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

最佳創意獎

030812

靈魂之〝窗〞—一氧化碳自動感應救命窗之模擬測試

學校名稱：臺北市立成德國民中學

作者：	指導老師：
國三 王怡之	黃富財
國二 黃羿璇	張軒毓
國二 劉德妘	

關鍵詞：一氧化碳　窗戶　聲光感測器

壹、摘　　要

一氧化碳是燃燒不完全時所產生的氣體，它可以在數分鐘內使人致死。近年來有許多死亡案件都是關於“一氧化碳”中毒，在冬天裡更是常常聽到這些駭人聽聞的新聞消息。一般民眾總認爲倒楣的事不會發生在自己身上，導致每年都會有因疏失而犧牲寶貴生命的事件，歐洲已經有立法嚴格規定每個人的家中都得安裝一氧化碳偵測器，而日本實施這項政策也有30年之久。所以我們決定以電子樂高ＲＣＸ和ＮＸＴ可程式控制器相關零件作爲研究基礎，結合市售的一氧化碳偵側器，組裝出更安全的“一氧化碳”偵測設施，進而模擬測試，期盼能推廣使用。有了一氧化碳自動感應窗，如果發生了一氧化碳濃度過高，就算是只有小孩在家，也可以減少意外的發生。

貳、研究動機

看到了這一則新聞（華視網路新聞 2006/05/07 19:58）：有一家人，洗澡時緊閉門窗，一氧化碳中毒三死。警方抵達現場時，房間密閉，熱水器及冷氣機都還在運轉，警方研判，這又是一起一氧化碳中毒意外。在日常生活中，我們常常會聽到這樣駭人聽聞的事件。

恰巧上生科課時，老師正帶領我們探討「能源科技」、「機器人」等單元。老師提到了能源與一氧化碳之間的關係，且學校教材內有電腦機器人的設備，而老師也逐一講解電腦機器人的設備及概念，並讓我們實際組裝電腦機器人設備，其中學習到結構應用之原理，令人好奇心油然而生，且歐洲已經有立法嚴格規定每個人的家中都得安裝一氧化碳偵測器，而日本實施這項政策也有30年之久。於是我們動手設計一個實驗去模擬測試一氧化碳的相關問題。在蒐集資料並與指導老師討論之後，我們決定自已製作一組可供探討〞一氧化碳〞的靈魂之『窗』模型，進而利用它去探討如何避免傷亡悲劇再度發生，期望能在實驗的過程中，加深自己的知識，增廣見聞！

