

為什麼贏家老是我？

初小組物理科第三名

台北市西門國民小學

作者：何政勳、黃威寧、黃郁舜、黃彥淇

指導教師：李照香、鄧菊妹

一、研究動機

有一天，爸爸拿一包旺旺仙貝給哥哥和我倆分。哥哥說：「我們來玩一個爭餅乾遊戲。」

方法是我們先取一塊餅乾，各拿住餅乾的一端（握餅乾的長度相同），然後由爸爸當裁判，喊「一、二、三」，兩人就同時用力往下扳折。結果，折斷的兩段大小不一樣長；哥哥折的那一段比較小，我的這一段比較大。於是又繼續做幾次，結果都一樣。爸爸說：「奇怪！弟弟的力氣比較小，怎麼每次都贏得大塊的？」

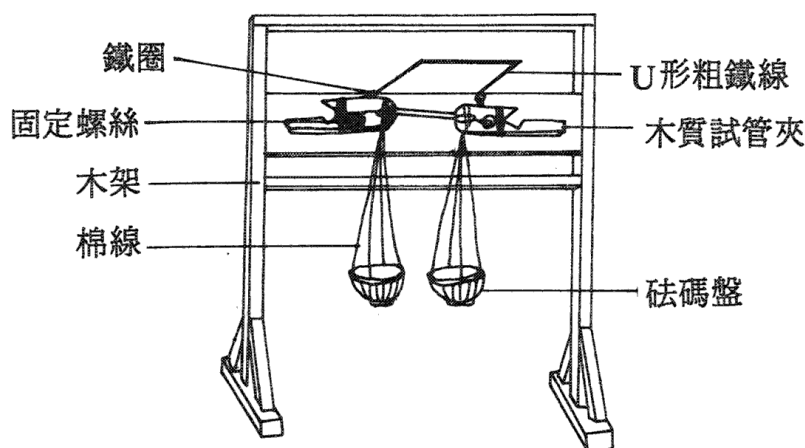
我覺得很有趣，於是請老師指導，和幾個同學研究這個問題。

二、研究目的

- (一)搜集一些較容易又能截斷整齊的東西，以手力加以折斷，觀察其結果。
- (二)利用自製的實驗器具代替手力，進一步做折斷實驗，測量其結果。
- (三)利用(一)、(二)的實驗，探究大小不同的力量，是怎樣影響截斷的長度。

三、研究設備器材

- (一)材料：壓舌板、可口奶滋、滋露巧克力、孔雀餅乾、長條餅乾、可口薄片、粉筆、牙籤、筆蕊、粿仔條、香菸糖、線香腳、筷子、棒棒餅乾、保麗龍板、膠泥、牛舌餅、四季豆、蠟燭、柳木餅等。
- (二)用具：尺、刀片、砝碼、電子秤、記錄用紙等。
- (三)自製扳折實驗器：如下圖



1. 夾子上方裝上鐵圈，再用 " U " 型粗鐵線穿過架住。
2. 砝碼分別放置砝碼盤內。
3. 實驗材料置於兩夾之間夾住。
4. 抽出U形鐵線，讓砝碼盤下墜，而折斷實驗材料。
5. 測量實驗材料折斷後兩截的長度與重量。

四、研究方法與結果

(一)實驗一：兩手以大小不同的力量去扳折實驗物品，觀察比較折斷後，各段的長度、重量。

1. 方法：

(1)將實驗物品：壓舌板、可口奶滋、滋露巧克力、孔雀餅乾、長條餅乾、可口薄片、粉筆、牙籤、筆蕊、粿仔條、香菸糖、線香腳、筷子、棒棒餅乾、保麗龍板、膠泥、牛舌餅、四季豆、蠟燭、柳木餅等以兩手的食指與拇指握住實驗物品的兩端（握住長度要一樣）。

