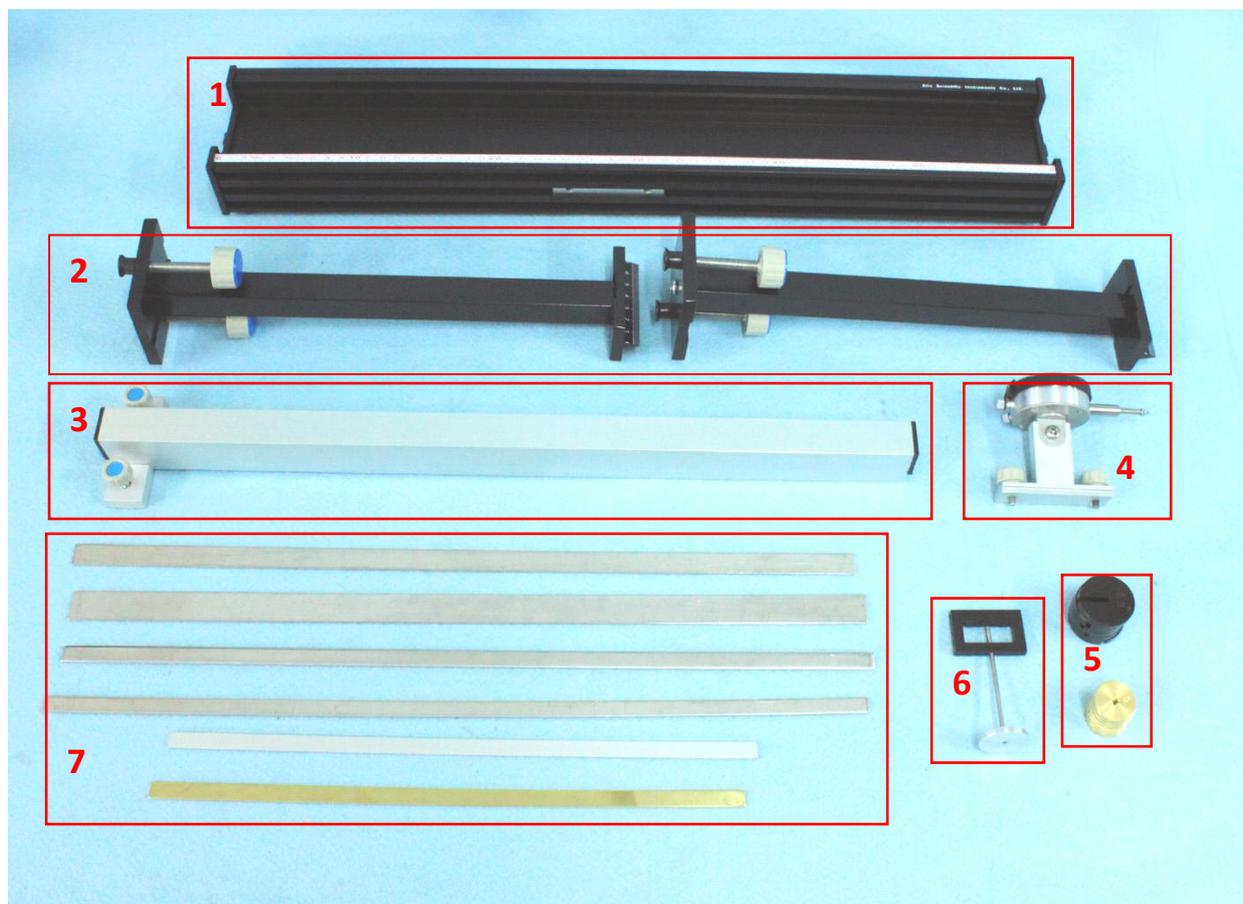


## 楊氏係數（橫樑彎曲法）

一、原理：施加力於一物體上，可能看到物體有二種狀態改變。其一是運動狀態改變(如由靜止變為加速度運動)，此改變與物體質量及施加力道大小有關。另一種狀態改變為形變，與外力施加於物體上的大小、位置(或某一部份)及物體本身材質有關。此外力稱為應力( $\sigma$ )， $\sigma = F/A$ 。因應力而形變為應變( $\epsilon$ )， $\epsilon = \Delta L/L$ 。此應力與應變之關係成正比， $\sigma = Y\epsilon$ 。Y 為此實驗所要測量的楊氏係數，即為材料的彈性特性。

