

彰化縣 113 學年度國民中小學學生獨立研究作品徵選
作品說明書（封面）

作品編號：

組別：

☒ 國小組

☐ 數學類

☐ 國中組

☒ 自然、科技

☐ 人文社會類

作品名稱：

「幣」能無限
-硬幣電功率之探討



第一階段 研究訓練階段

壹、近二年學校獨立研究課程之規劃

一、中年級

- (一) 網際網路的使用與限制。
- (二) 文書處理軟體的使用。
- (三) 相片編輯、CANVA 美工設計。
- (四) 各類儀器設備的操作與保養。
- (五) 文章閱讀摘要技巧。
- (六) 研究方法的認識與應用。

二、高年級

- (一) 閱讀與評析歷屆獨立研究得獎作品。
- (二) 選定有興趣的研究主題，並擬定計畫。
- (三) 依研究主題蒐集與分析各種資料。
- (四) 研究報告的撰寫與反思。

貳、學校如何提供該生獨立研究訓練

一、 中年級：

每週安排兩節專題研究，訓練基礎的研究技巧；同時安排各類校內外參訪活動，並觀摩校內外的獨立研究成果發表會，讓學生發掘自身有興趣的議題，從認識周遭環境開始，再向外拓展進而認識家鄉特色，以實際活動進行生活問題探索，為將來銜接高年級的獨立研究課程做準備。

二、高年級：

每週安排三節獨立研究，透過學生有興趣的研究主題，在教師的引導下擬定研究計畫。學生利用在中年級所學習的各類研究方法與科學儀器來進行研究主題探究，並將蒐集到的資料進行歸納與分析，培養學生自行解決問題的能力；除了完成研究報告外，學生應對於每一個研究歷程有自省與反思的能力。

第二階段 獨立研究

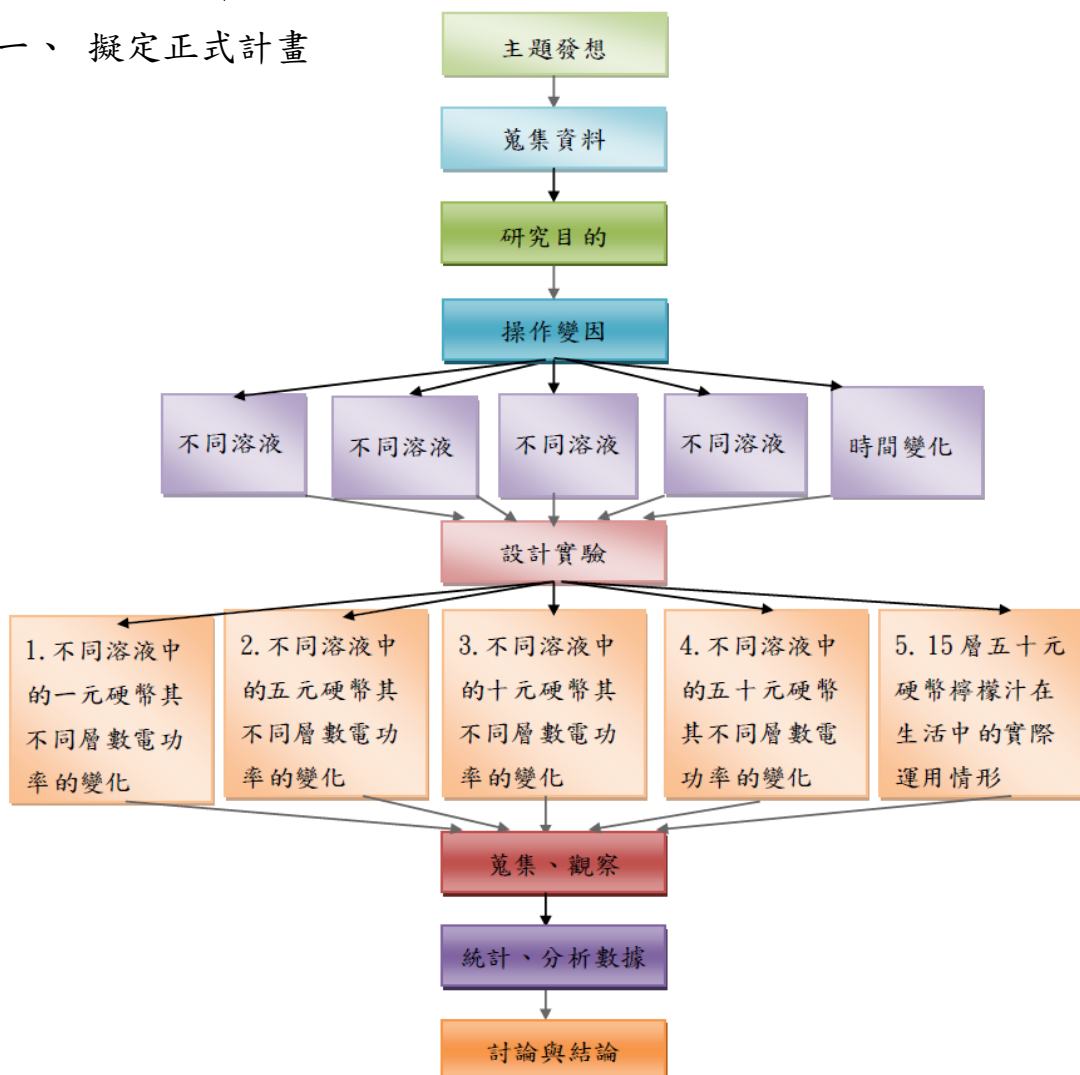
「幣」能無限-硬幣電功率之探討

壹、研究動機

「翰林版」四下自然課本第四單元「能源與電路」講解電池的原理以及電路的連接方式。電跟我們的生活息息相關，也給生活帶來便利，台灣近年來缺電，政府常宣導要節約能源；能夠節省能源很重要，但若能夠製造能源，那就更厲害了！老師還提到電可以轉化成光能、熱能、動能，如果沒有了電，會帶來生活的不方便，例如：街上的路燈、交通號誌無法正常使用、店家無法正常營運……等。有限的能源在自然界，要經過長時間才能形成，無法在短時間內補充人類耗用的數量，但若我們可以用身邊的東西發電，就可以不用怕缺電危機了。

貳、擬定正式計畫、研究問題及工作進度表

一、擬定正式計畫



二、研究問題

(一)不同溶液中的一元硬幣其不同層數電功率的變化？

1. 飽和食鹽水中一元硬幣在不同層數電功率的變化？
2. 檸檬汁中一元硬幣在不同層數電功率的變化？
3. 飽和太白粉水中一元硬幣在不同層數電功率的變化？
4. 飽和蔗糖水中一元硬幣在不同層數電功率的變化？

(二)不同溶液中的五元硬幣其不同層數電功率的變化？

1. 飽和食鹽水中五元硬幣在不同層數電功率的變化？
2. 檸檬汁中五元硬幣在不同層數電功率的變化？
3. 飽和太白粉水中五元硬幣在不同層數電功率的變化？
4. 飽和蔗糖水中五元硬幣在不同層數電功率的變化？

(三)不同溶液中的十元硬幣其不同層數電功率的變化？

1. 飽和食鹽水中十元硬幣在不同層數電功率的變化？
2. 檸檬汁中十元硬幣在不同層數電功率的變化？
3. 飽和太白粉水中十元硬幣在不同層數電功率的變化？
4. 飽和蔗糖水中十元硬幣在不同層數電功率的變化？

(四)不同溶液中的五十元硬幣其不同層數電功率的變化？

1. 飽和食鹽水中五十元硬幣在不同層數電功率的變化？
2. 檸檬汁中五十元硬幣在不同層數電功率的變化？
3. 飽和太白粉水中五十元硬幣在不同層數電功率的變化？
4. 飽和蔗糖水中五十元硬幣在不同層數電功率的變化？

(五)15 層五十元硬幣檸檬汁電池在生活中的實際運用？

三、研究目的

(一)不同溶液中的一元硬幣其不同層數電功率的變化

1. 飽和食鹽水中一元硬幣在不同層數電功率的變化
2. 檸檬汁中一元硬幣在不同層數電功率的變化
3. 飽和太白粉水中一元硬幣在不同層數電功率的變化
4. 飽和蔗糖水中一元硬幣在不同層數電功率的變化

(二)不同溶液中的五元硬幣其不同層數電功率的變化

1. 飽和食鹽水中五元硬幣在不同層數電功率的變化
2. 檸檬汁中五元硬幣在不同層數電功率的變化
3. 飽和太白粉水中五元硬幣在不同層數電功率的變化
4. 飽和蔗糖水中五元硬幣在不同層數電功率的變化

(三)不同溶液中的十元硬幣其不同層數電功率的變化

1. 飽和食鹽水中十元硬幣在不同層數電功率的變化
2. 檸檬汁中十元硬幣在不同層數電功率的變化
3. 飽和太白粉水中十元硬幣在不同層數電功率的變化
4. 飽和蔗糖水中十元硬幣在不同層數電功率的變化

(四)不同溶液中的五十元硬幣其不同層數電功率的變化

1. 飽和食鹽水中五十元硬幣在不同層數電功率的變化
2. 檸檬汁中五十元硬幣在不同層數電功率的變化
3. 飽和太白粉水中五十元硬幣在不同層數電功率的變化
4. 飽和蔗糖水中五十元硬幣在不同層數電功率的變化

(五)15 層五十元硬幣檸檬汁電池在生活中的實際運用情形

四、工作進度表

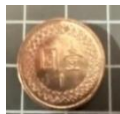
月份 項目	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	十一	十二
搜尋主題												
確定主題												
閱讀文獻												
進行實驗												
數據紀錄												
資料分析												
論文編輯												

參、彙整相關文獻

一、新臺幣硬幣種類

新臺幣硬幣最早自民國 38 年起由臺灣銀行開始發行，民國 89 年 7 月 1 日起則改由中央銀行發行，目前流通面額包括：壹圓、伍圓、拾圓、貳拾圓、伍拾圓。我們歸納分析出市面上常見的新臺幣硬幣一覽表，如表 3-1-1。

▼表 3-1-1 市面上常見的新臺幣硬幣一覽表

	一元硬幣	五元硬幣	十元硬幣	五十元硬幣
材質	銅 92%、鎳 6%、鋁 2%	銅 75%、鎳 25%	銅 75%、鎳 25%	銅 92%、鎳 6%、鋁 2%
正面圖案	蔣公像	蔣公像	國父像	國父像
正面照片				
背面圖案	壹圓字樣	伍圓字樣	隱藏圖案	隱藏圖案
背面照片				
重量	3.78 公克	4.35 公克	7.51 公克	10.00 公克
含銅量	3.48 公克	3.26 公克	5.63 公克	9.20 公克

二、酸鹼性(pH 值)

透過測量液體中氫離子濃度得知它的酸鹼性，並用 pH 值表示，pH 值的範圍從 0 至 14，其中 7 代表中性，pH 值小於 7 就是酸性，大於 7 就是鹼性，例如水的 pH 值為 7，代表它是中性。本實驗所用到的溶液 pH 值檢測出如下表：

