

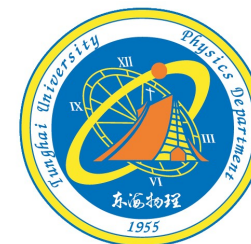
【上學期】

- 實驗01：游標尺、螺旋測微器、球徑計
- 實驗02：動量守恆
- 實驗03：重力加速度的測量
- 實驗04：可變 g 擺
- 實驗05：拋體運動實驗組
- 實驗06：環擺經驗方程式
- 實驗07：基礎光學實驗組
- 實驗08：稜鏡分光儀
- 實驗09：金屬的熱膨脹

【下學期】

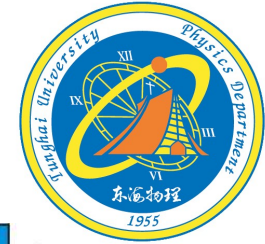
- 實驗 10：歐姆定律
- 實驗 11：安培計與伏特計
- 實驗 12：示波器應用
- 實驗 13：克希荷夫定律
- 實驗 14：載流導線所受磁力
- 實驗 15：共振管實驗組
- 實驗 16：半導體元件的特性
- 實驗 17：電位與電力
- 實驗 18：微波光學





<https://physcourse.thu.edu.tw/mengwen/>

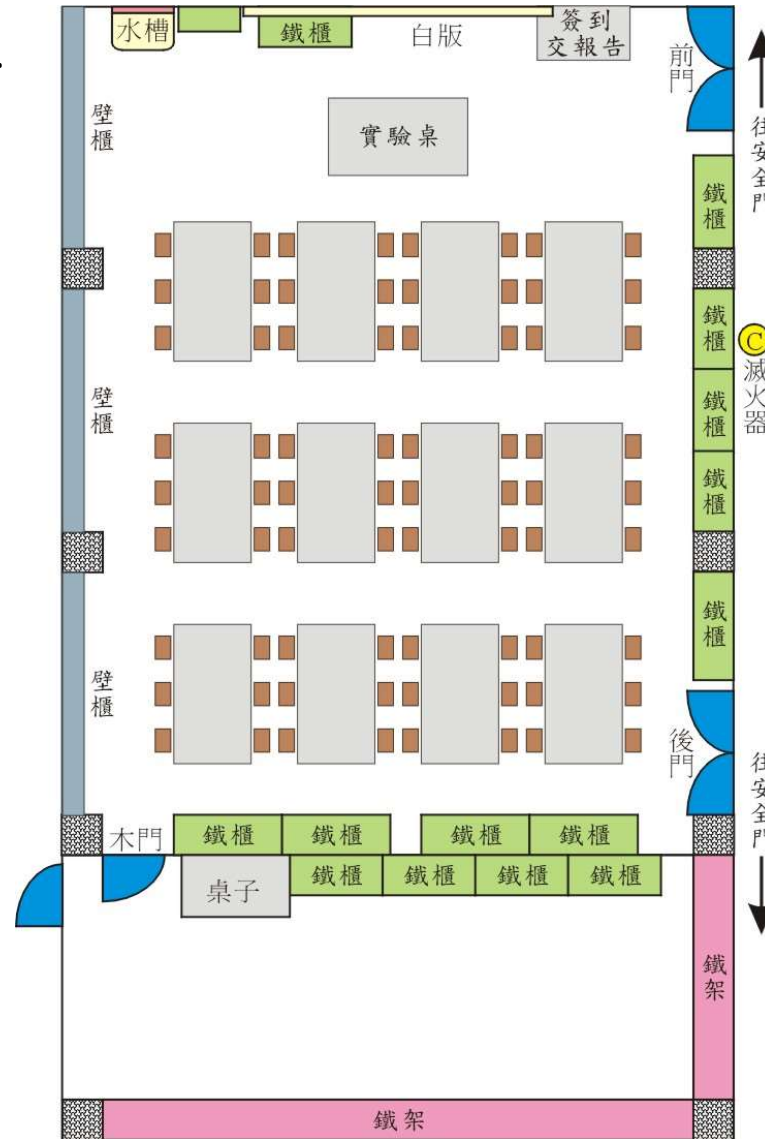




【上學期】

- 實驗01：游標尺、螺旋測微器、球徑計
- 實驗02：動量守恆
- 實驗03：重力加速度的測量
- 實驗04：可變 g 擺
- 實驗05：拋體運動實驗組
- 實驗06：環擺經驗方程式
- 實驗07：基礎光學實驗組
- 實驗08：稜鏡分光儀
- 實驗09：金屬的熱膨脹

儀器配置會公布在實驗室



上學期主要是做『力學』和『光』的實驗

實驗01：游標尺、螺旋測微器、(X)球徑計



『量測』
『有效數字』與『估計值』

基本測量莫過於長度、時間、質量和溫度。

在這些測量中，儀器不可能無限制的準確，實驗中一定會產生誤差。

記錄實驗數據時，會記錄『準確值』加上一位數的『估計值』。





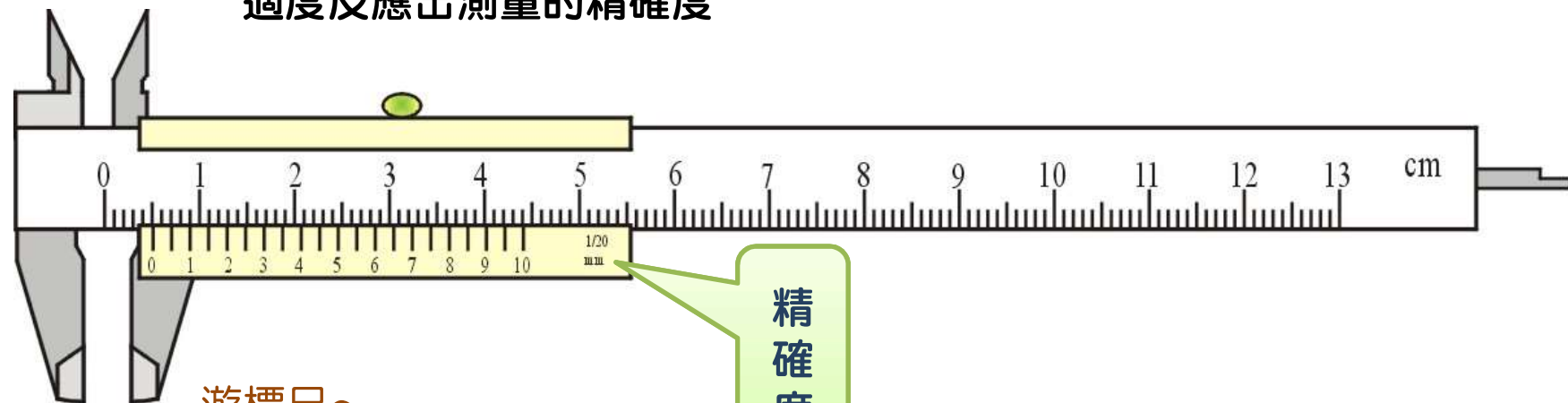
準確值
估計值

完整測量結果 = 數值 + 單位
(數值 = 『準確值』 + 『估計值』)

準確值：測量儀器的最小單位
估計值：不足最小單位的部分

最小單位的下一位數
只會有一位數
適度反應出測量的精確度

估計值
只會有『一個』位數
就是
準確值的下一位



游標尺～

主尺…精確度 → 1 mm

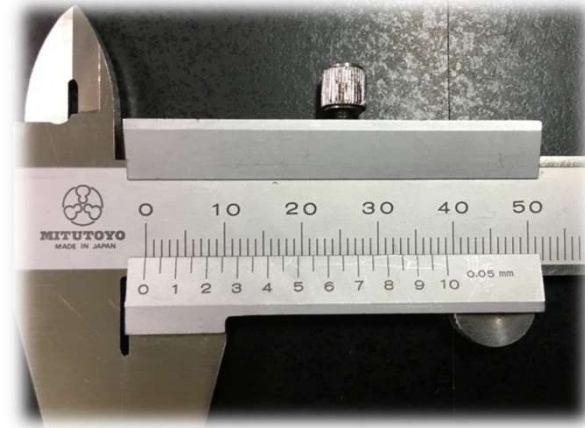
主尺與副尺搭配 → 可讓精確度為 1/20 mm



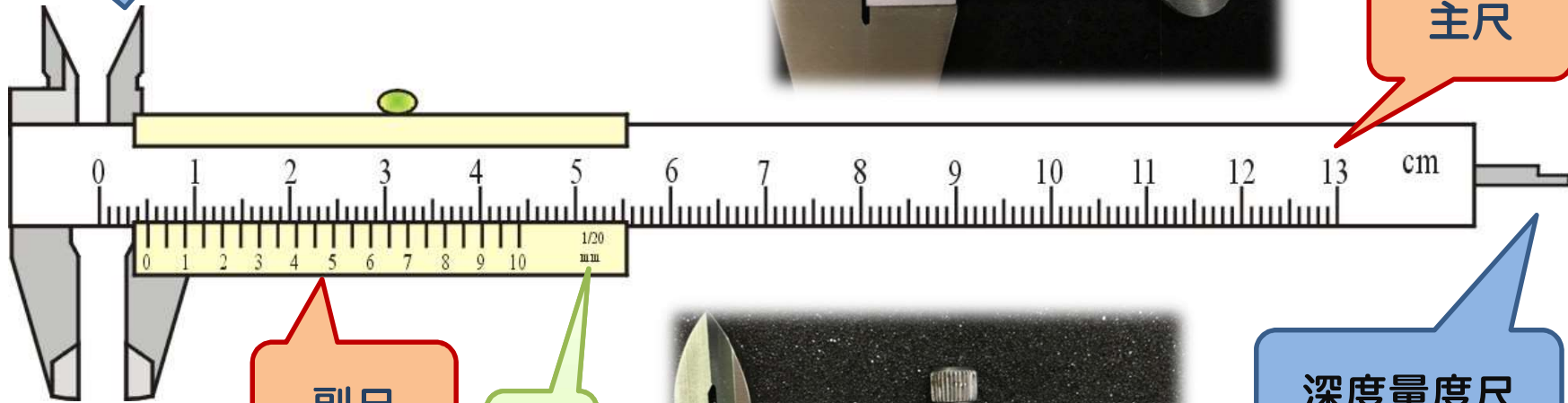
上學期主要是做『力學』和『光』的實驗

量測-游標尺的使用

上夾鉗 (量內徑)