參、研究目的

一、運用電子樂高ＲＣＸ和ＮＸＴ可程式控制器結合一般市售的一氧化碳偵測器組裝出更安全的設施。

二、承一，模擬測試，期望能準確的偵側到一氧化碳將窗戶自動開啓，並能廣泛利用到日常生活中。

三、使用電子樂高光感系統、聲控系統、觸碰系統、齒輪組等結合靈魂之『窗』模型作爲模擬測試基本設備，以增加準確度。

肆、研究設備及器材

一、研究設備：

(一)大型工具：圓鋸機、圓盤砂帶機、鑽床、桌上型小型電動線鋸機…等。

(二)小型工具：各類型銼刀、金工鋸子、各式螺絲起子、直尺、直角規、尖嘴鉗、斜口鉗、針筆、角度儀、虎鉗、桌上型虎鉗、鐵槌、美工刀…等。

小型工具箱

電腦機器人 RCX 一組

電腦機器人 NXT 一組

二、研究器材：

(一)壓克力板〈製作各項實驗的模型〉

(二)電腦機器人用具〈簡稱電子樂高〉

1.RCX、NXT〈硬體主機〉　2.電源傳輸線

3.觸碰開關　4.馬達

5.電腦　6.傳輸器

7.齒輪組　8.電腦機器人相關零件組

(三)電腦程式：ROBOLAB（程式軟體）

(四)窗戶滑軌道

(五)1.5 伏特電池、9 伏特電池

(六)透明塑膠管 65 cm、外直徑 1 cm、內直徑 0.7 cm

(七)5x5 cm小型抽風機

(八)奶粉罐直徑 12 cm、高 21 cm

伍、研究過程及方法

一、研究方法：

(一)上網查詢有關氣體偵測系統相關的優缺點可效仿並加以改進

(二)利用電腦機器人 ROBOLAB 軟體程式製作 RCX、NXT 的運作程式

(三)不斷改良程式和硬體設備

二、研究過程：

(一)參考一般市售的“一氧化碳偵測器”(達到 70ppm 時警報響起)加以利用與結合

(二)使用外面廠商所訂做的壓克力板以及在生科教室加工過後的木板，做出氣體感應器之靈魂之『窗』模型

(三)利用電子樂高作爲軟、硬體程式設計加以感應便可驅動窗戶開與關

(四)利用燃燒木炭原理製造出一氧化碳，以便針對模型做模擬測試

(五)利用三種步驟來測試靈魂之『窗』模型是否對一氧化碳能順利啓動裝置

1.步驟一：利用 LED 燈模仿一氧化碳自動偵測器之設備

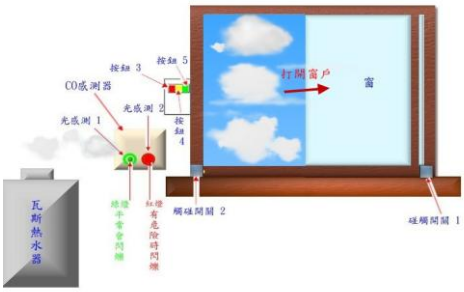
2.步驟二：燃燒木炭所產生之氣體對一氧化碳偵測器之光感模擬測試

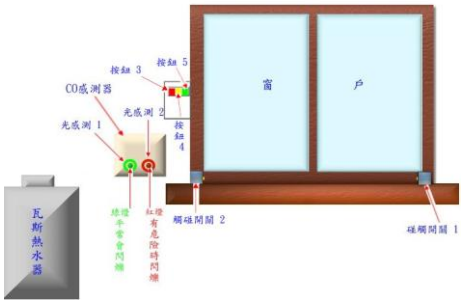
3.步驟三：燃燒木炭所產生之氣體對一氧化碳偵測器之聲控模擬測試

(六)爲了方便模擬測試，我們製作一個一氧化碳測試箱，以便模擬測試一氧化碳偵測器及靈魂之『窗』模型