▼表 3-2-1 溶液 pH 值一覽表

溶液名稱	飽和食鹽水	檸檬汁	飽和太白粉水	飽和蔗糖水
溶液圖片				
溶液 pH 值	pH7	pH3	pH6	pH7

三、通電的原理

電來自金屬上帶有電能量的小粒子，如果粒子往同一個方向移動，就會產生電能。利用鋅片帶電粒子比較活潑的特性，在鋅片與銅片中間連接導線，鋅片帶電粒子就會移動到銅片上。要讓帶電粒子移動，還需要「電解液」。電解液中的帶電粒子，它會保持兩邊金屬片的帶電量一致，讓鋅片的帶電粒子可以穩定的在導線中移動。

四、電流、電壓、電功率

(一)、電流

電有兩種，一種是靜止的，叫靜電；另一種是流動的，即是電流。電流就是電子的移動，電流的強度以電子每秒鐘的移動量來決定。表示電流強度的單位為安培（Ampere，簡寫為A）。

(二)、電壓

電壓即推動電流流過電路的力。電壓會影響電流，電壓升高，電流就變大，電力增強；電壓降低，電流和電力也跟着減弱。用來表示電壓高低的單位為伏特（Volt，簡寫為V）。

(三)、電功率

電器在一定時間內使用電能數量稱為電功率，量度單位是瓦特（Watt，簡寫為W）。電功率愈大，即電器每秒消耗能量就愈多。

（摘錄自：<https://wooo.tw/XcTFjdg>）

五、歷屆科展研究作品探討

我們蒐集並參考歷屆科展作品，將相關文獻分析整理如下表：

▼表 3-5-1 歷屆科展作品分析表

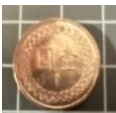
作者 (年代)	題目	摘要
蘇盈安 蘇盈亘 (2010)	「果」真如此-勁量水果電池	瞭解電極種類、電極間距離、電極與電解質的接觸面積、電解質的成分與濃度、電極串聯與並聯方式會影響水果電池發電效能。

陳愉方 (2011)	環保來「電」禮— 綠色環保電池	運用生活中容易取得的硬幣和鋁箔紙及廢棄的藥罐包裹，製造出既環保又有效率的簡易電池。
潘建達 曾揚傑 劉承翰 (2011)	凍”未條！水果在 放電～蕃茄「果 凍」鋅銅乾電池	以常見的水果做為電解質溶液，利用不同金屬製作可攜帶且不漏液之「蕃茄果凍鋅銅乾電池。」

六、實驗器具介紹：

在此次實驗中會使用到實驗器具與測量工具，如下表：

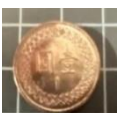
▼表 3-6-1 實驗材料一覽表

			
一元硬幣	五元硬幣	十元硬幣	五十元硬幣
			
紙板(2cm×2cm)	鋁箔(2cm×2cm)	三用電表	鱷魚夾
			
飽和食鹽水	檸檬汁	飽和太白粉水	蔗糖水

七、實驗步驟：

將實驗過程中每一組的實驗步驟分析，如下表：

▼表 3-7-1 實驗步驟分析表

步驟	步驟一	步驟二	步驟三	步驟四	步驟五
照片					
步驟內容	先放置鋁箔紙	放浸泡過溶液紙板	放上硬幣	按上列步驟往上疊	測量電壓、電流

每一組實驗均進行 12 次測量工作，去掉最大值和最小值後留下 10 組數據，求平均數值（到小數點第二位），即為該組實驗數值。

肆、資料分析

一、不同溶液中的一元硬幣其不同層數電功率的變化？

(一) 飽和食鹽水中一元硬幣在不同層數電功率的變化？

1. 實驗變因

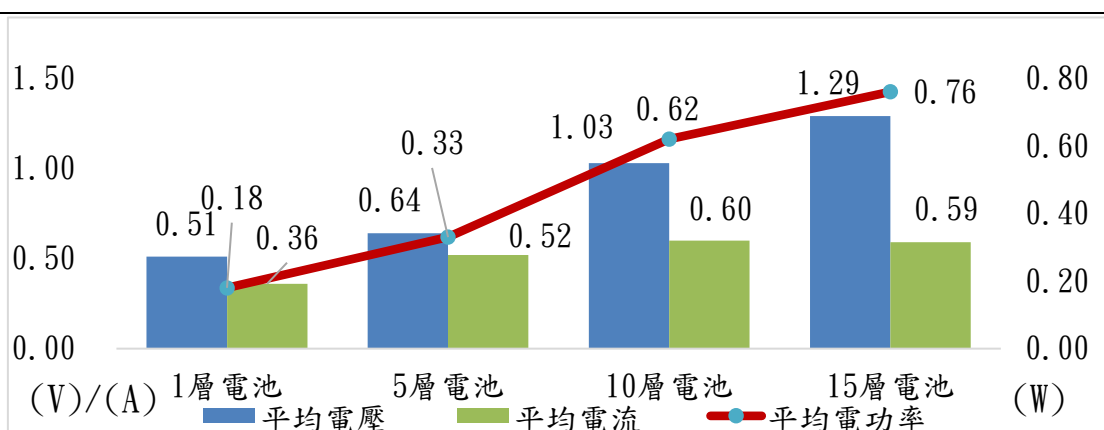
(1) 操作變因：不同層數

(2) 控制變因：飽和食鹽水、一元硬幣

(3) 應變變因：電功率

▼表 4-1-1 飽和食鹽水中一元硬幣在不同層數電功率變化統計表

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均	平均電 功率(W)
1 層 電 池	電壓 (V)	0.50	0.50	0.50	0.50	0.51	0.50	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.18
	電流 (A)	0.33	0.33	0.34	0.33	0.34	0.35	0.37	0.37	0.38	0.41	0.36	
5 層 電 池	電壓 (V)	0.63	0.66	0.69	0.63	0.63	0.63	0.64	0.66	0.69	0.66	0.65	0.34
	電流 (A)	0.51	0.55	0.54	0.54	0.52	0.53	0.52	0.51	0.49	0.50	0.52	
10 層 電 池	電壓 (V)	0.99	1.00	1.00	0.99	0.99	1.02	1.06	1.06	1.07	1.08	1.03	0.58
	電流 (A)	0.61	0.53	0.53	0.59	0.54	0.54	0.56	0.57	0.59	0.55	0.56	
15 層 電 池	電壓 (V)	1.31	1.29	1.29	1.30	1.30	1.29	1.26	1.28	1.29	1.30	1.29	0.76
	電流 (A)	0.67	0.65	0.48	0.65	0.50	0.41	0.48	0.65	0.68	0.72	0.59	



▲圖 4-1-1 飽和食鹽水中一元硬幣在不同層數電功率綜合圖

2. 綜合分析：由上表及上圖可以得知，在飽和食鹽水一元硬幣中，以平均電壓來看，15 層的 1.29V 為最高，1 層的 0.51V 為最低；以平均電流來說，15 層的 0.59A 為最高，1 層的 0.36A 為最低；以平均電功率而言，15 層的 0.76W 為最高，1 層的 0.18W 為最低；整體而言，在飽和食鹽水中一元硬幣以 15 層電池效能為最佳。

(二) 檸檬汁中一元硬幣在不同層數電功率的變化？

1. 實驗變因

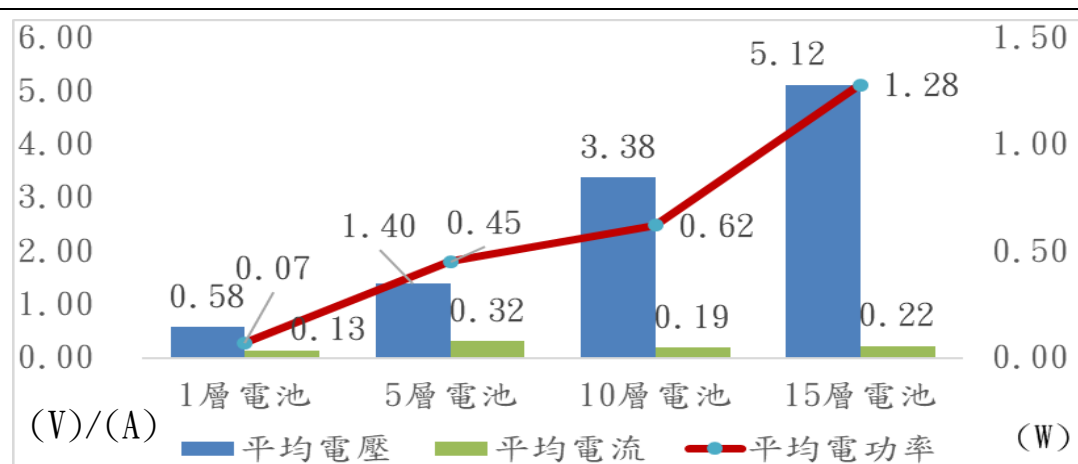
(1) 操作變因：不同層數

(2) 控制變因：檸檬汁、一元硬幣

(3) 應變變因：電功率

▼表 4-1-2 檸檬汁中一元硬幣在不同層數電功率的變化統計表

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均	平均電功率(W)
1層電池	電壓(V)	0.60	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.57	0.57	0.57	0.56	0.58	0.07
	電流(A)	0.14	0.13	0.13	0.12	0.13	0.13	0.12	0.12	0.12	0.12	0.13	
5層電池	電壓(V)	1.39	1.40	1.38	1.40	1.40	1.41	1.41	1.42	1.40	1.39	1.40	0.45
	電流(A)	0.35	0.34	0.34	0.34	0.33	0.32	0.31	0.31	0.31	0.29	0.32	
10層電池	電壓(V)	3.38	3.37	3.34	3.22	3.31	3.42	3.43	3.42	3.44	3.44	3.38	0.62
	電流(A)	0.20	0.20	0.19	0.19	0.19	0.18	0.18	0.18	0.17	0.17	0.19	
15層電池	電壓(V)	5.12	5.12	5.12	5.11	5.13	5.11	5.11	5.12	5.10	5.11	5.12	1.28
	電流(A)	0.28	0.28	0.27	0.26	0.25	0.24	0.24	0.23	0.23	0.22	0.25	



▲圖 4-1-2 檸檬汁中一元硬幣在不同層數電功率的綜合圖

2. 綜合分析：由上表及上圖可以得知，在檸檬汁一元硬幣中，以平均電壓來看，15 層的 5.12V 為最高，1 層的 0.58V 為最低；以平均電流來說，5 層的 0.32A 為最高，1 層的 0.13A 為最低；以平均電功率而言，15 層的 1.28W 為最高，1 層的 0.07W 為最低；整體而言，在檸檬汁一元硬幣中以 15 層電池的效能為最佳。

