

動起來!自製鋁罐希倫引擎探討

投稿類別：自然科學

篇名：

動起來!自製鋁罐希倫引擎探討

作者：

張沁筠 自強國中 九年六班

指導老師：

徐彥哲老師

郭千睿老師

壹、前言

一、研究動機

某天的自由研究課程中，在網路上意外滑到一篇關於希倫蒸氣機的研究報告，當時就起了濃厚的興趣，在跟老師討論原理之後，老師就提出把它當成課題來研究，因為我們對它產生的興趣，所以就懷著興奮且緊張的心情決定來好好設計實驗，當作研究的主题。

二、研究目的

- (一) 設計簡易版希倫引擎
- (二) 探討影響希倫引擎運轉效率的因素
- (三) 探討希倫引擎中熱能轉動能的比率
- (四) 洞數的多寡對轉速轉速產收的影響
- (五) 洞高對於轉動時穩定度的影響

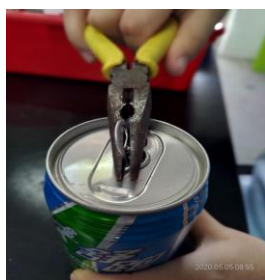
三、研究方法

(一) 研究流程：

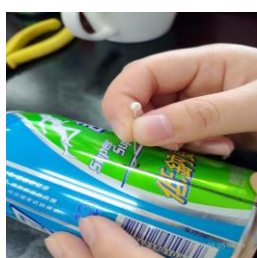


(二) 開罐步驟：

1. 用老虎鉗將開罐環凹呈成直角(不可將鋁罐打開)



2. 以適當高度為洞高，畫線標記，再以珠針刺洞



洞的方向一定要往逆時針方向開，在出氣時才能利用反作用力驅使鋁罐轉動

3. 將鋁罐中的水排出



因為不能直接從開罐口將舒跑倒出(整個罐子只能有出氣孔)所以從出氣孔將裡面液體慢慢排出

(三) 實驗方法:

1. 找出性能最佳的鋁罐
2. 得出舒跑為最佳
3. 再以為舒跑為基底做變因

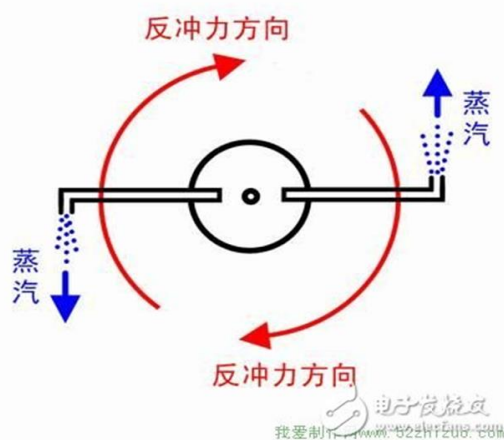
貳、正文

一、文獻探討

希倫蒸汽機是 2000 多年前的古希臘人希倫發明的，利用高速噴出的蒸汽的反作用力推動機器旋轉。

1. 由於水量不多，又因為玻璃又硬又滑，重力又抵銷了一部分向上的磁力，所以螺絲釘和載玻片之間的摩擦力極小，燒瓶稍稍一受到力矩即可轉動，用不著高壓噴射蒸汽，也就免去了大火猛烈加熱帶來的危險。
2. 以燒瓶作為容器，一方面玻璃完全透明，內部水沸騰的情形一目了然，格外吸引學生注意和好奇，而整個希倫引擎的原理和運作的所有細節，不言自明，非常有趣。
3. 另一方面，燒瓶以其對稱軸為轉軸的轉動慣量，比試管以其對稱軸為轉軸的轉動慣量大一些，旋轉之後角動量較大，因為角動量守恆之故，旋轉時轉軸相當穩定，方向不變，不易搖晃，有助於持續加熱、從容觀察（賞）、以及實驗安全的提高。
4. 試管制的希倫蒸汽機，旋轉之後角動量較小，也就不容易藉助角動量之守恆來維持轉軸穩定，因此比較容易搖晃。
5. 再加上燒瓶重心比較低，若有搖晃，搖晃的頻率遠低於轉動的頻率，內部的水又有緩衝的效果（半滿時效果佳），搖晃難以持續，整具燒瓶希倫引擎很容易穩定轉動，又因為燒瓶底部較寬，加熱區域大，蒸汽量