(2)兩手同時各施大小不同的力量，往下扳折，使實驗物品折成兩段。

(3)這樣重複實驗五次，將測量截斷後，兩段的長度、重量記錄於表上，並繪成圖表。

2. 結果：見表一二、圖一二

表一 用手折斷後的兩段長度比較表

試驗材料名稱			試驗次數	第 一 次	第 二 次	第 三 次	第 四 次	第 五 次	總 計	平 均	較 長 的 打 √
試驗項目	截斷長度(公分)	試驗項目	試驗次數	第 一 次	第 二 次	第 三 次	第 四 次	第 五 次	總 計	平 均	較 長 的 打 √
壓舌板	原物長度15.2公分	用大力折度 那一段長度	2.5	3.2	5	3.2	3.2	17.1	3.42		
		用小力折度 那一段長度	12.7	12	10.2	12	12	58.9	11.78	√	
滋露巧克力	原物長度7.2公分	用大力折度 那一段長度	2.2	2.4	2.3	2.3	2.4	11.6	2.32		
		用小力折度 那一段長度	5	4.8	4.9	4.9	4.8	24.4	4.88	√	
孔雀餅乾	原物長度6.5公分	用大力折度 那一段長度	1.2	1.1	1.5	2	2.7	8.5	1.7		
		用小力折度 那一段長度	5.3	5.4	5	4.5	2.8	23	4.6	√	
可口奶滋	原物長度7.5公分	用大力折度 那一段長度	1.4	1.7	1.8	1.1	2.5	8.5	1.7		
		用小力折度 那一段長度	6.1	5.8	5.7	6.4	5	29	5.8	√	
長條餅乾	原物長度13公分	用大力折度 那一段長度	2.2	3	3	3.3	2.3	13.8	2.76		
		用小力折度 那一段長度	10.8	10	10	9.7	10.7	51.2	10.24	√	
可口薄片	原物長度5公分	用大力折度 那一段長度	0.2	0.9	0.9	1.7	1.2	4.9	0.98		
		用小力折度 那一段長度	4.8	4.1	4.1	3.3	3.8	20.1	4.02	√	

表一 用手折斷後的兩段長度比較表

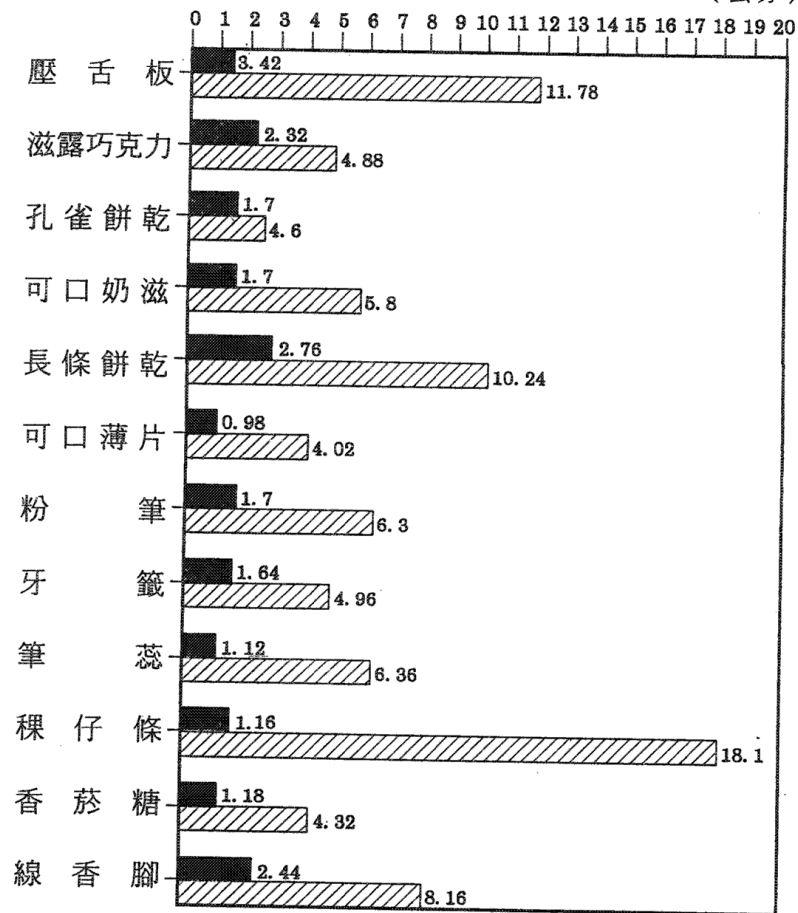
試驗材料名稱			試驗項目	試驗次數	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	總計	平均	較長的打√
粉筆	原物長度8公分	用大力折度	那一段長度		1.5	1.2	1.7	2.2	1.9	8.5	1.7	
		用小力折度	那一段長度		6.5	6.8	6.3	5.8	6.1	31.5	6.3	√
牙籤	原物長度6.6公分	用大力折度	那一段長度		1.8	2	1.3	1.6	1.5	8.2	1.64	
		用小力折度	那一段長度		4.8	4.6	5.3	5	5.1	24.8	4.96	√
蕊筆	原物長度7.5公分	用大力折度	那一段長度		1.2	1.1	1.2	0.9	1.3	5.7	1.14	
		用小力折度	那一段長度		6.3	6.4	6.3	6.6	6.2	31.8	6.36	√
檪仔條	原物長度19.7公分	用大力折度	那一段長度		1.8	1.5	1.5	1.7	1.5	8	1.6	
		用小力折度	那一段長度		17.9	18.2	18.2	18	18.2	90.5	18.1	√
香菸	原物長度5.5公分	用大力折度	那一段長度		1.0	1.1	1.3	1.2	1.3	5.9	1.18	
		用小力折度	那一段長度		4.5	4.4	4.2	4.3	4.2	21.6	4.32	√
糖線香	原物長度10.6公分	用大力折度	那一段長度		2.2	3.6	1.9	2.3	2.2	12.2	2.44	
		用小力折度	那一段長度		8.4	7	8.7	8.3	8.4	40.8	8.16	√
腳												

