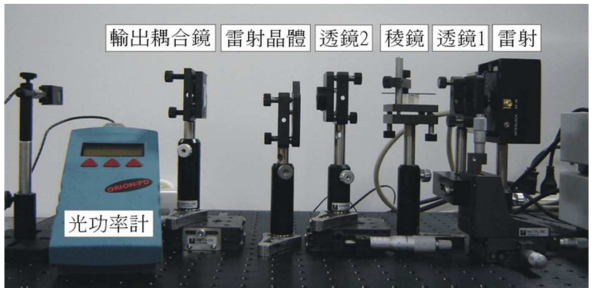
# 實驗6：
# 固態雷射








## 關於雷射（LASER）

L A S E R

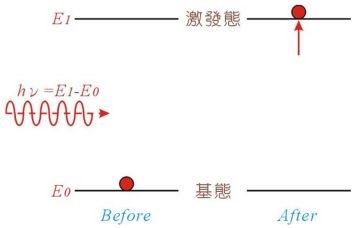
Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation

由激發輻射所加強的光

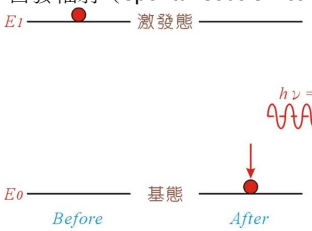
【雷射】、【激光】

## 光與介質的三種交互作用

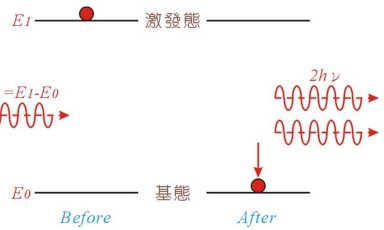
1、吸收（Absorption）




2、自發輻射（Spontaneous emission）




3、受激輻射（Stimulated emission）








## 光與介質的三種交互作用

**1、吸收（Absorption）**

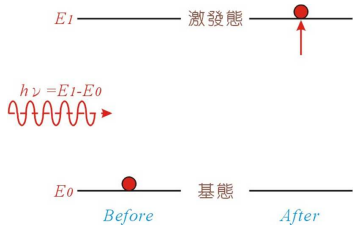
一介質受到一光子的照射，此光子的能量恰好對應到此介質的一組能階能量差，這組能階能量差可讓光子有機會被電子吸收，使得電子由低能階的價電帶被激發到高能階的導電帶，而使得介質處於受激態或激發態（excited state）。

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。

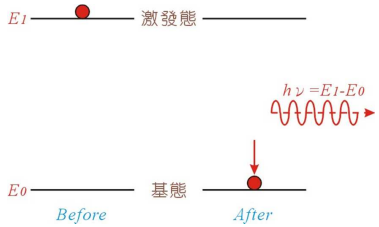


## 光與介質的三種交互作用

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。





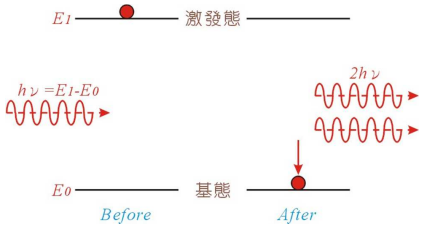



## 光與介質的三種交互作用

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。

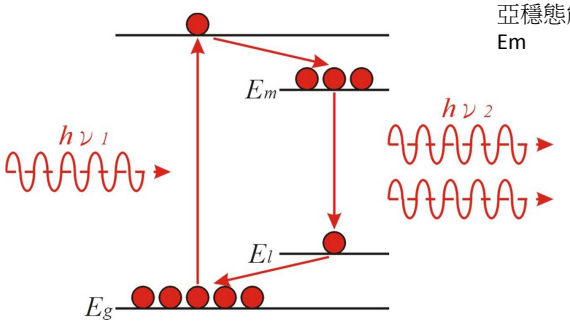







## 四能階系統
## 經由激發輻射產生雷射

用來描述雷射晶體電子躍遷的過程。




亞穩態能階（metastable level）
Em

最低能階Eg

居量反轉（population inversion）





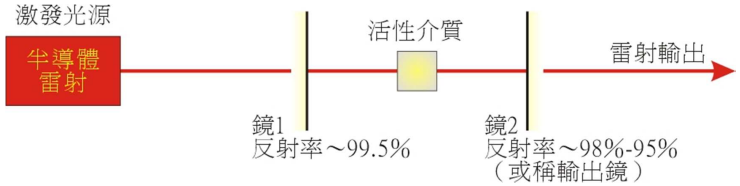
How a Laser Works
https://www.youtube.com/watch?v=oUEbMjtWc-A