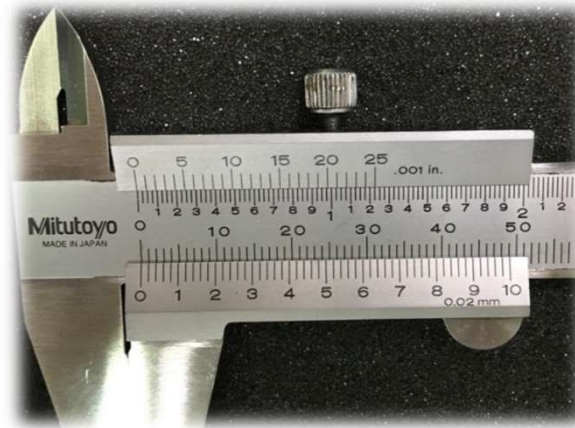
主尺



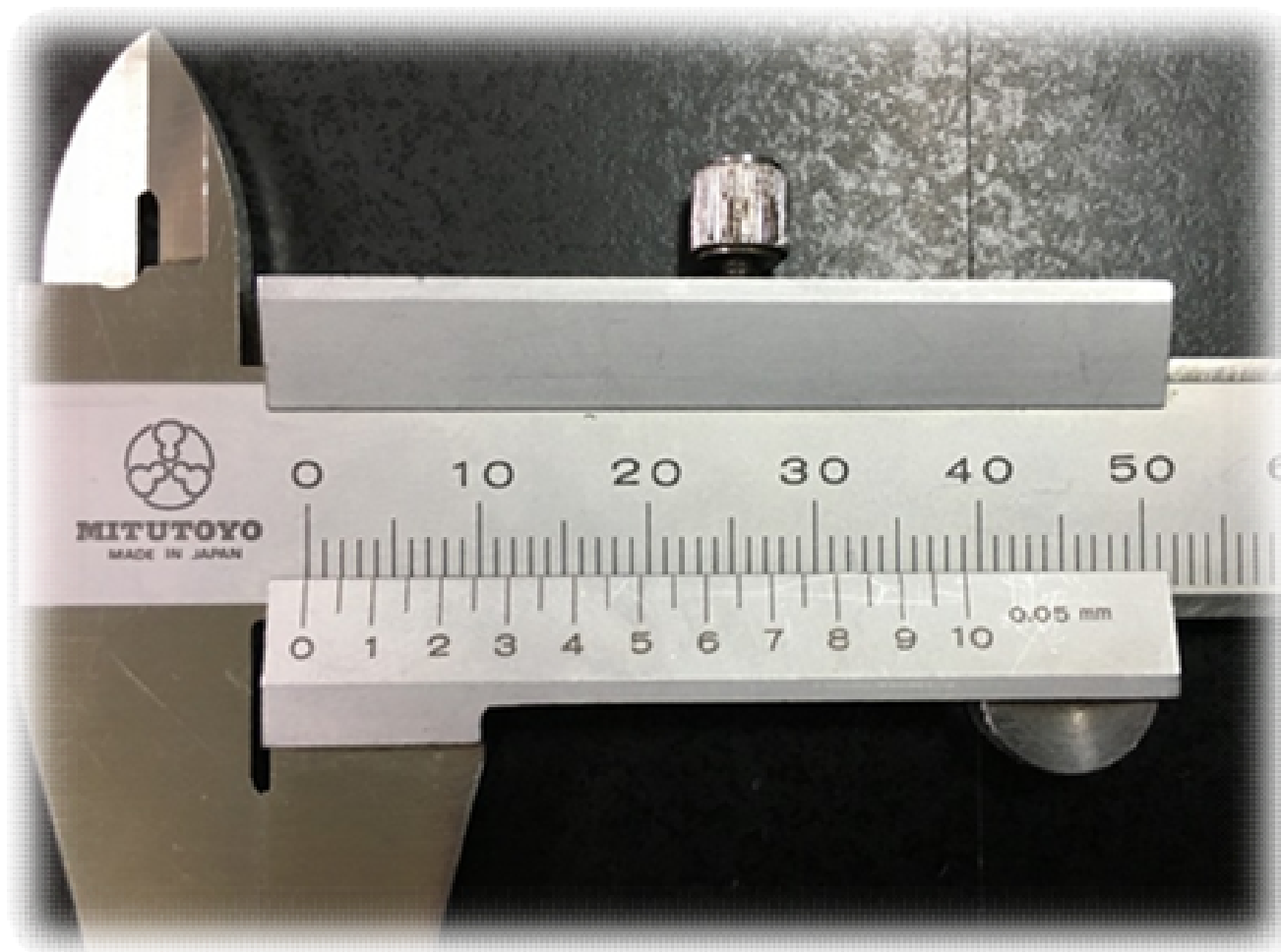
副尺

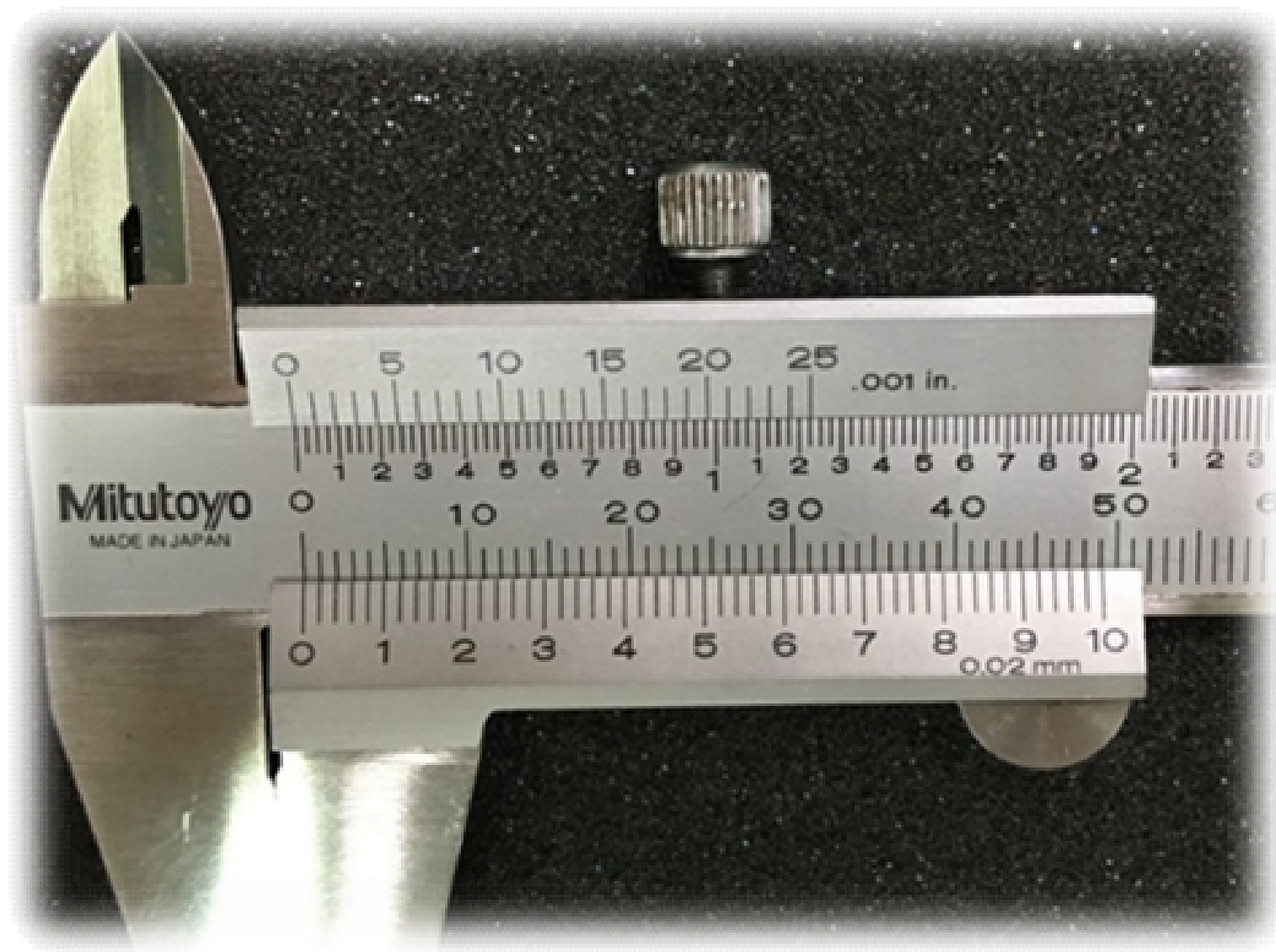
精確度

下夾鉗 (量外徑)



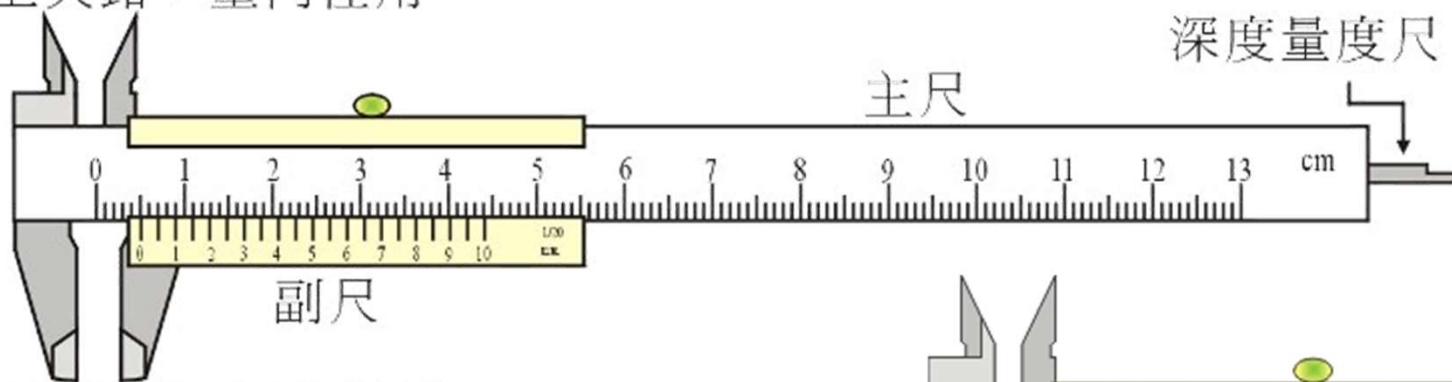
深度量度尺



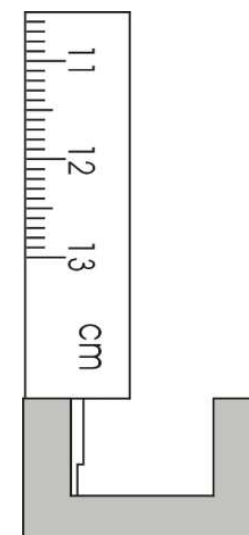
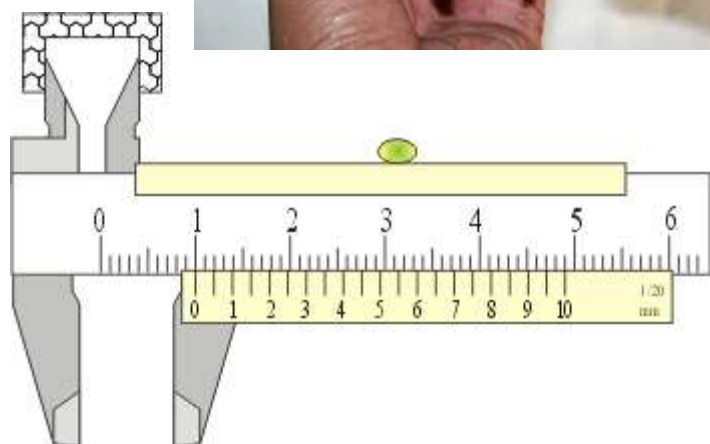
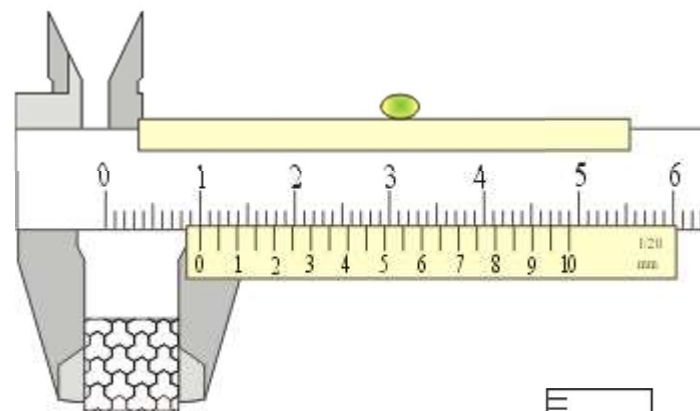


