

中華民國第42屆中小學科學展覽會

::: 作品說明書 :::

國小-化學科

科 別：化學科

組 別：國小組

作品名稱：來電酷果汁 - 水果電壓的探討

關 鍵 詞：狀態、溫度、外接電池

編 號：080210

學校名稱：

桃園縣龍潭鄉德龍國民小學

作者姓名：

廖至合、劉乙玄

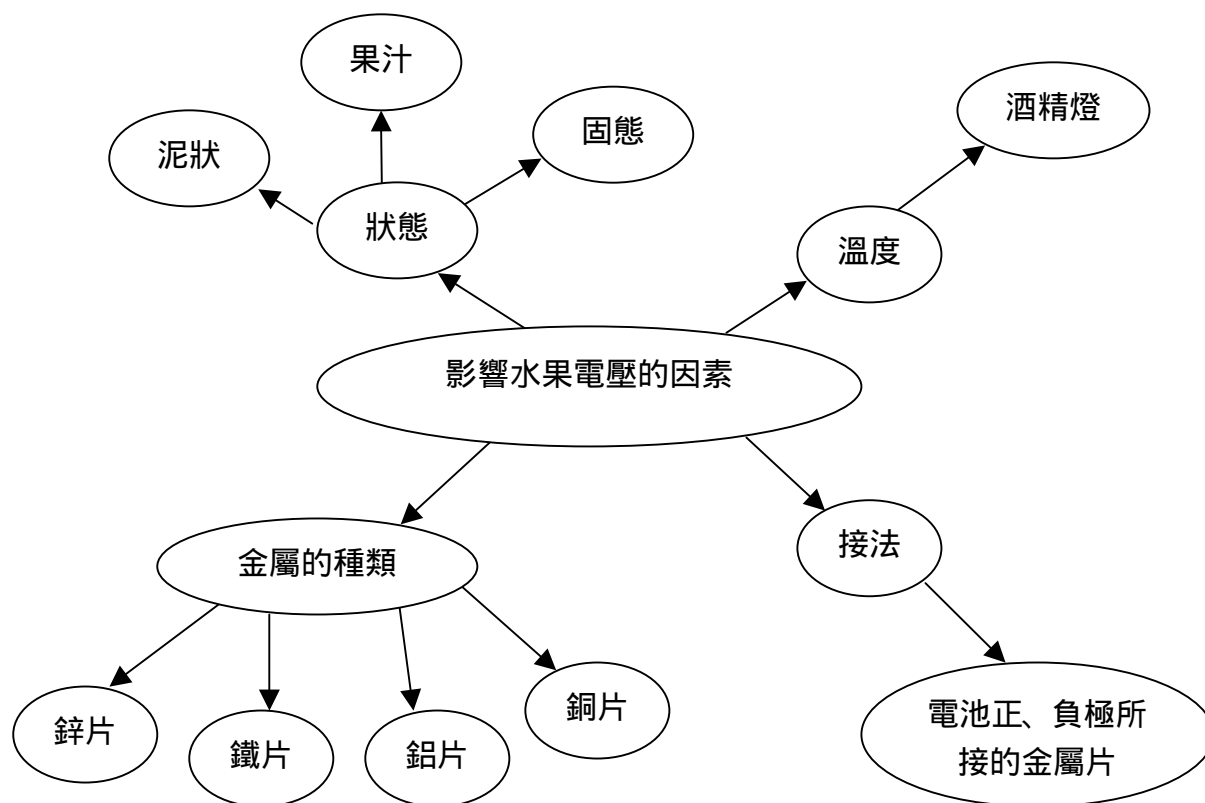
指導老師：

張志傑、謝惠芳



來電酷果汁 - 水果電壓的探討

概念圖



壹、摘要：

四年級在上實驗課時，發現檸檬會導電，課程結束後想試試其他水果是否也有相同的情況產生，於是，請老師協助開始動手做實驗。經過了幾次的實驗下來發現：

- 一、蘋果、柳丁、檸檬、蕃茄、楊桃、接上不同的金屬片後均會產生大小不同的電壓。
- 二、接上電池後不一定能使電壓增強，甚至可能小於電池的電壓。
- 三、水果的狀態（汁狀、泥狀、固體）對於電壓並無規則性的影響。
- 四、溫度對於水果電壓的影響大多是：溫度愈高，電壓愈大。

經過了這次的實驗後，我們也發現了一些問題：

- 一、什麼是電壓？
- 二、為什麼金屬片和水果接觸後會產生電壓？
- 三、為什麼接上電池後，有些電壓反而變小了？
- 四、為什麼溫度愈高，電壓會愈高？

以上這些問題都值得我們做更進一步的深入探討。

貳、研究動機：

在四年級自然課的實驗中，老師利用檸檬及兩片金屬接上電線，請我們出去摸摸看，摸下去時，每位同學都有麻麻的感覺，結論是因為檸檬會導電。回到家，我也拿出水果試

著做做看，卻發現麻麻的感覺變小了，覺得很奇怪，便找同學一起研究，看看有哪些因素會影響水果導電。

參、研究目的：

實驗蘋果、柳丁、檸檬、蕃茄、楊桃五種水果，在不同的極板下，探討：(1)外接電池 (2) 水果狀態 (3) 溫度 的改變對電壓的變化。

肆、研究設備及器材：

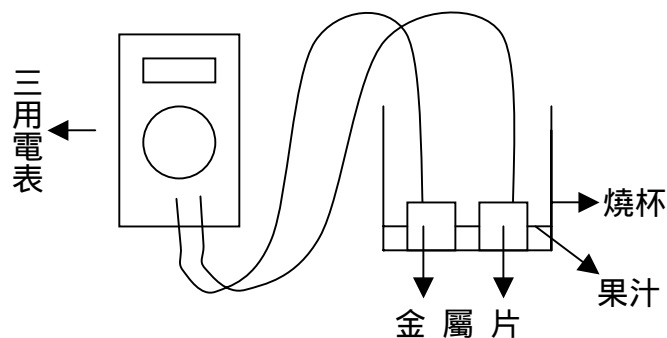
- 一、水果：蘋果、柳丁、檸檬、蕃茄、楊桃。
- 二、極板：銅片、鋅片、鐵片、鋁片
- 三、器材：三用電表、電線、酒精燈、石綿心網、燒杯、溫度計

伍、研究過程或方法：

一、金屬的種類對電壓的影響(對照組):