(三)飽和太白粉水中一元硬幣在不同層數電功率的變化？

1. 實驗變因

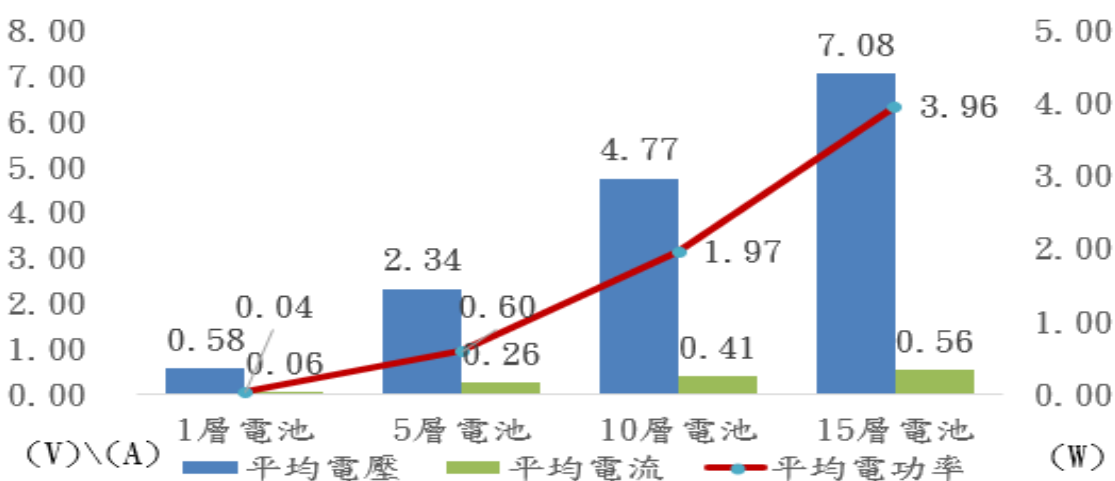
(1)操作變因：不同層數

(2)控制變因：飽和太白粉水、一元硬幣

(3)應變變因：電功率

▼表 4-1-3 飽和太白粉水中一元硬幣在不同層數電功率變化統計表

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均	平均電功率(W)
1層電池	電壓(V)	0.55	0.54	0.57	0.58	0.58	0.59	0.59	0.59	0.58	0.59	0.58	0.04
	電流(A)	0.08	0.08	0.07	0.04	0.04	0.03	0.04	0.08	0.12	0.05	0.06	
5層電池	電壓(V)	2.46	2.27	2.27	2.18	2.33	2.26	2.26	2.50	2.50	2.32	2.34	0.60
	電流(A)	0.25	0.27	0.28	0.26	0.24	0.26	0.26	0.25	0.26	0.26	0.26	
10層電池	電壓(V)	4.81	4.79	4.67	4.70	4.70	4.81	4.82	4.80	4.80	4.80	4.77	1.97
	電流(A)	0.40	0.40	0.41	0.41	0.41	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.41	
15層電池	電壓(V)	7.07	7.10	7.08	7.08	7.08	7.10	7.10	7.09	7.07	7.07	7.08	3.96
	電流(A)	0.55	0.55	0.56	0.57	0.54	0.57	0.57	0.57	0.55	0.56	0.56	



▲圖 4-1-3 飽和太白粉水中一元硬幣在不同層數電功率綜合圖

2. 綜合分析：由上表及上圖可以得知，在飽和太白粉水一元硬幣中，以平均電壓來看，15 層的 7.08V 為最高，1 層的 0.58V 為最低；以平均電流來說，15 層的 0.56A 為最高，1 層的 0.06A 為最低；以平均電功率而言，15 層的 3.96W 為最高，1 層的 0.04W 為最低；整體而言，在飽和太白粉水一元硬幣中以 15 層電池效能為最佳。

(四)飽和蔗糖水中一元硬幣在不同層數電功率的變化？

1. 實驗變因

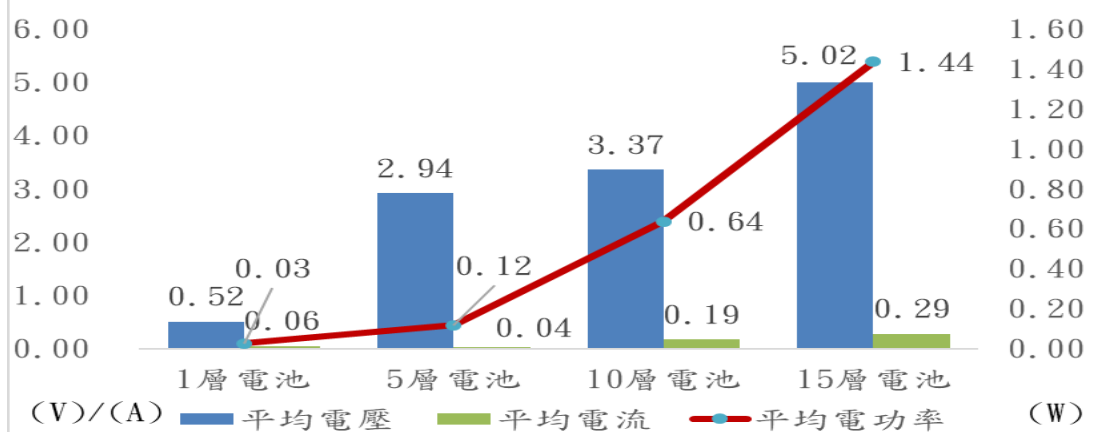
(1)操作變因：不同層數

(2)控制變因：飽和蔗糖水、一元硬幣

(3)應變變因：電功率

▼表 4-1-4 飽和蔗糖水中一元硬幣在不同層數電功率變化統計表

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均	平均電 功率(W)
1 層 電 池	電壓 (V)	0.53	0.52	0.52	0.52	0.53	0.52	0.52	0.52	0.53	0.53	0.52	0.03
	電流 (A)	0.08	0.08	0.07	0.04	0.04	0.03	0.04	0.08	0.12	0.05	0.06	
5 層 電 池	電壓 (V)	2.73	2.94	2.97	2.99	2.95	2.99	3.00	2.99	2.88	2.93	2.94	0.12
	電流 (A)	0.04	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.03	0.04	0.04	
10 層 電 池	電壓 (V)	3.38	3.37	3.34	3.22	3.31	3.42	3.42	3.44	3.43	3.38	3.37	0.64
	電流 (A)	0.20	0.20	0.19	0.19	0.19	0.18	0.18	0.18	0.17	0.22	0.19	
15 層 電 池	電壓 (V)	5.11	5.16	4.97	5.05	4.99	4.99	4.97	5.00	4.99	4.97	5.02	1.44
	電流 (A)	0.30	0.29	0.28	0.28	0.28	0.30	0.27	0.28	0.29	0.29	0.29	



▲圖 4-1-4 飽和蔗糖水中一元硬幣在不同層數電功率綜合圖

2. 綜合分析：由上表及上圖可以得知，在飽和蔗糖水一元硬幣中，以平均電壓來看，15 層的 5.02V 為最高，1 層的 0.52V 為最低；以平均電流來說，15 層的 0.29A 為最高，5 層的 0.04A 為最低；以平均電功率而言，15 層的 1.44W 為最高，1 層的 0.03W 為最低；整體而言，在飽和蔗糖水一元硬幣中以 15 層電池的效能為最佳。

二、不同溶液中的五元硬幣其不同層數電功率的變化？

(一)飽和食鹽水中五元硬幣在不同層數電功率的變化？

1. 實驗變因

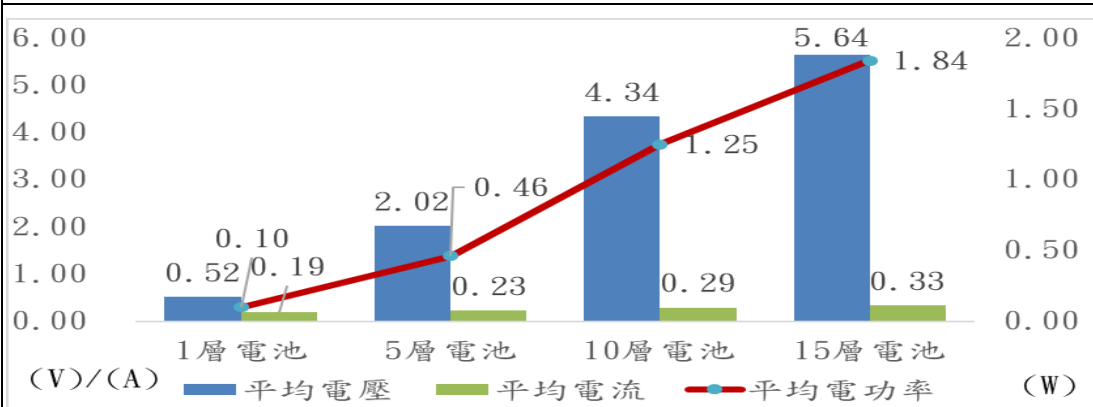
(1)操作變因：不同層數

(2)控制變因：飽和食鹽水、五元硬幣

(3)應變變因：電功率

▼表 4-2-1 飽和食鹽水中五元硬幣在不同層數電功率變化統計表

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均	平均電功率(W)
1層電池	電壓(V)	0.51	0.51	0.52	0.54	0.50	0.52	0.53	0.56	0.51	0.50	0.52	0.10
	電流(A)	0.13	0.17	0.19	0.20	0.20	0.21	0.22	0.20	0.15	0.18	0.19	
5層電池	電壓(V)	2.01	1.98	2.03	2.03	2.03	2.02	2.01	1.99	2.04	2.06	2.02	0.46
	電流(A)	0.18	0.28	0.18	0.29	0.19	0.29	0.17	0.26	0.18	0.28	0.23	
10層電池	電壓(V)	4.39	4.31	4.32	4.34	4.38	4.36	4.32	4.32	4.34	4.34	4.34	1.25
	電流(A)	0.29	0.30	0.30	0.28	0.30	0.30	0.28	0.28	0.27	0.28	0.29	
15層電池	電壓(V)	5.66	5.64	5.63	5.64	5.61	5.66	5.62	5.67	5.62	5.66	5.64	1.84
	電流(A)	0.27	0.38	0.28	0.36	0.28	0.38	0.27	0.38	0.28	0.38	0.33	



▲圖 4-2-1 飽和食鹽水中五元硬幣在不同層數電功率綜合圖

2. 綜合分析：由上表及上圖可以得知，在飽和食鹽水五元硬幣中，以平均電壓來看，15 層的 5.64V 為最高，1 層的 0.52V 為最低；以平均電流來說，15 層的 0.33A 為最高，1 層的 0.19A 為最低；以平均電功率而言，15 層 1.84W 為最高，1 層 0.10W 為最低；整體而言，在飽和食鹽水五元硬幣中以 15 層電池的效能為最佳。

