

# 環保三明治電池～碳夾心電池

## 壹、摘要

高價能源時代來臨，尋找永續、環保、經濟的能源刻不容緩。此次實驗研究，最主要在了解哪些因素會影響電池的電流和電壓值，並利用實驗的結果自製一個具有實用性的電池，製作的材料是隨手可得的（如鋁箔紙、鋁箔包、鋁罐、面紙、活性碳、備長碳以及食鹽水），以較小的體積自己製作較大電流與較高電壓的環保電池，並能加以實際應用，而我們製作出來的電池，電壓值已至 4.5 伏特，所以可以應用在日常生活中的，例如使馬達轉動、使燈泡亮了、甚至可以改良而應用在收音機、小電扇上… 等。

## 貳、研究動機

日常生活中，我們常常利用到電池，在四上的自然課中也曾經學習過『電燈泡亮了』這單元，在其中電燈泡或是小馬達只要透過電線連接到電池後，它就會亮了或轉動，那時對於電池覺得非常好奇，感覺它有一股神祕的力量，為了揭開它神祕的面紗，我們一起尋求老師的指導。

一開始時，我們找了許多有關電池的資料，也了解到一般電池的作用原理，五下的自然課中也曾經學習過『水溶液可以導電』這單元，使我們想到要節約能源，擁有乾淨無污染的能源，就要研究出替代的能源，並針對其中內容加以探討、研究與改進，目的想要自製一個屬於自己的電池，而它是可以真的應用在日常生活中的，於是我們展開一連串的實驗研究。

## 參、研究目的

- 一、不同電解液與濃度對電壓及電流之影響
- 二、電解液量的多寡對電壓及電流之影響
- 三、外部的重量對於電池的電壓及電流的影響
- 四、不同吸水性材質對電壓及電流之影響
- 五、碳的種類對電池電壓及電流的影響
- 六、活性碳顆粒大小對電壓及電流之影響
- 七、活性碳多寡對電壓及電流之影響
- 八、鋁箔紙板大小對電壓及電流之影響
- 九、備長碳的形狀對電壓及電流之影響
- 十、串並聯後對電壓及電流之影響
- 十一、利用上述的實驗結果，自製實用性的電池

## 肆、研究設備及器材

1. 鋁箔紙	2. 活性碳	3. 木炭	4. 面紙	5. 棉花
6. 食鹽	7. 食用醋	8. 運動飲料	9. 醬油	10. 檸檬酸
11. 檸檬	12. 柳丁	13. 馬表	14. 化妝棉	15. 鋸子
16. 剪刀	17. 膠帶	18. 美工刀	19. 尺	20. 磚塊
21. 書	22. 針筒	23. 壓克力盒子	24. 木板	25. C 型夾
26. 三用電錶	27. 小馬達	28. 3V 電燈泡	29. LED	30. 自製簡易馬達
31. 炭筆	32. 實驗記錄簿	33. 電阻	34. 電子磅秤	35. 量杯
36. 冰醋酸	37. 鱷魚夾	38. 備長碳	39. 清潔劑	40. 電線

## 伍、研究過程或方法

### 一、研究過程

#### (一) 步驟

1. 製做鋁箔板：將鋁箔紙剪成10×10公分的正方形。



2. 連接導線：將鋁箔紙剪成長10公分，寬1.5公分的長條狀，並且用鐵製迴紋針固定住。



3. 先放置下鋁箔板

4. 放置吸水性材質：面紙、棉花、化妝棉



5. 置入各種濃度、不同種類電解液

6. 置入碳：置入不同重量、顆粒大小與種類的碳（活性炭、木炭、備長碳、炭筆）



7. 放置外部重量：放置寶特瓶、磚塊、書本
8. 利用三用電表測量電壓和電流並且記錄起來



## 二、研究方法

本實驗的原理，是利用鋁箔紙與電解液接觸後會產生電子，而活性碳成為接受電子的部位，如此就可以形成一個簡單的迴路。因下層的鋁箔紙產生電子，所以下層鋁箔紙是負極，而上層的活性碳接受電子，所以它是正極。

而為了避免下層鋁箔紙所析出的電子直接與活性碳接觸，所以在下層鋁箔紙與活性碳之間，利用吸水性材質隔開，因此吸水性材質有兩項功用，第一它能保存電解液，使得在一定時間內電解液不致缺乏；第二它能隔開下層鋁箔紙產生出來的電子直接與活性碳接觸。

## 陸、研究結果 (第 4 頁~第 21 頁)

### 一、不同電解液對電壓及電流之影響

#### (一)、食鹽水

1. 實驗目的：了解食鹽水濃度的不同，對電池的電壓和電流的影響。
2. 實驗條件與方法：請參考第五項研究條件與步驟，濃度為實驗變項。
3. 實驗結果：

#### (1). 飽和食鹽水

項次	1	2	3	4	5	6
電壓 (伏特)	0.27	0.25	0.24	0.22	0.20	0.20
時間	00' 30"	02' 52"	04' 00"	10' 50"	15' 50"	20' 08"
電流 (安培)	0.11	0.1	0.095	0.09	0.08	0.08
時間	00' 26"	03' 40"	05' 30"	15' 30"	18' 22"	21' 40"

#### (2). 1:1 食鹽水

#### (2.5ML 飽和食鹽水 加2.5ML 的水)

項次	1	2	3	4	5	6
電壓 (伏特)	0.25	0.24	0.22	0.22	0.21	0.20
時間	00' 30"	02' 34"	04' 36"	10' 50"	15' 30"	22' 08"
電流 (安培)	0.10	0.09	0.095	0.08	0.07	0.07
時間	01' 26"	03' 20"	05' 10"	11' 30"	16' 52"	21' 10"

### (3). 1:100 食鹽水

項次 結果	1	2	3	4	5	6
電壓 (伏特)	0.23	0.22	0.21	0.20	0.20	0.20
時間	01' 24"	04' 11"	05' 02"	10' 12"	15' 30"	20' 15"
電流 (安培)	0.05	0.05	0.045	0.05	0.04	0.04
時間	02' 29"	05' 20"	06' 02"	11' 30"	17' 42"	22' 00"

### (4). 1:1000 食鹽水

項次 結果	1	2	3	4	5	6
電壓 (伏特)	0.23	0.22	0.21	0.20	0.20	0.19
時間	00' 24"	05' 28"	06' 02"	13' 42"	18' 56"	21' 15"
電流 (毫安)	30	25	22.5	20	19.5	20
時間	01' 22"	06' 02"	06' 32"	14' 20"	20' 42"	22' 09"

## (二)、運動飲料

1. 實驗目的：了解運動飲料在不同的濃度下，對電池的電壓及電流的影響。
2. 實驗條件與方法：請參考第五項研究條件與步驟，濃度為實驗變項。
3. 實驗結果：

### (1). 純運動飲料

項次 結果	1	2	3	4	5	6
電壓 (伏特)	0.25	0.23	0.21	0.22	0.21	0.20
時間	00' 45"	03' 18"	05' 22"	10' 49"	16' 11"	20' 55"
電流 (毫安)	25	22	20.5	20	19.5	20
時間	01' 16"	04' 02"	06' 42"	11' 57"	17' 27"	22' 44"

### (2). 1:1 運動飲料

#### (2.5ML運動飲料加2.5ML 的水)

項次 結果	1	2	3	4	5	6
電壓 (伏特)	0.23	0.24	0.22	0.21	0.20	0.20
時間	00' 24"	04' 58"	08' 23"	10' 10"	15' 26"	20' 08"
電流 (毫安)	21	20	19	19	18	18
時間	00' 46"	05' 13"	09' 02"	11' 47"	16' 41"	21' 29"

### (3). 1:100 運動飲料

項次 結果	1	2	3	4	5	6
電壓 (伏特)	0.24	0.23	0.22	0.21	0.22	0.20
時間	00' 35"	05' 35"	10' 12"	12' 02"	18' 00"	22' 25"
電流 (毫安)	20	19	19	19	18	18
時間	01' 09"	06' 41"	10' 59"	13' 47"	18' 56"	22' 43"

### (4). 1:1000 運動飲料

項次 結果	1	2	3	4	5	6
電壓 (伏特)	0.21	0.22	0.20	0.20	0.20	0.20
時間	00' 35"	05' 35"	10' 12"	12' 02"	18' 00"	22' 25"
電流 (毫安)	19	19	18	17	17	16
時間	01' 09"	06' 41"	10' 59"	13' 47"	18' 56"	22' 43"

### (三)、醋(100--4.5%濃度)

1. 實驗目的：了解食用醋濃度的不同，對電池的電壓及電流的影響。
2. 實驗條件與方法：請參考第五項研究條件與步驟，濃度為實驗變項。
3. 實驗結果：

#### (1). 100%冰醋酸

項次 結果	1	2	3	4	5	6
電壓 (伏特)	0	0	0	0	0	0
時間	00' 35"	05' 35"	10' 12"	12' 02"	18' 00"	22' 25"
電流 (毫安)	0	0	0	0	0	0
時間	01' 09"	06' 41"	10' 59"	13' 47"	18' 56"	22' 43"

#### (2). 原汁食用醋(4.5%酸度)

項次 結果	1	2	3	4	5	6
電壓 (伏特)	0.23	0.23	0.22	0.22	0.20	0.20
時間	00' 32"	03' 17"	10' 12"	11' 10"	20' 18"	21' 45"
電流 (毫安)	60	65	69	68	70	60
時間	01' 19"	05' 31"	9' 45"	15' 52"	19' 23"	21' 30"

#### (3). 1:1 醋

項次 結果	1	2	3	4	5	6
電壓 (伏特)	0.23	0.23	0.22	0.22	0.20	0.20
時間	00' 38"	03' 08"	10' 39"	13' 45"	10' 39"	22' 10"
電流 (毫安)	45	46	54	50	45	40
時間	01' 19"	05' 31"	9' 45"	15' 52"	17' 23"	21' 30"

### (四)、檸檬汁

1. 實驗目的：了解檸檬汁濃度的不同，對電池的電壓及電流的影響。
2. 實驗條件與方法：請參考第五項研究條件與步驟，濃度為實驗變項。
3. 實驗結果：

#### (1). 檸檬原汁

項次 結果	1	2	3	4	5	6
電壓 (伏特)	0.21	0.21	0.22	0.21	0.20	0.20
時間	01' 42"	02' 27"	10' 22"	13' 45"	15' 29"	20' 00"
電流 (毫安)	25	30	33	45	36	42
時間	01' 28"	02' 51"	10' 22"	15' 52"	18' 15"	21' 11"