## 雷射的特性

1、光束平行性
2、同調性
3、單色性
4、高強度

## 雷射的三要件

1、活性介質（Active Medium）
2、幫浦作用（pump）
3、共振（resonator）








# 儀器架構

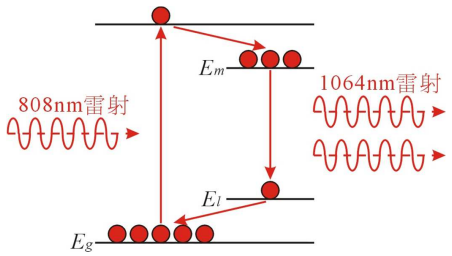
固態雷射實驗

## 雷射的三要件

1、活性介質（Active Medium）
➲ NdYVO4

2、幫浦作用（pump）
➲ 808nm雷射

3、共振（resonator）
➲ S1面和輸出耦合鏡



架設儀器步驟

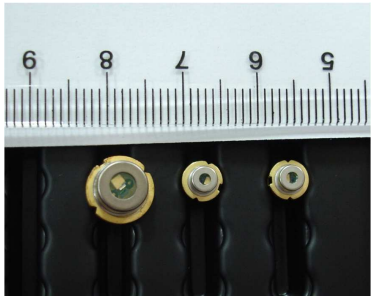
1-對光軸

2-放入晶體
Nd:$VYO_4$

3-放入透鏡

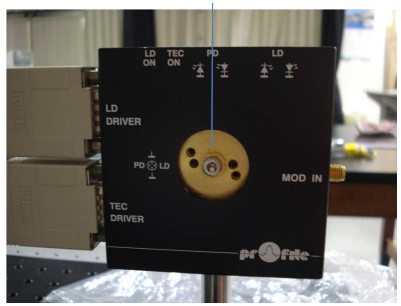
4-放入輸出耦合鏡

半導體雷射、雷射座

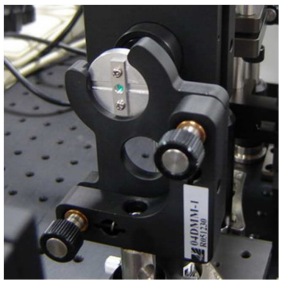


$\phi$=9mm、$\phi$=5.6mm

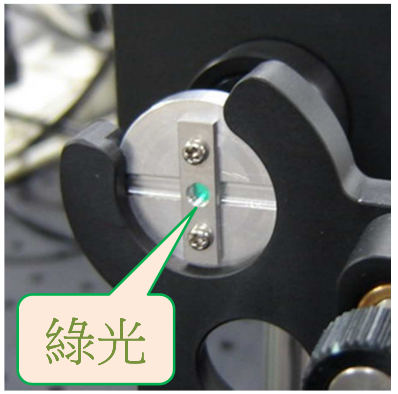
雷射diode



S1: R>99.8%@1064nm
R>99.0%@532nm
R<5.0%@808nm
S2: T>99.8%@1064nm



雷射晶體
Nd:$YVO_4$








# 儀器架構分析

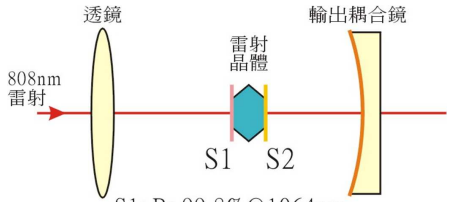




固態雷射儀器架構

