

擺！擺！擺！真有趣

初小組物理科第一名

臺北縣板橋市國光國民小學

作者：陳怡璇 等五人

指導教師：陳彥智、林俊輝

一、研究動機

轟隆、轟隆地震了，搖來搖去的，好像坐搖椅一樣，突然我發現，客廳和廚房裏的吊燈搖擺不停。地震過後，客廳的吊燈搖了幾下就停止了，廚房的吊燈還搖擺不停，我覺得很奇怪，同樣的地震到底是什麼原因使它們搖擺停止的時間不一樣呢？如果能夠找出原因；便能夠設計出使天花板上的吊燈搖擺減到最短時間的方法，這樣它們就比較不會損壞，也不會從天花板上掉下來了。我對這個問題感到很有興趣，就找了幾位有興趣的同學請老師指導，一起研究。

二、研究問題

- (一)擺長的長短會影響單擺擺動的時間嗎？
- (二)不同質料的擺繩會影響單擺擺動的時間嗎？
- (三)擺錘的重量會影響單擺擺動的時間嗎？
- (四)不同質料的擺錘會影響雙擺繩單擺擺動的時間嗎？
- (五)擺錘的長短會影響單擺擺動的時間嗎？
- (六)擺繩的數量會影響單擺擺動的時間嗎？
- (七)雙擺繩添加橫桿連接會影響單擺擺動的時間嗎？
- (八)雙擺繩的位置會影響單擺擺動的時間嗎？
- (九)雙擺繩的排列形狀會影響單擺擺動的時間嗎？

三、研究設備器材

- (一)各種不同質料的繩子

(二)不同質料的塑膠管、鐵管、鉛筆、鈕扣、竹筷、磁鐵棒。

(三)碼表、秤、兩個自製實驗木架。

(四)我們使用的材料：

編號	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.
實物	紅膠繩	黑圓膠條	黑方膠條	灰紋膠條	綠膠管	土黃膠管	白圓膠管	橙膠條	塑膠管	鉛筆	塑膠棒	紫棉線	白棉線(細)	白棉線(組)	紅扣子3公分(直徑)	紅扣子25公分	土黃扣子2公分	圓鐵棒15公分	圓鐵棒52公分

四、研究過程

問題(一)：擺長的長短會影響單擺擺動的時間嗎？

實驗(一)：研究方法

將同樣的綿繩剪成 20 公分

、30 公分、40 公分、50

公分、60 公分，分五種長

度再各綁上17號鈕扣，吊在

實驗木架上，用夾子夾住

使整條綿繩向上提高45度

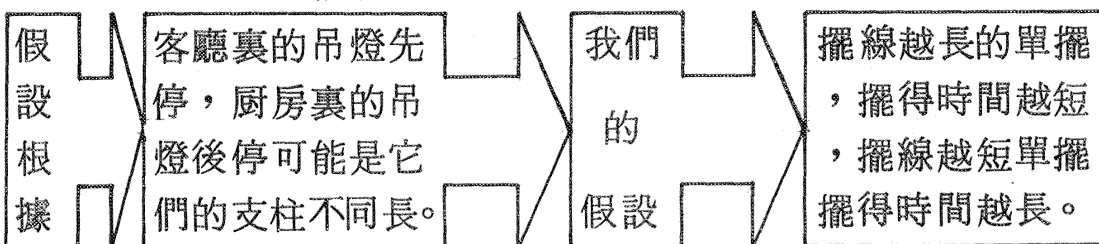
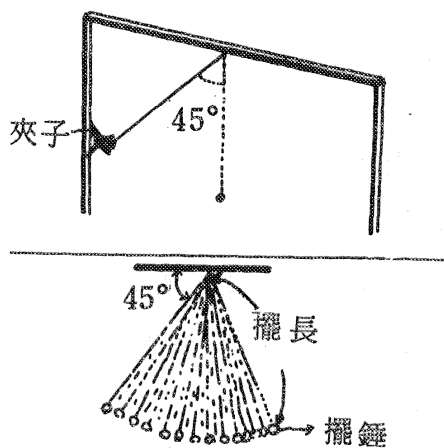
(用量角器量)，然後放