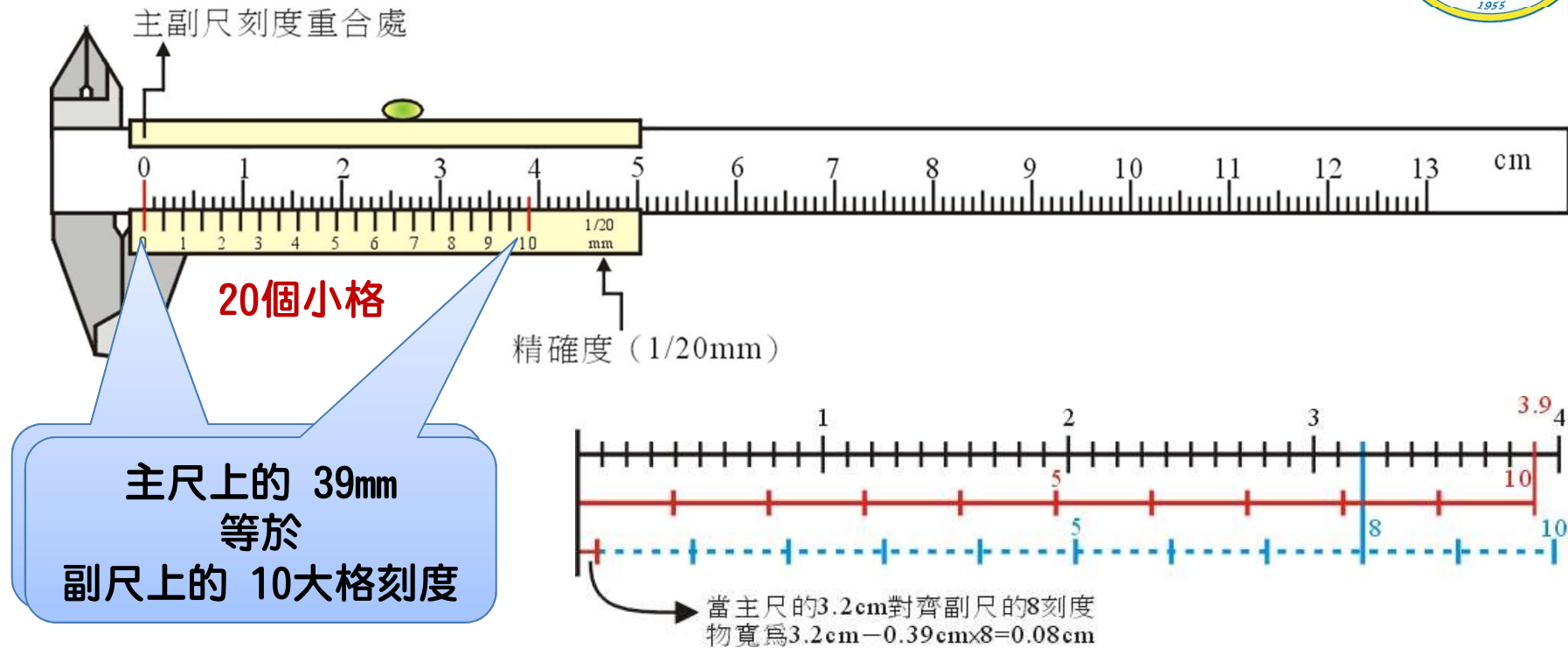


上夾鉗：量內徑用



下夾鉗：量外徑用

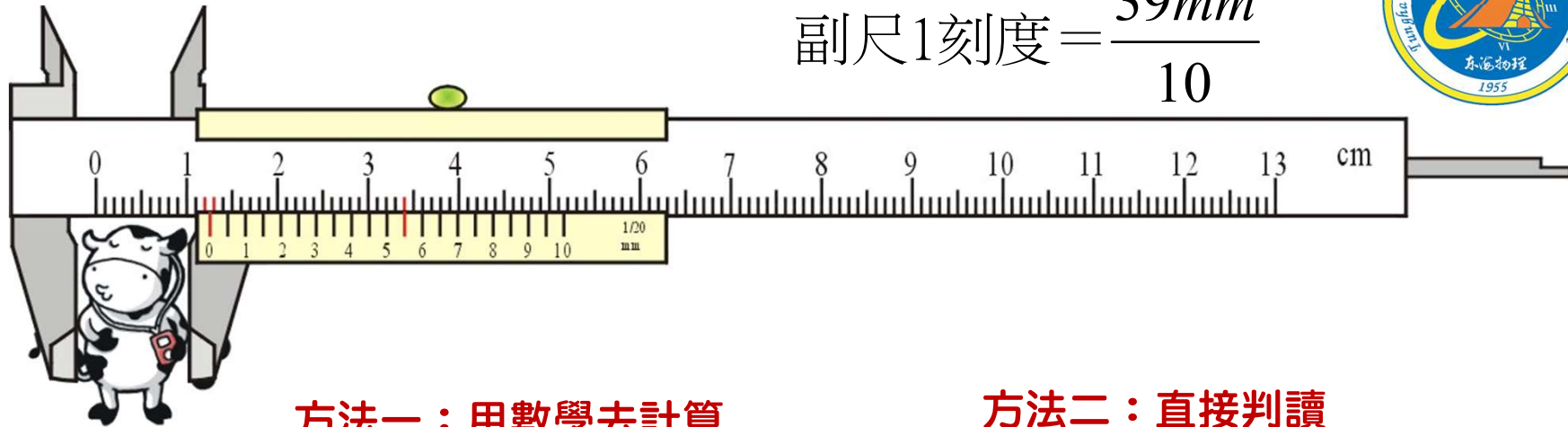




以上圖當例子來說明，已知主尺上的 39mm 等於副尺上的 10大格刻度的長度，得知副尺上的一個大刻度長為 $39\text{mm}/10=3.9\text{mm}$ 。
 待測物長度 = (主副尺重合處之主尺刻度) - (主副尺重合處之副尺長度)
 即 $32 - 3.9 \times 8 = 0.8\text{mm}$ 。也就是說，當副尺刻度 8 和主尺某一刻度對齊時，其待測物微幅值為 0.8mm。



$$\text{副尺1刻度} = \frac{39\text{mm}}{10}$$



方法一：用數學去計算

方法二：直接判讀

$$34\text{mm} - 5.5\text{刻度} * \frac{39\text{mm}}{10\text{刻度}} = 12.55\text{mm}$$

副尺0在主尺的12mm和13mm之間

所以

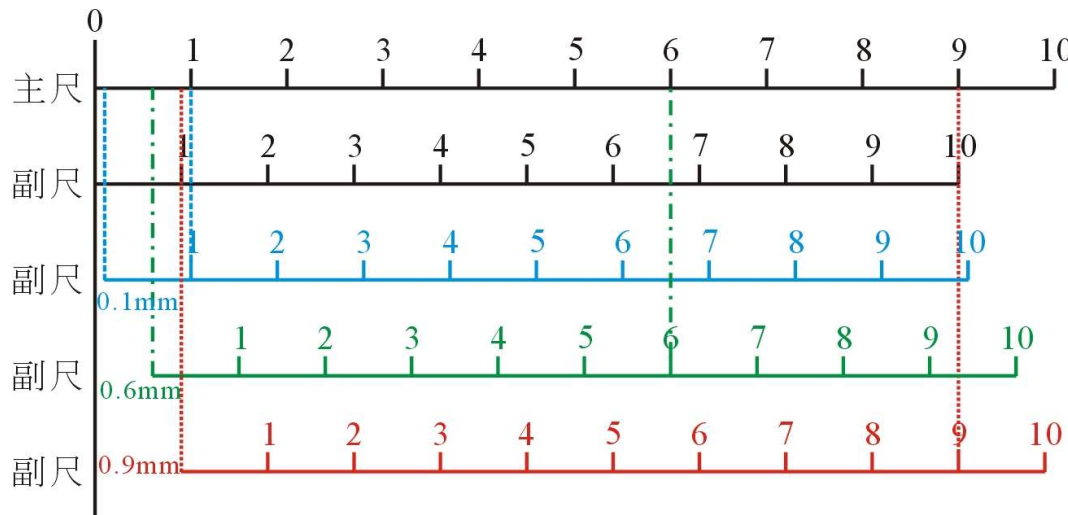
待測物為 $12 + \Delta d$ (單位：mm)

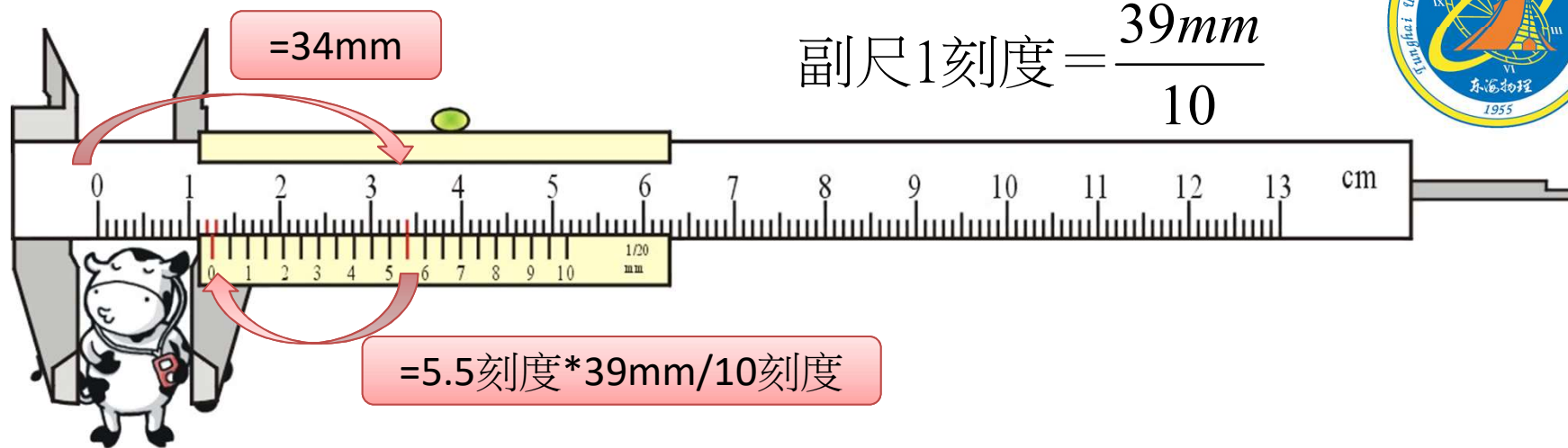
副尺5.5刻度與主尺某一刻度對齊

S0...

$$\Delta d = 0.55\text{mm}$$

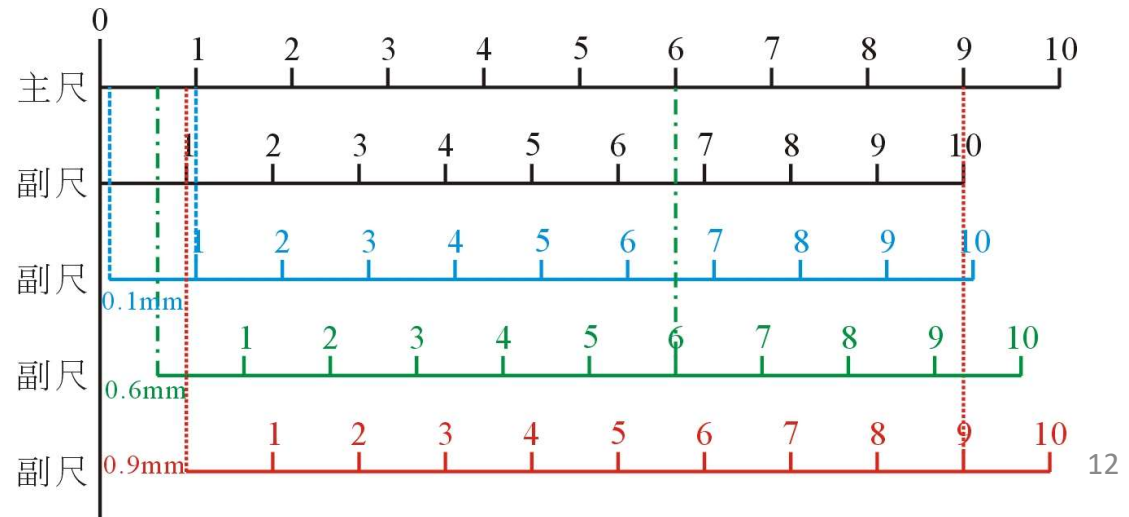
$$\Rightarrow 12.55\text{mm}$$





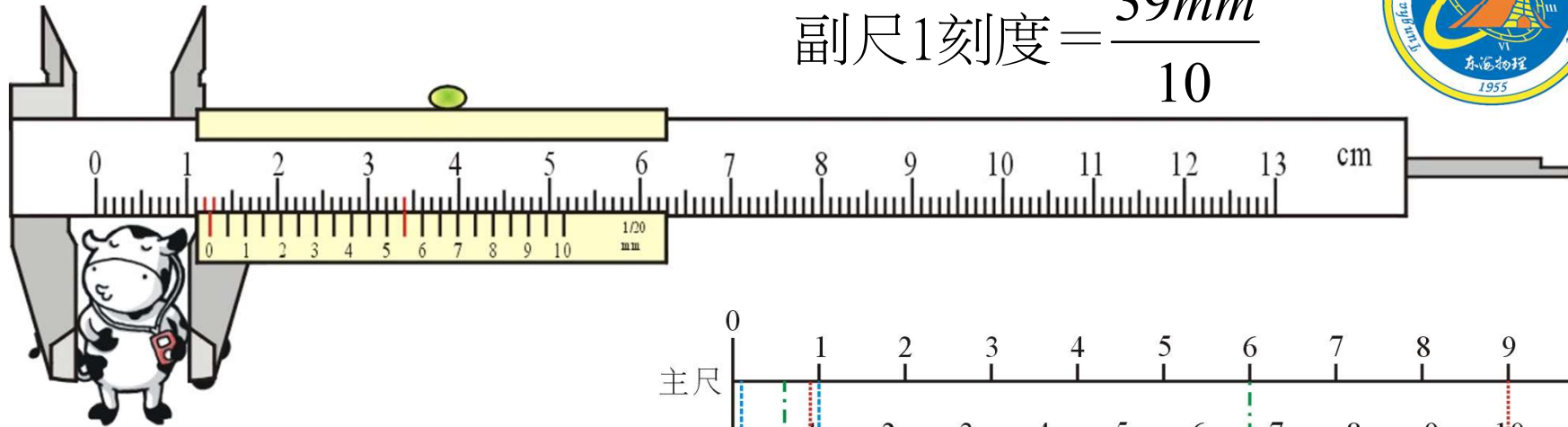
方法一：用數學去計算

$$34\text{mm} - 5.5\text{刻度} * \frac{39\text{mm}}{10\text{刻度}} = 12.55\text{mm}$$





$$\text{副尺1刻度} = \frac{39\text{mm}}{10}$$



方法二：直接判讀

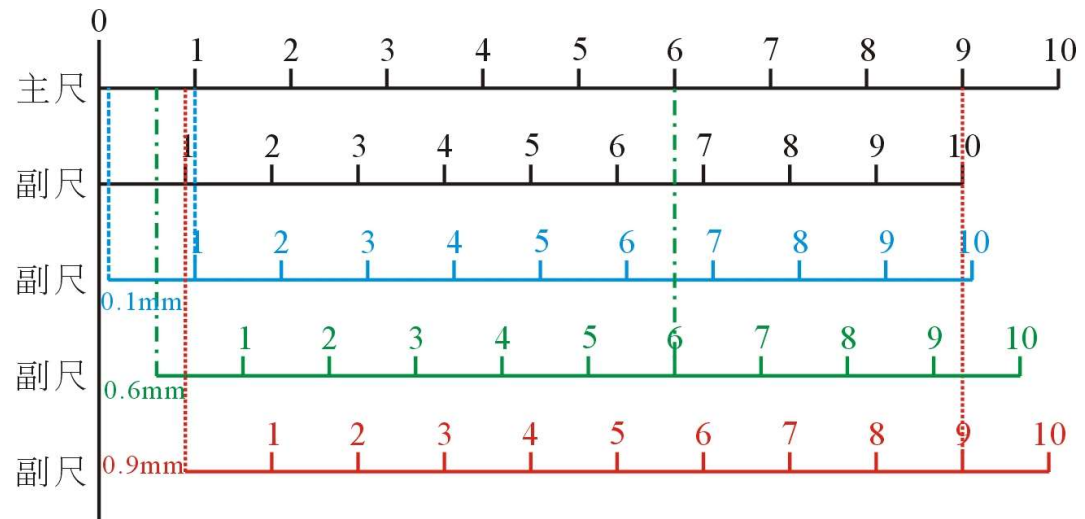
副尺0在主尺的12mm和13mm之間

所以

待測物為 $12 + \Delta d$ (單位：mm)

