

看我的佛山無影腳—空罐壓縮器

高小組應用科學科第一名

高雄縣中正國民小學

作者：洪于展、陳婉妍、王盈潔、沈力群
指導教師：吳景星、黃如瑾

一、研究動機

每天整理學校資源回收時，發現有許多易開罐飲料空罐。空罐重量輕，但體積大佔空間，我們幾位同學就用腳將鋁罐踩扁，但是腳會很痛，又不能踩得很高，於是大家商量是否能找到更好的方法來解決，既能輕鬆地將鋁、鐵罐壓扁，節省人力，又能真正節省大量空間、減少垃圾量，以達到環保效果，保護地球。

二、研究目的

1. 調查日常生活中，易開罐飲料鋁、鐵罐有多少種。
2. 了解易開罐造成環保之影響，及如何減少垃圾量。
3. 探討如何使易開罐減少體積，以保護地球。
4. 由實驗過程中，培養我們的科學精神，自己也能將原理應用在生活中。

三、研究器材與設備

①捲尺②秤③體重器④磚塊⑤水泥柱

四、研究過程

(一)調查市場現有易開罐鋁、鐵罐的種類有多少？

1. 方法：學校目前不得販賣易開罐飲料，但還是有不少同學從家裡帶來，所以以市場有調查對象，到超商統計易開罐飲料共有 94 種之多，其中有 27 種為鋁罐，其他種飲料為鐵罐。
2. 結果：
 - ①鋁罐佔 28.72 %，鐵罐佔 71.27 %。
 - ②汽水、可樂類全部為鋁罐，啤酒 9 種廠也全為鋁罐，一般飲料如烏龍茶、紅茶……全為鐵罐。
 - ③鋁罐裝飲料售價較鐵罐貴 1 ~ 2 元左右。

(二)做分類工作時，如何來分辨空鋁、鐵罐種類？

1. ①方法：用手秤其重量。

②結果：不易分別，因空罐重量太輕之故。

2. ①方法：用眼睛看空罐外表。

②結果：不易分辨出，因鋁、鐵罐外表有漆顏色。

3. ①方法：用秤來秤其空罐重量。

②結果：百分之百辨出，鋁罐約 18 ~ 20g，鐵罐約 50 ~ 60g，以 55g 最多，佔六成左右。

4. ①方法：用手壓空罐。

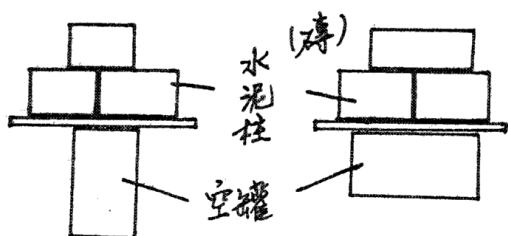
②結果：百分之百辨出，鋁罐較軟，用手可壓凹下，鐵罐較硬，用手壓無法凹入。

5. ①方法：用眼睛看空罐的底部。

②結果：百分之百辨出，底部凹下為鋁罐，平面則為鐵罐。

(三)試驗空罐可承受多少抗壓強度？

1. 方法：無壓力試驗機，故我們利用磚塊、水泥柱及人的體重，在空罐上面放一木板，木板上放重量，做為壓力試驗機，如圖：



承受重量	種類 立臥式	鋁		鐵	
重 量		42.5kg	146.4kg	281.5kg	357.3kg
結 果					

2. 結果：

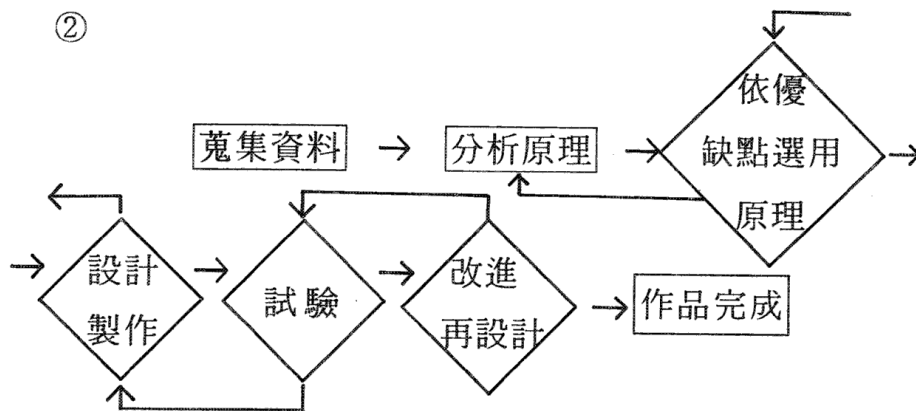
①鋁罐臥式（橫放）可承受 146.4kg 以上，且祇有外表下凹陷些而已，下凹 0.5 cm 左右。

