

中華民國第四十六屆中小學科學展覽會
作品說明書

高中組 生活與應用科學科

佳作

040809

摩登幫浦

學校名稱：桃園縣私立光啟高級中學

作者：	指導老師：
高三 陳相源	李金榮
高三 廖啟宏	吳志伯
高二 凌光辰	
高二 陳建霖	

關 鍵 詞：進氣歧管、真空、引擎

作品名稱

摩 登 幫 浦

摘要

抽水機所運用的原理，是藉由內部壓力小於外部壓力所形成的壓力差，來完成抽水的目的。而產生壓力差的地方就是幫浦，現有使用的幫浦是利用引擎或電動馬達作為動力，去帶動幫浦，或利用高壓壓縮空氣通過文氏管產生真空來達到壓力差的目的。

試想當沒有抽水機，或停電時，將如何抽水呢？

既然抽水需要真空來製造壓力差，就我們所學汽車進氣歧管處就有真空，而依據交通部 95 年 1 月份之統計，全國機動車輛(汽機車)總數為 19,912,431 輛。幾乎每一人就有一輛汽機車，故可用以抽水之真空來源，無所不在。

在沒有傳統幫浦時，我們想到的方法：先將箱子(容器)與汽車或機車的進氣歧管連接後，將引擎發動，此時箱子內的空氣會被發動中的引擎抽出，而使箱內變成負壓；此時箱外的壓力為一個大氣壓，因而我們僅需要以管子將箱子與我們要抽取的液體（如：水、油等）完成連結動作，便能利用箱子的內、外壓力差（箱子外在壓力大於內在壓力）而將外面的水快速吸入箱中，以達到我們抽水的目的。

當水被抽完或箱中已滿時，此時我們將箱子通大氣並把放水閥打開，使箱內的水能順利且快速排出，甚至我們可以將箱內加壓以加速排水速度。

一個沒有幫浦的「幫浦」，從此誕生了。

壹、實驗動機

在我們學習汽油引擎構造時，得知引擎進氣歧管之真空，可應用在汽車之真空補助液壓煞車、冷氣提速器、點火提前裝置、汽油油壓調整器等等。『學以致用』是我們學習的目的。

在面臨實驗主題的選取時，引發我們許多的討論，就在大家不斷積極提議的時候，我們這一群工廠小尖兵，卻被主任的「派遣令」給暫時停了下來，但也因為主任這個「指令」，觸發了我們的實驗動機。

一、實習工廠廢油問題：

我們是一群綜合高中汽車學程的學生，所以在實習工廠中，有很多實習課程所產生的廢油要處理，通常我們會將廢油集中倒入廢油桶裡（如圖一），等到廢油達到一定數量時，再找廠商作回收處理，以避免因為隨意處理廢油而對環境造成污染。

我們要將廢油倒入廢油桶的制式處理流程是：用油盆盛裝廢油，再用漏斗接著，「緩慢」的將油倒到油桶中（如圖二），倒油速度不但緩慢、費力又容易將衣服及環境弄髒，所以我們突發奇想：如果將『倒』這個動作變成『抽』，一定可以讓我們懸在半空中的手得到釋放，如

此可以省力省時，且又不易將油濺到外面污染環境及弄髒衣物，真是符合廣告中所說的「科技始終來自於人性」！

二、颱風淹水問題：

就在我們想「抽」廢油的想法出現後，大家就開始從生活中尋找還需要用「抽」的方式來解決的問題。

大家不禁同時回憶到去年夏天，颱風一個接著一個來，造成不斷的淹水惡夢，看著水漸漸淹入家中，直到形成一片汪洋；大雨過後，我們唯一想做而可以做的事，就是把水趕緊往外撥，甚至希望家裡有一部抽水機能吸乾家中的積水。但是，悲劇是來自身為窮學生的我們，買不起抽水機，二來當淹水時，常伴隨而來的便是停電，因此即便有「電動」抽水機，也是「英雄無用武之地」了。