#### (2). 1:1 檸檬汁

項次 結果	1	2	3	4	5	6
電壓 (伏特)	0.18	0.18	0.19	0.21	0.23	0.22
時間	00' 30"	04' 01"	11' 32"	12' 40"	20' 50"	22' 38"
電流 (毫安)	25	30	33	45	36	42
時間	01' 31"	04' 40"	12' 10"	13' 44"	22' 38"	23' 11"

## (五)、柳丁汁

1. 實驗目的：了解柳丁汁濃度的不同，對電池的電壓及電流的影響。
2. 實驗條件與方法：請參考第五項研究條件與步驟，濃度為實驗變項。
3. 實驗結果：

### (1). 柳丁原汁

項次	1	2	3	4	5	6
結果						
電壓 (伏特)	0.20	0.21	0.19	0.20	0.20	0.21
時間	00' 25"	04' 21"	10' 01"	12' 56"	15' 12"	20' 49"
電流 (毫安)	21	32	35	41	47	40
時間	02' 19"	03' 56"	10' 36"	14' 14"	20' 28"	21' 50"

### (2). 1:1 柳丁汁

項次	1	2	3	4	5	6
結果						
電壓 (伏特)	0.19	0.20	0.19	0.20	0.21	0.19
時間	00' 50"	05' 50"	10' 08"	12' 01"	19' 50"	20' 10"
電流 (毫安)	30	32	35	30	32	32
時間	01' 54"	04' 48"	12' 26"	15' 14"	21' 11"	22' 43"

## (六)、醬油

1. 實驗目的：了解醬油濃度的不同，對電池的電壓和電流的影響。
2. 實驗條件與方法：請參考第五項研究條件與步驟，濃度為實驗變項。
3. 實驗結果：

### (1). 醬油原汁

項次	1	2	3	4	5	6
結果						
電壓 (伏特)	0.15	0.16	0.20	0.19	0.20	0.20
時間	01' 12"	03' 44"	10' 08"	15' 10"	20' 16"	21' 42"
電流 (毫安)	55	50	62	56	49	60
時間	02' 50"	04' 48"	11' 26"	16' 23"	21' 00"	22' 28"

### (2). 1:1 醬油

項次	1	2	3	4	5	6
結果						
電壓 (伏特)	0.14	0.15	0.18	0.19	0.17	0.17
時間	01' 14"	04' 12"	11' 54"	16' 25"	20' 05"	22' 07"
電流 (毫安)	55	50	65	60	60	60
時間	02' 05"	04' 48"	11' 26"	16' 23"	21' 00"	22' 28"

## (七)、檸檬酸

1. 實驗目的：了解檸檬酸濃度的不同，對電池的電壓及電流的影響。
2. 實驗條件與方法：請參考第五項研究條件與步驟，濃度為實驗變項。
3. 實驗結果：

### (1). 檸檬酸

項次	1	2	3	4	5	6
結果						
電壓 (伏特)	0.21	0.25	0.23	0.20	0.21	0.22
時間	00' 29"	02' 52"	05' 30"	11' 20"	18' 45"	20' 11"
電流 (毫安)	155	150	142	138	145	130
時間	01' 05"	03' 36"	10' 58"	15' 13"	20' 42"	21' 45"

### (2). 1:1 檸檬酸

項次	1	2	3	4	5	6
結果						
電壓 (伏特)	0.23	0.24	0.20	0.21	0.19	0.21
時間	00' 25"	01' 32"	04' 49"	10' 01"	16' 55"	20' 44"
電流 (毫安)	140	135	130	130	130	125
時間	01' 19"	02' 47"	05' 15"	11' 00"	17' 37"	21' 09"

## (八)、自來水

1. 實驗目的：了解自來水對電池的電壓及電流的影響。
2. 實驗條件與方法：請參考第五項研究條件與步驟，濃度為實驗變項。
3. 實驗結果：

### (1). 自來水

項次	1	2	3	4	5	6
結果						
電壓 (伏特)	0.15	0.16	0.19	0.20	0.18	0.18
時間	00' 37"	03' 40"	05' 54"	08' 00"	12' 54"	19' 48"
電流 (毫安)	14	13	17	16	15	12
時間	01' 43"	04' 00"	07' 43"	10' 50"	14' 11"	21' 10"

## (九)、飽和食鹽水+100%冰醋酸 (1:1)

1. 實驗目的：了解飽和食鹽水+100%冰醋酸 (1:1) 對電池的電壓及電流的影響。
2. 實驗條件與方法：請參考第五項研究條件與步驟，濃度為實驗變項。
3. 實驗結果：

### (1). 飽和食鹽水+100%冰醋酸 (1:1)

項次	1	2	3	4	5	6
結果						
電壓 (伏特)	0.5	0.50	0.48	0.52	0.52	0.50
時間	00' 30"	03' 55"	06' 26"	10' 29"	15' 11"	20' 47"
電流 (毫安)	500	420	330	280	260	250
時間	00' 43"	04' 27"	07' 14"	12' 25"	16' 28"	21' 00"

## (十)、飽和食鹽水+市售清潔劑 (1:1)

1. 實驗目的：了解飽和食鹽水+市售清潔劑 (1:1) 對電池的電壓及電流的影響。
2. 實驗條件與方法：請參考第五項研究條件與步驟，濃度為實驗變項。
3. 實驗結果：

### (1). 飽和食鹽水+市售清潔劑 (1:1)

項次	1	2	3	4	5	6
結果						
電壓 (伏特)	0.35	0.35	0.26	0.28	0.25	0.25
時間	00' 55"	03' 44"	06' 36"	09' 20"	13' 16"	20' 45"
電流 (毫安)	200	220	190	150	160	150
時間	01' 24"	04' 10"	06' 53"	10' 59"	14' 22"	21' 39"

### (十一)、飽和食鹽水+檸檬酸劑 (1:1)

1. 實驗目的：了解飽和食鹽水+檸檬酸劑 (1:1) 對電池的電壓及電流的影響。
2. 實驗條件與方法：請參考第五項研究條件與步驟，濃度為實驗變項。
3. 實驗結果：

#### (1). 飽和食鹽水+檸檬酸劑 (1:1)

項次	1	2	3	4	5	6
結果						
電壓 (伏特)	0.51	0.50	0.50	0.49	0.51	0.50
時間	00' 45"	03' 02"	05' 17"	10' 56"	15' 16"	20' 47"
電流 (毫安)	510	450	330	275	255	245
時間	01' 12"	03' 22"	06' 23"	11' 45"	16' 29"	21' 13"

## 二、電解液量的多寡對電壓及電流之影響

1. 實驗目的：了解食鹽水量分別在0.5 毫升、1 毫升、4 毫升以及5 毫升的情況下，對電池的電壓及電流的影響。
2. 實驗條件與方法：請參考第五項研究條件與步驟，電解液量為實驗變項。
3. 實驗結果：

#### (1). 0.5 毫升的食鹽水

項次	1	2	3	4	5	6
結果						
電壓 (伏特)	0.25	0.25	0.16	0.12	0.11	0.10
時間	00' 46"	01' 26"	03' 18"	10' 13"	15' 54"	20' 13"
電流 (毫安)	50	45	45	45	45	40
時間	01' 24"	04' 10"	06' 53"	10' 59"	14' 22"	21' 39"

#### (2). 1 毫升的食鹽水

項次	1	2	3	4	5	6
結果						
電壓 (伏特)	0.25	0.25	0.23	0.22	0.20	0.20
時間	00' 34"	03' 33"	05' 19"	10' 10"	14' 23"	21' 12"
電流 (毫安)	90	60	70	65	65	55
時間	01' 10"	03' 22"	07' 15"	10' 53"	15' 06"	21' 48"

#### (3). 4 毫升的食鹽水

項次	1	2	3	4	5	6
結果						
電壓 (伏特)	0.25	0.25	0.21	0.21	0.21	0.21
時間	00' 25"	03' 38"	10' 25"	16' 32"	20' 45"	22' 07"
電流 (毫安)	100	120	100	90	90	80
時間	01' 03"	04' 20"	10' 58"	17' 49"	14' 22"	21' 39"

#### (4). 5 毫升的食鹽水

項次	1	2	3	4	5	6
結果						
電壓 (伏特)	0.25	0.25	0.25	0.24	0.24	0.23
時間	00' 32"	03' 50"	04' 52"	10' 56"	18' 55"	20' 12"
電流 (毫安)	120	120	100	95	90	85
時間	01' 13"	04' 20"	05' 20"	11' 21"	19' 12"	22' 14"



### 三、外部的重量對於電池的電壓及電流的影響

1. 實驗目的：實驗目的是了解外部重量分別在5 本書、10 本書、15 本書以及20 本書的情況下，對電池的電壓及電流的影響。
2. 實驗條件與方法：請參考第五項研究條件與步驟，在5分鐘、10分鐘、15分鐘時，紀錄下結果，外部重量為實驗變項。
3. 實驗結果：(註：一本課本的重量為160公克重。)

重量 結果	5 本	10 本	15 本	20 本	重量 結果	5 本	10 本	15 本	20 本
電壓 (伏特)	0.22	0.23	0.25	0.25	電流 (毫安)	80	110	120	125
電壓 (伏特)	0.23	0.23	0.25	0.25	電流 (毫安)	75	105	115	120
電壓 (伏特)	0.22	0.22	0.24	0.25	電流 (毫安)	75	100	115	125
平均 (伏特)	0.223	0.236	0.246	0.25	平均 (毫安)	76.7	105	116.7	123

### 四、不同吸水性材質對電壓及電流之影響

1. 實驗目的：了解吸水性材質分別在面紙、棉花、化妝棉的情況下，對電池的電壓及電流的影響。
2. 實驗條件與方法：請參考第五項研究條件與步驟，吸水性材質為實驗變項。
3. 實驗結果：

#### (1). 面紙：

項次 結果	1	2	3	4	5	6
電壓 (伏特)	0.25	0.25	0.25	0.24	0.23	0.23
時間	00' 36"	03' 36"	06' 45"	10' 08"	18' 55"	20' 12"
電流 (毫安)	120	120	100	95	95	95
時間	01' 10"	04' 10"	07' 00"	11' 20"	19' 15"	20' 30"