②鐵罐臥式（橫放）可承受 357.3kg 以上，且祇有單面下凹陷些，下凹 0.5 cm 左右。

(四)探討壓縮空罐的方法。

1. 方法：

①分析原理及設計要領。



③設計要項：

㊟以小力可將鋁、鐵罐壓扁。

㊟構造簡單，成本低廉。

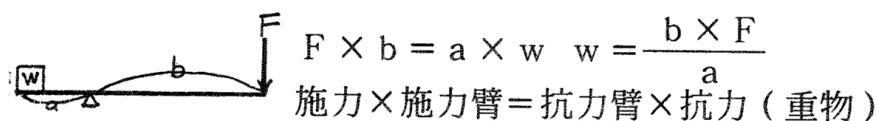
㊟操作容易、方便、省時省力。

2. 研究分析各種原理。

研究一、利用槓桿原理。

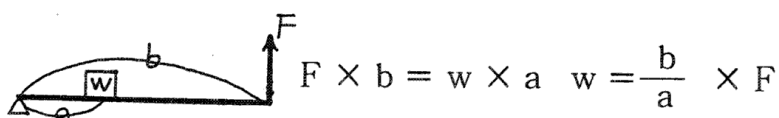
槓桿由支點、施力點、抗力點之位置排列的不同可分為：

ㄅ①第一種槓桿一支點居中如圖：



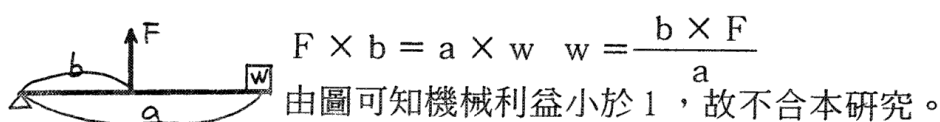
②分析：施力臂 b 愈長，可舉重物 w 愈重，也就是支點愈靠近重物 w ，愈省力。但施力 F 移動距離要愈長。反之，支點愈靠近施力點，施力 F 要愈大，但施力 F 向下壓一點點距離，可使重物升高許多，一般使用的有剪刀、槓桿、拉拔……等日常用品。

ㄆ①第二種槓桿—抗力點居中，如圖：



②分析：施力臂 b 愈長，可舉重物 w 愈重，也就是重物愈靠近支點，愈省力。但施力 F 移動距離要愈長。反之，支點愈靠近施力點，施力 F 要愈大，但施力 F 向上移動距離可較短。

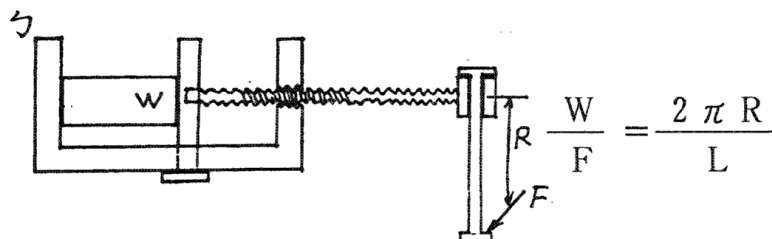
ㄏ第三種槓桿—施力點居中，如圖：



ㄱ 結果：

- ①第一、二種槓桿機械利益大於 1，省力，但 F 移動距離要較長，故空間較大。
- ②第一、二種槓桿均省力，但第一種重物與施力方向相反，第二種重物與施力方向相同。