基於以上兩個問題，我們就想試著去做一部不用花費太多「人力」，而又無須耗費任何「電力」的抽水機來解決我們所遇到的問題。



圖一 廢油存放區



圖二 廢油倒入油桶

貳、研究目的

我們做研究及發明這個作品的目的，是希望能解決我們在日常生活中發現的問題（如動機中所敘述），進而成為家中或工廠必備工具機之一：

一、工廠使用：

在各大修理汽、機車廠中，當汽車作定期保養需要換機油時，傳統的方法是將汽車頂起，再將舊機油排放到廢油桶，如果用「摩登幫浦」就可以不用將汽車頂起，可直接將油管插入油底殼中，將舊機油抽出，以達到放油的功能。

當工廠中要處理廢油時，也只要用「摩登幫浦」將廢油直接抽入廢油桶中，不用像以往要將廢油倒過來、倒過去，不但費力、費時又容易弄髒環境。所以在工廠中，只要有我們發明的「摩登幫浦」，在處理廢油方面，就可達到事半功倍的效果。

二、家庭使用：

一個家庭什麼時候需要抽水機呢？就是當下大雨或颱風天淹水時、要整理魚缸換水時、馬桶阻塞不通時、知道要停水時要把水放入儲水桶……等，生活上要用到『抽』這個動作還真多耶！我們通常為了這些事情買了一堆的工具，不但要花很多錢，又要找地方放這些工具，在台灣寸土寸金的地方還真是浪費啊！所以家中只要擁有一台我們發明的「摩登幫浦」，就可

以輕鬆地把要抽的東西，抽得一乾二淨，一點也不留痕跡。

參、研究設備及器材

我們的實驗材料以隨意可以取得為主，目的是資源再利用，以減少資源浪費，並且可以節省材料費用。我們做了很多個實驗品，以下介紹兩個成品：摩登幫浦與大油桶。其使用材料如下：

1. 包紗管：(3/8") 此管須耐壓，以避免抽真空時管子扁掉。其材質以塑膠管為主，內部以鐵線或尼龍加強。材料來源：到水電材料行購買，價格 21 元/公尺。
2. 橡皮管：(1/8") 目的為連接引擎進氣歧管與油桶以作為抽真空使用。材料來源：機車上歧管的真空管，價格 12 元/公尺。
3. 三通：目的連接橡皮管使負壓錶、油桶與引擎進氣歧管連結。材料來源：機車上連接歧管真空的三通管。
4. 肘管、雙頭螺紋接口管：目的為連接抽油管與油箱的轉接頭。材料來源：到水電材料行購買（肘管 3/4" 60 元、1/2" 40 元；雙頭螺紋接口管 3/4" x3cm 17 元、3/4" x7cm 30 元）
5. 油箱：目的要作為儲水箱，強度必須要耐高壓(一個大氣壓)，以避免抽真空時箱子被吸扁。這一個箱子我們找了很多材質，不斷失敗中找到這一個不銹鋼油箱。材料來源：實習工廠中，報廢的架上引擎所裝的油箱，(尺寸：36 x18 x 18 cm)，及實習工廠中廢機油桶(200 公升裝，市價 100 元)。
6. 壓克力板：用以封住油箱上蓋，並可裝上真空錶及抽氣與吸水管路，也可以當視窗用。材料來源：實習工廠中，廢棄的展示用壓克力外殼，厚度：5mm。
7. 機車及汽車：目的是要將箱子抽成真空(負壓)，我們使用進氣歧管的真空，來抽取箱內空氣。材料來源：實習工廠的架上引擎與實車。
8. 真空錶：目的是要得知箱內負壓有多少。材料來源：實習工廠中的冷氣高低壓錶中的低壓錶，及引擎測試用的真空錶(精度高)。
9. 球型閥：目的是為控制箱內之壓力及抽水或放水之功能。材料來源：到水電材料行購買，價格：3/4" 110 元、1/2" 90 元、3/8" 55 元、1/2" 35 元。
10. 水或廢油：目的是要知道，可以抽多少水與抽水時間。
11. AB 膠：目的要將箱子會漏氣的地方封住及黏合之用。材料來源：材料室，135 元/組。
12. 浮筒開關(浮球閥)：這是我們的創意，目的是防止水或油被吸入引擎，而造成引擎熄火。材料來源：資源回收桶，免錢。

