

屏東縣第 60 屆國中小學科學展覽會 作品說明書

科 別：化學科

組 別：國小組

作品名稱：蓮霧汁水溶液電池-環境友善能源相關研究

關 鍵 詞： 蓮霧、電池、水溶液（最多三個）

編號：A3011

蓮霧汁水溶液電池-環境友善能源之相關研究

摘要

學校曾經使用蓮霧葉葉綠素發電，引起我們的興趣，於是我們在網路上查詢水果發電的資料，想動手做做看蓮霧果實榨汁後的水溶液是否也能發電，嘗試後發現蓮霧汁水溶液確實能發電，為了想要進一步探索如何讓蓮霧汁水溶液發電效率更佳的方式，我們改變蓮霧汁水溶液的實驗方法，採取蓮霧汁液，並利用「銅鋅片接觸面積的變化」、「不同濃度比例的變化」、「糖類的變化」、和「溫度高低的變化」等變因做實驗，期望能找到讓蓮霧汁水溶液發電最有效率的方法。

壹、研究動機

我們的家鄉盛產蓮霧，許多同學家裡都是蓮霧農，種植蓮霧的農夫為了讓果實更大更甜美，往往會留下外型比較完美的果實，而把果實外型不佳或生長不良的果實隨地丟棄，使得腐爛的果肉散發出臭味、孳生蚊蟲，不僅浪費也造成汙染。同時，我們家鄉也有許多的廢棄魚塭轉型發展太陽能發電，太陽能是很好的再生能源，只不過太陽能板在製造時，不僅會消耗能源，造成汙染，淘汰後的太陽能板如何回收也是一大問題。

「假如能讓被丟棄的蓮霧變得有用處，是不是就能夠幫忙減少被丟棄的蓮霧果實呢？」

「太陽能板發電也許不太適合蓮霧園，說不定有對環境更友善的方式適合我們的家鄉。」
























思考的同時，我們回想起學校的學長姐以前曾經利用蓮霧葉來發電，引發我們聯想到蓮霧果實是不是也能夠用來發電，把蓮霧園裡的廢棄物變成有用的能源，既不會造成汙染，又可以作為減少農業廢棄物的方法。

貳、研究目的

- 一、探討銅鋅片接觸面積對電壓與電流的變化。
- 二、探討不同濃度比例對電壓與電流的影響。
- 三、探討不同糖類對電壓與電流數據是否有影響。
- 四、探討溫度高低對電壓與電流的變化。

