

中華民國第 53 屆中小學科學展覽會  
作品說明書

---

國小組 生活與應用科學科

第三名

080818

「電」光「水」蝕

～探討電池漏液原因和預防方法

學校名稱：臺北市大安區私立復興國民小學

作者：  小五 甘杰生  小五 黃暉哲  小五 陳宗駿	指導老師：  張 慎  林憲平
-----------------------------------------------	-----------------------------

關鍵詞：電池、漏液、電池防護

# 「電」光「水」蝕 ~ 探討電池漏液原因和預防方法

## 摘要

「電池」對現代人來說，是不可或缺的日常用品。它讓電可以帶著走，帶給人們用電的方便性。但如果不小心使用和保存，反而會對「電器」造成嚴重的傷害。於是我們決定進行實驗來研究電池：一、探討電池構造和測試電池封裝；二、探討不同電器的電池耗電量；三、探討造成電池漏液原因；四、探討電池漏液位置和預防方法；五、探討廢電池處理方式。研究得知：一、碳鋅電池內容物為酸性，鹼性和充電電池內容物為鹼性；二、時鐘為耗電低，手電筒為耗電高；三、碳鋅電池在高溫環境最易漏液，鹼性電池在新舊混用最易漏液，充電電池未漏液；四、鹼性電池在負極漏液，**電器膠帶加金屬片與自製主、被動式電池套筒**皆可防止漏液；五、廢電池最好放入塑膠瓶回收。

## 壹、研究動機

有一天爸爸貴重的相機壞了，我想可能是電池沒電了，打開電池盒一看，竟然流出滑滑的液體和結晶！爸爸懊惱地說真是因小失大，電池雖然很便宜，但相機卻很貴重啊！媽媽則叫我趕快去洗手，因為電池的漏液好像有腐蝕性，於是我們對電池漏液產生極大的興趣，所以決定進行實驗研究電池。主要是希望能夠：**避免「電池漏液」對「電器」造成的傷害**，所以要探討造成電池漏液的原因，和研究如何防止電池漏液造成的損壞。

## 貳、研究目的

### 研究一、 探討電池構造和測試電池封裝

針對市面上最常使用的 3 種電池：碳鋅、鹼性、充電，拆解並瞭解電池不同的構造，而且透過浸泡，瞭解電池的封裝對電池的漏液有沒有影響。

### 研究二、 探討不同電器的電池耗電量

不同的電器所耗費的電量應該不同，所以連續 8 小時測量不同電器的耗電量，並將電器粗分為耗電高電器和耗電低電器。

### 研究三、 探討造成電池漏液原因

透過實驗發現，電池漏液的原因可分為兩大類：外在環境（潮濕、高溫、外力）；電池混用（新舊、他種、他牌）。

### 研究四、 探討電池漏液位置和預防方法

電池漏液會對電器造成無法彌補的傷害，所以我們想瞭解電池漏液的位置，及研究製作不同的預防漏液的工具，可分為兩大類：**被動式（接縫塗料、負極貼膠帶、自製被動式防護電池套筒）**；**主動式（自製主動式警報電池套筒）**。

### 研究五、 探討廢電處理方式

建議正確儲存及處置廢電池的方法，以避免電池漏液及對環境造成的污染。

## 參、研究設備和器材

### 一、自製器材

#### (一) 自制定時高溫箱

##### 動機：

爲了研究高溫對電池的影響，例如：夏天在戶外汽車內所使用電器電池的環境溫度至少爲  $50^{\circ}\text{C}$  左右以上，所以需要模擬高溫的環境，將實驗中的電池放進一個能夠將維持溫度在  $50^{\circ}\text{C}$  以上的環境裡。