【S1】和【輸出耦合鏡】形成【共振腔】

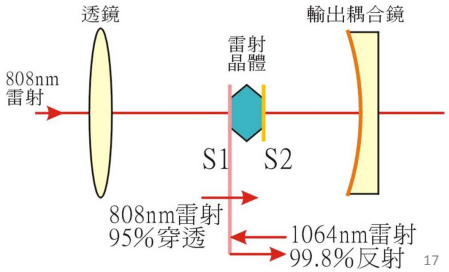
雷射晶體
Nd:$YVO_4$




S1: R>99.8%@1064nm
R>99.0%@532nm
R<5.0%@808nm
S2: T>99.8%@1064nm

## 固態雷射儀器架構

**針對S1面的分析：**

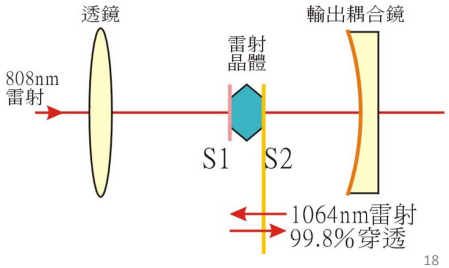







## 固態雷射儀器架構

**針對S2面的分析：**

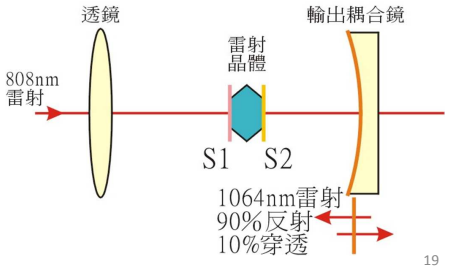







## 固態雷射儀器架構

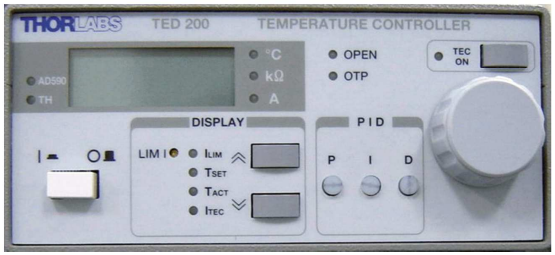
**針對輸出耦合鏡的分析：**

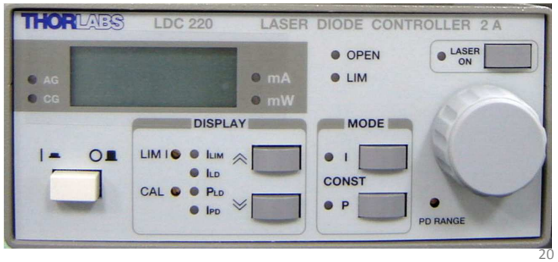




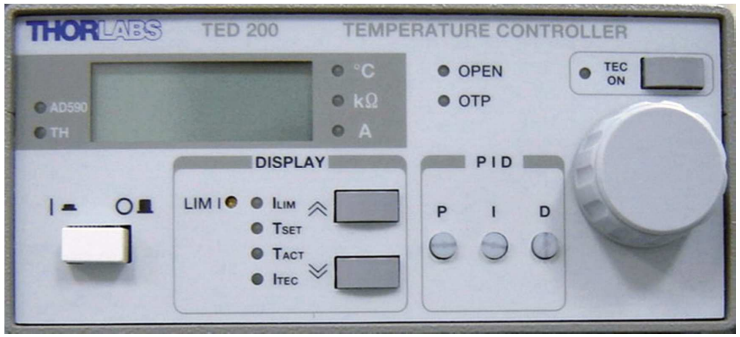



## 溫控、電流源



TED200雷射溫控

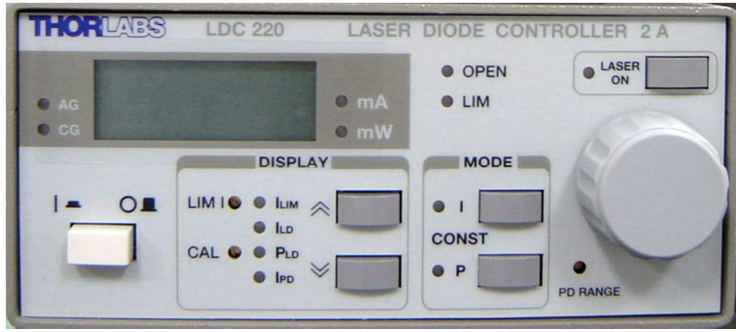



1、將儀器電源開關打開
2、按【DISPLAY】區的【∧】或【∨】按鈕，選擇【$T_{SET}$】。
3、旋轉旋扭，設定溫度。
4、按【DISPLAY】區的【∧】或【∨】按鈕，選擇【$T_{ACT}$】，顯示當時溫度。
5、按【TEC ON】啟動溫度控制
6、關機時，請按相反次序進行，先關掉溫控啟動鍵，最後關電源。