參、研究設備及器材

一、研究器材

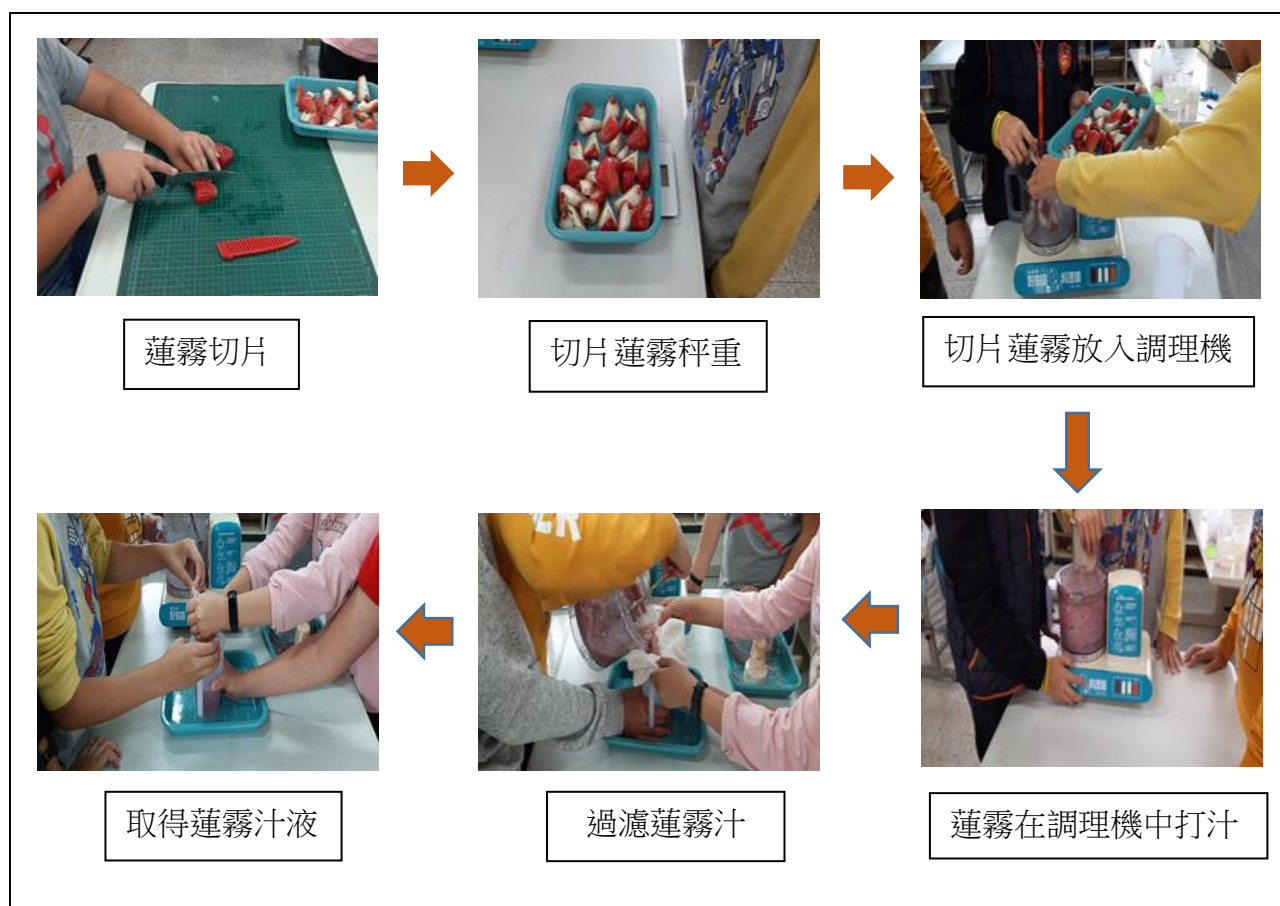
研究器材			
			
三用電錶	電線夾	銅鋅片	積木
			
PP 版	秤重機	調理機	刀子
			
過濾布	湯匙	滴管	砧板
			
盤子	量筒	量杯	塑膠杯
			
夾鏈袋	微波爐	溫度計	透明水盒
			
桌墊	杯子	抹布	

二、實驗材料



肆、研究過程

實驗步驟：

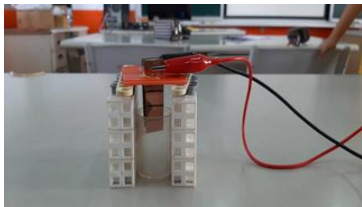


伍、研究方法與結果

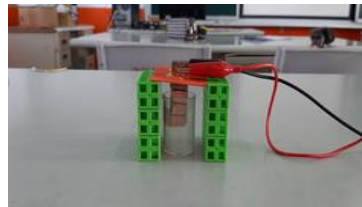
一、探討銅鋅片接觸面積對電壓與電流的變化

(一) 研究材料

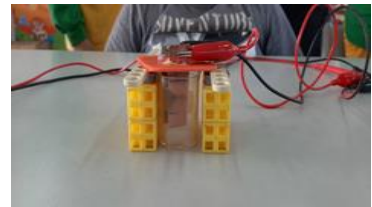
不同接觸面積



3cm^2

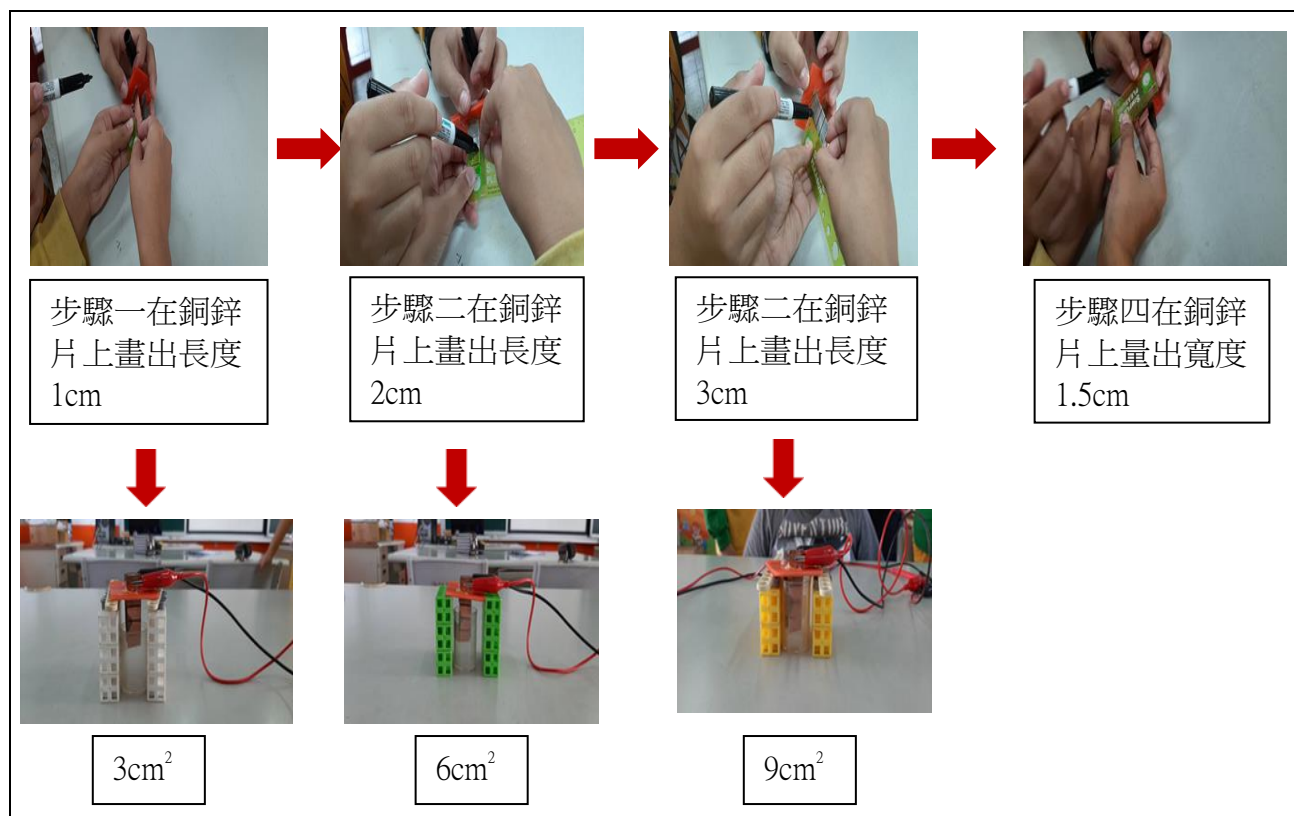


6cm^2



9cm^2

(二) 畫出不同接觸面積的過程



(三) 研究方法

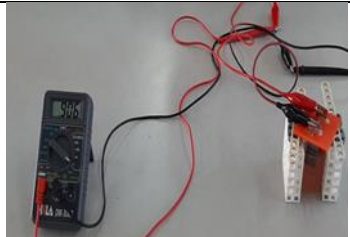
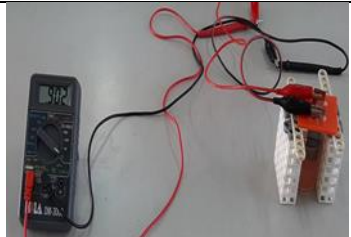
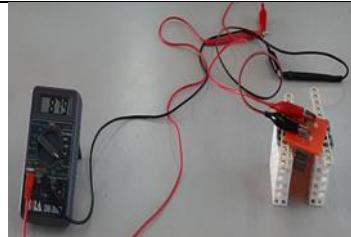
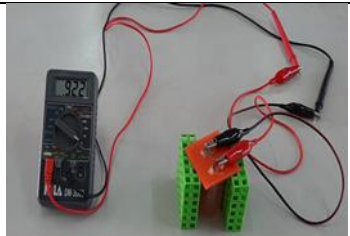
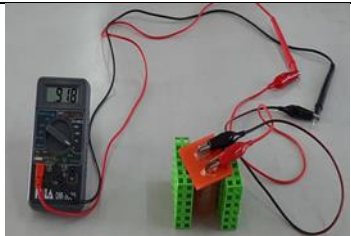
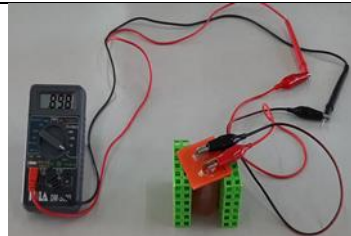

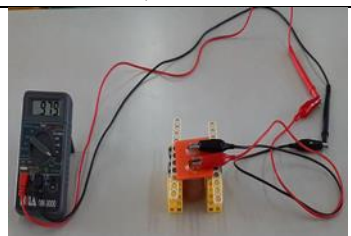
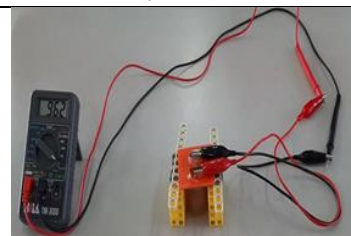
我們想要探討銅鋅片不同接觸面積測量電壓和電流會如何變化？於是我們固定蓮霧汁30ml，並設計不同接觸面積，分別是 3cm^2 、 6cm^2 、 9cm^2 ，看看測量電壓和電流數據效果會如何？

步驟如下：




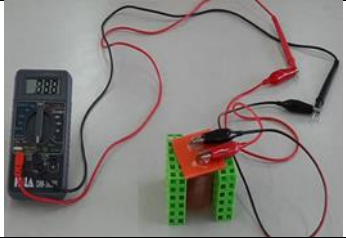
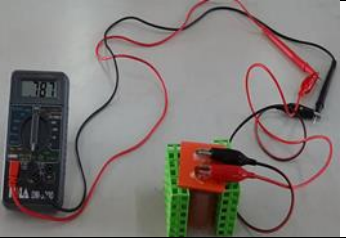
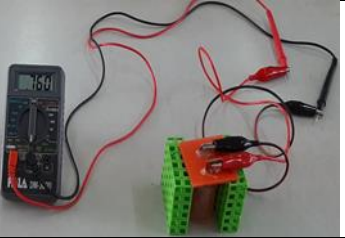
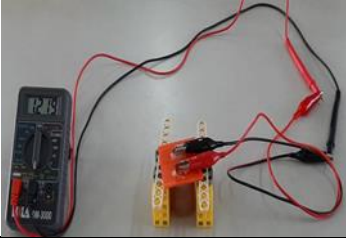
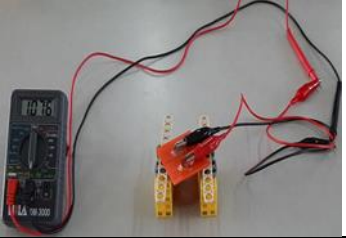
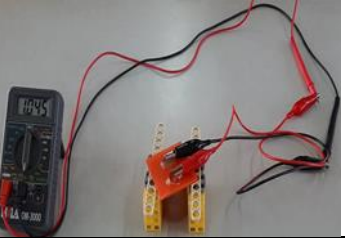
1. 分別在銅鋅片上畫出1cm、2cm、3cm長度。
2. 在銅鋅片上量出寬度1.5cm。
3. 求出銅鋅片接觸面積為 3cm^2 、 6cm^2 、 9cm^2 。
4. 利用不同顏色的積木製作支架，測量銅鋅片 3cm^2 、 6cm^2 、 9cm^2 。
5. 將蓮霧切片，使用秤重機秤出400公克的蓮霧後，放入調理機將蓮霧打碎，再用過濾布過濾打碎的蓮霧，取得蓮霧汁。
6. 用量筒量出30毫升(ml)的蓮霧汁，將30ml的蓮霧汁倒入塑膠杯中，利用三用電表觀察並比較不同接觸面積的銅鋅片在電壓與電流中反應情形。

(四)研究結果

實驗一：銅鋅片接觸面積對電壓的變化

銅鋅片接觸面積 3cm^2			
實驗次數	第一次	第二次	第三次
測量結果			
電壓(V)	0.906V	0.902 V	0.879 V
平均值	0.896V		
銅鋅片接觸面積 6cm^2			
實驗次數	第一次	第二次	第三次
測量結果			
電壓(V)	0.922 V	0.918 V	0.898 V
平均值	0.913V		
銅鋅片接觸面積 9cm^2			
實驗次數	第一次	第二次	第三次
測量結果			
電壓(V)	0.998 V	0.979 V	0.962 V
平均值	0.980 V		

