

中華民國第四十八屆中小學科學展覽會  
作品說明書

---

國小組 自然科

## 最佳創意獎

081525

一葉千金~超酷的落葉纖維發酵火箭

學校名稱：臺北縣永和市秀朗國民小學

作者：  小四 林鑫佑  小四 王鈺能  小四 黃思曼  小四 黃玉晴  小四 莊珺茹  小四 蕭宇皓	指導老師：  蘇秀麗
---	------------------

關鍵詞：生質能、纖維素、酵母菌

## 一葉千金~超酷的落葉纖維發酵火箭

### 摘要

由於校園落葉很多，做生質能不但環保，而且容易收集再利用，除了認識各種植物穩定性之外，還要把植物落葉分類成乾、濕、油三類，經固態、液態、氣態實驗後，成為可使用的替代能源。不但可製作纖維素酒精，還選出「樟樹葉」為最佳發酵動力，利用產生的二氧化碳研發「樹葉火箭」與「逃生信號」，裝個降落傘在危急時用得到，再應用到重要場所，如海洋上或航空上，都是很有作為的一種逃生裝置呢！

### 壹、研究動機

從南一版三年級上學期「青青校樹」，四上牛頓「能源與食物」，牛頓版3下「植物的身體與生長」，從參考資料當中，如新光合作用(民國87年)知道植物是終結溫室效應，氣候暖化最好的幫手，而生質能源是以化學能形式儲存於生物質，這些生質物的回收，並加以能源轉換後會產生能源又稱為液態的太陽能，因此我們要把校園落葉變成潔淨的替代能源。

### 貳、研究目的

- 一、了解校園的植物落葉可分成乾、濕、油三種。
- 二、了解固態液態氣態燃料的收集實驗方法與功能。
- 三、了解生質能技術的應用。
- 四、了解化學能轉化成能量產生動力。
- 五、製作超酷的生質能生活應用與玩具遊戲。

### 參、研究器材

本校甲、乙、丙、丁區的喬木植物落葉如印度橡膠樹、榕樹、無患子、臺灣欒樹、楓香、菩提樹、羊蹄甲、大金星蕨、馬拉巴栗、福木、羅漢松、青槭(青楓)、樟樹、果汁機、桑樹、吊竹草、紅邊竹蕉、甜橙、仙丹花、小葉南洋杉、蒲葵、酒精燈、三角架、燒杯、陶瓷纖維網、實驗用酒精、保特瓶、塑膠袋、清水、漏斗。酵母菌、糖、醋、塑膠瓶加蓋子、量杯、研鉢、研杵、氣球、剪刀、標籤紙、筆、橡皮筋、氣球、溫水。湯匙、磅秤。廣用試紙、衛生紙、夾子、溫度計、碘化鉀、顯微鏡、上皿天秤、吸管、玻璃紙、排水集氣法實驗器材。

### 肆、研究問題

- 問題一：校園植物的葉子分類成乾、濕、油的調查？  
問題二：如何利用排水集氣法收集落葉發酵氣體？

問題三：如何利用落葉纖維素與酵母菌、糖產生「酵母菌酒精發酵」？

問題四：溫度對酵母菌酒精發酵的速度比較。

問題五：測試酵母菌+糖+水+落葉的酸鹼度。

問題六：加入樹葉後「酵母菌酒精發酵」的 CO<sub>2</sub> 檢定。

問題七：加入樹葉「酵母菌酒精發酵」的酒精檢定。

問題八：製作樹葉固態燃料。

問題九：自製超酷「樹葉發酵火箭」1 號

## 伍、究過程與方法

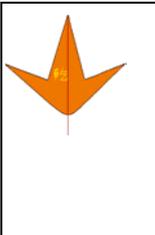
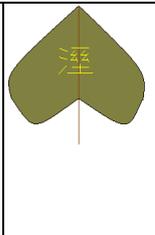
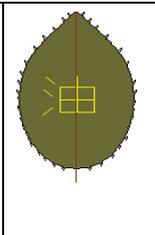
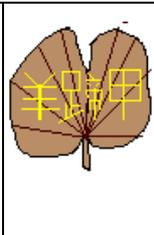
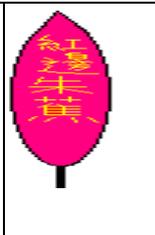
問題一：校園植物的葉子分類成乾、濕、油的調查？

**實驗器材：**本校甲、乙、丙、丁區喬木植物落葉、印度橡膠樹葉、榕樹葉、楓香樹葉、欒樹葉、菩提樹葉、羊蹄甲樹葉、無患子樹葉、研钵、果汁機、酒精燈、150 c.c. 水、實驗用酒精、燒杯、寶特瓶、塑膠袋、塑膠罐、陶瓷纖維網、漏斗

**方法(一)實驗步驟：**

1. 收集本校甲、乙、丙、丁區喬木植物落葉並分類裝在塑膠袋
2. 用研钵研磨葉子成碎狀分別裝在塑膠罐裡
3. 或以果汁機打碎葉子後裝在瓶中
4. 以一百五十 c.c.的水放在燒杯中，用酒精燈燃燒至一百度。
5. 放入少許的植物葉子〈七種〉觀察五分、十分油分佈的範圍

**方法(二)實驗模型：**

						
楓香	菩提	欒樹	羊蹄甲	紅邊朱蕉	印度橡膠	桂花

表一之〈一〉 第一次收集七種植物落葉實驗後分類表

結 果 性 質	名稱	橡膠樹葉	榕樹葉	蘆薈	楓香樹葉	落地生根	欒樹葉	玉米桿	菩提樹葉	無患子	羊蹄甲
		乾	V	V		V					
溼			V		V		V	V			
油						V			V		

表一之〈二〉 第二次收集十六種植物落葉實驗後分類表

結 果 性 質	名稱	馬 拉 巴 栗	羅 漢 松	大 金 星 蕨	福 木	青 槭	桑 樹	吊 竹 草	樟 樹	紅 邊 竹 蕉	甜 橙	桂 花	仙 丹 花	小 葉 南 洋 杉
乾		V	V	V		V	V		V	V	V	V		V
溼					V			V					V	

### 結果分析：

從表一的實驗可以知道屬於乾性葉子：橡膠樹葉、榕樹、楓香、羊蹄甲；屬於潮濕葉子：菩提樹、落地生根、蘆薈、玉米稈、福木、吊竹草、仙丹花；屬於油性葉子：無患子、臺灣欒樹。