(二)檸檬汁中五元硬幣在不同層數電功率的變化？

1. 實驗變因

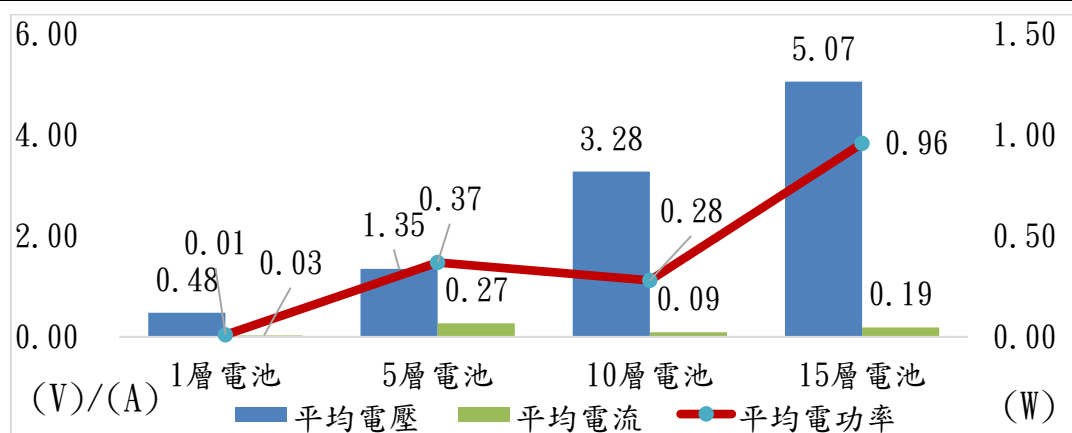
(1)操作變因：不同層數

(2)控制變因：檸檬汁、五元硬幣

(3)應變變因：電功率

▼表 4-2-2 檸檬汁中五元硬幣在不同層數電功率變化統計表

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均	平均電 功率(W)
1 層 電池	電壓 (V)	0.50	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.47	0.47	0.47	0.46	0.48	0.01
	電流 (A)	0.04	0.03	0.03	0.02	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	
5 層 電池	電壓 (V)	1.29	1.40	1.28	1.40	1.30	1.41	1.31	1.42	1.30	1.39	1.35	0.37
	電流 (A)	0.25	0.34	0.24	0.34	0.23	0.32	0.21	0.31	0.21	0.29	0.27	
10 層 電池	電壓 (V)	3.28	3.27	3.24	3.12	3.21	3.32	3.33	3.32	3.34	3.34	3.28	0.28
	電流 (A)	0.10	0.10	0.09	0.09	0.09	0.08	0.08	0.08	0.07	0.07	0.09	
15 層 電池	電壓 (V)	5.02	5.12	5.02	5.11	5.01	5.12	5.03	5.11	5.10	5.01	5.07	0.96
	電流 (A)	0.18	0.28	0.17	0.16	0.25	0.14	0.24	0.13	0.23	0.12	0.19	



▲圖 4-2-2 檸檬汁中五元硬幣在不同層數電功率綜合圖

2. 綜合分析：由上表及上圖可以得知，在檸檬汁五元硬幣中，以平均電壓來看，15 層的 5.07V 為最高，1 層的 0.48V 為最低；以平均電流來說，5 層的 0.27A 為最高，1 層的 0.03A 為最低；以平均電功率而言，15 層的 0.96W 為最高，1 層的 0.01W 為最低；整體而言，在檸檬汁五元硬幣中以 15 層電池的效能為最佳。

(三)飽和太白粉水中五元硬幣在不同層數電功率的變化？

1. 實驗變因

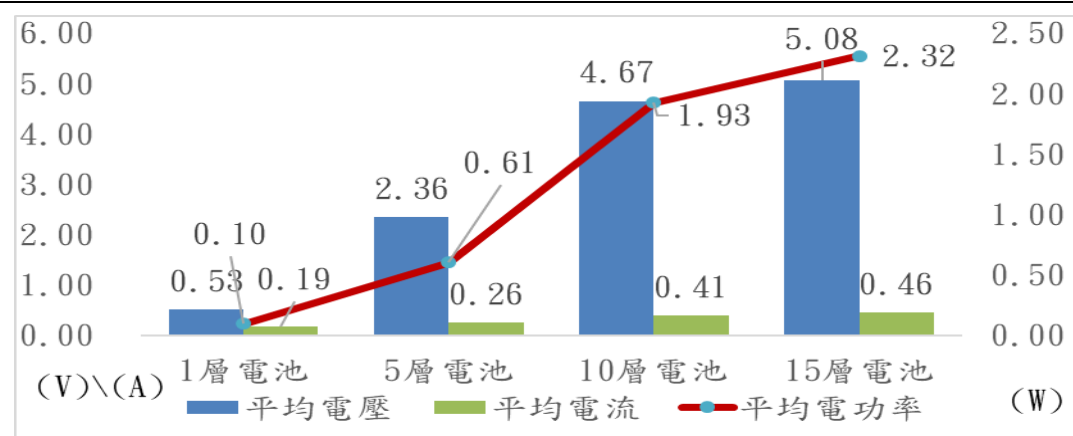
(1)操作變因：不同層數

(2)控制變因：飽和太白粉水、五元硬幣

(3)應變變因：電功率

▼表 4-2-3 飽和太白粉水中五元硬幣在不同層數電功率變化統計表

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均	平均電功率(W)
1層電池	電壓(V)	0.45	0.54	0.47	0.58	0.48	0.59	0.49	0.59	0.48	0.59	0.53	0.06
	電流(A)	0.08	0.08	0.07	0.14	0.14	0.13	0.14	0.08	0.12	0.15	0.11	
5層電池	電壓(V)	2.36	2.37	2.37	2.28	2.23	2.36	2.36	2.40	2.40	2.42	2.36	0.61
	電流(A)	0.25	0.27	0.28	0.26	0.25	0.24	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	
10層電池	電壓(V)	4.71	4.69	4.57	4.60	4.60	4.71	4.72	4.70	4.70	4.70	4.67	1.93
	電流(A)	0.40	0.40	0.41	0.41	0.41	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.41	
15層電池	電壓(V)	5.07	5.10	5.08	5.08	5.08	5.10	5.10	5.09	5.07	5.07	5.08	2.32
	電流(A)	0.45	0.45	0.47	0.44	0.47	0.46	0.47	0.45	0.45	0.46	0.46	



▲圖 4-2-3 飽和太白粉水中五元硬幣在不同層數電功率綜合圖

2. 綜合分析：由上表及上圖可以得知，在飽和太白粉水一元硬幣中，以平均電壓來看，15 層的 5.08V 為最高，1 層的 0.53V 為最低；以平均電流來說，15 層的 0.46A 為最高，1 層的 0.11A 為最低；以平均電功率而言，15 層的 2.32W 為最高，1 層的 0.06W 為最低；整體而言，在飽和太白粉水五元硬幣中以 15 層電池效能為最佳。

(四)飽和蔗糖水中五元硬幣在不同層數電功率的變化？

1. 實驗變因

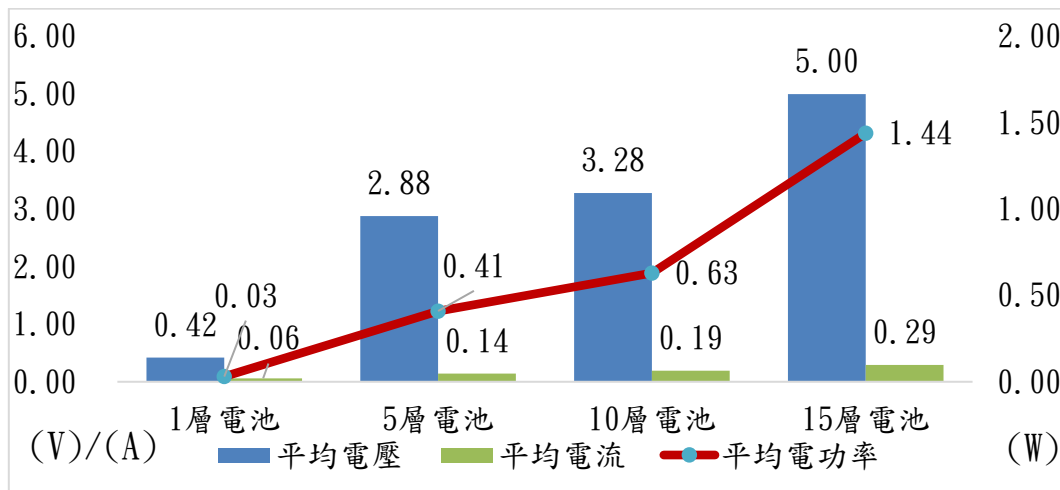
(1)操作變因：不同層數

(2)控制變因：飽和太白粉水、五元硬幣

(3)應變變因：電功率

▼表 4-2-4 飽和蔗糖水中五元硬幣在不同層數電功率變化統計表

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均	平均電功率(W)
1層電池	電壓(V)	0.43	0.42	0.42	0.42	0.43	0.42	0.42	0.42	0.43	0.43	0.42	0.03
	電流(A)	0.08	0.08	0.07	0.04	0.04	0.03	0.04	0.08	0.12	0.05	0.06	
5層電池	電壓(V)	2.63	2.94	2.87	2.89	2.95	2.89	3.00	2.89	2.78	2.93	2.88	0.41
	電流(A)	0.14	0.15	0.15	0.14	0.15	0.14	0.14	0.14	0.13	0.14	0.14	
10層電池	電壓(V)	3.28	3.27	3.24	3.22	3.21	3.32	3.33	3.32	3.34	3.30	3.28	0.63
	電流(A)	0.20	0.20	0.19	0.19	0.19	0.18	0.18	0.17	0.18	0.24	0.19	
15層電池	電壓(V)	5.01	5.06	4.97	5.05	4.99	4.99	4.97	5.00	4.99	4.97	5.00	1.44
	電流(A)	0.31	0.29	0.28	0.28	0.28	0.31	0.27	0.28	0.29	0.29	0.29	



▲圖 4-2-4 飽和蔗糖水中五元硬幣在不同層數電功率綜合圖

2. 綜合分析：由上表及上圖可以得知，在飽和蔗糖水一元硬幣中，以平均電壓來看，15 層的 5.00V 為最高，1 層的 0.42V 為最低；以平均電流來說，15 層的 0.29A 為最高，1 層的 0.06A 為最低；以平均電功率而言，15 層的 1.44W 為最高，1 層的 0.03W 為最低；整體而言，在飽和蔗糖水五元硬幣中以 15 層電池效能為最佳。

