

中華民國第四十七屆中小學科學展覽會
作品說明書

國中組 生活與應用科學科

佳作

030808

醇醇欲動—乙醇燃料動力車之設計與探討

學校名稱：桃園縣立永安國民中學

作者：	指導老師：
國二 黃佳卿	王靜怡
國二 黃兆椿	
國二 郭宛婷	
國二 黎瑋欣	

關鍵詞：動力車 乙醇燃料 反應速率

醇醇欲動-乙醇燃料動力車之設計與探討

壹、摘要

- 一、設計一自製動力車模擬真的車體，及底片盒製作簡易的引擎(燃料引爆室)，再改良點火槍作為類似火星塞的引爆裝置。
- 二、以改造的點火槍點燃酒精動力車，藉以探討燃料種類、濃度、揮發時間及燃料體積等變因對動力車速度的影響，藉以找尋乙醇燃料所能發揮最大動力下的條件。
- 三、由於氣體膨脹後的急速產生的威力遠大於液體，所以我們便著手探討揮發時間對動力的影響。結果顯示，揮發時間愈長，動力愈佳。但有一上限，約在2分鐘後，效果便無太顯著差異。
- 四、由實驗結果得知，在室溫(20~25 度)時，乙醇燃料受引爆而產生的動力，會隨著濃度增而提升，而相同條件之下，80%以下的濃度則需提高溫度才能順利產生動力。
- 五、在固定體積的引爆室(底片盒)中，添加的酒精體積有一定的合適範圍，太少量不足以引爆，而過量的效果並無較好。

貳、動機

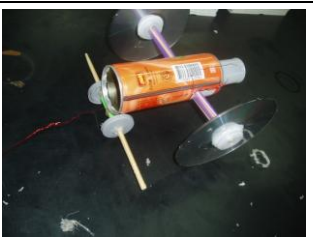
因為在課堂上老師提過酒精和氫氣一旦點燃便會引爆，還具有強大的爆發力，老師也示範了她的自製教具-酒精槍，大家對於爆炸的威力都十分有興趣，這個話題不但引起大家的好奇，所以大家便積極的討論著。有人問：如果把這當作動力裝在車子或船隻上是否可以跑更快更遠？是否可以代替汽油、柴油或其他動力？

老師聽完我們的問題之後，便藉機和我們討論近年來的新興議題-乙醇燃料。利用農作物的纖維素來發酵成為酒精，如此一來，原本休耕的稻田都可以生產釀製酒精的原料，而且成本可以降低。以拉丁美洲為例，全國三萬個加油站都可加乙醇，更多使用乙醇加汽油，即所謂「彈性燃料」。所以我們的好奇心又再度燃起，準備著手進行設計製作動力車並進行乙醇燃料相關實驗的探討。

叁、研究目的

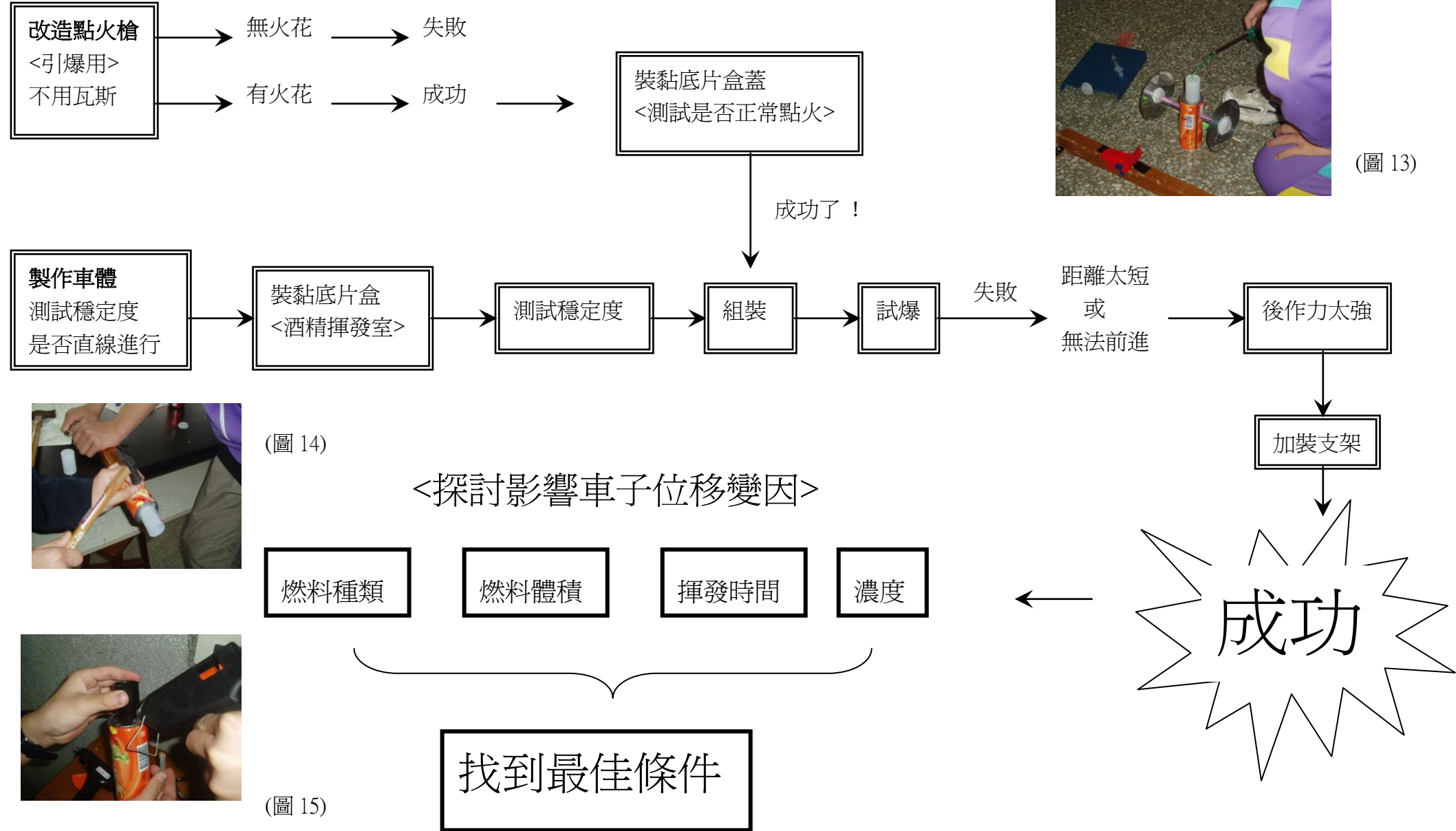
- 一、探討不同燃料對動力車位移的影響。
- 二、探討等待酒精揮發時間對動力車位移之影響。
- 三、探討不同酒精的體積動力車對位移之影響。
- 四、探討不同濃度酒精對動力車位移之影響。
- 五、找尋酒精燃料發揮最大效能的有利條件。

