

屏東縣第64屆全縣國民中小學科學展覽會

科 別：物理

組 別：國小組

作品名稱：伸縮自如彈簧君

關 鍵 詞：虎克定律、彈簧、彈性常數（最多三個）

編 號：A2010

摘要

壹、前言

一、研究動機

在日常生活中，我們常常遇到與彈簧有關的物品，例如各種玩具、車輛的避震系統、家具的彈簧等等，雖然外表看不出來，但彈簧的功能在其中卻是不可替代的。儘管彈簧看起來可能很簡單，但它們背後的物理原理卻非常複雜且值得深入探討。上課的時候，我們學到了彈簧的伸長量具有規律性，但實驗的時間與器材有限，我想知道如果是不同的彈簧，實驗結果會怎麼樣？我想要了解更多彈簧背後的原理。對我們來說，虎克定律不僅是一個學術上的概念，更是一個可以在日常生活中觀察到的現象。我想要知道為什麼當我們拉伸彈簧時，會產生一個與拉伸程度成正比的彈性力，以及這個彈性力是如何與彈簧的彈性限度相關聯的。翰林自然-六下第一單元活動二-力的測量、康軒自然-五下第一單元活動二-如何知道力的大小

二、研究目的

- (一) 探索虎克定律的原理，並了解其在彈簧中的應用。
- (二) 探討不同粗細彈簧在受力時的伸長量。
- (三) 探討不同粗細的鉛線所製作的彈簧，受力時伸長量的不同。
- (四) 提出結論，對於彈簧的選擇與應用提出建議。

三、文獻回顧

虎克定律告訴我們，當我們對固體材料施加力量時，它會產生壓縮或拉伸，這叫做變形。這個定律說明了壓力（受到的力量）和變形量（材料變形的程度）之間的關係是成比例的。舉例來說，彈簧就是一個好例子，因為當你拉長或壓縮彈簧時，它會伸展或縮短，這就是一種簡單的變形。當我們對彈簧施加的力量在它的彈性範圍內時，這個力量的大小會影響彈簧的變形程度。虎克定律就是用來描述彈簧的彈力（彈簧的反作用力）和彈簧的變形量之間的關係的。

當彈簧的形變不大時，大多數彈簧都遵循虎克定律，這個定律可以用數學公式表示為 $F=-kx$ ，其中 F 是彈簧所受到的力，單位是牛頓 (N)， x 是彈簧的伸長量或壓縮量，單位是公尺 (m)，而係數 k 就是彈性常數，單位是牛頓除以米 (N/m)。彈性常數和彈簧的材質特性有關，它代表了彈簧抵抗形變的能力。

要測量一個彈簧的彈性常數並不難。首先，將彈簧垂直地掛起來，量測此時的彈簧長度，這個長度被定義為原始長度 L_0 (未拉伸的長度)。然後，在彈簧的下端掛上一個已知重量的砝碼，等待系統穩定後，再次量測彈簧的長度。將這個新的長度 L 減去原始長度 L_0 ，這就是在虎克定律中的 x 。最後，將砝碼的重量除以 x ，就可以得到彈性常數的估計值。為了更準確，可以進行多次測量並增加砝碼的重量，重複上述步驟。這樣應該可以得到近似線性的關係，彈簧的彈性常數就是線性關係的斜率，這樣可以得到較準確的彈性常數。

貳、研究設備及器材

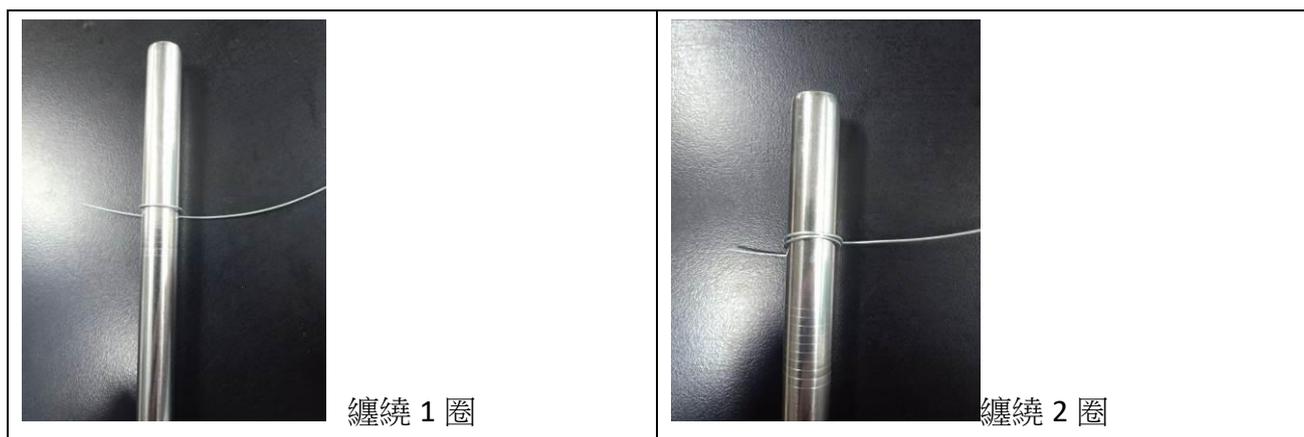
			
支撐架	40 公分長尺	平口鉗	不鏽鋼吸管(細)
			