(一) 實驗方法：

- 1.以銅片、鋅片、鐵片、接於漆包線上，作為兩極。(如圖一)
- 2.將水果榨取成果汁於燒杯中。
- 3.靜置 30 秒後記錄電壓值。



(二) 實驗步驟：

- 1.將蘋果榨取成果汁 25 毫升於燒杯中。
- 2.將銅片接於電表正極，鐵片、鋅片、鋁片接於電表負極，並垂直置於蘋果汁中。
- 3.以三用電表測量電壓，並記錄之。
- 4.將鐵片接於電表正極，鋅片、鋁片接於電表負極，並垂直置於蘋果汁中，以三用電表測量電壓，並記錄之。
- 5.將鋁片接於電表正極，鋅片接於電表負極，並垂直置於蘋果汁中，以三用電表測量電壓，並記錄之。
- 6.將水果換成柳丁、檸檬、蕃茄和楊桃重覆(2-5)的步驟。

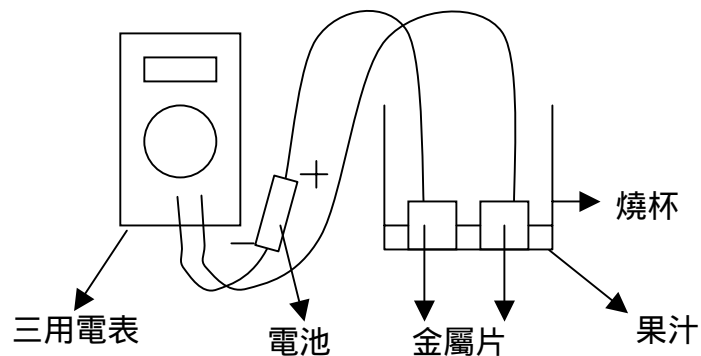
二、外接電池與極板作用下，電壓的變化

(一) 實驗方法：

同實驗一

(二) 實驗步驟：

1. 於實驗一裝置的通路上加一個電池，負極連接於電表，以三用電表測量電壓。
(如圖二)
2. 依實驗一 2-5 步驟進行測量，並記錄之。
3. 改由電池正極連接於電表，以三用電表測量電壓。
4. 將水果換成柳丁、檸檬、蕃茄和楊桃重覆測量。



(圖二)

三、 水果狀態與極板作用下對電壓的變化：

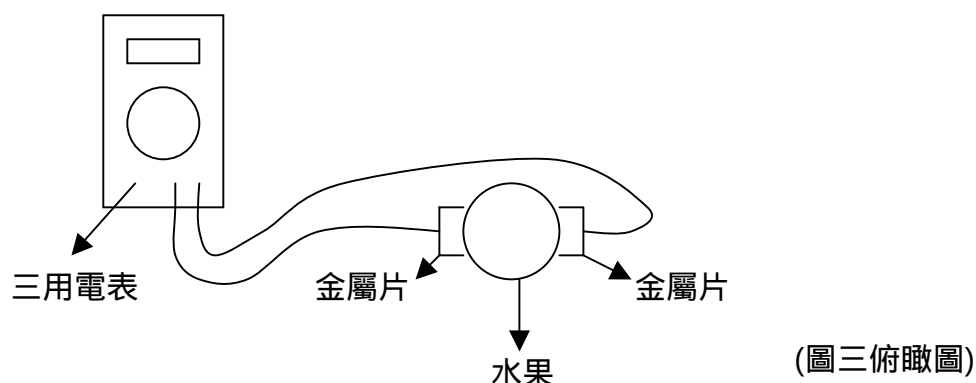
(一) 泥狀

1. 實驗方法：
 - (1) 以銅片、鋅片、鐵片、接於漆包線上，作為兩極。
 - (2) 將水果以果汁機榨成泥狀於燒杯中。
 - (3) 靜置 30 秒後記錄電壓值。
2. 實驗步驟：
 - (1) 將蘋果榨取成泥狀，取 25 毫升於燒杯中。
 - (2) 依實驗一 2-5 步驟。
 - (3) 將水果換成柳丁、檸檬、蕃茄和楊桃，依實驗一(2-5)的步驟，記錄電壓。

(二) 固體

1. 實驗方法：
 - (1) 將水果切成兩半。
 - (2) 以銅片、鋅片、鐵片、接於漆包線上，作為兩極。
2. 實驗步驟：
 - (1) 水果切成兩半，將銅片、鋅片接於漆包線上作為兩極，夾於對半水果中
(如圖三)。
 - (2) 依實驗一步驟(2-5)進行測量。

(3) 將水果換成柳丁、檸檬、蕃茄和楊桃，依實驗一(2-5)的步驟，並記錄電壓。



四、溫度與極板作用下對電壓的變化：

(一) 實驗方法：

- 1.準備酒精燈、石綿心網、燒杯、溫度計。
- 2.將水果榨取成果汁。

(二) 實驗步驟：

- 1.首先測量一新電池電壓，並記錄之。
- 2.將蘋果榨取成果汁 75 毫升於燒杯中，將其平分成三杯，並標示上甲、乙、丙。
- 3.將甲杯果汁於室溫下測量電壓，以銅片、鋅片接於漆包線上，作為兩極，並垂直置於甲杯中。
- 4.以三用電表測量電壓，並記錄之
- 5.將甲杯果汁溫度加熱到 40℃，以三用電表測量電壓，並記錄之。
- 6.將乙杯、丙杯果汁溫度加熱到 60℃、80℃，再以三用電表測量電壓，並記錄之。
- 7.依實驗一步驟(2-5)進行測量。
- 8.將水果換成柳丁、檸檬、蕃茄楊桃、依實驗一步驟(2-5)進行測量。

陸、研究結果：

一、對照組

	蘋果	柳丁	檸檬	蕃茄	楊桃
銅-鐵	0.468	0.478	0.465	0.450	0.463
銅-鋁	0.366	0.360	0.370	0.385	0.375
銅-鋅	0.887	0.908	0.860	0.787	0.873
鐵-鋅	0.436	0.412	0.417	0.433	0.416
鐵-鋁	0.163	0.075	0.012	0.057	0.082
鋅-鋁	0.476	0.466	0.495	0.454	0.469

(單位:伏特)