肆、研究過程或方法

一、摩登幫浦

(一) 製作過程：

1. 在工廠尋找一個廢棄的油箱，先將油箱上多餘的零件拆除，並澈底清潔，再將周

遭會使箱子漏氣的孔用 AB 膠封住。

2.在工廠中找可用的壓克力板，在壓克力板上加工、鑽孔。

3.在工廠中找可用的真空錶及引擎測試用的真空錶，與準備好的油管與接頭，裝到加工好的壓克力板上，並用 AB 膠密封。

4.將洩水閥裝到油箱上，成品初步完成。

5.經抽真空（220mm-Hg）後關閉開關，維持 30 分鐘不漏氣，成品便大功告成。

（二）、實驗過程：

1.用機車的進氣歧管真空將油箱內空氣抽出，使箱內成負壓。

2.抽到真空度無法再下降時，(真空度為 220mm-Hg，所需時間為 18 秒)關閉抽氣閥門。

3.將抽水管放入水箱中，並打開抽水閥開始抽水(圖三、四)。

4.記錄抽水量及抽水時間後將水放掉。

5.多作幾次實驗，並改變變因作測試。



圖三 機車進氣歧管真空



圖四 抽水實驗中

二、大油桶

（一）製作過程：

1.在工廠尋找一個廢油桶。

2.取下大油桶蓋並在正中央鑽孔($\phi 10\text{mm}$)後鎖上一個竹節接頭中空螺絲(連真空管)。

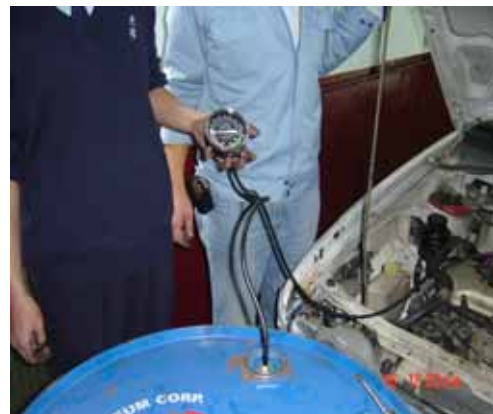
3.使用真空錶與汽車上的真空管及三通，用三通連接真空錶、油桶與抽氣閥門。如圖五、六。

4.將另一個較小的油桶蓋拆掉，把準備好的接頭、閥與油管裝到油箱上，成品初步完成。

5.經抽真空後關閉開關，維持 30 分鐘不漏氣，成品便大功告成。



圖五 汽車進氣歧管真空接頭



4 圖六 利用引擎將油桶抽真空

(二) 實驗過程：

- 1.利用汽車進氣歧管之真空，將油桶內空氣抽出，使桶內成負壓。
- 2.抽到真空度無法再下降時，記錄時間和負壓並關閉抽氣閥門。
- 3.將抽油管放入廢油中，並打開抽油閥開始抽廢油。
- 4.記錄抽油量及抽油時間。
- 5.多作幾次實驗，並改變變因作測試。
- 6.由於大油桶無視窗，無法知道桶內水位高低，當水滿而未立即關閉開關，導致水被吸入引擎，造成引擎熄火，實驗停止。
- 7.油桶內真空度，如高於 600 mm-Hg 時會扁掉。

※理論部分※

(一) 波義耳定律(Boyle's law)：

- 1.內容：在密閉空間定溫時，一定量氣體的體積(V)與其壓力(P)成反比。
- 2.公式： $PV=K$ 【P：壓力，V：體積，K：常數】
- 3.運用：密閉空間中，體積與壓力成反比：體積愈大，壓力越小。所以當引擎活塞往下移動，汽缸內體積增加，進氣歧管中會產生負壓。

(二) 理想氣體方程式：

- 1.內容：是由很多定律歸納出來的理想氣體定律，例如說：
 - (1) 波義耳定律：定量，定溫時，壓力與體積成反比
 - (2) 查理定律：定量，定壓時，體積與溫度成正比
 - (3) 給呂薩克定律：定量，定容，壓力與溫度成正比
 - (4) 亞弗加厥定律：定壓，定溫時，體積與莫耳數成正比
 - (5) 道耳吞分壓：定容，定溫，壓力與莫耳數成正比