不鏽鋼吸管(粗)	20g 砝碼	10g 砝碼	自然課 實驗彈簧

			
彈簧秤	大拉力彈簧	中拉力彈簧	小拉力彈簧
			
22 號鉛線	20 號鉛線	18 號鉛線	

參、研究過程或方法

一、研究方法

(一)自製彈簧：使用 18 號、20 號、22 號的鉛線纏繞 20 圈製作彈簧，以鉛線頭尾都在桌面上時為一圈。



(二)將自然課實驗彈簧量好原長度後，置於支撐架上，並掛上砝碼或以彈簧秤拉伸彈簧，依序紀錄伸長量變化。

(三) 將自製彈簧(18 號粗彈簧、20 號粗彈簧、22 號粗彈簧、18 號細彈簧、20 號細彈簧、22 號細彈簧)分別量好原長度後，置於支撐架上，把支撐下平放置桌邊，使用彈簧秤拉伸彈簧，

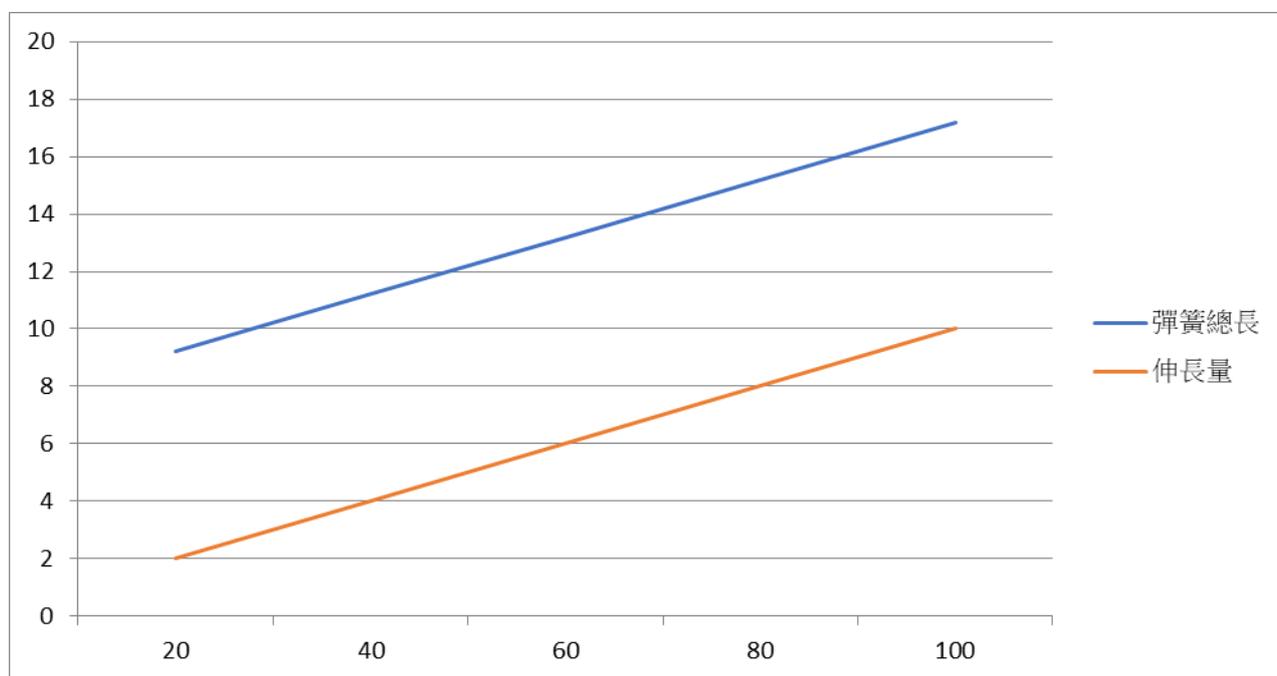
依序紀錄伸長量變化。

(四) 將市售彈簧(大拉力彈簧、中拉力彈簧、小拉力彈簧)分別量好原長度後，置於支撐架上，把支撐下平放置桌邊，使用彈簧秤拉伸彈簧，依序紀錄伸長量變化。

肆、研究結果

一、使用自然課的實驗彈簧與砝碼進行實驗

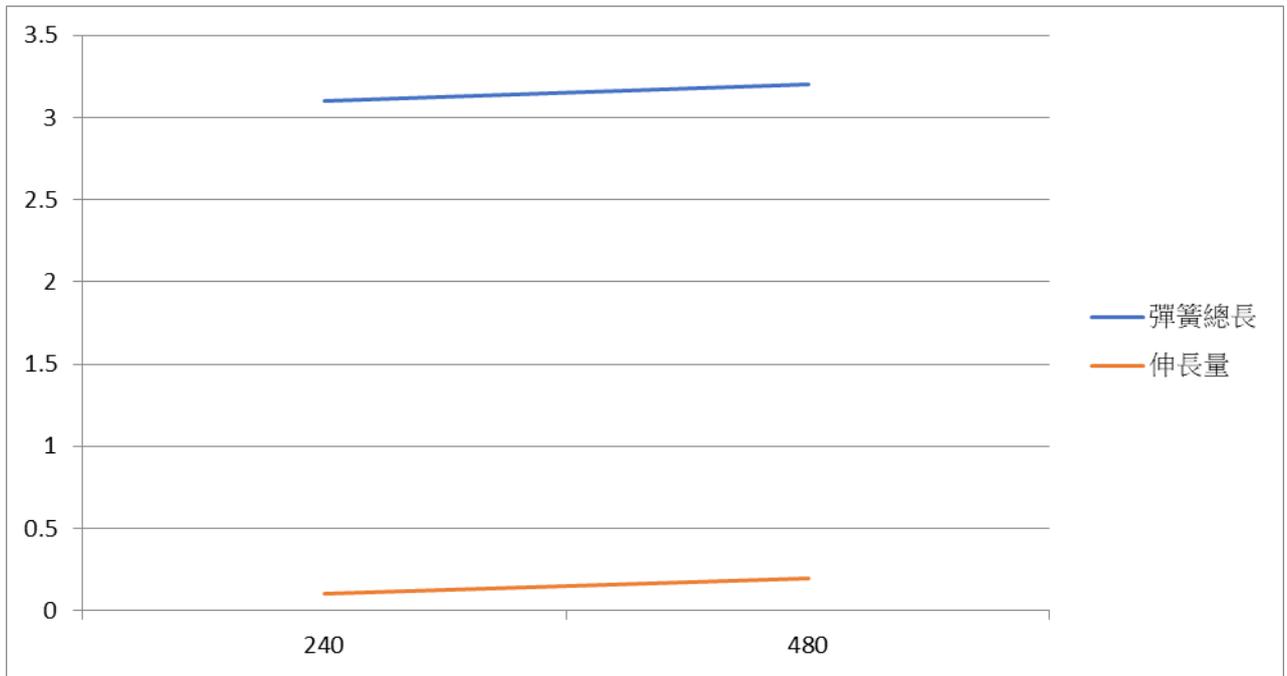
	20g	40g	60g	80g	100g
彈簧總長(cm)	9.2	11.2	13.2	15.2	17.2
伸長量(cm)	2	4	6	8	10