肆、研究設備及器材

			
乙醇、丙醇(圖 1)	各種濃度的乙醇(圖 2)	自製動力車 1(圖 3)	自製動力車 2(圖 4)
			
自製動力車 3(圖 5)	點火槍(圖 6)	比重計(圖 7)	熱熔槍(圖 8)
			
碼表(圖 9)	支架(圖 10)	工具(圖 11)	針筒(圖 12)

伍、研究過程及方法

一、研究流程圖



二、實驗過程：爲了探討以上變因，需要先自製一台容易拆裝的動力車及改造點火槍，以便進行實驗。

(一) 點火槍的改造

目的：本次實驗需要引爆燃料的蒸氣，故以點火槍爲主要裝置，但因原先點火槍的設計爲點燃瓦斯產生火焰，而爲了要較接近實際車體的引擎動力方式，故將點火槍改裝成只用正負電中和，產生火花來使用。而且直接點火的危險性較高，其威力較難控制。

方法：如圖 16 到圖 19

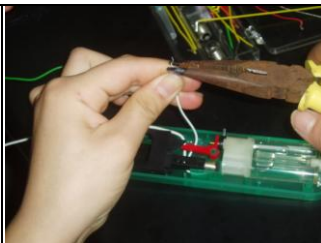
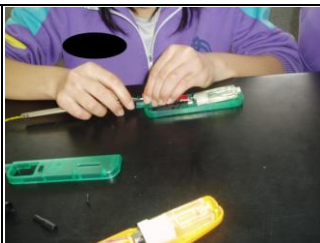
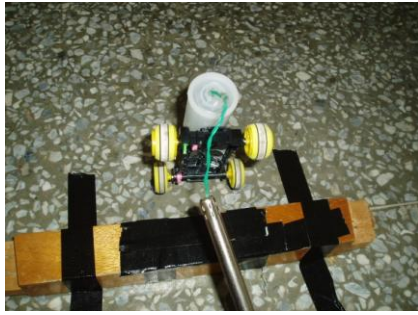
圖 示					
	(圖 16)	(圖 17)	(圖 18)	(圖 19)	
	方 法	將瓦斯部分拆除 電線拉出	將 2 條電線纏繞整理好 再將外殼套上	檢查各個細部	測試操作
	注 意 事 項	接上電線延長 接駁處須以電工膠布 纏緊避免鬆脫	電線尖端露出金屬的 分不得互相接觸	除尖端放電部份，其餘 皆要用電工膠布纏 緊，避免漏電	

圖 示				
	(圖 20)	(圖 21)	(圖 22)	(圖 23)
	方 法	粘上盒蓋	測試是否有火花	裝上底片盒身 滴入酒精測試
	注 意 事 項	需檢查穿洞處不可漏氣 放電處不可互相接觸，也不能離太遠	電線不可太長 長度需小於底片盒身	引爆的時候需小心 噴發方向