三、模型設計及測試過程如下：

(一) 模型設計圖





(二)模型製作過程

運用桌上型線鋸機切割木板模型-1

運用桌上型線鋸機切割下木板材料-2

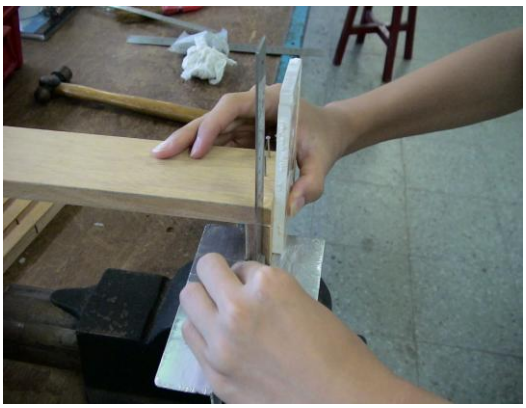
測試組裝窗戶輪子

運用圓鋸機製作窗戶基座軌道

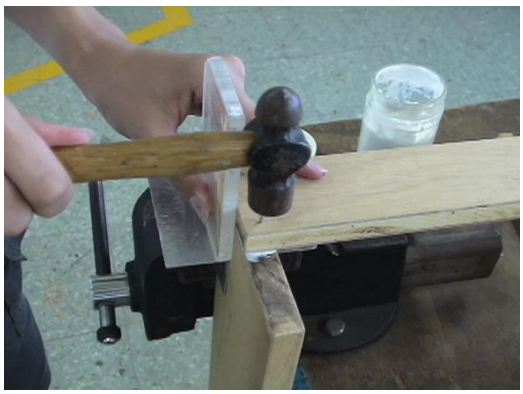
運用圓鋸機製作窗戶

運用砂紙拋光模型

製作窗戶軌道



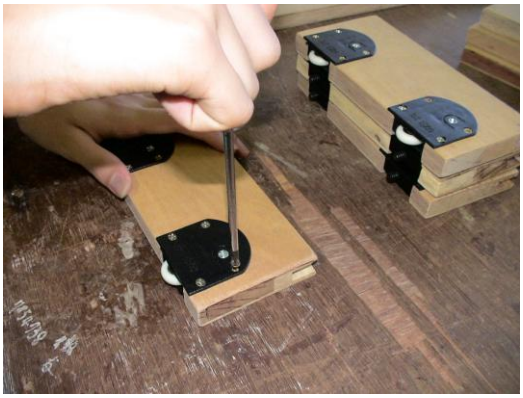
釘接組裝模型-1



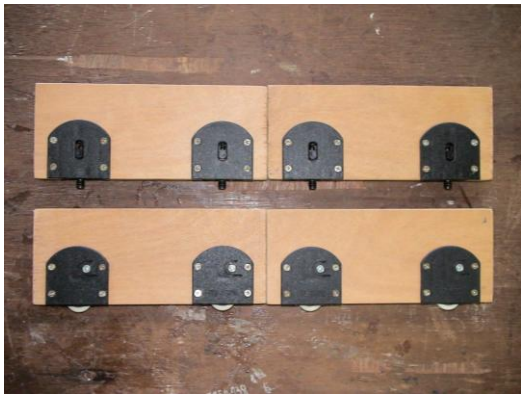
釘接組裝模型-2

上強力膠組裝軌道-1

上強力膠組裝軌道-2

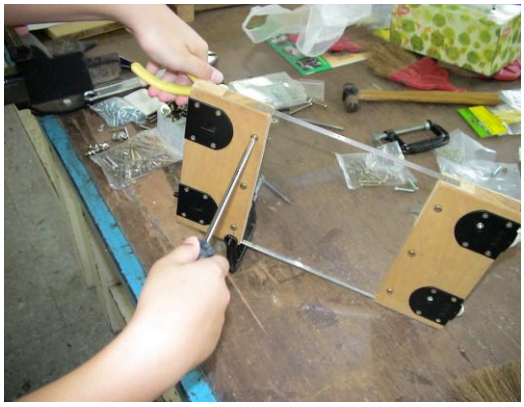


組裝窗戶輪子-1



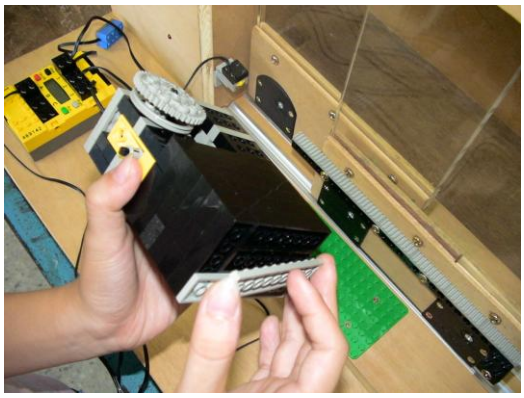
組裝窗戶輪子-2

利用桌上型鑽孔機鑽孔

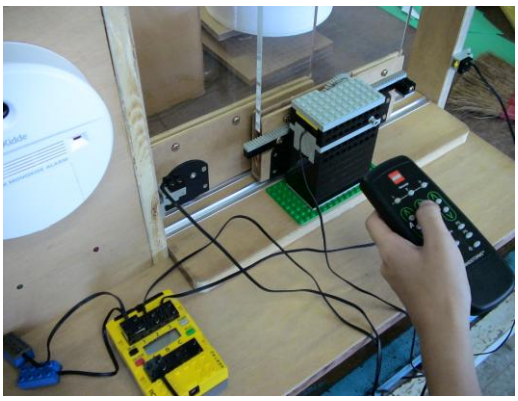


組裝壓克力窗戶

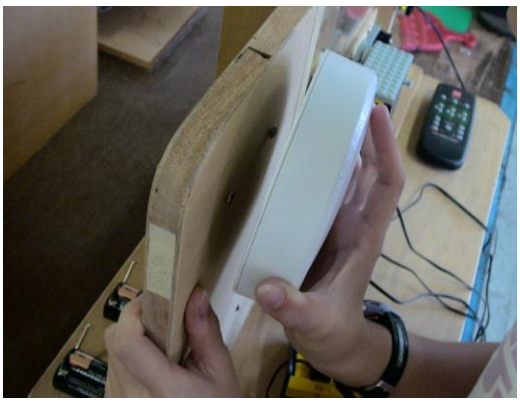
塗抹白膠組裝基座



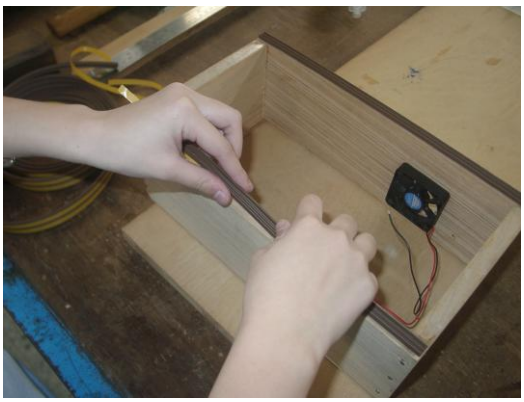
組裝電子樂高動力機構



測試電子樂高動力機構

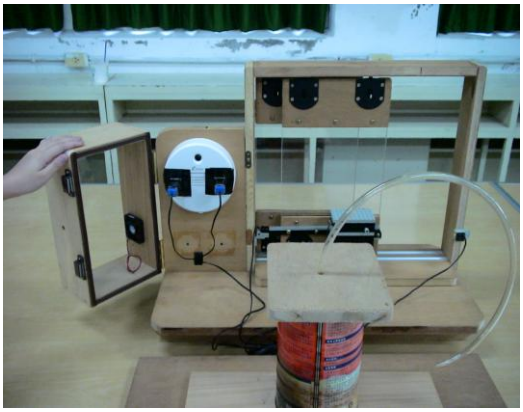


組裝一氧化碳偵測器



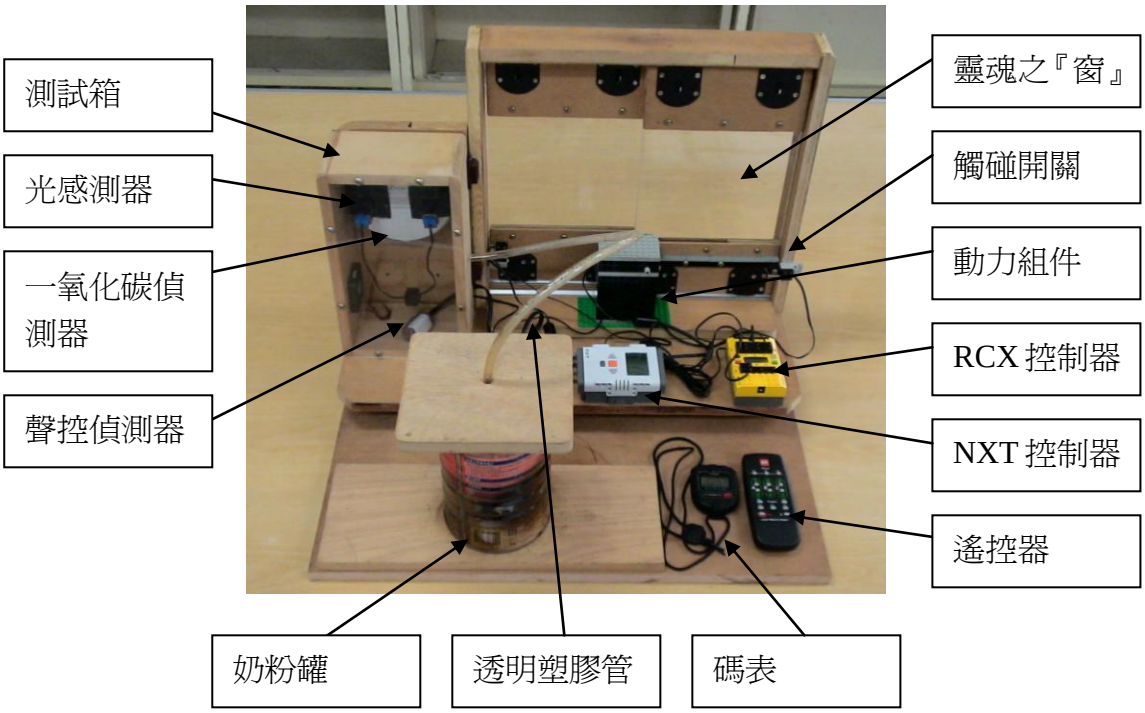
測試箱黏著防塵墊

組裝測試箱



靈魂之『窗』完成模型

靈魂之『窗』完成之模型介紹：



(三)模型之容量計算

1.測試箱之長、寬、高及容量：

長 26 cm、寬 14 cm、高 10 cm、容量 3640 cm^3

2.一氧化碳感應器之直徑與高及體積：

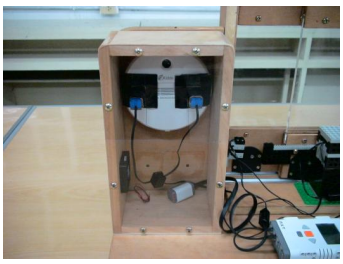
直徑 14 cm、高 3 cm、體積 461.58 cm^3

3.測試箱之總容量：

3178.42 cm^3

4.奶粉罐鐵桶之直徑與高及容量：

直徑 12 cm、高 21 cm、容量 2373.84 cm^3



測試箱外觀

一氧化碳偵測器

奶粉罐裝置木炭

(四)燃燒木炭以提供實驗模擬測試

燃燒木炭-1

燃燒木炭-2

裝置於奶粉罐鐵桶中

用吹風機使木炭燒得更旺-1