二、外接電池與極板作用下，電壓的變化結果：

(一) 新電池電壓為 1.58 伏特。

(二) 外接電池與極板作用下，電壓紀錄表：

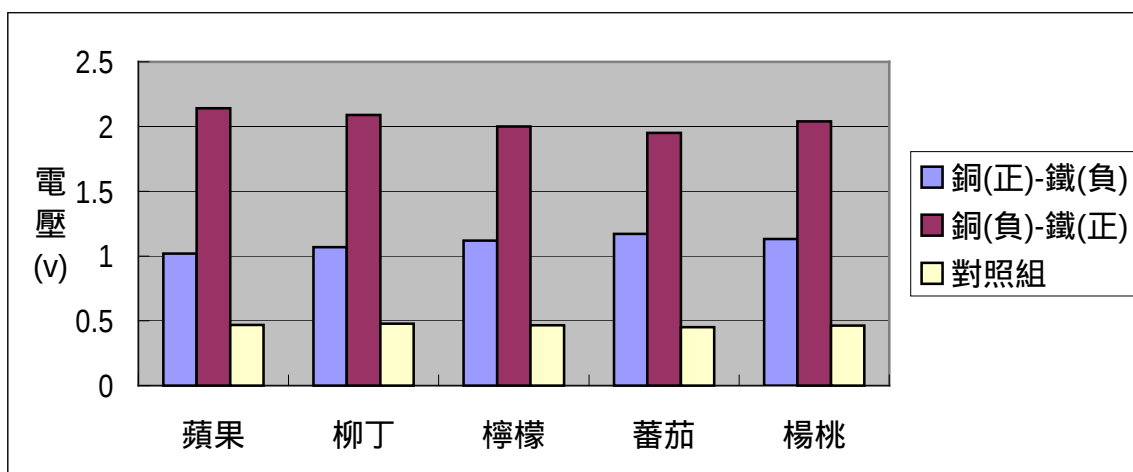
	蘋果	柳丁	檸檬	蕃茄	楊桃
銅(正)-鐵(負)	1.02	1.07	1.12	1.17	1.13
銅(正)-鋁(負)	2.07	2.04	2.03	2.01	2.00
銅(正)-鋅(負)	0.72	0.70	0.67	0.69	0.73
鐵(正)-鋅(負)	1.15	1.21	1.12	1.15	1.19
鐵(正)-鋁(負)	1.67	1.54	1.53	1.63	1.56
鋁(正)-鋅(負)	1.00	1.08	1.01	1.16	1.03

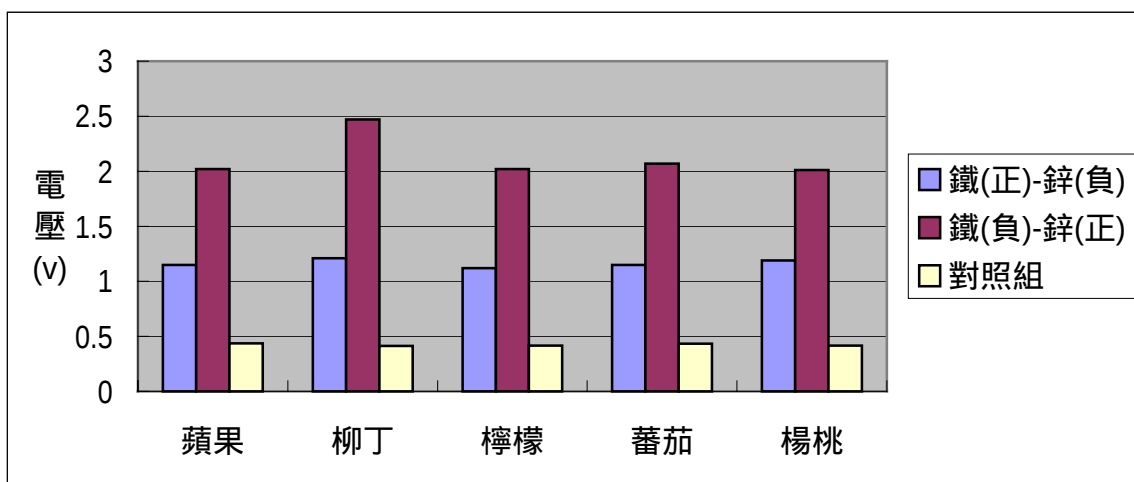
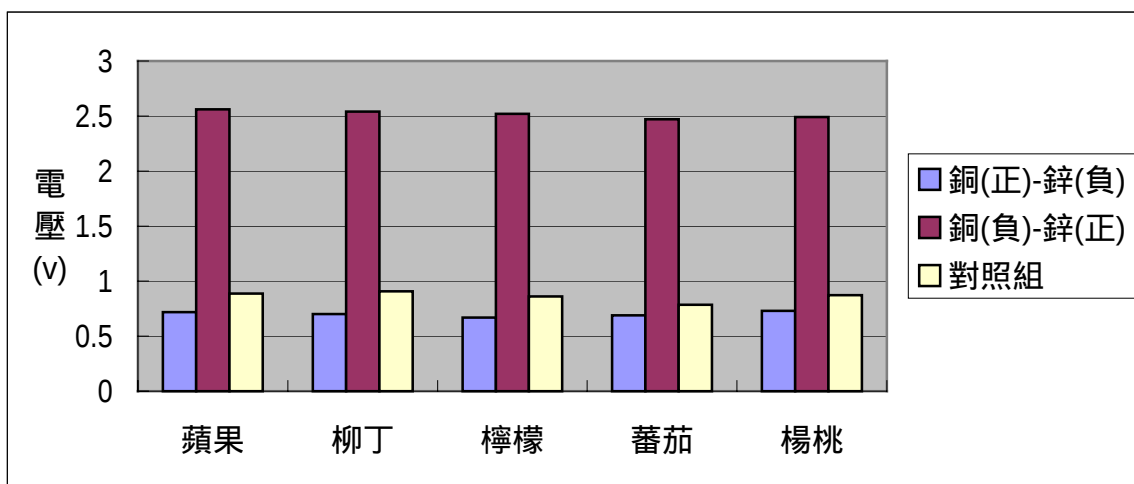
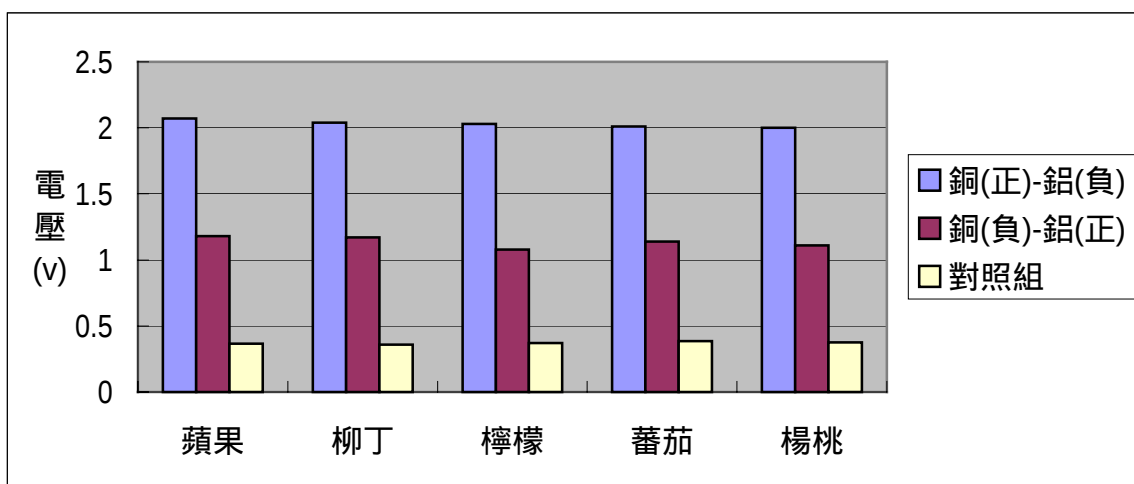
(單位:伏特)