也大，而且水沸騰時水蒸汽也不致於將液態的水一併帶出，所以旋轉的力矩非常平穩，不會忽大忽小，並可延長噴發水蒸汽的時間。



圖二 希倫引擎的轉動方式

二、研究設備及器材

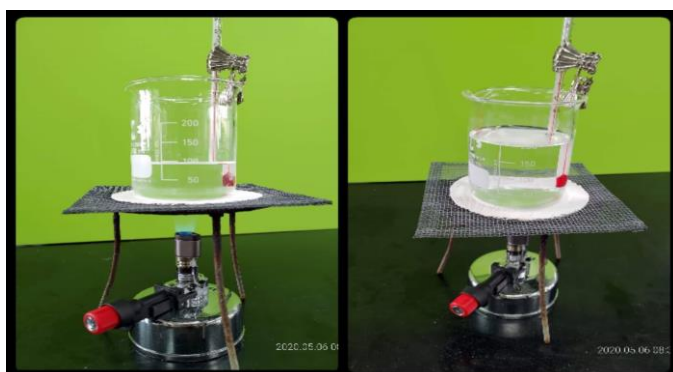
		
圖三 實驗裝置	圖四 各種鋁罐	圖五：各種器材

- (一) 實驗前使用：珠針、打火機、老虎鉗、奇異筆、瓦斯
- (二) 實驗時使用：酒精燈、本生燈、針筒、水、鐵架

三、研究結果

(一) 實驗一：求出酒精燈的供熱能力

操作變因是水量的不同 100g 和 200g



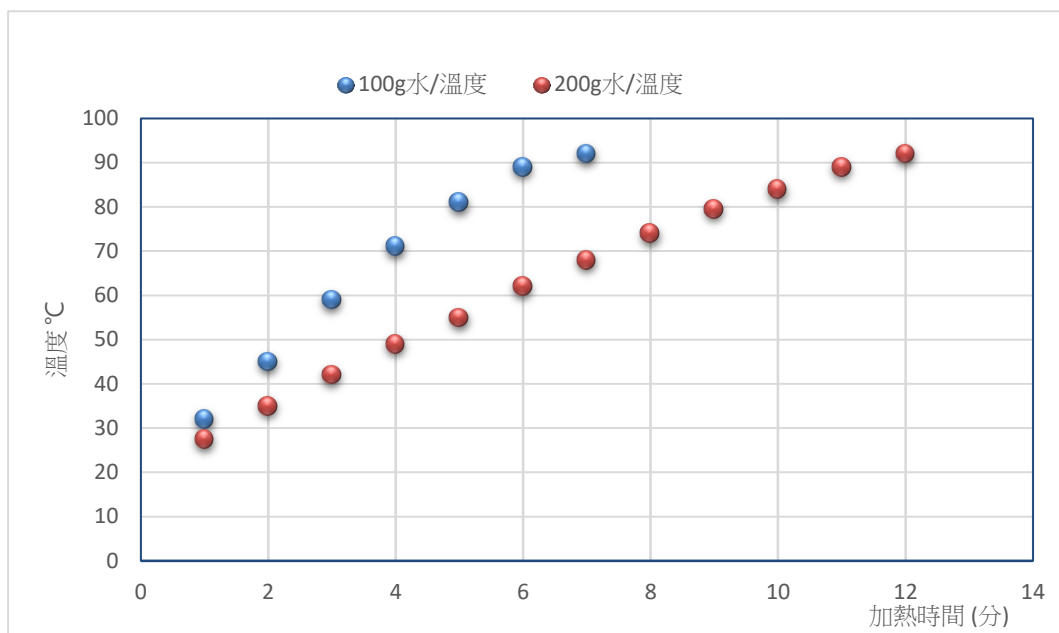
實驗數據： 100g 水的供熱 公式: $H = MS\Delta T$

加熱時間 (分)	T 初溫(°C)	T 末溫(°C)	ΔT (°C)	總熱量(卡)/分 (本生燈)
1	23.5	32	8.5	850
2	23.5	45	21.5	2150
3	23.5	59	35.5	3550
4	23.5	71	47.5	4750
5	23.5	81	57.5	5750
6	23.5	89	65.5	6550
7	23.5	92	68.5	6850

200g 水的供熱 公式: $H = MS\Delta T$

加熱時間 (分)	T 初溫(°C)	T 末溫(°C)	ΔT (°C)	總熱量(卡)/分 (本生燈)
1	23.5	27.5	4	800
2	23.5	35	11.5	2300
3	23.5	42	18.5	3700
4	23.5	49	25.5	5100
5	23.5	55	31.5	6300
6	23.5	62	38.5	7700
7	23.5	68	44.5	8900
8	23.5	74	50.5	10100
9	23.5	79.5	56	11200
10	23.5	84	60.5	12100
11	23.5	89	65.5	13100
12	23.5	92	68.5	13700