用吹風機使木炭燒得更旺-2

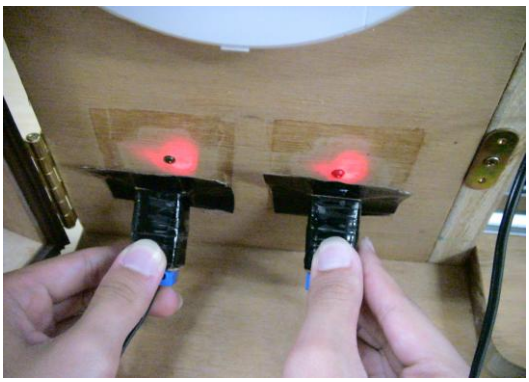
木炭燒得更旺-3

(五)實際模擬測試 --- 步驟一

利用 LED 燈模仿一氧化碳自動偵測器之設備：

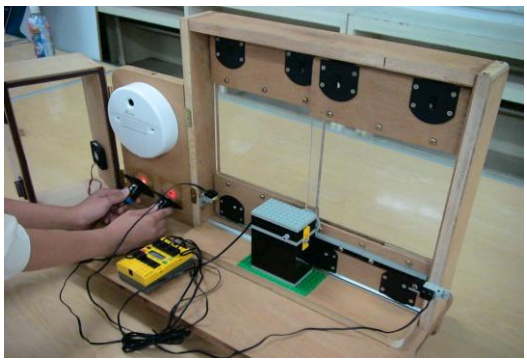
1. 測試一為綠燈與紅燈都不亮時，RCX 測的光感測值為多少？

紅燈與綠燈未亮起

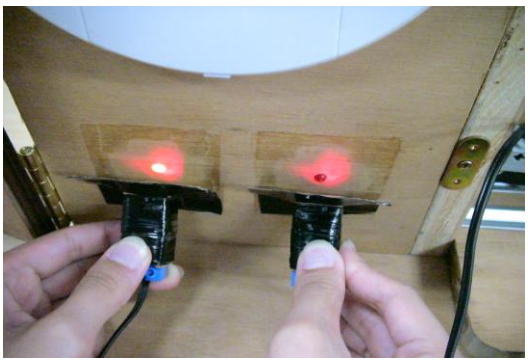


紅燈與綠燈未亮起近照

2. 測試二為綠燈亮時，RCX 測的光感測值為多少？

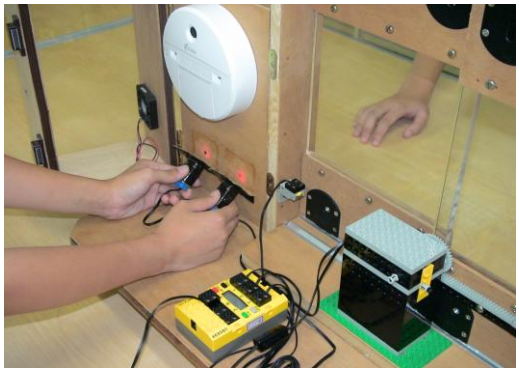


綠燈亮起



綠燈亮起近照

3. 測試三為紅燈亮起時，RCX 測的光感測值為多少？

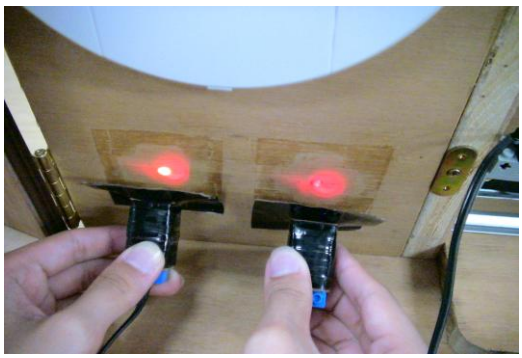


紅燈亮起

紅燈亮起近照

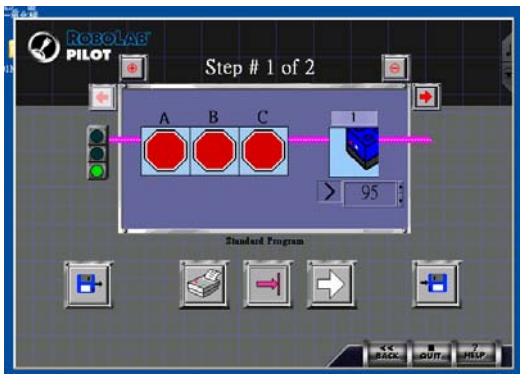
4. 測試四為綠燈與紅燈同時亮起時，RCX 測的光感測值為多少？

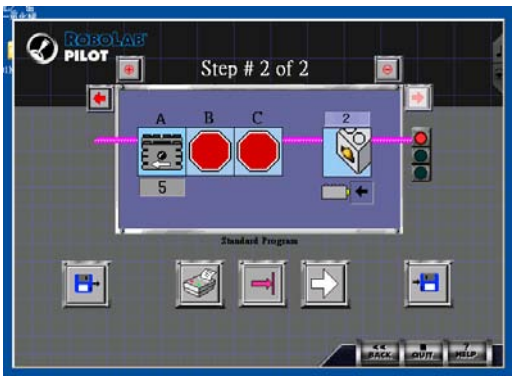
綠燈與紅燈同時亮起



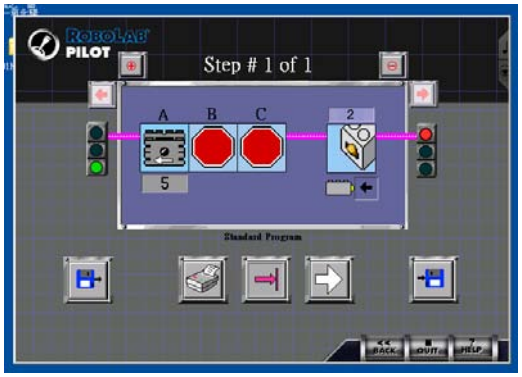
綠燈與紅燈同時亮起近照

利用 ROBOLA 軟體傳輸給 RCX 硬體，光感測值大於多少時會啓動(設定值)：

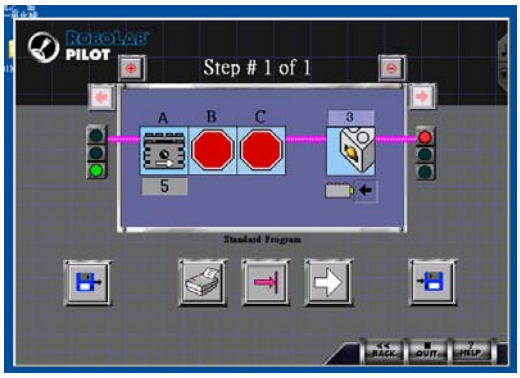




程式 3：爲自動開啓裝置，光感測值爲 76 以下時窗戶關閉，光感測值 95 以上將自動啓動打開窗戶



程式 4：爲手控將窗戶打開程式



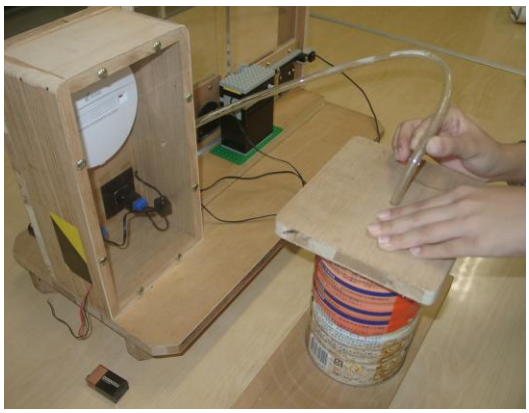
程式 5：爲手控窗戶關閉裝置

光感測實驗	第一次測試	第二次測試	第三次測試	第四次測試	設定值
實驗光感值	76	88	98	大於 100	大於 95

測試結果：

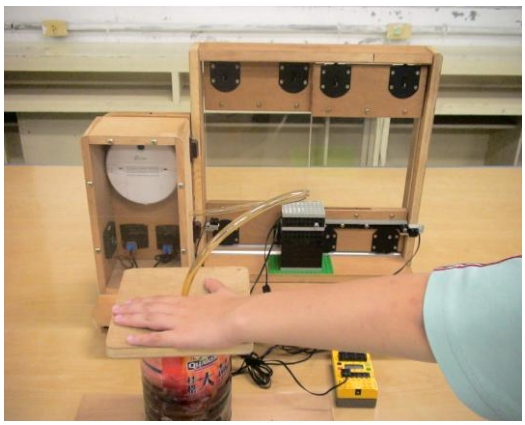
(1)測試一爲綠燈與紅燈都不亮時，RCX 測的光值爲 77 以下。
(2)測試二爲綠燈亮時，RCX 測的光值爲 90 以下。
(3)測試三爲紅燈亮時，RCX 測的光值爲 98 以上。
(4)測試四爲綠燈與紅燈都亮時，RCX 測的光值爲 100 以上。
(5)統整以上結果，我們將設定值設爲 95 以上，則將會自動啓動馬達將窗戶打開。