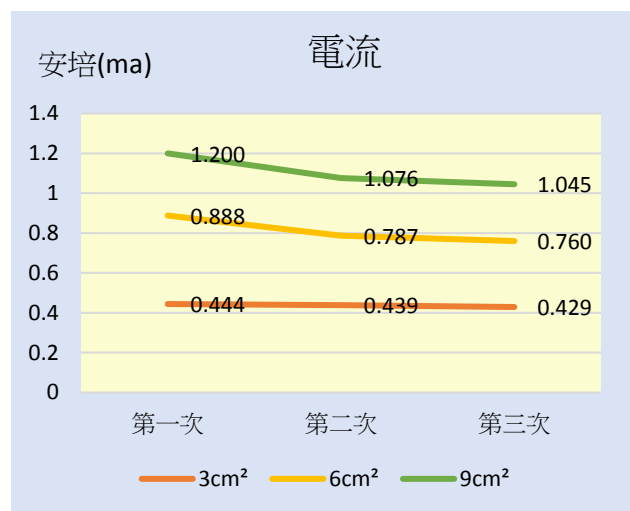
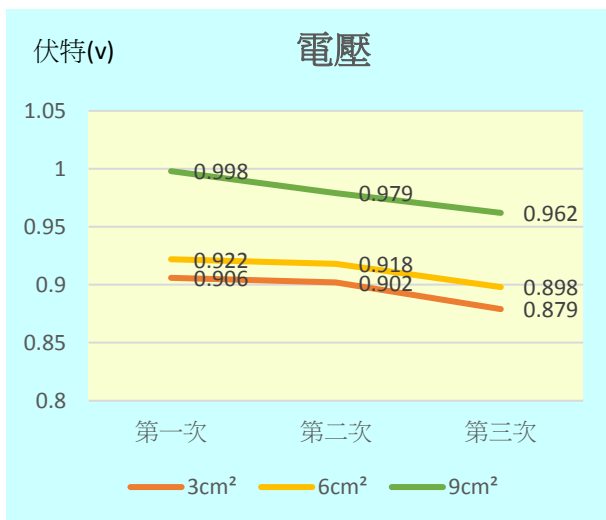
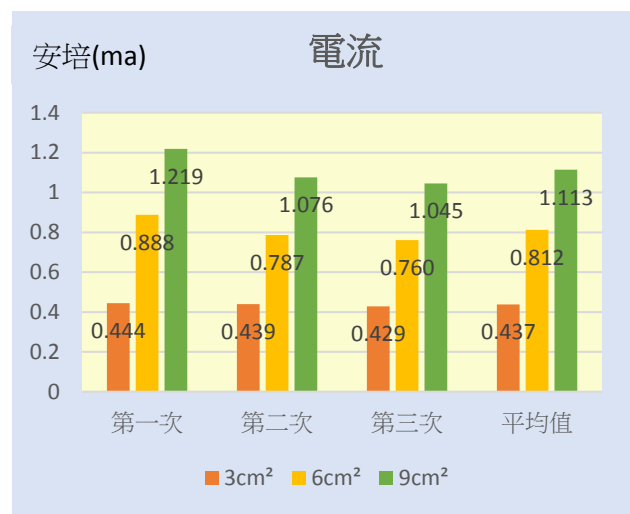
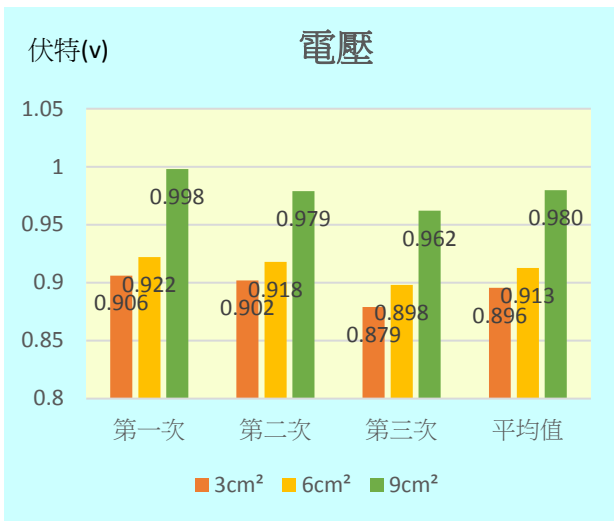
實驗二：銅鋅片接觸面積對電流的變化

銅鋅片接觸面積 3cm^2			
實驗次數	第一次	第二次	第三次
測量結果			
電流(mA)	0.444 mA	0.439 mA	0.429 mA
平均值	0.437 mA		
銅鋅片接觸面積 6cm^2			
實驗次數	第一次	第二次	第三次
測量結果			
電流(mA)	0.888 mA	0.787 mA	0.760 mA
平均值	0.812 mA		
銅鋅片接觸面積 9cm^2			
實驗次數	第一次	第二次	第三次
測量結果			
電流(mA)	1.219 mA	1.076 mA	1.045 mA
平均值	1.113 mA		

銅鋅片不同接觸面積電壓和電流的實驗觀察筆記

- A 生：我觀察到電壓和電流的數據從高到低，而且電壓降得比電流還要慢。我們在讀三用電表數據的時候，時間要固定，不然電流和電壓會不準確。
- B 生：使用三用電表時間要固定，不然電流和電壓數據會不固定。用手拿電極片手會抖，所以做支架固定。
- C 生：電壓數值降得比電流還要慢。
- D 生：電壓數值降得比較慢，電流數值跳來跳去，降得比較快。
- E 生：在做電壓和電流的實驗時，因為手會抖，所以電壓和電流會不準，我們改用支架來支撐。

(五)實驗結果發現與探討



1. 測量電壓的實驗中發現，接觸面積 9cm²的電壓數據平均值 0.980V > 6cm²的電壓數據平均值 0.913 V > 3cm²的電壓數據平均值 0.896 V，電壓的數值沒有倍數關係。
2. 測量電流的實驗中發現，接觸面積 9cm²的電流數據平均值 1.113mA > 6cm²的電流數據平均值 0.812 mA > 3cm²的電流數據平均值 0.437 mA，電流的數值呈倍數關係。
3. 從實驗結果分析，當接觸面積愈大，電壓愈高，電流也愈高。

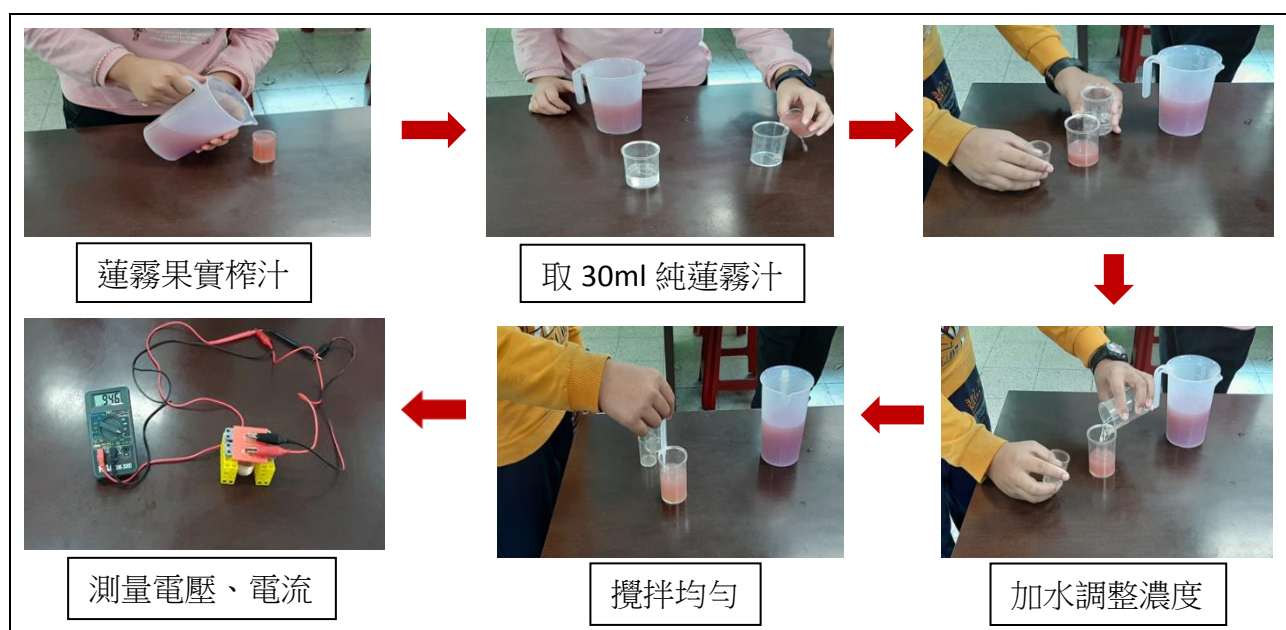
二、探討不同濃度比例對電壓與電流的影響

(一) 研究材料



不同濃度的蓮霧汁

(二) 調出不同濃度蓮霧汁的過程



(三) 研究方法

我們知道蓮霧汁在不同接觸面積的影響下對電壓與電流的反應情形後，我們想進一步了解不同濃度的蓮霧汁對電壓與電流的影響。我們採用100%與利用水溶液調出50%、20%三種不同濃度的蓮霧汁，測量其電壓與電流數值。

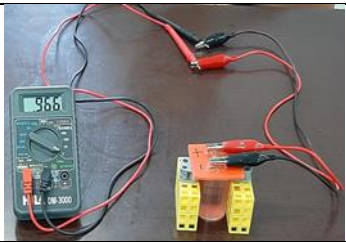
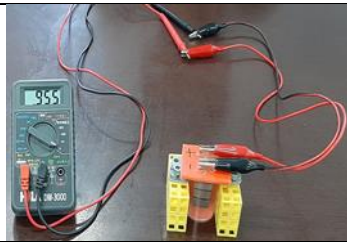
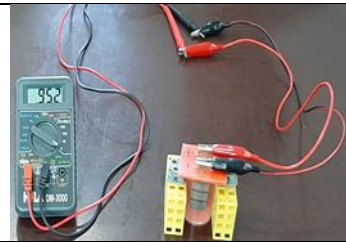
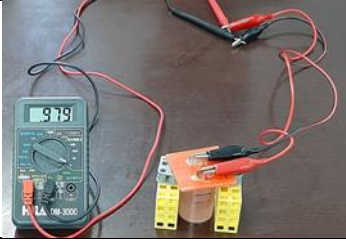

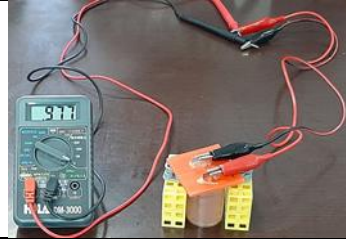
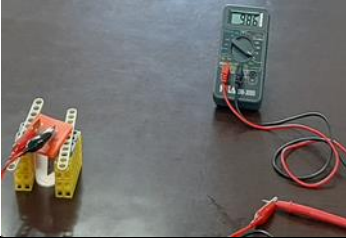