研究二、利用螺紋（虎鉗）原理。

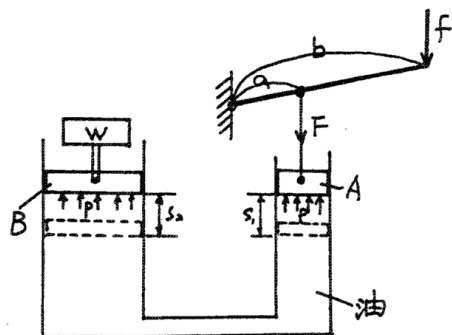


利用螺絲（紋）來壓縮重物 w ，施力 F 使施力臂 R 轉一圈時，依據斜面原理其所移動之距離近似於 $2\pi R$ ，螺旋移動的距離為一導程 L ，可得輸入功 = 輸出功 $F \times 2\pi R = W \times L$ $W = \frac{2\pi R \times F}{L}$

ㄱ 結果：以小力可產生大力量，機械利益大於 1，但費時。

研究三、利用油壓（千斤頂）原理。

ㄱ 如圖所示油壓千斤頂（巴斯卡原理）：右邊為油壓泵（A 斷面），受加壓 F 力向下壓，經過油的媒介之力，使左邊油壓泵（B 斷面）向上升舉重物 W 。



$$P = \frac{F}{A} = \frac{W}{B}$$

$$W = P \times B = F \times \frac{B}{A}$$

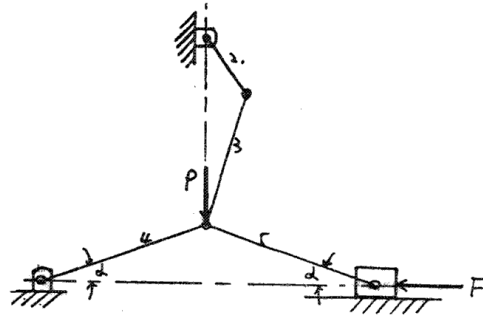
$$b \times f = F \times a \quad F = \frac{b \times f}{a}$$

ㄱ 結果：以小力可產生大力量，機械利益大於 1，但 f 移動距離太長，空間大。

研究四、利用肘節機構原理。

ㄱ 如圖、4 槓與 5 槓等長，當 2 槓向下旋轉，3 槓向下壓產生 P 力，使 4 和 5 槓成一直線時， F 力快速增加。一般使用在需要產生大力量而移動小距離的機械所用。

$$F = \frac{P}{2 \times \tan \alpha}$$



々結果：機械利益大於1，省力又省時。

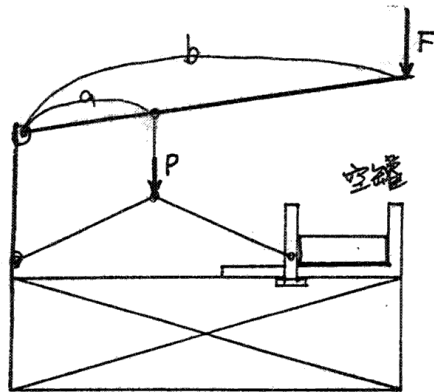
研究結論：

分析以上四種原理的優缺點，省時又省力，又不佔空間，以利用肘節機構原理為最佳方法，符合設計要項。

(五)利用肘節機構原理設計製作壓縮器，並實驗。

設計一、

1.運用肘節機構原理設計如下圖，利用手來壓空罐。



$$a = 35 \quad b = 105 \quad F = 20$$

$$P = \frac{105}{35} \times 20 = 60\text{kg}$$

$$W = \frac{P}{2 \times \tan \alpha} = \frac{60}{2 \times 0.08748} = 342.94\text{kg}$$

2.分析：

- ①鋁罐很容易壓扁，但鐵罐無法壓扁。
- ②以本校六年級十位同學實驗，只有三位體格健壯最有力量的同學可將鐵罐單邊壓扁。
- ③可能製作時各機件摩擦力太大。
- ④要把鐵罐壓扁，手力太小，可能須用腳踩。

3.探討手力與腳力之大小與人的體重是否有關。

- ①方法：利用單腳及單手踩踏壓體重計，測其腳及手之力大小。

如資料：（見下頁）

二 年 級			四 年 級			六 年 級		
體 重	手 力	腳 力	體 重	手 力	腳 力	體 重	手 力	腳 力
24.5 男	7.5	17.5	42.5 女	7	15	37 男	13.5	31
27 男	9	19.5	31 女	6	13	35.5 男	13	25.5
29 男	10	11.5	29.5 女	5	17	41.5 男	17.5	28.5
26 男	11.5	22.5	24 男	7	17	69.5 男	22.5	40
27.5 女	7	14.5	25 男	15	23	36.5 女	15.5	24.5
21.5 女	5	9.5	43 男	15	29	42.5 女	13	23.5
21.5 女	6	19	34.5 男	16	30	51. 女	15.5	21.5
24.5 女	8	16.1	24.5 女	7	15.5	69 女	23	44