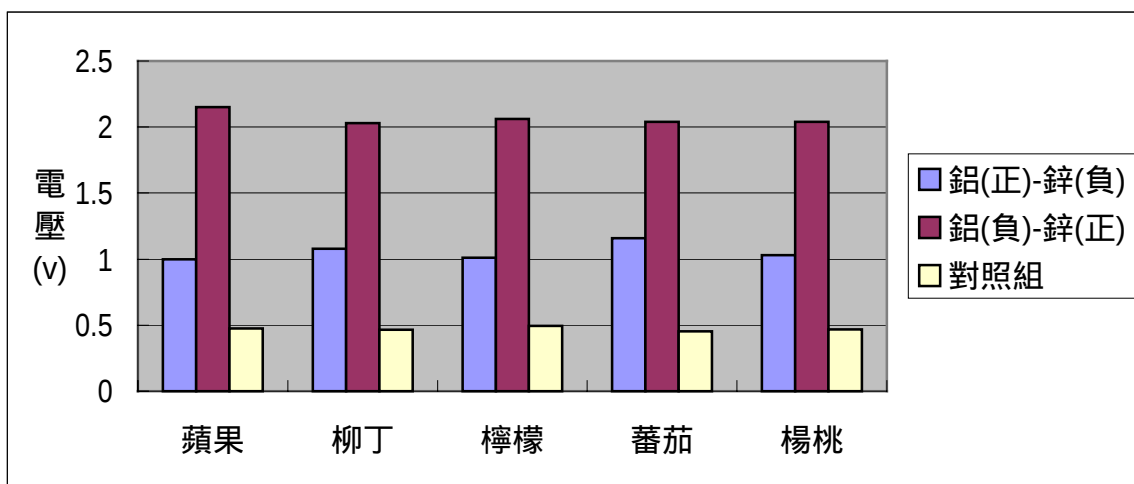
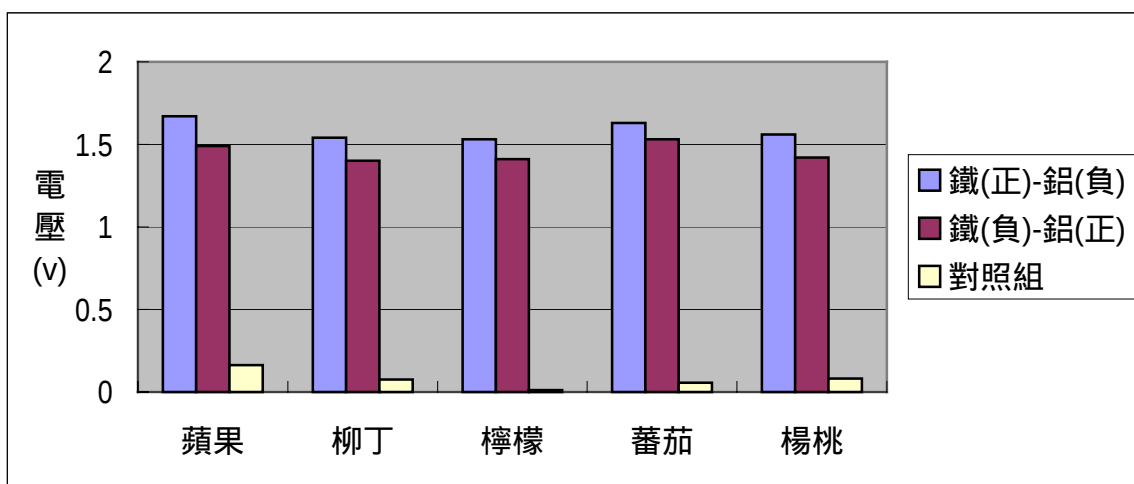
	蘋果	柳丁	檸檬	蕃茄	楊桃
銅(負)-鐵(正)	2.14	2.09	2.00	1.95	2.04
銅(負)-鋁(正)	1.18	1.17	1.08	1.14	1.11
銅(負)-鋅(正)	2.56	2.54	2.52	2.47	2.49
鐵(負)-鋅(正)	2.02	2.47	2.02	2.07	2.01
鐵(負)-鋁(正)	1.49	1.40	1.41	1.53	1.42
鋁(負)-鋅(正)	2.15	2.03	2.06	2.04	2.04

(單位:伏特)

(三) 外接電池與極板作用下，電壓變化圖：







三、水果狀態與極板作用下，電壓的變化:

(一) 水果狀態與極板作用下，電壓紀錄表:

	對照組(蘋果汁狀)	蘋果(泥狀)	蘋果(固體)
銅-鐵	0.468	0.442	0.453
銅-鋁	0.366	0.369	0.339
銅-鋅	0.887	0.862	0.856
鐵-鋅	0.436	0.486	0.495
鐵-鋁	0.163	0.123	0.046
鋅-鋁	0.576	0.565	0.395

(單位:伏特)

	對照組(柳丁汁狀)	柳丁 (泥狀)	柳丁 (固體)
銅-鐵	0.478	0.491	0.484
銅-鋁	0.360	0.395	0.345
銅-鋅	0.908	0.870	0.891
鐵-鋅	0.412	0.442	0.423
鐵-鋁	0.075	0.099	0.038
鋅-鋁	0.466	0.418	0.428

(單位:伏特)

	對照組(檸檬汁狀)	檸檬 (泥狀)	檸檬 (固體)
銅-鐵	0.465	0.470	0.468
銅-鋁	0.370	0.393	0.386
銅-鋅	0.860	0.804	0.812
鐵-鋅	0.417	0.477	0.480
鐵-鋁	0.012	0.053	0.049
鋅-鋁	0.495	0.533	0.533

(單位:伏特)