- 2.公式： $PV=nRT$

【P：壓力，V：體積，n：莫耳數，R：常數，T：溫度】

※公式註解：

- (1) $R = 8.315 \text{ J/mol K}$ 表示用的是公制單位，壓力(P)用牛頓/米²，體積(V)用米³，溫度(T)為絕對溫度K，莫耳數(n)。
 - (2) 1 莫耳 (mol) = 6×10^{23} 個
 - (3) 絕對溫度 (K) = 攝氏溫度 (°C) + 273.16
- 3.運用：實驗時，我們可以運用這一個公式，因為我們的容積體積固定，所以我們擁有的變數只剩下三個：壓力(P)、莫耳數(n)與溫度(T)，我們就用這三個變數去作數據分析。

(三) 一大氣壓 (atm) = 760 mm-Hg = 29.92 in-Hg

※大氣壓地會隨海拔高度、溫度而不同。

(四) 汽油引擎在怠速(慢車)時，進氣歧管真空度為 520 mm-Hg。(汽車修護手冊)

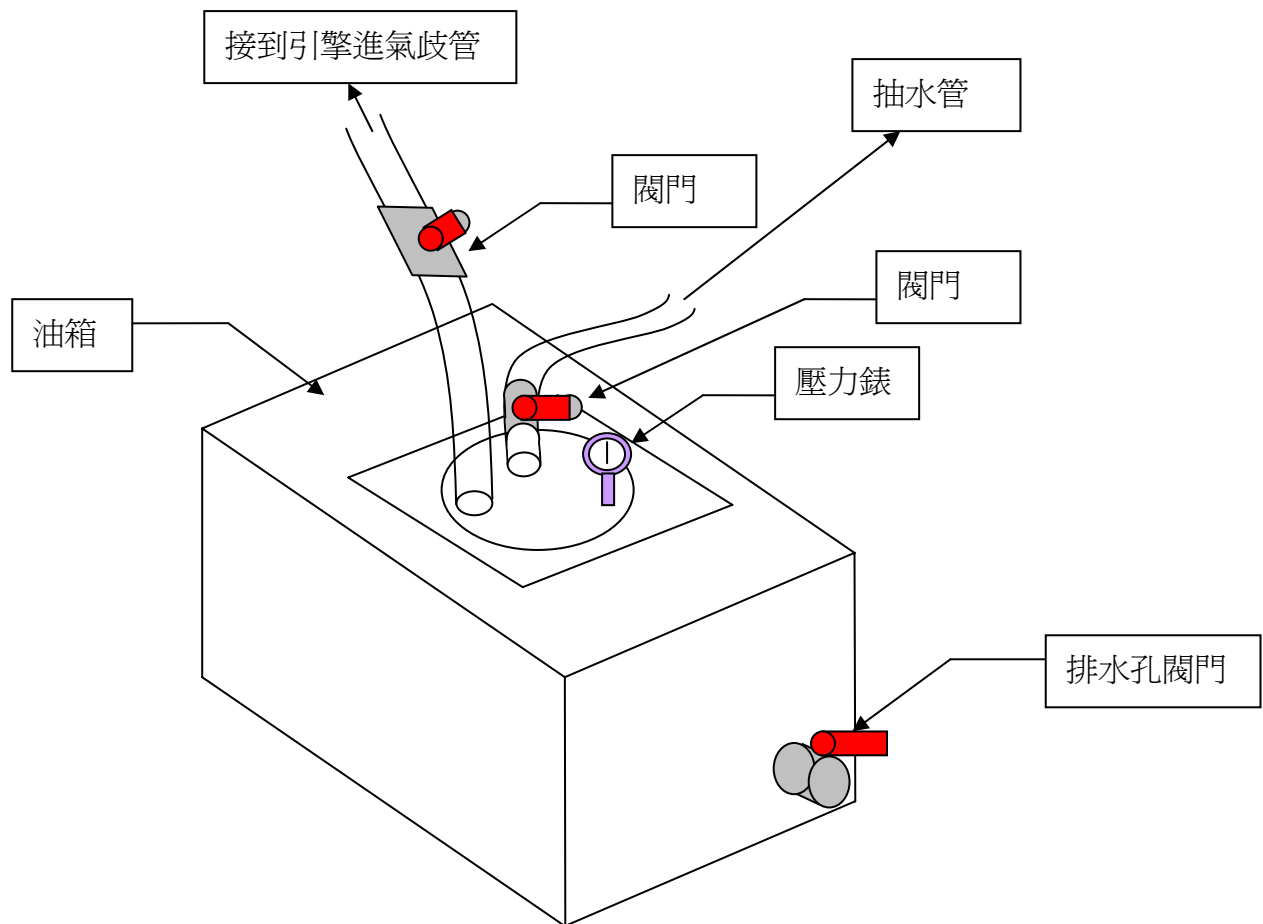
※當節氣門開度小時，進氣歧管真空度較大，故實驗時盡可能不要加油門，
抽氣的速度會比較快又省油。