二、使用自製的彈簧與彈簧秤進行實驗

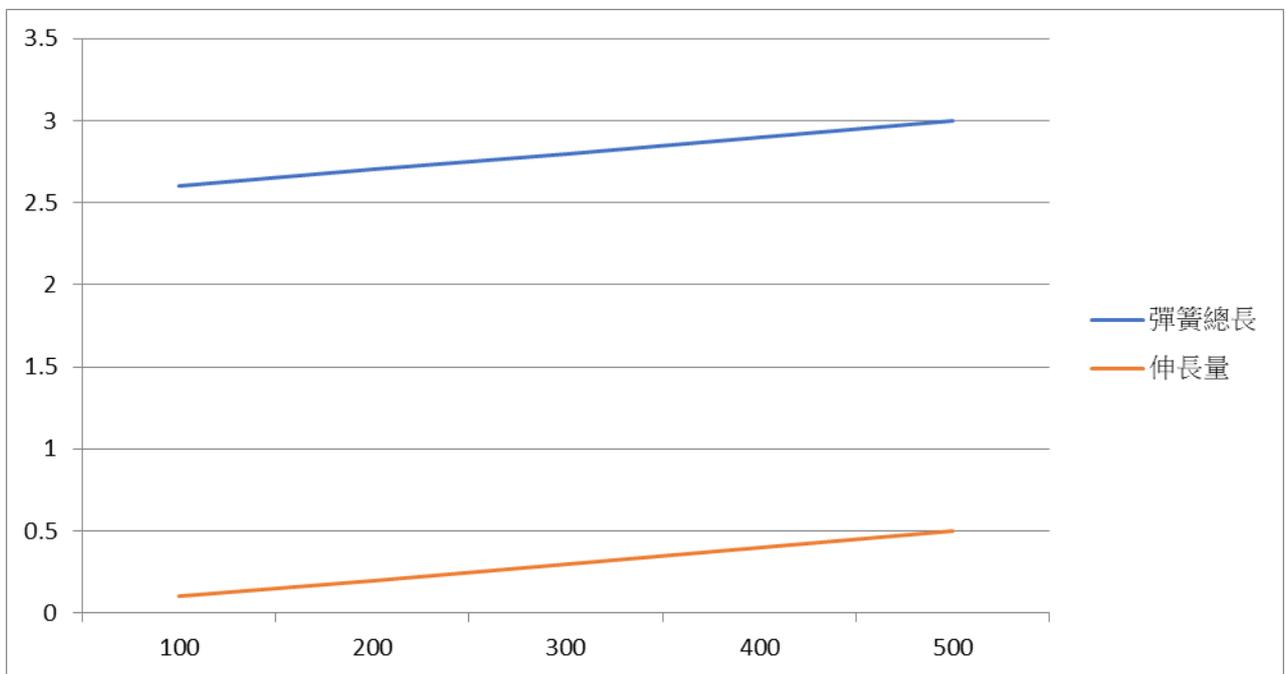
(一)18 號細彈簧

	240g	480g
彈簧總長(cm)	3.1	3.2
伸長量(cm)	0.1	0.2



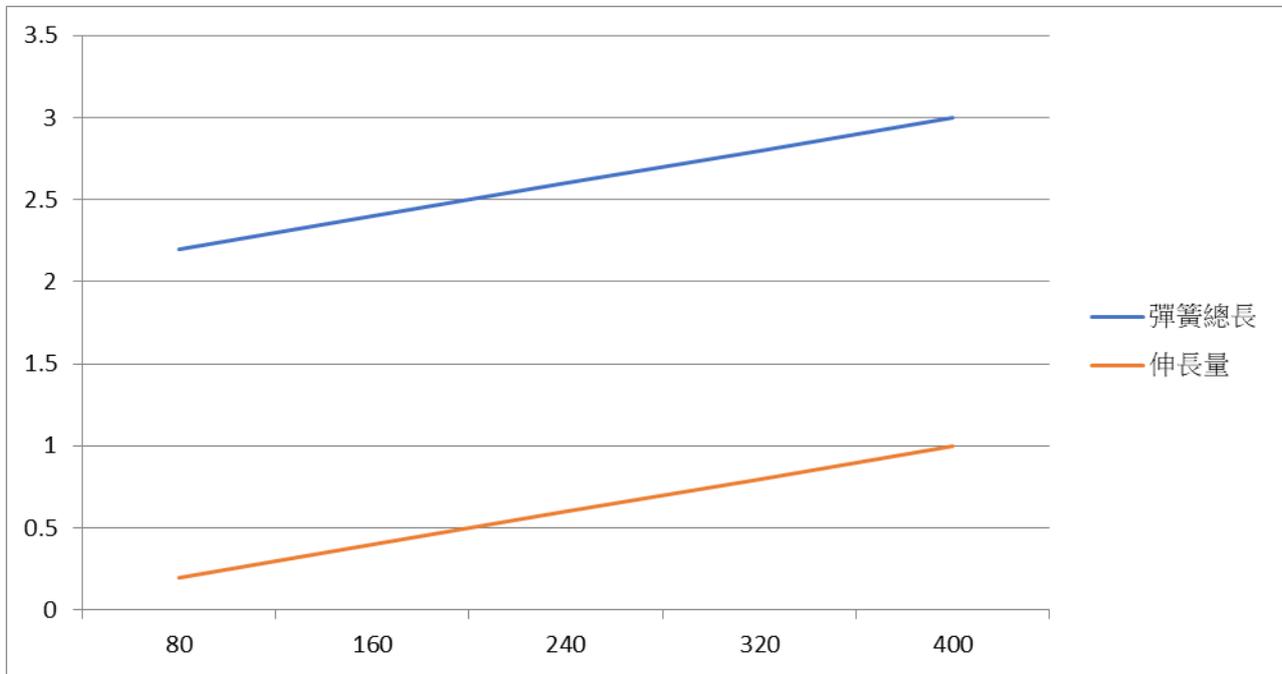
(二)20 號細彈簧

	100g	200g	300g	400g	500g
彈簧總長(cm)	2.6	2.7	2.8	2.9	3.0
伸長量(cm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5