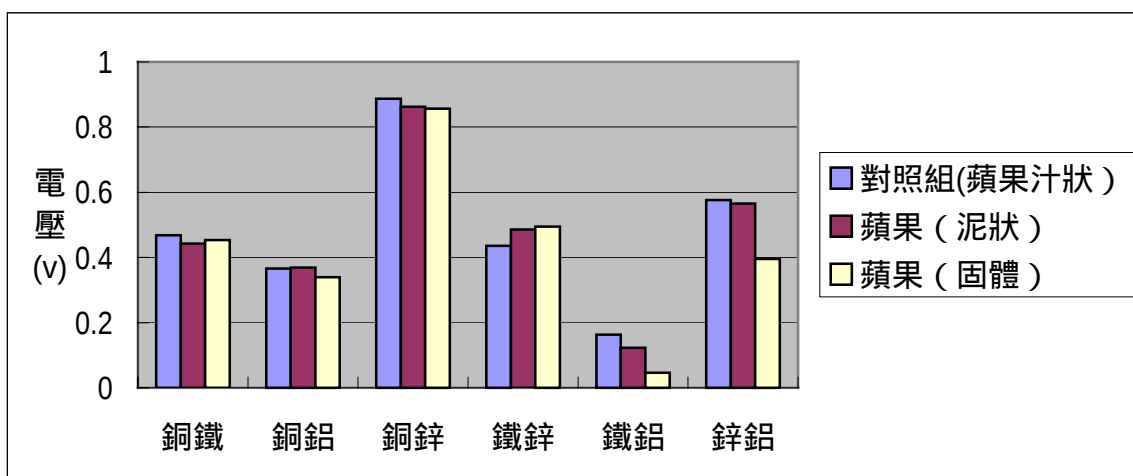
	對照組(蕃茄汁狀)	蕃茄 (泥狀)	蕃茄 (固體)
銅-鐵	0.450	0.453	0.426
銅-鋁	0.385	0.407	0.425
銅-鋅	0.787	0.786	0.781
鐵-鋅	0.433	0.421	0.408
鐵-鋁	0.057	0.065	0.107
鋅-鋁	0.454	0.436	0.446

(單位:伏特)

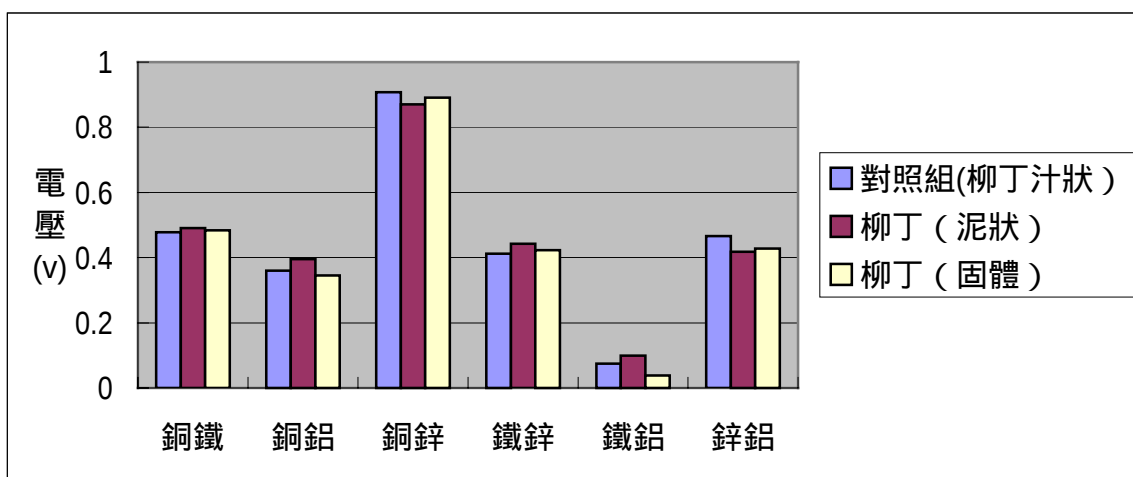
	對照組(楊桃汁狀)	楊桃 (泥狀)	楊桃 (固體)
銅-鐵	0.463	0.482	0.472
銅-鋁	0.375	0.397	0.338
銅-鋅	0.873	0.888	0.808
鐵-鋅	0.416	0.436	0.428
鐵-鋁	0.082	0.098	0.079
鋅-鋁	0.469	0.487	0.493

(單位:伏特)

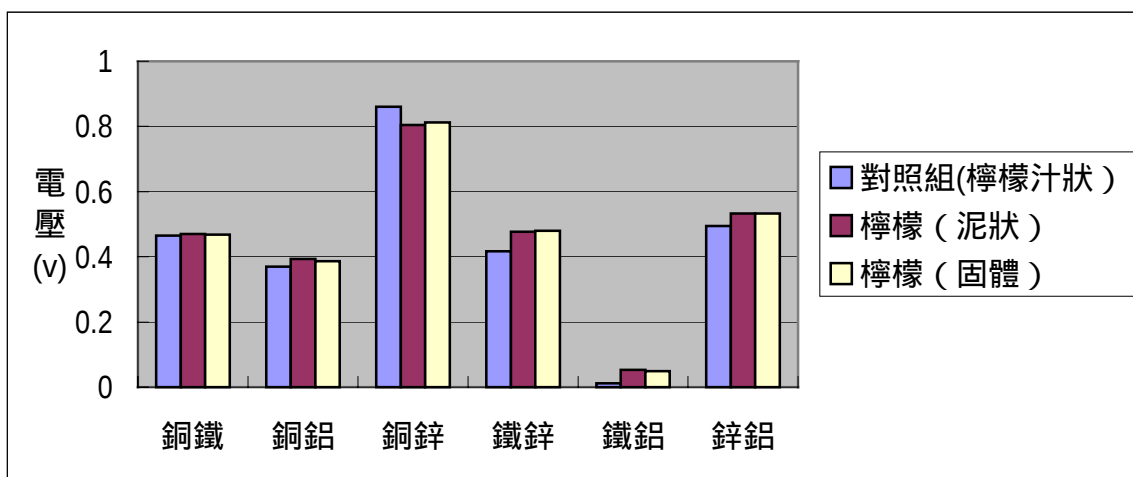
(二) 水果狀態與極板作用下，電壓變化圖：



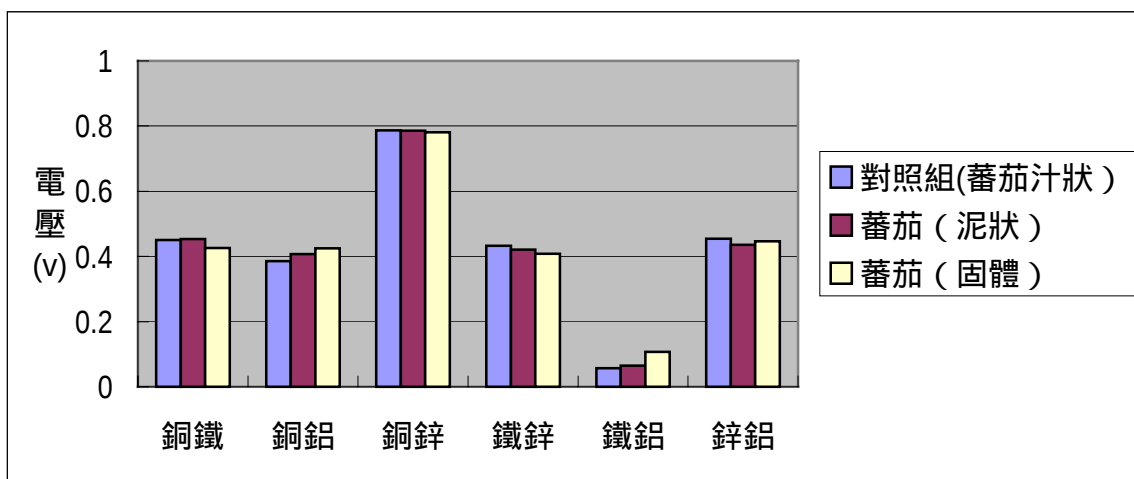
蘋果狀態電壓圖(單位:伏特)