LDC220雷射電流源

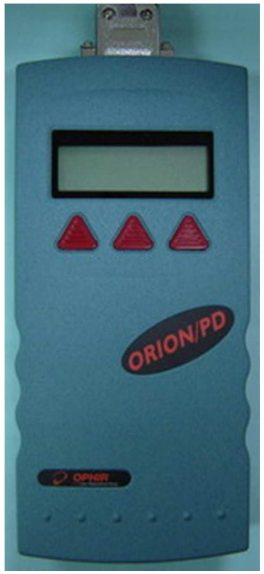



1、將電流源電源開關打開
2、按【DISPLAY】區的【∧】或【∨】按鈕，選擇【$I_{LD}$】。
3、檢查旋扭是否歸零（逆時針旋轉到底！）
4、按下輸出鍵（LASER ON），綠燈亮表示電流輸出至半導體雷射。
5、順時針旋轉旋扭，調整輸出雷射電流。
（務必慢慢轉，不要讓電流輸出增加太快）
6、關機時，請按相反次序進行，即先降低電流至0.00mA，關掉輸出鍵，最後關電源。





光功率計（**Power meter**）**-ORION/PD**

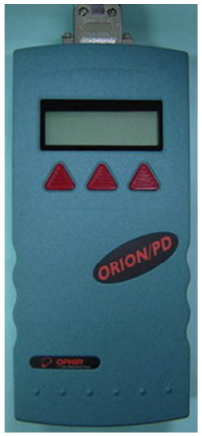


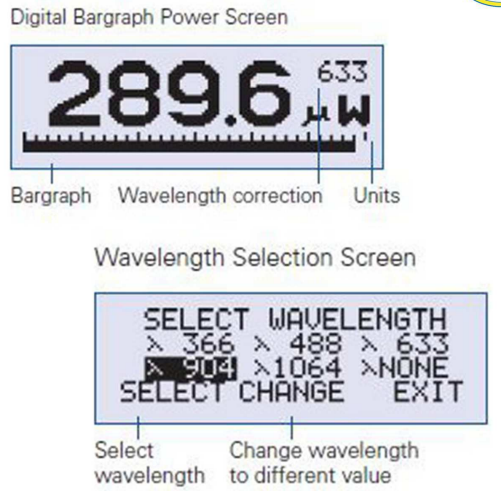
可見光400nm-700nm。

本實驗808nm和1064nm➲➲➲（紅外）

## 光功率計（Power meter）-ORION/PD

## 光功率計（Power meter）-ORION/PD

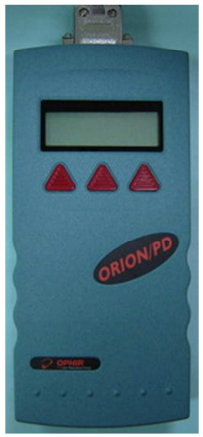


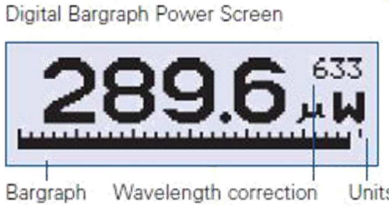



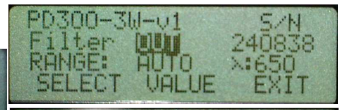





## 光功率計（Power meter）-ORION/PD
## 改變波長設定





1、打開電源開關。
2、連續按面版上的左鍵2次。
3、按【SELECT】，待反黑處移到波長λ，按【VALUE】，選擇欲設定的波長。
4、按【EXIT】，離開設定畫面。再按一次【YES】，儲存設定。





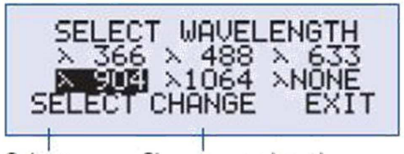
## 光功率計（Power meter）-ORION/PD
## 量測波長設定

1-打開電源開關。
2-圖1按任一按鈕一次，接著按【CONFIG】，圖2。
3-圖3按【SELECT】，待反黑處移到波長λ，圖4。

4-圖5按【VALUE】，選擇欲設定的波長。（有6組內部已儲存之波長設定）
5-完成後按【EXIT】離開。圖6。
6-之後按【YES】確定要儲存設定。圖7。
7-圖8，正在儲存中~