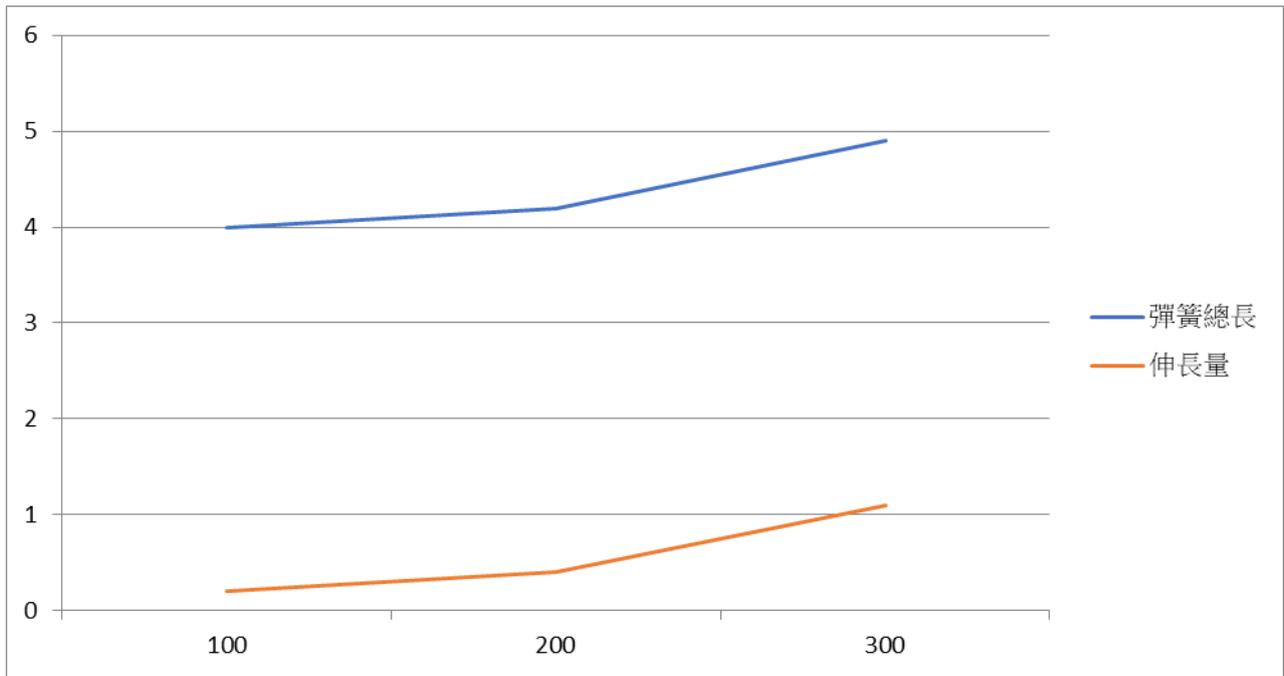
(三)22 號細彈簧

	80g	160g	240g	320g	400g
彈簧總長(cm)	2.2	2.4	2.6	2.8	3.0
伸長量(cm)	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0