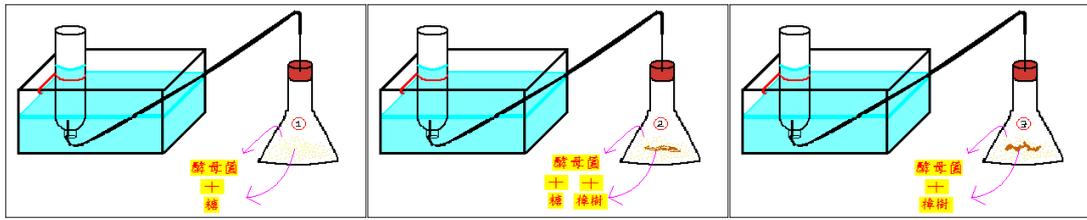
### 問題二：如何利用排水集氣法收集落葉發酵氣體？

**實驗器材：**錐型瓶、薊頭漏斗、塑膠側管、樟樹、糖、果汁機、酵母菌、水、水槽、保特瓶、衣架、天平、量杯、玉米稈、蘆薈、落地生根、線香。

#### 方法（一）樟樹實驗步驟與製作模型

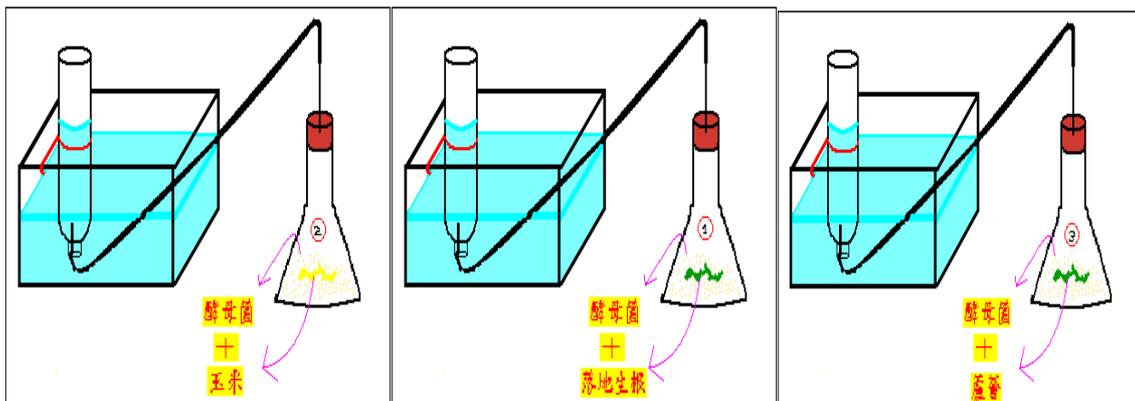
1. 用天平秤十二克打成粉狀的樟樹三次和八克的糖一次倒入一號瓶。
2. 把秤好的樟樹、糖和一包十二克的酵母菌倒入二號瓶。
3. 把秤好的樟樹和一包十二克的酵母菌倒入三號瓶。
4. 把三個保特瓶裝滿水，三個水槽裝半滿的水，每一個都套上用衣架做成的固定器，把保特瓶裝在固定器上。用量杯量 600c.c.的水，倒入三個瓶子後插上薊頭

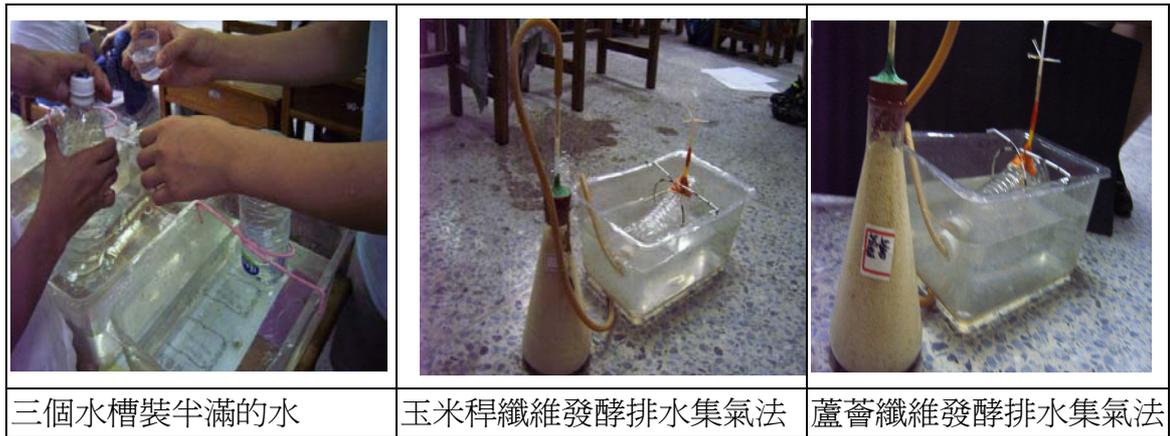
漏斗和塑膠側管，塑膠側管插入保特瓶觀察 30 分鐘，可看到有氣泡浮上來。



### 方法(二) 蘆薈、落地生根和玉米實驗步驟與製作模型

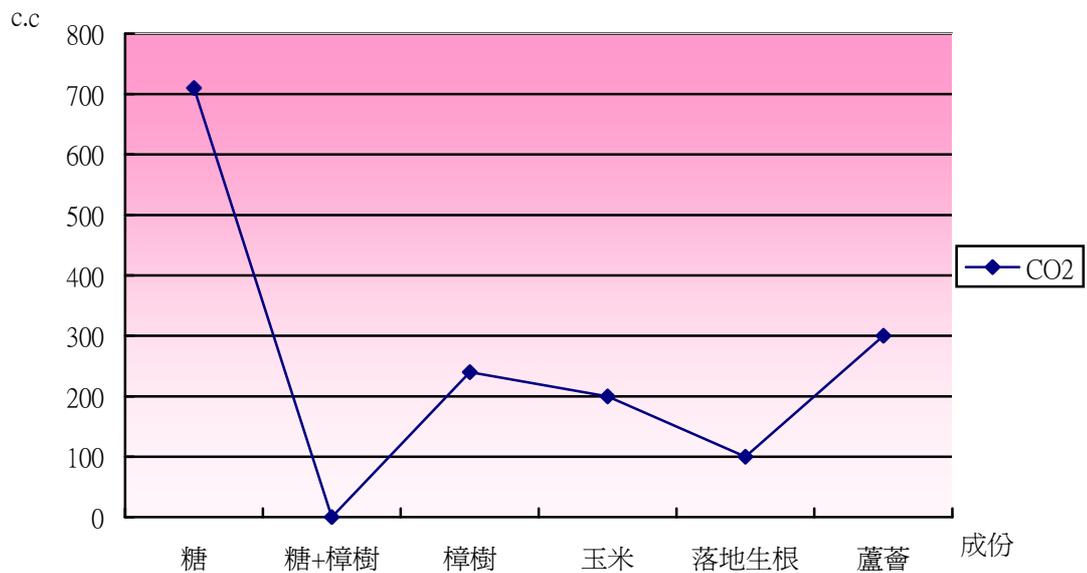
1. 用天平秤十二克打成粉或泥狀的蘆薈、落地生根和玉米糝。
2. 把秤好的玉米、落地生根、蘆薈，各加十二克的酵母菌倒入四號、五號、六號瓶與方法（一）不加糖的樟樹同樣於三十分鐘內作比較
3. 把三個水槽裝半滿的水，每一個都套上用衣架做成的固定器。
4. 量 600c.c.的水，倒入三個瓶子後插上蕪頭漏斗和塑膠側管並裝在固定器上。
5. 塑膠側管插入保特瓶，可看到有氣泡浮上來並用線香測試。