## 光功率計（Power meter）-ORION/PD
## 設定6組波長

Wavelength Selection Screen




Select wavelength — Change wavelength to different value

PD300最多可以設定6組不同波長。

1、打看電源開關後，按右鍵2次。
2、按【wvlnth】
3、按【SELECT】直到你要設定的波長選項，按【CHANGE】。
4、按【UP】【DOWN】去設定波長。完成後按【DONE】。
5、按【EXIT】完成設定並離開。





## 光功率計（Power meter）-ORION/PD
## 設定6組波長

1-打開電源開關。
2-圖1按任一按鈕一次，接著按圖2【NEXT】。
3-圖3按【WVLNTH】圖3。

4-圖4按【SELECT】，選擇欲改變的波長，接著按圖5【CHANGE】
5-圖6按【λ UP】或【λ DOWN】，改變波長設定。
6-完成後按圖6【DOWN】。
7-之後按【EXIT】離開，最後【SAVED】。

# 實驗步驟

1-808nm
　臨界電流
　輸入電流 v.s.808nm功率（畫圖）

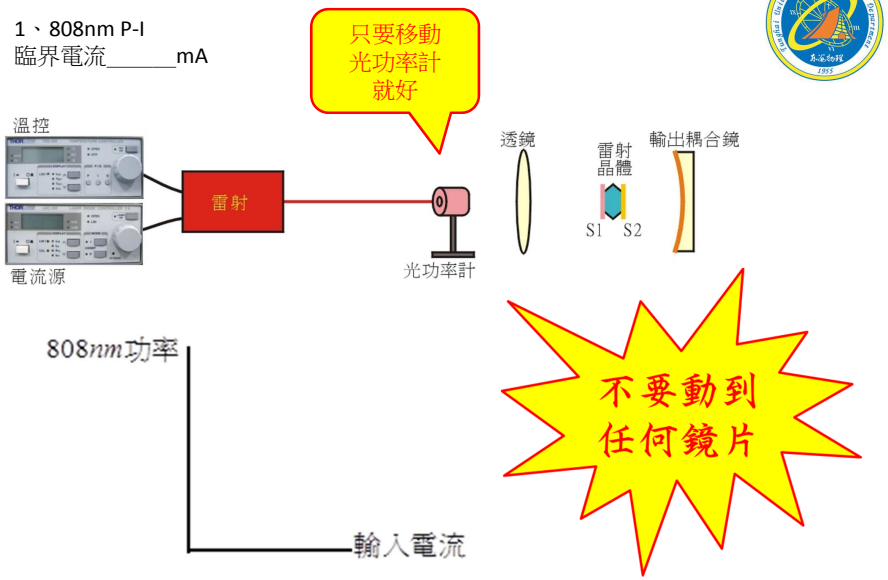
2-膜態
　拍照

3-1064nm
　臨界電流
　輸入電流 v.s.808nm功率（畫圖）

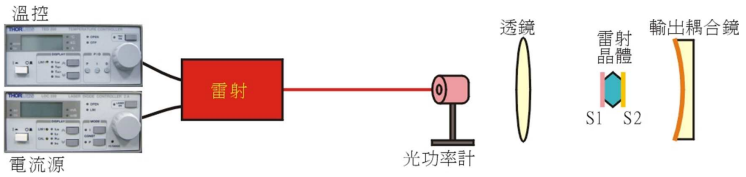




1、808nm P-I
臨界電流_____mA



1、808nm P-I
臨界電流_____mA




課本：
實驗步驟一4，電流源輸出為200mA（不要超過600mA）

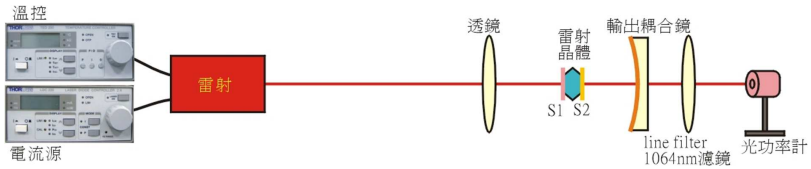