副尺5.5刻度與主尺某一刻度對齊

$S_0 \dots$

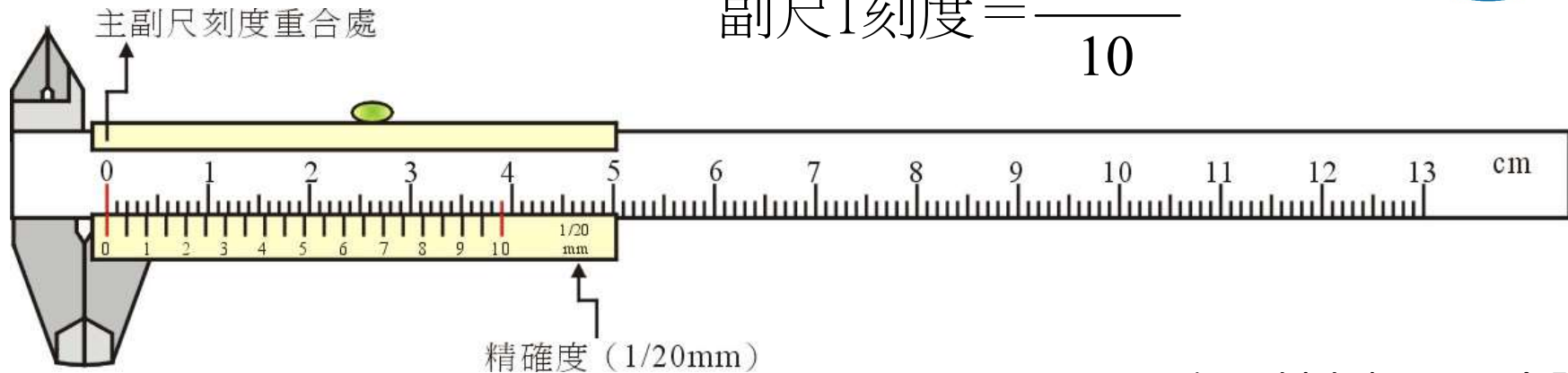


$$\Delta d = 0.55\text{mm}$$

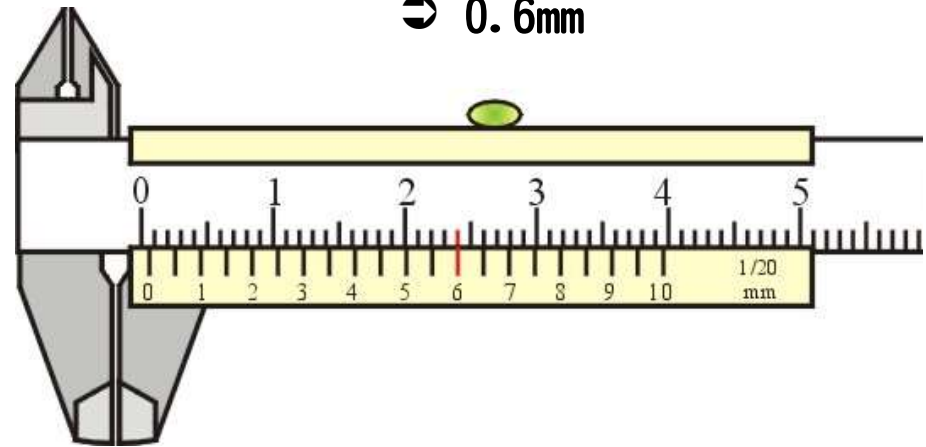
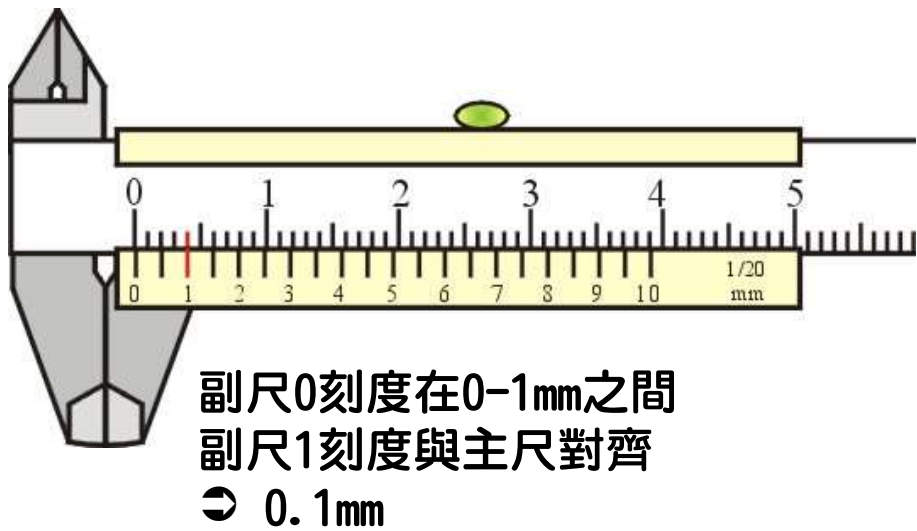
$$\Rightarrow 12.55\text{mm}$$

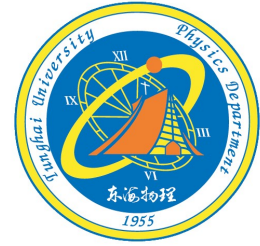


$$\text{副尺1刻度} = \frac{3.9\text{cm}}{10}$$



副尺0刻度在0-1mm之間
副尺6刻度與主尺對齊
⇒ 0.6mm





使用游標尺讀值時…
需不需要～
估計值？

要！

BUT～

需要估計值的
那把游標尺…
實驗室沒有～



游標尺 (這兩款實驗室都沒有)