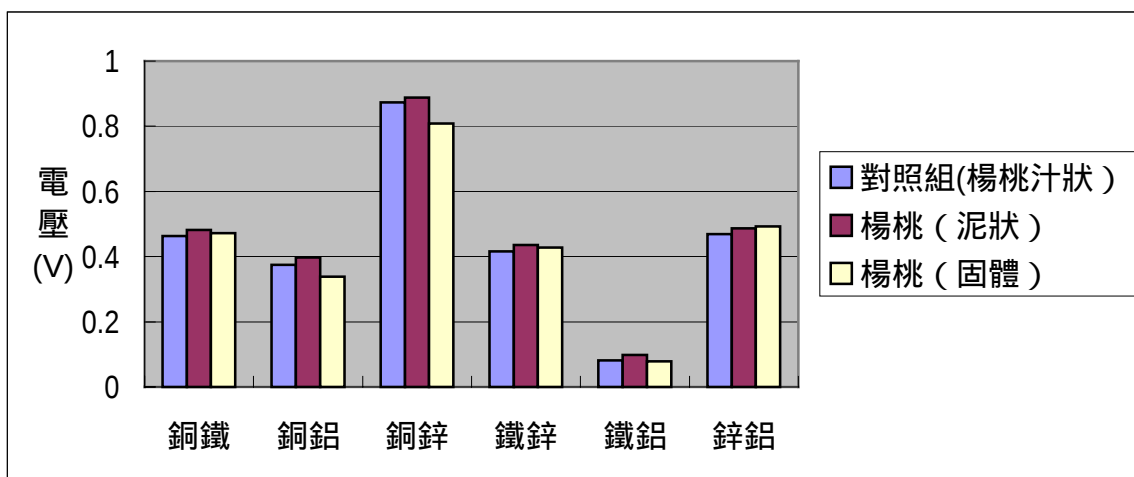
柳丁狀態電壓圖(單位:伏特)



檸檬狀態電壓圖(單位:伏特)



蕃茄狀態電壓圖(單位:伏特)



楊桃狀態電壓圖(單位:伏特)

四、溫度與極板作用下，電壓的變化：

(一) 溫度與極板作用下，電壓紀錄表：

種類(蘋果)	室溫	40 度	60 度	80 度
銅-鐵	0.462	0.564	0.589	0.573
銅-鋁	0.363	0.472	0.479	0.489
銅-鋅	0.890	0.971	0.980	0.993
鐵-鋁	0.159	0.168	0.176	0.186
鐵-鋅	0.431	0.395	0.426	0.436
鋁-鋅	0.529	0.526	0.539	0.572

蘋果溫度電壓表(單位:伏特)

種類(柳丁)	室溫	40 度	60 度	80 度
銅-鐵	0.469	0.552	0.491	0.479
銅-鋁	0.371	0.382	0.314	0.410
銅-鋅	0.901	0.925	0.929	0.931
鐵-鋁	0.068	0.105	0.106	0.089
鐵-鋅	0.446	0.453	0.460	0.485
鋁-鋅	0.430	0.436	0.458	0.493

柳丁溫度電壓表(單位:伏特)

種類(檸檬)	室溫	40 度	60 度	80 度
銅-鐵	0.456	0.427	0.485	0.494
銅-鋁	0.366	0.374	0.381	0.462
銅-鋅	0.852	0.867	0.885	0.897
鐵-鋁	0.066	0.090	0.097	0.103
鐵-鋅	0.423	0.439	0.414	0.428
鋁-鋅	0.515	0.546	0.577	0.629

檸檬溫度電壓表(單位:伏特)

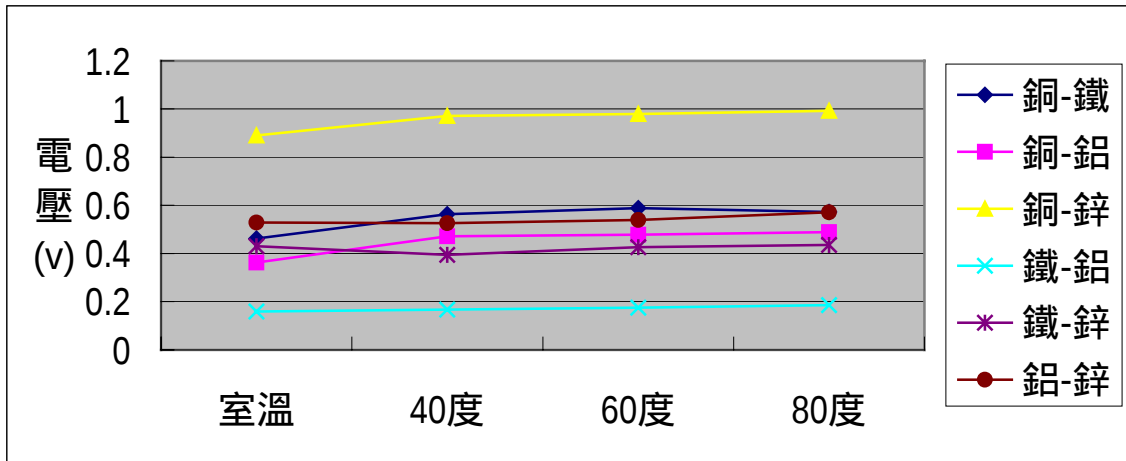
種類(楊桃)	室溫	40 度	60 度	80 度
銅-鐵	0.461	0.442	0.515	0.495
銅-鋁	0.369	0.326	0.396	0.508
銅-鋅	0.882	0.810	0.856	0.893
鐵-鋁	0.069	0.072	0.107	0.112
鐵-鋅	0.384	0.380	0.390	0.427
鋁-鋅	0.472	0.548	0.590	0.570

楊桃溫度電壓表(單位:伏特)