表二之〈一〉收集到六種不同成份的 CO<sub>2</sub>

反應項目	1 號		2 號		3 號		4 號		5 號		6 號	
	糖	酵母菌	糖	樟	樟	酵母菌	玉米稈	酵母菌	落地生根	酵母菌	蘆薈	酵母菌
CO <sub>2</sub>	710 cc	0 cc	240 cc	0 cc	200 cc	100 cc	300 cc					



圖二之〈一〉酵母菌和六種成份收集到的CO<sub>2</sub>的量

**結果分析：**用線香測試熄火，得知發酵氣體為 CO<sub>2</sub>，酵母菌和糖收集到的 CO<sub>2</sub> 最多，蘆薈和玉米稈一開始就有氣泡，落地生根在三分鐘後才開始有氣泡。

**問題三：如何利用落葉纖維素與酵母菌、糖產生「酵母菌酒精發酵」？**

**實驗器材：**樹葉(榕樹、桑樹、紅邊朱蕉、樟樹、楓香、小葉南洋杉、玉米稈、落地生根、蘆薈)、研鉢、鉢棒、酵母菌、砂糖、溫度計、上皿天秤、35°C 溫水、寶特瓶、氣球、塑膠瓶。

**方法(一)實驗步驟**

1. 把酵母菌 2g、糖 5g、水 45c.c.、樹葉放入研鉢磨勻。
2. 將液體倒入保特瓶內，套上氣球。
3. 放入裝有 35°C 溫水的塑膠瓶隔水保溫。

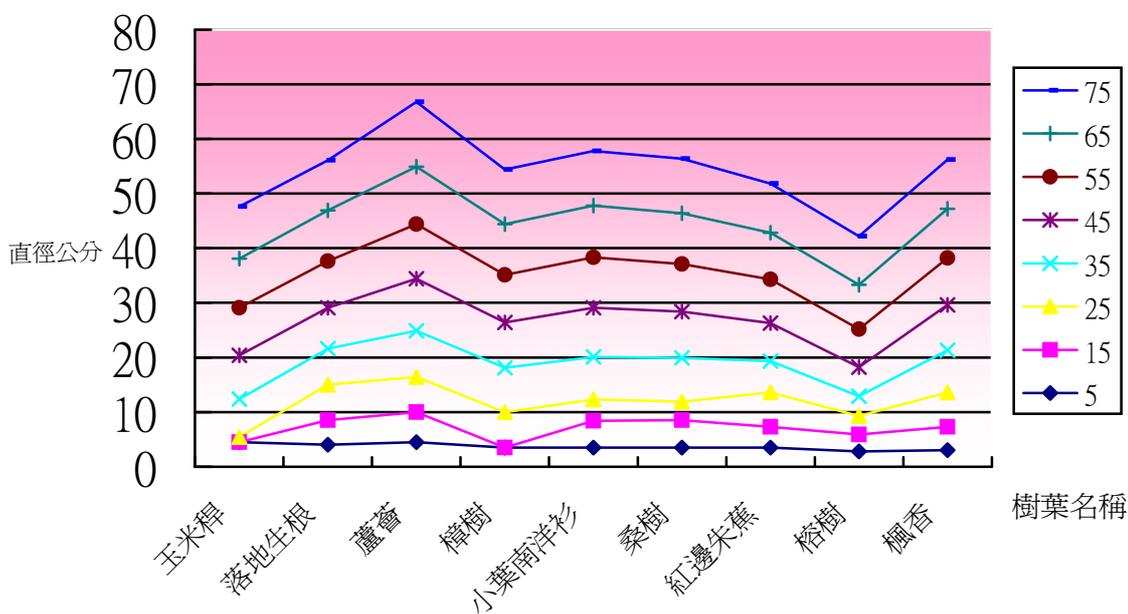
1. 每 10 分鐘觀察一次氣球的直徑

表三之 1 氣球直徑變化

		
葉子放進研鉢裡磨碎	樟樹葉放進研鉢裡磨碎	瓶口套上氣球等待十分鐘
		
樟樹發酵氣球膨脹得慢	氣球膨脹得一樣大	裝糖的氣球與酵母菌
		
觀察酵母菌和糖的變化	氣球膨脹得比較快	氣球膨脹得大

表三之〈一〉觀察各種樹葉纖維發酵時汽球膨脹的大小

直徑公分 \ 分鐘	5	15	25	35	45	55	65	75
樹葉								
玉米稈	4.5	5.0	6.0	7.0	8.0	8.7	9.0	9.5
落地生根	4.0	4.5	5.8	6.6	7.5	8.5	9.3	9.2
蘆薈	4.5	5.5	6.9	8.5	9.5	10.0	10.5	11.9
樟樹	3.5	5.0	6.5	8.1	8.3	8.7	9.3	10.0
小葉南洋杉	3.5	4.9	6.4	7.8	9.0	9.2	9.5	10.0
桑樹	3.5	5.0	6.5	8.0	8.5	8.7	9.3	10.0
紅邊朱蕉	3.5	3.8	3.9	5.7	7.0	8.0	8.5	9.0
榕樹	2.8	3.1	3.4	3.6	5.3	7.0	8.1	8.9
楓香	3.0	4.3	6.3	7.7	8.3	8.6	9.0	9.0