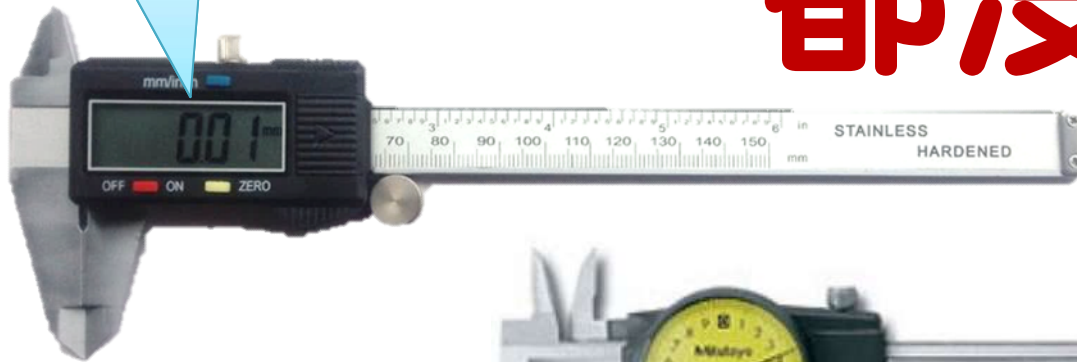
都沒有

都沒有

都沒有

都沒有

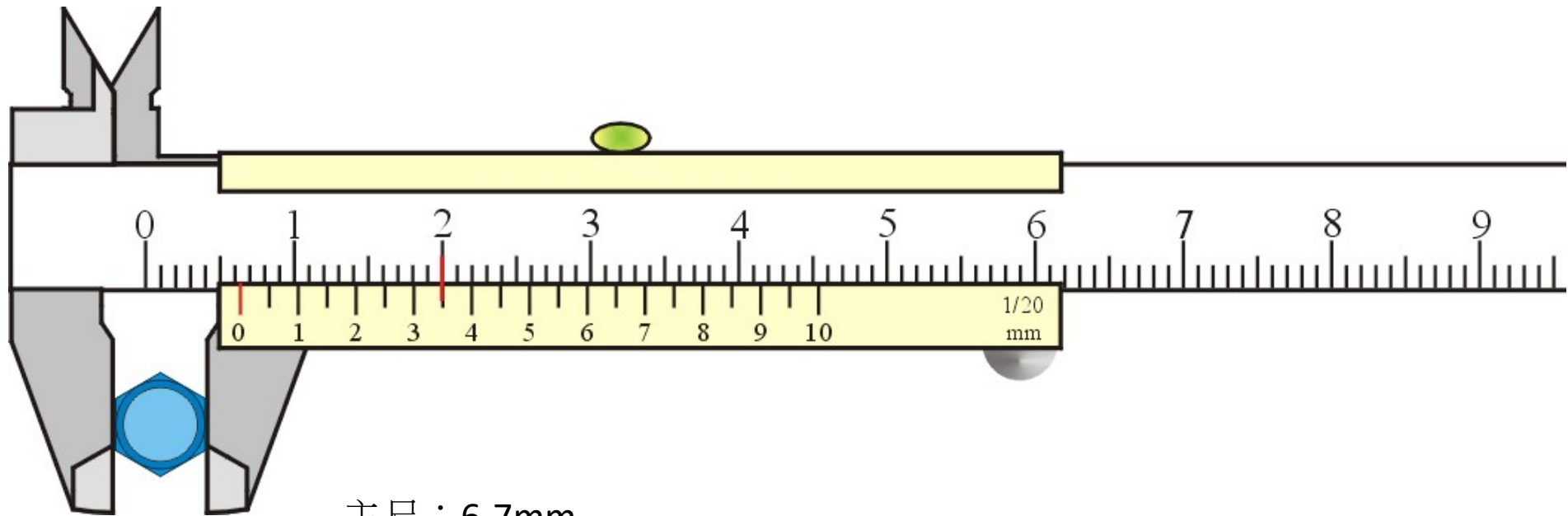
直接讀數字



需要紀錄估計值的
那把游標尺…
實驗室沒有～



有估計值

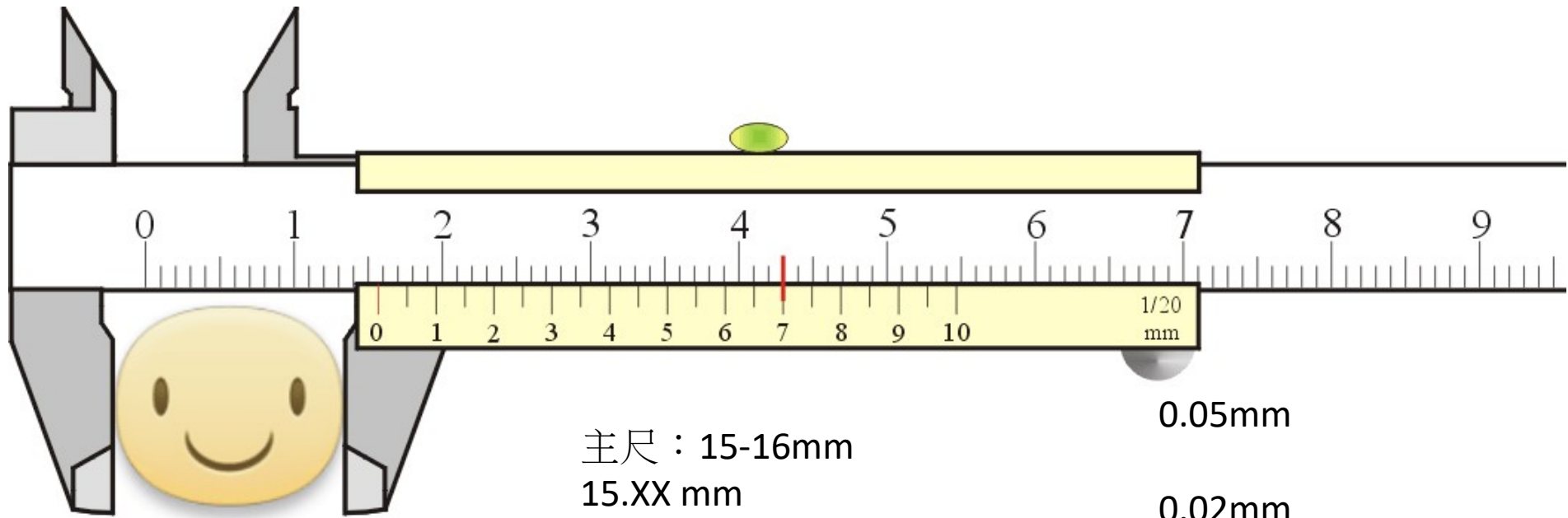


主尺：6-7mm

6.XX mm

1) 直接讀值：6.35mm

2) 計算結果： $20\text{mm} - 3.5 * (39\text{mm}/10) = 6.35\text{mm}$



主尺：15-16mm

15.XX mm

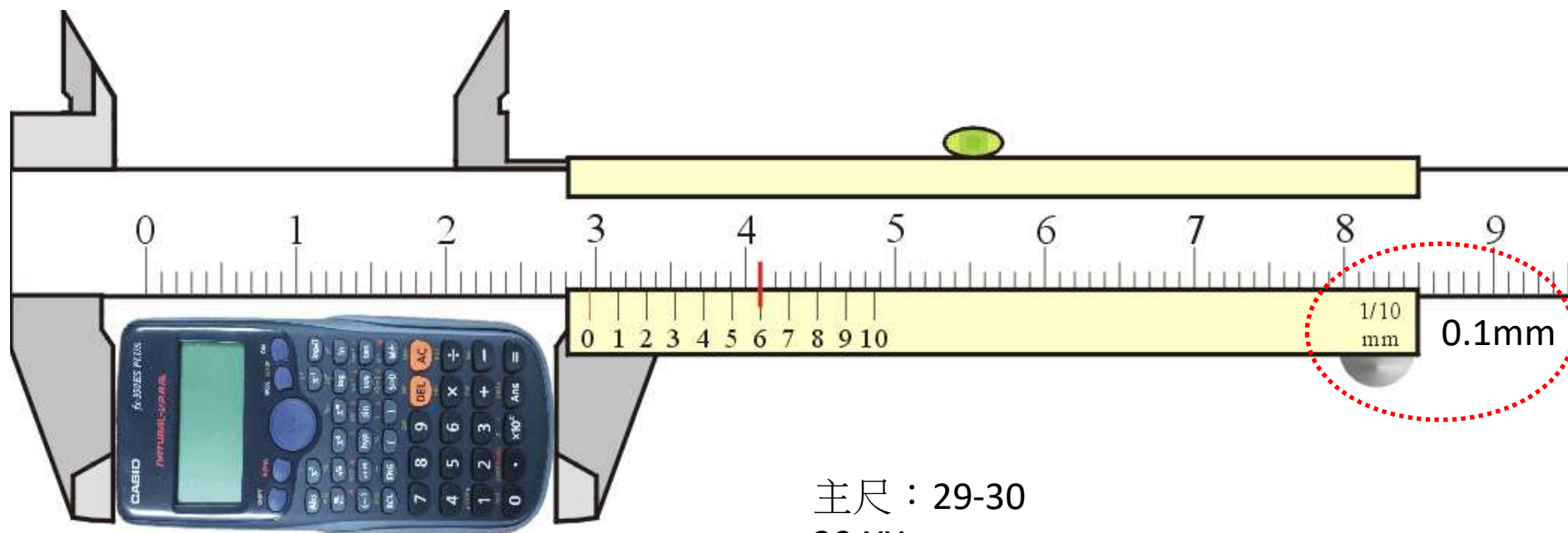
15.70 mm(yes)

15.7 mm(NO)

0.05mm

0.02mm

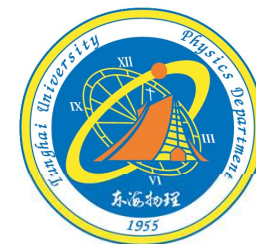
這把游標尺不需要估計值。



主尺：29-30
29.XX mm
29.6mm? (yes)
29.60mm? (NO)

這把游標尺不需要估計值。

螺旋測微器

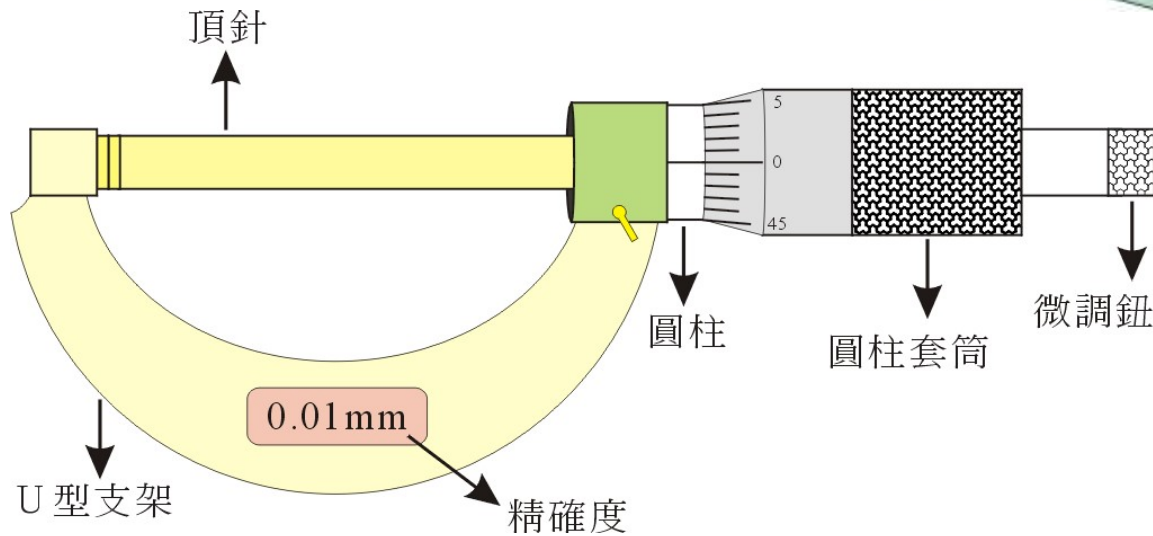
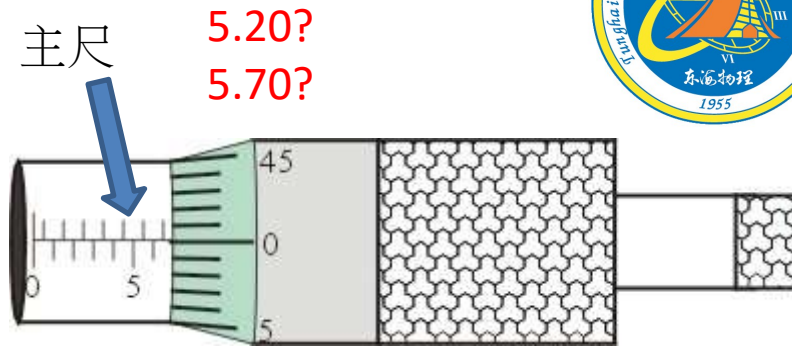




螺旋測微器

- 1-歸零校正
- 2-量測讀值

2圈 (100小格) \Leftrightarrow 1mm
1小格 \Leftrightarrow 0.01mm



使用螺旋測微器時，為使每次測量均在被測物上施以相同的壓力，以減少形變誤差；也為了避免損壞精確的螺旋刻度起見，當頂針已將被測物輕輕夾住時，勿再旋轉圓柱套筒，此時應旋轉位於套筒後的微調鈕，直到聽到“三響”“滴答”聲為止，讀取數值即可。