開夾子用碼表測量鈕扣擺

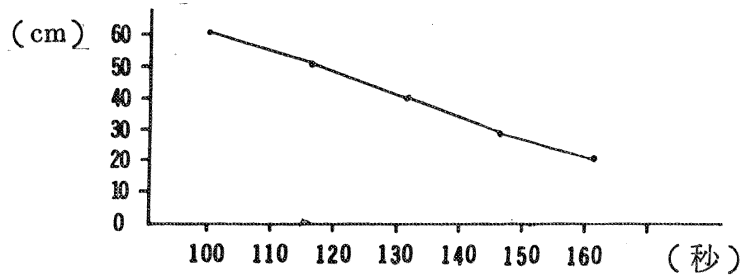
動的時間(開始擺動到停

止)，如次連續做五次，再換不同擺長的單擺(每次只測

量一個單擺)。



擺長的長短影響單擺擺動時間統計圖



結果：1. 我們發現擺長20公分的單擺雖然擺得速度最快，但擺的時間較長，擺長60公分的單擺擺的速度最慢，但擺的時間較短。

2. 每相鄰的兩組平均數的相差，平均為15秒。

我們的發現：擺長每增加10公分，時間平均減少15秒。

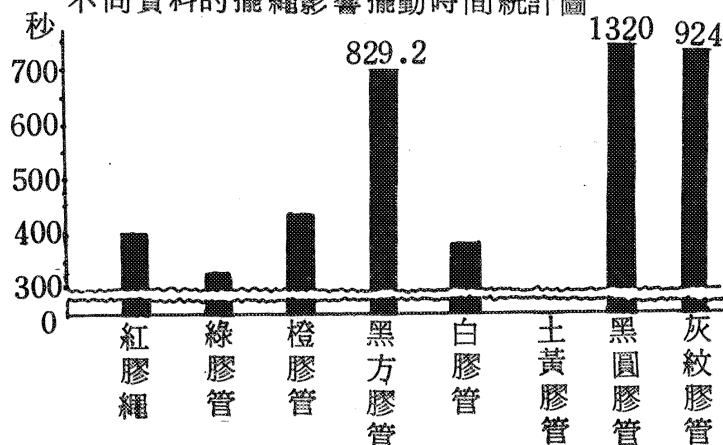
由上面的發現，我們也可以預測出其他不同擺長的擺動時間，如10公分的擺長，其擺動的時間為 $160.4 + 15 = 175.4$ (秒)，如擺長70公分，其擺動時間為 $100.2 - 15 = 85.2$ (秒)。

問題(二)：不同質料的擺繩會影響單擺擺動的時間嗎？

實驗(二)：研究方法

1. 選用8種不同質料的繩子各78公分當擺繩。
2. 選用100克的砝碼當擺錘。
3. 每組擺繩掛上砝碼後測量伸長為多少公分。以比較各種繩子的延展性(以78公分為基準)。
4. 測量方法與前實驗相同。

不同質料的擺繩影響擺動時間統計圖

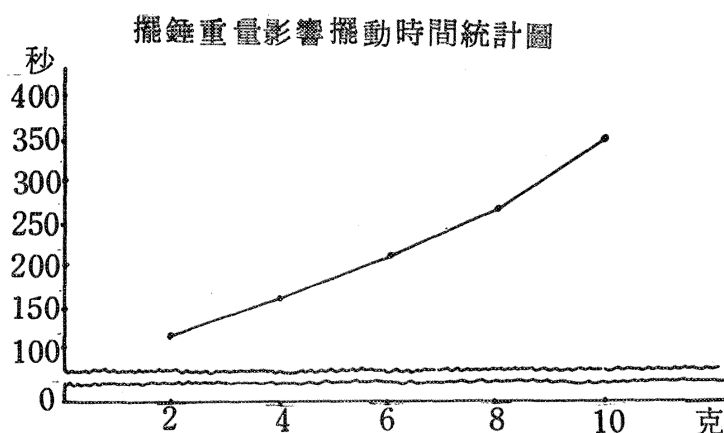


- 結果：1.我們發現有延展性的擺繩擺動的時間較長，甚至到1320秒以上都還沒有停止，而沒有延展性的單擺擺動時間較短。
- 2.在沒有延展性的擺繩裏橙膠條45克較重擺的時間較久，綠膠管重15克較輕擺動的時間較短。
- 3.在有延展性的擺繩裏黑方膠條比黑圓膠條多延展2cm，但擺動的時間較短，經比較的結果黑圓膠條較軟，可見較硬的擺動時間較短。
- 4.在實驗的過程中發現太軟的擺繩常會撞到實驗架產生困擾，可見太軟的擺繩延展性太大不適合當擺繩。