三、十元硬幣在不同層數中電功率的變化？

(一) 飽和食鹽水中十元硬幣在不同層數其電功率的變化？

1. 實驗變因

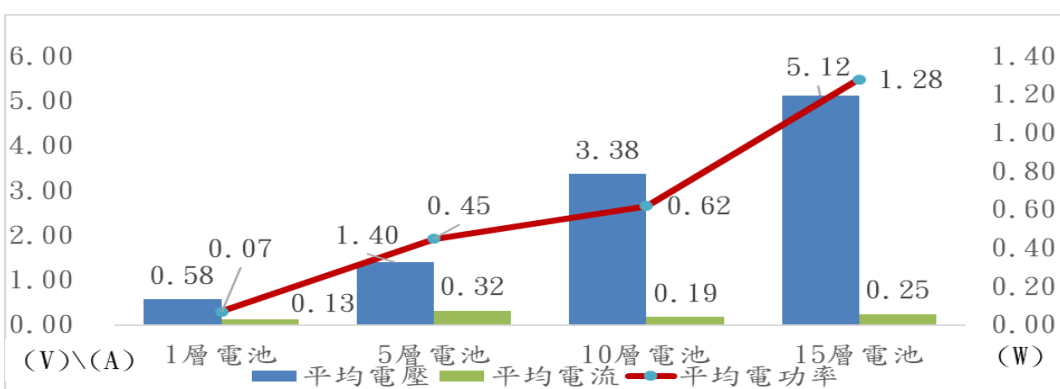
(1)操作變因：不同層數

(2)控制變因：飽和食鹽水、十元硬幣

(3)應變變因：電功率

▼表 4-3-1 飽和食鹽水中十元硬幣在不同層數電功率變化統計表

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均	平均電功率(W)
1層電池	電壓(V)	0.60	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.57	0.57	0.57	0.56	0.58	0.07
	電流(A)	0.14	0.13	0.13	0.12	0.13	0.13	0.12	0.12	0.12	0.12	0.13	
5層電池	電壓(V)	1.39	1.40	1.38	1.40	1.40	1.41	1.41	1.42	1.40	1.39	1.40	0.45
	電流(A)	0.35	0.34	0.34	0.34	0.33	0.32	0.31	0.31	0.31	0.29	0.32	
10層電池	電壓(V)	3.38	3.37	3.34	3.22	3.31	3.42	3.43	3.42	3.44	3.44	3.38	0.62
	電流(A)	0.20	0.20	0.19	0.19	0.19	0.18	0.18	0.18	0.17	0.17	0.19	
15層電池	電壓(V)	5.12	5.12	5.12	5.11	5.13	5.11	5.11	5.12	5.10	5.11	5.12	1.28
	電流(A)	0.28	0.28	0.27	0.26	0.25	0.24	0.24	0.23	0.23	0.22	0.25	



▲圖 4-3-1 飽和食鹽水中十元硬幣在不同層數電功率綜合圖

2. 綜合分析：由上表及上圖可以得知，在飽和食鹽水十元硬幣中，以平均電壓來看，15 層電池的 5.12V 為最高，1 層電池的 0.58V 為最低；以平均電流來說，5 層電池的 0.32A 為最高，1 層電池的 0.13A 為最低；以平均電功率而言，15 層電池的 1.28W 為最高，1 層電池的 0.07W 為最低；整體而言，在飽和食鹽水十元硬幣中以 15 層電池的效能最佳。

(二) 檸檬汁中十元硬幣在不同層數其電功率的變化？

1. 實驗變因

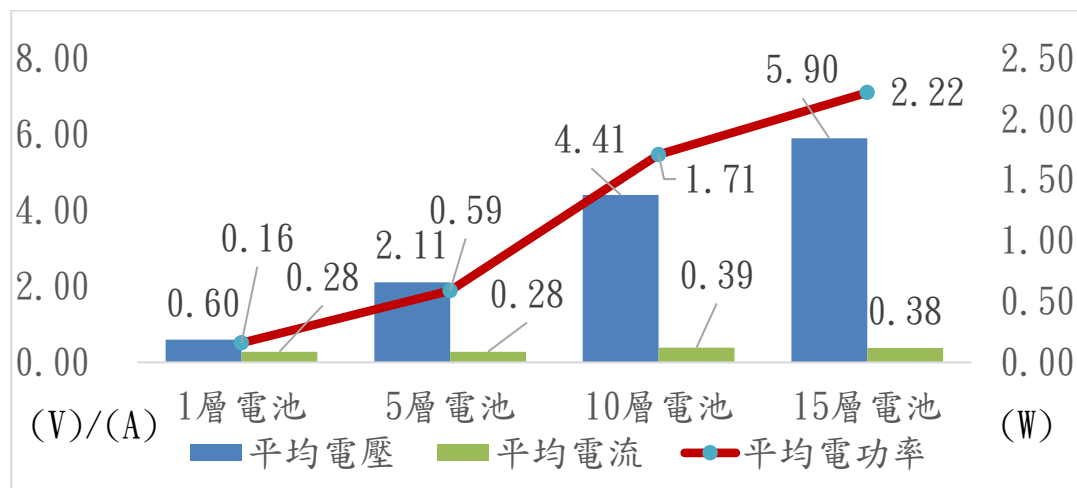
(1)操作變因：不同層數

(2)控制變因：檸檬汁、十元硬幣

(3)應變變因：電功率

▼表 4-3-2 檸檬汁中十元硬幣在不同層數電功率變化統計表

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均	平均電 功率(W)
1 層 電 池	電壓 (V)	0.61	0.61	0.61	0.60	0.60	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.60	0.16
	電流 (A)	0.23	0.27	0.29	0.30	0.30	0.31	0.32	0.20	0.25	0.28	0.28	
5 層 電 池	電壓 (V)	1.98	2.21	2.18	2.15	2.01	2.14	2.21	2.11	2.06	2.09	2.11	0.59
	電流 (A)	0.28	0.28	0.28	0.29	0.29	0.29	0.27	0.26	0.28	0.28	0.28	
10 層 電 池	電壓 (V)	4.45	4.45	4.47	4.42	4.40	4.37	4.34	4.50	4.31	4.35	4.41	1.71
	電流 (A)	0.39	0.40	0.40	0.38	0.40	0.40	0.38	0.38	0.37	0.38	0.39	
15 層 電 池	電壓 (V)	5.86	5.83	5.86	5.84	5.77	5.89	5.89	5.99	6.01	6.01	5.90	2.22
	電流 (A)	0.37	0.38	0.38	0.36	0.38	0.38	0.37	0.38	0.38	0.38	0.38	



▲圖 4-3-2 檸檬汁中十元硬幣在不同層數電功率綜合圖

2. 綜合分析：由上表及上圖可以得知，在檸檬汁十元硬幣中，以平均電壓來看，15 層電池 5.26V 為最高，1 層電池 0.52V 為最低；以平均電流來說，10 層電池 5.26A 為最高，1 層電池 0.26A 為最低；以平均電功率而言，10 層電池 2.95W 為最高，1 層電池 0.16W 為最低；整體而言，在檸檬汁十元硬幣中以 10 層電池效能為最佳。

(三) 飽和太白粉水中十元硬幣在不同層數其電功率的變化？

1. 實驗變因

(1)操作變因：不同層數

(2)控制變因：飽和太白粉水、十元硬幣

(3)應變變因：電功率

▼表 4-3-3 飽和太白粉水中十元硬幣在不同層數電功率統計表

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均	平均電功率(W)
1層電池	電壓(V)	0.53	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.53	0.53	0.52	0.07
	電流(A)	0.13	0.13	0.13	0.13	0.12	0.12	0.12	0.12	0.14	0.16	0.13	
5層電池	電壓(V)	2.18	2.19	2.18	2.15	2.16	2.17	2.13	2.16	2.16	2.16	2.16	0.28
	電流(A)	0.15	0.15	0.02	0.14	0.14	0.14	0.14	0.13	0.14	0.14	0.13	
10層電池	電壓(V)	3.88	3.85	3.84	3.76	3.76	3.74	3.74	3.74	3.71	3.71	3.77	0.35
	電流(A)	0.09	0.09	0.10	0.10	0.10	0.09	0.09	0.09	0.10	0.08	0.09	
15層電池	電壓(V)	5.19	5.23	5.28	5.26	5.21	5.30	5.24	5.27	5.34	5.23	5.26	0.50
	電流(A)	0.09	0.09	0.10	0.09	0.09	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	



▲圖 4-3-3 飽和太白粉水中十元硬幣在不同層數電功率綜合圖

2. 綜合分析：由上表及上圖可以得知，在飽和太白粉水十元硬幣中，以平均電壓來看，15 層電池的 5.26V 為最高，1 層電池的 0.52V 為最低；以平均電流來說，1 層和 5 層電池的 0.13A 為最高，15 層電池的 0.10A 為最低；以平均電功率而言，15 層電池的 0.50W 為最高，5 層電池的 0.28W 為最低；整體而言，在飽和太白粉水十元硬幣中以 15 層電池的效能為最佳。

(四) 飽和蔗糖水中十元硬幣在不同層數其電功率的變化？

1. 實驗變因

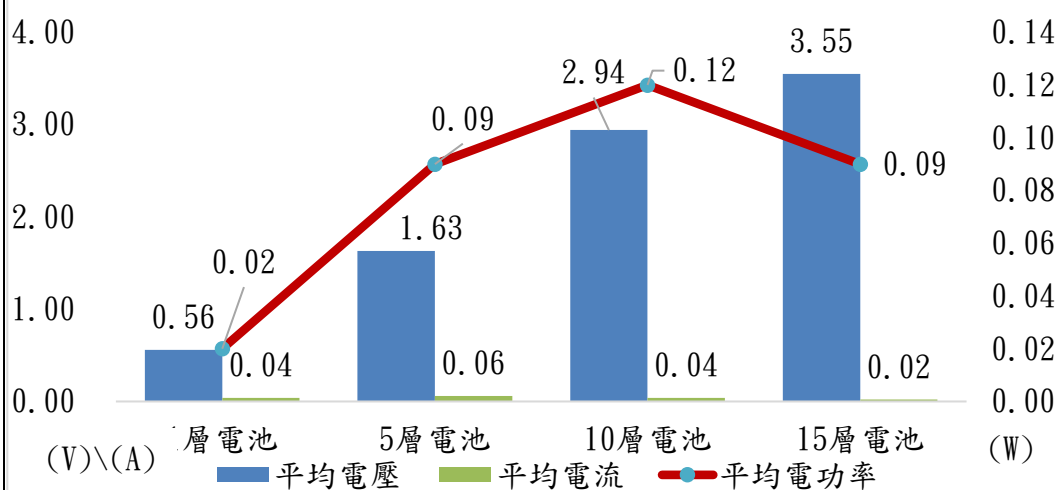
(1) 操作變因：不同層數

(2) 控制變因：飽和蔗糖水、十元硬幣

(3) 應變變因：電功率

▼表 4-3-4 飽和蔗糖水中十元硬幣在不同層數電功率統計表

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均	平均電功率(W)
1層電池	電壓(V)	0.57	0.57	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.02
	電流(A)	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.04	
5層電池	電壓(V)	1.65	1.47	1.56	1.42	1.41	1.70	1.80	1.80	1.74	1.76	1.63	0.09
	電流(A)	0.08	0.02	0.05	0.04	0.06	0.07	0.07	0.06	0.03	0.07	0.06	
10層電池	電壓(V)	2.73	2.94	2.97	2.99	2.95	2.99	3.00	2.99	2.88	2.93	2.94	0.12
	電流(A)	0.04	0.05	0.05	0.04	0.05	0.04	0.04	0.04	0.03	0.04	0.04	
15層電池	電壓(V)	3.44	3.44	3.29	3.19	3.60	3.79	3.81	3.75	3.47	3.68	3.55	0.07
	電流(A)	0.02	0.02	0.02	0.02	0.08	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	