(五) 當箱子內外有壓力差時，則流體會從壓力大的地方流向壓力小的地方。

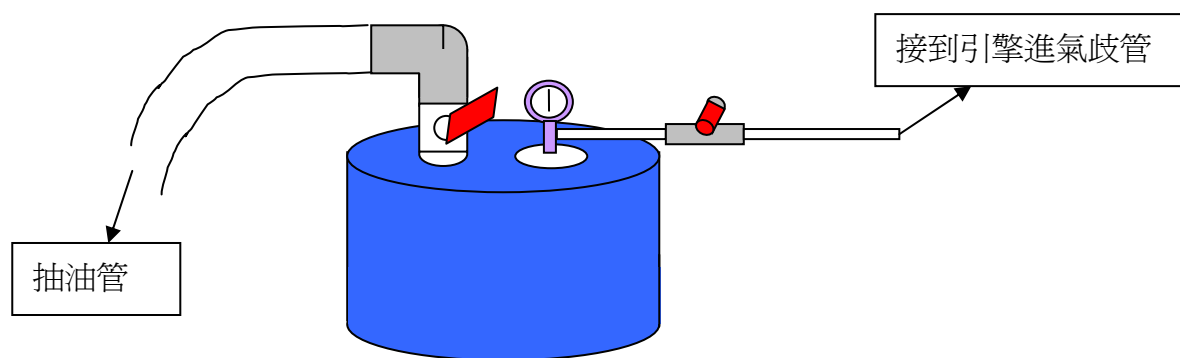
※高壓迫使流體往低壓處流。

三、實驗出之成品如下圖：

(一) 摩登幫浦



（二）大油桶



伍、研究結果

我們分別做了幾個實驗，產生以下結果：

一、油箱與大油桶測試紀錄

	油箱	大油桶
真空來源	機器腳踏車 (125c.c.)	小客車 (1600c.c.)
抽真空時間	18 秒	6 分鐘
真空度	220 mmHg (如圖七)	520 mmHg (如圖八)
負壓表歸零之抽水量	約 7 公升	約 120 公升
負壓表歸零之時間	45 秒	1 分 30 秒
抽 1500c.c. 所需時間	13.41 秒	3.89 秒