問題(三)：擺錘的重量會影響單擺擺動的時間嗎？

實驗(三)：研究方法

- 1.選15號鈕扣，以天平稱其重量，每個重2克，設計五組。
- 2.每組增加一個鈕扣。
- 3.測量方法與實驗一相同。

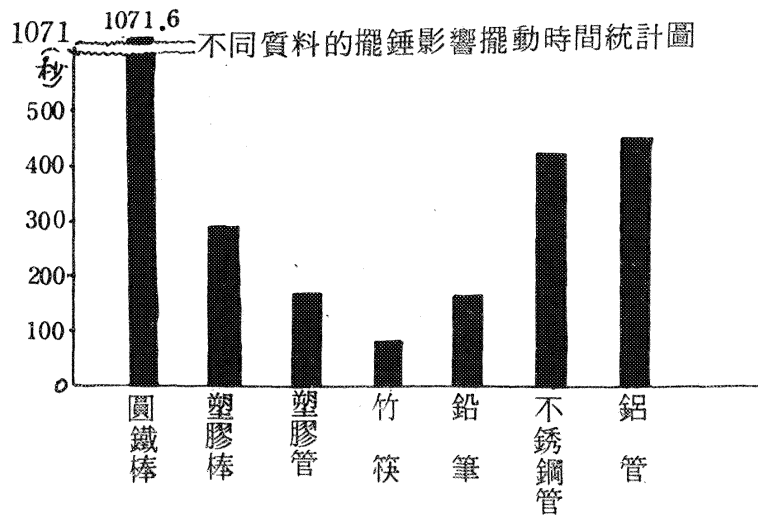


- 結果：1.我們發現擺錘的重量10克，擺動的時間較長，擺錘的重量2克，擺動的時間較短。
- 2.我們得到了擺錘越重，擺動的時間越長，越難使它停止。

問題(四)：不同質料的擺錘會影響雙擺繩單擺的擺動時間嗎？

實驗(四)：研究方法

- 1.選用19號圓鐵棒10號鉛筆11號實心塑膠棒、竹筷、不銹鋼管、塑膠管、鋁管，各15公分。

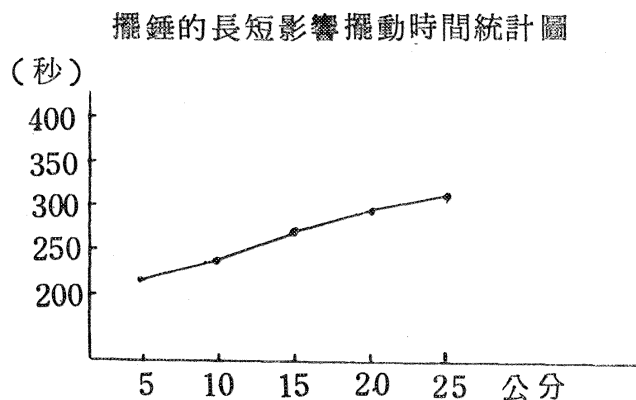


- 結果：
1. 圓鐵棒擺動的時間最長，竹筴擺動時間最短。
 2. 圓鐵棒最重 85 克，竹筴最輕只有 1 克，我們發現雙擺繩的擺和單擺繩中的擺動時間的長短都受擺重量的影響擺錘越重擺動時間越長。
 3. 不同質料的擺錘所擺動的時間和重量關係影響較大和質料的影響較小。