\*楊氏係數討論的是在物體本身彈性的限度內之改變，若施加的力增強，使物體形變後被塑型甚至於斷裂、破損，則不在此實驗討論範圍內。

## 二、實驗器材：(請依實際慘品為主)



編號	名稱	數量	編號	名稱	數量
1	多功能鋁合金實驗台(長600mm)。	1 台	2	可固定支撐架(高 300mm)	2 支
3	<b>可移動鋁單軌架</b> 註:可移動座,可於凹槽軌道內固定並移動用。	1 組	4	可移動精密百分錶: 註:可移動座,可於凹槽軌道內固定並移動用。	1 組
5	砝碼組:(砝碼皆設有溝槽) 5.1 質量 50g、5 個。 5.2 質量 10g、10 個。	1 組	6	砝碼座:設有 V 型刀口。	1 只
7	橫樑量測組,單位 mm。 7.1、鋼條,長 500×寬 21.5×厚 1.47, 7.2、鋼條,長 500×寬 14.5×厚 1.5, 7.3、鋼條,長 500×寬 10.0×厚 1.92, 7.4、鋼條,長 500×寬 10.0×厚 3.00, 7.5、鋁條,長 350×寬 10.0×厚 2.00, 7.6、銅條,長 350×寬 10.0×厚 2.00。	1 組			

### 三、簡介：

1、如圖(一)，若在一橫樑(金屬材質)之中間部份加一向下之重量，則橫樑會產生形變而向下彎曲。此彎曲之高度  $H$  應與加諸橫樑的砝碼重量  $m$  成正比(如圖一)。

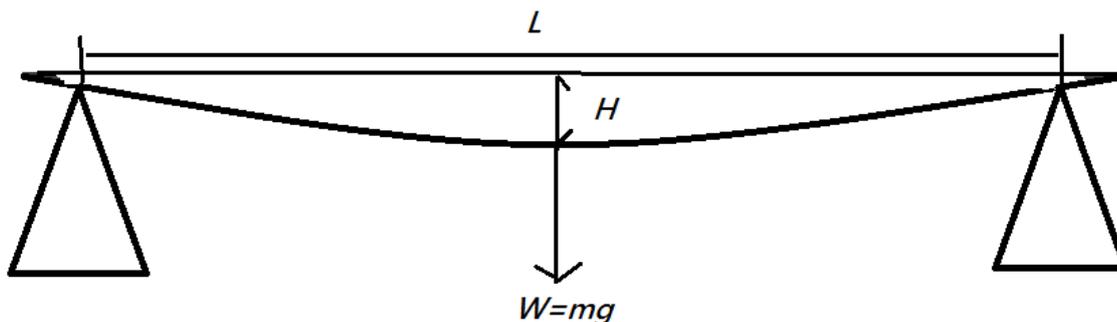


圖 一、橫樑彎曲法

2、楊氏係數公式， $Y = \frac{WL^3}{4Hbt^3}$ 。單位： $GPa = 10^9 Pa = 10^9 N/m^2$ 。

$W$ ：加諸橫樑之重量(kgw)，

$L$ ：二處刃口之距離，

$H$ ：向下彎曲高度，

$b$ ：橫樑寬度，

$t$ ：橫樑厚度。

3、由公式計算楊氏係數：同一材質，不同寬度及厚度之橫樑，比較其楊氏係數。不同材質之橫樑，測其楊氏係數。

4、鋼、鋁、銅之楊氏係數如下：

材料	楊氏係數 Y/ GPa
鋼	190-210
鋁	69
銅	103-124

表(一)、楊氏係數

四、實驗步驟：

- (1)、將待測橫樑穿過砝碼座後放於支架上。
- (2)、砝碼放上砝碼座，加到最大砝碼數(250g)。
- (3)、調整百分錶高度，移動砝碼座至百分錶正下方，固定(有凹槽可插入)。觀察百分錶讀數，調整使之位於適當位置。
- (4)、左右移動二支架，使二支架距離適當，紀錄此距離為 L。
- (5)、慢慢拿下砝碼，並依次紀錄百分錶讀數(負重及讀數)，至砝碼座上無砝碼為止。此步驟需注意，盡可能別拿了又放回去，一次做到底，因橫樑及百分錶的恢復力不同，會造成前後讀數有差異。另外別振動桌面或大力拿出，造成誤差。
- (6)、慢慢放上砝碼，並依次紀錄百分錶讀數(負重及讀數)，至砝碼座上砝碼為最大為止。注意事項同上。

- (7)、因百分錶靈敏度關係，視情況將第一組讀數或最後一組讀數刪除(負重及彎曲高度之關係應為線性)。
- (8)、更換待測橫樑，重複步驟 (2) 至步驟 (7)，完成六支橫樑之測量。
- (9)、計算楊氏係數，並與表(一)比較，計算誤差。