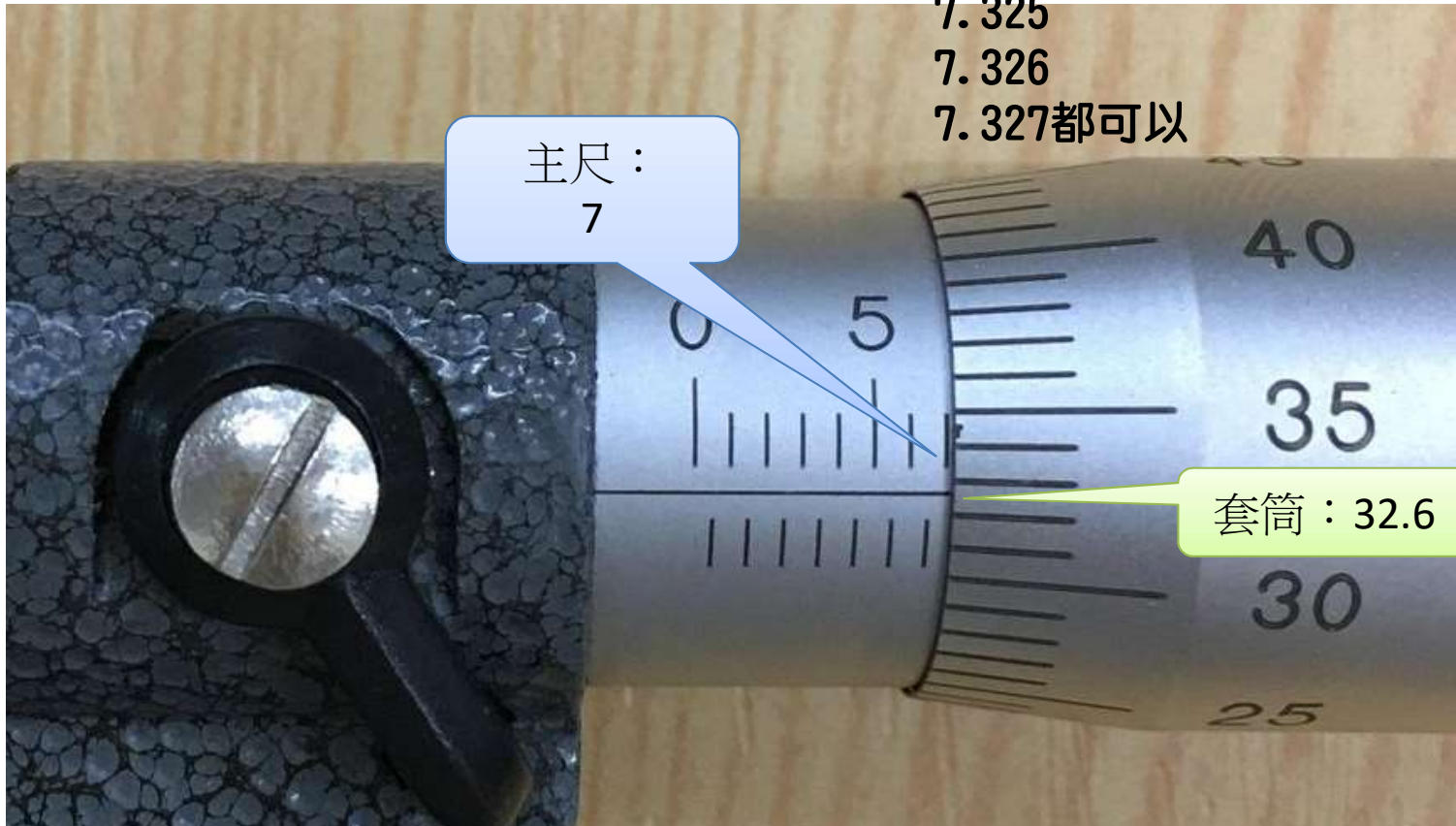
最後一位數是估計值

所以

7.325

7.326

7.327都可以



主尺：
7

套筒：32.6

2圈 (100小格) \Rightarrow 1mm

1小格 \Rightarrow 0.01mm

讀值： $7+0.325=7.326$

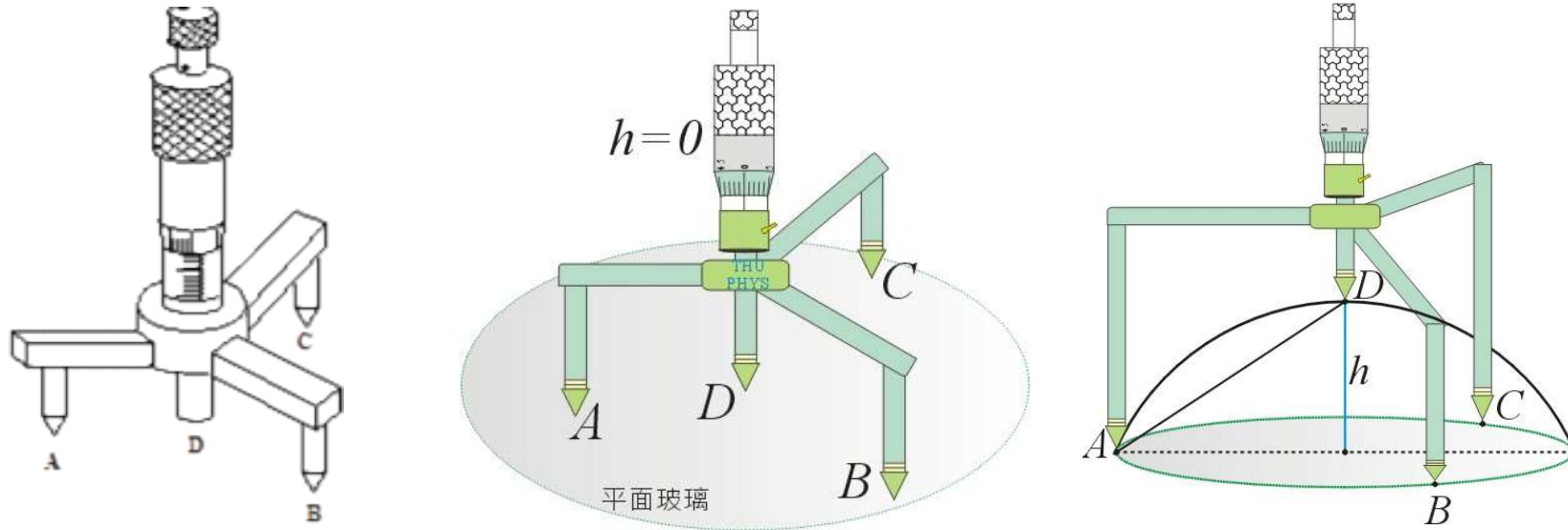
準確值：7.32

估計值：0.006

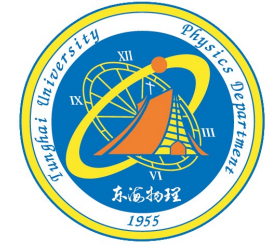
球徑計



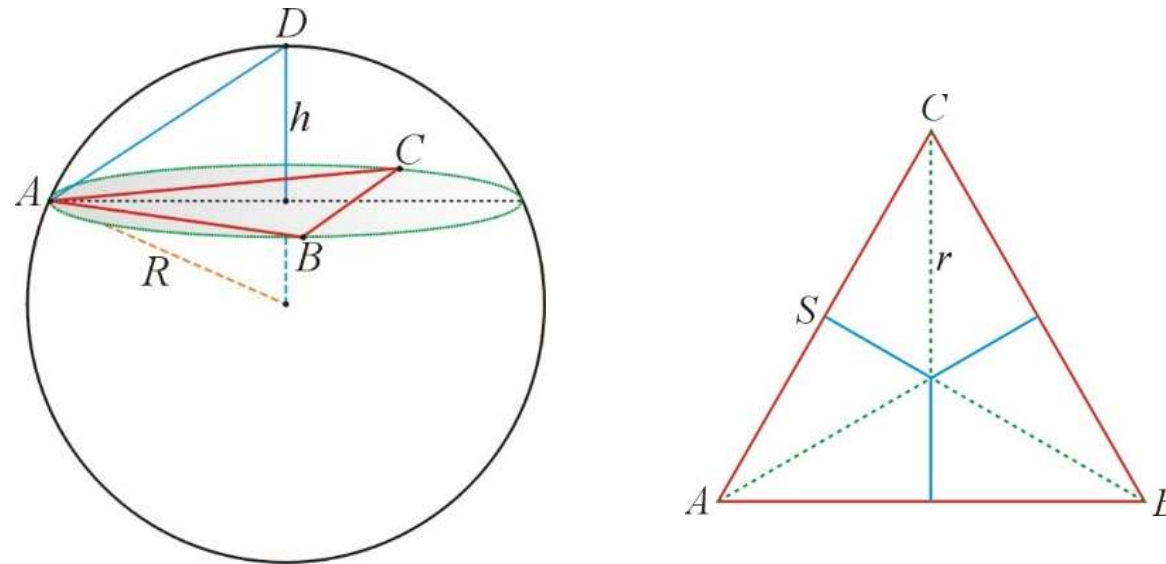
球徑計



球徑計是利用四點決定一球面的原理設計的，假設待測球面之曲率半徑為 R ，球徑計的三足尖A、B、C及頂針端點D均與球面接觸。



球徑計



球徑計是利用四點決定一球面的原理設計的，假設待測球面之曲率半徑為 R ，球徑計的三足尖 A、B、C 及頂針端點 D 均與球面接觸，如圖 1-6。

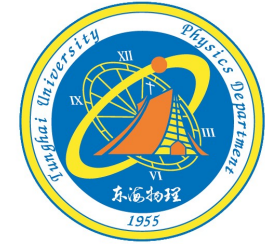
另設 A、B、C 三點所構成之正三角形邊長為 S ，則：圖中 $\triangle ABC$ 為正三角形，而 D 點在 ABC 平面上的投影為 $\triangle ABC$ 之重心。