②結果：

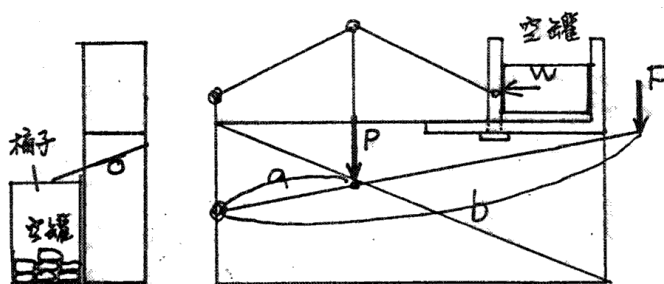
⑤腳力較手力大。

⑤男生比女生力量大

⑦體重重，手力不一定大，但腳力卻較大。

設計二、

1.將肘節機構改用腳踩來壓空罐，如下圖：















$$P \times a = b \times F \quad b = 105 \quad a = 35$$

$$P = \frac{b \times F}{a} = \frac{105 \times 20}{35} = 60\text{kg}$$

$$W = \frac{P}{2 \times \tan \alpha} = \frac{60}{2 \times 0.08748} = 342.94\text{kg}$$

2.試驗須多少力量、將鋁、鐵罐壓扁。

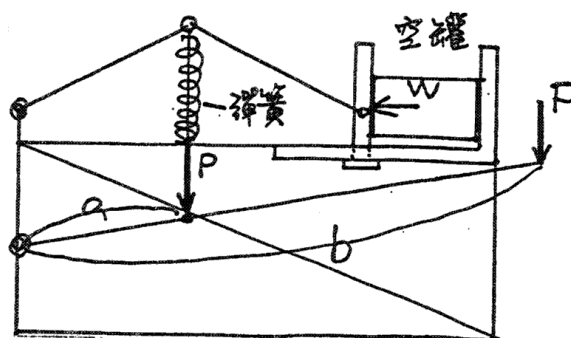
名稱	台灣啤酒罐	黑松沙士	黑松沙士	黑松沙士	黑松沙士	舒跑(短)	舒跑(短)	舒跑(短)	舒跑(短)	維他露P	維他露P	維他露P
壓凹	有凹	無凹	有大量凹	有凹	無凹	無凹	有凹	無凹	有凹	無凹	無凹	壓單邊無凹
重量	12.5kg	26.3kg	10.1kg	16.5kg	38.6kg	28.5kg	15.2kg	40.1kg	18.9kg	82.4kg	93.9kg	36.5kg
材料	鋁	鋁	鋁	鋁	鋁	鋁	鋁	鋁	鋁	鐵	鐵	鐵
												

3. 分析：

- ① 鋁罐要壓時，用手先將鋁罐壓凹，只要 10.1kg，即可很輕鬆壓扁。
- ② 鐵罐抗壓力強，故壓鐵罐時要先單邊壓扁，再換另一邊只要 36.5kg 即可。
- ③ 請四年級十位男女同學來試壓，有六位同學很輕鬆將鐵罐壓扁，二位要更用力（全身重量）方可將鐵罐壓扁。