圖三之〈一〉各種樹葉在每隔十分鐘膨脹的變化

結果分析：蘆薈、樟樹、桑樹、杉樹成份比例適當時最適合幫助酵母菌酒精發酵。

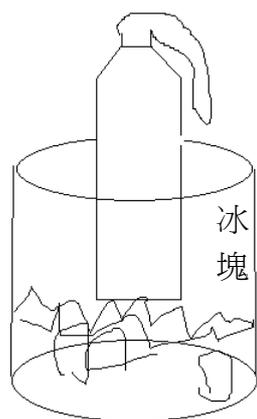
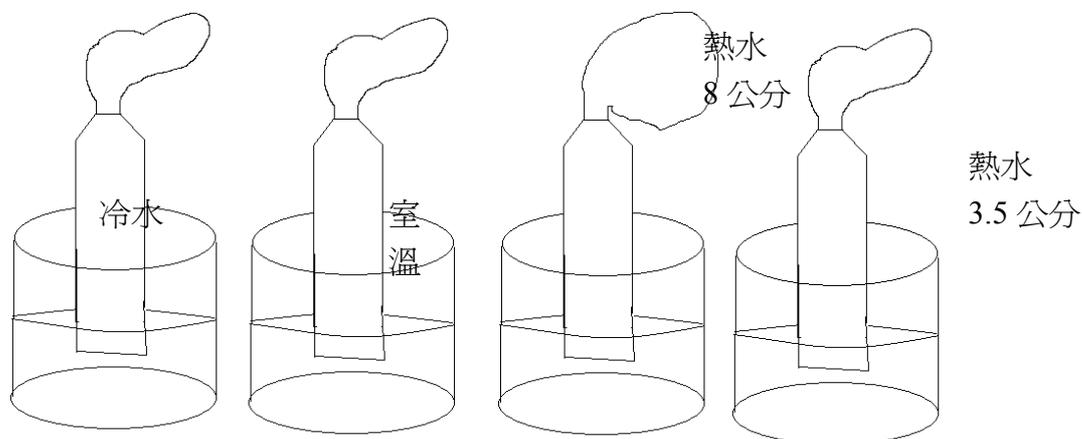
#### 問題四：溫度對酵母菌酒精發酵的速度比較

**實驗器材：**-2°C冰塊、13°C冷水、35°C溫水、60°C熱水、塑膠罐、水族箱、氣球、寶特瓶、酵母菌、研鉢、糖、水 50c.c.、溫度計、自製浮標尺。

#### 方法（一）實驗步驟

2. 把酵母菌、糖、水 50c.c.放入研鉢磨勻。
3. 將液體倒入保特瓶內，套上氣球。
4. 分四組，分別置於-2°C冰塊、13°C冷水、室溫和 35°C溫水，待其變化。
5. 用自製浮標尺量氣球直徑多寬。

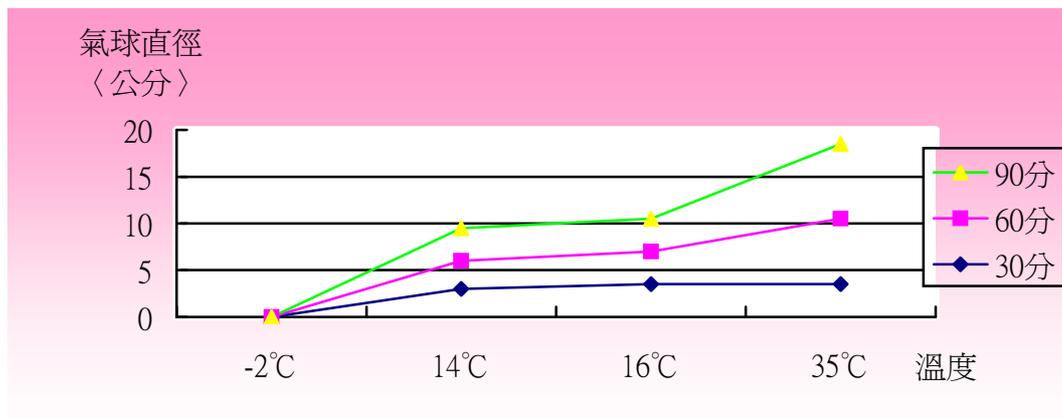
#### 方法（二）實驗模型



表四之〈一〉 溫度對酵母菌酒精發酵的氣球反應

時間	溫度	直徑	編號		
			1	2	3
30 分	-2°C	0	0		
	14°C	3.5			
	16°C	3.5			
	35°C	3.5	3.5	3.5	

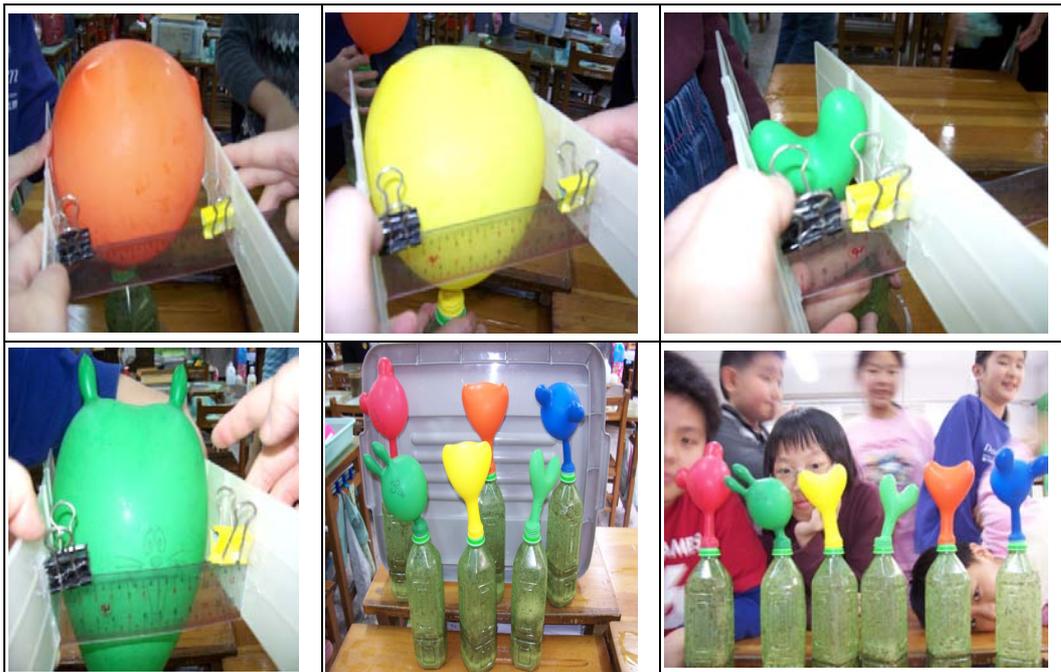
60分	-2°C	0	0	
	14°C	3.5		
	16°C	3.5		
	35°C	7	3.5)	4
90分	-2°C	0	0	
	14°C	3.5		
	16°C	3.5		
	35°C	8	3	5