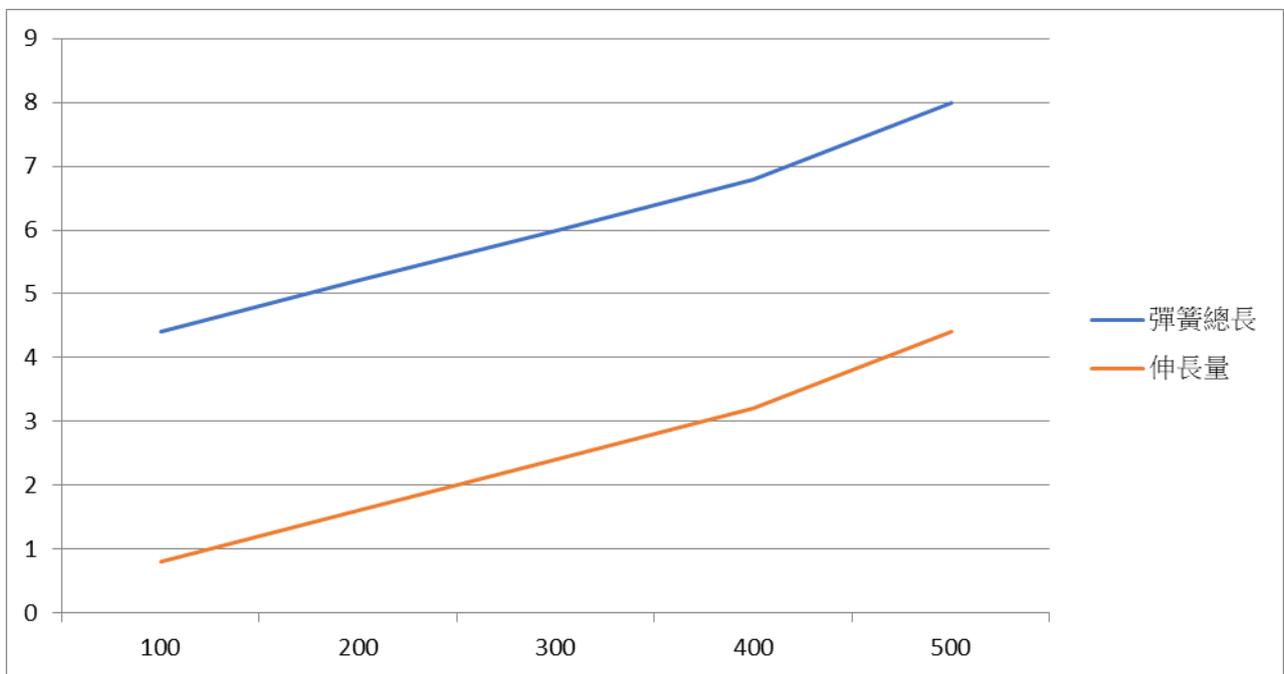
(四)18 號粗彈簧

	100g	200g	300g
彈簧總長(cm)	4.0	4.2	4.9
伸長量(cm)	0.2	0.4	1.1



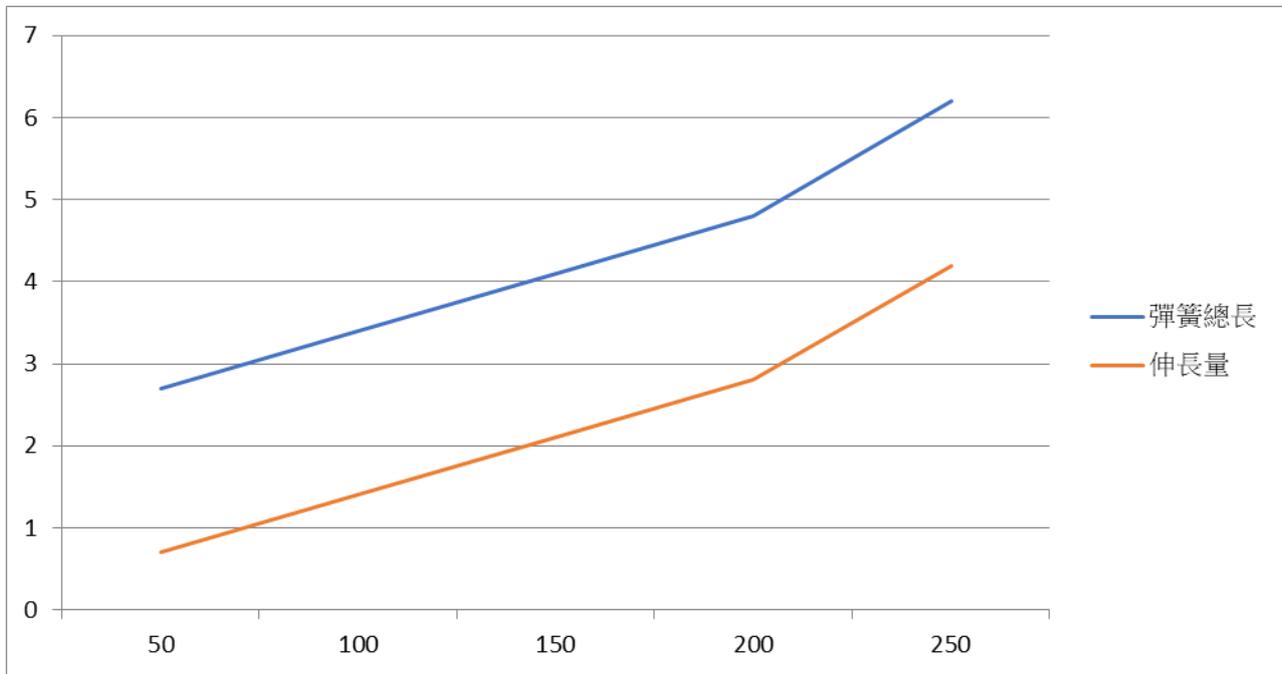
(六)20 號粗彈簧

	100g	200g	300g	400g	500g