(二) 動力車製作

原本我們以四驅車為車體，直接加裝引爆室(底片盒)，但後來發現四驅車的形狀在改裝上十分不便利，而且重量過輕也跟和引爆室(底片盒)的形狀不好配合。故決定利用廢棄材料自製動力車。

四驅車改裝

 (圖 24)	 (圖 25)
因車身太輕，引爆時會翻車。 加鉛條增加負重。	測試：等待並計時
 (圖 26)	 (圖 27)
細部圖	底片盒和車子黏接處無法完全契合。 膠體的車子無法承受高溫而燒掉。

(三) 自製動力車

圖示	 (圖 28)	 (圖 29)	 (圖 30)	 (圖 31)
方法	黏上底片盒 作為引爆室	利用膠帶及尺 找到中心軸	打洞穿輪軸	測試流暢度
注意事項	纏繞鐵絲，扣緊車身 否則引爆時可能會脫離	中心軸的測量需精準	筷子與車身接觸部分 需光滑，降低摩擦	

圖示			
	(圖 32)	(圖 33)	(圖 34)
方法	製作前輪	製作後輪	組裝
注意事項	因車身不大，故無法前後輪都使用光碟片，以盒蓋代替	光碟片中心的洞太大，須以盒蓋先封死再穿孔	試跑須注意有無直線前進，並盡量降低摩擦因素

(四)、支架製作

當我們開始測試組裝好的點火槍及動力車時，發現車子能前進的距離並不遠，只有幾十公分。經我們不斷改變各種改裝方法以及觀察引爆後車子移動的現象，發現後座力太強，使得車子前進的力量大幅減少。故我們又設計了各種支架，改善動力的分配比例。以下(圖 36)的支架所得到的效果最好。

圖示				
	(圖 35)	(圖 36)	(圖 37)	(圖 38)
使用方式	以膠帶纏緊引爆盒身黏在鐵條上，再以手按住	加重圖一的兩邊負重	將盒蓋黏裝在木板上固定住 後方再加大負重	以熱熔膠及釘子加強
優點缺點	1.每次都要重新黏膠帶 2.膠帶處因爆發力太強仍會鬆脫→×	鬆脫的現象有改善 →還是不甚理想→×	加入酒精時需連木板一起移動	
	下圖為裝置後的測試	下圖為裝置後的測試		

			
(圖 39)	(圖 40)	(圖 41)	



組裝測試
 支架雖無法隨意移動
 但效果很好→成功

(圖 42)

(五)、滴入燃料

原先是以滴管的一滴量為基準，但發現 3 滴以上就會過量(引爆後盒子裡還有殘留酒精液滴)，無法做更進一步的討論。故以針筒來作為最小基準量。

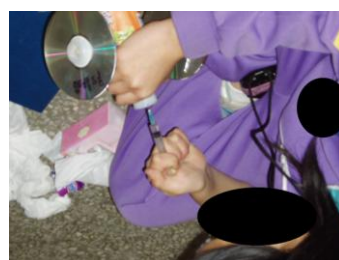
針筒的好處有兩點：1.每一滴的體積誤差比滴管小。

2.針筒為密閉空間，裡頭的液體較不容易逸散，也可避免水氣的影響。

3.每一滴的體積為： $0.1\text{ml} \div 20 = 0.005\text{ml}$



(圖 43)



(圖 44)

陸、研究結果

一、探討不同的燃料種類對動力車對位移(cm)之影響。

1. 要做為燃料應具有較好的揮發性沸點低的為優，於是我們決定要探討其他易揮發性的溶劑是否可作為燃料，但根據收集的資料顯示：甲醇、丁醇、甲醚、乙醚具毒性，易從呼吸道及皮膚污染，而丙酮加熱後會產生毒性，都不適宜。

	甲醇	乙醇	丙醇	丁醇	甲醚	乙醚	丙酮
性質	毒	無毒	無毒	毒	毒	毒	加熱後有毒
可行性	×	✓	✓	×	×	×	×

2. 丙醇是最常用來替代酒精的燃料，故我們便取丙醇作相同實驗，但在相同條件下測試，等待 10 分鐘以上皆無反應。於是便作了 2 者揮發性的比較(如下圖 45)。



3. 由結果發現丙醇的揮發性沒有酒精好，乙醇及丙醇的揮發情形：由下圖揮發情形可看出乙醇的速度較快。應是丙醇的分子較大，而無法在室溫之下快速的揮發。
4. 經我們討論之後，想要引爆丙醇，可能要以提高反應溫度來促進反應。因本校無恆溫槽，所以我們想到以吹風機來替代，在底片盒上貼上液晶溫度計以觀察反應時的溫度。(同時搭配溫度計觀察)
5. 實驗結果：丙醇加熱後還是無法引爆。



(圖 46)



(圖 47)