5. 以 LED 燈模仿一氧化碳自動偵測器之設備實際模擬測試



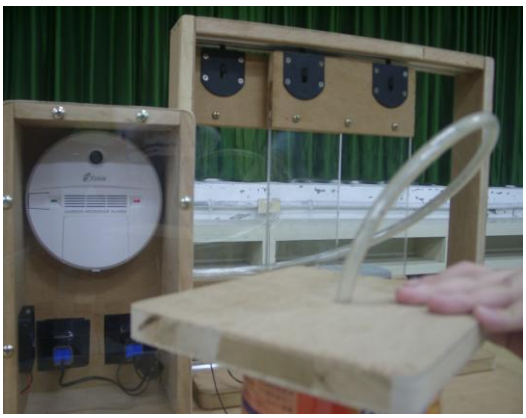
開始模擬

模擬進行中

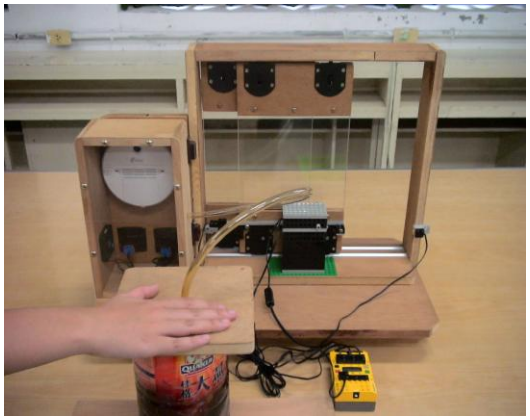


氣體未達到標準，窗戶未開啓

達到標準值，紅燈亮起



感應到氣體，窗戶自動打開



窗戶完全打開，使氣體散去

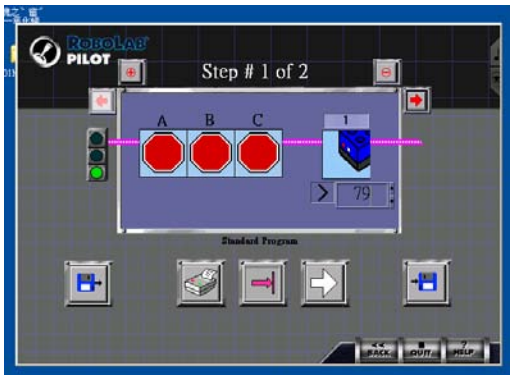
(六)實際模擬測試 --- 步驟二

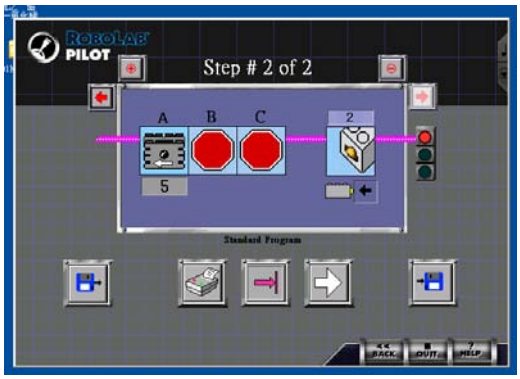
一氧化碳偵測器之光感測器實驗：

1.測試一氧化碳偵測器綠燈與紅燈都不亮時，RCX 測的光感測值爲多少與裝置光感測器

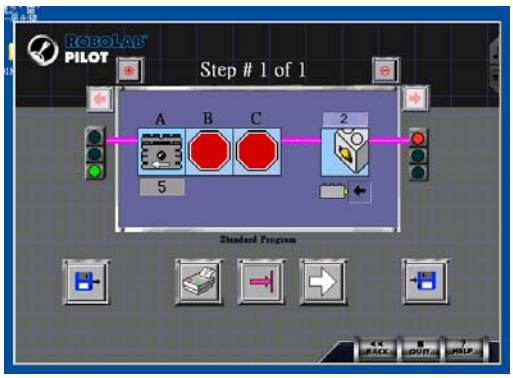
偵測器綠燈與紅燈都不亮時的數值

裝置光感測器於偵測箱

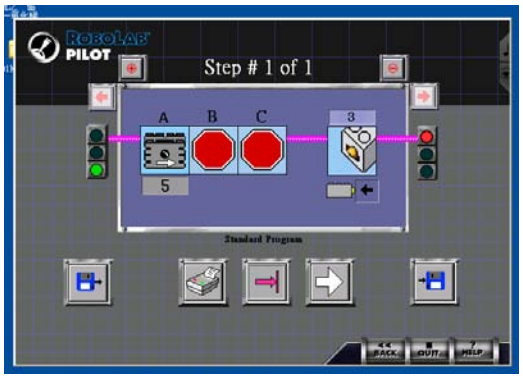




程式 3：爲自動開啓裝置，光感測值爲 77 以下時窗戶關閉，光感測值 79 以上將自動啓動打開窗戶



程式 4：爲手控窗戶打開裝置



程式 5：爲手控窗戶關閉裝置

光感模擬實驗	第一次測試	第二次測試	第三次測試	設定值
實驗測試之光值	69	76	77	大於 79

測試結果：

(1)測試一爲綠燈與紅燈都尚未亮起時，RCX 測的光值爲 69 以下。

(2)測試二爲綠燈亮時，RCX 測的光值爲 76 以下。

(3)測試三爲紅燈亮時，RCX 測的光值爲 77 以上。

(4)統整以上結果，我們將設定值設爲 79 以上，則將會自動啓動馬達將窗戶打開。

2. 測試一爲 1/4 桶木炭量，測試 1/4 桶木炭量時的光值爲多少？

1/4 桶木炭量側視圖

1/4 桶木炭量正視圖

3. 測試二爲 1/3 桶木炭量，測試 1/3 桶木炭量時的光值爲多少？

1/3 桶木炭量側視圖

1/3 桶木炭量正視圖

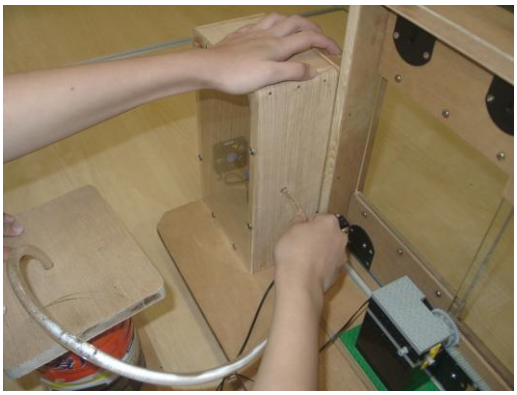
4. 測試三爲 1/2 桶木炭量，測試 1/2 桶木炭量時的光值爲多少？

1/2 桶木炭量側視圖

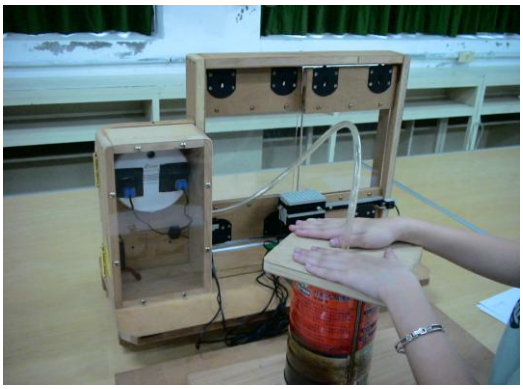
1/2 桶木炭量正視圖

5.實際模擬測試

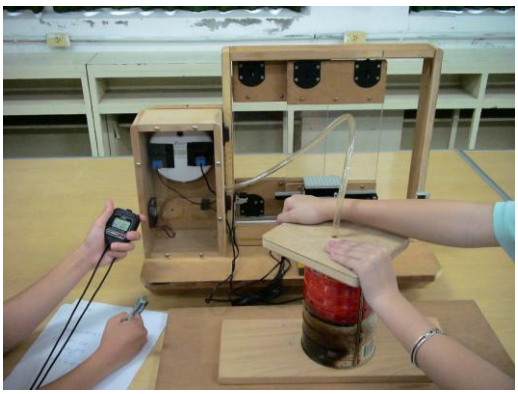
裝置塑膠管



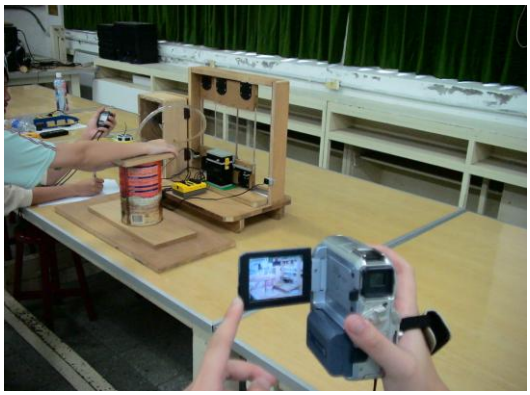
插入模擬箱