$$\text{故 } r = \frac{2}{3} \times \frac{\sqrt{3}}{2} S$$

$$\text{又 } R^2 = r^2 + (R - h)^2$$

$$\Rightarrow R = \frac{h}{2} + \frac{S^2}{6h}$$

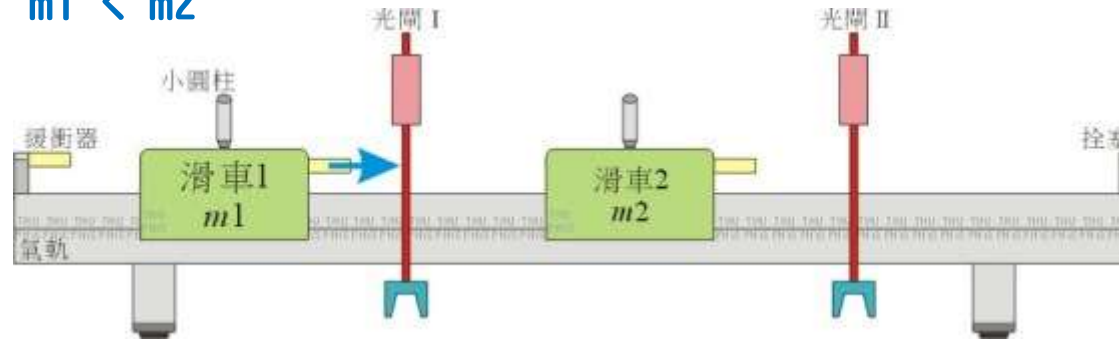
又曲率半徑 R 之倒數 $\frac{1}{R} = K$ ，謂之曲率。



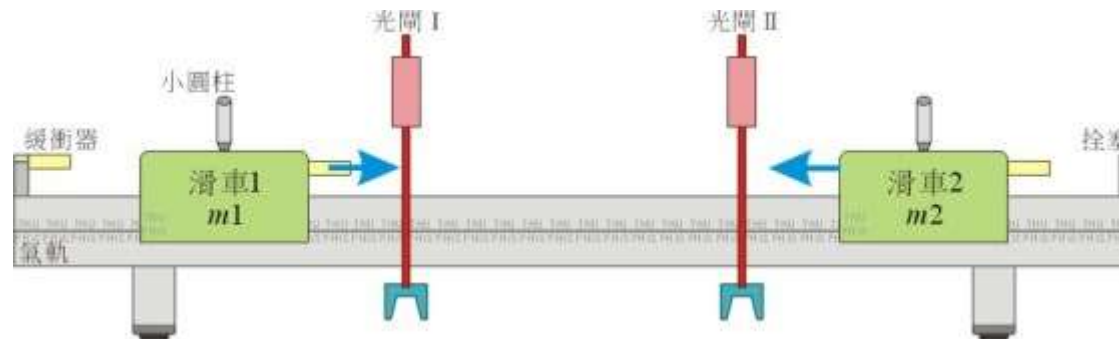
動量守恆

- $m_1 > m_2$
- $m_1 = m_2$
- $m_1 < m_2$

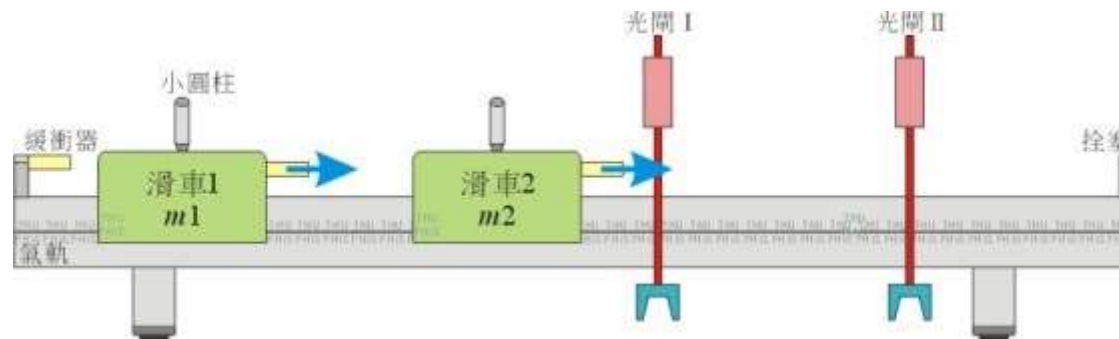
碰撞靜物

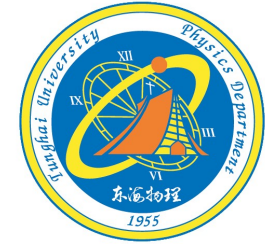


兩物碰撞



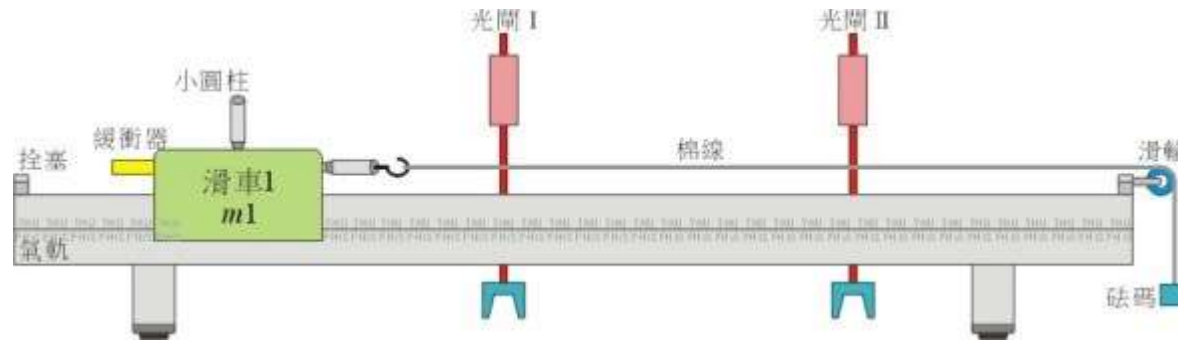
兩物追撞



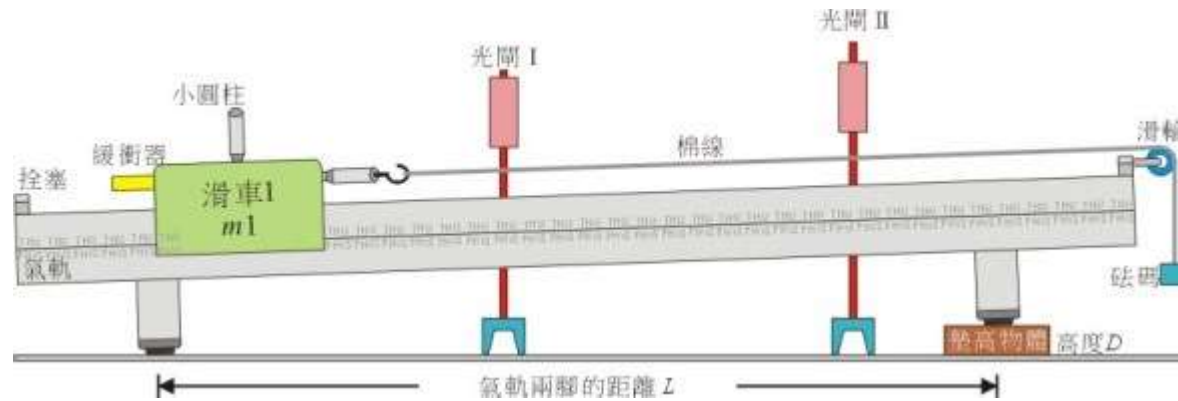


重力加速度

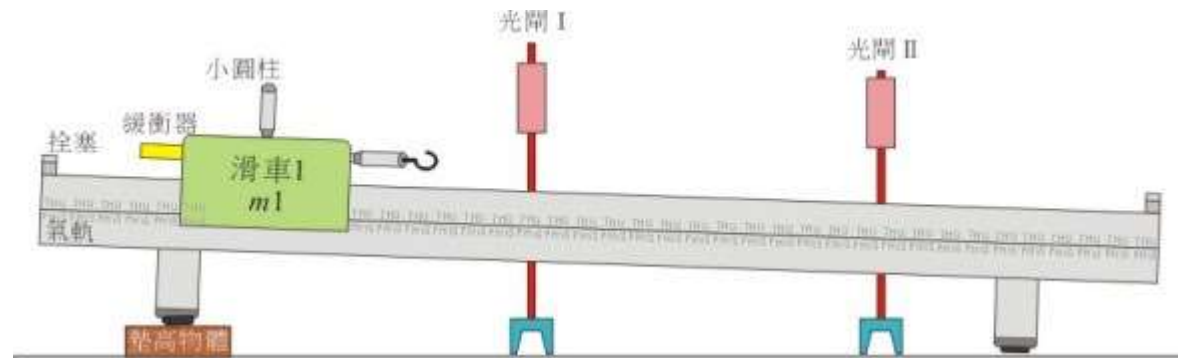
水平滑動



上拉

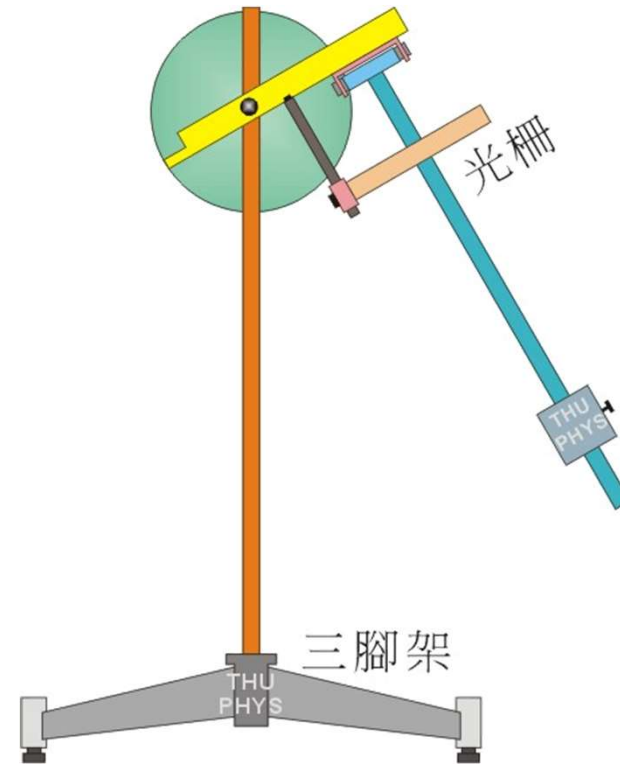
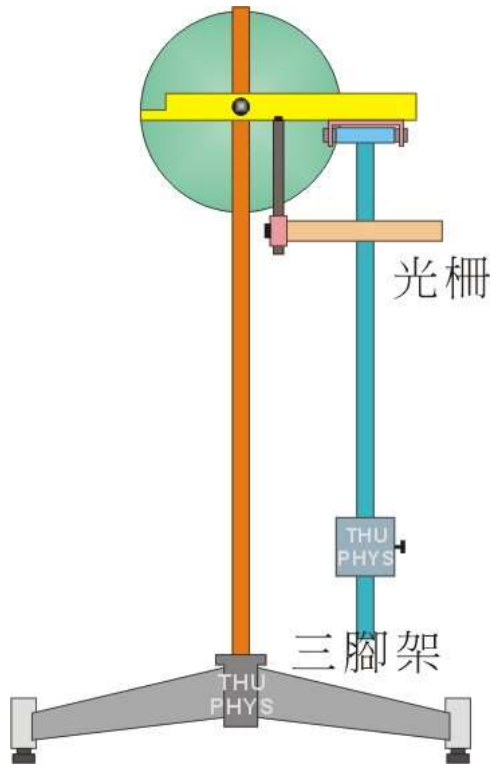


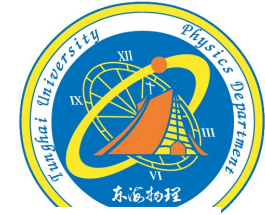
下滑



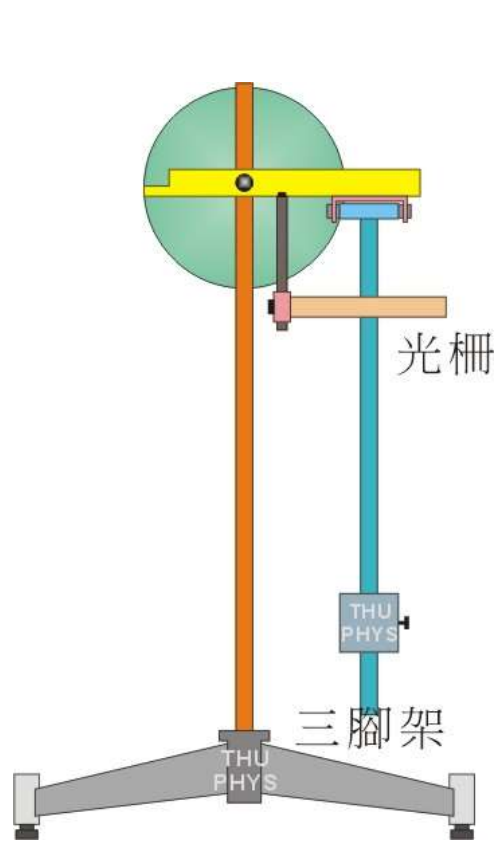


可變G擺



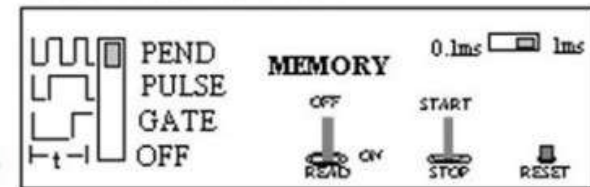


可變G擺



三種模式：

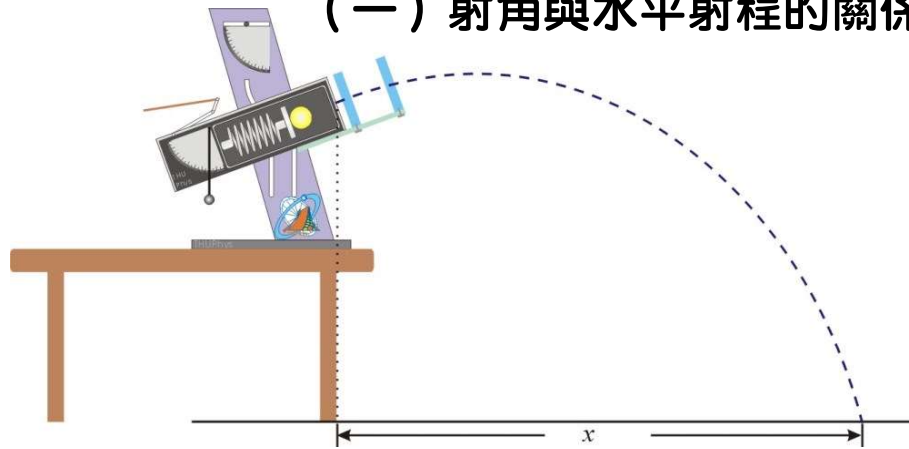
- (1) GATE MODE :
滑動體遮住光柱時開始計時，
離開時停止計時。
- (2) PULSE MODE :
滑動體遮住光柱時開始計時，
離開後，第二次遮住光柱時，停止計時。
- (3) PEND MODE :
滑動體遮住光柱時開始計時，
第三次遮住光柵時停止計時。



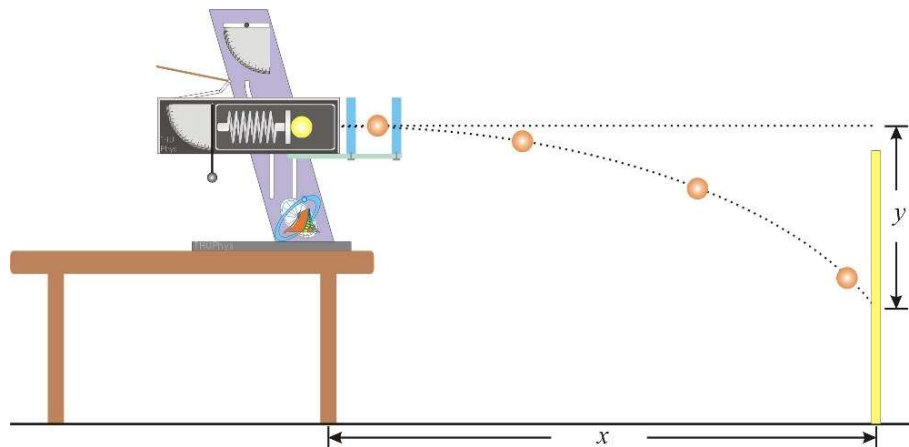
光柵計時器操作面板

拋體運動實驗

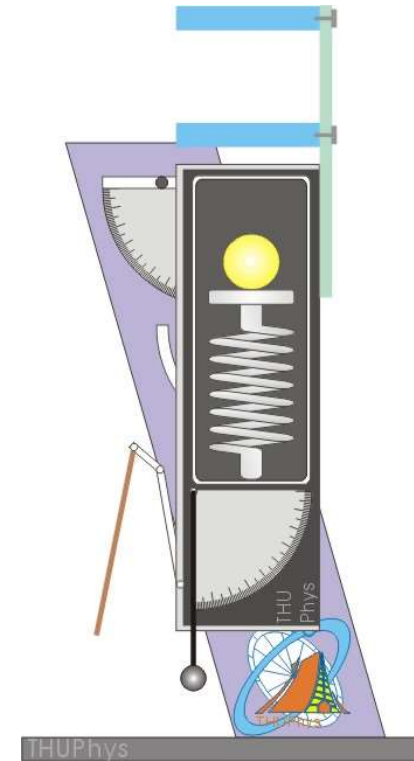
(一) 射角與水平射程的關係



(二) 拋體軌跡



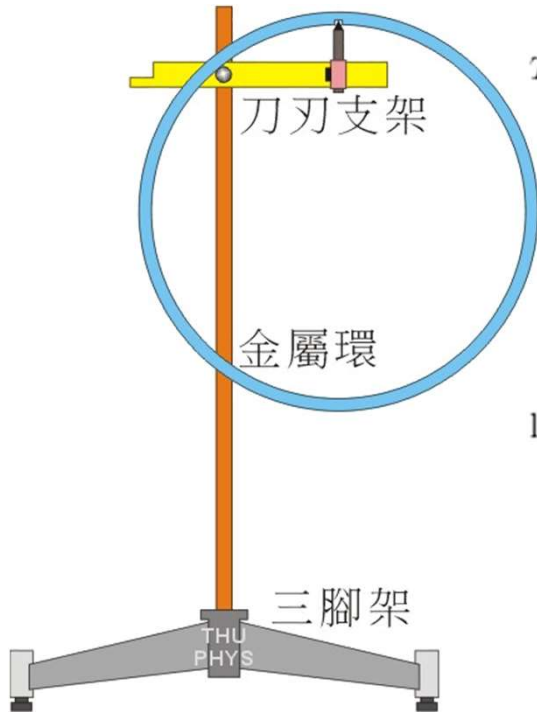
(三) 能量守恆





環擺經驗方程式

假設週期 T 與直徑 d 的關係



$$T = A \cdot d^n$$

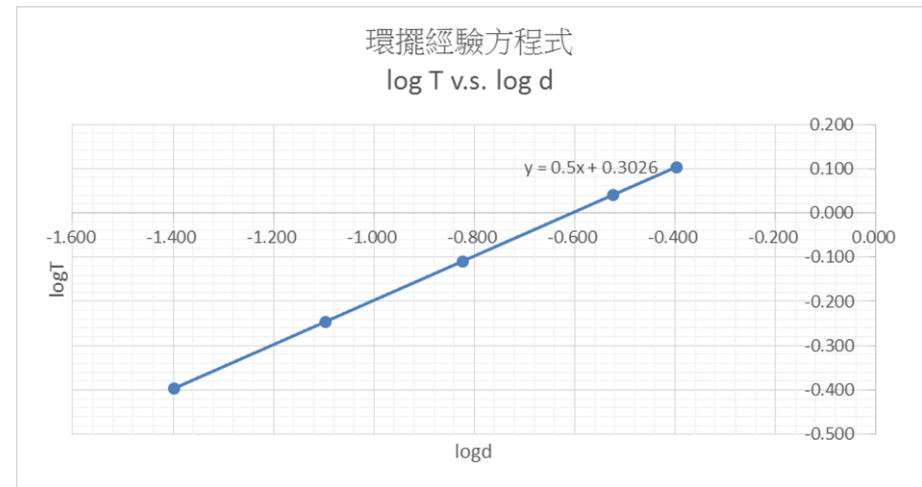
- T : 週期
- A : 比例常數
- d : 直徑
- n : 一未知常數

$$\log T = \log A + n \log d$$

$$A = \frac{2\pi}{\sqrt{g}}$$

$$n = \frac{1}{2}$$

使用Excel畫圖，
並秀出趨勢線公式



	d(mm)	d(m)	log d	T(sec)	logT
金屬環1	40	0.04	-1.398	0.401	-0.396
金屬環2	80	0.08	-1.097	0.568	-0.246
金屬環3	150	0.15	-0.824	0.777	-0.109
金屬環4	300	0.3	-0.523	1.099	0.041
金屬環5	400	0.4	-0.398	1.269	0.104