二、探討不同的酒精體積及等待揮發時間動力車對位移(cm)之影響。

1. 控制變因：酒精濃度 100%、車子質量(132g)、環境溫度 20 度、氣壓 75mmHg
底片盒容積 34mL、軌道(磨石子地板)
- 操縱變因 1：酒精體積(每滴 0.005mL)
- 操縱變因 2：等待揮發時間(秒)
- 應變變因：車子位移(公分)
- ×：表示無反應(車子無位移)

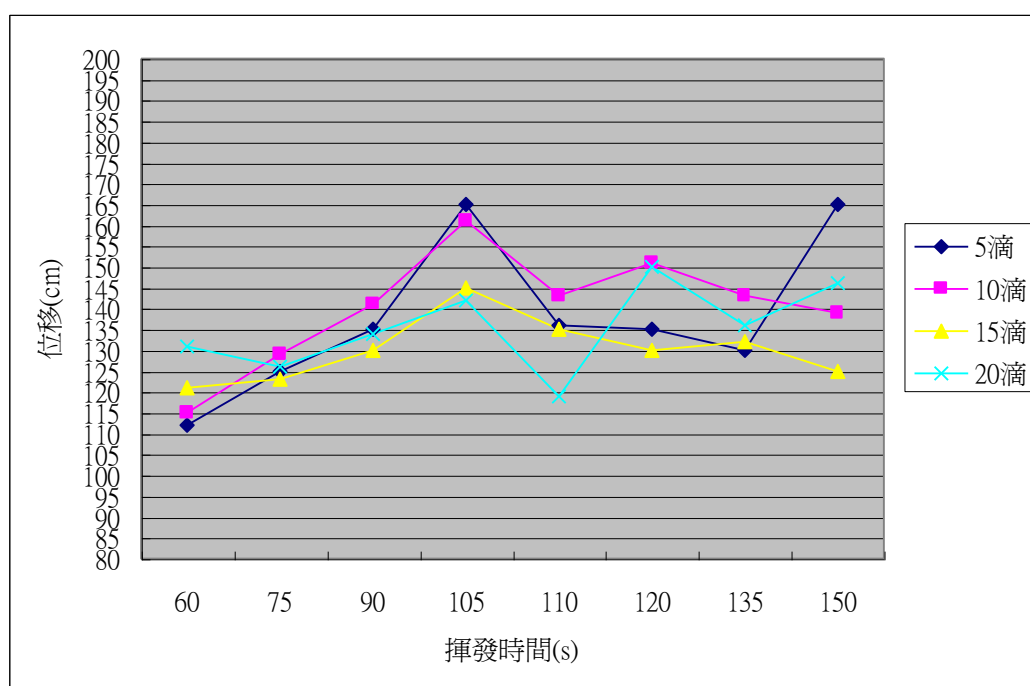


(圖 48)

位移 (公分)

(表一)

等待 秒數 體積	< 20	35	30	60	75	90	105	110	120	135	150	180
1 滴	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
2 滴	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
3 滴	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
4 滴	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
5 滴	×	×	×	112	125	135	165	136	135	130	165	157
10 滴	×	×	×	115	129	141	161	143	151	143	139	145
15 滴	×	×	×	121	123	130	145	135	130	132	125	138
20 滴	×	×	×	131	126	134	142	119	150	136	146	144



(圖 49)

- 2.實驗結果：
- (1).每一滴的體積為 $0.1\text{ml} \div 20 = 0.005\text{ml}$ ，五滴以下 (0.025 mL)即無法引爆。
 - (2).五滴以下毫無動靜，在打開底片盒後，發現裡面是乾的，表示酒精已經完全蒸發。但無法啟動車子，連引爆的聲音都沒有。
 - (3).滴入超過 10 滴以上的酒精，引爆後，發現底片盒內都有酒精液滴殘留，即使等到三分鐘以上，仍無法完全蒸發。
 - (4).30 秒以下的等待揮發時間，無法引爆。
 - (5).從 30 秒開始，隨著等待時間增加，車子的位移也越來越大。

(6).到 120 秒之後的位移數據並無太明顯的增加。

- 3.結 論：(1).根據數據，推論小於 5 滴(0.025 mL)的酒精，即便完全蒸發後點燃，還不足以構成動力。5 滴即可引爆，而滴太多也無法明顯增加位移。
- (2).我們推論(1)的原因應是在固定體積的容器內，其酒精的蒸氣含量為定值，故酒精體積以 5 滴為基準量。
- (3).至少需 30 秒以上的等待揮發時間，超過 2 分鐘後的距離並無差距很大。
- (4).根據數據，我們推論 0.025 mL 的酒精在體積為 34mL 的密閉空間內，完全蒸發的時間約為 2 分鐘。
- (5).在密閉空間內，酒精若已經完全蒸發，則等待時間再增加，也無助益。故考慮到時效的因素，以等待 2 分鐘左右最佳。