圖一

用手折斷後的兩段長度比較圖

■ 代表用大力折斷的那一段長度
 ▨ 代表用小力折斷的那一段長度

(公分)

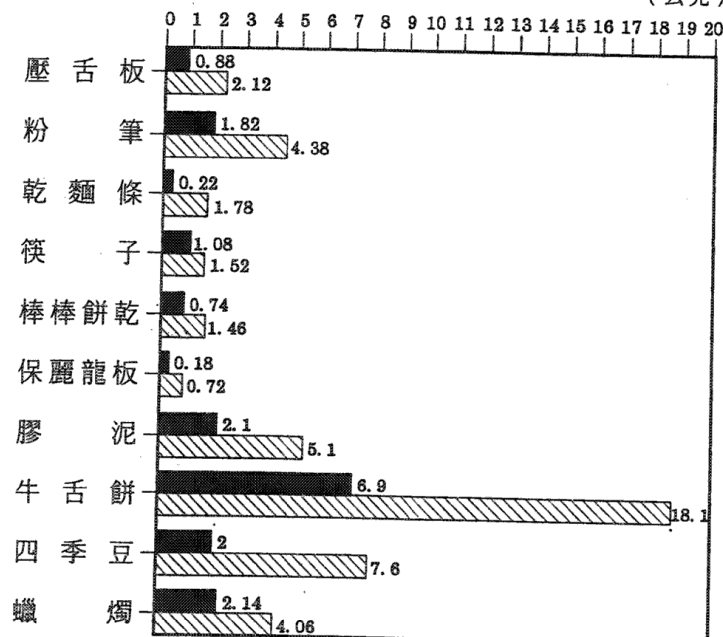


圖二

用手折斷後的兩段重量比較圖

■ 代表用大力折斷的那一段重量
 ▨ 代表用小力折斷的那一段重量

(公克)



表二 用手折斷後的兩段重量比較表

試驗材料名稱			試驗項目	試驗次數	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	總計	平均	較長的打√
壓舌板粉	原物重量3公克	用力折	用那一段重量	1	0.6	0.8	1	0.8	1.2	4.4	0.88	
		小力折	用那一段重量	2	2.4	2.2	2	2.2	1.8	10.6	2.12	√
筆乾	原物重量6.2公克	用力折	用那一段重量	1	1.5	1.4	2.3	2.9	1	9.1	1.82	
		小力折	用那一段重量	2	4.7	4.8	3.9	3.3	5.2	21.9	4.38	√
麵條	原物重量2公克	用力折	用那一段重量	1	0.3	0.2	0.2	0.8	0.2	1.1	0.22	
		小力折	用那一段重量	2	1.7	1.8	1.8	1.8	1.8	8.9	1.78	√
筷子	原物重量2.6公克	用力折	用那一段重量	1	0.9	1	1.1	1.2	1.2	5.4	1.08	
		小力折	用那一段重量	2	1.7	1.6	1.5	1.4	1.4	7.6	1.52	√
棒棒餅乾	原物重量2.2公克	用力折	用那一段重量	1	1	0.6	1	0.5	0.6	3.7	0.74	
		小力折	用那一段重量	2	1.2	1.6	1.2	1.7	1.6	7.3	1.46	√