問題(五)：擺錘的長短會影響單擺擺動的時間嗎？

實驗(五)：實驗方法

1. 以棉線 40 cm 當擺繩。
2. 選用 11 號同質料，但不等長的實心塑膠 5 枝當擺錘。
3. 設計 5 組不同長的擺錘進行實驗，測量方法同前實驗。



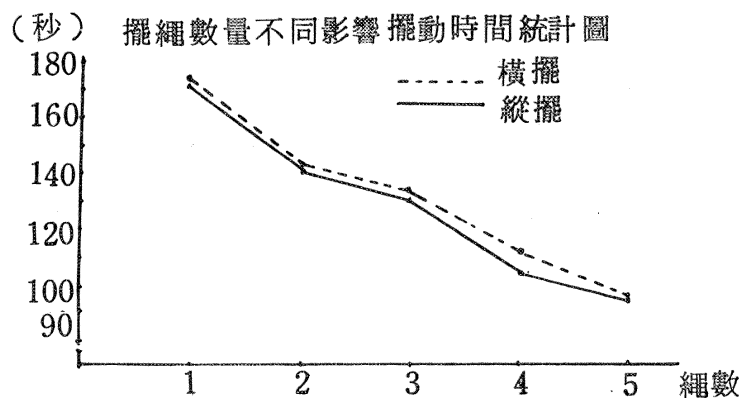
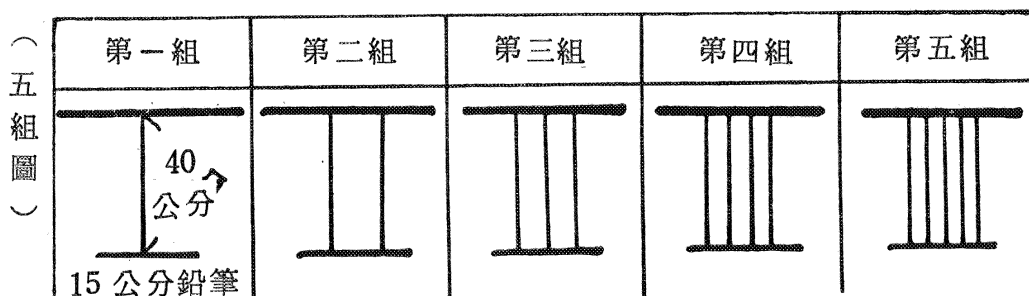
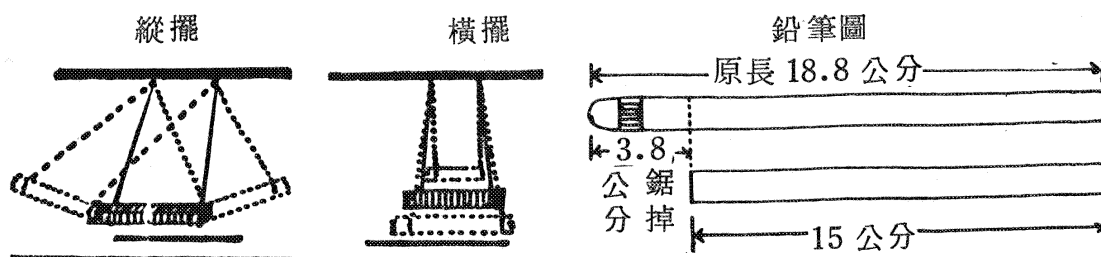
- 結果：
1. 我們發現擺錘的長短會影響單擺的擺動時間擺錘長 5 公分，擺動時間最短擺錘長 25 公分，擺動時間最長。

2. 我們得到了擺錘越短擺動時間越短，擺錘越長，擺動的時間也越長。

問題(六)：擺繩的數量會影響單擺擺動的時間嗎？

實驗(六)：實驗方法

1. 選用 40 公分長的棉線當擺繩。
2. 利用利百代 90 型鉛筆當擺錘橡皮擦一端鋸斷，使長為 15 公分。
3. 棉線由一段加至五段，設計五組（如下圖）。
4. 以實驗一的測量方法測量，並測量縱擺和橫擺所需的時間。



結果：由測量結果知道一條擺繩的單擺擺動的時間縱擺和橫擺所需的時間最長，依次為 2 條、3 條、4 條而以 5 條擺繩的單擺

擺動的時間最短，五組裏單擺的橫擺比縱擺的時間都要長一些，但相差很少。

我們的發現：

1. 擺繩的數量會影響單擺擺動的時間，擺繩的數量越少，擺的時間越長，反之，擺繩的數量越多，擺的時間就會越短。
2. 同一組單擺不管擺繩的數量多少，橫擺的時間都要比縱擺長一些。

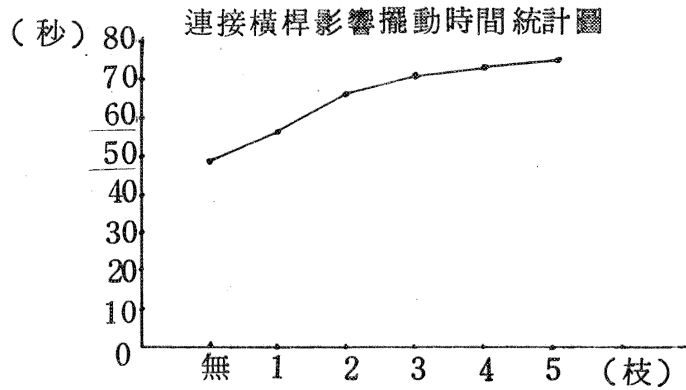
問題(七)：雙擺繩添加橫桿連接會影響單擺擺動的時間嗎？

實驗(七)：實驗方法

1. 選用 11 號的實心塑膠條 70 公分 2 枝當擺繩 30 公分 5 枝當連接橫桿。
2. 選用 19 號 52 公分長 290 克重的鐵棒當擺錘。
3. 設計 6 組橫桿添加數量不同的單擺從 0 枝 1 枝…… 5 枝平均連接進行實驗測量方法與實驗一相同。

