

嘉義縣第 53 屆國民中小學科學展覽會 作品說明書

科 別：物理

組 別：國中組

作品名稱：高空彈跳勁不勁

關鍵詞：高空彈跳、橡皮筋、預測

編號：

高空彈跳勁不勁

摘要

利用橡皮筋做高空彈跳深度預測是可行的；選擇的理論基礎是利用動能與伸長量的線性關係預測較虎克定律適合。不同的高空彈跳重量對橫向增加之橡皮筋數的實驗結果，橫向橡皮筋數越少，越容易超過彈性限度而預測失準；橫向橡皮筋越多，不同重量對伸長量的折線圖所夾的角度越小，折線越有疊合之趨勢，越不會超過彈性限度，預測彈跳深度精準度提高，預測的彈跳重量也可增加，足以做高空彈跳之參考。

壹、研究動機

我們經常在電視節目中看到國內外有人利用山谷、橋樑和高樓進行高空彈跳活動，非常刺激有趣；也看見有人彈跳精準到以手的觸底反彈，這除了要有高超的技巧和膽識之外，也要有精密測量和計算，於是吸引了我們用橡皮筋去模擬高空彈跳，進而如何以物理計量去預測高空彈跳的可行性。

貳、研究目的

利用橡皮筋，寶特瓶當材料，並以課堂上學過的虎克定律和動能對不同數量的橡皮筋彈跳後之伸長量的關聯性，嘗試找出規律性。並能預測高空彈跳之彈跳深度。

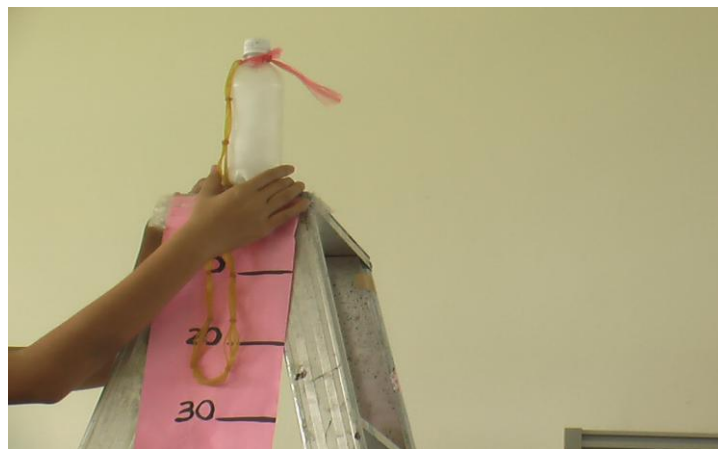
參、研究設備及器材

- 一、橡皮筋(大):四兩裝，共十包
- 二、彈簧秤:一隻
- 三、:寶特瓶(500ml)
- 四、A 字梯:8 呎高
- 五、伸縮尺:一隻

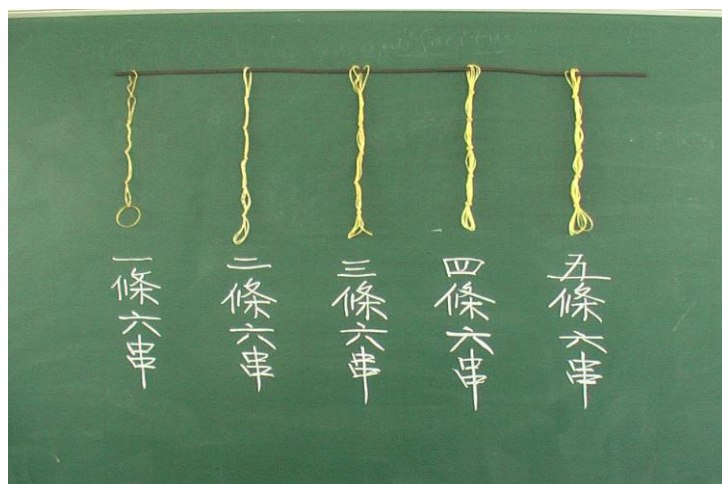
肆、研究過程與方法:

- 一、橡皮筋逐條以彈簧秤檢測，淘汰太粗、太細、太長、太短之橡皮筋，使橡皮筋規格儘量一致。
- 二、準備寶特瓶裝水，使總重量為 150g、300g 及 450g，模擬彈跳的人不同的重量，並將寶特瓶冰凍結冰，避免實驗過程中水的晃動，干擾測量的準確性。
- 三、將橡皮筋綁在瓶口，立於 A 字梯上(如圖一)作為高空彈跳實驗的進行。
- 四、每一不同重量之寶特瓶依橡皮筋數單條三串、兩條三串、三條三串、四條三串、五條三串，記錄每次增加三串至 12 串為止。(如圖二)每次實驗重複三次取平均值，記錄原長(L_0)，全長(L_n)，伸長量(ΔL_n)及動能。

圖一 利用 A 字梯做高空彈跳的實驗裝置



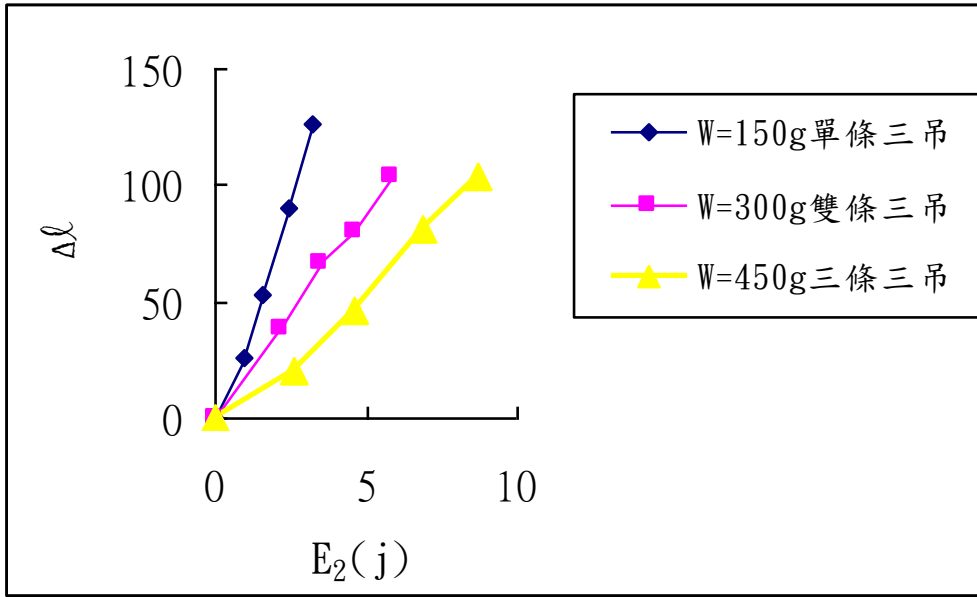
圖二 利用橡皮筋做不同粗細的串接方式



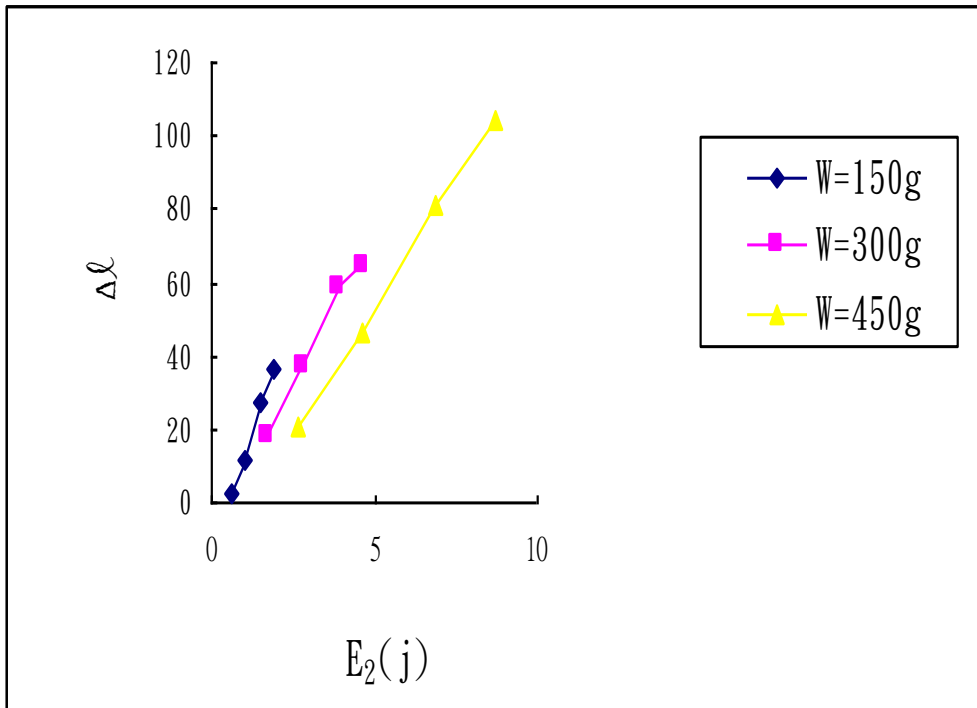
伍.研究結果:

實驗採用寶特瓶含水重量 150g, 300g 和 450g 等三組分別以橡皮筋單條至十二串, 雙條至十二串及三條至十二串(如圖二)進行, 亦即重量加倍時, 所串接之橡皮筋亦加粗, 結果座標圖上之折線略呈直線, 但三條折線並未重疊, 而略呈 12 度和 18 度之夾角, 150g 只用單條橡皮筋, 會隨串接橡皮筋數量增加而平均伸長量, 在 300g 和 450g 兩組, 則不因重量增加, 橡皮筋加量而增加平均伸長量, 這表示單條橡皮筋過於單薄, 且有超過彈性限度, 300g 和 450g 則因橡皮筋增加而比較不會超過彈性限度, 所以高空彈跳時要確保高度預測之準確性, 橡皮筋的數量應足夠, 一方面安全性增加, 另一方面預測準確性會增加。

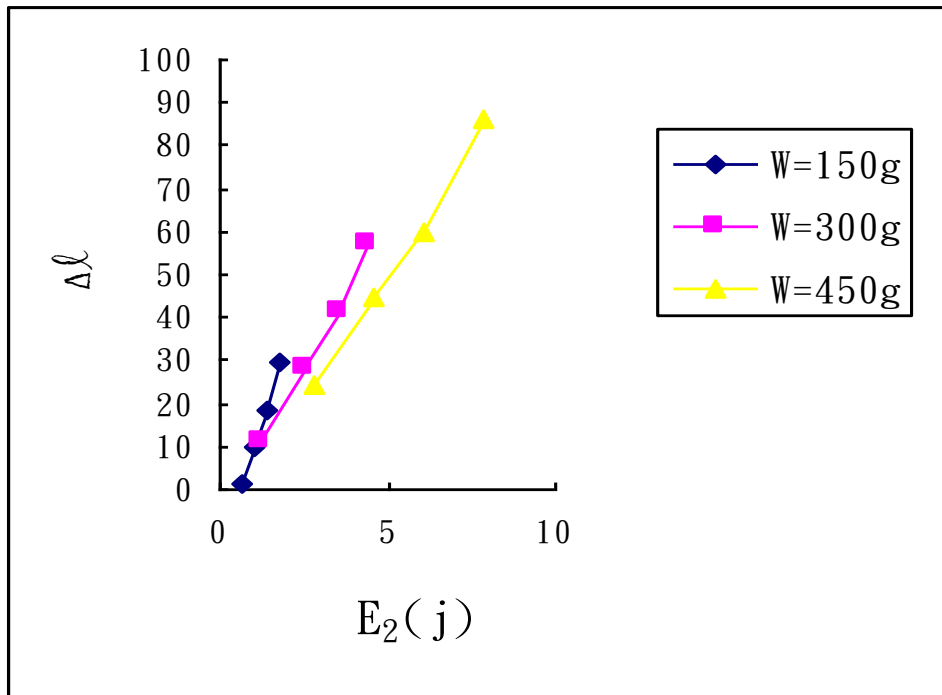
而 150g, 300g 和 450g 的寶特瓶均使用橫向的較多橡皮筋的三條串接(圖二)及四條串接實驗(圖五)結果頗為一致, 其結果接近直線關係, 圖三座標圖顯現之三組實驗的折現夾角由 30 度, 大幅縮減為圖四的 15 度和圖五的 12 度, 這表示當橡皮筋橫向增加時, 三組實驗處的折線夾角逐漸縮小, 而趨於疊合的現象, 所以要做更大重量的彈跳深度預測, 是可行的。