表二 用手折斷後的兩段重量比較表

試驗材料名稱			試驗次數	第 一 次	第 二 次	第 三 次	第 四 次	第 五 次	總 計	平 均	較 長 的 打 √
試驗項目	截斷長度(公克)	試驗項目	試驗次數	第 一 次	第 二 次	第 三 次	第 四 次	第 五 次	總 計	平 均	較 長 的 打 √
保麗龍板	原物重量0.9公克	用大力折 那一段重量		0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.9	0.18	
		用大力折 那一段重量		0.6	0.8	0.7	0.7	0.8	3.6	0.72	√
泥	原物重量7.2公克	用大力折 那一段重量		2.3	2.6	2.3	1.9	1.4	10.5	2.1	
		用大力折 那一段重量		4.9	4.6	4.9	5.3	5.8	25.5	5.1	√
牛舌餅	原物重量25公克	用大力折 那一段重量		5.8	5.2	11.1	5.6	6.8	34.5	6.9	
		用大力折 那一段重量		19.2	19.8	13.9	19.4	18.2	90.5	18.1	√
四季豆	原物重量9.6公克	用大力折 那一段重量		2.8	1.4	1.3	2	2.5	10	2	
		用大力折 那一段重量		6.8	8.2	8.3	7.6	7.1	3.8	7.6	√
蠟燭	原物重量6.2公克	用大力折 那一段重量		2.8	1.8	1.9	3.1	1.1	10.7	2.14	
		用大力折 那一段重量		3.4	4.4	4.3	3.1	5.1	20.3	4.06	√

(二)實驗二：以自製的扳折實驗器，替代手力做折斷實驗，觀察比較實驗物品折斷後，各截段的長度。

實驗二之一：試驗兩端不同重量扳折物品的情形。

1.方法：

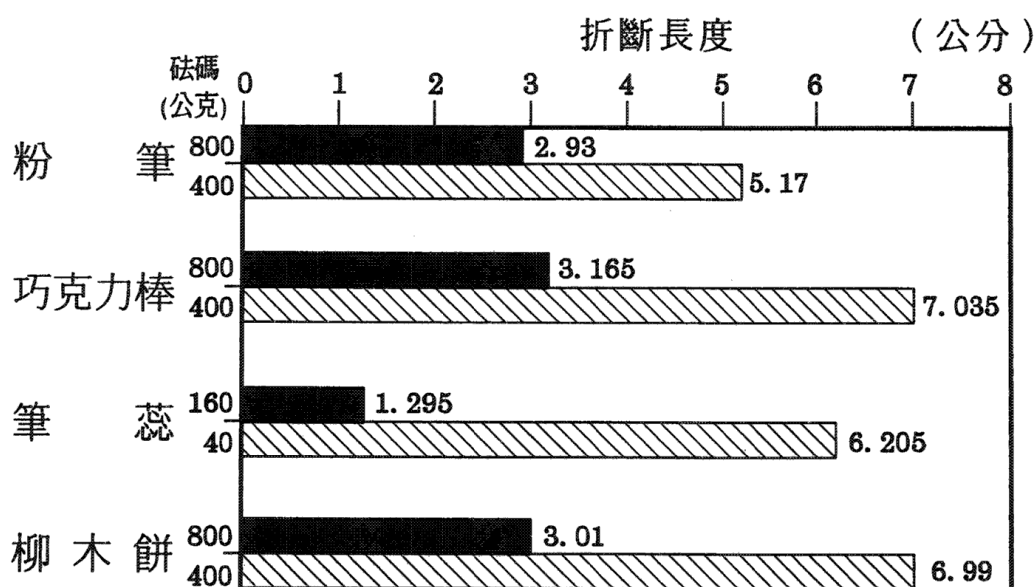
- (1)將實驗物品規格化（同一類物切成相同的長度和形狀，並標出其中心點）。
- (2)取長度、形狀等規格化的粉筆、巧克力棒、筆蕊、柳木餅等進行實驗。
- (3)先以“U”形鐵線架住夾子上方的鐵圈，以固定夾子。
- (4)將不同重量的砝碼，分別放置於兩邊的砝碼盤上。（砝碼有兩組：第一組是800公克對400公克、第二組是160公克對40公克）。
- (5)取一個實驗物品，放於兩夾之間，先將實驗品的中心點對準實驗器的中心標準線後，再以夾子將實驗物品夾住。
- (6)抽出“U”形鐵線，讓砝碼盤墜下，使實驗物品截成兩段。
- (7)這樣重複實驗二十次，測量其結果紀錄於記錄表上，並繪成圖表。

