子能量剛好跟  $(E_m - E_l)$  一樣，則在  $E_m$  能階的電子會受激躍遷到  $E_l$  能階，並釋放出一個與入射光子一樣的光子  $h\nu_2$ 。(此過程為受激輻射)





雷射晶體 (Nd:YVO<sub>4</sub>) 型號：DPO3102，

規格：S1：R>99.8%@1064nm

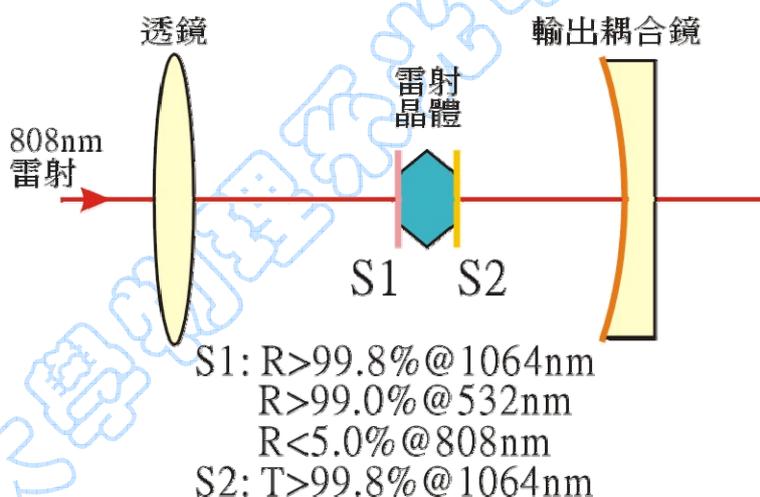
R>99.0%@532nm

R<5.0%@808nm。

S2：T>99.8@1064nm。

輸出耦合鏡：固態雷射：R=90%%1064nm

倍頻實驗：R>99.8%@1064nm



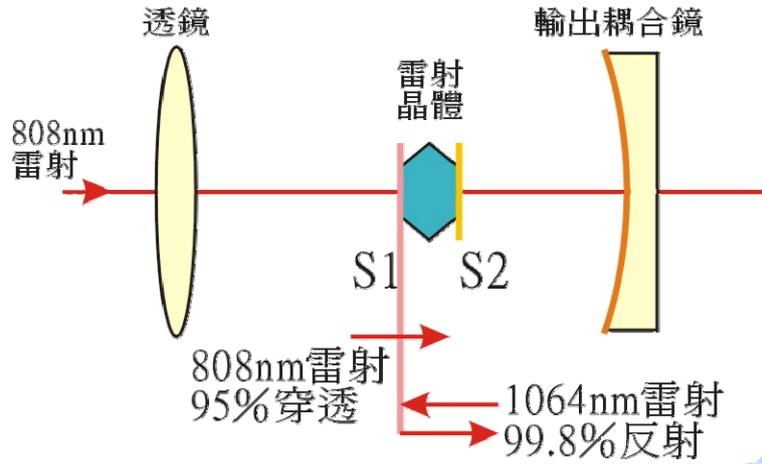
使用 808nm 雷射作為幫浦機制，經過透鏡，聚焦在雷射晶體上，產生 1064nm 雷射。

808nm 雷射經過 S1 面：因為 S1：R<5.0%@808nm，所以 808nm 雷射幾乎完全穿透 S1 面（雷射方向向右）。

1064nm 雷射在【S1 面】和【輸出耦合鏡】之間來回震盪。共振腔由 S1 面和輸出耦合鏡組成。

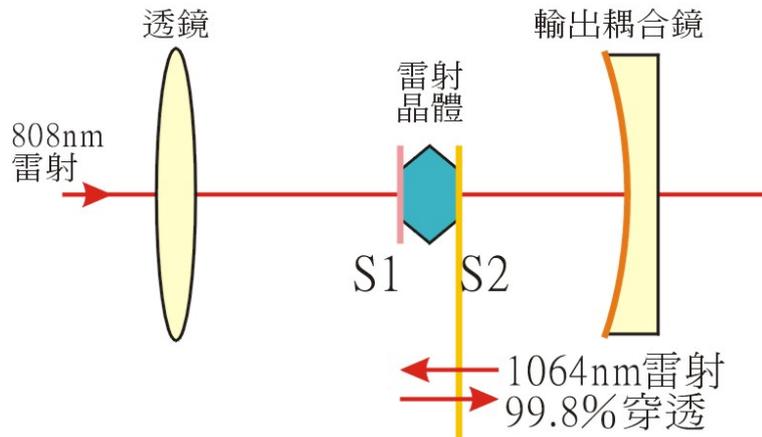
1064nm 雷射經過 S1 面：因為 S1：R>99.8%@1064nm，所以 1064 無法穿透 S1 面，而是幾乎全反射。

### 針對S1面的分析：



1064nm 雷射經過 S2 面：因為  $S2 : T > 99.8 @ 1064nm$ ，所以 1064nm 完全穿透 S2 面。

### 針對S2面的分析：



1064nm 經過輸出耦合鏡：因為  $R=90\% @ 1064nm$ ，所以有 90% 的 1064nm 雷射光會反射回共振腔，另有 10% 的 1064nm 雷射會輸出。

### 針對輸出耦合鏡的分析：