圖七 機車真空



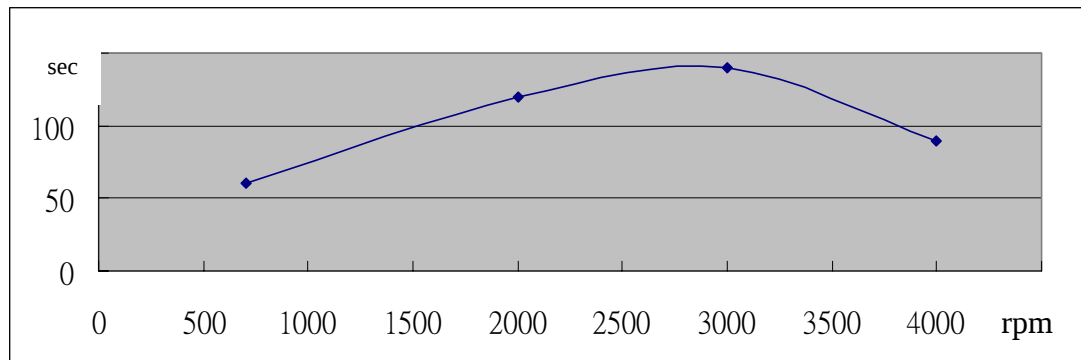
圖八 汽車真空

二、油箱抽滿水之時間與引擎轉速之關係

1. 引擎轉速與抽滿時間數據

引擎轉速	700rpm	2000rpm	3000rpm	4000rpm
抽滿時間	61sec	120sec	140sec	89sec

2. 引擎轉速與抽滿時間曲線圖

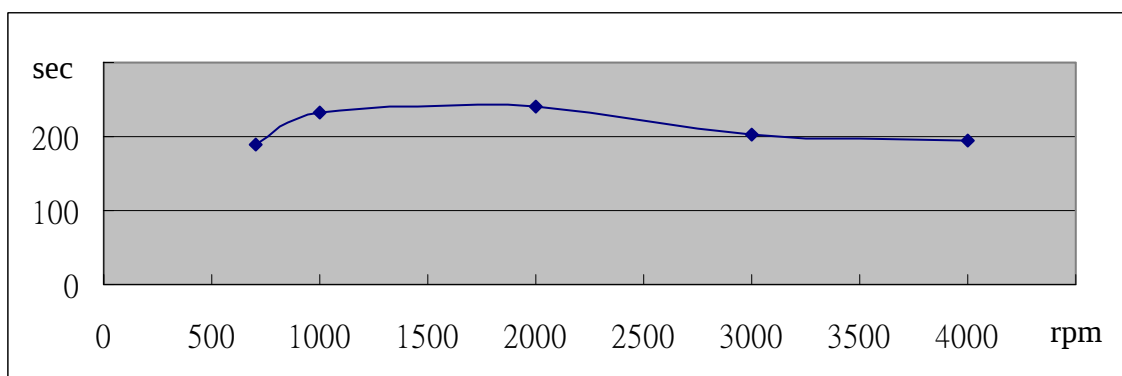


三、大油桶抽油(60 公升) 時間與引擎轉速之關係

1. 引擎轉速與抽油 60 公升時間數據

引擎轉速	700rpm	1000rpm	2000rpm	3000rpm	4000rpm
抽油時間	190sec	233sec	240sec	202sec	195 sec

2. 引擎轉速與抽油 60 公升時間曲線圖



由(二)和(三)的數據我們發現：引擎低速或高速抽水快，中速時抽水慢

陸、討論

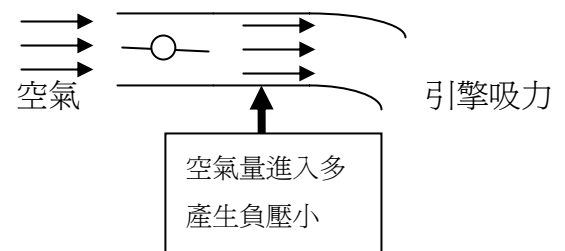
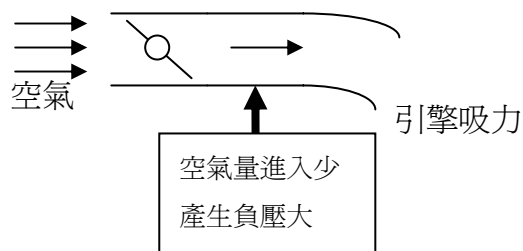
一、實驗中的困難點：

原先我們用塑膠置物箱(如右圖)去製作，結果失敗了，原因是無法將箱子完全密封，因為我們要讓箱子內部成為負壓，所以絕不可以讓空氣跑進去，在實驗中我們不斷的用各種方法想將箱子密封，但失敗了。但我們不氣餒，我們將塑膠箱換成了不銹鋼油箱(架上引擎用油箱)，並且不斷的用各種方法想將箱子密封，但失敗了。但我們不氣餒，我們將塑膠箱換成了不銹鋼油箱(架上引擎用油箱)，並且不斷的用各種方法想將箱子密封，但失敗了。但我們不氣餒，我們將塑膠箱換成了不銹鋼油箱(架上引擎用油箱)，並且不斷的用各種方法想將箱子密封，但失敗了。