基礎光學

反射

入射角 = 反射角

折射

斯乃耳定律 (Snell's Law)

$$n_1 \sin \theta_i = n_2 \sin \theta_t$$

成像

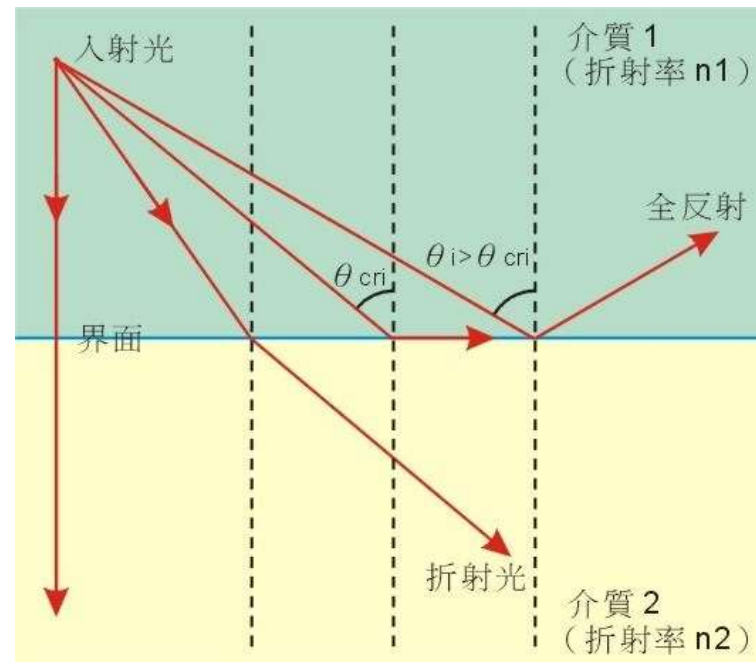
薄透鏡成像公式

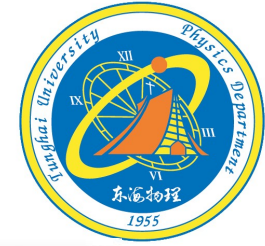
$$\frac{1}{d_o} + \frac{1}{d_i} = \frac{1}{f}$$

放大率

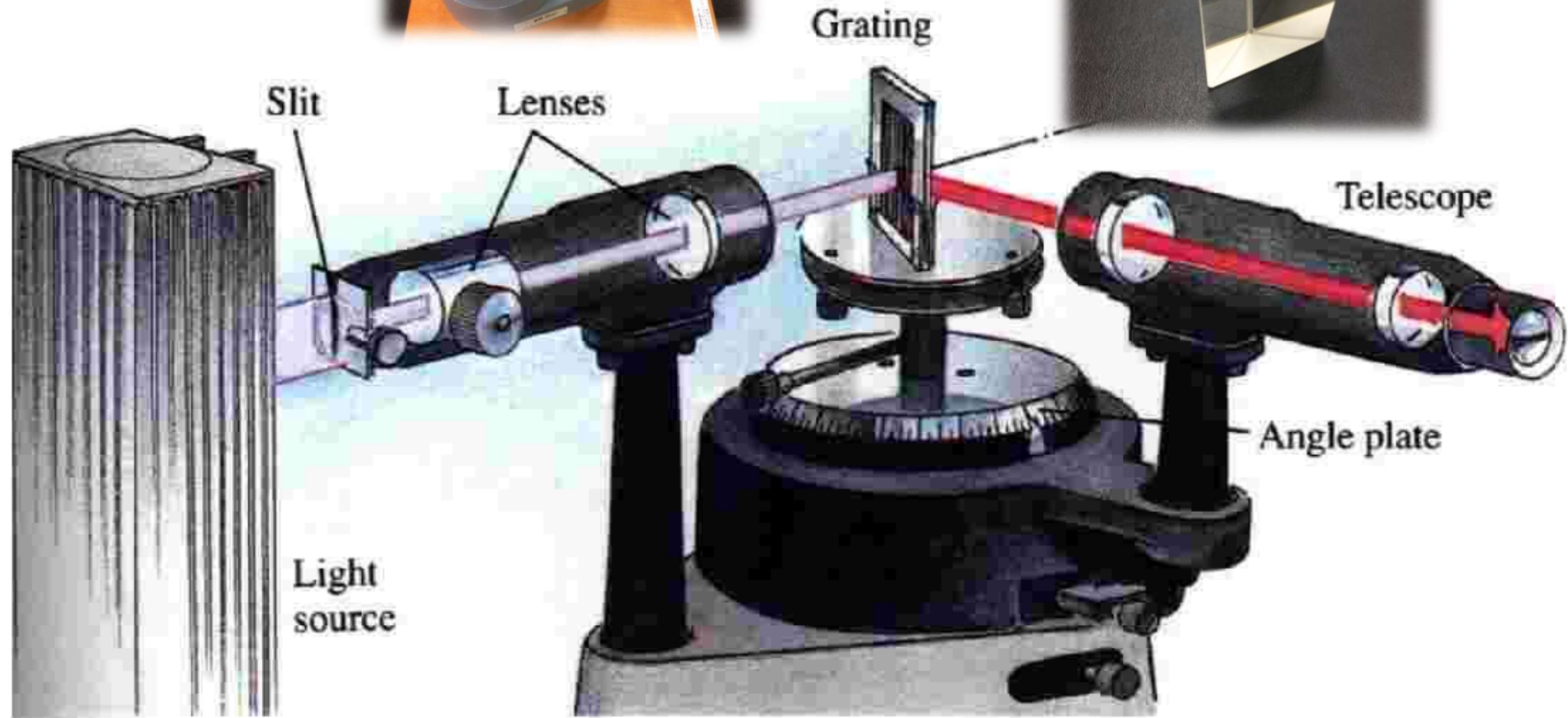
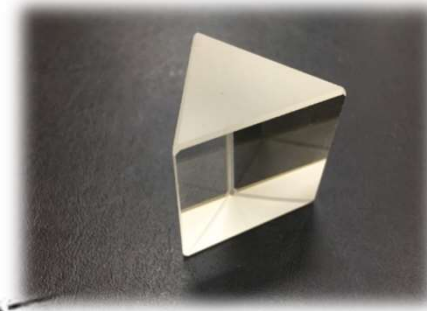
$$\text{實驗放大率 } m_1 = \frac{h_i}{h_o}$$

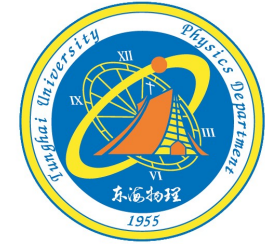
$$\text{理論放大率 } m_2 = \frac{d_i}{d_o}$$





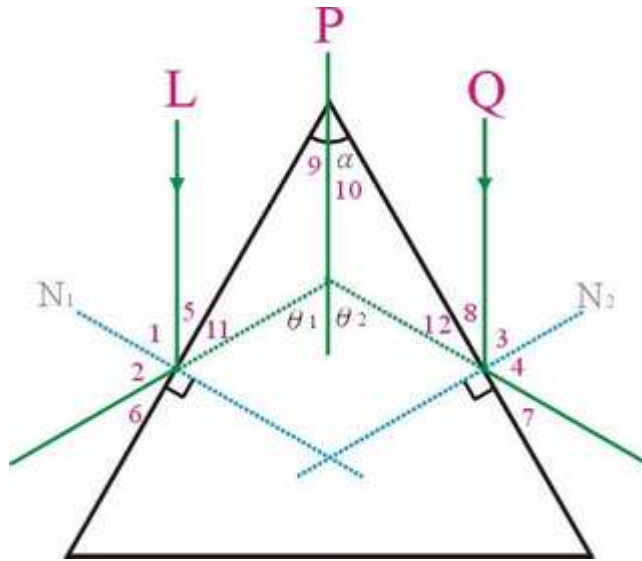
稜鏡分光儀



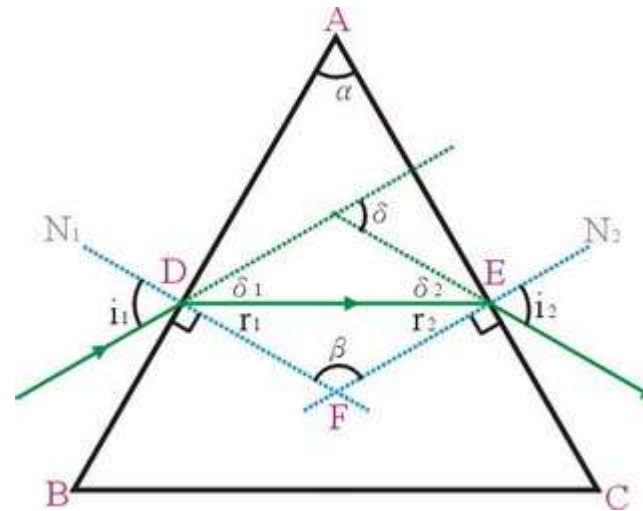


稜鏡分光儀

頂角量測



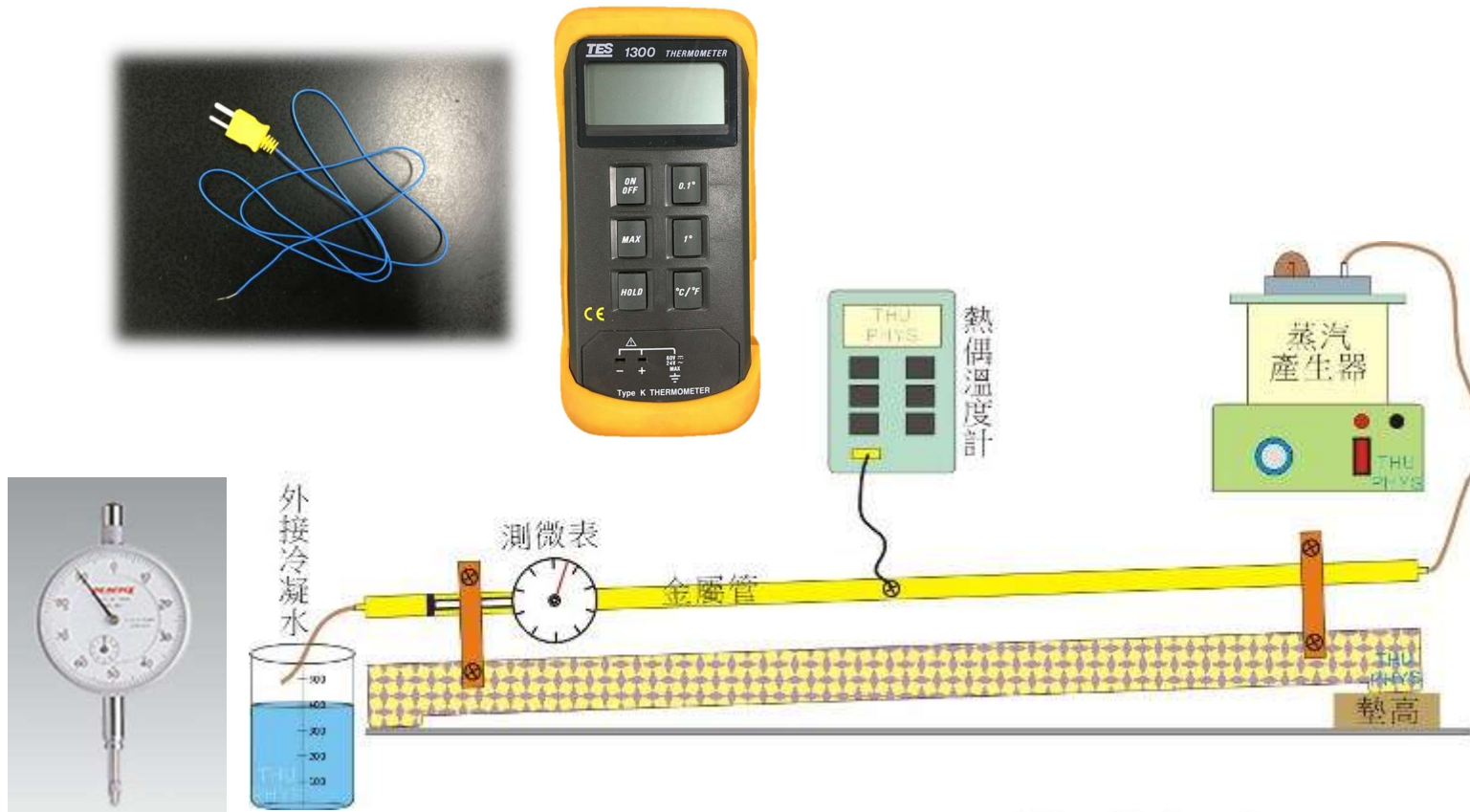
最小偏向角的量測



偏向角：
進來的入射光
與最後反射出去的光的夾角

金屬熱膨脹

線膨脹係數：溫度升高 1度C，固體單位長度的伸長量。



$$\alpha_{Al} = 2.4 * 10^{-5} K^{-1}$$

$$\alpha_{Cu} = 1.7 * 10^{-5} K^{-1}$$

$$\alpha_{Steel} = 1.14 * 10^{-5} K^{-1}$$

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應用物
理學系
電話：04-23590121*32100
網址：<http://physics.thu.edu.tw/>