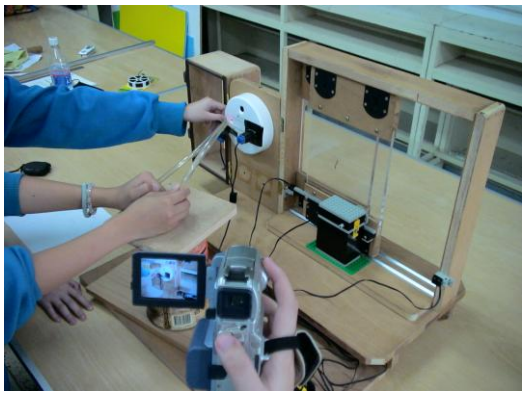
等待氣體達到標準



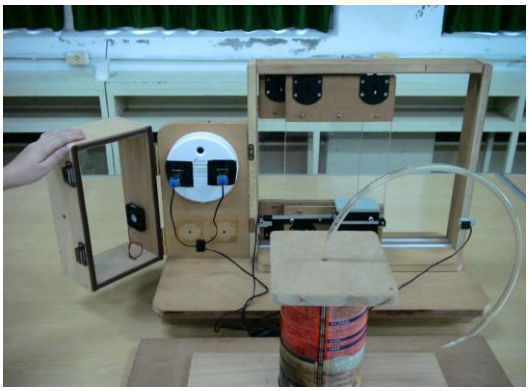
氣體到標準，使窗戶打開



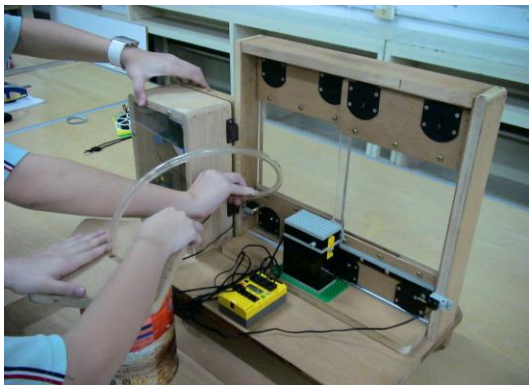
測試過程中錄影紀錄



測試完成後重新設定準備再次測試



使測試箱氣體散去



再次重複測試

6. 利用燃燒木炭所產生之氣體測試結果如下：

約 1/4 桶木炭量(無煙狀態)

光感模擬實驗	第一次	第二次	平均值
實驗測試之秒數(取大約值)	4 分 10 秒	3 分 38 秒	3 分 54 秒

約 1/3 桶木炭量(無煙狀態)

光感模擬實驗	第一次	第二次	平均值
實驗測試之秒數(取大約值)	3 分 18 秒	2 分 35 秒	2 分 57 秒

約 1/2 桶木炭量(無煙狀態)

光感模擬實驗	第一次	第二次	平均值
實驗測試之秒數(取大約值)	2 分 02 秒	1 分 47 秒	1 分 54 秒

測試結果：

1.根據以上表數據得知一氧化碳偵測器測試結果，能夠能夠藉由光感測器順利啓動模擬測試設備開啓靈魂之『窗』。

2.炭的多寡會影響反應時間的快與慢，我們以大約值來裝置 1/2、1/3、1/4 桶木炭於奶粉罐內，故排除木炭量之差異性。

約 1/4 桶木炭(有煙狀態)

光感模擬實驗	第一次	第二次	平均值
實驗測試之秒數(取大約值)	58 秒	1 分 06 秒	1 分 03 秒

約 1/3 桶木炭(有煙狀態)

光感模擬實驗	第一次	第二次	平均值
實驗測試之秒數(取大約值)	43 秒	52 秒	47 秒

約 1/2 桶木炭(有煙狀態)

光感模擬實驗	第一次	第二次	平均值
實驗測試之秒數(取大約值)	36 秒	41 秒	38 秒

測試結果：

1.根據以上表數據得知一氧化碳偵測器測試結果，能夠能夠藉由光感測器順利啓動模擬測試設備開啓靈魂之『窗』。

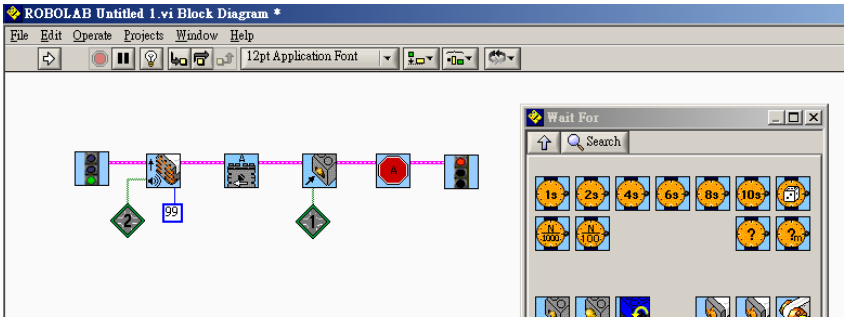
2.藉由測試過程，我們發現一氧化碳偵測器在「有煙狀態」下， 可以知道在有煙的狀態下不見得炭量較多反應速率就較快，應是與炭的煙霧多寡有關。

3.炭的多寡會影響反應時間的快與慢，我們以大約值來裝置 1/2、1/3、1/4 桶木炭於奶粉罐內，故排除木炭量之差異性。

(七)實際模擬測試 --- 步驟三

一氧化碳偵測器之聲控感測器實驗：

1. 聲控程式設計



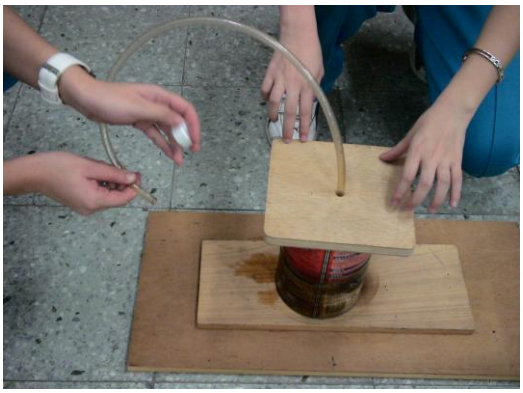
聲控程式：爲自動開啓裝置，聲音感測值爲 99 以下時窗戶關閉，聲音感測值爲 99 以上將自動啓動打開窗戶。