三、探討不同濃度酒精對動力車位移之影響。

1. 控制變因：酒精體積(5 滴)、室溫 19 度、氣壓 75mmHg、酒精濃度 100%、車子質量(132g)、底片盒容積 34mL、場地（噴漆水泥地）

操縱變因 A：酒精濃度(%)

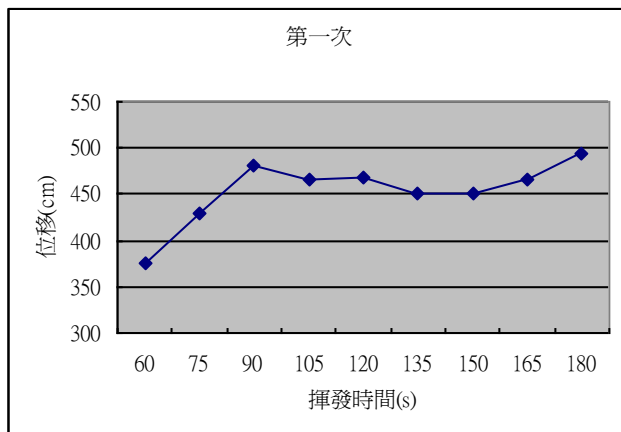
操縱變因 B：等待揮發時間(秒)

應變變因：動力車位移(c m)

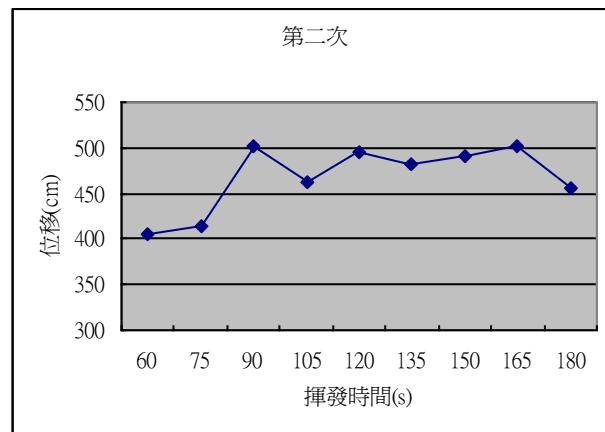
酒精濃度=100%

(表二)

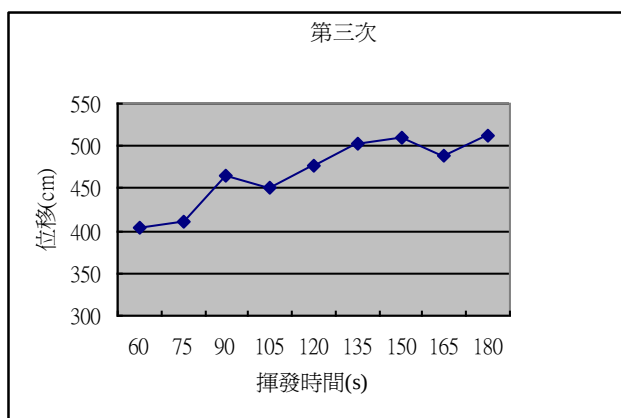
等待 秒數 次數	60	75	90	105	120	135	150	165	180
1	323	429	412	467	430	362	450	423	495
2	406	404	521	463	495	483	402	502	410
3	403	411	465	422	477	502	511	488	513
4	414	408	420	512	512	435	495	485	462
5(平均)	386.5	413.0	454.5	466.0	478.5	445.5	464.5	474.5	470.0



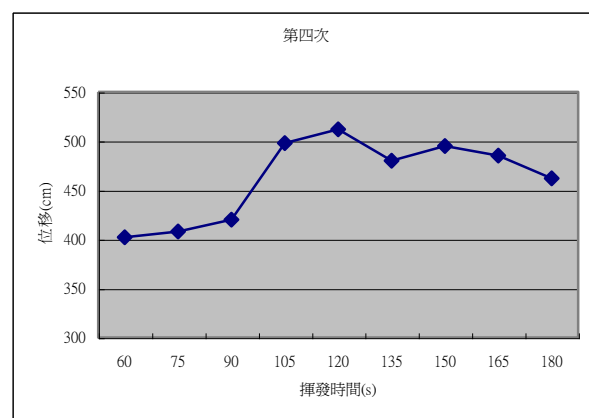
(圖 50)