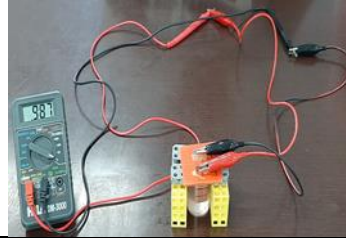
步驟如下：

1. 將蓮霧切片，使用秤重機秤出 400 公克的蓮霧後，放入調理機將蓮霧打碎，再用過濾布過濾打碎的蓮霧，取得 100%蓮霧汁。
2. 用量筒量出30毫升(ml)的蓮霧汁，將30毫升(ml)100%的蓮霧汁倒入塑膠杯中，利用三用電表觀察銅鋅片在電壓與電流中反應情形。

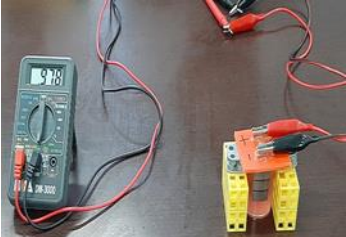


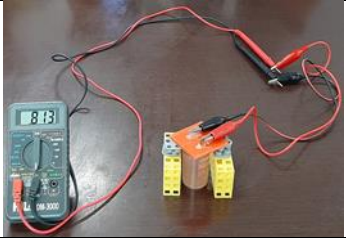
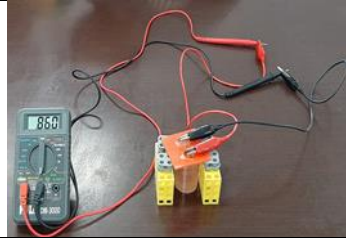
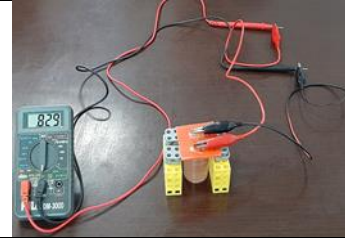
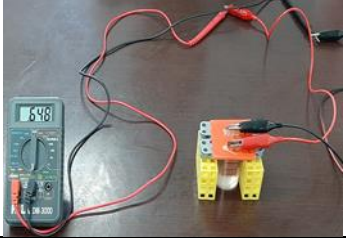
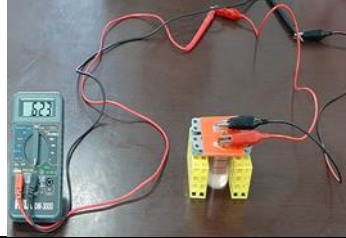
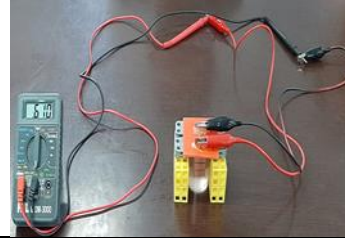
- 利用30毫升(ml)100%的蓮霧汁求出50%蓮霧汁濃度。已知體積百分濃度的公式=溶質體積(ml)/(溶質體積(ml)+溶劑體積(ml))×100%， $50\% = 30(\text{ml}) / (30(\text{ml}) + \text{溶劑體積}(\text{ml})) \times 100\%$ ，所以需要加入30毫升(ml)的水溶液。使用量筒量出30毫升(ml)100%的蓮霧汁，再利用量筒量出30毫升(ml)水溶液，將30毫升(ml)100%的蓮霧汁與30毫升(ml)水溶液混合後，再用量筒量出30毫升(ml)50%的蓮霧汁進行實驗，測量銅鋅片在電壓與電流中反應情況。
- 20%的蓮霧濃度製作方式，需將30毫升(ml)100%的蓮霧汁與120ml的水溶液混合後，用量筒量出30毫升(ml)20%的蓮霧汁進行實驗，測量銅鋅片在電壓和電流的數值上有何反應。

(四)研究結果

實驗一：不同濃度比例對電壓的變化

蓮霧汁濃度 100%			
實驗次數	第一次	第二次	第三次
測量結果			
電壓(V)	0.966V	0.955V	0.952V
平均值	0.958 V		
蓮霧汁濃度 50%			
實驗次數	第一次	第二次	第三次
測量結果			
電壓(V)	0.979V	0.973V	0.977V
平均值	0.976V		
蓮霧汁濃度 20%			
實驗次數	第一次	第二次	第三次
測量結果			
電壓(V)	0.986V	0.983V	0.987V
平均值	0.985V		

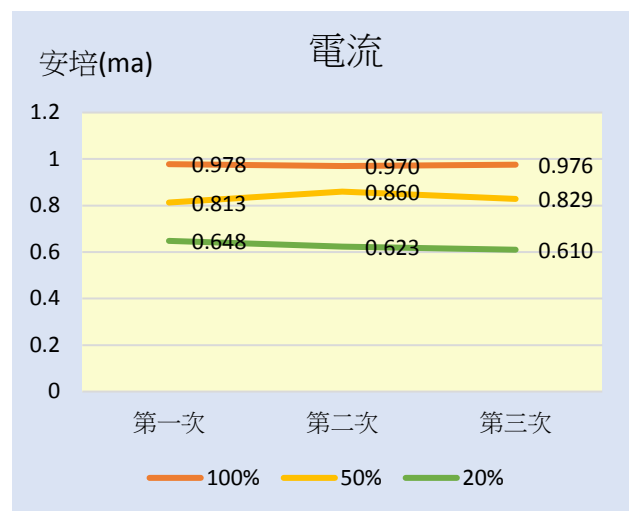
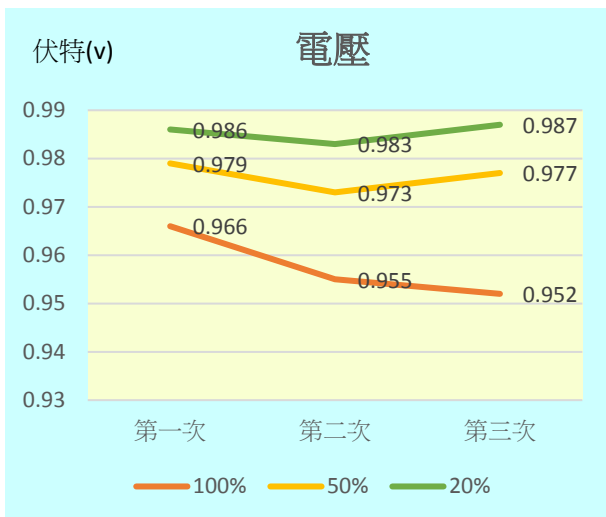
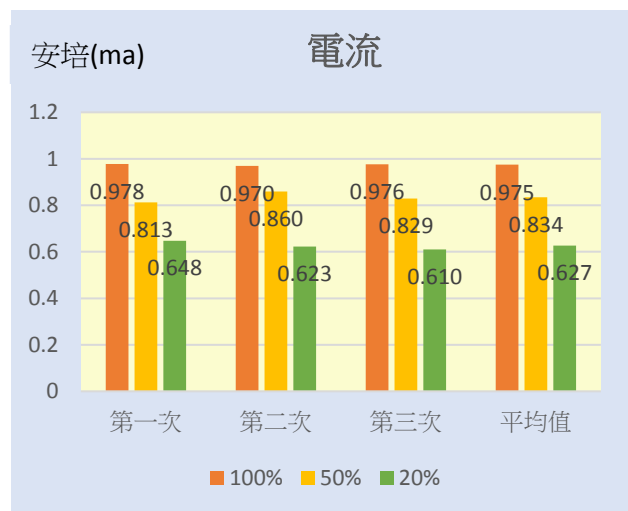
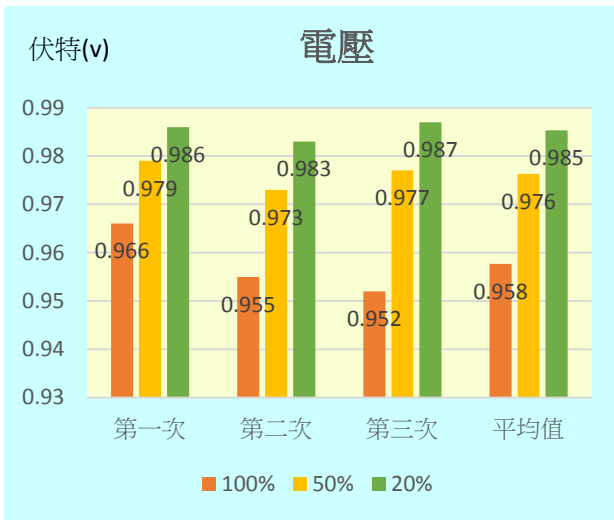
實驗二：不同濃度比例對電流的變化

蓮霧汁濃度 100%			
實驗次數	第一次	第二次	第三次
測量結果			
電流(mA)	0.978mA	0.970mA	0.976mA
平均值	0.975mA		
蓮霧汁濃度 50%			
實驗次數	第一次	第二次	第三次
測量結果			
電流(mA)	0.813mA	0.860mA	0.829mA
平均值	0.834 mA		
蓮霧汁濃度 20%			
實驗次數	第一次	第二次	第三次
測量結果			
電流(mA)	0.648mA	0.623mA	0.610mA
平均值	0.627 mA		