動起來!自製鋁罐希倫引擎探討

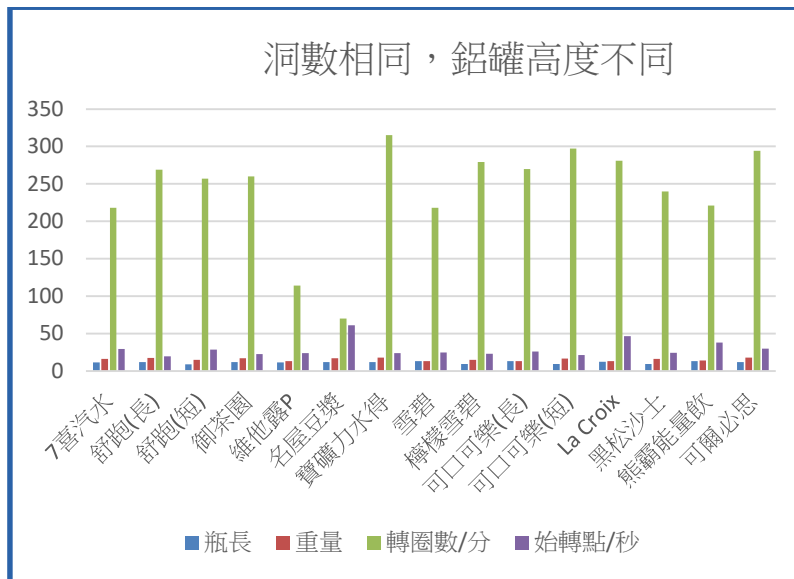


(二) 實驗二: 利用相同洞數、高度不同鋁罐找出性能最好的

實驗數據

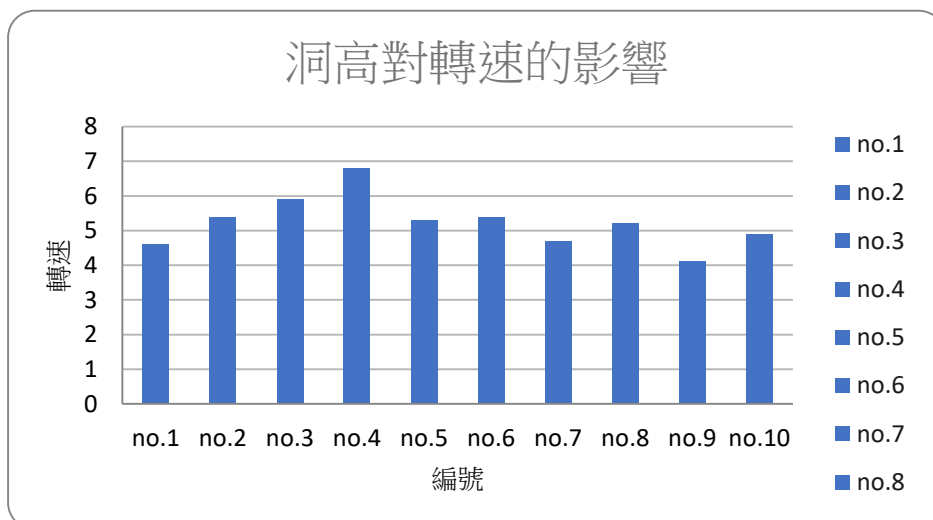
鋁罐名稱	瓶長	重量	轉速/s	始轉點/秒
7 喜汽水	11.5	15.92	3.6	29.3
舒跑(長)	12	17.19	4.5	19.38
舒跑(短)	9	15	4.3	28.52
御茶園	12	16.96	4.3	22.5
維他露 P	11.5	13.3	2	23.85
名屋豆漿	12	17	1.2	61.1
寶礦力水得	12	18.02	5.3	23.67
雪碧	13.2	13	3.6	24.5
檸檬雪碧	9.1	14.61	4.7	22.79
可口可樂(長)	13.2	13	4.5	26
可口可樂(短)	9.1	16.33	5	21.31
La Croix	12.1	12.93	4.7	46.61
黑松沙士	9.1	16.19	4	24.25
熊霸能量飲	13.2	14	3.7	38.08
可爾必思	12	18	4.9	29.62

動起來!自製鋁罐希倫引擎探討



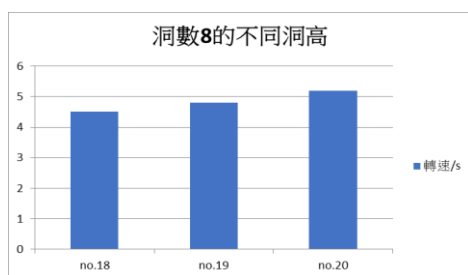
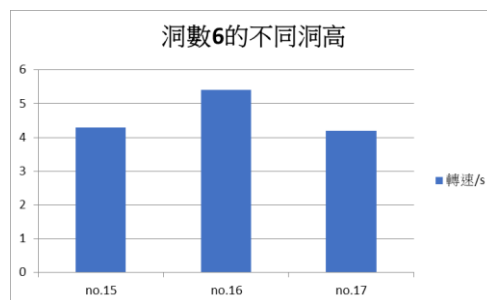
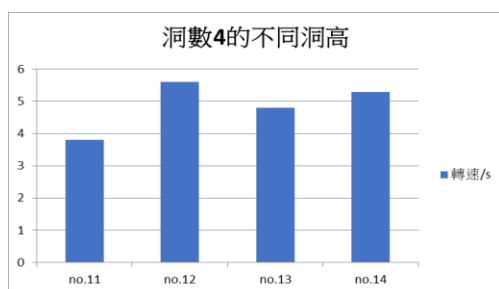
(三) 實驗三: 利用相同洞數不同洞高求轉速(舒跑)