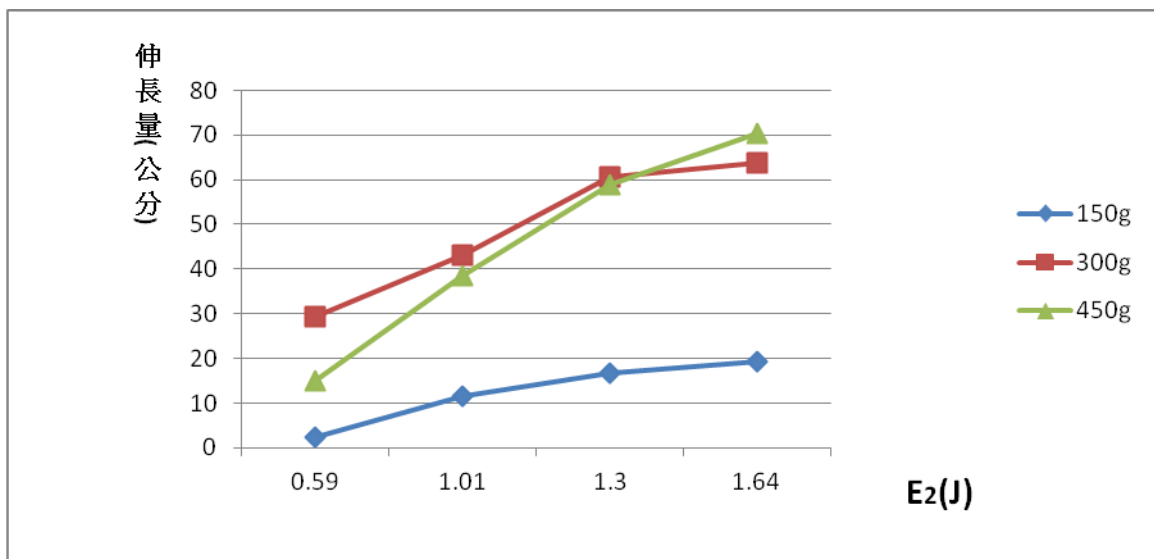
圖三 不同高空彈跳重量分別對橡皮筋單條串接、雙條串接及三條串接之動能(E_2)與伸長量折線圖



圖四 不同高空彈跳重量對三條串接之動能(E_2)與伸長量折線圖



圖五 不同高空彈跳重量對四條串接之動能(E_2)與伸長量折線圖



圖六 不同高空彈跳重量對五條串接之動能(E_2)與伸長量折線圖

陸.討論

使用有彈性的橡皮筋，應該使用虎克定律 $F=KX$ 予以探討。然而使用保特瓶做高空彈跳墜落的實驗，當寶特瓶墜落時產生的不只是外力，而是動能。虎克定律中的外力和伸長量的比值是一定 K 值，所以捨去虎克定律，改嘗試用動能 E 和伸長量 ΔL 來探討。

當橡皮筋數量增加至五條三串，實驗各組 150g，300g，450g 所呈現的折線圖之間夾角更小，而且趨向於平行，這樣對於高空彈跳之深度預測不再侷限於夾角範圍的預測，而是接近於線性關係，當橡皮筋增加至五條 12 串時，300g 和 450g 兩組之伸長量會趨緩縮小(圖六)，這顯示橡皮筋橫向增加而且串接數越多，伸長量會趨緩，呈現折線關係，也就是在預測高空彈跳時，橡皮筋橫向增加和縱向增加串接數，均可使預測深度趨緩，而增加高空彈跳的安全性，而預測的準確性也可增加。

柒.結論

由本項實驗的結果可以推知高空彈跳的深度預測較不適合用虎克定律探究；使用不同重量寶特瓶來探究，使得結果呈現多樣而不同斜率的折線圖；實驗結果經墜落深度計算動能，可得到動能與伸長量之折線圖接近線性關係。這表示使用動能預測彈跳之深度預測是可行的，而且隨著橡皮筋的橫向增加，對不同重量的保特瓶產生的動能及伸長量的折線圖不僅趨向直線而且夾角變小，而呈現疊合之趨勢，所以高空彈跳的深度預測比較重要的是橡皮筋數的橫向增加。

捌.參考資料及其他

余秀麗者(2005)。國三學生的重力初始概念。《科學教育學刊(第 13 期)》

姚珩著(1998)。《物理學的基礎—力學》。台灣書店。

蔡坤憲譯(2001)。《觀念物理》。天下遠見出版股份有限公司。