圖四 溫度對酵母菌酒精發酵的速度比較

**結果分析：**

35°C的時候氣球被吹起來的速度最快，時間越久，氣球脹起來的直徑越大。



**問題五：測試酵母菌+糖+水+落葉的酸鹼度。**

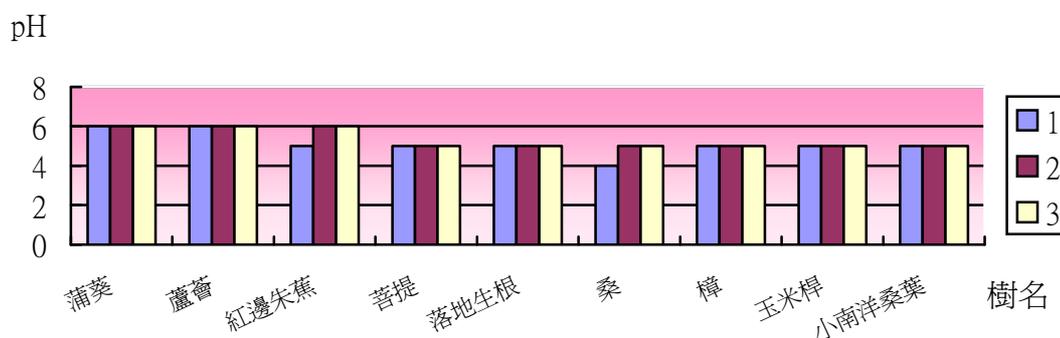
**實驗器材：**蒲葵、紅邊朱蕉、菩提、桑、樟、玉米稈、落地生根、蘆薈、小南洋杉葉、廣用試紙、衛生紙、瓶蓋、夾子。

**方法(一)實驗步驟：**

1. 把瓶頭上的氣球拔掉。
2. 將裡面的液體倒入瓶蓋裡。
3. 用廣用試紙沾一點液體，放在衛生紙上，待其變化。

**方法(二)實驗模型**

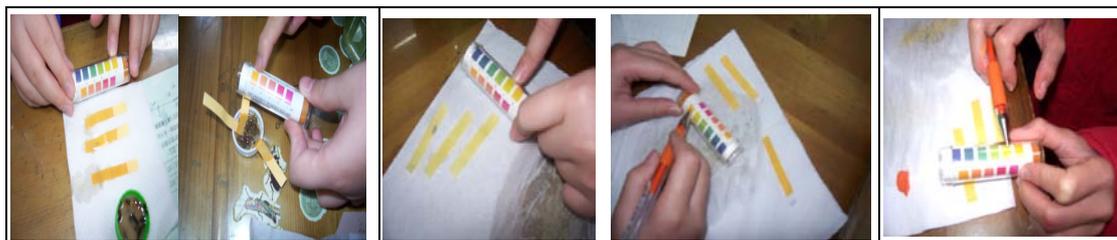
pH 次 數	植 物 名 稱	蒲 葵	蘆 薈	紅 邊 朱 蕉	菩 提	落 地 生 根	桑	樟	玉 米 稈	小 南 洋 杉 葉
		1	6	6	5	5	5	4	5	5
2	6	6	6	5	5	5	5	5	5	
3	6	6	6	5	5	5	5	5	5	



圖五之〈一〉各種樹葉的酸鹼值

**結果分析：**

大部分中性偏弱酸，我們認為這樣，不會腐蝕機器也不會傷害人體。寶特瓶放置幾天後，寶特瓶和氣球往內縮，裝有紅邊朱蕉、桑、樟樹葉的寶特瓶氣球會持續膨脹，蚊子死在寶特瓶往內縮的氣球內。



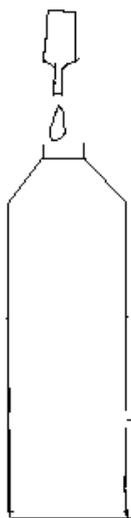
### 問題六：加入樹葉後「酵母菌酒精發酵」的 CO<sub>2</sub> 檢定

實驗器材：樹葉(榕樹、桑樹、紅邊朱蕉、樟樹、玉米稈、落地生根、蘆薈、楓香、小葉南洋杉)、氫氧化鈉(50%)、線香、打火機、滴管、手套。

#### 方法(一) 實驗步驟：

1. 稀釋五十克氫氧化鈉，50：50。
2. 問題七、八成品的管口滴入氫氧化鈉的溶液。
3. 瓶子套上氣球後搖晃，觀察變化。
4. 取另二個瓶子，把線香點燃，放進瓶子裡觀察變化。