不同濃度比例電壓和電流的實驗觀察筆記

- A 生：在調配不同濃度的蓮霧汁時，眼睛最好要平視量筒刻度，確認蓮霧汁與水溶液的體積，調配的濃度才會精準。
- B 生：將組合積木支架平放擺好，測量的銅鋅片才能穩固的放入欲測量的蓮霧汁中。
- C 生：算水溶液的體積時要小心，如果水溶液的體積算錯，測量的濃度就不正確。
- D 生：測量電壓的數值較穩定，電流較不穩定。
- E 生：不同濃度的電壓數值緩慢下降，電流數值會上升又下降，幾秒後數值才不會一直跳動。

(五)實驗結果發現與探討



- 1、由實驗結果得知，蓮霧原汁濃度 100%電壓平均數值 0.958 V< 蓮霧原汁濃度 50%電壓平均數值 0.976V< 蓮霧原汁濃度 20%電壓平均數值 0.985V。
- 2、由實驗結果得知，蓮霧原汁濃度 100%電流平均數值 0.975mA> 蓮霧原汁濃度 50%電流平均數值 0.834 mA> 蓮霧原汁濃度 20%電流平均數值 0.627 mA。
- 3、從實驗結果分析，蓮霧原汁濃度愈高，測得的電壓數值愈低；蓮霧原汁濃度愈高，測得的電流數值愈高。

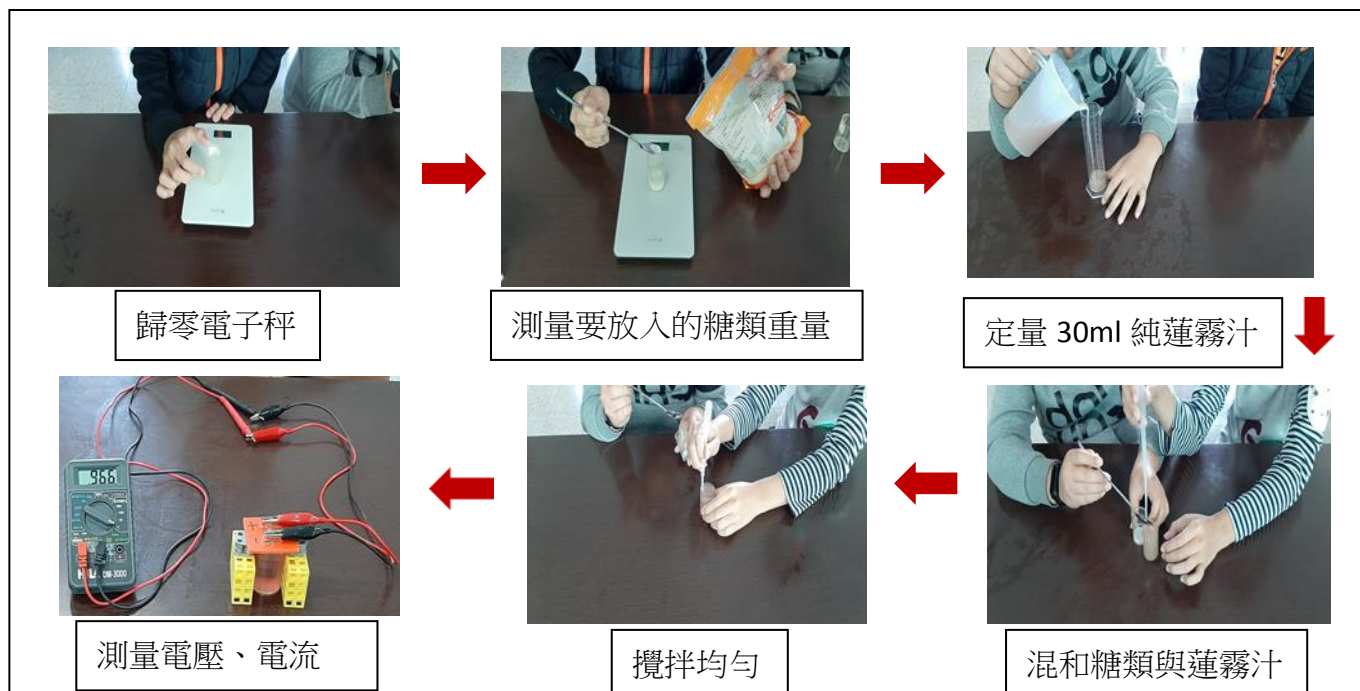
三、探討不同種類的糖對電壓與電流的影響

(一) 研究材料

不同種類的糖



(二)不同種類糖的實驗過程



(三)研究方法


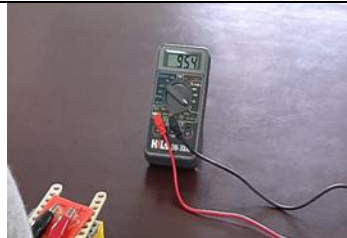
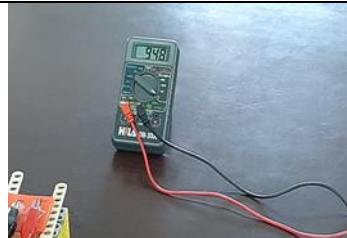

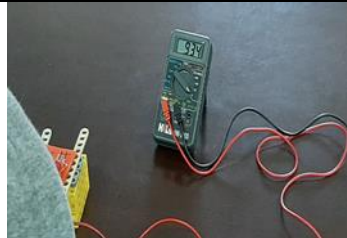
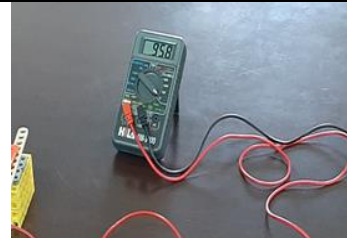



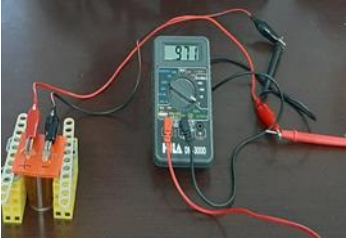
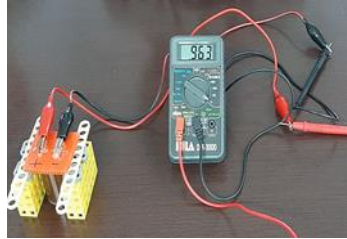

我們準備果糖、白糖、葡萄糖、黑糖、等四種不同種類的糖，想比較不同種類的糖對電壓與電流的影響。

步驟如下：


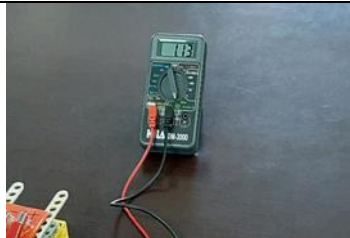
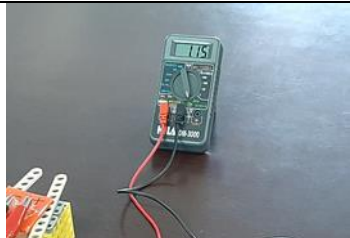




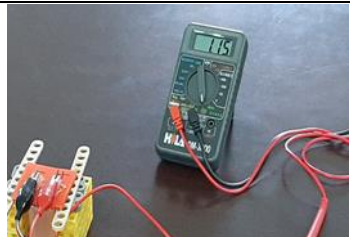


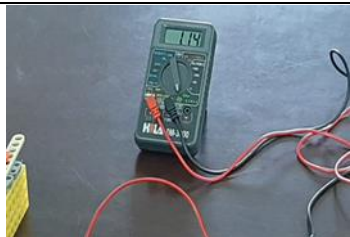

1. 用秤重機分別秤出2公克的果糖、葡萄糖、白糖和黑糖。
2. 用量筒量出30ml蓮霧汁。
3. 將2公克的果糖、葡萄糖、白糖、黑糖等四種糖類分別放入四份30ml蓮霧汁中攪拌均勻。
4. 再利用混合溶液觀察電壓與電流數據，並記錄觀察結果

(四)研究結果

實驗一：糖類對電壓的變化

30 毫升(ml)蓮霧汁+2 公克(g)果糖			
實驗次數	第一次	第二次	第三次
測量結果			
電壓(V)	0.982V	0.954V	0.948V
平均值	0.961V		
30 毫升(ml)蓮霧汁+2 公克(g)葡萄糖			
實驗次數	第一次	第二次	第三次
測量結果			
電壓(V)	0.981V	0.934V	0.958V
平均值	0.958V		
30 毫升(ml)蓮霧汁+2 公克(g)白糖			
實驗次數	第一次	第二次	第三次
測量結果			
電壓(V)	0.987V	0.969V	0.964V
平均值	0.973V		
30 毫升(ml)蓮霧汁+2 公克(g)黑糖			
實驗次數	第一次	第二次	第三次
測量結果			
電壓(V)	0.971V	0.963V	0.958V
平均值	0.964V		