彈簧總長(cm)	4.4	5.2	6.0	6.8	8
伸長量(cm)	0.8	1.6	2.4	3.2	4.4



(六)22 號粗彈簧

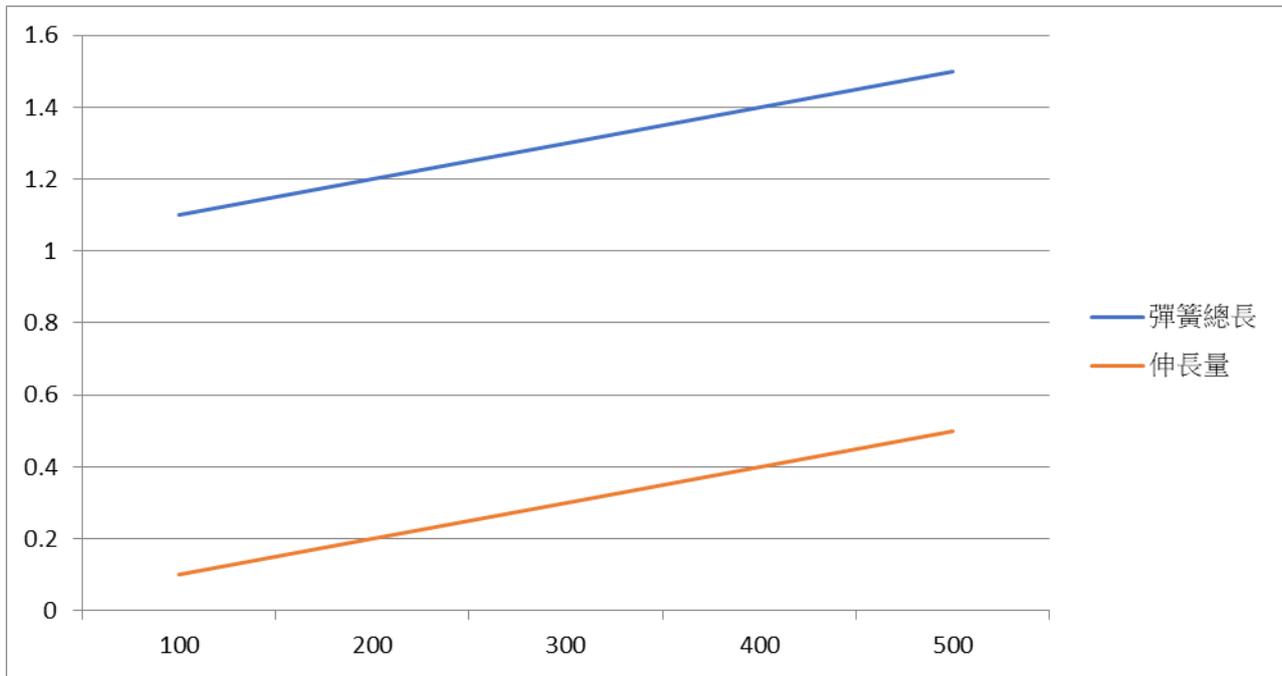
	50g	100g	150g	200g	250g
彈簧總長(cm)	2.7	3.4	4.1	4.8	6.2
伸長量(cm)	0.7	1.4	2.1	2.8	4.2