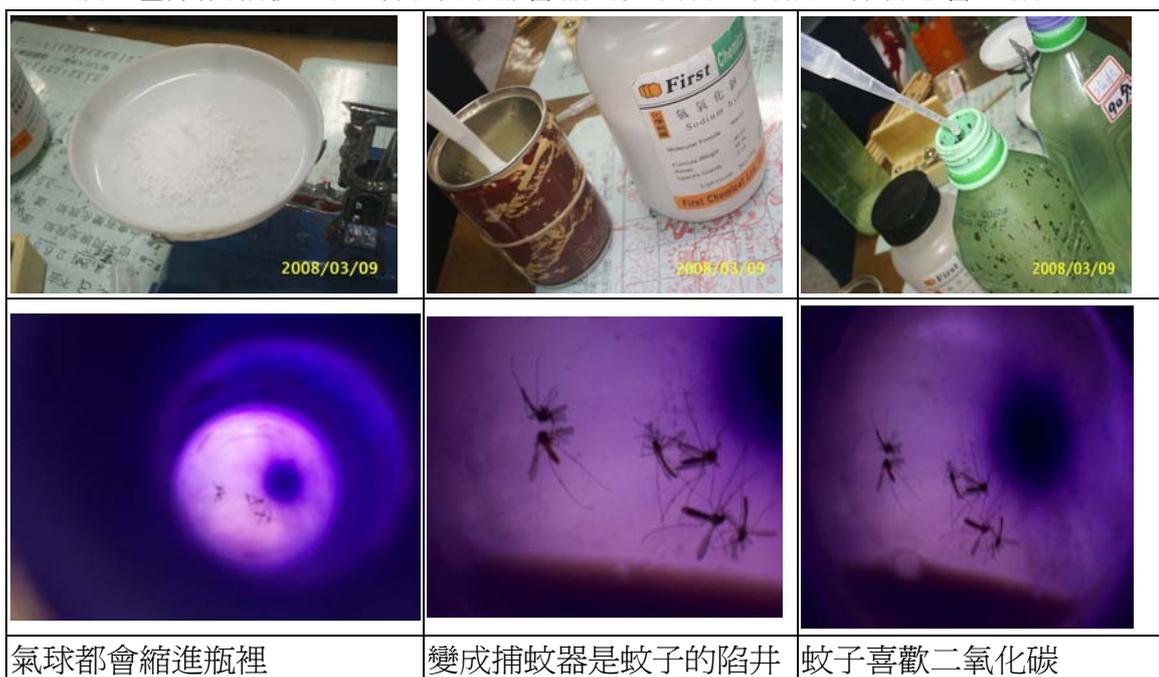
#### 方法(二) 實驗模型：



錯誤!

#### 結果分析：

滴入氫氧化鈉後，大部分氣球都會縮的更厲害。而插入線香也會熄滅。



### 問題七：加入樹葉「酵母菌酒精發酵」的酒精檢定

#### 實驗器材：

碘化鉀、顯微鏡、酒精燈、衛生紙、濾網、廣用試紙、三腳架、水、試管、蘆薈、玉米稈、落地生根、樟樹。

#### 方法(一)實驗步驟：

1. 調配碘化鉀溶液（30：30）
2. 將瓶內的蘆薈、玉米稈、落地生根、樟樹溶液過濾。
3. 將 5 cc 的液體倒入試管內，在加入數滴碘化鉀水溶液。
4. 將燒杯裝入水並用酒精燈燒，使水沸騰，再把試管放入沸水中隔水加熱。
5. 將燒完的溶液用顯微鏡觀察。

溶液名稱	蘆薈	玉米	落地生根	樟樹
結晶體	✓	✓	✓	✓

結果分析：有黑黑的結晶體（樟樹、蘆薈、玉米、落地生根）

#### 方法(二)實驗照片



結果分析：我們將試管放進沸水數分鐘，試管底部出現了結晶，再用顯微鏡觀察，

發現有一顆顆圓圓、灰灰的結晶體，代表瓶內有酒精存在。

### 問題八：製作樹葉固態燃料

**實驗器材：**樟樹葉、剩飯、水、量杯、果汁機、各種造型容器、保鮮膜。

#### 方法（一）實驗步驟

1. 清洗從校園裡撿回來的樟樹落葉。
2. 烘乾後放入果汁機打成粉。
3. 把 60c.c.的剩飯加 100c.c.的水打成米漿。
4. 加入 1000c.c.的樟樹葉粉一起打。
5. 在造型容器內套上保鮮膜。
6. 將樟樹葉泥倒入壓緊。
7. 把容器倒放，壓住保鮮膜。
8. 把容器拿起來，再把保鮮膜撕掉。  
樟樹泥模型成固體狀，完成。

		
<p>清洗從校園裡撿回來的樟樹落葉</p>	<p>烘乾後放入果汁機打成粉</p>	<p>把 60c.c.的剩飯加 100c.c.的水打成米漿</p>
		
<p>加入 1000c.c.的樟樹葉粉一起打</p>	<p>在造型容器內套上保鮮膜</p>	<p>將樟樹葉泥倒入壓緊</p>
	<p>樟樹泥模型成固體狀，完成</p>	

#### 結果分析：

原本用剪刀剪得不夠碎。後來用果汁機才打好了。但本來塞到容器裡時仍鬆散，

後來才想到利用飯粒增加黏性。而且要是有空隙，就要用手重新壓緊。

### 問題九：自製超酷「樹葉發酵火箭」1號

**實驗器材：**樟樹葉粉末分別秤為 1g、2g、3g、4g、酵母菌 3g、糖 1.5g、上皿天平、吸管、奇異筆、膠帶、剪刀、果汁機、熱水 100°C、溫水 38°C、底片盒×10、水 15c.c.、碗。

#### 方法〈一〉實驗步驟：

- 1.用吸管作成火箭造型
- 2.插在底片盒蓋子上粘住的直立吸管
- 3.加入 1g、2g、3g、4g 的樟樹葉、酵母菌 3g、糖 1.5g 到各個底片盒，加入水 15c.c.，蓋上蓋子。

1. 將溫水倒到碗裡面，再把底片盒放進碗裡。

表九之〈一〉樟樹葉發酵火箭 1 號衝出高度與時間比較

高度 時間 葉子重 量(g)	1	2	3	4
高度 (cm)	130cm			低於 1 cm
時間 (分)	7 分			9 分

高 度 時 間 葉 子 重 量	0g	1g	2g	3g	4g
高度 (cm)	約 60cm	約 64 cm	低於 1 cm	約 75cm	約 1m
時間 (分)	約 13 分 (先)	約 13 分 (後)	9 分	約 12 分 (先)	約 12 分 (後)

#### 結果分析：

1. 底片盒蓋子比較緊、比較小且密度高，所以叫容易爆開。
2. 有加樹葉的底片盒爆的較快較高。
3. 樹葉可以增加酵母菌發酵的速度及反應。

#### 方法〈二〉：「樹葉發酵火箭」2 號

##### 實驗步驟：

1. 分別秤樟樹葉粉末 1g、2g、3g、4g；酵母 3g；糖 2g 分別到入底片盒中。
- 2.再秤只有酵母和糖的放入二個底片盒中。
- 3.將五個底片盒(樟樹葉粉末 0g、1g、2g、3g、4g；酵母 3g；糖 2g) ×1 放入碗中，在

底片盒中放 38°C 的溫水，外面放 100°C 的熱水。

4. 將另外五個底片盒(樟樹葉粉末 0g、1g、2g、3g、4g；酵母 3g；糖 2g) x1 加入 38°C 的溫水，放在地上 待其變化與錄影



表九之〈二〉「樹葉發酵火箭」2號有隔水加溫的

高度 時間	葉子重量	0	1	2	3	4
高度(cm)		250	200	70	260	60
時間(分)		15	12	18	10	30

表九之〈三〉「樹葉發酵火箭」2號無隔水加溫的

高度 時間	葉子重量	0	1	2	3	4
高度(cm)		0	0	0	0	0
時間(分)		30	30	30	30	30

結果分析：

1. 有隔水加熱的底片盒效果較好，其中又以 3(g) 樹葉效果最好。
2. 無隔水加熱的因無法使酵母持續發酵，因此無法觀測。

方法〈三〉：「樹葉發酵火箭」3號

實驗步驟：

1. 用天平秤出 3g 的酵母菌、樟樹葉粉末和 2g 的糖並放入底片盒中。
2. 倒入 15c.c. 的溫水，把蓋子蓋緊後並搖晃。
3. 把熱水倒入碗中。
4. 將底片盒放入碗中。待其變化