實驗二：糖類對電流的變化

30 毫升(ml)蓮霧汁+2 公克(g)果糖			
實驗次數	第一次	第二次	第三次
測量結果			
電流(mA)	1.23mA	1.13mA	1.15mA
平均值	1.170mA		
30 毫升(ml)蓮霧汁+2 公克(g)葡萄糖			
實驗次數	第一次	第二次	第三次
測量結果			
電流(mA)	1.25mA	1.17mA	1.10mA
平均值	1.173 mA		
30 毫升(ml)蓮霧汁+2 公克(g)白糖			
實驗次數	第一次	第二次	第三次
測量結果			
電流(mA)	1.26mA	1.15mA	1.17mA
平均值	1.193mA		
30 毫升(ml)蓮霧汁+2 公克(g)黑糖			
實驗次數	第一次	第二次	第三次
測量結果			
電流(mA)	1.17mA	1.14mA	1.12mA
平均值	1.143mA		

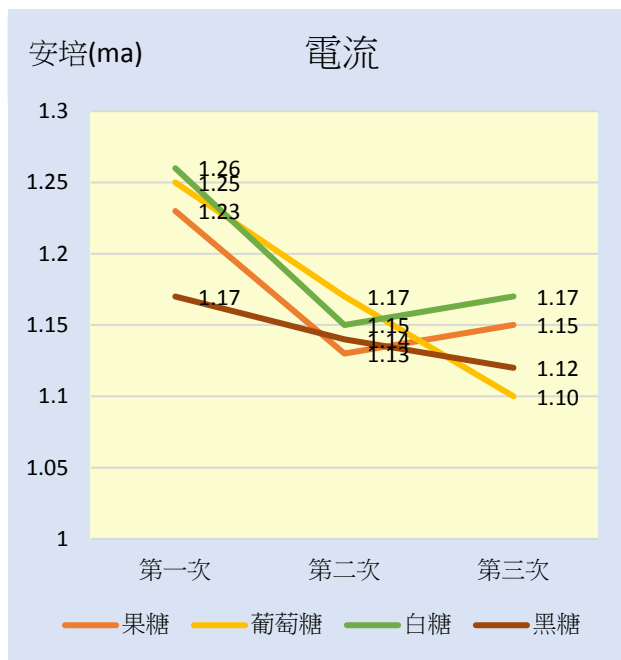
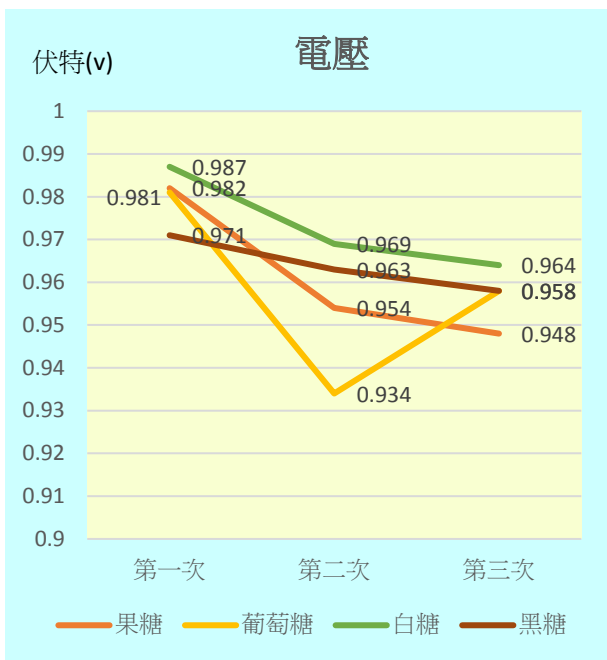
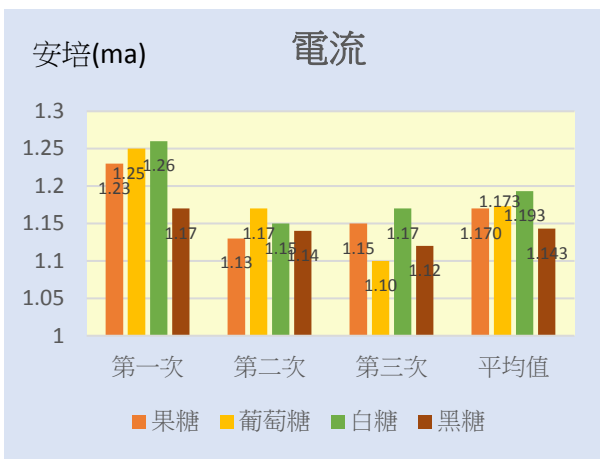
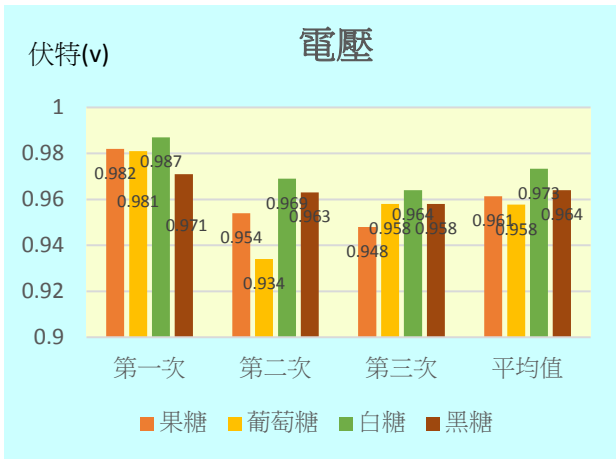
不同種類糖對電壓的實驗觀察筆記

- A 生：果糖蓮霧汁電壓數值快速上升後再慢慢往下降；葡萄糖蓮霧汁電壓數值以飛快的速度上升然後停止，不再跳動；加白糖的蓮霧汁電壓數值會先下降再上升；加黑糖的蓮霧汁電壓數值會下降。
- B 生：果糖蓮霧汁電壓數字先很快上升，接著慢慢下降；葡萄糖蓮霧汁電壓數字會快速上升，幾秒後就停止；白糖蓮霧汁電壓數值一開始下降，幾秒後電壓數字就會上升；黑糖蓮霧汁電壓數字慢慢下降。
- C 生：果糖蓮霧汁的電壓數值會先很快的上升再慢慢下降；葡萄糖蓮霧汁電壓數值一開始先飛快的上升，然後就停下來了；白糖蓮霧汁電壓數值會下降到一個程度再上升；黑糖蓮霧汁電壓數值下降的比較慢。
- D 生：果糖蓮霧汁電壓先上升後再下降；葡萄糖蓮霧汁電壓快速上升後停止；白糖蓮霧汁電壓先下降再上升；黑糖蓮霧汁電壓直接下降。
- E 生：蓮霧汁加果糖電壓會很快的上升到一個程度，然後往下降；蓮霧汁加葡萄糖電壓以很快的速度上升，然後就定住了；蓮霧汁加白糖的電壓先下降然後上升；蓮霧汁加黑糖的電壓下降。

不同種類糖對電流的實驗觀察筆記

- A 生：加果糖、葡萄糖、白糖與黑糖的蓮霧汁電流數值以飛快的速度下降，然後再慢慢往下降。
- B 生：加入各種糖類的蓮霧汁電流數字快速下降，然後再慢慢下降。
- C 生：電流數值都是很快的下降，再慢慢下降。
- D 生：電流一開始下降很快，之後就下降很慢。
- E 生：蓮霧汁加果糖、葡萄糖、白糖和黑糖的電流數值先快速下降接著慢慢的往下降。

(五)實驗結果發現與探討



- 1、電壓平均數值白糖 0.973V> 黑糖 0.964V> 果糖 0.961V> 葡萄糖 0.958V。
- 2、電流平均數值白糖 1.193mA> 葡萄糖 1.173mA> 果糖 1.170mA> 黑糖 1.143mA。
- 3、根據實驗結果得知，蓮霧汁加入白糖有助於發電。

