

# 資源垃圾分類的好幫手

## 高小組應用科學科第三名

高雄市二苓國民小學

作者：楊千瑩、張家瑋、蔡佳恬、王星弼

指導教師：黃嘉籐、陳信汎

### 一、研究動機

五年級上學期，由自然課裡學到桿槓；又在老師的說明中，認識日常生活中許多運用槓桿原理的器具，例如：剪刀、天平、翹翹板、開瓶器、扳手、筷子、夾子等等。

「我們可不可以利用槓桿來做個器具？」在千瑩的提議下，我們一起去找陳老師研究。經過一番討論後，我們決定以垃圾分類為研究題目，設計一個資源垃圾分類器。

### 二、研究目的

- (一)探討各種變因（力臂長、重量、桿重）之間的關係。
- (二)實驗證明桿槓原理。
- (三)了解市面上玻璃瓶、鐵罐、鋁罐、塑膠瓶的重量，評估利用桿槓原理設計資源垃圾分類器的可行性。
- (四)製作資源垃圾分類器。

### 三、研究設備器材

上皿天平、平衡器、砝碼（10g、20g）、固定夾、木條、木板、天溝（111mm×2m）、各式空鐵罐、各式空鋁罐、各式空塑膠瓶、各式空玻璃瓶、保特瓶、尺（100cm）。

### 四、研究過程及結果

- (一)操作平衡器，使左邊砝碼數固定為1個，記錄完成下表：

右邊砝碼數 左邊力臂	右邊力臂					
	3cm	6cm	9cm	12cm	15cm	18cm
3cm	1	•	•	•	•	•
6cm	2	1	•	•	•	•
9cm	3	•	1	•	•	•
12cm	4	2	•	1	•	•
15cm	5	•	•	•	1	•
18cm	6	3	2	•	•	1

討論：

1. 砝碼每個重10公克。

2. 「•」表示平衡器無法保持水平，不予記錄。

3. 平衡器保持水平時，左邊力臂愈長，右邊砝碼數就愈多，兩者成正比。

(二) 操作平衡器，使左邊臂長固定為12cm，記錄完成下表：

右邊砝碼數 左邊砝碼數	右邊力臂					
	3cm	6cm	9cm	12cm	15cm	18cm
1個	4	2	•	1	•	•
2個	8	4	•	2	•	•
3個	12	6	4	3	•	2

討論：

1. 砝碼每個重10公克。

2. 「•」表示平衡器無法保持水平，不予記錄。

3. 平衡器保持水平時，左邊砝碼數愈多，右邊砝碼數就愈多，兩者成正比。

(三) 改以鋁棒代替塑膠平衡器，重複操作研究過程(一)、(二)，記錄結果：

討論：

1. 重複操作研究過程(一)、(二)，加以記錄，發現結果相同，數據請參閱研究過程

(一)、(二)。

2. 鉛棒重55克，塑膠平衡器重30克。

3. 平衡器是否保持水平，與平衡器本身重量並無關係，而與兩邊的砝碼數（重量），力臂長有關。

(四)歸納驗證桿槓原理：

1. 由研究過程(一)、(二)表中發現平衡器保持水平時，平衡器兩邊有下列數學關係：

左邊力矩 = 左邊砝碼數 × 左邊力臂長，

右邊力矩 = 右邊砝碼數 × 右邊力臂長，

左邊力矩 = 右邊力矩。

2. 若左邊力矩 > 右邊力矩，則平衡器向左邊傾斜；反之，若左邊力矩 < 右邊力矩，則平衡器向右邊傾斜。

3. 平衡器本身重量對平衡並無影響。

(五)收集市面上玻璃瓶、鐵罐、鋁罐、塑膠瓶，測量重量：

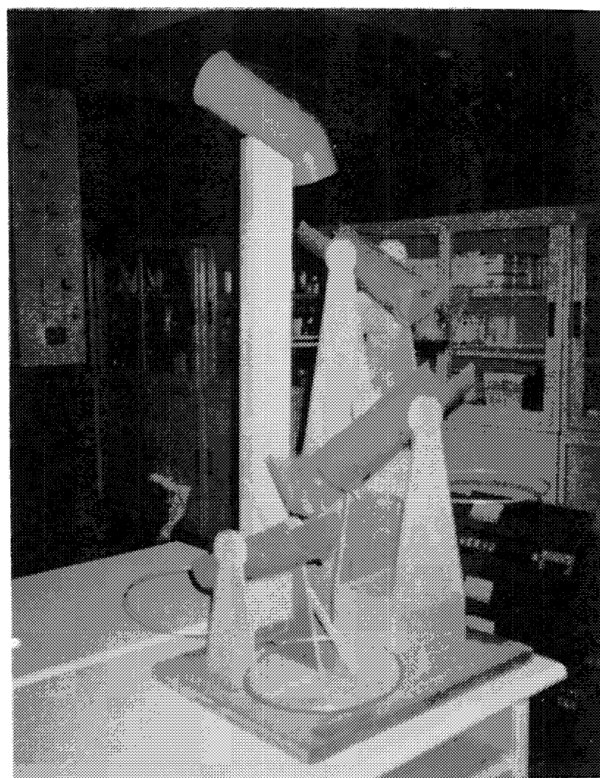
塑膠瓶	亞當樂	6.2	鐵罐	歐香咖啡	38.5	
	養樂多	6.6		綠力水蜜桃	41.9	
	夏娃	8.5		維他露奶茶	42.0	
鋁罐	金車沙土	16.5		波蜜果菜汁	42.2	
	百事可樂	17.0		伯朗咖啡	43.2	
	開喜汽水	17.2		味王蘆筍汁	43.5	
	可口可樂	17.2		金蜜蜂冬瓜	46.6	
	台灣啤酒	17.4		英泉鮮奶	46.7	
	波爾茶	17.8		綠友杏仁茶	49.4	
	黑松汽水	18.0		愛之味花生	50.3	
	維他露 P	18.7		泰山仙草蜜	51.4	
玻璃瓶	康貝特	122.3		鐵罐	麥香紅茶	52.2
	奧利多	151.2			統一烏龍茶	52.2
	活力旺喜	153.5			味丹綠力	54.9
	老虎牙子	157.0			開喜烏龍茶	55.2
	高點	192.6	舒跑		57.6	