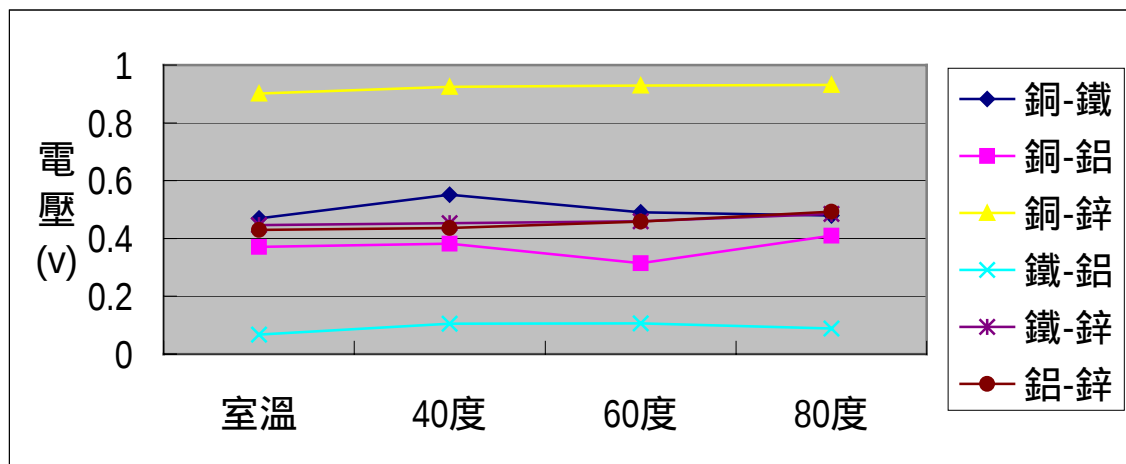
種類(番茄)	室溫	40 度	60 度	80 度
銅-鐵	0.366	0.473	0.505	0.519
銅-鋁	0.396	0.417	0.428	0.435
銅-鋅	0.790	0.806	0.829	0.897
鐵-鋁	0.065	0.076	0.118	0.128
鐵-鋅	0.429	0.408	0.416	0.438
鋁-鋅	0.446	0.438	0.495	0.513

番茄溫度電壓表(單位:伏特)

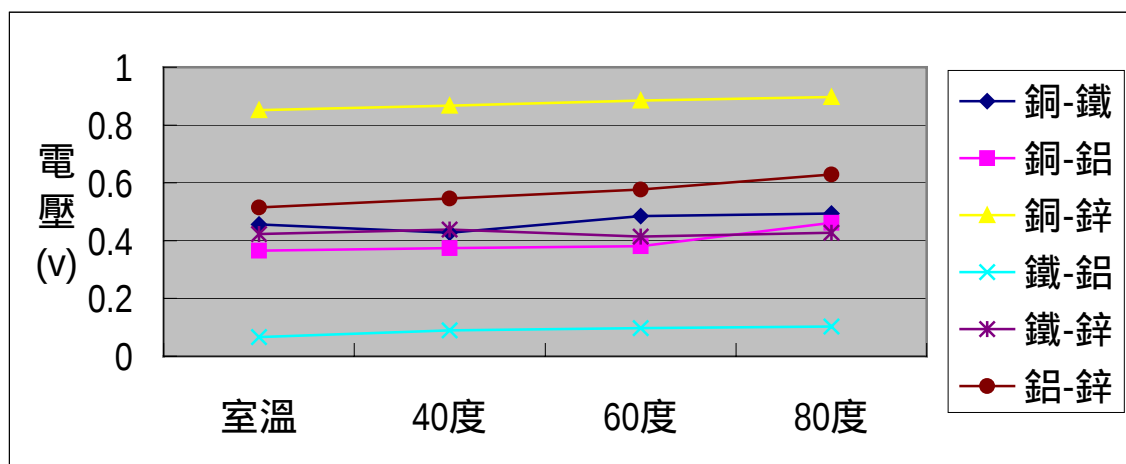
(二) 溫度與極板作用下，電壓變化圖：



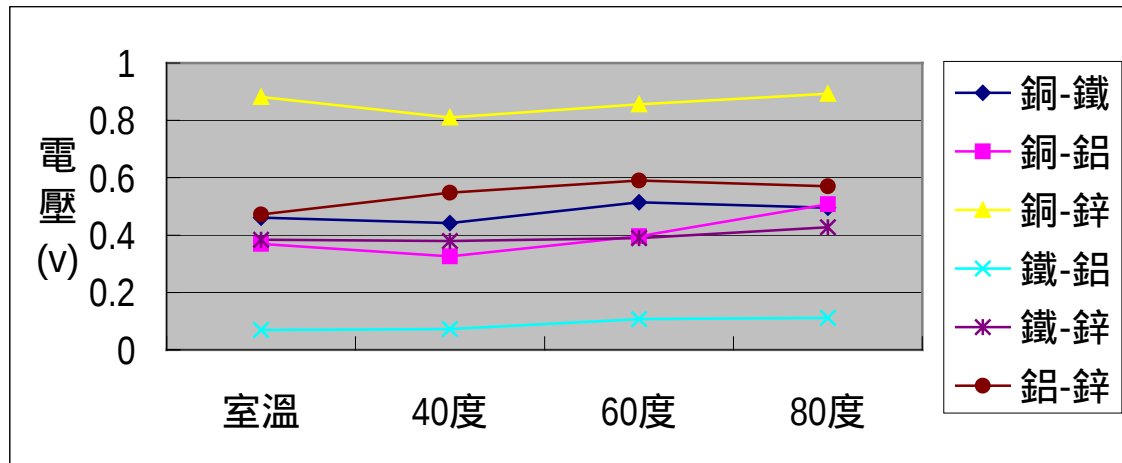
蘋果溫度電壓變化圖(單位:伏特)



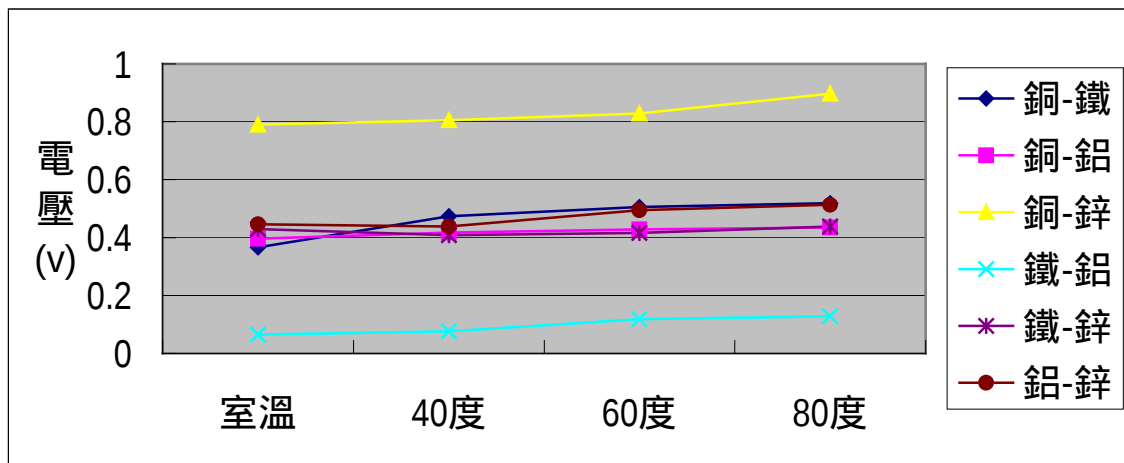
柳丁溫度電壓變化圖(單位:伏特)