四、探討溫度高低的變化對電壓與電流有何影響

(一)研究材料



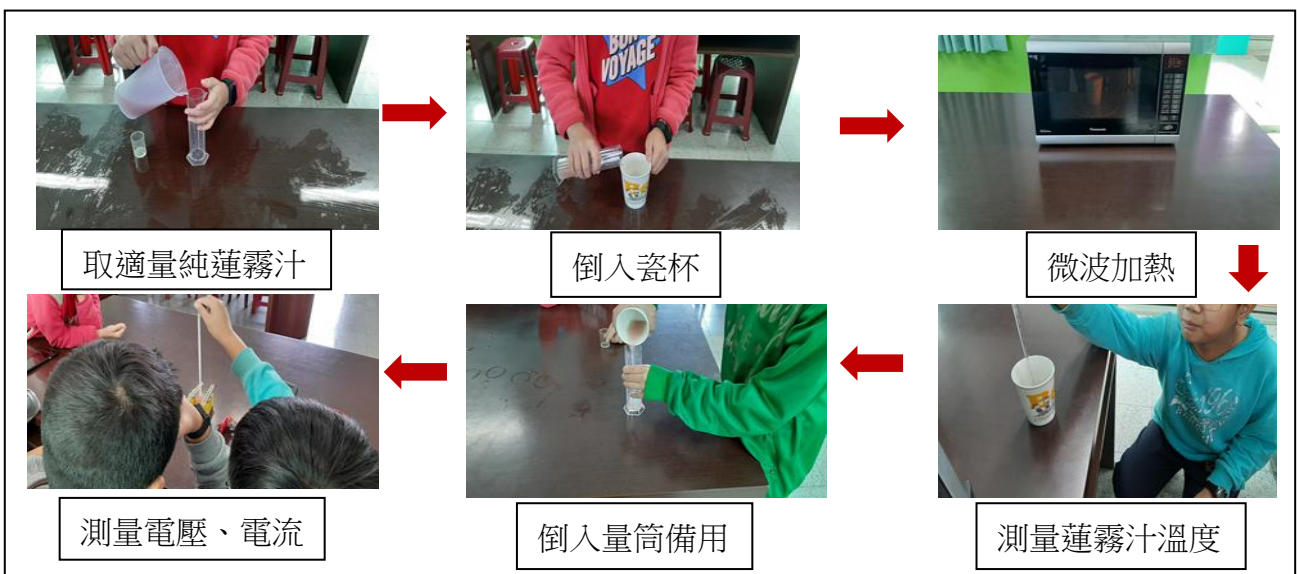
不同溫度

(二) 不同種類糖實驗過程

1.低溫



2.高溫



(三)研究方法







我們想知道溫度高低的變化對電壓與電流的影響。所以我們用0°C、10°C、40°C與70°C的蓮霧汁測量電壓與電流。







步驟如下：

1. 將蓮霧汁倒入夾鏈袋後，放入冰塊與食鹽的透明水盒中，並將裝蓮霧汁的夾鏈袋反覆翻動，使其在短時間內迅速降溫，獲得所要測量0°C與10°C的蓮霧汁。
2. 將蓮霧汁倒入杯子中，放入微波爐加熱，取得所要測量40°C與70°C的蓮霧汁。
3. 使用溫度計與量筒，量出0°C、10°C、40°C與70°C 30ml的蓮霧汁，放入銅鋅片，觀察電壓與電流的情形。

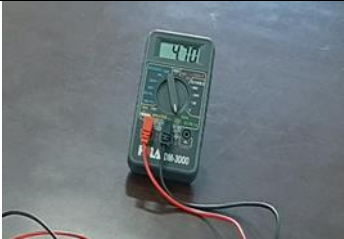





(四)研究結果


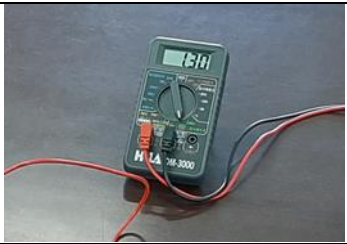
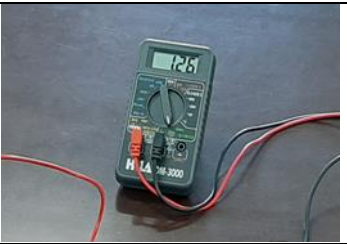

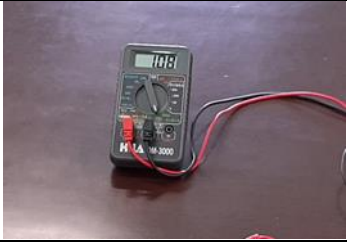

實驗一：溫度高低對電壓的變化

溫度 70°C			
實驗次數	第一次	第二次	第三次
測量結果			
電壓(V)	0.948V	0.946V	0.956V
平均值	0.950V		
溫度 40°C			
實驗次數	第一次	第二次	第三次
測量結果			
電壓(V)	0.973V	0.968V	0.958V
平均值	0.966V		

溫度 10°C			
實驗次數	第一次	第二次	第三次
測量結果			
電壓(V)	0.968V	0.964V	0.988V
平均值	0.973V		
溫度 0°C			
實驗次數	第一次	第二次	第三次
測量結果			
電壓(V)	0.995V	0.997V	0.979V
平均值	0.990V		

實驗二：溫度高低對電流的變化

溫度 70°C			
實驗次數	第一次	第二次	第三次
測量結果			
電流(mA)	4.70mA	5.81mA	5.40mA
平均值	5.303mA		
溫度 40°C			
實驗次數	第一次	第二次	第三次
測量結果			
電流(mA)	2.87mA	2.67mA	2.77mA
平均值	2.770mA		

溫度 10°C			
實驗次數	第一次	第二次	第三次
測量結果			
電流(mA)	1.34mA	1.30 mA	1.26 mA
0 平均值	1.300mA		
溫度 0°C			
實驗次數	第一次	第二次	第三次
測量結果			
電流(mA)	1.38mA	1.08mA	1.06mA
平均值	1.173mA		

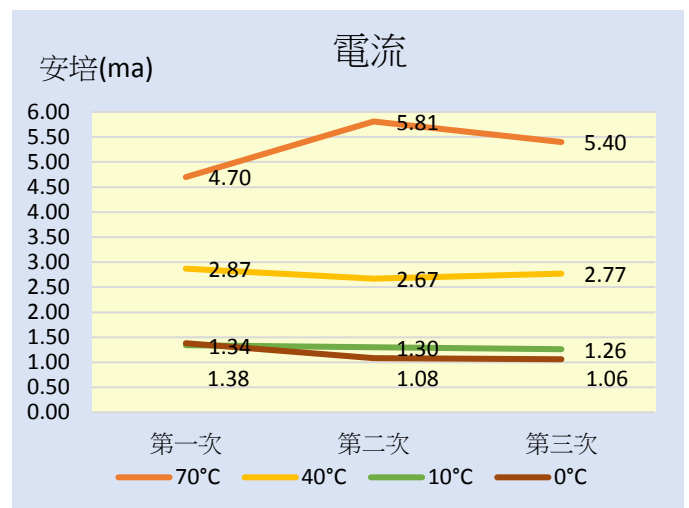
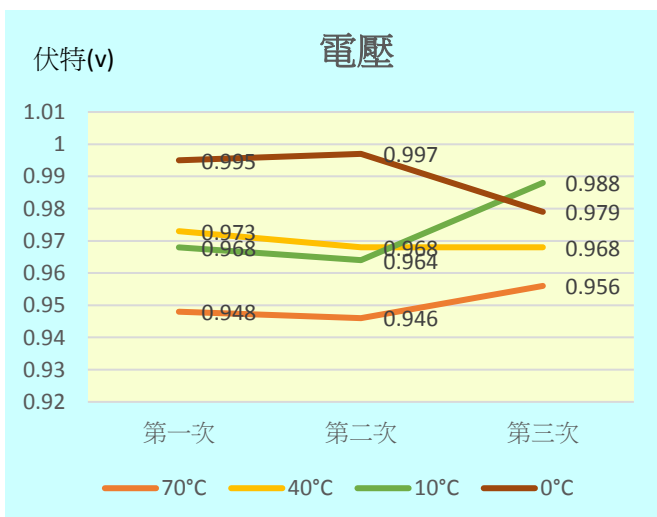
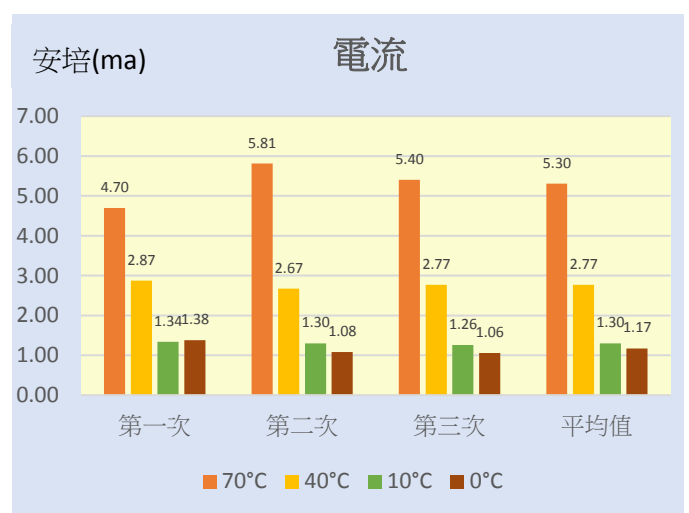
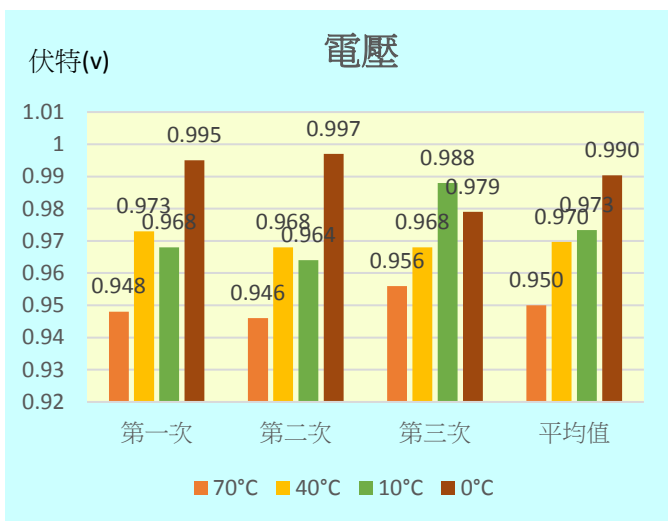
溫度高低變化電壓的實驗觀察筆記