▲圖 4-3-4 飽和蔗糖水中十元硬幣在不同層數電功率綜合圖

2. 綜合分析：由上表及上圖可以得知，在飽和蔗糖水十元硬幣中，以平均電壓來看，15 層電池的 3.55V 為最高，1 層電池的 0.56V 為最低；以平均電流來說，5 層電池的 0.06A 為最高，15 層電池的 0.02A 為最低；以平均電功率而言，15 層電池的 0.50W 為最高，1 層電池的 0.02W 為最低；整體而言，在飽和蔗糖水十元硬幣中以 15 層電池的效能為最佳。

四、五十元硬幣在不同層數中電功率的變化？

(一) 飽和食鹽水中五十元硬幣在不同層數其電功率的變化？

1. 實驗變因

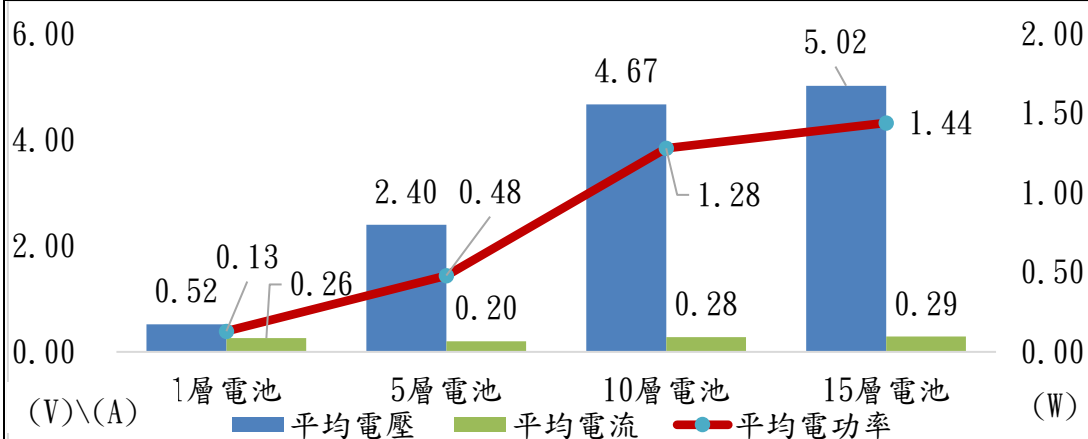
(1)操作變因：不同層數

(2)控制變因：飽和食鹽水、五十元硬幣

(3)應變變因：電功率

▼表 4-4-1 飽和食鹽水中五十元硬幣在不同層數電功率統計表

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均	平均電 功率(W)
1 層 電 池	電壓 (V)	0.52	0.54	0.54	0.51	0.50	0.54	0.54	0.50	0.50	0.48	0.52	0.13
	電流 (A)	0.21	0.16	0.10	0.37	0.13	0.24	0.25	0.33	0.38	0.40	0.26	
5 層 電 池	電壓 (V)	2.53	2.01	2.10	2.51	2.49	2.41	2.52	2.52	2.52	2.41	2.40	0.48
	電流 (A)	0.20	0.20	0.20	0.16	0.21	0.20	0.20	0.22	0.19	0.20	0.20	
10 層 電 池	電壓 (V)	4.68	4.68	4.68	4.68	4.67	4.67	4.66	4.65	4.65	4.66	4.67	1.28
	電流 (A)	0.32	0.30	0.30	0.29	0.27	0.27	0.26	0.26	0.24	0.24	0.28	
15 層 電 池	電壓 (V)	5.11	5.16	4.97	5.05	4.99	4.99	4.97	5.00	4.99	4.97	5.02	1.44
	電流 (A)	0.30	0.29	0.28	0.28	0.28	0.28	0.30	0.27	0.29	0.29	0.29	



▲圖 4-4-1 飽和食鹽水中五十元硬幣在不同層數電功率綜合圖

2. 綜合分析：由上表及上圖可以得知，在飽和食鹽水五十元硬幣中，以平均電壓來看，15 層電池 5.02V 為最高，1 層電池 0.52V 為最低；以平均電流來說，15 層電池 0.29A 為最高，5 層電池 0.20A 為最低；以平均電功率而言，15 層電池 1.44W 為最高，1 層電池 0.13W 為最低；整體而言，在飽和食鹽水五十元硬幣中 15 層電池的效能為最佳。

(二) 檸檬汁中五十元硬幣在不同層數其電功率的變化？

1. 實驗變因

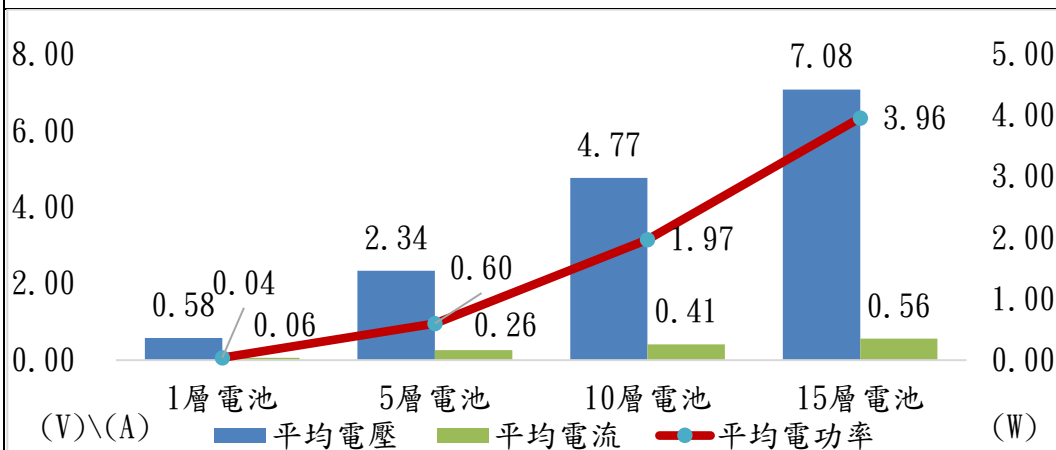
(1) 操作變因：不同層數

(2) 控制變因：檸檬汁、五十元硬幣

(3) 應變變因：電功率

▼表 4-4-2 檸檬汁中五十元硬幣在不同層數電功率統計表

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均	平均電功率(W)
1層電池	電壓(V)	0.55	0.54	0.57	0.58	0.58	0.59	0.58	0.59	0.59	0.59	0.58	0.04
	電流(A)	0.08	0.08	0.07	0.04	0.04	0.03	0.04	0.08	0.12	0.05	0.06	
5層電池	電壓(V)	2.46	2.27	2.27	2.18	2.33	2.26	2.26	2.50	2.50	2.32	2.34	0.60
	電流(A)	0.25	0.27	0.28	0.26	0.25	0.24	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	
10層電池	電壓(V)	4.81	4.68	4.68	4.68	4.67	4.67	4.66	4.65	4.65	4.66	4.68	1.93
	電流(A)	0.40	0.40	0.41	0.41	0.41	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.41	
15層電池	電壓(V)	7.07	7.10	7.08	7.08	7.08	7.10	7.10	7.09	7.07	7.07	7.08	3.96
	電流(A)	0.55	0.55	0.56	0.57	0.54	0.57	0.57	0.57	0.55	0.56	0.56	



▲圖 4-4-2 檸檬汁中五十元硬幣在不同層數電功率綜合圖

2. 綜合分析：由上表及上圖可以得知，在檸檬汁五十元硬幣中，以平均電壓來看，15 層電池的 7.08V 為最高，1 層電池的 0.58V 為最低；以平均電流來說，15 層電池的 0.56A 為最高，1 層電池的 0.06A 為最低；以平均電功率而言，15 層電池的 3.96W 為最高，1 層電池的 0.04W 為最低；整體而言，在檸檬汁五十元硬幣中以 15 層電池的效能為最佳。

(三) 飽和太白粉水中五十元硬幣在不同層數其電功率的變化？

1. 實驗變因

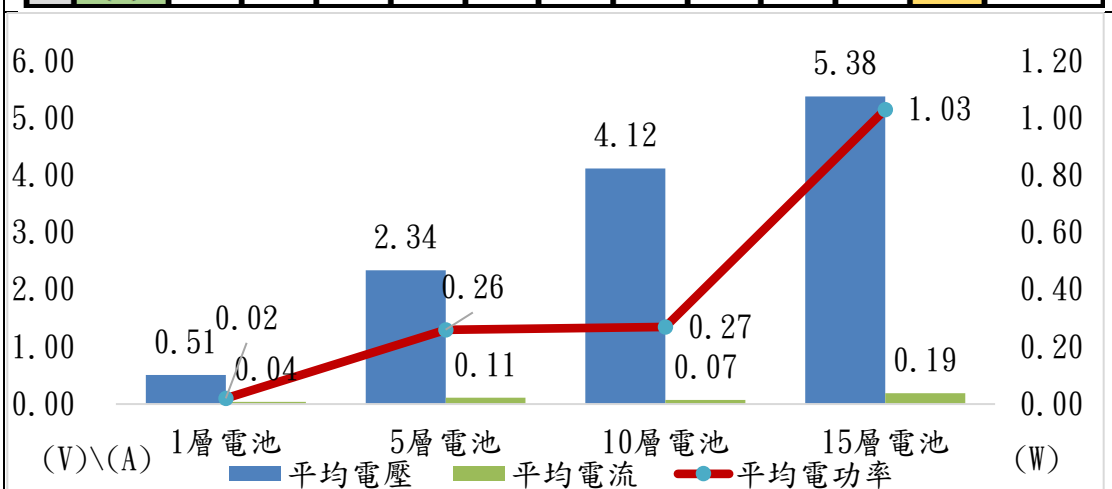
(1)操作變因：不同層數

(2)控制變因：飽和太白粉水、五十元硬幣

(3)應變變因：電功率

▼表 4-4-3 飽和太白粉水中五十元硬幣在不同層數電功率統計表

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均	平均電功率(W)
1層電池	電壓(V)	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.46	0.51	0.02
	電流(A)	0.02	0.03	0.03	0.04	0.04	0.05	0.06	0.06	0.06	0.05	0.04	
5層電池	電壓(V)	2.32	2.34	2.33	2.31	2.32	2.39	2.35	2.35	2.35	2.37	2.34	0.26
	電流(A)	0.10	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.10	0.12	0.11	
10層電池	電壓(V)	4.28	3.66	4.00	4.00	4.04	4.49	4.40	4.27	4.09	3.98	4.12	0.27
	電流(A)	0.07	0.06	0.07	0.06	0.07	0.06	0.07	0.07	0.07	0.06	0.07	
15層電池	電壓(V)	5.34	5.35	5.38	5.34	5.33	5.36	5.35	5.40	5.45	5.48	5.38	1.03
	電流(A)	0.28	0.20	0.19	0.19	0.18	0.18	0.18	0.18	0.17	0.17	0.19	