各種設計圖形

組別	一	二	三	四	五	六
添加橫桿數	0	1	2	3	4	5
設計圖形						



- 結果：
- 1.沒加橫桿的單擺擺動的時間最短。
 - 2.加橫桿的以加一枝的擺動時間最短。
 - 3.加二枝以上依數量增多，時間漸多，加 5 枝的擺動時間最長。

我們的發現：雙擺繩中間添加連接的橫桿，會影響擺動時間，連接橫桿越多擺動時間越長。不加橫桿擺動的時間最短。

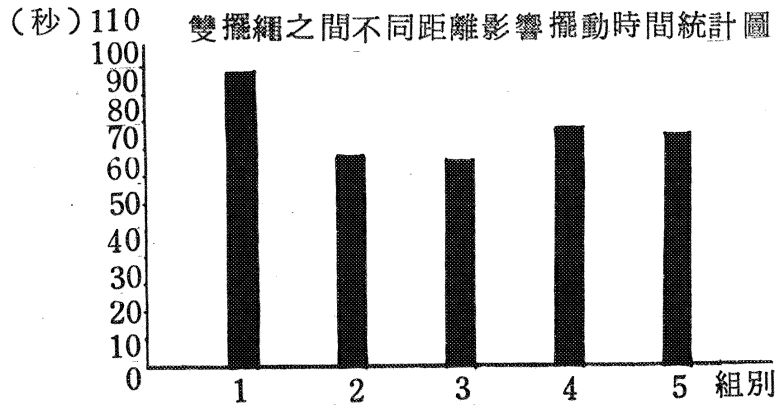
問題(八)：雙擺繩的位置會影響單擺擺動的時間嗎？

實驗(八)：實驗方法

- 1.選用棉線當擺繩，擺長每組設定為 40 公分。
- 2.選用實驗六 15 公分的鉛筆當擺錘。
- 3.把擺錘平均分成不同等份當擺繩之間的距離。
- 4.測量方法：以橫擺測量為主其餘和實驗一方法相同。

雙擺繩之間不同距離設計圖

組別	一	二	三	四	五
設計圖形					
擺長平分等份數	1	3	4	5	6
每等份長度	15 公分	5 公分	3.75 公分	3 公分	2.5 公分



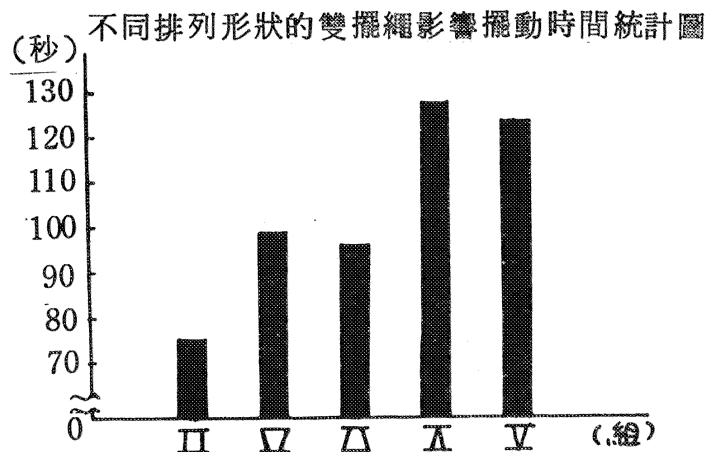
- 結果：
1. 第三組的單擺擺動時間最短第一組擺動時間最長。
 2. 如把第 2 組擺錘平分六等份和第五組比較，雖然同樣都是把擺錘平分六等份，但因第二組的擺繩位置較接近擺錘中心兩條擺繩距離較短，擺動時間較短。
 3. 第二組兩擺繩的距離比第三組短，第四組兩擺繩的距離比第五組短，但它們擺動時間都較長。
 4. 由前三點可看出單擺擺動時間的長短和兩條擺繩的距離遠近並沒有絕對的關係。但由第三組看來兩端都剩下四分之一，中間相距四分之二，這種位置時間最短。