討論：

- 1.上表數據係以上皿天平測量而得，單位為公克。
- 2.本表所收集的容器，容量介於100ml~355ml。
- 3.由上表得知，塑膠瓶最輕，多在10克以下，鋁罐次之，介於15~18克；鐵罐則介於38~58克；玻璃瓶最重，在120克以上，四者重量有顯著差異。
- 4.可利用各種資源垃圾重量的差異來製作資源垃圾分類器。

(六)製作資源垃圾分類器：

- 1.取天溝(111mm×30cm)做為槓桿。
- 2.本垃圾分類器由三組槓桿組成。
- 3.第一組槓桿做玻璃瓶、鐵罐的分類，垃圾投入口為槓桿的施力點，與地面成40度角來克服摩擦力，抗力點處黏置90克重的砝碼。
- 4.第二組槓桿做鐵罐、鋁罐的分類，垃圾投入口為槓桿的施力點，與地面成40度角來克服摩擦力，抗力點處黏置30克重的砝碼。
- 5.第三組槓桿作鋁罐、塑膠瓶的分類，垃圾投入口為槓桿的施力點，與地面成40度角來克服摩擦力，抗力點處黏置10克重的砝碼。
- 6.資源垃圾由槓桿往下滑時，橫座標有一水平衝力，須在槓桿末端加一塑膠片阻擋衝力。
- 7.資源垃圾分類器完成後如下圖：



## 五、結論與建議

- (一)槓桿兩邊是否平衡，與槓桿本身重量無關，而與兩邊的重量、力臂長有關。
- (二)槓桿兩邊平衡時，兩邊的重量、力臂長有下列數學關係：  
左邊重量×左邊力臂長=右邊重量×右邊力臂長；即  
左邊力矩=右邊力矩
- (三)國人每人每日垃圾量已達一公斤，其中如鐵鋁罐、塑膠瓶、玻璃瓶、廢紙等等，皆可回收；若能動動腦製作簡易垃圾分類裝置，可吸引學童的好奇心，富教育意義，有助推動資源回收的工作。
- (四)實驗發現，鋁罐與塑膠瓶的重量較接近，利用槓桿原理來分類，效果並不完美。
- (五)由於以天溝做材料，表面摩擦係數略大，影響實驗正確性。
- (六)資源垃圾由槓桿往下滑時，橫座標有一水平衝力（X軸向量），因此須在槓桿末端加一塑膠片阻擋衝力，否則槓桿無法產生作用。
- (七)限於人力物力，本實驗僅能就市面100ml~355ml的容器做為樣本，應用範圍尚未推廣，但已足夠讓學校合作社使用。
- (八)鐵本身會受磁力作用，所以可在本垃圾分類器中加入電磁鐵直接先回收鐵罐，我們將繼續研究。
- (九)本實驗由於仍需人工拿取資源垃圾投遞到分類器中，無法全面自動化來處理大量垃圾；就此缺點，我們可另外設計自動投遞系統來解決。
- (十)若能改變天溝的形狀，將「一」字形改成「丩」字形，來控制垃圾行進時的速度，分類的效果會更好。

## 六、參考資料

- 1.新世紀彩色圖解百科全書 貓頭鷹出版社 台北 81.12
- 2.光復科學圖鑑 光復書局 台北 76.9
- 3.光復彩色百科大典 光復書局 台北 72.3
- 4.物理趣談 世茂出版社 台北 80.10

## 評語

- 1.作者能利用鐵罐、鋁罐、塑膠瓶、玻璃瓶的資源垃圾之不同重量範圍特性，來設計出分類設施，頗富創意。
- 2.能充分掌握力學觀念，使該設施具實用性，值得獎勵與推廣。

3.該項設計與目前環保問題之解決相結合，在環保教育宣導上亦具貢獻。