編號	洞數	洞高 cm	轉速/s	始轉點/s
no.1	1	4	4.6	20.61
no.2	2	2	5.4	23
no.3	2	3	5.9	15
no.4	2	4	6.8	20
no.5	2	5	5.3	31.79
no.6	2	6	5.4	25
no.7	2	7	4.7	26.09
no.8	2	8	5.2	26.53
no.9	2	9	4.1	27.67
no.10	2	10	4.9	27.92



(四) 實驗四: 使用 4、6、8 等洞數做不同的變因

編號	洞數	洞高/cm	轉速/s	始轉點/s
no.11	4	4、4	3.8	26
no.12	4	4、5	5.6	34
no.13	4	3、4	4.8	24.98
no.14	4	4、5	5.3	18.7
no.15	6	4	4.3	23
no.16	6	3、4	5.4	19
no.17	6	4、5	4.2	20.91
no.18	8	4	4.5	22.07
no.19	8	3、4	4.8	23.03
no.20	8	4、5	5.2	21.67



四、討論

- (一) 由實驗二的數據，可以發現轉得最快的其實不是舒跑，但最後使用舒跑罐做控制變因的原因是經過多次的實驗，我們發現在多次的加熱旋轉過程中，舒跑罐的搖晃程度是最穩定的，每一次的數據也不會有太大的差異，所以最後選用舒跑來做接下來一系列的實驗。
- (二) 在實驗三的數據，可以看到我們開了一個洞數 1 的鋁罐，目的是測試單

靠一個孔的出氣量，能不能使鋁罐轉動，最後經由實做發現，洞數 1 的鋁罐依然有辦法旋轉，但是因為孔數不對稱，所以旋轉時的搖晃度非常大，但也成為一個可以參考的結果。

- (三) 實驗四我們開始在洞數和洞高上面做變化，本來都是左右對稱的 2 個洞，後來新增了 4、6、8 個洞數的鋁罐，要注意的是洞的位置依舊要保持平衡。
- (四) 在實驗四的數據表可以看到，洞高有兩個不同的數字，那是左右穿插不同的洞高，目的是利用自身出氣點高度的不同，達到搖晃度減少的作用。

叁：結論

1. 由實驗一，我們利用水的不同質量再由熱量公式計算出本生燈的每分鐘供熱約為 800 卡，因此我們認為本生燈的供熱是穩定的，所以我們以本生燈當作實驗的熱源。
2. 在實驗二，利用各種不同尺寸、大小的罐裝飲料，我們將洞數和洞高固定(2 個洞，洞高 4)來進行不同罐裝飲料的實驗，並且紀錄用本生燈燃燒一分鐘鋁罐總共的轉圈數，最後發現轉得最快是寶礦力水得的鋁罐，可是穩定度最佳的是舒跑。我們也有使用鐵罐飲料(各種咖啡罐)，發現和鋁罐飲料相比，鐵罐飲料完全不會轉動，原因是鐵罐質量太重了。
3. 在實驗三，我們選擇實驗二中轉的最穩定的舒跑鋁罐當作統一的鋁罐實驗，我們改變了不同的洞數以及洞高，發現洞數(2 個洞)固定時，洞高 4 公分的轉速最好。然後我們發現理論上，洞數一個以上應該會使鋁罐比較容易轉動，但是實驗發現洞數 1 個也可以轉，猜測的原因應該是我們在戳洞的時候有將洞口向內凹，導致出氣的時候有角度差。
4. 不管洞數 2、4、6、8，只要上下都有開洞比只有開同一個位置的洞來的穩定。我們發現洞數越多，鋁罐的轉速越慢，我們猜測的原因可能是洞口的出氣量不平均造成出氣方向四面八方，導致轉動力矩變小，所以轉速就會變慢。

肆：引註資料

1. 高中物理常考十大公式之能量守恆 <https://kknews.cc/education/63e6q4p.html>
2. 周鑑恆的希倫蒸汽機 [http://www.sec.ntnu.edu.tw/Monthly/96\(296-305\)/297-pdf/04.pdf](http://www.sec.ntnu.edu.tw/Monthly/96(296-305)/297-pdf/04.pdf)