2.結果：見表三、圖三

圖三 利用自製扳折器具來折，測量截斷後的兩段長度比較圖

■ 代表掛較重砝碼那端折斷長度

▨ 代表掛較輕砝碼那端折斷長度



表三 利用自製折斷器具來折測量截斷後的兩斷長度比較表

試驗材料名稱	粉 筆		巧 克 力 棒		筆 蕊		柳 木 餅	
原物長度(公分)	8.1公分		10.2公分		7.5公分		10公分	
截斷長度(公分) 試驗項目 試驗次數	重量 800 公 克	重量 400 公 克	重量 800 公 克	重量 400 公 克	重量 160 公 克	重量 40 公 克	重量 800 公 克	重量 400 公 克
第 一 次	2.2	5.9	4.3	5.9	1.9	5.6	3.8	6.2
第 二 次	1.9	6.2	2.4	7.8	1.4	6.1	4	6
第 三 次	3.6	4.5	2.7	7.5	1.1	6.4	4.5	5.5
第 四 次	3.2	4.9	3.5	6.7	1	6.5	2.5	7.5
第 五 次	3.8	4.3	3.2	7	1.6	5.9	2.8	7.2
第 六 次	3.4	4.7	3.6	6.6	1.4	6.1	3.8	6.2
第 七 次	1.4	6.7	2.7	7.5	0.9	6.6	2.8	7.2
第 八 次	3.9	4.2	4.7	5.5	1.2	6.3	2.3	7.7
第 九 次	3.2	4.9	4.4	5.8	1.5	6	2.5	7.5
第 十 次	2.9	5.2	2.2	7.8	1.6	5.9	3.8	6.2
第 十 一 次	2.8	5.3	2.5	7.7	1.6	5.9	2.8	7.2
第 十 二 次	3.9	4.2	3.7	6.5	1.1	6.4	2.6	7.4
第 十 三 次	1.5	6.6	2.7	7.5	1	6.5	3.2	6.8
第 十 四 次	2	6.1	2.2	8	1.2	6.3	2.6	7.4
第 十 五 次	3.9	4.2	3.7	6.5	1	6.5	4.3	5.7
第 十 六 次	3.6	4.5	2	8.2	1.1	6.4	2.5	7.5
第 十 七 次	2.8	5.3	2.9	7.3	1.3	6.2	1.7	8.3
第 十 八 次	3.7	4.4	2.5	7.7	1.2	6.3	2.5	7.5
第 十 九 次	3.1	5	3.4	6.8	1	6.5	3	7
第 二 十 次	1.8	6.3	3.8	6.4	1.8	5.7	2.2	7.8
總 計	58.6	103.4	63.3	140.7	25.9	124.1	60.2	139.8
平 均	2.93	5.17	3.165	7.035	1.295	6.205	3.01	6.99
較 長 的 打 √		√		√		√		√