#### (2). 棉花：

項次 結果	1	2	3	4	5	6
電壓 (伏特)	0.23	0.23	0.23	0.23	0.22	0.21
時間	00' 45"	03' 27"	05' 28"	10' 26"	11' 11"	20' 30"
電流 (毫安)	110	110	100	90	90	90
時間	01' 02"	03' 58"	05' 20"	11' 56"	13' 12"	21' 09"

#### (3). 化妝棉：

項次 結果	1	2	3	4	5	6
電壓 (伏特)	0.25	0.24	0.23	0.24	0.22	0.22
時間	00' 36"	04' 54"	07' 14"	11' 33"	15' 41"	21' 25"
電流 (毫安)	120	120	110	105	95	95
時間	01' 25"	04' 24"	08' 16"	12' 22"	16' 26"	22' 12"

## 五、碳的種類對電池電壓及電流的影響

1. 實驗目的：了解活性碳、一般木炭、備長碳、畫素描的炭筆情況下，對電池的電壓及電流的影響。
2. 實驗條件與方法：請參考第五項研究條件與步驟，活性碳種類為實驗變項。
3. 實驗結果：

### (1). 活性碳：顆粒狀

項次	1	2	3	4	5	6
結果						
電壓 (伏特)	0.25	0.25	0.25	0.24	0.23	0.23
時間	00' 22"	03' 11"	04' 36"	10' 13"	18' 55"	20' 15"
電流 (毫安)	110	110	105	95	95	90
時間	00' 53"	02' 56"	05' 07"	11' 50"	20' 48"	21' 53"

### (2). 木炭：顆粒狀

項次	1	2	3	4	5	6
結果						
電壓 (伏特)	0	0	0	0	0	0
時間	00' 35"	05' 35"	10' 12"	12' 02"	18' 00"	22' 25"
電流 (毫安)	0	0	0	0	0	0
時間	01' 09"	06' 41"	10' 59"	13' 47"	18' 56"	22' 43"

### (3). 備長碳：顆粒狀

項次	1	2	3	4	5	6
結果						
電壓 (伏特)	0.24	0.23	0.24	0.22	0.22	0.20
時間	00' 26"	04' 46"	10' 07"	15' 55"	18' 14"	20' 05"
電流 (毫安)	100	100	95	95	90	90
時間	01' 08"	07' 00"	11' 12"	15' 45"	17' 47"	21' 04"

### (4). 炭筆：顆粒狀

項次	1	2	3	4	5	6
結果						
電壓 (伏特)	0	0	0	0	0	0
時間	00' 25"	04' 55"	9' 52"	15' 46"	17' 20"	20' 45"
電流 (毫安)	0	0	0	0	0	0
時間	01' 00"	05' 22"	10' 45"	14' 37"	19' 26"	21' 07"

## 六、活性碳顆粒對電壓及電流之影響

1. 實驗目的：了解活性碳在正常與粉末的情況下，對電池的電壓及電流的影響。
2. 實驗條件與方法：請參考第五項研究條件與步驟，活性碳顆粒大小為實驗變項。
3. 實驗結果：

### (1). 顆粒狀的活性碳：

項次	1	2	3	4	5	6
結果						
電壓 (伏特)	0.20	0.25	0.20	0.22	0.22	0.20
時間	00' 26"	02' 44"	10' 07"	14' 36"	16' 56"	21' 26"
電流 (毫安)	120	120	100	95	90	85
時間	01' 08"	03' 25"	10' 36"	15' 25"	18' 14"	21' 58"

### (2). 粉末狀的活性碳：

項次	1	2	3	4	5	6
結果						
電壓 (伏特)	0.25	0.25	0.20	0.22	0.22	0.20
時間	00' 26"	02' 44"	10' 07"	14' 36"	16' 56"	21' 26"
電流 (毫安)	80	60	60	55	45	35
時間	01' 24"	03' 37"	11' 06"	15' 58"	17' 48"	22' 48"

## 七、活性碳多寡對電壓及電流之影響

1. 實驗目的：了解活性碳量的多寡，對電池的電壓及電流的影響。
2. 實驗條件與方法：請參考第伍項研究條件與步驟，活性碳量的多寡為實驗變項。
3. 實驗結果：

### (1). 活性碳20公克，堆成面積6X6CM

項次	1	2	3	4	5	6
結果						
電壓 (伏特)	0.24	0.25	0.22	0.21	0.20	0.21
時間	00' 20"	02' 40"	10' 48"	12' 48"	17' 26"	20' 09"
電流 (毫安)	75	90	75	60	70	55
時間	00' 36"	03' 44"	11' 45"	13' 28"	18' 39"	20' 22"

### (2). 活性碳20公克，堆成面積10X10CM

項次	1	2	3	4	5	6
結果						
電壓 (伏特)	0.25	0.22	0.24	0.25	0.24	0.23
時間	00' 46"	02' 34"	10' 18"	13' 15"	18' 14"	20' 25"
電流 (毫安)	120	110	95	90	90	85
時間	00' 36"	03' 44"	11' 45"	13' 28"	18' 39"	20' 22"

### (3). 活性碳40公克，堆成面積10X10CM

項次	1	2	3	4	5	6
結果						
電壓 (伏特)	0.23	0.24	0.25	0.25	0.23	0.23
時間	00' 35"	03' 50"	10' 00"	13' 53"	18' 42"	20' 26"
電流 (毫安)	85	82	80	88	78	85
時間	01' 32"	04' 48"	10' 37"	15' 25"	19' 20"	21' 52"

### (4). 活性碳30公克，堆成面積12X12CM

項次	1	2	3	4	5	6
結果						
電壓 (伏特)	0.25	0.25	0.24	0.25	0.24	0.24
時間	0' 34"	03' 56"	09' 42"	13' 20"	18' 50"	21' 02"
電流 (毫安)	120	110	105	100	90	85
時間	01' 20"	04' 50"	10' 58"	14' 37"	18' 59"	21' 35"

### (5). 活性碳40公克，堆成面積14X14CM

項次	1	2	3	4	5	6
結果						
電壓 (伏特)	0.23	0.25	0.22	0.21	0.21	0.21
時間	00' 55"	03' 40"	10' 16"	15' 28"	20' 26"	21' 30"
電流 (毫安)	100	100	95	90	90	80
時間	01' 34"	04' 13"	10' 43"	16' 05"	20' 59"	22' 20"

## 八、鋁箔板大小對電壓及電流之影響

1. 實驗目的：了解上、下鋁板在5X5、10X10 以及30X30 公分的情況下，對電池的電壓及電流的影響。
2. 實驗條件與方法：請參考第五項研究條件與步驟，鋁箔紙大小為實驗變項。
3. 實驗結果：

### (1). 5X5 公分的鋁箔紙

項次 結果	1	2	3	4	5	6
電壓 (伏特)	0.23	0.25	0.22	0.21	0.21	0.21
時間	01' 56"	02' 33"	05' 03"	10' 08"	15' 52"	20' 07"
電流 (毫安)	60	60	60	60	55	55
時間	02' 52"	04' 19"	07' 40"	11' 07"	16' 26"	21' 09"

### (2). 10X10 公分的鋁箔紙

項次 結果	1	2	3	4	5	6
電壓 (伏特)	0.25	0.28	0.25	0.23	0.25	0.22
時間	01' 46"	04' 46"	10' 07"	15' 53"	20' 14"	21' 08"
電流 (毫安)	110	110	100	95	95	85
時間	02' 22"	05' 15"	09' 08"	16' 29"	20' 52"	22' 40"

### (3). 30X30 公分的鋁箔紙

項次 結果	1	2	3	4	5	6
電壓 (伏特)	0.25	0.24	0.25	0.23	0.25	0.25
時間	01' 47"	02' 20"	02' 49"	10' 55"	11' 05"	20' 22"
電流 (毫安)	110	110	100	95	95	85
時間	02' 11"	02' 39"	03' 00"	10' 47"	11' 21"	20' 50"

## 九、備長碳的形狀對電壓及電流之影響

1. 實驗目的：了解備長碳在塊狀與顆粒狀的情況下，對電池的電壓及電流的影響。
2. 實驗條件與方法：請參考第五項研究條件與步驟，備長碳形狀大小為實驗變項。
3. 實驗結果：

### (1). 顆粒狀的備長碳：20公克

項次 結果	1	2	3	4	5	6
電壓 (伏特)	0.24	0.25	0.25	0.23	0.24	0.24
時間	00' 26"	02' 44"	10' 07"	14' 36"	16' 56"	21' 26"
電流 (毫安)	110	100	100	95	90	85
時間	01' 08"	03' 25"	10' 36"	15' 25"	18' 14"	21' 58"

### (2). 塊狀的備長碳：20公克

項次 結果	1	2	3	4	5	6
電壓 (伏特)	0.52	0.54	0.51	0.48	0.53	0.55
時間	01' 14"	04' 12"	11' 54"	16' 25"	20' 05"	22' 07"
電流 (毫安)	100	100	95	95	90	90
時間	01' 05"	03' 36"	10' 58"	15' 13"	20' 42"	21' 45"

## 十、串、並聯後對電壓及電流之影響

1. 實驗目的：了解電池在經串、並聯後，對電壓及電流的影響。
2. 實驗條件與方法：請參考第伍項研究條件與步驟，串、並聯為實驗變項。
3. 實驗結果：

### (1). 並聯2層

項次 結果	1	2	3	4	5	6
電壓 (伏特)	0.23	0.24	0.24	0.23	0.22	0.22
時間	00' 46"	03' 44"	10' 17"	14' 36"	18' 06"	21' 16"
電流 (毫安)	130	102	95	90	84	82
時間	01' 05"	04' 11"	11' 23"	15' 25"	18' 30"	21' 33"

### (2). 串聯2層

項次 結果	1	2	3	4	5	6
電壓 (伏特)	0.43	0.46	0.44	0.45	0.45	0.44
時間	00' 26"	02' 44"	10' 07"	14' 36"	16' 56"	21' 26"
電流 (毫安)	150	120	120	105	100	110
時間	01' 08"	03' 25"	10' 36"	15' 25"	18' 14"	21' 58"

### (3). 串聯3層

項次 結果	1	2	3	4	5	6
電壓 (伏特)	0.55	0.55	0.54	0.53	0.52	0.52
時間	00' 12"	03' 30"	04' 52"	10' 26"	18' 45"	20' 12"
電流 (毫安)	250	240	240	234	240	235
時間	02' 50"	03' 48"	05' 26"	12' 23"	20' 00"	21' 28"