三、使用市售的彈簧與彈簧秤進行實驗

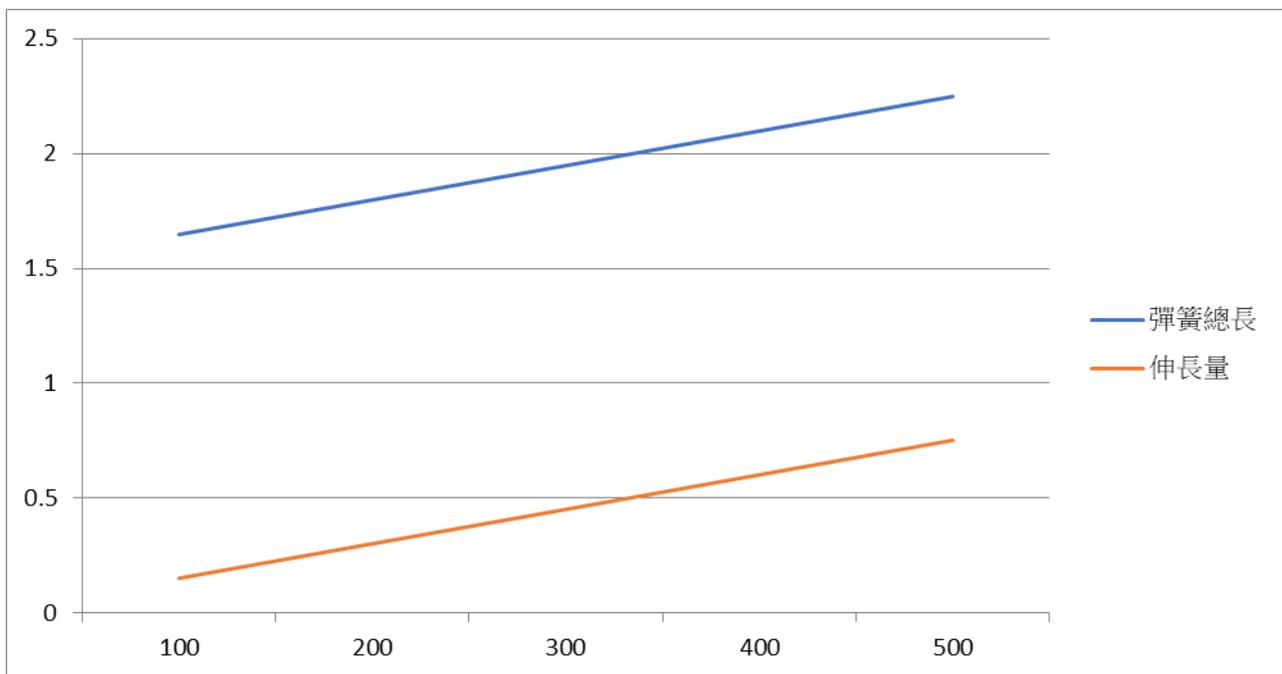
(一)小拉力彈簧

	100g	200g	300g	400g	500g
彈簧總長(cm)	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
伸長量(cm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5