更正為：
電流源輸出為**50mA**（不要超過700mA）

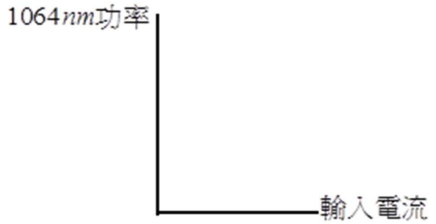
PS：此更正資訊僅固態實驗適用！





2、1064nm P-I
臨界電流_____mA




濾鏡要記得放！





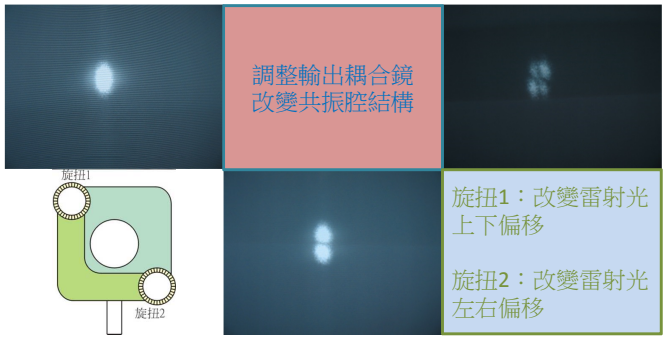
完成以上兩項
1-808nm P-I 數據
2-1064nm P-I 數據
先電腦畫圖，由助教檢查

檢查完成後
再找助教講解“模態”操作相關資訊





3、膜態



3、膜態

比較power

808nm功率
1064nm功率

輸入電流

轉換效率

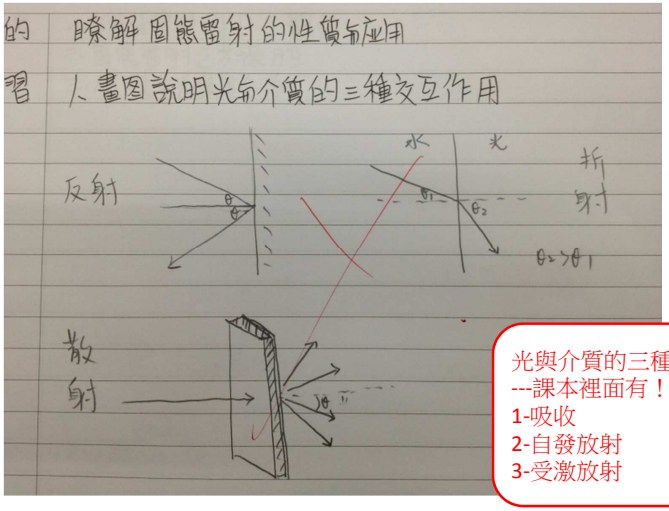
1064nm功率

$\frac{P_{1064nm}}{P_{808nm}}$

斜率＝？

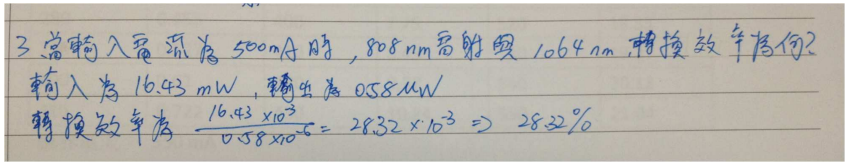
808nm功率

【烏龍報告篇】




光與介質的三種交互作用
---課本裡面有！
1-吸收
2-自發放射
3-受激放射

## 【烏龍報告篇】




輸入：16.43mW
輸出：0.58μW

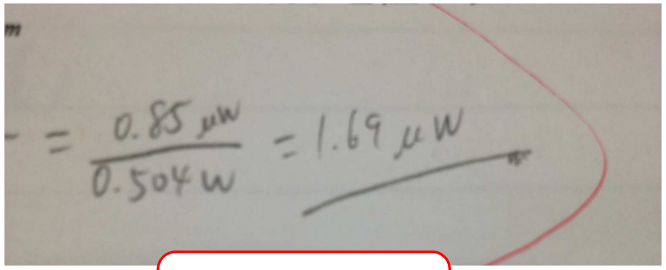
轉換效率＝
輸入
---
輸出

?





## 【烏龍報告篇】




轉換效率.....
哪來的單位？





**我們沒有最好**
**只有追求更好**

有空繼續補～～

東海大學應用物理學系
地址：40704台中市西屯區東海大學BOX803
電話：04-23590121*32100
網址：http://physics.thu.edu.tw/