各種作品排排站哇！

火箭噴出來了！

表九之〈四〉各種造型 DIY 作品看誰衝得最高

時 間 高 度	名 稱	1 竹蜻蜓	2 火箭	3 雨傘	4 螺旋槳	5 花蝴蝶	6 降落傘
時分( )		15	3	13	4	11	5
高度( ) ( )		120	250	250	190	1	150

表九之〈五〉測試火箭的爆發力及爆開的時間

反 應 樹 葉	號 碼	1 號	2 號	3 號	4 號	5 號	6 號	7 號	8 號
玉米		12:01 (240 cm)							
蘆薈			11:50 (3m)				12:00 (230 cm)		
落地生根				11:51 (127 cm)				漏氣	
樟樹					漏氣				12:22 (2m)
印度橡膠						11:42 (5 cm)			

結果分析：

各種造型 DIY 以錐形頭部最好，可以減低阻力，使 2 號火箭的瓶蓋飛得更高，而 1 號竹蜻蜓因為阻力太大，而飛得不高，5 號花蝴蝶因瓶蓋漏氣沒有飛起。測試其它樹葉纖維發酵火箭的爆發力及爆開的時間，以蘆薈最快又最高，落地生根、玉米有糖無糖都有反應。

## 陸、研究結果

- 一、從表一的實驗可以知道屬於乾性葉子：橡膠樹葉、榕樹、楓香、羊蹄甲；屬於潮濕葉子：菩提樹、落地生根、蘆薈、玉米稈、福木、吊竹草、仙丹花；屬於油性葉子：無患子、臺灣欒樹。我們發現放四匙酵母菌量杯上的氣球膨脹得比較大（氣球直立，放兩匙酵母菌量杯上的氣球膨脹得比較小。要濕性的植物（蘆薈、福木、羅漢松、馬拉巴栗）且沒有黏在一起才能使氣球膨脹。
- 二、用線香測試熄火，得知發酵氣體為  $\text{CO}_2$ ，酵母菌和糖收集到的  $\text{CO}_2$  最多，蘆薈和玉米稈一開始就有氣泡，落地生根在三分鐘後才開始有氣泡。
- 三、蘆薈、樟樹、桑樹、杉樹成份比例適當時最適合幫助酵母菌酒精發酵。影響氣球膨脹、縮小的可能原因有搖晃瓶子的時間、次數、水量和套上氣球的時間。
- 四、 $35^\circ\text{C}$  的時候氣球被吹起來的速度最快，時間越久，氣球脹起來的越大。溫度較高的時候酵母菌的活性較大，化學反應較大因此所產生的氣體較多，所以氣球膨脹的較大且快。
- 五、大部分中性偏弱酸，我們認為這樣，不會腐蝕機器也不會傷害人體。
- 六、滴入氫氧化鈉後，大部分氣球都會縮的更厲害。而插入線香也會熄滅。
- 七、我們將試管放進沸水數分鐘，試管底部出現了結晶，再用顯微鏡觀察，發現有一顆顆圓圓、灰灰的結晶體，代表瓶內有酒精存在。
- 八、原本用剪刀剪得不夠碎。後來用果汁機才打好了。但本來塞到容器裡時仍鬆散，後來才想到利用飯粒增加黏性。而且要是有空隙，就要用手重新壓緊。
- 九、經過三次的樹葉纖維素的催化後，火箭因成錐型，所以阻力較小，可以衝至二百六十公分以上。底片盒蓋子比較緊、比較小且密度高，所以叫容易爆開。有加樹葉的底片盒爆的較快較高。樹葉可以增加酵母菌發酵的速度及反應。實驗中碗中加入一百度的水，可增酵母菌的發酵速度，讓酵母火箭噴的更高。有隔水加熱的底片盒效果較好，其中又以 3(g) 樹葉效果最好。無隔水加熱的因無法使酵母持續發酵，因此無法觀測。測試其它樹葉纖維發酵火箭的爆發力及爆開的時間，以蘆薈最快又最高，落地生根、玉米有糖無糖都有反應。

## 柒、討論

- 一、我們這組拿了三個大袋子分別是要裝乾、濕、油三大類的葉子，可是撿的時候，情況不如理想，有些葉子已經腐爛掉了、有些葉子已經被人撿走了，所以我們下次必須早點撿或是平常假日就要撿，反正失敗一次就多一次經驗，要加倍認真和改進。
- 二、利用排水集氣法收集落葉發酵氣體時，錐型瓶與集氣瓶都要密閉不可漏氣。
- 三、問題三中在寶特瓶裡面加糖，再把一包酵母菌倒進去，加入 30C.C. 的水，在套上氣球，可是套上氣球的時間不一樣，所以大小不同，我們下次必須精心計算好時間。600cc 的保特瓶內裝 12 克酵母菌和 8 克的糖 12 克樟樹葉加 60cc 的水氣球膨脹得快。但樟樹葉比例過多時，反而不膨脹；是否陸生植物也有緩慢或