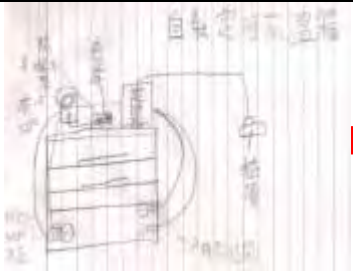




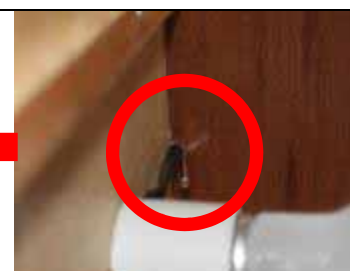
##### 過程：

我們原先利用電鍋的保溫功能，但是會有溫度不夠穩定（ $54.9\sim 60.5^{\circ}\text{C}$ ）及空間不夠大的問題，最重要的是  $60^{\circ}\text{C}$  以上的溫度會使實驗中的塑膠機芯外殼融化。所以改用水族箱的控溫設備，加上木箱來完成維持高溫環境的保溫箱。先利用水族箱的溫度控制器和溫度感應器來控制溫度，再利用 3 顆傳統燈泡取代水族箱中的加溫管來加溫。由於溫度控制器的最高溫度是  $35^{\circ}\text{C}$ ，爲了提高保溫箱內的溫度，因此將溫度感應器安裝在木箱外，並包覆塑膠盒以避免環境溫度造成的影響。



##### 結果：

最後將所有電源接上電子計時器，以達到可以每日固定維持高溫時間 10 小時（22:00~08:00），爲避免高溫期間溫度的上下變化，2 顆燈泡直接連接在電子計時器上，另一顆燈泡則先連接到溫度控制器後，再連接在電子計時器上，並另外安裝一只電子溫度計來觀測保溫箱內的溫度變化。

		
設計手稿	釘做一個木箱	安裝加溫燈泡
		
放入實驗的電池組件	組裝溫度控制器和計時器	電子溫度計的感應器

## (二) 自製外力撞擊平臺

### 動機：

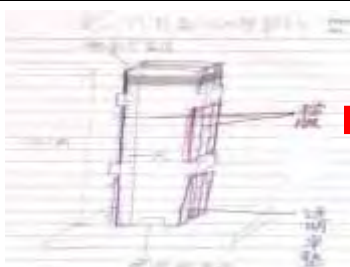
在討論如何知道電池被外力撞擊後的影響時，爲了固定每次外力撞擊力量的大小，所以製作了一個簡易的外力撞擊平臺。

### 過程：

由於 3 號電池是圓柱體，所以利用一個大小剛好能穿過 3 號電池的孔來固定被撞擊的電池，再利用一顆扁平鵝卵石（290g 重）做爲撞擊器。

### 結果：

最後以 2 片木板來固定鵝卵石的範圍和投擲高度，以確定每次撞擊電池時的力量相同。



設計手稿



扁平鵝卵石（290g重）



被撞擊電池固定孔



高度尺

自製外力撞擊平臺

## (三) 4 號轉 3 號電池套筒

### 動機：

市面上有很多小轉大的電池套筒，但是都只是做爲電池大小尺寸的轉換，而且都是開放式的設計，並沒有任何防護電池漏液的功能。爲了防止電池漏液對電器的傷害，我們以電池套筒的原理製作密封型的 4 轉 3 號電池套筒，將電池的漏液密封在套筒內，避免漏出損壞電器。



### 過程：

#### 1. 自製被動式防護電池套筒

- (1) 用 5ml 的針筒作爲電池套筒的外殼，並切成 3 號電池的長度。
- (2) 取下針筒內的黑色橡皮 1 個，在中間切出一個小孔，螺絲套上 2 個金屬墊片後，穿過橡皮塞中間小孔，再套上 1 個金屬墊片然後上膠固定，成爲套筒正極。螺絲過長的部分要裁剪磨平。
- (3) 取下廢棄碳鋅電池外殼鐵皮，敲平後剪下如 3 號電池直徑大小的圓形鐵片，用電器膠帶包覆在套筒的一端，作爲套筒負極。
- (4) 拿 2 個氣球，剪下吹口橡皮圈，分別套上 4 號電池的兩端，再

放入套筒內，以避免電池在套筒內晃動。

(5) 蓋上正極的橡皮塞，即可取代 3 號電池使用。

		
<p>設計手稿</p>	<p>5ml 針筒切成 3 號電池長度</p>	<p>套上螺絲和金屬墊片後上膠</p>
		
<p>蓋上正極的黑色橡皮塞</p>	<p>電池套上橡皮圈後放入針筒</p>	<p>電器膠帶包鐵片在套筒一端</p>

## 2. 自製主動式警報電池套筒

- (1) 用 5ml 的針筒作為電池套筒的外殼，並切成 3 號電池的長度。
- (2) 取下針筒內的圓型塑膠片並以砂紙磨薄，圓心穿入鐵絲作為電池的負極接點及負極連接線。
- (3) 以平行同心圓的方式，將二條細鐵絲黏貼在圓型塑膠片上，並以美工刀刮除鐵絲上多餘的殘膠。
- (4) 2 條細鐵絲分別接上水銀電池與蜂鳴器的正極，水銀電池和蜂鳴器的負極。再將組件放入套筒中，以膠水固定圓形塑膠片。
- (5) 將步驟 2 中的負極連接線，連接到底蓋的負極金屬片上即可。