實驗二之二：試驗兩端相同重量扳折物品的情形。

1.方法：

(1)以規格化的柳木餅、粉筆進行實驗。

(2)在兩邊的砝碼盤上，放置相等重量之砝碼。（第一次是250公克，第二次是800公克）。

(3)其他實驗步驟和實驗二之一的方法相同。

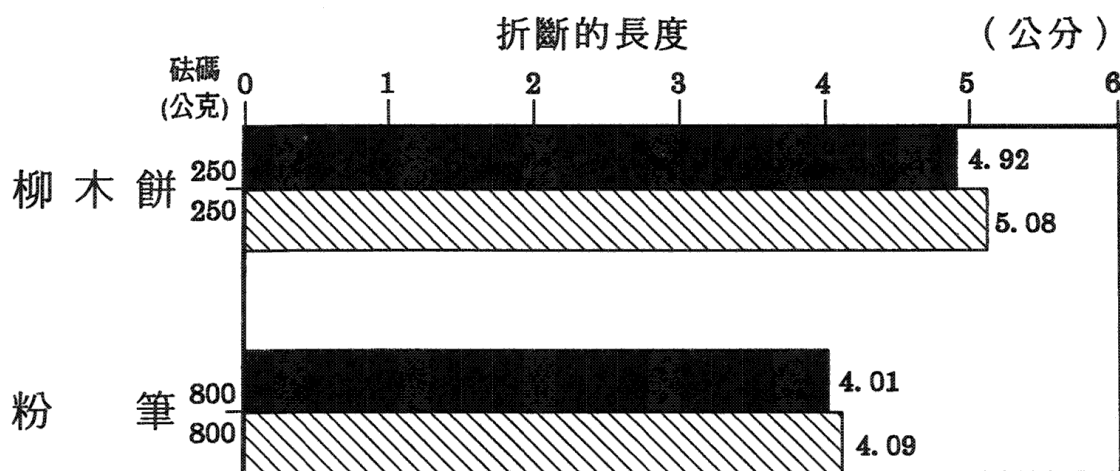
2.結果：見表四、圖四

圖四

兩邊掛同重量的砝碼，
折斷後的兩段長度比較圖

■ 代表截斷後的長度

▨ 代表截斷後的長度



表四 兩邊掛同重量的砝碼折斷後的兩段長度比較表

試驗材料名稱	柳 木 餅		粉 筆	
原物長度(公分)	10 公 分		8.1 公 分	
試驗項目 截斷長度(公分) 試驗次數	重 量 250 公 克	重 量 250 公 克	重 量 800 公 克	重 量 800 公 克
第 一 次	5	5	4.3	3.8
第 二 次	4.8	5.2	4.9	3.2
第 三 次	4.2	5.8	3	5.1
第 四 次	3.5	6.5	3.1	5
第 五 次	6.5	3.5	3.3	4.8
第 六 次	3.5	6.5	5.3	2.8
第 七 次	6	4	5.1	3
第 八 次	6.5	3.5	3.1	5
第 九 次	5.8	4.2	5.1	3
第 十 次	3.2	6.8	4.6	3.5
第 十 一 次	6.2	3.8	5	3.1
第 十 二 次	6.3	3.7	5.2	2.9
第 十 三 次	6	4	3	5.1
第 十 四 次	3.6	6.4	3	5.1
第 十 五 次	5.8	4.2	2.9	5.2
第 十 六 次	4.5	5.5	2.6	5.5
第 十 七 次	3.5	6.5	5.9	2.2
第 十 八 次	3.7	6.3	4.9	3.2
第 十 九 次	4.3	5.7	3.1	5
第 二 十 次	5.5	4.5	2.8	5.3
總 計	98.4	101.6	80.2	81.8
平 均	4.92	5.08	4.01	4.09