### 五、實驗結果：

一、寬 21.5 mm，厚 1.47mm，兩端間距 400 mm 之鋼製橫樑。

質量(kg)	重量(kgw)	高度 H (m)	$\Delta H(m)$	Y(GPa)	誤差(%)
平均					

二、寬 14.5 mm，厚 1.5mm，兩端間距 400 mm 之鋼製橫樑。

質量(kg)	重量(kgw)	高度 H (m)	$\Delta H(m)$	Y(GPa)	誤差(%)
平均					

三、寬 10 mm，厚 1.92mm，兩端間距 400 mm 之鋼製橫樑。

質量(kg)	重量(kgw)	高度 H (m)	$\Delta H(m)$	Y(GPa)	誤差(%)
平均					

四、寬 10 mm，厚 3.1mm，兩端間距 400 mm 之鋼製橫樑。

質量(kg)	重量(kgw)	高度 H (m)	$\Delta H(m)$	Y(GPa)	誤差(%)
平均					

五、寬 10 mm，厚 2mm，兩端間距 300 mm 之鋁製橫樑。

質量(kg)	重量(kgw)	高度 H (m)	$\Delta H(m)$	Y(GPa)	誤差(%)
平均					

六、寬 10 mm，厚 2mm，兩端間距 300 mm 之銅製橫樑。

質量(kg)	重量(kgw)	高度 H (m)	$\Delta H(m)$	Y(GPa)	誤差(%)
平均					

附錄、實驗數據：僅供參考

一、寬 21.5 mm，厚 1.47mm，兩端間距 400 mm 之鋼製橫樑。

質量(kg)	重量(kgw)	高度 H (m)	$\Delta H(m)$	Y(GPa)	誤差(%)
0.25	2.45	0.00248	0.00226	203.5	
0.2	1.96	0.00248	0.00226	203.2	
0.15	1.47	0.00197	0.00175	196.8	
0.1	0.98	0.00125	0.00103	222.9	
0.05	0.49	0.00074	0.00052	220.1	
0	0	0.00022	0.00022		
平均 210.75					0.0036

二、寬 14.5 mm，厚 1.5mm，兩端間距 400 mm 之鋼製橫樑。

質量(kg)	重量(kgw)	高度 H (m)	$\Delta H(m)$	Y(GPa)	誤差%
0.25	2.45	0.00364	0.00354	226.3	
0.2	1.96	0.00281	0.00271	236.5	
0.15	1.47	0.00221	0.00211	227.8	
0.1	0.98	0.00165	0.00155	206.7	
0.05	0.49	0.00095	0.00085	188.5	
0	0	0.0001	0.0001	0	
平均 217.2					0.034

三、寬 10 mm，厚 1.92mm，兩端間距 400 mm 之鋼製橫樑。

質量(kg)	重量(kgw)	高度 H (m)	$\Delta H(m)$	Y(GPa)	誤差%
0.25	2.45	0.00392	0.0026	213	
0.2	1.96	0.00347	0.00215	206	
0.15	1.47	0.00301	0.00169	196.6	
0.1	0.98	0.00254	0.00122	181.6	
0.05	0.49	0.00199	0.00067	165.3	
0	0	0.00132	0.00132	0	
平均 192.5					0

## 四、寬 10 mm，厚 3.1mm，兩端間距 400 mm 之鋼製橫樑。

質量(kg)	重量(kgw)	高度 H (m)	$\Delta H(m)$	Y(GPa)	誤差%
0.25	2.45	0.00177	0.00073	198.9	
0.2	1.96	0.00159	0.00055	211.1	
0.15	1.47	0.00142	0.00038	229.2	
0.1	0.98	0.00126	0.00022	264	
0.05	0.49	0.0011	0.00006		
0	0	0.00104	0.00104	0	
平均 225.8					0.005

## 五、寬 10 mm，厚 2mm，兩端間距 300 mm 之鋁製橫樑。

質量(kg)	重量(kgw)	高度 H (m)	$\Delta H(m)$	Y(GPa)	誤差%
0.25	2.45	0.00952	0.00307	67.3	
0.2	1.96	0.00911	0.00266	62.2	
0.15	1.47	0.0084	0.00195	63.6	
0.1	0.98	0.00771	0.00126	65.6	
0.05	0.49	0.00704	0.00059	70.1	
0	0	0.00645	0.00645	0	
平均 65.8					0.046

## 六、寬 10 mm，厚 2mm，兩端間距 300 mm 之銅製橫樑。

質量(kg)	重量(kgw)	高度 H (m)	$\Delta H(m)$	Y(GPa)	誤差%
0.25	2.45	0.00649	0.00211	102.1	
0.2	1.96	0.00607	0.00169	101.9	
0.15	1.47	0.00565	0.00127	101.7	
0.1	0.98	0.00511	0.00073	118	
0.05	0.49	0.00465	0.00027		
0	0	0.00438	0.00438	0	
平均 105.9					0.028