### (4). 串聯4層

項次 結果	1	2	3	4	5	6
電壓 (伏特)	0.78	0.75	0.76	0.78	0.79	0.79
時間	00' 12"	03' 30"	04' 52"	10' 26"	18' 45"	20' 12"
電流 (毫安)	300	340	320	315	305	335
時間	02' 50"	03' 48"	05' 26"	12' 23"	20' 00"	21' 28"

### (5). 串聯5層

項次 結果	1	2	3	4	5	6
電壓 (伏特)	1.1	1.0	0.95	1.05	1.0	0.93
時間	00' 43"	02' 56"	05' 27"	11' 56"	18' 28"	21' 53"
電流 (毫安)	560	610	605	570	550	565
時間	01' 28"	02' 51"	05' 22"	12' 52"	18' 45"	22' 11"

## 柒、討論

### 一、不同電解液對電壓及電流之影響

#### (一)、食鹽水濃度對電壓的影響

我們將測量得到6次(約20分鐘內)的電壓值加以平均,就可以得到表7-1。在表中我們可以很清楚的知道, **濃度愈高的食鹽水,所得到的電壓值也較高**,而在飽和食鹽水與1:1 食鹽水的電壓值,兩個只差0.004 伏特。

表7-1：不同濃度食鹽水的平均電壓與電流：

濃度	飽和食鹽水	1:1 食鹽水	1:100 食鹽水	1:1000 食鹽水
平均電壓	0.227 伏特	0.223 伏特	0.210 伏特	0.208 伏特
平均電流	92.5毫安培	84.2 毫安培	45.8 毫安培	22.83毫安培

#### (二)、食鹽水濃度對電流的影響

在表中7-1 我們可以很清楚的知道, **濃度愈高的食鹽水,所得到的電流值也較高**。而將飽和食鹽水與1:1 食鹽水所測量得到的電流值,畫成電流與時間的關係圖(如圖7-1),在圖中我們發現了不管是在飽和的食鹽水,或是1:1 的食鹽水, **電流值會隨著時間而變小**。

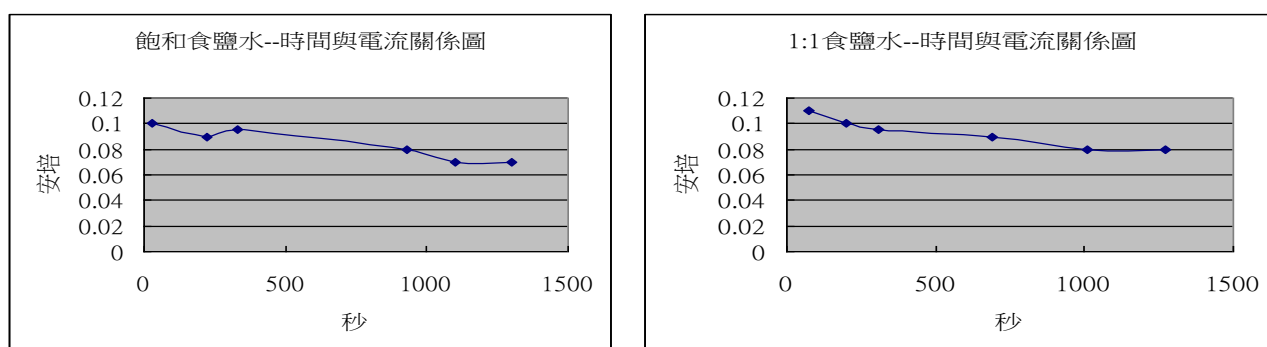


圖7-1 不同食鹽水濃度的電流與時間關係圖

#### (三)、運動飲料濃度對電壓的影響

我們將電壓值加以平均後就可以得到表7-2。在表中我們可以很清楚的知道, **電壓值隨著濃度愈小也變小,但它的變化並不大**,從純運動飲料到1:1000 運動飲料的平均電壓來看,只相差0.015 伏特。而電壓值在0.217伏特相當於在表7-1中,食鹽水濃度在1:100~1:1000 之間的電壓值。所以在我們共同討論之下,原因是運動飲料中含有少量的鹽。

表7-2：運動飲料不同濃度的平均電壓：

濃度	純運動飲料	1:1 運動飲料	1:100 運動飲料	1:500 運動飲料
平均電壓	0.220 伏特	0.217伏特	0.210伏特	0.205 伏特
平均電流	21.17 毫安培	19.17 毫安培	18.83毫安培	17.67 毫安培

#### (四)、運動飲料濃度對電流的影響

在表7-2 中我們可以很清楚的知道, **濃度愈高的運動飲料,所得到的電流值也較高**。

### (五)、不同電解液的平均電壓值比較

我們將不同的濃度為飽的電解液以及1:1 濃度的電解，依照所測量到電壓值加以平均，就可以得到表7-3 以及表7-4。在表7-5 中，我們可以清楚知道在不同電解液中，平均電壓值最大的是飽和食鹽水(0.227 伏特)，而最小的是自來水(0.177 伏特)。

表7-3：飽和濃度電解質的平均電壓：

電解液種類	飽和食鹽水	純運動飲料	食用醋	檸檬原汁
平均電壓	0.227 伏特	0.220 伏特	0.217 伏特	0.208伏特
電解液種類	柳丁原汁	醬油	檸檬酸	自來水
平均電壓	0.207 伏特	0.183伏特	0.222 伏特	0.177伏特
電解液種類	100%冰醋酸			
平均電壓	0			

表7-4：濃度1:1 電解質的平均電壓：

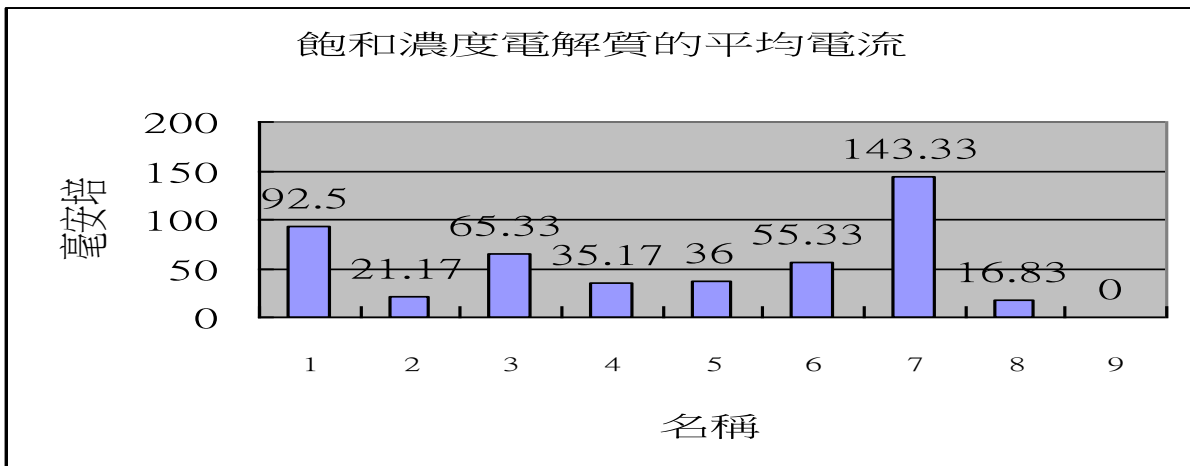
電解液種類	1:1 食鹽水	1:1 運動飲料	1:1 食用醋	1:1 檸檬汁
平均電壓	0.223 伏特	0.217 伏特	0.217 伏特	0.202 伏特
電解液種類	1:1 柳丁汁	1:1 醬油	1:1檸檬酸	自來水
平均電壓	0.197 伏特	0.175 伏特	0.213 伏特	0.173 伏特

### (六)、不同電解液的平均電流值比較

我們將不同的濃度為飽和的電解液以及1:1 濃度的電解液，依照所測量到的6個電流值加以平均，就可以得到表7-5 以及表7-6。而將電流的單位換算成毫安培後繪製成直條圖，如圖7-2 所示，在圖中電流值最高的是檸檬酸，可達到143.33 毫安培，而食鹽水也有92.5毫安培，在1:1 的濃度情況下，檸檬酸可達131.67 毫安培。

表7-5：飽和濃度電解值的平均電流：

電解液種類	飽和食鹽水	純運動飲料	食用醋	檸檬原汁
平均電流	92.5 毫安培	21.17 毫安培	65.33 毫安培	35.17 毫安培
電解液種類	柳丁原汁	醬油	檸檬酸	自來水
平均電流	36.00 毫安培	55.33 毫安培	143.33 毫安培	16.83 毫安培
電解液種類	100%冰醋酸			
平均電流	0			



代號名稱：1飽和食鹽水	2純運動飲料	3食用醋	4檸檬原汁	5柳丁原汁
6醬油	7檸檬酸	8自來水	9冰醋酸	

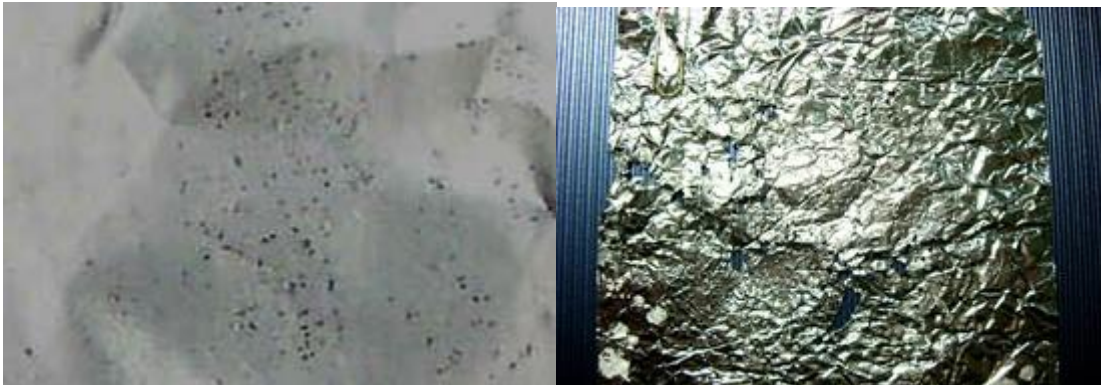
圖7-2 不同電解液飽和濃度的平均電流

表7-6：濃度1:1 電解質的平均電流：

電解液種類	1:1 食鹽水	1:1 運動飲料	1:1 食用醋	1:1 檸檬汁
平均電流	84.2 毫安培	19.17 毫安培	46.67 毫安培	35.17 毫安培
電解液種類	1:1 柳丁汁	1:1 醬油	檸檬酸	自來水
平均電流	31.83 毫安培	58.33 毫安培	131.67 毫安培	16.83 毫安培