實驗二之三：試驗兩端截斷長度與施力重量的關係。

1.方法：

(1)將規格化的巧克力棒、粉筆、柳木餅等實驗物品放置於自製折斷實驗器上。

(2)在兩邊的砝碼盤上，放置不等重量的砝碼，其配對的砝碼組如下：

①600公克對400公克 重量的比是（1.5比1）

②800公克對400公克 重量的比是（2比1）

③1000公克對400公克 重量的比是（2.5比1）

④800公克對800公克 重量的比是（1比1）

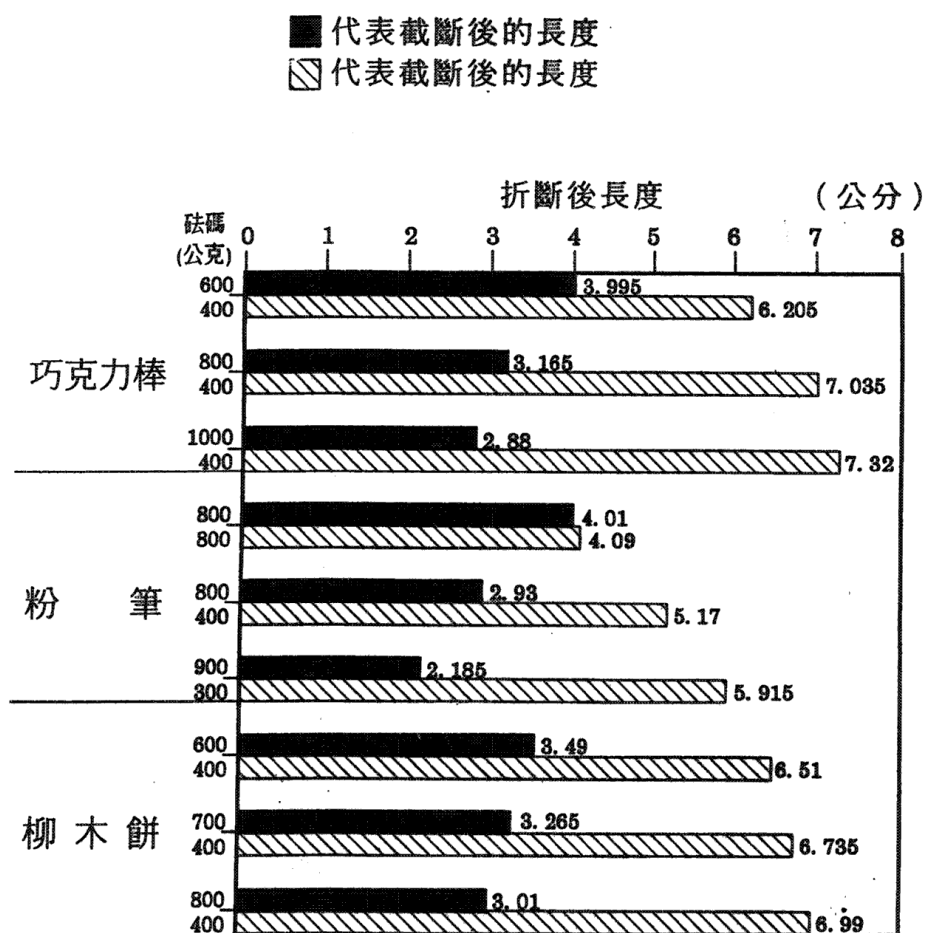
⑤900公克對300公克 重量的比是（3比1）

⑥700公克對400公克 重量的比是（1.75比1）

(3)實驗步驟如同實驗二之一方法進行。

2.結果：見圖五

圖五 砝碼重量不同與截斷長度平均的比較圖



實驗三：依據實驗一、二的實驗結果，探究施力大小不同，對折斷的長度有什麼影響。

根據實驗一、二結果知道，施力大的那方所折斷的長度都比施力小的另一方為短，施力相同的話，截斷的兩段，長度很接近，到底為什麼呢？

討論結果，想起玩蹺蹺板的情形，蹺蹺板要保持平衡時，重的人要靠近中央坐，輕的人遠離中央坐的情形很相似，難道扳折物品的情形和蹺蹺板的原理相同嗎？於是開始研究和蹺蹺板原理相同的槓桿實驗。

1.方法：

(1)利用學校的槓桿實驗器材進行實驗，在平衡桿上畫明等距離的格子下方，裝上掛鉤環。

(2)槓桿支點的兩邊，各以不同個數的砝碼掛在不同格子的鉤環上，觀察平衡器的平衡情形。

2.結果：如下表：

表六
左邊 支 點 在 中 間 的 槓 桿 右邊

二十克砝碼 (個)	間 隔 (格)	二十克砝碼 (個)	間 隔 (格)	結 果
7	2	2	7	平 衡
4	3	3	3	向左邊傾斜
4	3	4	3	平 衡
1	6	6	1	平 衡
2	2	4	1	平 衡
1	5	2	3	向右邊傾斜

