

萬有引力實驗器教具的製作及其研究

國中組物理科第一名

高雄縣阿蓮國中

作者：陳志鴻

指導教師：石天財、李 暄

一、研究動機

牛頓發現萬有引力，對大宇宙的星際關係作了合理的描述，偉大成就，令人仰慕。

但是平常除了“蘋果落下”是一個簡單的證據外，其他的實驗都不是我們國中生所能看見的，所以我們希望看見物體間的直接萬有引力，而不要把地球重力扯進來。

二、研究目的

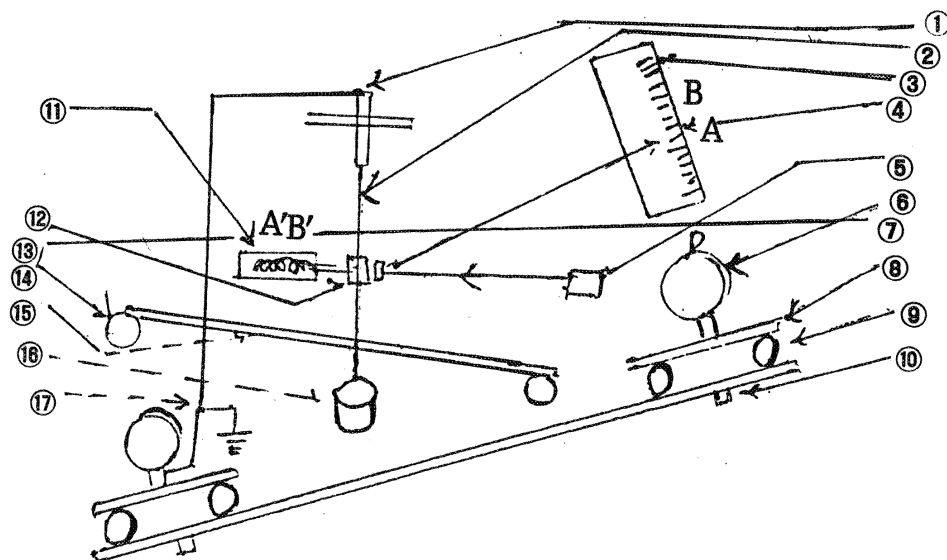
- (一)主要目的：製作一具簡單的萬有引力實驗器，而不是地球重力現象的結果。
- (二)次要目的：求出粗略的近似萬有引力常數。

三、研究設備器材

(一)右圖為全機示意圖：

1. ⑩為平衡彈簧可穩定扭擺，並可確定扭擺彈簧一所受力的量值，用以測定萬有引力的量值。
2. ⑭也是使扭擺穩定，且有浸在液體中，作為阻尼外力。
3. ⑫圓板即 m ，貼在鋁桿的兩端。材質為非磁性物質。
4. ⑥圓板即 M ，銅製。
5. ⑦滑車，可作前後之移動。
6. ⑤雷射光點的移動可知扭轉的距離。

7.15 消除靜電夾，可使異名電中和再與地線或人體相接，使同名電消除。



四、研究過程及方法

- (一) 等待扭擺穩定後，記下雷射光點在標尺上的位置，拉動平衡彈簧使其伸長 2.0 mm 即施力為 $200mgw$ ，同時計時等扭擺穩定後，記下雷射光點的位置。代入 $U = \frac{200mgw}{A B m m}$ 就可求得扭轉力了。
- (二) 萬有引力的常數操作步驟：

1. 先讓扭擺穩定，在標尺上找出零點後，移動 M 靠近 m ，不使 M 、 m 接觸。
2. 再在標尺上找出雷射光點，看它最小值，即零點數減最小值再乘扭轉力即可知 M 、 m 之間的力有多少，同時要記錄 M 、 m 之間的距離，再代入 $G = \frac{F \times r^2}{m \cdot M}$ 即可求出粗略近似的萬有引力常數。

五、實驗結果

- (一) 如果我們把 $r = M$ 、 m 之間距離再加上圓板的半徑話，實驗結果如下圖：

表(一)

的距離	M 數	AB ₁ 或AB ₂	G 值 $\text{Nt} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$
0.004 公 尺	1 個M	3 mm	2.66×10^{-9}
	2 個M	5 mm	2.22×10^{-9}
0.002 公 尺	1 個M	12 mm	8.95×10^{-9}
	2 個M	23 mm	8.57×10^{-9}

(二)如果把 r 等於 M、m 之間的距離話，實驗結果如下：

表 (二)

距 離	M 數	AB ₁ 或AB ₂	G 值 $\text{Nt} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$
0.004 公 尺	1 個 M	3 mm	7.39×10^{-11}
	2 個 M	5 mm	6.16×10^{-11}
0.002 公 尺	1 個 M	12 mm	7.39×10^{-11}
	2 個 M	23 mm	7.08×10^{-11}

六、討 論

(一)以表(一)的結果與標準值 $G=6.67 \times 10^{-11} \text{Nt} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$ 比較誤差在 100 倍以上，檢討其誤差的原因，有：

1. 視覺上的誤差，平衡彈簧，標尺上的雷射光點。
2. 極微弱的地震（包括天然與人為的）會造成扭擺的非控制擺動，也會造成誤差。
3. 靜電力則不可能造成誤差。

(二)如果以表(二)中的結果來討論的話，即非常接近標準值。

(三)表(1)中的 $\overline{AB_1}$ 與 $\overline{AB_2}$ 的操縱變因是質量改為 2 倍，而其吸引力也接近 2 倍，如果以 M、m 的距離來操縱的話，其實驗結果為距離的平方倒數。

七、結 論

(一)本實驗的教具可以直接表現出萬有引力的存在及計算出粗略近似的 G 值來。

(二)本研究的定量雖然有很大的誤差，但是如果能夠把物體的表面當

作很多質心的結果，而以兩個圓板金屬的對立平面距離作為 $G = \frac{F r^2}{M m}$ 中的 r ，則 G 值的誤差就很少。

(三)可以表現出質量增加為 2 倍時，其引力也接近增加 2 倍。

(四)可以表現出兩物體間的距離增加為 2 倍時，其引力接近變成 2 的平方倒數倍。

評 語

- 1.實驗儀器：設計精良—雖然扭擺觀念不難瞭解，但是實作所需之物理與技術涵蓋甚寬，作者均能一一克服困難，並取得相當可靠之數據。
- 2.部分實驗內容已超過國中生之程度，故其數據雖然正確，可惜解釋嫌欠圓滿。（用質點來解釋平板間之引力）。