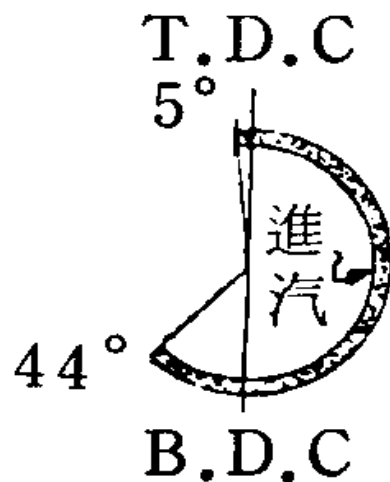
二、為何怠速時真空大：

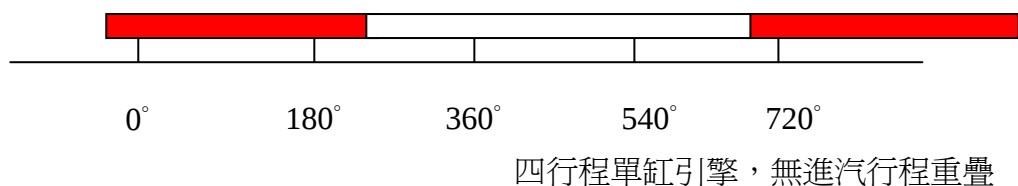
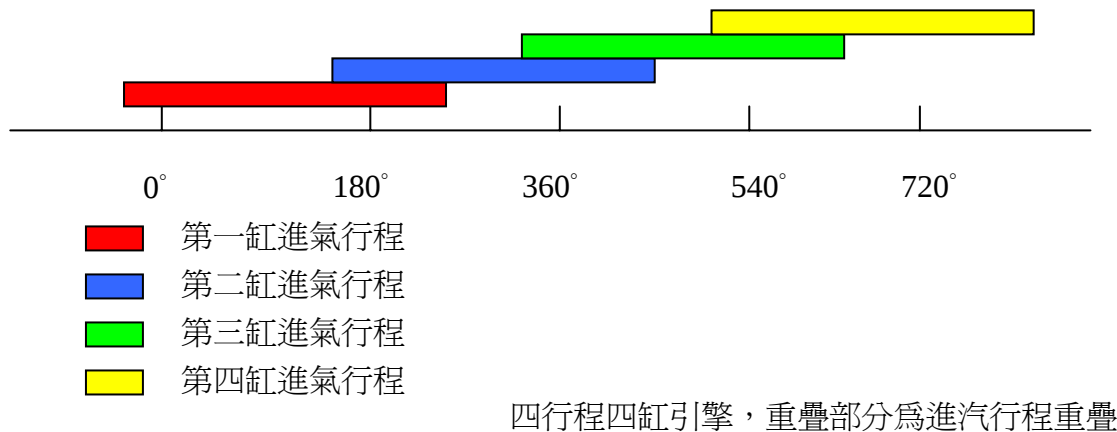
當引擎在怠速時，真空吸力最大，抽真空的速度最快。其原因經老師指導和組員討論中得到答案：因為怠速時節氣門開度最小(全閉)，引擎此時所造成得真空吸力會最大，如同將注射針頭堵住，而將活塞往後拉時內部真空為最大。(如下圖)



三、為何機車進氣歧管真空度(220 mmHg)小於汽車進氣歧管真空度(520 mmHg)：

經我們和老師討論過後，認為與進氣行程重疊有關。右圖為四行程引擎之汽門正時圖，由圖得知進氣行程總角度為： $5^{\circ} + 180^{\circ} + 44^{\circ} = 229^{\circ}$ ，四行程引擎每兩轉(720°)有一進氣行程，其餘為壓縮、動力及排氣行程，而僅進氣行程會使進氣歧管產生真空。小客車一般為四氣缸以上，每 180° 就有一次進氣行程，故進氣行程使進氣歧管產生真空是連續的。而單缸引擎只有進氣時才有真空。





四、為何無法將水抽到滿：

我們實驗中後發現：水通常抽到箱子八分滿就停了，其原因經討論得知：水在低壓中的沸點較低，所以當水抽入箱中，水會產生蒸氣壓，加上箱中非完全真空，當水抽入箱中，對於空氣的體積造成壓縮，由給呂薩克定理得知，當體積縮小時壓力會變大，所以當抽到八分滿時，內部壓力大約和外在壓力相等，所以無法再將水抽入。