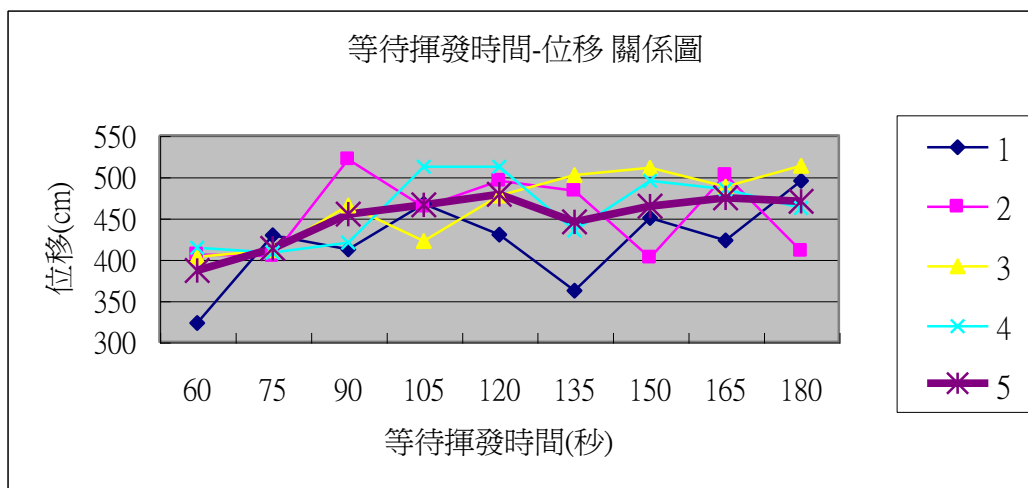
(圖 51)



(圖 52)



(圖 53)



(圖 54)

2.實驗結果：(1)隨著等待時間增加，車子的位移也越來越大。

到 120 秒之後的位移數據趨於平緩。

(2)本次實驗是在噴漆地板上進行測試，發現比在磨石子地的位移要大很多。但摩擦力不是我們要討論的變因，不再多著墨。

酒精濃度=90%

1. 控制變因：酒精體積(5 滴)、室溫 19.5 度、氣壓 75mmHg、酒精濃度 100%、車子質量(132g)、底片盒容積 34mL、場地（噴漆水泥地）

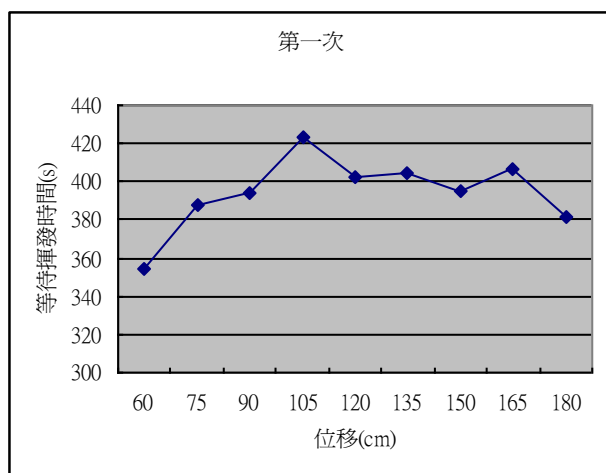
操縱變因：等待揮發時間(秒)

應變變因：動力車位移(c m)

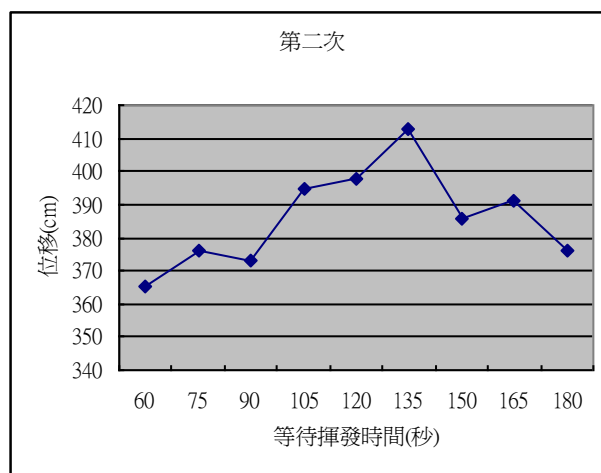
場地（噴漆水泥地）

(表三)

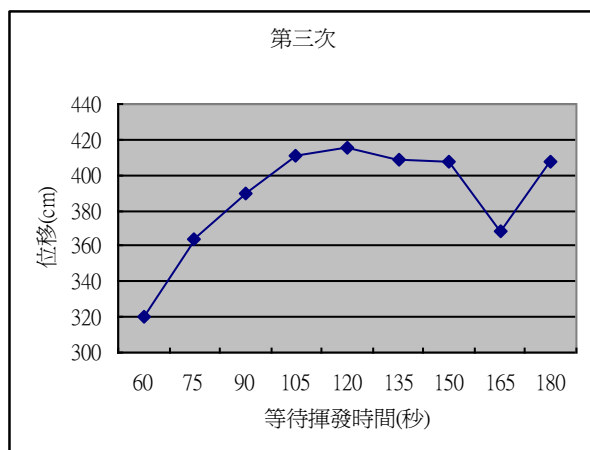
等待 秒數 次數	60	75	90	105	120	135	150	165	180
1	354	388	394	423	402	404	395	407	382
2	365	376	373	395	398	413	386	391	376
3	320	364	390	411	415	409	408	368	408
4(平均)	274.8	300.8	311.8	333.5	333.8	340.3	334.8	332.8	336.5