▲圖 4-4-3 飽和太白粉水中五十元硬幣在不同層數電功率綜合圖

2. 綜合分析：由上表及上圖可以得知，在飽和太白粉水五十元硬幣中，以平均電壓來看，15層電池的 5.38V 為最高，1層電池的 0.51V 為最低；以平均電流來說，15層電池的 0.19A 為最高，1層電池的 0.04A 為最低；以平均電功率而言，15層電池的 1.03W 為最高，1層電池的 0.02W 為最低；整體而言，在飽和太白粉水五十元硬幣中以 15層電池的效能為最佳。

(四) 飽和蔗糖水中五十元硬幣在不同層數其電功率的變化？

1. 實驗變因

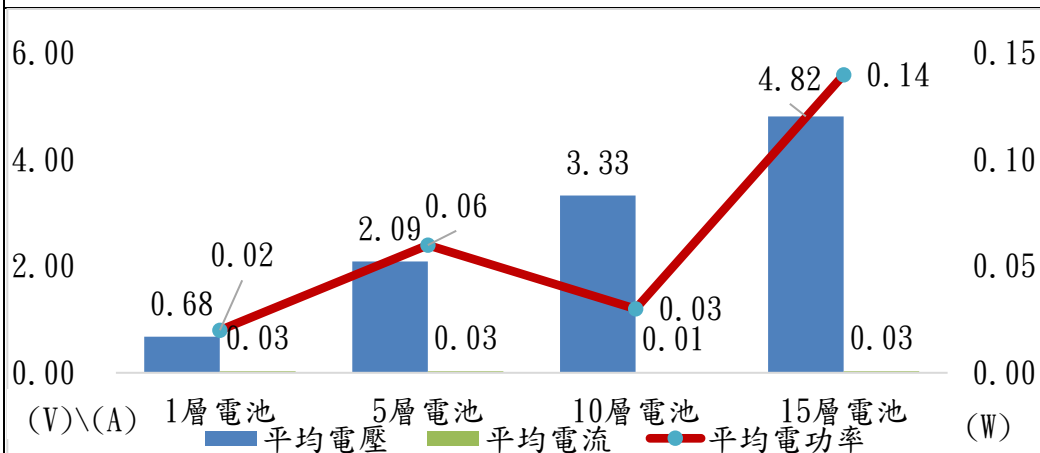
(1)操作變因：不同層數

(2)控制變因：飽和蔗糖水、五十元硬幣

(3)應變變因：電功率

▼表 4-4-4 飽和蔗糖水中五十元硬幣在不同層數電功率統計表

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均	平均電 功率(W)
1 層 電池	電壓 (V)	0.67	0.67	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.02
	電流 (A)	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	
5 層 電池	電壓 (V)	2.06	2.03	2.10	2.00	2.12	2.12	2.12	2.11	2.10	2.10	2.09	0.06
	電流 (A)	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	
10 層 電池	電壓 (V)	3.29	3.25	3.46	3.45	3.58	3.44	3.20	3.19	3.20	3.21	3.33	0.03
	電流 (A)	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	
15 層 電池	電壓 (V)	4.89	4.65	4.68	4.81	4.84	4.86	4.87	4.87	4.88	4.89	4.82	0.14
	電流 (A)	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	



▲圖 4-4-4 飽和蔗糖水中五十元硬幣在不同層數電功率綜合圖

2. 綜合分析：由上表及上圖可以得知，在飽和蔗糖水五十元硬幣中，以平均電壓來看，15 層電池的 4.82V 為最高，1 層電池的 0.68V 為最低；以平均電流來說，1 層、5 層和 15 層電池的 0.03A 為最高，10 層電池的 0.01A 為最低；以平均電功率而言，15 層電池的 0.14W 為最高，1 層電池的 0.02W 為最低；整體而言，在飽和蔗糖水五十元硬幣中以 15 層電池的效能為最佳。

五、在 15 層五十元硬幣中，檸檬汁電池其生活中的應用？

在以上四個實驗中，15 層五十元硬幣搭配檸檬汁電池的電功率最高，所以決定設計實驗五，運用至生活中常見的 LED 燈及時鐘。

(一)實驗變因

1. 操作變因：時間變化
2. 控制變因：檸檬汁、50 元硬幣、15 層
3. 應變變因：LED 的變化、時鐘運轉

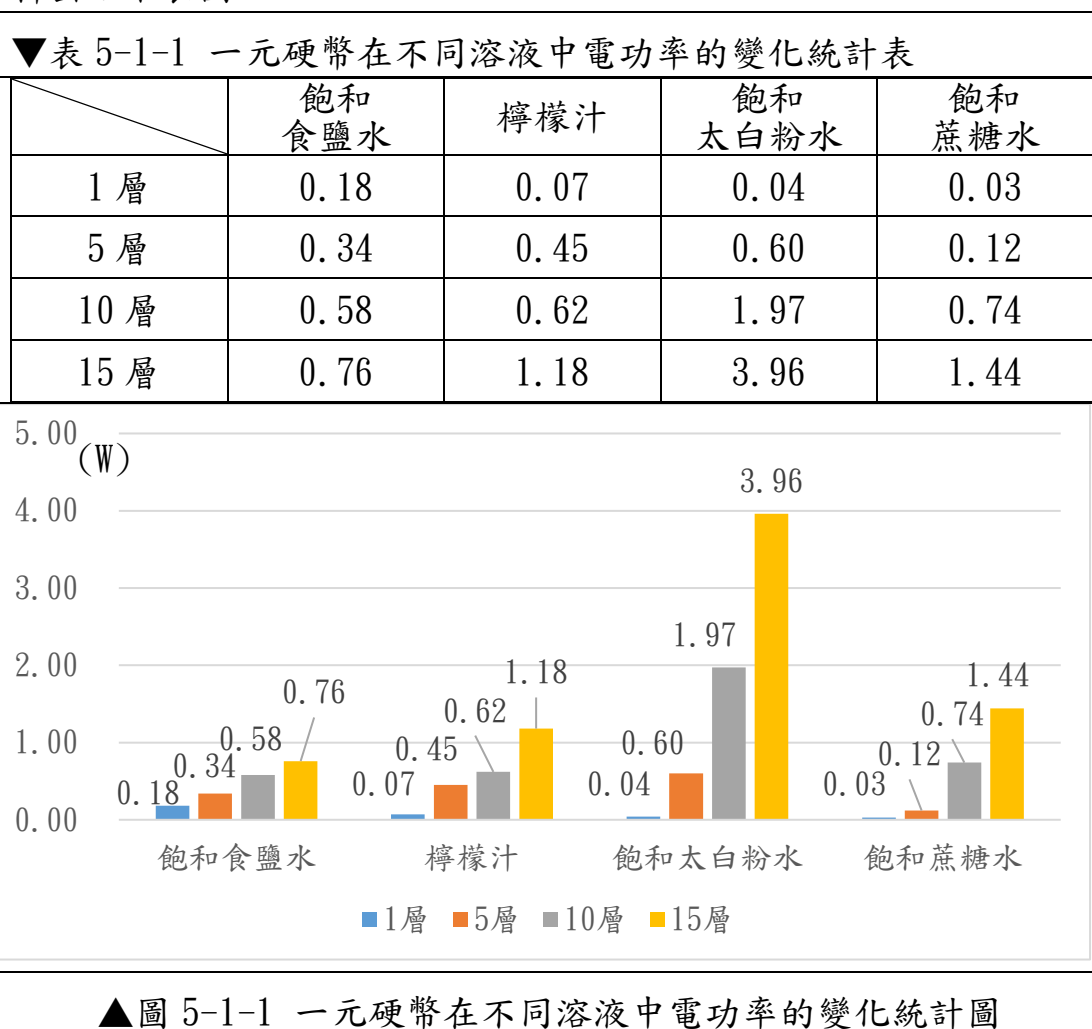
▼表 4-5-1 在 15 層五十元硬幣中，檸檬汁其 LED、時鐘的變化表						
時間	0 小時	4 小時	8 小時	12 小時	16 小時	23 小時 (不亮)
LED						
時間	1 分鐘	3 分鐘	5 分鐘	7 分鐘	7 分鐘 15 秒鐘 (停止運轉)	
時鐘						

(二)綜合分析：由表 4-5-1 可以得知，15 層五十元硬幣搭配檸檬汁電池可以讓 LED 燈的持續發亮 23 小時，而時鐘持續運轉時間為 7 分鐘 15 秒鐘。

伍、研究結果與討論

一、不同溶液中的一元硬幣其不同層數電功率的變化？

將不同溶液中的一元硬幣其不同層數電功率的變化加以歸納分析出如下表圖：



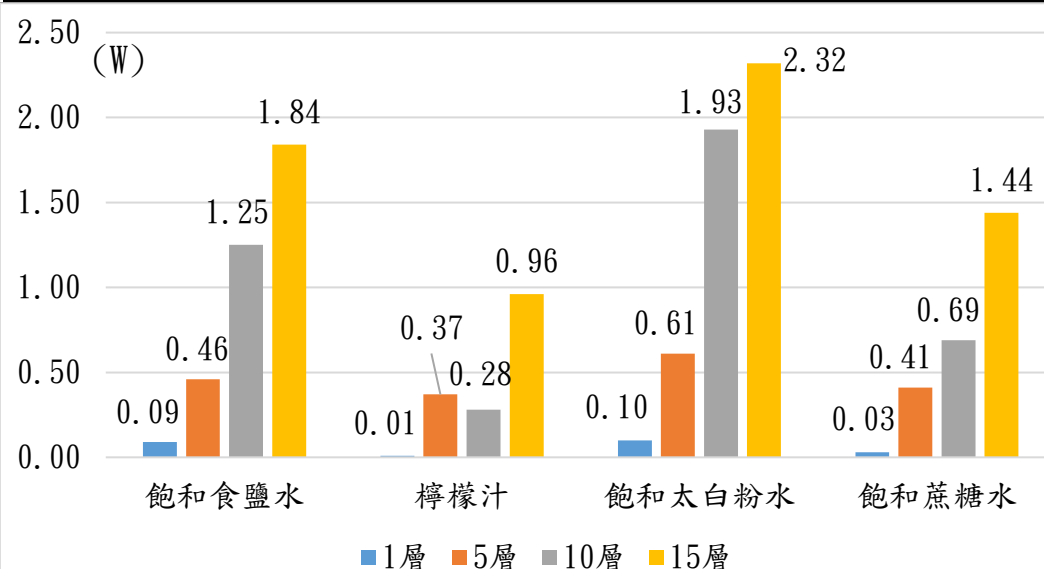
不同溶液中 1 層一元硬幣的電功率由高到低依序為飽和食鹽水 (0.18W) > 檸檬汁 (0.07W) > 飽和太白粉水 (0.04W) > 飽和蔗糖水 (0.03W)；5 層為飽和太白粉水 (0.60W) > 檸檬汁 (0.45W) > 飽和食鹽水 (0.34W) > 飽和蔗糖水 (0.12W)；10 層為飽和太白粉水 (1.97W) > 飽和蔗糖水 (0.74W) > 檸檬汁 (0.62W) > 飽和食鹽水 (0.58W)；15 層為飽和太白粉水 (3.96W) > 飽和蔗糖水 (1.44W) > 檸檬汁 (1.18W) > 飽和食鹽水 (0.76W)，所以可以得知 15 層的一元硬幣搭配飽和太白粉水可以製造出最高的電功率為 3.96W。