五、引擎熄火問題

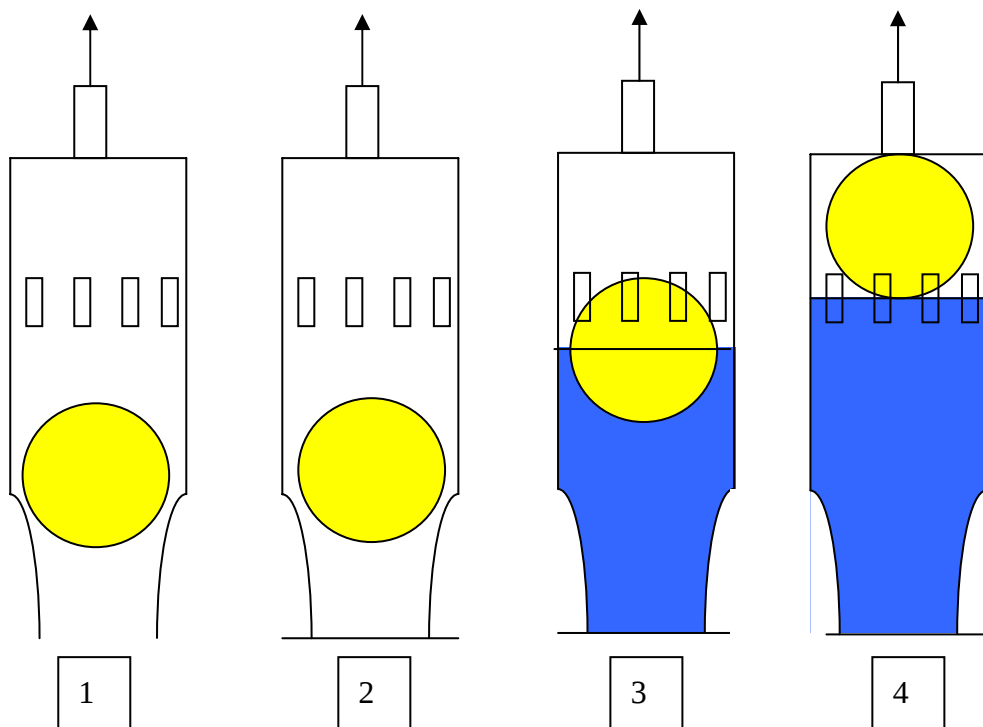
在摩登幫浦上，因為使用透明之壓克力，當水即將抽滿時，立即關閉閥門，不會對引擎造成任何影響，而大油桶無視窗，無法知道桶內水位高低，故水滿未立即關閉，而致水被吸入引擎，造成引擎熄火，實驗停止。

經數日的研討，汽油引擎之化油器浮筒室油路(如圖九)，應可解決難題。但因家裡的水塔或馬桶的浮球開關，體積太大而無法置入大油桶內而做罷。在材料室內，無意間發現有幾個乒乓球，我們將它丟入清洗槽內數日(如圖十)，乒乓球浮在水面且材質不變。因此拿來做浮筒開關(浮球閥)，因而解決此一難題。



浮筒開關(浮球閥)的作動方式如圖十，說明:

- 1.抽真空時，氣體由上方小孔被吸出。
- 2.當油面達到下方開口時，油會被吸上去。
- 3.當乒乓球浮上，堵到上方小孔時，乒乓球受上吸力與油浮力快速上移。
- 4.乒乓球堵住抽風孔。



圖十浮筒開關(浮球閥)

五、引擎低速或高速抽水快，中速時抽水慢

因怠速時節氣門關閉，進氣歧管真空度最大，隨着節氣門開啓，進氣歧管真空度隨之變小，但節氣門大開，進氣歧管空氣流速大增，產生文氏管效應，真空度再行變大。

柒、結論

我們做的摩登幫浦，當需要用到的時候，只需要發動一下汽車(或機車)，就可將水抽得一乾二淨。而 200 公升機油桶之接頭，製作方法(參考大油桶製作過程)很簡單，購料成本亦不超過 500 元。在任何沒有電或沒有壓縮空氣的天涯海角，都可以用來抽廢油、廢水或抽換機油，省時又省力。這個發明，希望有助於大家一起來做環保，為環保盡一點心力。

捌、參考資料

李國安、汪秋文（民 93）。**氣油壓概論**。臺北市：全華。

鄭少康（民 86）。**汽車實習（一）（引擎）**。臺北市：長諾。

許良明、黃旺根（民 89）。**汽車學 I（汽油引擎篇）**。臺北縣：台科大。

評語

040809 摩登幫浦

本作品是利用引擎進氣歧管的抽真空能力，用來將一個密閉桶預先抽氣，使其內部處於低壓，藉此低壓可以用於抽舊機油，或是抽水。雖然這種以密閉桶抽油或抽水的功能用途有限，但確是一個創意的構想，在本研究中也實做出一套密閉桶抽氣系統。