### (七)、鋁箔板產生的空洞

在經過一段時間後，我們檢視鋁箔紙的情況，發現鋁箔紙產了空洞，時間更久時，甚至空洞就變成破洞。



鋁箔的空洞

## 二、電解液量的多寡對電壓及電流之影響

### (一)、食鹽水量多與少對電壓的影響

我們將不同量的食鹽水，所測量得到的電壓值加以平均，就可以得到表7-7。在表中我們可以很清楚的知道，電壓的變化程度很小，最大與最小只相差0.078伏特，所以電壓值可以看成是一樣的，也可以說在**一樣的電解液濃度情況下，量的多與少是不會影響電壓值的。**



表7-7：不同食鹽水量的平均電壓與電流：

食鹽水量	0.5ML	1ML	4ML	5ML
平均電壓	0.165 伏特	0.225 伏特	0.223 伏特	0.243 伏特
平均電流	45 毫安培	67.5 毫安培	96.67 毫安培	101.67 毫安培

## (二)、食鹽水量多與少對電流的影響

我們將不同量的食鹽水，所測量得到的電流值加以平均，就可以得到表7-7。在表中我們可以很清楚的知道，**電流會隨著食鹽水量的變多而變大**，而在4ML和5ML時，電流值相差很小，最大與最小只相差5毫安培，經我們一起討論後，認為原因是因為在4ML時，可以沾濕整張面紙，所以當量在4ML以上時，電流值已經可以穩定下來了。

## 三、外部的重量對於電池的電壓及電流的影響

### (一)、外部重量對電壓的影響

表7-8 是不同重量的情況下約20分鐘內的平均電壓，在表中我們可以很清楚的知道，電壓的變化程度很小，所以從此可以知道**電壓值是不受外部重量而改變的**。

表7-8：不同重量的情況下平均電壓與電流：

重量(書本)	5本書 (0.8 公斤重)	10本書 (1.6 公斤重)	15 本書 (2.4 公斤重)	20 本書 (3.2 公斤重)
平均電壓	0.223 伏特	0.226 伏特	0.246 伏特	0.25 伏特
平均電流	76.67 毫安培	105.0 毫安培	116.7 毫安培	123.3 毫安培

註：一本書重160公克

### (二)、外部重量對電流的影響

在表7-8 中我們可以得知，**電流會隨著書本愈多而增大，也就是說電流值會隨著外部的重量變重而增大**，外部重量從5 本到20 本書，它的電流值增加了1.608倍。而從圖7-3 中，我們可以發現在15 本到20 本書的重量下，曲線已經越來越平緩，電流的增加已經不像一開始那麼多了。

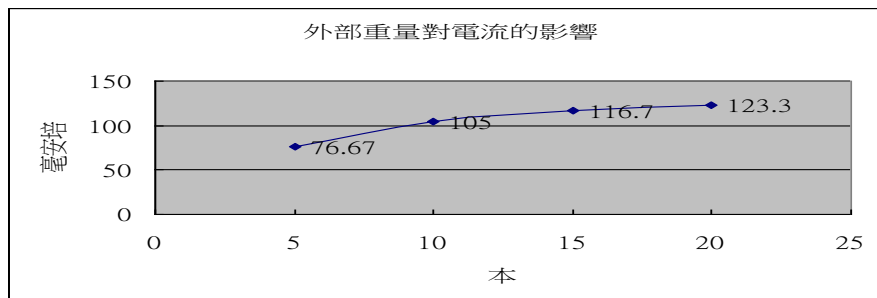


圖7-3 不同外部重量下的平均電流

## 四、不同吸水性材質對電壓及電流之影響

### (一)、不同吸水性材質對電壓與電流的影響

我們將不同的吸水性材質，所測量得到的電壓值和電流值加以平均，就可以得到表7-9。我們可以很清楚的知道，面紙與棉花的電壓值只差0.017 伏特，面紙與化妝棉的電壓值只差0.009 伏特，在考量實驗會有誤差的情況下，我們認為**在能保存電解液的條件下，吸水性材質的種類對於電壓而言是沒什麼改變的。**

而在電流值上，**面紙與棉花**也只是相差**5.84毫安培**，**面紙與化妝棉**也只是相差**3.33毫安培**所以**面紙、棉花與化妝棉對電流而言，效果上是相差不多的。**

表7-9：不同吸水性材質的平均電壓值與電流值：

吸水性材質	面紙	棉花	化妝棉	吸水性材質	面紙	棉花	化妝棉
平均電壓	0.242 伏特	0.225 伏特	0.233 伏特	平均電流	104.17 毫安培	98.33 毫安培	107.5 毫安培

## 五、碳的種類對電池電壓及電流的影響

### (一)、不同的碳對電壓與電流的影響

我們用一般烤肉用的木炭、畫畫用的炭筆敲碎後，拿來替代活性碳，卻發現到量測不到電壓值和電流值；備長碳可以導電，它也可以量測到電壓值和電流值。

## 六、活性碳顆粒對電壓及電流之影響

### (一)、活性碳顆粒大小對電壓與電流的影響

我們將活性碳磨成粉末後，所測量得到的電壓值與電流值加以平均，就可以得到表7-10。在表中我們可以很清楚的知道，兩者的電壓值相差0.008伏特，在考量實驗會有誤差的情況下，我們認為**活性碳顆粒大小對於電壓值是沒什麼影響的。**

而在電流值上，卻相差了45.84 毫安培，我們將兩個電流值相比後，它的值竟有1.82 倍，所以**活性碳在磨成粉末以後，它的電流卻明顯的下降了。**

表7-10：不同顆料大小活性碳的平均電壓值與電流值：

活性碳顆粒	顆粒	粉末狀	活性碳顆粒	顆粒	粉末狀
平均電壓	0.215 伏特	0.223 伏特	平均電流	101.67 毫安培	55.83 毫安培

## 七、活性碳多寡對電壓及電流之影響

### (一)、活性碳量對電壓和電流的影響

我們分別使用20 公克與40 公克的活性碳，圍成10X10 公分的面積，在約20分鐘內所得到的平均電壓與平均電流值，如表7-11 所示。在表中我們可以很清楚的知道，**兩個的平均電壓是一樣的**，而在平均電流方面，40 公克的活性碳有稍微減少的現象。在經再一次的實驗後，發現結果還是一樣，我們討論以後，認為是因為40 公克的活性碳堆成10X10 公分後，由於它的高度變高，會影響到接觸面積，所以電流值稍微的減少。

表7-11：鋪成10X10CM 的情況下平均電壓：

活性碳量	20 公克	40 公克	活性碳量	20 公克	40 公克
平均電壓	0.238 伏特	0.238 伏特	平均電流	98.33 毫安培	83.00 毫安培

## (二)、活性碳面積對電壓和電流的影響

我們使用了20 公克的活性碳，分別堆成6X6和10X10 公分的面積，來量測電壓值和電流值，在約20 分鐘內所得到的平均電壓與平均電流值，如表7-12所示。

在表中我們可以很清楚的知道，在活性碳堆成6X6公分的情況下，它的平均電壓和平均電流都明顯的減少。後來，我們加大面積以30 公克12X12CM 和40公克14X14CM 來實驗，發現到20 公克10X10CM、40 公克10X10CM、30 公克12X12CM 以及40 公克14X14CM 這幾個的平均電壓值變化不大（如表7-13）。

但為什麼在20 公克6X6CM 的情況下平均電壓值卻有明顯的減少，在我們經過討論後，我們認為在20 公克6X6CM 的條件下，由於鋁箔板的大小是10X10 公分，所以**鋁箔板的面積無法有效地全部接觸到活性碳，使得電壓值偏低。**

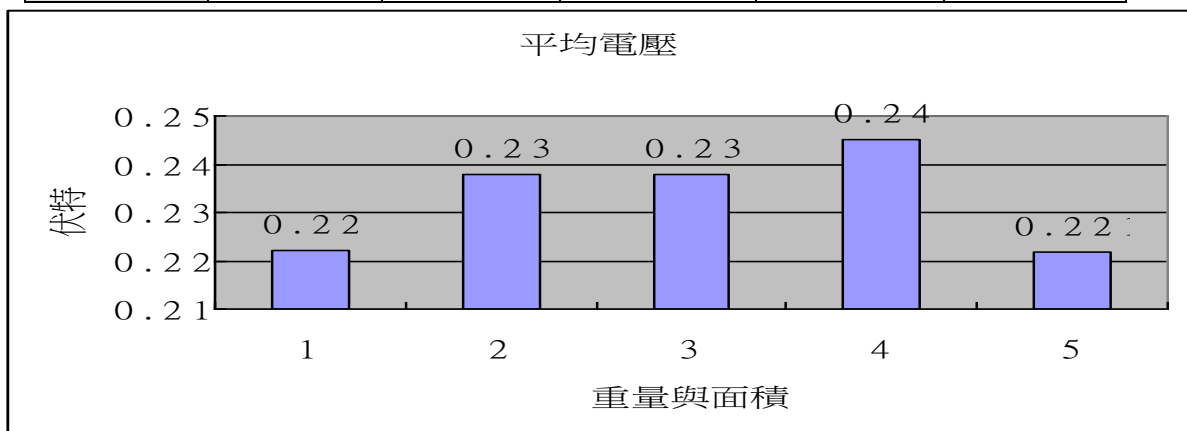
在圖7-4 與7-5 中，我們可以很清楚的看出，以30 公克12X12CM 的條件下，可以得到較高的電壓值和電流值。

表7-12：20 公克活性碳堆成不同面積下的平均電壓和電流：

活性碳面積	6X6CM	10X10CM	活性碳面積	6X6CM	10X10CM
平均電壓	0.222 伏特	0.238 伏特	平均電流	70.83 毫安培	98.33 毫安培