檸檬溫度電壓變化圖(單位:伏特)



楊桃溫度電壓變化圖(單位:伏特)



蕃茄溫度電壓變化圖(單位:伏特)

柒、討論：

一、金屬的種類對電壓的影響(對照組):

- (一) 實驗中，在測量時電壓值會有些許的變化，因此靜置 30 秒，以此電壓值記錄之。
- (二) 不同的金屬對水果的電壓會有影響，所實驗的五種水果，以銅-鋅電壓為最大，鐵-鋁電壓最小。

二、外接電池與極板作用下，電壓的變化

- (一) 在做實驗前，認為裝置上加電池會使電壓增強，但在實驗後，卻發現加裝電池不一定能使電壓增強，甚至可能小於電池的電壓。
- (二) 當銅片接在電池的正極：
 1. 負極接上鋁片時，所測出水果電壓皆大於對照組的電壓，且比電池電壓更大；
 2. 負極接上鐵片時，所測出水果電壓皆大於對照組的電壓，但比電池電壓小；
 3. 負極接上鋅片時，所測出水果電壓皆小於對照組的電壓，也比電池電壓小。

(三) 當鐵片接在電池的正極：

1. 負極接上鋅片，所測出水果電壓皆大於對照組的電壓，但比電池電壓小；
2. 負極接鋁片時，所測出水果電壓皆大於對照組的電壓，且接近電池電壓。

(四) 當鋁片接在電池的正極：

負極接上鋅片，所測出水果電壓皆大於對照組的電壓，但比電池電壓小；

(五) 當銅片接在電池的負極：

1. 正極接鐵片或鋅片時，所測出水果電壓皆大於對照組的電壓，且大於電池電壓。
2. 正極接鋁片時，所測出水果電壓皆大於對照組的電壓，但比電池電壓小；

(六) 當鐵片接在電池的負極：

1. 正極接鋅片時，所測出水果電壓皆大於對照組的電壓，且大於電池電壓。
2. 正極接鋁片時，所測出水果電壓皆大於對照組的電壓，且接近電池電壓。

(七) 當鋁片接在電池的負極：

正極接上鋅片，所測出水果電壓皆大於對照組的電壓，且大於電池電壓。

(八) 實驗發現，於通路上外加一個電池時，其正、負極和金屬片作用下會影響到電壓的大小：

1. 銅片接於正極，負極接鐵片或鋁片時，所測出水果電壓皆大於對照組的電壓；只有負極接鋅片時，所測出水果電壓小於對照組的電壓；
2. 銅片接於負極，鋅片接於正極會得到最大的電壓(電壓值皆超過 2.45 伏特)，但二金屬互換時，卻產生最小的電壓(電壓值介於 0.6 伏特~0.8 伏特之間)。
3. 鐵片接於正極，鋁片接於負極，所測出來的電壓和二極板互換所得的電壓，皆很接近電池的電壓。

三、水果狀態與極板作用下，電壓的變化：

(一) 剛開始做水果固態對電壓的影響實驗時，是直接把金屬片插入水果中，發現當插入金屬片次數增加時，所流出的果汁會影響到電壓測量的準確，因此改將水果切成兩半，極板夾於其中，作固態的實驗。

(二) 由此實驗我們可以知道水果的狀態會影響到電壓的結果。果汁的導電性不一定是最好，搗成泥狀的水果或是固態會有出乎意料的效果哦！以蘋果為例：兩極金屬片為銅和鋁時，泥狀的電壓較強，兩極金屬片為鋅和鐵時，固態有較大的電壓。

四、溫度與極板作用下，電壓的變化

(一) 在做溫度對電壓的影響實驗時，起先是同一杯果汁加熱到 40 做完實驗，再加熱到 60 做實驗，發現果汁中出現不明的沉澱物，推測應該是金屬極板受熱所產生的，影響到電壓的測量。因此將果汁平分成三杯，分別加熱，以減少實驗的誤差。

(二) 實驗中，在不同的溫度下，所測出的水果電壓，溫度上升，大部分的電壓皆提高。

捌、結論：

- 一、由實驗中可以知道，水果的確有導電的效果，並且會因為正、負極的不同金屬片而產生不同的電壓。
- 二、水果狀態、外加電池的正、負極接法和溫度，都會影響測出的電壓值。水果狀態改變的實驗中，電壓值沒有一定的變化規則；外加電池時，正、負極所接金屬片的選

擇，會使電壓值有很大的變化(超過或小於電池電壓)；溫度的上升，大部分水果電壓皆提高。

- 三、由水果狀態和溫度實驗中，可以了解金屬片中含有鋅片的會產生較大的電壓，以鋅和銅有最大的電壓；鐵和鋁所測出的電壓較小；外加電池時，則要注意正、負極的接法，當銅片接在電池的負極，鋅片接在電池的正極，也會有最大的電壓，當兩極板互換時，則測得最小的電壓。
- 四、在這次的實驗，老師提供許多的器材讓我們進行實驗，在一次又一次的試驗下，從實驗中發現問題，並改善了一些會造成實驗誤差的因素，才使這一次的實驗能順利完成。

玖、參考資料：

- 一、四年級上學期自然課本。
- 二、江丙森、江采梅，《自然科學實驗室 18 電氣與磁力之謎》，中華民國 80 年 3 月出版，台北，護幼社文化事業有限公司，6-7 頁，(民 80)。
- 三、黃台香、蕭淑美，《自然科學彩色辭典 第四冊 物理 化學》，中華民國 76 年 11 月二版，台北，華視出版社，136-137 頁，(民 76)。
- 四、馮鵬年、楊世平，《磁性的秘密 - 電磁的簡易實驗》，中華民國 78 年 2 月初版，台北，正中書局，35-41 頁，(民 78)。
- 五、林春輝，《新編光復科學圖鑑》，1994 年三月再版三刷，台北，光復書局，58-59 頁，(民 83)。
- 六、姚孟嘉，《漢聲小百科:十一月的故事》，23 版，台北，英文漢聲出版有限公司，54-55 頁，(民 83)。
- 七、<http://nsicc.npttc.edu.tw/國小自然科化學教學諮詢中心。>
- 八、<http://pei.cjjh.tc.edu.tw/科學與藝術對話網站。>