抑制 CO<sub>2</sub> 的功能，還要研究證實看看。

- 四、問題四發酵速率的時驗中，以兩支試管作為實驗組和對照組，靜置三十分鐘、六十分鐘、九十分鐘後，觀察到試管氣體產生的體積，發現 35°C 的恆溫水浴中產生的氣體較多。
- 五、做到問題五時，第一，我認為把試紙放在衛生紙上，而衛生紙上可能有雜質，影響到 pH 值，所以我認為在量酸鹼度的時候，應該要盡量不要讓測完的試紙碰到其他雜質，而持續放在液體裡。第二，當初量的樣品已經放了許久，是否影響酸鹼度，我建議應該要在調配好、氣球膨脹完畢後，馬上進行酸鹼度、CO<sub>2</sub> 及酒精的檢測，而放一段時間後，再測一次，比對效果。
- 六、我們想要知道製作出來的酵母菌的酒精發酵裡有沒有二氧化碳的存在，於是就滴入五到十滴氫氧化鈉作檢定，結果發現氣球被吸入管內，二氧化碳被氫氧化鈉吸收，因此體積減少。紅邊朱蕉寶特瓶的氣球有很多蚊蟲在裡面。
- 七、問題七：檢測酒精儀器（吐氣可以用氣球裡面的氣）。碘化鉀遇酒有結晶。
- 八、問題八利用落掉樹葉製作成固態燃料，原本用剪的後來發現用再生紙的製作方法，加上廚餘剩飯可固定成模型，曬乾後就可作成自己喜歡的造型。
- 九、我們拿了底片盒，裡面裝了 0、1、2、3、4 克的樹葉，結果發現 3 克的樹葉的效果最好，其它有些失敗了、有些沒爆，所以下次還要做的話，要先測一次在做。有隔水加熱的底片盒效果較好，其中又以 3(g) 樹葉效果最好。要讓各種造型飛上天要注意是否為錐形頭部那可以減低阻力，所以 2 號火箭的瓶蓋飛得更高，而 1 號竹蜻蜓因為阻力太大，而飛得不高，5 號花蝴蝶因瓶蓋漏氣沒有飛起。

## 捌、結論

- 一、利用校內社區的有機物如落葉經由自然處理，從化學能轉換合成為液體、氣體或固體燃料，葉落歸根回到土裡發酵，能讓多餘的 CO<sub>2</sub> 成為植物的食物，大自然不斷的循環，我們要懂得愛惜大地與資源。
- 二、從再生能源資料得知，生質能源是以化學能形式儲存於生物質，這些生質物的回收，並加以能源轉換後會產生能源又稱為液態的太陽能，因此我們要把校園落葉變成潔淨的替代能源。
- 三、從植物的呼吸作用實驗中，選擇最佳發酵植物纖維加糖和酵母菌的發酵作用，生成酒精和 CO<sub>2</sub> 產生能量，並利用室溫與 35°C 恆溫水浴中作發酵速率的比較。
- 四、所謂發酵就是在無氧的情況下，醣類被酵素分解生成並放出能量的作用，利用酵母與糖的化學作用，產生二氧化碳讓氣球膨脹起來，就是生質能利用的一種也是能量的轉換，但我們選擇的是自然的落葉纖維使其發酵，產生的氣體可作為有趣又超酷的爆發力冲天火箭，又可瞭解酒精的醱鍊方法真是一舉兩得。
- 五、發酵速率會受溫度的影響，而讓密閉的試管生成氣體，加熱體積就變大，冷卻時體積就變小。
- 六、實驗中，發現氣球一碰觸就快速的被吸入瓶中，經疑問查詢明白氣體定律中，氣體體積與所受的壓力成反比關係，可以用波以耳定律來描述。

- 七、利用碘化鉀試驗檢測酒精的生成並用顯微鏡觀察碘仿的結晶。
- 八、利用二氧化碳氣體製作有趣的「樹葉火箭」並裝上各種造型如降落傘、蝴蝶、旋轉直升機、吸管渦輪，可以當成遊戲玩得盡興！
- 九、利用樟樹葉粉末和酵母菌粉及糖，實驗出適當配方如酵母 3g、糖 2g、樟樹葉粉末 3g、底片盒中放 35°C 的溫水、蓋緊軟片盒蓋子，外面放 100°C 的熱水，可在十分鐘內讓蓋子飛至三公尺高度。發酵火箭中糖、樹葉和酵母菌的比例為糖：樹葉：酵母菌 = 2：3：3
- 十、錐形頭部可以減低阻力，使 2 號火箭的瓶蓋飛得更高，而 1 號竹蜻蜓因為阻力太大，而飛得不高，5 號花蝴蝶因瓶蓋漏氣沒有飛起。而
- 十一、原來生質能源不但可以節能減碳，還可以讓過量的二氧化碳產生超酷好玩的遊戲與玩具，並可提供作為捕蚊器、逃生訊號或其它動力使用。

## 玖、參考資料

### 一. 圖書

書名	作者	出版日期	出版社	出版地	頁數
生質能源	姚向君 田宜水	2008.1.10	新文京開發 出版	台北縣中 和市	P.55-P115
植物學、生理學 實驗	王月雲 陳是瑩 童武夫	1993.7	藝軒圖書文 具有限公司	臺北市羅 斯福路	P.130-P131
新光合作用	劉遼萍	1998.6.30	秀朗國小	台北縣永 和市	全
有趣的能源探索	國立師範 大學	2007.12	國立師範大 學	台北市和 平東路	P.56-P.57
植物的秘密	株式會社 集英社	1989.10	牛頓出版股 份有限公司	台北市和 平東路	P.32-35 P.71-74
40 個生活中的 科學法則	鳥海光弘	2007.04	世茂有限公 司	台北縣新 店市	P.52.53
普通化學實驗	潘愷、陳明 毅	1997.05	眾光文化有 限公司	臺北市汀 洲路	P.107 - P.116

70 個奇妙有趣的科學實驗	瀧川洋二	2003.09	世茂有限公司	台北縣新店市	P.24 .25
---------------	------	---------	--------	--------	----------

## 二.期刊文章

期刊書名	作者	出版日期	主題名稱	出版社 出版地	頁數
科學人	康曼	55 期 2006.10	擁抱再生能源	遠流 台北	P.94- P.103
科學人	沃爾德	60 期 2007.2	玉米乙醇是永續能源嗎？	遠流 台北	P.74-P81
國語日報週刊	曾美惠	682 期 2008.3	地球生病了	國語日報社 台北	P.8

## 三.網站資源

網站名稱	作者	網址
再生能源網		<a href="http://www.re.org.tw">http://www.re.org.tw</a>
	小米	<a href="http://e-info.org.tw/column/EPenergy/2004/ep04122801.htm">http://e-info.org.tw/column/EPenergy/2004/ep04122801.htm</a>
<a href="http://ioa.erl.itri.org.tw">再生能源網</a>		<a href="http://ioa.erl.itri.org.tw">http://ioa.erl.itri.org.tw</a>
<a href="http://re.org.tw/com/fl/flb1.aspx">2007 再生能源網</a>		<a href="http://re.org.tw/com/fl/flb1.aspx">http://re.org.tw/com/fl/flb1.aspx</a>

**【評語】** 081525

1. 研究題材有創意，能製成火箭比賽，富有趣味性，可惜表格整理錯誤過多。
2. 變因控制可再嚴謹(如容器、氣球…)
3. 可做為課室中的教材。