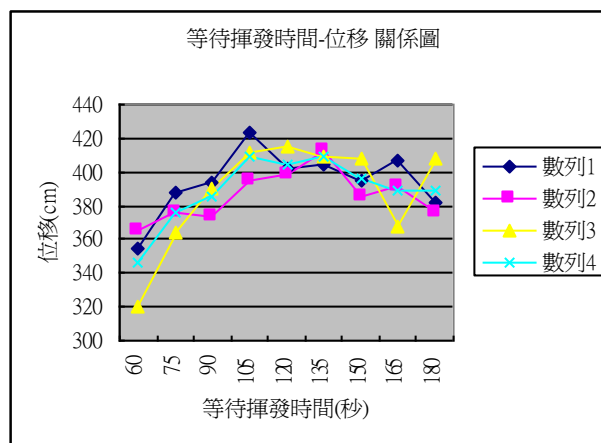
(圖 55)



(圖 56)



(圖 57)



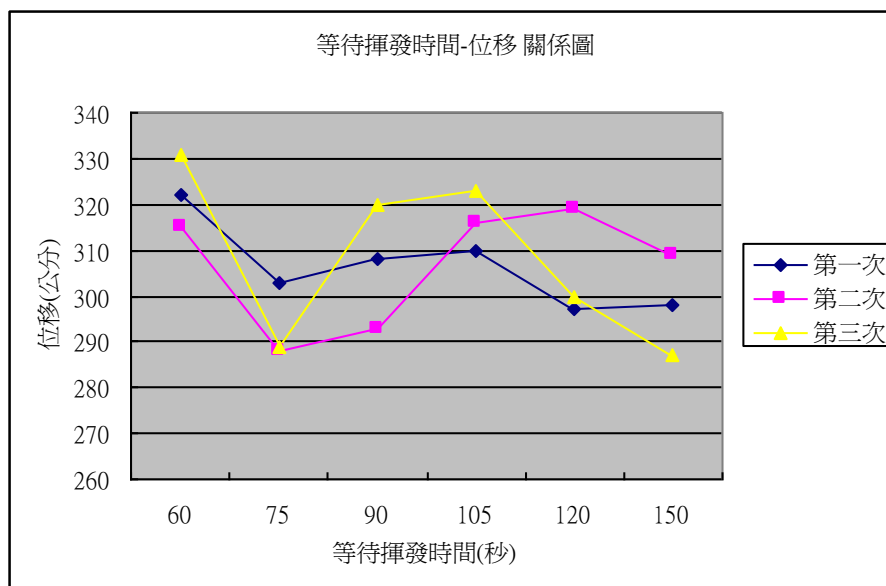
(圖 58)

實驗結果：濃度 100% 比 90% 的平均位移大，故推論在以上的控制變因下，濃度越高，其動力越大。

酒精濃度 80% → 與其他濃度相同條件之下，無法引爆(無聲響)。
→ 我們以加熱的方式來促進反應。(溫度控制在 50 度~60 度)

溫度 等待 秒數	室溫 (20 度)	50 度 以下	第一次 50 度	第二次 50 度	第三次 50 度
60	×	×	322	315	331
75	×	×	303	288	289
90	×	×	308	293	320
105	×	×	310	316	323
120	×	×	297	319	300
150	×	×	298	309	287

(表四)



(圖 59)

實驗結果：(1).大約加熱大 50 度才能成功引爆，而其位移大約都在 300 公分左右
即使改變等待時間，其效果也無明顯隨時間增加而較好。

酒精濃度 70%

實驗結果：(1).與其他濃度相同條件之下，無法引爆(無聲響)。

(2).但打開底片盒之後，裡面有殘留液體。於是我們討論了一些方法來測試。

改良方法	增加酒精體積	增加等待時間(> 3 分鐘)	加溫
結果	×	×	×

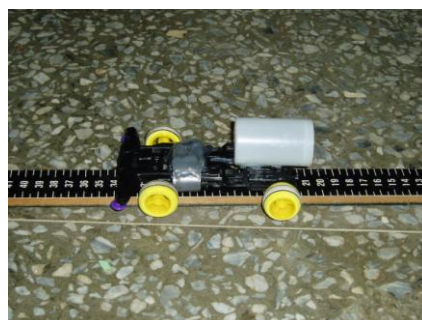
(3).結論：濃度太低，以致於揮發出來的蒸氣不足以構成動力。

柒、討論

- 一、我們在不同的地面上做了測試，噴漆水泥地板比磨石子地板的效果好，但摩擦力不是本次要討論的主題，所以不列入因素的探討。
- 二、爲了要能將動力的大小數據化，我們本來要以車子的速度作爲測量的目的，經測試之後發現，若要測得速度，則必須要讓車子有一固定的軌道，才能得到較準確的結果。於是我們設計了許多測試體和裝置，如(圖 60)中的動力船，我們將場地移至水上想要降低摩擦的影響，結果發現雖然前進時比較流暢，但無法令船身直線前進而作罷。
- 三、(圖 61)爲我們設計的軌道，但發現有軌道的效果反而更差。最大的問題是輪子會摩擦到軌道邊緣，位移量都小於一公尺，因此經討論後，決定不用軌道，直接以位移量來討論。