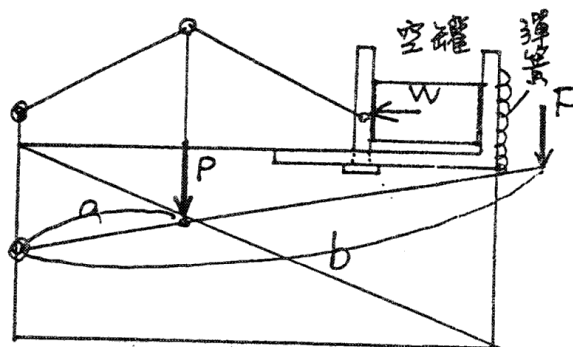
所以不方便，因此考慮是否能改進讓其自動定位。

改進一、在壓縮器產生 P 力之連槓上如圖 E 處設一壓縮彈簧。



結果：使用體重計如圖測量出要使其定位須 9.6kg。

改進二、在壓縮器腳踏桿如圖 H 處，設一壓縮彈簧。



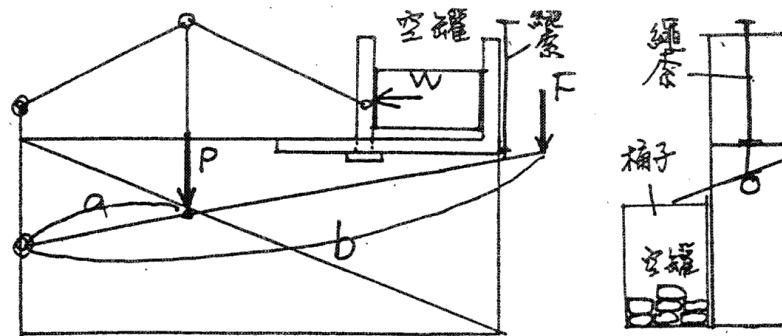
結果：使用體重計測量出要使其定位須 4.2kg。

分析：

①發現如使用彈簧，使其壓縮後能自動定位，最少須再加 4.2kg 之力，如果再加上壓縮彈簧之力可能須 4.2kg 的 3 倍以上。

②壓鋁罐還可以，但壓鐵罐就不可以，因壓縮鐵罐力量較大。再加上彈簧力，要壓扁鐵罐更不容易。

改進三、由以上分析發現加彈簧使其自動定位，只能增加力量，所以不合設計要項，因此我們只好使用繩索，以避免壓縮空罐時，增加腳力，如圖：



五、研究討論

①根據我們的調查、統計，發現市面上鋁罐鐵罐有 94 種之多（可能還有許多遺漏的，因我們未到鄉下調查），可見現代人對飲料依賴性很高，值得我們深思。

②經由報章雜誌報導得知，外國易開罐飲料均用鋁罐，而台灣卻不到三成（28 % 左右），這可能與成本有關，由此可知台灣廠商以利為主，有關單位更應注意。

③鋁、鐵罐承受抗壓力之後，令人難以想像，鋁罐橫（立）可承受 146.4kg 以上，鐵罐 357.3kg 以上。

④市面上空罐縮器不多，即使有，也只限鋁罐，遇到了鐵罐就束手無策。經過我們設計以後，鋁罐只要 10.1kg，即可壓扁，鐵罐單邊 36.5kg 可壓扁，幾乎任何人都可操作。如果設計製作時，能更精密的話，力量可再減少。

⑤鋁罐經壓縮後，由 12 cm 變為 1.5 ~ 2 cm，縮小了將近 8 倍左右，鐵罐由 6.5 cm 變為 1.2 ~ 1.8 cm，縮小了將近 6 倍左右，這可減少回收儲存空間。

⑥由這次研究我們發現現代人不斷使用文明產品，是否也應想想如不注重回收工作，對我們的環境及大自然生態所產生的嚴重破壞。

- ⑦現代社會中，鋁鐵罐回收情形很差，雖然有關單位不斷宣導，仍有賴大家共同推展，政府更應立法將易開罐改用鋁罐，並力強回收及廣設回收點，且每個回收點應設壓縮器，以免回收時佔太多的體積，更利回收。
- ⑧這次的探討研究，使我們知道任何困難要一步步地排除，更瞭解任何原理，若能好好地加以改進創作，功用更大。

六、參考資料

- ①國語日報
- ②國小自然科學第九冊
- ③機件原理 科友圖書公司

評語

1. 本作品利用肘節機構原理製成一部腳踏式空罐壓縮器，以回收鋁罐及鐵罐，在設計上深具創意，而在研究目的上，針對環境保護，很有意義。
2. 本作品在研究過程，瞭解不同槓桿、螺紋、油壓原理，最後選擇肘節機構，並以量化分析學生使力大小以及壓縮各式空罐所需之力，以完成合理的設計，並能考慮安全因素，在思考程序上甚為完整，並具科學精神。
3. 四位同學完成機構（木質）模型製作，並由老師協助利用鋼筋等物製成實體，同學在操作技術上的解說甚為生動。
4. 本作品之指導老師相信已提供豐富理論性的支援，但能讓同學發揮相當大的想像及分析空間。本作品可立即實用，甚為難得。