表7-13：不同重量及不同面積下的平均電壓和電流：

活性碳量與面積	20 公克 6X6CM	20 公克 10X10CM	40 公克 10X10CM	30 公克 12X12CM	40 公克 14X14CM
平均電壓	0.222 伏特	0.238 伏特	0.238 伏特	0.245 伏特	0.2217 伏特
平均電流	70.83 毫安培	98.33 毫安培	83.00 毫安培	101.67 毫安培	94.17 毫安培



代號名稱：1.--20公克6X6CM，2.-- 20公克10X10CM，3.-- 40公克10X10CM  
4.-- 30公克12X12CM，5.-- 40公克14X14CM

圖7-4 活性碳在不同重量及面積下平均電壓

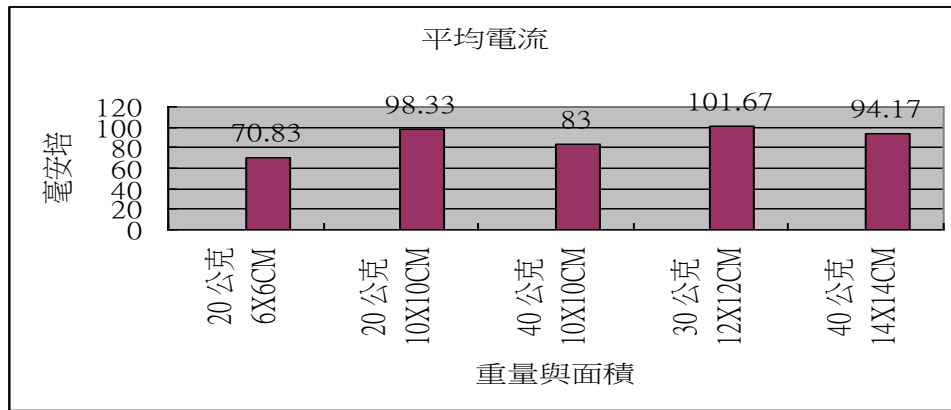


圖7-5 活性碳在不同重量與面積下平均電流

## 八、鋁箔板大小對電壓及電流之影響

### (一)、鋁箔板大小對電壓的影響

我們分別將鋁箔紙分別裁成5X5 公分、10X10 公分以及30X30 公分，測量20 分鐘內所得到的電壓和電流，並將它平均後如表7-14 所示。在表中我們可以很清楚的知道，在平均電壓方面三者都能維持在0.222---0.247伏特之間，而5X5 公分的鋁箔紙也有0.222伏特，所以我們認為**鋁箔紙的大小並不影響電壓值。**

表7-14：鋁箔紙大小對電壓和電流的影響：

鋁箔紙大小	5X5 公分	10X10 公分	30X30 公分
平均電壓	0.222 伏特	0.2467 伏特	0.245 伏特
平均電流	58.33 毫安培	99.17毫安培	156.67毫安培

### (二)、鋁箔板大小對電流的影響

而在平均電流方面，就如圖7-6 所示，我們可，鋁箔紙在30X30公分時，它的平均電流可以高達到156.67毫安培，是鋁箔紙5X5 公分的平均電流的2.69倍，也是鋁箔紙10X10 公分的平均電流的1.58 倍。所以我們認為**鋁箔紙面積愈大所產生出來的電流值也愈大，但不會影響電壓。**

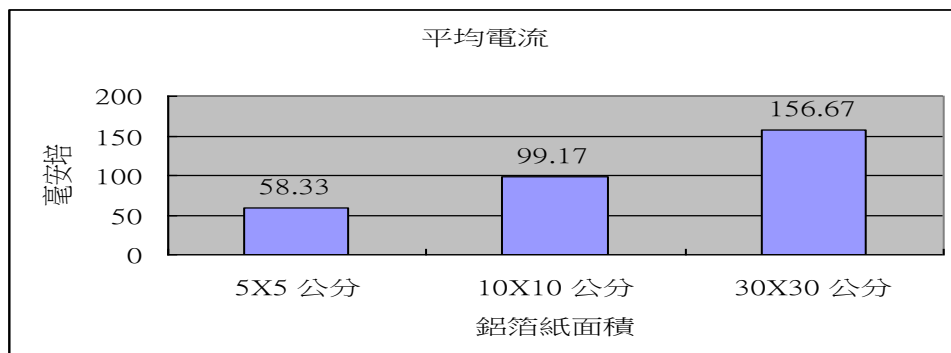


圖7-6 鋁箔紙大小對電流的影響

## 九、備長碳的形狀對電壓及電流之影響

### (一)、備長碳的形狀對電壓的影響

我們將備長碳敲成顆粒狀後，所測量得到的電壓值與電流值加以平均，就可以得到表7-15。在表中我們可以很清楚的知道，兩者的電壓值相差0.28伏特，我們認為備長碳形狀大小對於電壓值是有影響的。

而在電流值上，卻相差了1.67 毫安培，我們將兩個電流值相比後，它的值竟只有1.02 倍，所以備長碳敲成顆粒狀以後，它的電流有上升卻不明顯。

表7-15：不同顆料大小備長碳的平均電壓值與電流值：

備長碳顆粒	塊狀	顆粒狀	備長碳顆粒	塊狀	顆粒狀
平均電壓	0.5217 伏特	0.2417 伏特	平均電流	95.00 毫安培	96.67 毫安培

## 十、串、並聯後對電壓及電流之影響

### (一)、並聯後對電壓的影響

我們將電池並聯兩層後，在二十分鐘內的平均電壓與平均電流，分別為0.233伏特和121.1毫安培。利用表7-1的結果，整理出單層與並聯兩層後的比較，如表7-15。

從表中可以知道，在電壓方面並沒有多大的改變，兩者的值都維持在0.2 伏特左右，這和我們之前在電池那單元所學習到一樣，兩顆電池在並聯後它的電壓值並不改變。

表7-15：單層與並聯平均電壓的比較：

並聯層數	單層	2 層	並聯層數	單層	2 層
平均電壓	0.227 伏特	0.233 伏特	平均電流	92.5 毫安培	121.1 毫安培

### (二)、並聯後對電流的影響

從表7-15 中我們可以發現2 層的平均電流大約是單層平均電流的1.31 倍，所以我們認為並聯後它的電流值會增加。而在圖7-7 中我們可以看出，在2 層的情況下它的電流值也會隨著時間而變小，而從實驗數據上可以知道，在二十分鐘左右的最大的電流和最小的電流，兩者相差30~48毫安培。

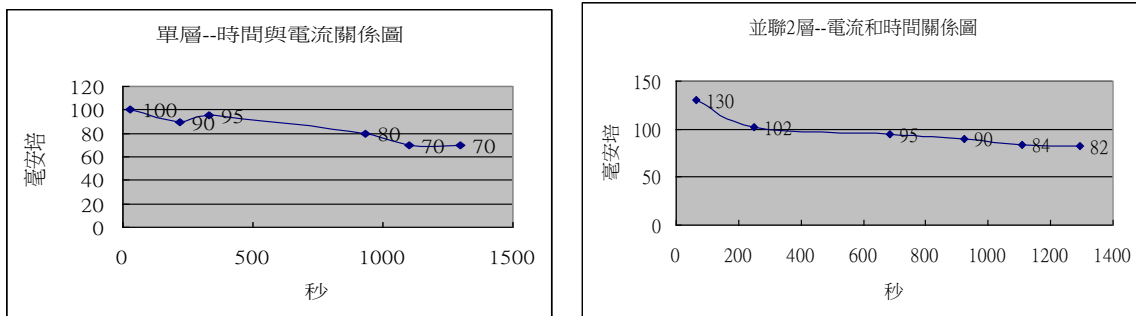


圖7-7 單層vs多層並聯電流與時間關係圖

### (三)、串聯後對電壓的影響

一開始我們只將電池串聯兩層，但卻發現它的電壓和電流都有增加，所以再以三、四、五層做實驗，得到在二十分鐘內的平均電壓與平均電流，分別如表7-16所示。從表中我們可以知道，在電壓方面有明顯的改變，在串聯2層後，它的電壓值增加了0.218伏特，而在串聯3層後，它的電壓增加了0.308伏特，而在串聯4層後，它的電壓增加了0.548伏特，而在串聯5層後，它的電壓增加了0.778伏特。而從圖7-8中我們也可以清楚地看出，**電壓會隨著串聯數愈多而增加。**

表7-16 單層與多層串聯後平均電壓、電流的比較：

串聯層數	單層	2層	3層	4層	5層
平均電壓	0.227 伏特	0.445 伏特	0.535 伏特	0.775 伏特	1.005 伏特
平均電流	92.5 毫安培	117.5 毫安培	239.8 毫安培	319.17 毫安培	576.67 毫安培

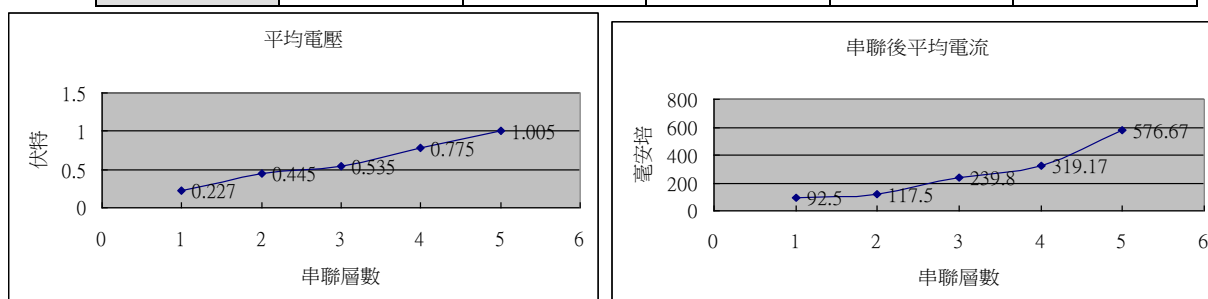


圖7-8 多層串聯的電流、電壓關係圖

### (四)、串聯後對電流的影響

從表7-16中我們可以知道，在電流方面也有明顯的改變，雖然在串聯2層後，它的電流值只增加了25毫安培，但在串聯3層後，它的電流增加了147.3毫安培，是單層電流的2.59倍，串聯4層後，它的電流增加了226.67毫安培，是單層電流的3.45倍，串聯5層後，它的電流增加了484.17毫安培，是單層電流的6.23倍。而從圖7-8中我們也可以清楚地看出，**電流會隨著串聯數愈多而增加。**