- A 生：溫度 70°C 電壓慢慢上升到 0.95V 後，再慢慢下降。溫度 40°C 快速上升到 0.97V 時，慢慢下降。溫度 10°C 電壓快速上升到 0.99V 後，就慢慢下降。溫度 0°C 電壓先很快的上升，再慢慢上升。
- B 生：70°C 電壓從 0.9 多上升到 0.95V 後，又慢慢下降了。40°C 電壓上升到 0.97V 後，就會慢慢下降。10°C 電壓會快速上升，而下降很慢。0°C 電壓快速往上升，接著才慢慢上升。
- C 生：70°C 數值從 0.93V 很慢上升，在 0.95V 開始下降。40°C 數值會先上升再下降。10°C 數值也是先上升後下降。0°C 數值一直往上升。
- D 生：70°C 蓮霧汁在 0.95V 慢慢下降。40°C 蓮霧汁在 0.97V 慢慢下降。10°C 蓮霧汁很快上升慢慢下降。0°C 蓮霧汁上升的速度開始較快，後來上升速度變慢，沒有下降。
- E 生：70°C 數值緩慢上升到 0.95V，再緩慢下降。40°C 數值三次都慢慢下降。10°C 數值上升後又下降。0°C 數值一直上升，沒有下降。

溫度高低變化電流的實驗觀察筆記

- A 生：溫度 70°C 電流以飛快的速度下降。溫度 40°C 電流從 7 點多快速的降到 3 點多，之後慢慢下降。溫度 10°C 電流一開始快速上升到 3 點多後，又快速下降。溫度 0°C 電流開始時，從 3 點多快速下降，下降至 1 點多時，下降速度變慢。
- B 生：70°C 電流從 8 點多迅速的下降到 6 點多。40°C 電流飛速下降到 3 點多再慢慢下降。10°C 電流快速上升又快速下降。0°C 電流先快速上升快速下降，然後又緩慢下降至 1.38-1.06。
- C 生：70°C 數值直接由 8mA 迅速下降到 6mA 才緩慢下降。40°C 數值快速下降又緩慢下降。10°C 數值上升快，下降也快。0°C 數值先快後慢下降。
- D 生：70°C 蓮霧汁剛開始電流數字下降很快，後來又慢慢的往下降。40°C 蓮霧汁電流數字和 70°C 一樣，最初都降很快，再緩慢下降。10°C 蓮霧汁電流數字先飛快上升後來又飛快下降。0°C 蓮霧汁電流數字只下降沒有上升。
- E 生：70°C 數值先從 8 點多飛快的降到 6 點多再慢慢下降。40°C 數值從 7 點多很快的降到 3 點多再慢慢降到 2 點多。10°C 數值先升後降，升到 3 點多快速下降到 1 點多。0°C 數值從 3 點多很快地往下降後又緩慢下降。

(五)實驗結果發現與探討



- 1、電壓平均數值溫度 0°C 0.990V> 溫度 10°C 0.973V> 溫度 40°C 0.966V> 溫度 70°C 0.950V。
- 2、電流平均數值溫度 0°C 1.173mA< 溫度 10°C 1.300 mA< 溫度 40°C 2.770 mA< 溫度 70°C 5.303 mA。溫度 10°C 到溫度 40°C 與溫度 40°C 到溫度 70°C 的電流數字接近 2 倍數成長。
- 3、根據實驗結果得知，蓮霧汁的溫度愈低，電壓數值愈大；蓮霧汁的溫度愈低，電流數值愈小。

陸、討論

- 一、為了探究蓮霧汁水溶液是否能用來發電，我們先從認識**水果電池的發電原理**開始，從公共兒少的 Youtube 頻道《流言追追追 031-水果也能發電？》的節目中，我們了解到水果電池是一種環保無污染的發電方式，以及用銅做為正極、鋅做為負極的電路基本設置。進一步探究資料後我們更了解到，電池中有正極物質、負極物質與電解質，當正極物質與負極物質在電解質中產生氧化還原反應的時候，就會產生正極與負極。一般水果中所含的液體通常含維生素 C 而呈酸性，水果電池的發電原理是利用銅鋅的電位差，使水果酸性物質中的氫離子在正極還原為氫氣，產生電子。
- 二、考量實驗操作者為國小學生，一般銅鋅電池所使用的電解液為硫酸銅與硫酸鋅溶液，本實驗以蓮霧汁作為電解液，過程中就不必使用化學藥品，除了實驗流程相對安全以外，也讓整個實驗對環境更加友善，符合我們研究環境友善能源的目標。在加熱方式的部分也是考量到安全第一的原則，採用微波爐加熱蓮霧汁水溶液，減少在操作過程中使用火源可能造成在安全上的顧慮，提升實驗安全性。
- 三、我們研究蓮霧汁水溶液電池的目的之一是希望能改善家鄉農民們在種植蓮霧時產生的農業廢棄物問題，因此在實驗操作步驟、研究變因方面盡量簡化，方便日後能在田間實際改良與運用，為我們家鄉的自然環境盡一分心力。
- 四、屏東縣是農業大縣，也是全台灣蓮霧的最大產區，農民在管理農園的時候往往會有許多農業廢棄物，像是蓮霧葉、果實、枝條等，以往經常用露天燃燒的方式來處

理，產生 PM2.5 等嚴重的空氣汙染。為了有效改善空汙問題，前年屏東縣環保局引進了「生物炭發電設備」，將廢蓮霧枝碾碎做成生質燃料棒，燃燒過程就可以發電，每小時可達 100KW，供應 20~30 個家庭用電量，環保與經濟效益驚人。本校過去也有學生團隊透過萃取蓮霧葉的葉綠素製作葉綠素電池，加上我們這次以蓮霧果實來做蓮霧汁水溶液的發電，未來改良並推廣後，期望可以讓更多農業廢棄物轉變成可用資源，做到友善環境的目標。

五、在銅鋅片接觸面積的變化實驗裡，我們發現銅鋅片接觸面積越大的蓮霧汁水溶液，其發電效能也越高，這是由於銅鋅片面積越大，與蓮霧汁水溶液中的電解質接觸面積也越多，因此提高發電效能。

六、在不同濃度比例的變化實驗裡，我們發現濃度越高的蓮霧汁水溶液，電流越強，這是因為蓮霧汁水溶液的濃度越高，也代表內含電解質的量越高，電解質的含量越高有助於發電效能，因此濃度越高的蓮霧汁水溶液能發出較強的電流

七、在糖類的變化實驗裡，我們發現加入白糖的蓮霧汁水溶液發電效能優於其他實驗糖類(黑糖、果糖、葡萄糖)，根據研究資料，蔗糖有助於提升發電的效能，而白糖的蔗糖含量高於其他實驗糖類，因此發出的電流與電壓比較高。

八、在溫度高低的變化實驗裡，我們發現溫度高的蓮霧汁水溶液，電流越強，這是因為溫度越高的物質所含的能量越大，因此電解質的粒子運動也越激烈，因此讓發出的電流越強。

九、本研究在實驗架構與設計上盡量克服人力、資源與時間等因素所造成的限制，仍不免有疏漏或是未盡完善之處，對於此議題有興趣的同學們在後續研究部分，我們建議可以從幾個方面著手。

(一)研究議題方面：農業生產過程中難免產出廢棄物，假如農廢發電能推廣應用到其他作物所產生的農業廢棄物，將其有效利用，讓農業的生產對環境、對生態更友善。

(二)研究方法方面：本實驗設定四項變因進行驗證，然而也許有更多提升發電效益的變因，有待後續研究的同學進一步探討，也能讓研究成果更適合推廣到實際面。

柒、結論

- 一、由銅鋅片接觸面積的實驗結果發現，銅鋅片接觸面積的大小會影響電壓與電流的數據，接觸面積愈大，電流與電壓的數字愈大，能同時增加蓮霧水溶液電池的電壓和電流。
- 二、由實驗結果得知，電壓與電流會因不同蓮霧水溶液濃度比例的差異而產生不同的變化，蓮霧水溶液濃度愈低，測得的電壓數值愈高；蓮霧水溶液濃度愈高，測得的電流數值愈高。
- 三、從不同種類糖的實驗中發現，蓮霧水溶液加入白糖後，能提升電壓與電流的數字。因不同種類的糖，蔗糖含量不同【白糖 99.9%以上、黑糖 94.4%以上、果糖 76.9%】，由實驗觀察蔗糖含量愈高，發電效能較佳。
- 四、電壓與電流研究測量結果顯示，蓮霧汁水溶液的電流數值會隨者溫度增加而增強。
- 五、透過研究結果可知，增加接觸面積、提高蓮霧水溶液濃度、蓮霧水溶液加入含蔗糖成分較多的糖類、提高蓮霧水溶液溫度皆會增強蓮霧水溶液發電效能。

捌、參考資料

方金祥（2016）•創意微型實驗—微型水果電池•台灣化學教育，11•取自

<http://chemed.chemistry.org.tw/?p=12126>

陳思如等（2015）•環境與品種對蓮霧果皮花青素之影響•高雄區農業改良場彙報，26(2)，11-19。

黃幸妮（2008）•健康糖淺析•取自

<http://www.youth.com.tw/db/epaper/es002008/eb3058.htm>

蓮霧樹枝變生質燃料棒 養土地也能顧環保（2018年12月12日）•台視新聞•取自

<https://www.re.org.tw/news/more.aspx?cid=198&id=2244>