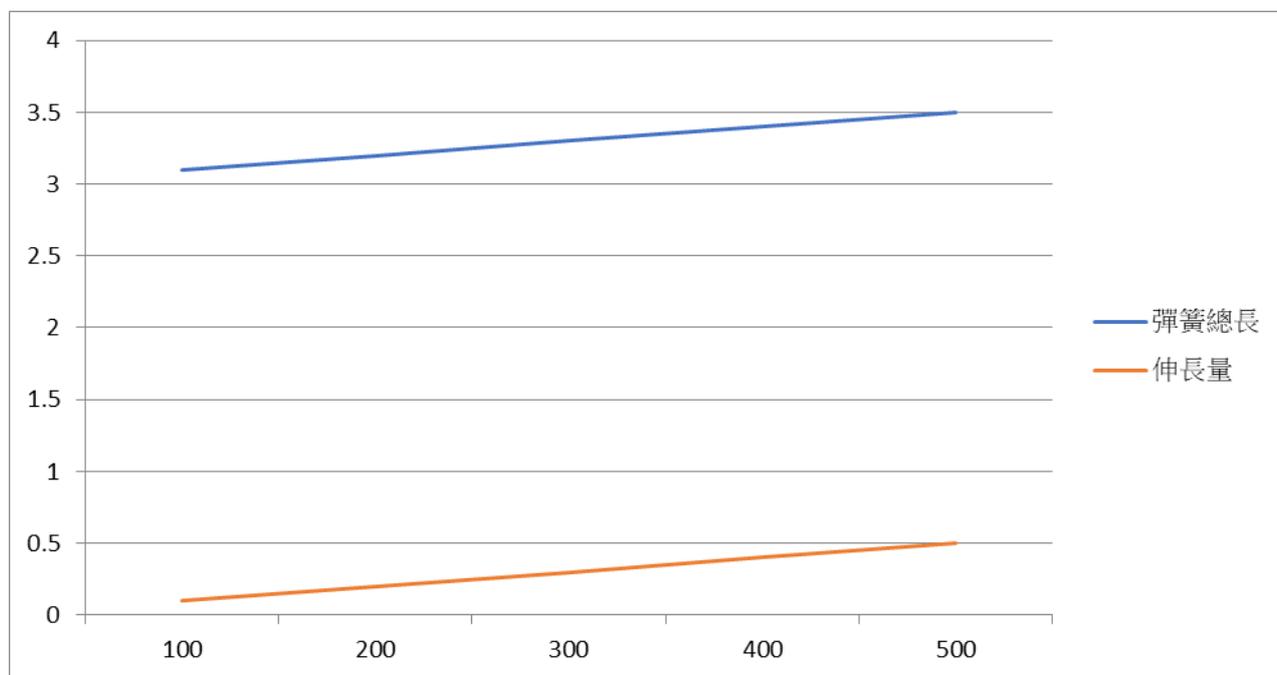
(一)中拉力彈簧

	100g	200g	300g	400g	500g
彈簧總長(cm)	1.65	1.8	1.95	2.1	2.25
伸長量(cm)	0.15	0.3	0.45	0.6	0.75



(三)大拉力彈簧

	100g	200g	300g	400g	500g
彈簧總長(cm)	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5
伸長量(cm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5



伍、討論

一、在進行實驗時，我們發現自製彈簧與市售彈簧跟自然課的實驗彈簧相比，更不容易拉伸，把所有砝碼都掛上去也不容易看出結果，最後我們想起彈簧秤拔河的实验，就以彈簧秤來代替砝碼，經過自然課實驗彈簧的測試後，確定結果是一樣的。

二、彈性常數的計算

根據伸長量除以施力重量，計算出各個彈簧的彈性常數

(一) 自然課實驗彈簧

	彈性常數
自然課實驗彈簧	$(40-20) \div (11.2-9.2)=10(\text{g/cm})$

(二) 自製彈簧

	彈性常數
18 號細彈簧	$(480-240) \div (3.2-3.1)=2400(\text{g/cm})$
20 號細彈簧	$(200-100) \div (2.7-2.6)=1000(\text{g/cm})$
22 號細彈簧	$(160-80) \div (2.4-2.2)=400(\text{g/cm})$
18 號粗彈簧	$(200-100) \div (4.0-4.2)=500(\text{g/cm})$
20 號粗彈簧	$(200-100) \div (5.2-4.4)=125(\text{g/cm})$
22 號粗彈簧	$(100-50) \div (3.4-2.7)=71.43(\text{g/cm})$

1.相同圈數的彈簧比較

(1)自製細彈簧的彈性常數由 18 號至 22 號，彈性常數分別為 2400、1000、400(g/cm)

(2)自製粗彈簧的彈性常數由 18 號至 22 號，彈性常數分別為 500、125、71.43(g/cm)

代表在相同的纏繞圈數與彈簧直徑下，越粗的鉛線所製作的彈簧有越大的彈性常數

2.相同粗細鉛線的彈簧比較

(1)18 號細彈簧與粗彈簧的彈性常數分別為 2400 與 500(g/cm)

(2)20 號細彈簧與粗彈簧的彈性常數分別為 1000 與 125(g/cm)

(3)22 號細彈簧與粗彈簧的彈性常數分別為 400 與 71.43(g/cm)

代表在相同的纏繞圈數與鉛線粗細下，直徑越小的彈簧有越大的彈性常數

(三) 市售彈簧

	彈性常數
小拉力彈簧(1cm)	$(200-100) \div (1.2-1.1)=1000(\text{g/cm})$
中拉力彈簧(1.5cm)	$(200-100) \div (1.8-1.65)=666.67(\text{g/cm})$
大拉力彈簧(3cm)	$(200-100) \div (3.2-3.1)=1000(\text{g/cm})$

(四) 研究遭遇的困難

1.自製彈簧:

(1)在製作彈簧的過程中，我們發現自己做出來的彈簧不像市售彈簧一般整齊，會有疏密的問題。

(2)在實驗過程中，一旦讓自製彈簧超出彈性限度，就沒有辦法重複進行實驗了。

2.市售彈簧

(1)五金行或百貨店的市售彈簧總類很少，很難找到一個操作變因來進行實驗，因為每總彈簧的線材粗細、彈簧長度、彈簧直徑都不相同。

3.實驗過程

(1)自製彈簧與市售彈簧的彈性常數都很高，使用砝碼進行實驗並不容易操作。

(2)在測量彈簧長度時，以及記錄彈簧秤數據時，用肉眼觀察有很多誤差存在，不容易進行精準的實驗。

陸、結論

根據自製彈簧的實驗結果，可以得出以下結論：

- 一、在相同的纏繞圈數與彈簧直徑下，越粗的鉛線所製作的彈簧有越大的彈性常數。
- 二、在相同的纏繞圈數與鉛線粗細下，直徑越小的彈簧有越大的彈性常數。

柒、參考資料及其他

余韋德(2013)。虎克定律 Hooke's law。取自 <https://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?p=46203>