**(五)、外部串聯：當我們做成兩個電池後再利用導線將其串聯，卻發現電壓與電流值無法如同上述第(三、四)點那樣的增加。**

## 十一、自製電池

### (一)、針筒式電池

原本的構想是利用針筒的圓形容器以及活塞部份可以加上外力，所以我們試著將口徑2.3公分左右的針筒，置入鋁箔紙、面紙、食鹽水電解液以及活性碳做成電池（如圖7-9所示），測量它的電壓與電流值，**分別為0.21伏特以及50毫安培**。而它產生出來的電壓與電流太小無法使馬達運轉，或是使電燈泡發亮。



圖7-9 針筒式電池

## (二)、可攜式三明治碳夾心電池

由於自製針筒式電池無法應用在我們日常生活中，所以它算是失敗的作品，後來我們一直在尋找問題的所在，我們認為它的問題在於外部受力太小以及鋁箔紙反應面積太小。為了解決這些問題，我們利用了下列方式來克服：

1. 10X10CM 的容器來解決鋁箔反應面積太小的問題。
2. 利用 C 型夾當做外部重量的來源，以解決受力太小及受力不平均的問題。
3. 利用前面的實驗結果，『**串聯會增加電壓和電流**』，來增加電壓值和電流值。

製作過程如圖7-10 所示，在串聯5 層後，在平均電壓方面，可達到4.2 伏特(如表 7-17、7-18 所示)，而平均電流方面，在串聯200 歐姆的電阻後，量測到的值是24微安。從圖7-11 中可以看出，利用檸檬酸加食鹽水當成電解質水溶液，我們很高興地拿了馬達來試，發現馬達轉得比以前還快，接著又拿了 L E D 以及一般的手電筒電燈泡來試，也發現了它亮了起來，而且不輸給一般電池。

緊接著我們將電燈泡連接在電池上，實驗在作用下它的電力可以維持多久時間，答案令人振奮，它至少可以提供**120 分鐘以上的電力**。所以此次的自製電池中，算是成功了，而因為利用到 C 型夾來增加接觸面積，且利用塊狀的備長碳來導引電子，外表像極了夾心餅乾，於是我們命名為**可攜式三明治碳夾心電池**。

表7-17飽和食鹽水檸檬酸濃度1:1 串聯5 層後的平均電壓與電流：

時間	5 分鐘	30 分鐘	1 小時	1小時30分	6 小時	7 小時
平均電壓值	4.5 伏特	4.3 伏特	4.3 伏特	4.3 伏特	4.0 伏特	2.3 伏特
平均電流值	25 微安	24 微安	24 微安	26 微安	20 微安	16 微安

註：電流值是經串聯200 歐姆後所測得。




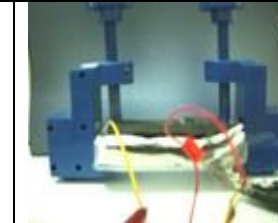
			
1. 10X10 鋁箔紙	2. 置入面紙與電解液	3. 放入20 公克活性碳 4. 串聯5 層	5. 置入備長碳 6. C 型夾固定施力 7. 完成

圖7-10可攜式夾心餅乾電池製作流程



圖7-11可攜式三明治碳夾心電池的應用

### (三)、罐裝式備長碳電池

〈一〉水量是否會影響罐裝式備長碳電池發電的情形？

我們由實驗中知道，備長碳也能夠導電，也能夠產生電壓和電流，因此，我們蒐集回收的160 ml、250 ml 和350 ml 鋁罐數個，將塊狀備長碳20g 直接放入鋁罐中，並加入飽和食鹽水水溶液，倒進鋁罐和鋁箔包盒中，用鱷魚夾夾好正負極再測平均電流和電壓(如表7- 18 所示)。

表7-18飽和食鹽水水溶液的平均電壓與電流：

鋁罐容量(ml)	160 ml	250 ml	350 ml
平均電壓值	0.6 伏特	0.7 伏特	0.72 伏特
平均電流值	96 毫安	200毫安	280 毫安




			
1. 塊狀備長炭10g，包覆10*10cm鋁箔紙	2. 置入電解液	3. 連接鱷魚夾	4. 三個串聯後可以使LED發亮

圖7-10罐裝式備長碳電池製作流程與應用狀況

結果分析：

同樣的導電體 10g 備長碳和10\*10 cm<sup>2</sup> 鋁箔紙在不等量的電解液中發現以 350c.c.的電解液量最多，電流量就越高，160c.c. 電解液最少，電流量就越低；而電壓相差不大，只差0.12伏特。

〈二〉將同一塊狀備長碳20g包覆10\*10cm鋁箔紙，並把飽和食鹽水和檸檬酸1：1水溶液共200 ml，倒進鋁罐容器中，是否加檸檬酸水溶液能增加電壓、電流的持續性？



時間 SEC	未加V	未加mA	已加V	已加mA
0	0.80	120	0.81	206
10	0.71	106	0.73	205
30	0.71	103	0.74	203
60	0.68	104	0.70	205
120	0.62	103	0.67	204
180	0.66	102	0.67	202
240	0.65	103	0.68	204
600	0.66	99	0.67	203
1200	0.67	100	0.68	200
1800	0.65	101	0.66	201

結果分析：

強酸加入食鹽水能增進電流量，電壓無明顯改變，所以市面上的電池，常因為要讓電池一次使用時間久一點，電流強一點，就在製作過程中用鉛或硫酸，而造成環境的污染並會發生危險。

〈三〉容器的材質是否會影響罐裝式備長碳電池發電？

我們蒐集燒杯、鋁罐、不鏽鋼杯、塑膠量杯四種不同材質的容器，將同一塊狀備長碳20g包覆10\*10cm鋁箔紙，直接放入容器中，並加入飽和食鹽水和檸檬酸1：1水溶液，倒進容器中，用鱷魚夾夾好正負極再測平均電流和電壓(如表7- 19 所示)。

容器的材質	燒杯	鋁罐	不鏽鋼杯	塑膠量杯
備長碳	塊狀備長碳 20g	塊狀備長碳 20g	塊狀備長碳 20g	塊狀備長碳 20g
電解液	300 c.c.	300 c.c.	300 c.c.	300 c.c.
產生的平均電壓	0.67伏特	0.71 伏特	0.68 伏特	0.69 伏特
產生的平均電流	200毫安培	240 毫安培	210 毫安培	200 毫安培

表7- 19

結果分析：

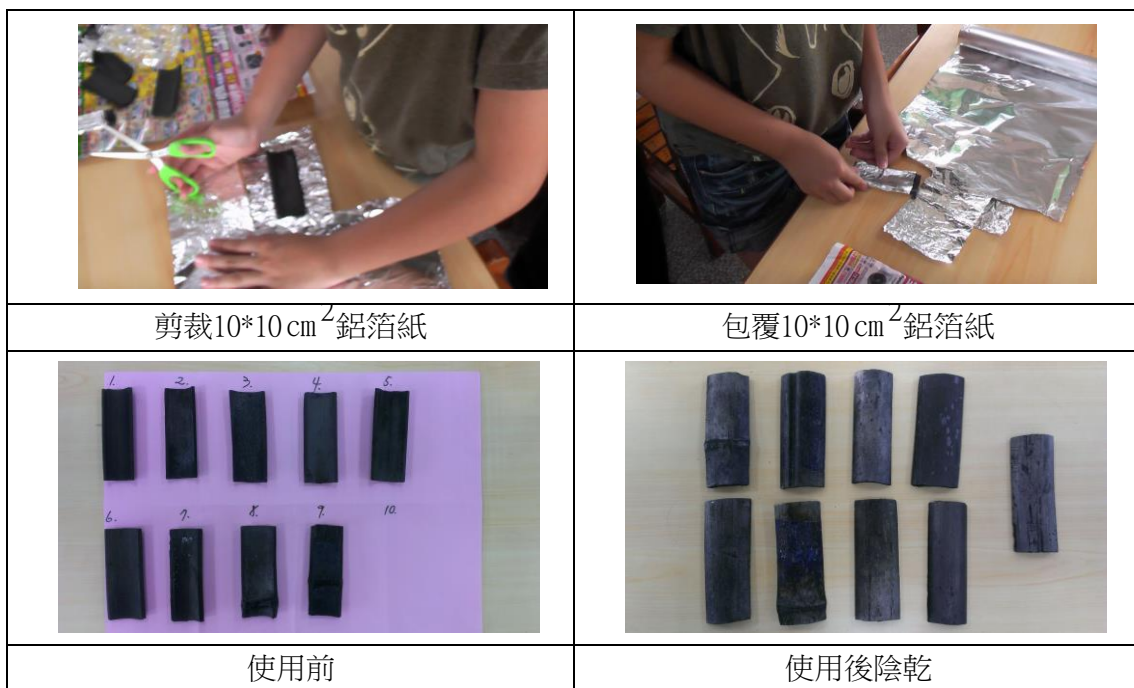
同樣的導電體 20g 備長碳和10\*10 cm<sup>2</sup> 鋁箔紙在不同容器的材質中發現不同材質的容器在平均電壓上沒有太大的不同，而在平均電流以鋁罐容器最大。

〈四〉不同重量的塊狀備長碳使用後陰乾是否影響產生的電壓與電流量？

不同重量的塊狀備長碳包覆相同 $10 \times 10 \text{ cm}^2$ 鋁箔紙，置入200毫升飽和食鹽水和檸檬酸1：1水溶液的鋁罐中，用鱷魚夾夾好正負極再測平均電流和電壓。

表7- 20 不同重量的塊狀備長碳使用後陰乾所產生的電壓與電流量

編號	塊狀備長碳重量g	電流 (mA)	電壓 (V)
1 號	12	140	0.71
2 號	13	152	0.72
3 號	16	155	0.77
4 號	17	169	0.73
5 號	19	178	0.76
6 號	20	200	0.73
7 號	23	215	0.77
8 號	24	221	0.76
9 號	25	234	0.77

