101 學年度高級中學自然學科競賽高雄區複賽物理實驗二參考解：

【實驗設計】

真實物體構成之複擺，必須考慮各質點在週期運動之貢獻，因此複擺的週期 $T=2\pi\sqrt{\dfrac{(h^2+k^2)}{g|h|}}$ 式中之 h 以支點至複擺質心的距離來處理。想由複擺來找出重力加速度 g，只要把長木條懸掛起來作小角度的擺動，測量出各種 h 值所對應的週期 T 值。

週期公式轉換成

$$T^2=4\pi^2\frac{h^2+k^2}{g|h|}\quad\Rightarrow g|h|T^2=4\pi^2h^2+4\pi^2k^2\quad\Rightarrow 4\pi^2h^2=g|h|T^2-4\pi^2k^2$$

如此實驗操作時 h 皆為正值，因此只要把量得之 data 選擇 hT^2 與 $4\pi^2h^2$ 為兩軸作成關係圖，由其線性關係找出 $y=a+bx$ 型式之關係式，與前式對照得 $-\dfrac{a}{4\pi^2}$ 為 k^2，b 即為實驗所得之重力加速度 g。

【實驗步驟】

1. 支架橫桿調整固定至比木條長度還高的位置，小刀刀口朝上固定於其上。
2. 取一根美術圖釘插入木條後，將釘軸置放於小刀刀口上，讓木條小幅度擺動形成複擺。若擺動次數過少立即停止，於木條下方固定一長尾夾之類的重物，使其成為多次擺動不立即停止的複擺。
3. 取下圖釘將複擺以棉線輔助吊掛找出複擺質心位置後，測量其週期 T 與支點至複擺質心的距離 h。
4. 將美術圖釘改換至木條上各個不同位置作複擺之週期運動，量測其轉軸距質心之距離 h 與週期 T。
5. 以 hT^2 與 $4\pi^2h^2$ 為兩軸作圖，找出線性關係式。
6. 關係式之斜率即為重力加速度 g，截距除以($-4\pi^2$)即為 k^2。

【數據記錄】

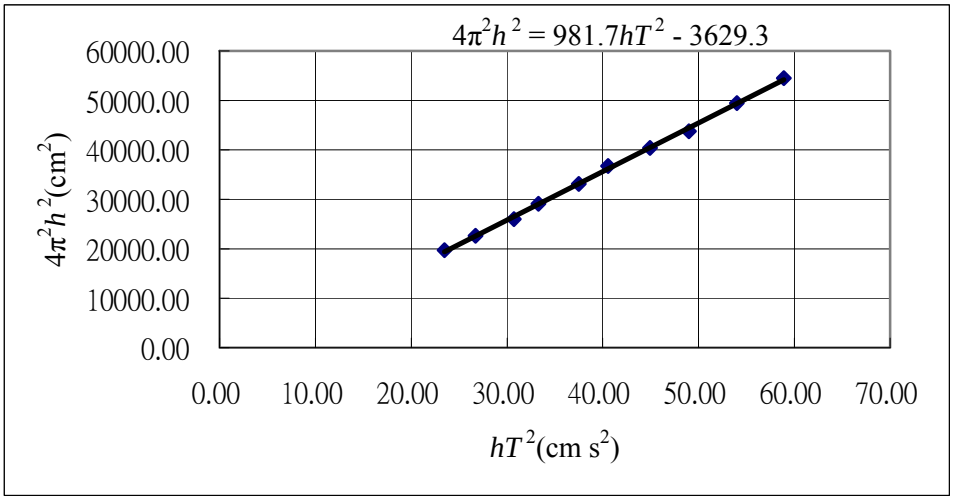
懸掛點	h(cm)	$10T$(s)	T(s)
A	37.15	12.59	1.259
B	33.30	12.13	1.213
C	30.50	11.53	1.153
D	27.15	11.07	1.107
E	23.95	10.56	1.056
F	35.40	12.35	1.235

G	32.00	11.85	1.185
H	28.95	11.38	1.138
I	25.65	10.94	1.094
J	22.35	10.25	1.025

【作圖】

懸掛點	h^2 (cm^2)	hT^2(cm s^2)	$4\pi^2h^2$ (cm^2)
A	1380.12	58.89	54485.05
B	1108.89	49.00	43777.22
C	930.25	40.55	36724.80
D	737.12	33.27	29100.43
E	573.60	26.71	22644.92
F	1253.16	53.99	49472.77
G	1024.00	44.94	40425.90
H	838.10	37.49	33086.96
I	657.92	30.70	25973.74
J	499.52	23.48	19720.36

以 hT^2 與 $4\pi^2h^2$ 為兩軸作圖結果如圖所示，呈線性關係。



【計算結果及討論】

作圖算得之直線方程式為 $4\pi^2h^2$ =981.7 hT^2-3629.3

故

(一) 重力加速度 g 為方程式斜率值，即 g=981.7(cm/s^2)

(二) 由方程式截距值除以(-4π^2)得 k^2=91.93(cm^2)，為轉動慣量除以質量。

(三) 本實驗可能的誤差原因及克服的方法為：

(1) 複擺擺動時會晃動，操作時將支架固定勿搖晃。

(2) 避免不必要的摩擦發生，使複擺真正繞一個點在轉動。

(3) 複擺週期時間並不長，按碼表之反應時間造成誤差。操作時善用多個測量或多次測量求平均值來減少誤差。

(4) 質心至支點距離錯誤，確實找出複擺之質心位置。