2. 燃燒木炭以提供實驗模擬測試

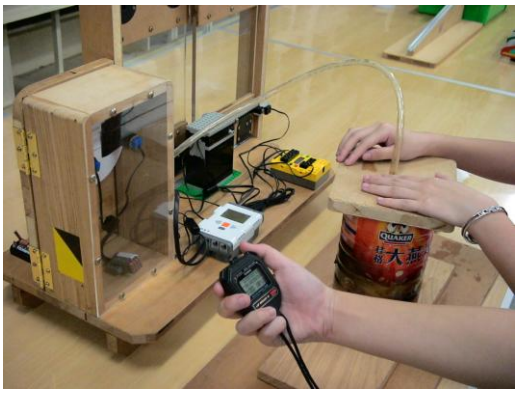
燃燒木炭近照

用吹風機使煙生成更多

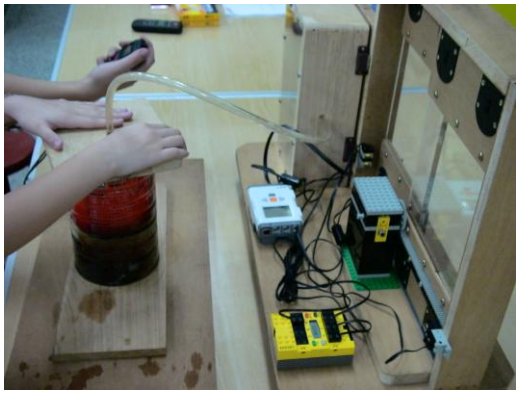
3. 實際模擬測試



防止氣體散去

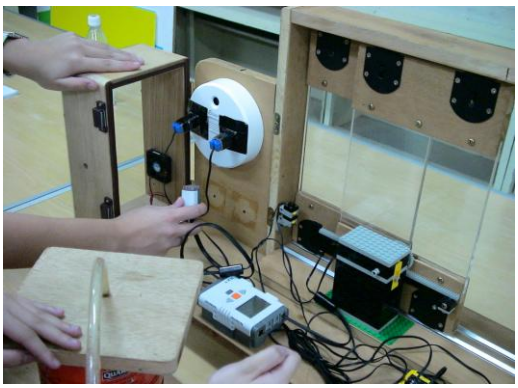


進行模擬測試-1

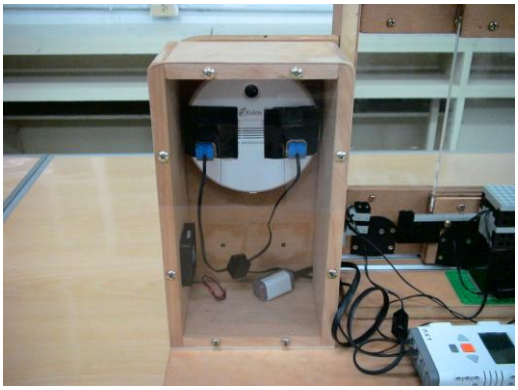


進行模擬測試-2

使一氧化碳傳輸到模擬箱中



將模擬箱打開使氣體散去以利下次測試



保持在自動偵測狀態下近照

約 1/2 桶木炭(有煙狀態)

聲控模擬實驗	第一次	第二次	平均值
實驗測試之秒數(取大約值)	40 秒	49 秒	44.5 秒

測試結果：

1.根據以上表數據得知一氧化碳偵測器測試結果，能夠藉由聲控感測器順利啓動模擬測試設備開啓靈魂之『窗』。

2.藉由測試過程，我們發現一氧化碳偵測器在「有煙狀態」下， 第二次測試時均會比第一次模擬測試反應慢，如此可見與炭的煙霧減少有關。

3.炭的多寡會影響反應時間的快與慢，我們以大約值來裝置 1/2、1/3、1/4 木炭於奶粉罐內，故排除木炭量之差異性。

陸、研究結果

一、使用電子樂高光感系統、聲控系統、觸碰系統、齒輪組等結合靈魂之『窗』模型作爲模擬測試，以提高準確度及安全性。

二、我們爲了增加”一氧化碳偵測器”的敏銳度及可用性，所以把自動感應窗和一氧化碳偵測器作爲結合，而經過不斷測試，來證明我們的模型是可行的。

三、靈魂之『窗』一氧化碳偵測器將光感實驗、聲控實驗兩者結合成雙重感應系統，更有效且更精準的傳遞訊號來控制窗戶的開啓與關閉，以避免悲劇一再發生，讓生命更受到保障。

四、實際模擬測試結果：

(一) 利用 LED 燈模仿一氧化碳自動偵測器之設備得到結果如下：

1.測試一爲綠燈與紅燈都不亮時，RCX 測的光值爲 77 以下。

2.測試二爲綠燈亮時，RCX 測的光值爲 90 以下。

3.測試三爲紅燈亮時，RCX 測的光值爲 98 以上。

4.測試四爲綠燈與紅燈都亮時，RCX 測的光值爲 100 以上。

5.經過測試我們將設定值設爲 95 以上，當紅燈亮或兩燈都亮時窗戶自動啓動馬達將窗戶打開，讓內外空氣流通，降低一氧化碳值，避免悲劇再度發生。

(二) 一氧化碳偵測器之光感實驗實際模擬測試得到結果如下：

1.測試一爲綠燈與紅燈都尚未亮時，RCX 測的光感測值爲 69 以下。

2.測試二爲綠燈亮時，RCX 測的光值爲 76 以下。

3.測試三爲紅燈亮時，RCX 測的光值爲 77 以上。

4.結果我們將設定值設爲 79 以上，一氧化碳偵測器當紅燈亮或兩燈都亮時窗戶自動啓動馬達將窗戶打開，讓內外空氣流通，降低一氧化碳值，避免悲劇再度發生。

5.在(木炭無煙狀態)下約 1/4 之木炭時平均值爲 3 分 54 秒；約 1/3 之木炭時平均值爲 2 分 57 秒；約 1/2 之木炭時平均值爲 1 分 54 秒，均能順利感應到一氧化碳偵測器，亮燈時啓動靈魂之『窗』。而經過 1/4 木炭、1/3 木炭與 1/2 木炭的數據顯示，相同地點，木炭量越多所生成的一氧化碳量也越多，危險度亦相對增高。

6.在(木炭有煙狀態)下在約 1/4 之木炭時平均值爲 1 分 03 秒；約 1/3 之木炭時平均值爲 47 秒；約 1/2 之木炭時平均值爲 38 秒，均能順利感應到一氧化碳偵測器，所產生亮燈時啓動靈魂之『窗』。而在木炭有煙狀態下，所生成的一氧化碳量也越快，危險度亦相對提高。

(三)一氧化碳偵測器之聲控實驗實際模擬測試得到結果如下：

1.根據數據得知一氧化碳偵測器嗶嗶聲響時，能夠藉由聲控感測器順利啓動模擬測試設備開啓靈魂之『窗』。

2.藉由測試過程，我們發現一氧化碳偵測器在「有煙狀態」下，在約 1/2 之木炭時平均值爲 44.5 秒；就能順利啓動靈魂之『窗』，讓內外空氣流通，降低一氧化碳值，避免悲劇再度發生。