五、研究結果

(一)依實驗一的結果得知，在實驗物品的兩端施以大小不同的手力扳折，使斷成兩段時，用力大的那端長度短，用力小的那端長度較長。

(二)由實驗二之一利用自製扳折實驗器的驗結果得知，掛砝碼較重的那端，所折斷的長度較短，掛砝碼較輕的那端，所折斷的長度都較長。

(三)由實驗二之二結果得知，兩邊砝碼重量相同時，截斷後各段的長度，接近相等。

(四)由實驗二之三結果得知，兩邊砝碼重量的比截成兩段後長度的比恰巧成反比，

重的一邊長度較短，輕的一邊長度較長。

- (五)由實驗三，操作槓桿實驗用具的結果知道了槓桿平衡時，砝碼多的一端，平衡桿離支點距離較短；砝碼少的一端，平衡桿離支點的距離較長，也就是說砝碼和距離相乘積相等時，槓桿就會平衡。

六、討 論

經過上列一連串的實驗，施力較輕的那邊，折得長，而施力較重的那邊，則折得短，都是如此現象，這到底是為什麼呢？曾請教過幾位哥哥、姐姐、叔叔、伯伯等，人人說的都不盡相同，有的說：這和力學有關，如架橋的橋樑和橋柱的關係；有的說：像釣魚的情形，釣到大魚時，魚竿的彎度較大，釣到小魚時魚竿的彎度較小；但都是和我們的實驗結果不盡符合。

後來我們想到小時候玩過蹺蹺板遊戲的情形，重的一方較靠中央（支點），輕的一方離中央（支點）遠一點，才能使蹺蹺板平衡；又想到像農夫挑擔子，兩頭的重量不一樣時，他的肩膀必須靠重的那端挑，兩頭的重量一樣時，肩膀則在扁擔的中間，這和我們在實驗三所做的槓桿原理相同，因此，我們推測所做的爭餅乾遊戲，就是槓桿原理的應用，老師也贊同我們的想法。

七、結 論

- (一)由實驗一及二之一的結果知道，分別用大小不同的力量去折斷實驗物品時，施力大的那邊，都是折得短，施力小的那邊都是折得長。

- (二)由實驗二之二結果知道，當用相同力量去折斷實驗物品時，截斷的地方，大約都在中央附近。

經實驗三操作槓桿實驗器實驗結果，倘若兩邊砝碼重量相等時，折斷的地方應該是在中央，本實驗的結果，只能做到接近等長。

- (三)由實驗二之三結果知道，兩邊砝碼重量和所折斷的長度成反比的情形。

如重量1公克折斷長度應為1.5公分時，另一邊重量1.5公克時，其長度應為1公分。兩邊的砝碼重量和所折斷的長度的相乘積是相等的情形。

- (四)由實驗三，操作槓桿實驗器知道，要使槓桿平衡

- 1.掛重的那邊要靠近支點，掛輕的那邊要遠離支點（與實驗一、二之一的結果完全一樣）。
- 2.兩邊所掛重量一樣，而且離支點的距離一樣，就是支點在中央，才可平衡（與實驗二之二結果完全一樣）。
- 3.兩邊所掛的砝碼重量不一樣，但可調整離支點的距離，使支點兩邊重量和距

離的相乘積或相等也會平衡（與實驗二之三結果完全符合）。

(五)因此，我們認為扳折餅乾，就像玩蹺蹺板（槓桿）遊戲的情形完全一樣。扳折餅乾時，施力的各點就是槓桿的力點和重點，餅乾截斷的地方為槓桿的支點。現在我知道了：我雖比哥哥力氣小，卻每次在爭餅乾遊戲中都能贏得大塊的原因了。

八、參考資料

- | | |
|----------------------|----------|
| (一)國民小學自然科學課本第九冊 | 國立編譯館 |
| (二)槓桿與力 夏元瑜 主編 | 科學小百科 |
| (三)兒童科學金庫 蘇賢錫 姜宏哲 主編 | 好兄弟 |
| (四)國小自然辭典 王國利 林賢治 主編 | 哲治出版社 |
| (五)槓桿的利用 姜義鎮 主編 | 學生科學文庫 |
| (六)平衡 程威海 總編輯 | 中華與童科學畫刊 |

評 語

由施力折斷物體的斷點位置推論力矩的平衡與蹺蹺板怎麼關聯？並說明槓桿原理稍具創意，實驗設計亦能使現象量化。