二、不同溶液中的五元硬幣其不同層數電功率的變化？

將不同溶液中的五元硬幣其不同層數電功率的變化加以歸納分析出如下表圖：

▼表 5-2-1 五元硬幣在不同溶液中電功率的變化統計表

	飽和食鹽水	檸檬汁	飽和太白粉水	飽和蔗糖水
1 層	0.09	0.01	0.10	0.03
5 層	0.46	0.37	0.61	0.41
10 層	1.25	0.28	1.93	0.69
15 層	1.84	0.96	2.32	1.44



▲圖 5-2-1 五元硬幣在不同溶液中電功率的變化統計圖

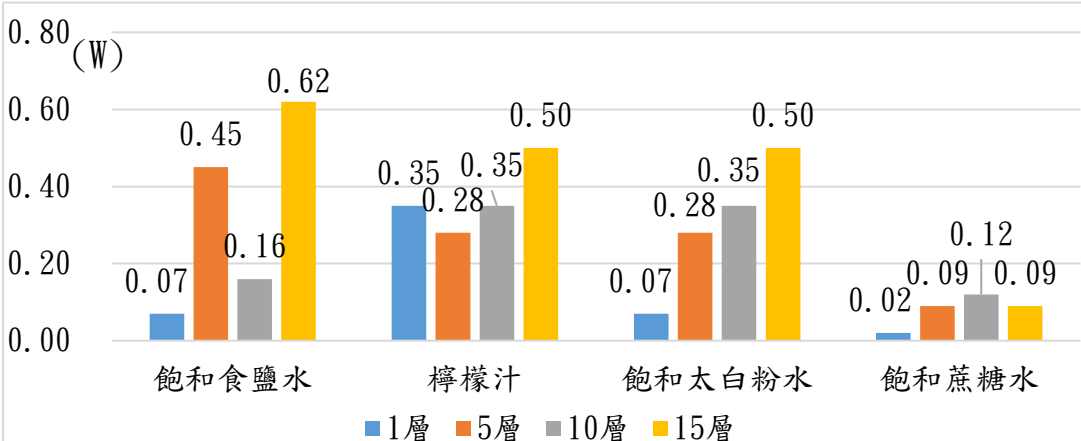
不同溶液中 1 層五元硬幣的電功率由高到低依序為飽和太白粉水 (0.10W) > 飽和食鹽水 (0.09W) > 飽和蔗糖水 (0.03W) > 檸檬汁 (0.01W)；5 層為飽和太白粉水 (0.61W) > 飽和食鹽水 (0.46W) > 飽和蔗糖水 (0.41W) > 檸檬汁 (0.37W)；10 層為飽和太白粉水 (1.93W) > 飽和食鹽水 (1.25W) > 飽和蔗糖水 (0.69W) > 檸檬汁 (0.28W)；15 層為飽和太白粉水 (2.32W) > 飽和食鹽水 (1.84W) > 飽和蔗糖水 (1.44W) > 檸檬汁 (0.96W)，所以可以得知 **15 層的五元硬幣搭配飽和太白粉水可以製造出最高的電功率為 2.32W。**

三、十元硬幣在不同溶液中電功率的變化？

將不同溶液中的十元硬幣其不同層數電功率的變化加以歸納分析如下表圖：

▼表 5-3-1 十元硬幣在不同溶液中電功率的變化統計表

	飽和食鹽水	檸檬汁	飽和太白粉水	飽和蔗糖水
1 層	0.07	0.35	0.07	0.02
5 層	0.45	0.28	0.28	0.09
10 層	0.16	0.35	0.35	0.12
15 層	0.62	0.50	0.50	0.09



▲圖 5-3-1 十元硬幣在不同溶液中電功率的變化統計圖

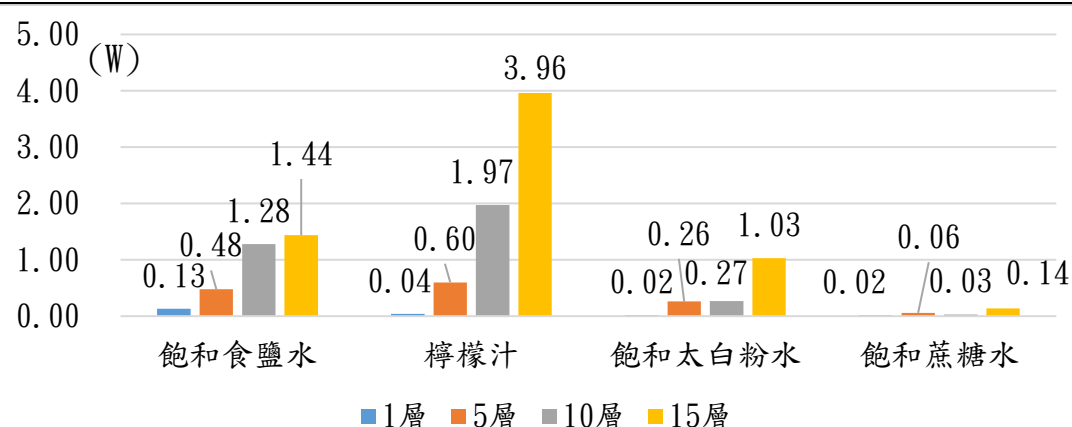
不同溶液中 1 層十元硬幣的電功率由高到低依序為檸檬汁 (0.35W) > 飽和食鹽水、飽和太白粉水 (0.07W) > 飽和蔗糖水 (0.02W)；5 層為飽和食鹽水 (0.45W) > 檸檬汁、飽和太白粉水 (0.28W) > 飽和蔗糖水 (0.09W)；10 層為檸檬汁、飽和太白粉水 (0.35W) > 飽和食鹽水 (0.16W) > 飽和蔗糖水 (0.12W)；15 層為飽和食鹽水 (0.62W) > 檸檬汁、飽和太白粉水 (0.50W) > 飽和蔗糖水 (0.09W)，所以可以得知 **15 層的十元硬幣搭配飽和食鹽水可以製造出最高的電功率為 0.62W。**

四、五十元硬幣在不同溶質中電壓的變化？

將不同溶液中的五元硬幣其不同層數電功率的變化加以歸納分析出如下表圖：

▼表 5-4-1 五十元硬幣在不同溶液中電功率的變化統計表

	飽和食鹽水	檸檬汁	飽和太白粉水	飽和蔗糖水
1 層	0.13	0.04	0.02	0.02
5 層	0.48	0.60	0.26	0.06
10 層	1.28	1.97	0.27	0.03
15 層	1.44	3.96	1.03	0.14



▲圖 5-4-1 五十元硬幣在不同溶液中電功率的變化統計圖

不同溶液中 1 層五十元硬幣的電功率由高到低依序為飽和食鹽水 (0.13W) > 檸檬汁 (0.04W) > 飽和太白粉水、飽和蔗糖水 (0.02W)；5 層為檸檬汁 (0.60W) > 飽和食鹽水 (0.48W) > 飽和太白粉水 (0.26W) > 飽和蔗糖水 (0.06W)；10 層為檸檬汁 (1.97W) > 飽和食鹽水 (1.28W) > 飽和太白粉水 (0.27W) > 飽和蔗糖水 (0.03W)；15 層為檸檬汁 (3.96W) > 飽和食鹽水 (1.44W) > 飽和太白粉水 (1.03W) > 飽和蔗糖水 (0.14W)，所以可以得知 15 層的五十元硬幣搭配檸檬汁可以製造出最高的電功率為 3.96W。

五、在 15 層五十元硬幣中，檸檬汁其生活中的應用？

選擇四組實驗中電功率最高的 15 層五十元硬幣搭配檸檬汁電池運用至生活中而設計實驗五，可以得出 15 層的五十元硬幣搭配檸檬汁可以使 LED 燈持續發亮 23 小時，時鐘持續運轉 7 分 15 秒。

陸、評鑑與檢討

一、尋找主題

在康軒四年級下學期第四單元《能源與電路》有提到電路的連接，而我們在網路上也看到關於用硬幣電池幫手機充電的影片，這樣有趣的話題讓我們產生興趣，如果能夠用硬幣製造電池的話，就不怕停電了。

二、實驗心得

一開始在測電壓、電流時，硬幣電池總是不穩，不斷傾倒，讓我們花費了很多的時間，不過在經歷多次試驗之後，我們漸漸找到訣竅，實驗也越來越順利。當我們將所有實驗都完成，要整理資料時，遇到了另一個問題：統計圖表格式，我們將資料輸入到 Excel 之後，卻無法畫出想要的表格形式，我們不斷的嘗試，卻依舊失敗，最後經由老師的指導，才成功畫出圖表。

在實驗過程中最需要的就是團隊默契。在這次的實驗中，必須要有人負責拍照；有人負責記錄；有人負責做實驗；有人負責清理善後，我們只有兩個人，一個人要身兼多職，也要把自己的本份工作做到最好，而且在實驗中會有許多的失敗及挫折，是經過一次次的檢討、討論以及不斷的重複試驗，去反思其中哪裡有誤，得出結論，才有現在最終的成果。

三、未來展望

經過本次研究，我們發現硬幣電池的電功率確實足夠讓 LED 燈泡發亮，也容易取得，不過由於溶液會自然風乾，所以維持時間不長。希望以後可以利用同樣的材料來研發出一款電池，並直接將溶液裝在電池殼中，這樣的話，就可以延長維持時間，還可以用來替代製造複雜、含有危險性的一般電池。

柒、參考文獻

- LIS 情境科學教材（2017 年 5 月 26 日）。一塊錢電池充手機【LIS 實驗室】〔影片〕。Youtube，<https://reurl.cc/yYmEAO>
- 中央銀行券幣數位博物館（無日期）。流通硬幣。中央銀行券幣數位博物館-中文版-流通券幣-硬幣-流通幣。擷取於 2024 年 1 月 15 日，<https://reurl.cc/geZArQ>
- ATAGOCO., LTD（無日期）。酸度與 pH 之區別。酸度技術資料-酸度與 pH 之區別|ATAGOCO., LTD.。擷取於 2024 年 11 月 30 日，<https://reurl.cc/743Wm5>
- 陳吟蓓、楊之美（2021）。把電帶著走？電池大解密。國語日報。<https://reurl.cc/KdKQxj>
- 機電工程署（無日期）。電流、電壓、電功率。機電工程署電力教室。擷取於 2024 年 12 月 10 日，<https://wooo.tw/XcTFjdg>
- 蘇盈安、蘇盈亘（2010）。「果」真如此-勁量水果電池。中華民國第 50 屆中小學科學展覽會作品。<https://reurl.cc/xvz485>
- 陳愉方（2011）。環保來「電」禮—綠色環保電池。中華民國第 51 屆中小學科學展覽會作品。<https://reurl.cc/vv9AdN>
- 潘建達、曾揚傑、劉承翰（2011）。“凍”未條！水果在放電～蕃茄「果凍」鋅銅乾電池。中華民國第 50 屆中小學科學展覽會作品。<https://reurl.cc/xvz485>