柒、討　　論

一、由於一氧化碳必須在燃燒不完全的狀況下產生，使用瓦斯又具有極高的危險性，收集氣體並不容易，所以我們採用燒炭的方式來取得一氧化碳氣體。

二、使用瓦斯不慎造成一氧化碳中毒每年至少死亡件數有 20 人，數字也持續在攀升中。
三、經過多次的實驗後，確定市面上的一氧化碳偵測機可以有效達到警示的效果。
四、我們運用電子樂高ＲＣＸ和ＮＸＴ可程式控制器結合一般市售的一氧化碳偵測器，模擬測試出更安全的設施。
五、我們不斷的實驗電子樂高控制感應系統，以防程式有誤或其他因素導致模組的失誤。
六、藉由測試過程，我們發現一氧化碳偵測器在「無煙狀態」下，第二次測試時通常比第一次模擬測試反應慢些，我們可以知道在有煙的狀態下不見得炭量較多反應速率就會比較快，應是與炭的煙霧多寡有關聯。

比較一：燃燒較完全狀態(無煙狀態)

桶裡的碳量	平均值
1/4木炭	3分54秒
1/3木炭	3分36秒
1/2木炭	1分54秒

比較二：燃燒較不完全狀態(有煙狀態)

桶裡的碳量	平均值
1/4木炭	1分03秒
1/3木炭	47秒
1/2木炭	38秒

七、一氧化碳偵測器均能順利感應到，而在產生亮燈時及嗶嗶聲響時啓動靈魂之『窗』。至於在木炭有煙狀態下，所生成的一氧化碳量也越快，危險度亦相對提高。
八、雖然此模型之模擬測試能有效的讓內外氣體對流，降低有毒氣體以確保安全，但還是不可過度依賴，才不會造成嚴重傷害，因模組會因時因地而有所差異。

一氧化碳對人體之嚴重性：數據爲 kidde 一氧化碳偵測器說明書上的參考數據：

吸入一氧化碳含量、時間及中毒症狀		
項次	一氧化碳含量	人體暴露時間及生理症狀
1	50ppm	健康成人在八小時內所能承受的最大允許濃度。
1	100ppm	暴露 6-8 小時對身體無害的基本值。
2	200ppm	2-3 小時產生輕微頭痛、乏力、眼花、噁心。
3	400ppm	1-2 小時內前額痛。3 小時後威脅生命。
4	800ppm	45 分鐘內會頭暈、眼花、反胃、抽筋。 2 小時內失去知覺。 2-3 小時內死亡。
5	1600ppm	20 分鐘會頭痛、暈眩、噁心。1 小時內死亡。
6	3,200ppm	5-10 分鐘內會頭痛、暈眩、嘔吐。25-30 分鐘內死亡。
7	6,400ppm	1-2 分鐘內頭痛、暈眩、噁心。10-15 分鐘內死亡。
8	12,800ppm	1-3 分鐘內死亡。

氧氣濃度對人體之影響：

項次	氧氣濃度	人體症狀
1	21%	人類於此氧氣濃度下可自在活動。
2	低於 17%	肌肉功能減退，爲缺氧症現象。
3	10-14%	人體仍有意識，但顯現錯誤判斷力，且本身不察覺。
4	6-8%	呼吸停止，將在 6-8 分鐘內發生窒息死亡。

九、下列新聞爲有關於一氧化碳中毒的案例：

TVBS 更新日期:2007/02/25 18:26

北市晚間發生一起一氧化碳中毒，一家三口陳屍家中近一個星期，管理員說，16 日小年夜，還看見他們外出，之後就沒再見到這家人。年假 9 天結束，室友從南部回來，聞到濃濃屍臭味，才發現這一家三口陳屍家中，警方初步勘驗，發現 3 人身上都沒有外傷，排除他殺的可能，研判是因爲陽台窗戶緊閉，導致熱水器一氧化碳中毒。

捌、結　　論

一、我們模擬測試結果發現，燃燒的木炭量越多，所生成的一氧化碳量也越多；而在木炭有煙狀態下，所生成的一氧化碳量也越快，危險度亦相對提高，一氧化碳偵測器感應的時間也會越快。

二、利用電子樂高光感系統、聲控系統、觸碰系統、齒輪組等結合作爲模擬測試模組，以提高準確度暨安全性。

三、利用燃燒木炭所產生的氣體，經不斷的測試，證明此模組能有效的使內外氣流相通，並降低有毒氣體濃度，以確保安全，但還是不可過度依賴，才不會造成嚴重傷害，因模組會因時因地而有所差異。

四、實驗步驟一：LED 燈設定值爲 95 以上，將會自動啓動馬達將窗戶打開。
實驗步驟二：一氧化碳偵測器光感測設定值爲 79 以上，將會自動啓動馬達將窗戶打開。
實驗步驟三：一氧化碳偵測器聲控設定值爲 99 以上，將會自動啓動馬達將窗戶打開。

五、根據數據得知一氧化碳偵測器嗶嗶聲響時，能藉由聲控感測器順利啓動模擬測試設備開啓靈魂之『窗』。

六、以上實驗，證明靈魂之〝窗〞的確能有效的使內外空氣對流，進而降低一氧化碳濃度，可減少災害的發生。

七、窗戶開啓後： 1.我們可利用程式，設計出有音樂的警示效果
2.設計時間如 20 分鐘或 30 分鐘後將自動關閉
3.我們亦可不關窗戶，以免一氧化碳濃度提高

八、隨時檢查儀器，以防故障。

九、我們將實驗過程錄影下來，作爲實驗測試的紀錄，方可提供防護教學認知的應用。

玖、參考資料及其他

一、南一書局自然與生活科技：

(一)第 1 冊第 7 章科技與生活之問題解決的方法。

(二)第 2 冊第 6 章營建科技-模型的設計與製作。

(三)第 3 冊第 6 章資訊 E 界科技認識與應用。

(四)第 4 冊第 7 章製造科技的世界。

(五)第 5 冊第 3 章功與機械應用、第 5 章運輸科技。

二、Kidde《一氧化碳》偵測警報器(交流電驅動)：

http://store.pchome.com.tw/upgakidde/M00337884.htm

三、機器人學院：

http：//www.erobot.com.tw/

四、MICROSENSE一氧化碳偵測器：

http://www.etmall.com.tw/Pages/ProductDetail.aspx?ProductSKU=286142&WT.mc_id=YShopping

五、兩用偵測警報器(交流電驅動) ：

http://store.pchome.com.tw/upgakidde/M00338325.htm

六、kidde 一氧化碳偵測警報器數字型：

http://www.unimall.com.tw/goods.asp?ID=2007C2I035701&mid=93

七、中廣新聞網：

http://www.bcc.com.tw/

八、TVBS 新聞網：

http://www.tvbs.com.tw/index/

九、ETtoday 新聞網：

http://www.ettoday.com/

十、內政部消防署全球資訊網：

http://www.nfa.gov.tw/index.aspx

【評　語】　030812　靈魂之〝窗〞——氧化碳自動感應救命窗之模擬測試

本作品利用現成組件結合煙霧偵測器，可進一步自動控制窗戶之開關，非常具有創意。本作品可偵測燈號、音響雙重機制，故可提供更佳保障。若能更進一步與煙霧偵測器內部電路結合，縮小產品外觀，將可成爲更可靠與實用之產品。