

國立嘉義高級中學 107 學年度科學班甄選入學實驗實作-科學實驗實作(一)物理科試題卷

一、實驗材料與器材：

本實驗試題所需要的材料及儀器設備列於下表，請檢查各組器材，如有不符，請舉手聲明。[本實驗不需使用到所有材料或儀器設備]

名稱	規格	數量
厚紙板	B4、三孔	1 張
方格紙	A4	3 張
剪刀	一般	1 支
直尺	30 公分	1 把
量角器	一般	一個
硬幣	10 元幣值	2 個
膠帶	雙面	一捲
螺絲	4-5 cm	一支
長尾夾	一般	一個
礦泉水	600 ml	一罐
固定夾	30 cm	一個
綿線	100 cm	一網
碼錶	1 ms 單位	一副
黏土	一般	一塊
細螺絲起子	一般	一支
固定鐵架	一般	一個
橡皮筋	一般	一條
計算機	簡易型	一台

附註：厚紙板的面密度： 0.092 g/cm^2

$\pi=3.14$

二、試題部分：

實體擺週期測量

實驗原理說明

1. 一個單擺包含一個質量 m 的質點，懸掛於一長度 L 的無質量細繩，繩之另一端固定於 O 點。當擺偏移平衡點(如右圖)一小位移之後，受繩力與重力作用，質點 m 作簡諧運動，其週期 T (來回擺動一次的時間)為：

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$$

其中 g 為重力加速度。

2. 小幅擺動更常見的情況為**實體擺**又稱為**複擺**或**物理擺**。我們可以描述質量為 m ，任意形狀與大小剛體的運動，其轉軸為 O (或稱為“懸掛點”，如右圖所示)。在小擺角時，此一實體擺作簡諧運動，其週期 T 為：

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{mgh}}$$

其中 I 為通過轉軸的轉動慣量， h 是轉軸與重心的距離， g 是重力加速度。

3. 轉動慣量 I 是物體抗拒轉動改變的特性。它的大小與質量 m 有關，也取決於轉軸位置和物體形狀。其中：

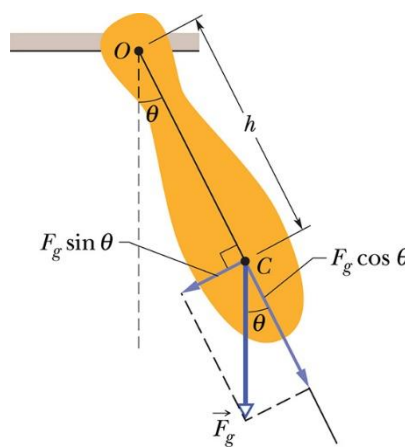
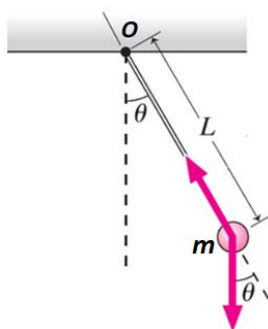
(a) 就一質點 m 而言，轉動慣量 I 為： $I = mr^2$ ，其中 r 是質點與轉軸的距離。

(b) 就一質量 m 分布均勻的物體而言，

(1) 當轉軸 O 在質心位置 C 時，物體的轉動慣量為： $I = I_{CM}$ 。其中，就質量 m 的長方形物體而言，轉動慣量 I_{CM} 為： $I_{CM} \propto m(A^2 + B^2)$ 【 I_{CM} 正比於 $m(A^2 + B^2)$ 】，其中 A 、 B 是長方形的長度與寬度。另外，就質量 m 的圓盤形物體而言，轉動慣量 I_{CM} 為： $I_{CM} = \frac{1}{2}mR^2$ ，其中 R 是硬幣的半徑。

(2) 當轉軸 O 不在質心位置 C 時，物體的轉動慣量 I 為： $I = I_{CM} + mh^2$ ，其中 h 是物體質心與轉軸的距離。

(c) 當有轉動慣量 I_1 與 I_2 的兩個物體構成一**實體擺**時，此系統的轉動慣量為： $I = I_1 + I_2$



4. 等效單擺擺長：當**實體擺**的所有質量集中於特定位置(或稱為“**擺動點 S**”)時，其擺動週期與相同質量的單擺相同；此時**擺動點 S** 與懸掛點 O 之間的距離稱為等效單擺的擺長。

第一部份：測量物體的重心位置 (10 分)

【題目】

- (1) 請計算 B4 長方形厚紙板的質量。(5 分)
 (2) 請設計實驗並標明 B4 長方形厚紙板的重心位置(厚紙板與答案卷一併繳交)。(5 分)

第二部份：記錄不同懸掛點的擺動週期(50 分)

【題目】

- (1) 請利用給定之器材與第一部份的實驗結果設計實驗，測量長方形厚紙板在 3 個不同懸掛點位置(孔洞 A、B、C)的擺動週期 T ，每個週期的測定至少要重複操作 3 次，並測量孔洞與厚紙板重心之間的距離 h 。(15 分)【注意：1. 擺動角度愈小，所得愈精確。2. 擺懸於支架上，需要垂直放置穩固，免生移動。3. 以碼錶測量擺動適當次數(10 次)後的平均週期較為精確。】
 (2) 承(1)，請使用方格紙畫出 $T^2 \times h$ (y-軸)和 h^2 (x-軸)的數據關係圖(方格紙與答案卷一併繳交)；並利用此關係圖找出實驗所在地的重力加速度 (g) 的大小，以及長方形厚紙板的質心轉動慣量 (I_{CM})。(20 分)
 (3) 承(2)，分別決定對應於不同懸掛點位置(孔洞 A、B、C)的等效單擺擺長(L)。(10 分)
 (4) 如將長方形厚紙板改為同尺寸、質量均勻但密度較大的長方形金屬板，則預期在相同懸掛點位置的擺動週期 T 的大小應如何變化?[變大、變小或不變]其原因為何?(5 分)

第三部份：由擺動週期獲得硬幣質量大小 (40 分)

【題目】

- (1) 將十元硬幣黏貼於長方形厚紙板的 P 點位置，請設計實驗並標明長方形厚紙板的重心位置(厚紙板與答案卷一併繳交)。(5 分)
 (2) 承(1)，設計實驗，測量長方形厚紙板在 3 個不同懸掛點位置(孔洞 A、B、C)的擺動週期 T ，每個週期的測定至少要重複操作 3 次，並測量孔洞與厚紙板重心之間的距離 h 。(15 分)
 (3) 承(2)，請使用方格紙作圖(方格紙與答案卷一併繳交)，經由數據分析，以及結合第二部份的實驗結果，說明並計算出十元硬幣的質量大小。(20 分)