(圖 60)



(圖 61)

- 四、一開始測試點火槍時，強大的後座力常常會拗到電線，使電線外皮和槍口的金屬片摩擦而破損產生漏電，甚至使外皮燒焦而失敗(圖 62)。後來將點火槍固定於之架上後，才解決了這個問題。
- 五、因本次實驗室以車子前進的距離來表示動力的大小，故車子在前進的時候必須盡量維持筆直，車子的穩定度需不斷改良，這是本次實驗花去最多時間的地方。
- 六、剛開始測試引爆時，裝在車後方的底片盒常常會起火燃燒，滅火之後發現底片盒的瓶身有酒精漏出。經討論後，我們認爲底片盒畢竟不是完全密封，在等待酒精揮發時，還是要將整台車身直立起來，瓶口向上，要引爆之時，才平放測試(圖 63)。避免在等待的同時，液體滲出，影響結果。改變方式之後，便解決了問題。

燒焦處



(圖 62)



(圖 63)

七、我們所作的引爆室(底片盒)，爲了更接近真正的引擎狀態，所以須等乙醇揮發之後，再點燃其蒸氣，才作討論。我們考慮在引爆室中，除了乙醇蒸氣之外，尚有其他氣體，如水蒸氣、氧氣等，應該在更精準地測出氧氣的含量及和乙醇蒸氣的比例，作爲變因的探討。礙於儀器的限制，此部分無法在更進一步測量、討論。

八、在測試 80% 的乙醇時，無法完全控制外在溫度變化，只能在溫度 50 度左右，使實驗無法達到較完整的準確性。

九、在每天的實驗中，因當時的氣候的溫度都不同，氣壓也不同，使每次的實驗的影響因素無法控制在相同的條件之下測試，僅能紀錄下來以供列入討論。所以溫度這項變因是本次實驗中的最難控制的因素。

捌、結論

- 一、丙醇雖然常用來作爲酒精的替代品，但是在實驗中發現，丙醇作爲動力的來源，其揮發的反應速率不如乙醇。故以丙醇替代乙醇作爲動力並不理想。
- 二、在體積爲 34m L 的密閉容器內，室溫及約一大氣壓的條件之下，動力車所需的最低有效燃料體積爲 5 滴針頭液滴，約爲 0.025m L。
- 三、在以濃度爲變因的實驗中，濃度越高的需要的時間愈短。在一般室溫之下，若低於 80 %，則較難反應，需要控制溫度來促進反應，若要考慮時效問題，那麼濃度在 90 ~ 100 % 是比較理想的。
- 四、加熱可以讓反應速率增加，但是我們有儀器上的缺憾，故只能用吹風機作爲替代方式，溫度只能控制到 50 度左右。而在真正的引擎當中，溫度的因素也最難控制。這是本次實驗最困難的地方。

玖、建議

- 一、若有類似恆溫槽這類儀器，則溫度的影響便可再加以深入探討。
- 二、若有不同體積的密閉容器(需能完美的密閉，但不能太緊而難噴發，而且盒身必須耐熱)，則能加以探討引爆室體積對動力的影響。
- 三、由於酒精蒸氣燃燒時需要空氣中的氧助燃，故酒精蒸氣和氧氣的混合比例，可再加以探討。

拾、未來展望

全球暖化的現象的問題迫在眉睫，多數國家都積極的在討論應對辦法，找尋效率高、污染低、成本低的替代性能源。近年來，巴西及美國開發的酒精燃料是由過剩的玉米作物發酵後產生的乙醇來替代汽油，由於乙醇的成本較低，而且的燃燒時的產物僅為二氧化碳和水，比起石化燃料所製造的污染要少的多了。乙醇燃料的使用，已經是趨勢所使，但根據研究發現，乙醇的動力卻比汽油小，故如何在環保議題和經濟效益中取得平衡，所以能讓乙醇燃料在最佳條件下，發揮最大的效能，這些問題的確是急待我們探討解決。

拾壹、參考資料來源

- 一、資源化工業網
- 二、科學人雜誌第 60 期
- 三、臺北益教網。
- 四、中華民國第 43 屆中小學科學展覽會作品
- 五、動力車網頁 <http://blog.tyc.edu.tw/b/max>
- 六、趣味科玩-方金祥
- 七、國中課本 自然與生活科技 第三冊 — 熱對物質的影響
第四冊 — 影響反應速率的因素
第四冊 — 有機化合物
第六冊 — 人與自然環境

【評 語】 030808 醇醇欲動—乙醇燃料動力車之設計與探討

本作品探討目前最熱門之生質能源，針對不同條件進行實驗，並找出最合適之情形，實用性不錯。若再進行理論上的深入探討，應可加強作品之完整性。