我們發現：擺錘的重量由兩條擺繩平均分擔，把擺錘平分四等分，兩條擺繩分別在全長 $\frac{1}{4}$ 和 $\frac{3}{4}$ 的位置擺動的時間最短。

問題(九)：雙擺繩的排列形狀會影響單擺擺動的時間嗎？

實驗(九)：實驗方法

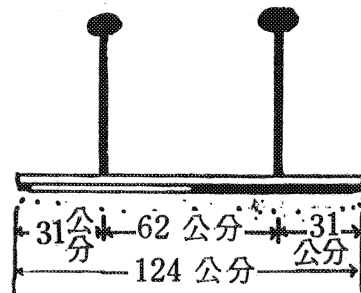
1. 選用擺繩和擺錘與實驗八同。
2. 設計五組不同排列形狀的單擺進行測量。



- 結果：1.以平行排列（Ⅱ）的單擺擺動時間最短，梯形排列 $\nabla \triangle$ 的單擺次之三角排列 $\nabla \nabla$ 的單擺擺動時間最長。
- 2.梯形排列的單擺 $\nabla \triangle$ ，兩種擺動時間相差 2.8 秒，三角形排列的單擺 $\nabla \nabla$ ，兩種擺動時間相差 5.6 秒，兩類時間相差不多。
3. ∇ 形狀的單擺擺動不太規則，有時橫著擺有時縱著擺，有時還會旋轉著擺動，慢慢的才會平穩下來。
4. ∇ 形狀的單擺剛開始一段時間擺動也不太規則，有時兩端上下搖擺，有時又旋轉擺動，漸漸的才穩定下來。

五、結果與討論

- (一)由實驗(一)明白擺長長短和單擺擺動的時間成反比，擺長越長擺動時間越短，反之擺長越短擺動時間越長。
- (二)由實驗(二)發現有延展性的擺繩和較重的擺繩及較軟的擺繩擺動時間較長，太軟的擺繩甚至到 1320 秒以上，沒延展性較輕、較硬的質料，擺動時間較短。
- (三)由實驗(三)和實驗(四)，我們發現不管是單擺繩、雙擺繩的單擺，它們擺動的時間都受擺錘重量的影響，兩種都是擺錘越重擺動時間就越長。
- (四)由實驗(五)我們發現，擺錘的長度和擺動時間成正比，擺錘越短擺動時間就越短，擺錘越長擺動時間就越長。
- (五)由實驗(六)我們知道，擺的重量是由擺繩平均分擔，所以擺繩數量越多擺動時間就越短，擺繩越少擺動時間越長。
- (六)由實驗(七)我們了解，長形擺錘雙擺繩中間添加橫桿不但不能分擔擺錘的重量，反而增加重量，橫桿加的越多擺動的時間越長。
- (七)由實驗(八)我們發現了一個有趣的現象：擺錘雖然都是用兩條擺繩，但兩條綁在不同位置卻會影響單擺擺動的時間，經我們測量把長形擺錘平均劃分成四等份，兩條擺繩分別



綁在擺錘全長的 $\frac{1}{4}$ 和 $\frac{3}{4}$ 的地方，單擺擺動的時間就越短，爲了明白教室裏的日光燈兩根鐵管支柱位置是否正確，我們實際測量教室日光燈的燈罩全長是 124 公分，而兩根鐵管的距離燈罩兩端都是 31 公分，經我們的計算 $124 \div 4 = 31$ ，我們高興得跳了起來，因爲日光燈兩根鐵管支柱的位置正好在燈罩全長的 $\frac{1}{4}$ 和 $\frac{3}{4}$ 位置。

(八)由實驗我們也發現，長形擺錘兩條擺繩的排列形狀以 Π 形的單擺擺動時間最短。

六、參考資料

- (一)不朽的科學家（物理學篇），洪建全教育文化基金會，23，24 頁。
- (二)圖解偉人傳記（④伽利略），金橋出版社，32～39 頁。
- (三)偉大的物理學家（伽利略篇），圖文出版社。
- (四)科學圖書館 24（時間），圖文出版社，12～17 頁。
- (五)國民中學物理第一冊，國立編譯館，13～19 頁。
- (六)國小自然科學四下，國立編譯館，10～12 頁。

評 語

本件作品對於變因的掌握，相當正確，對問題的分析也有獨到見解，相當可貴難得。