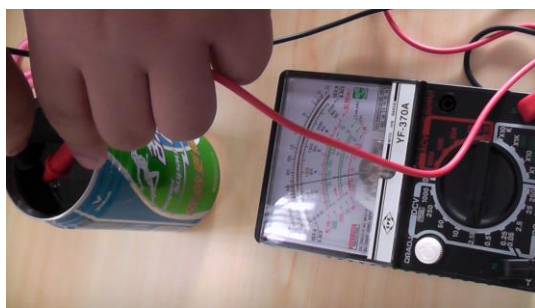


結果分析：

備長碳使用過後陰乾再使用仍然可以產生電流，越大號重量越重電流量更高，但是電壓差別不大。

〈五〉不同面積的鋁箔紙包覆相同塊狀備長碳，置入200毫升飽和食鹽水和檸檬酸1：1水溶液的鋁罐中，用鱷魚夾夾好正負極再測平均電流和電壓。

鋁箔紙面積 電流電壓	鋁箔紙 4cm×8cm	鋁箔紙 8cm×8cm	鋁箔紙 10cm×10cm	鋁箔紙 10cm×15cm	鋁箔紙 10cm×20cm
第一次電流 (mA)	163	192	201	206	200
第二次電流 (mA)	172	198	215	205	204
第一次電壓 (V)	0.80	0.78	0.79	0.70	0.68
第二次電壓 (V)	0.75	0.81	0.82	0.75	0.72
平均電流 (mA)	168	195	208	205.5	202
平均電壓 (V)	0.76	0.80	0.81	0.73	0.70



結果分析：

- 1.電流的值以鋁箔紙（4cm×8cm）效果較小，鋁箔紙（8cm×8cm）、鋁箔紙（10cm×10cm）、鋁箔紙（10cm×15cm）、鋁箔紙（10cm×20cm）產生的電流相當接近。
- 2.電壓的產生與鋁箔紙大小較無關係，五者相當接近介於0.7V—0.8V之間，並無顯著變化。
- 3.鋁箔紙長短雖不同，捲起來後，與塊狀備長碳接觸面積卻相同。所以產電成效三者差異不大，此現象可以解釋為產電成效與鋁箔接觸面積有關；與厚度無關。

## 捌、結論

### 一、不同種類的電解液對電壓及電流之影響

- (一)、濃度愈高的食鹽水，所得到的電壓值也較高。
- (二)、濃度愈高的食鹽水，所得到的電流值也較高。
- (三)、電流值會隨著時間而變小。
- (四)、各電解液中的平均電壓差別不大。
- (五)、各電解液中的平均電流以飽和食鹽水+100%冰醋酸和飽和食鹽水+檸檬酸劑為最大（340毫安培）。
- (六)、但是冰醋酸有刺鼻的酸臭味，因此我們選擇無刺鼻的酸臭味且不會造成污染的檸檬酸為添加的電解質催化劑，強酸強鹼加入鹽水能增進電流量，並且酸性比鹼性強，所以市面上的電池，常因為要讓電池一次使用時間久一點，電流強一點，就在製作過程中用鉛或硫酸，而造成環境的污染並會發生危險。

## 二、電解液量的多寡對電壓及電流之影響

- (一)、在一樣的電解液濃度，電壓值是不會受電解液量的影響。
- (二)、只要電解液的量夠沾濕整個吸水性材質，並貼滿整個鋁箔紙，電流值會趨於穩定。

## 三、外部的重量對於電池的電壓及電流的影響

- (一)、電壓值是不受外部重量而改變的。
- (二)、電流值會隨著外部的重量變重而變大。

## 四、不同吸水性材質對電壓及電流之影響

- (一)、在能保存電解液的情況下，電壓值和電流值是不受吸水性材質的變化而改變。

## 五、碳的種類對電池電壓及電流的影響

- (一)、使用一般的木炭無法量測到電壓和電流。
- (二)、備長碳和活性碳一樣，都可以測量到電壓和電流。

## 六、活性碳顆粒對電壓及電流之影響

- (一)、電壓值是不受顆粒大小而改變的。
- (二)、活性碳在磨成粉末之後，電流值明顯的下降。

## 七、活性碳多寡對電壓及電流之影響

- (一)、電壓值是不受活性碳量的多寡而改變的。
- (二)、電流值是不受活性碳量的多寡而有所變化。
- (三)、電壓值是不受活性碳所堆出的面積大小而影響。
- (四)、只要活性碳的面積能讓鋁箔紙完全的覆蓋，則電流值是不受影響的。

## 八、鋁箔板大小對電壓及電流之影響

- (一)、鋁箔板大小不會改變電壓值。
- (二)、鋁箔板愈大，所得到的電流值愈大。

## 九、備長碳的形狀對電壓及電流之影響

- (一)、塊狀的備長碳量到的電壓較磨碎的大

## 十、串、並聯後對電壓及電流之影響

- (一)、並聯後，電壓值是不受影響的。
- (二)、並聯後，電流值會增加。
- (三)、串聯後，電壓值和電流值都會增加。

## 十一、自製電池

### 1. 針筒式電池：

- (1) 平均電壓**0.21伏特**
- (2) 平均電流**50毫安培**

### 2. 可攜式三明治碳夾心電池

- (1). 平均電壓**4.28** 伏特(6 小時內)。
- (2). 電池壽命：**100 分鐘以上**（在小手電筒燈泡連續作用下）。

### 3. 可攜式罐裝備長碳電池：

- (1) 鋁罐容量350(ml)最佳
- (2) 平均電壓**0.72 伏特**
- (3) 平均電流**250毫安培**
- (4) 可以串聯使用
- (5) 強酸加入食鹽水能增進電流量，電壓無明顯改變
- (6) 在不同容器的材質中發現不同材質的容器在平均電壓上沒有太大的不同，而在平均電流以鋁罐容器最大。
- (7) 備長碳使用過後陰乾再使用仍然可以產生電流，越大號重量越重電流量更高，但是電壓差別不大。
- (8) 產電成效與鋁箔接觸面積有關；與厚度無關。

### 玖、心得

1. 從活性碳、備長碳、炭筆和烤肉用的木炭實驗中，經過食鹽水的電解，產生的電壓和電流以活性碳、備長碳最高，炭筆、烤肉的木炭則是量測不到電壓和電流。而且同一種碳的好壞取決於碳化的程度，碳化程度越高其導電效果越好，它可以重覆使用又可防輻射很環保。一般電池的碳棒會產生污染質，不希望推廣使用，因為會產生過多的CO<sub>2</sub> 破壞生態。所以實驗選擇活性碳、備長碳。
2. 加檸檬酸、冰醋酸和清潔劑強鹼的食鹽水的電流量都有很高的電流量，市面上一次用傳統電池大多採用稀鹽酸、稀硫酸會污染環境，利用檸檬酸、冰醋酸的效果一樣，但是又以檸檬酸無酸臭味較無污染和環保。
3. 每一個實驗數據都須要縝密的儀器設備及實施步驟，才能獲得有用的結果。
4. 為了讓電壓穩定，層層疊起時應注意接觸面要正，上下鋁箔紙歪掉或是在施加壓力時，如果互相接觸了會影響電壓大小，甚至量測不到電壓值。
5. 從自然與生活科技課本上瞭解什麼是飽和溶液，即每種物質的溶解度各不相同之下，在 20°C 時 100 克水中最多可溶解約 36 克的鹽，而達到最高溶解限度。這對我們在調配鹽的水溶液時而能掌握一定數量與反應過程。
6. 回收鋁罐和使用過的活性碳、備長碳能夠再利用活性碳、備長碳陰乾後仍能量測到電壓電流，鋁箔紙會產生空洞，電流會降低，鋁罐用過後仍可不斷重複使用，非常符合環保的精神。
7. 活性碳、備長碳和鋁在海水中產生的電流強；不但可以回收再使用也不會污染環境。它是一種貯備電池，即電池貯存時不要直接接觸電解液，直到電池使用時，才加入電解液，這樣就可以使用。
8. 經過改良研發製作體積小方便攜帶使用的可攜式三明治碳夾心電池，發現串聯後，電壓漸漸增加，因此每增一層風扇就轉得越快，1.7V 發光二極體燈泡在 3 層後電壓夠了全亮了，亮度也增強。將備長碳磨碎，也可以替代活性碳，但是因為自己研磨的關係，顆粒大小並不平均，因此，串聯時易導致歪斜而量測不到電壓，而塊狀備長碳重量較大，其電壓卻都是約 0.6V ~0.7V，所以磨碎平鋪接觸空氣面積較大，體積雖小卻可以得到較大的電壓和電流，是符合輕薄短小的實用價值。
9. 我們製作的可攜式罐裝備長碳電池的優點如下：
  - (一) 取得攜帶方便成本低，特別適用於移動式的裝置。
  - (二) 工作時沒有噪音。
  - (三) 電壓、電流、容量及電池外形尺寸均可做適當的調整。
  - (四) 能量轉換效率高，釋放電能又能儲存電能。
  - (五) 不同於一般電池的電解液沒有污染無毒鋁罐又可利用資源回收。

## 拾、參考資料及其他

- 1.牛頓教科書，自然與生活科技領域，第三冊，台北市，牛頓開發教科書股份有限公司，72 頁，九十二年。牛頓五上教科書第五冊許夢虹 2003. 5 牛頓開發教科書出版社台北市 19~25 頁。
- 2.珍妮絲.派特.范克勞馥，不可思議的科實驗室，初版，台北縣，世茂出版社，1頁，八十七年。
- 3.趙映雪譯，進入科學世界的圖畫書－電，三版，台北市，上誼文化實業股份有限公司，29 頁，八十五年五月。
- 4.謝基生，神奇的電池與磁石，台北縣土城鄉，鐘文出版社，79 頁，八十一年七月版。
- 5.瀧川洋二、石崎嘉治，伽利略工房隨手可做有趣的科學實驗，初版，台北縣新店市，世茂出版社，125 頁，九十一年五月。
- 6.科學實驗，許丁龍 2002 .1，風車圖書出版社，台北市 47~48、112~113 頁
- 7.科學發展 360 期，馬哲儒 2002. 1，行政院國家科學委員會，台北市 23~29、46~53 頁
- 8.駿安實業有限公司 [http://www.jun-an.com.tw/new\\_page\\_15.htm#14](http://www.jun-an.com.tw/new_page_15.htm#14)
- 9.中華太陽能聯誼會 查丁壬 <http://www.solar-i.com/content11.html>
- 10.國立海洋科學研究中心 <http://www.ncor.ntu.edu.tw/>
- 11.<http://www2.khjh.kh.edu.tw/~r120838649/service.html> 伏打電池實驗。
- 12.[http://content.edu.tw/junior/phy\\_chem/ty\\_lk/sir/content/cph8/c1001.htm](http://content.edu.tw/junior/phy_chem/ty_lk/sir/content/cph8/c1001.htm) 水果電池。