		
<p>設計手稿</p>	<p>5ml 針筒切成 3 號電池長度</p>	<p>瞬間膠固定導電同心圓線圈</p>
		
<p>自製主動式警報電池套筒</p>	<p>連接蜂鳴器組和負極鐵片</p>	<p>刮除金屬線圈上的殘膠</p>

**感想：**

「**被動式防護電池套筒**」是「**電器膠帶加鐵片**」的進階版，發想是看到市面上的電池大小轉換套筒。主要的製作瓶頸是尋找與 3 號電池外觀大小一樣的套筒，幸好找到針筒，而磨平螺絲最辛苦，常常得換人輪流磨。「**主動式警報電池套筒**」是「**被動式防護電池套筒**」的進階版，想在電池套筒內加入蜂鳴器，當電池漏液時可以主動發出聲響，及早發現電池漏液。製作的瓶頸在於克服 3 號和 4 號電池相差有限的體積，要找到及放入最小、最薄的蜂鳴器、水銀電池組及最細的電線。最高興的是發明同心圓感應線圈，能夠全面偵測電池的漏液。

## 二、 電子器材

			
1. 電壓計	2. 電子秤	3. pH 計	4. 濕度計

## 三、 實驗器材

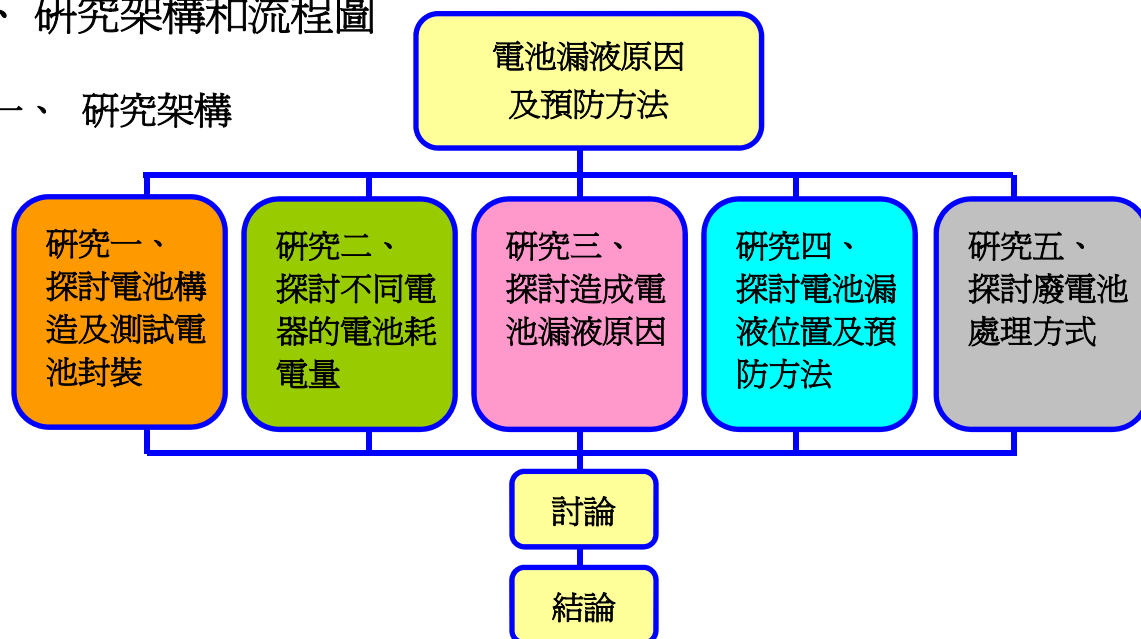
<b>(一) 電池</b>			
			
碳鋅	鹼性	充電	
<b>(二) 燈泡電池盒</b>		<b>(三) 機芯電池盒</b>	
			
單顆	雙顆	單顆	雙顆

## 四、 一般器材

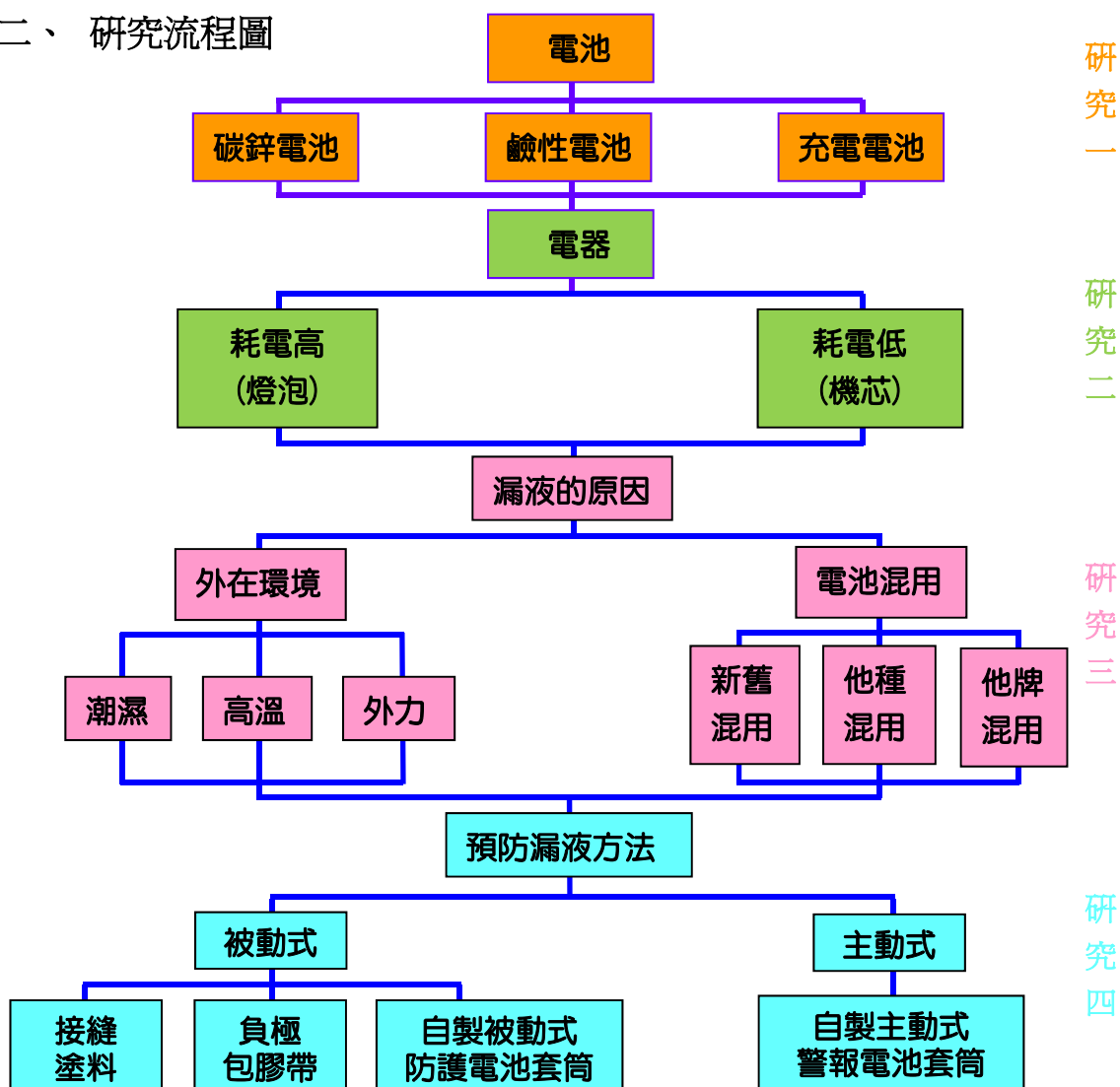
1. 鐵鎚	8. 廣用試紙	15. 食用健康油	22. 電線
2. 斜口鉗	9. 試管	16. 紙膠帶	23. 針筒 (15ml)
3. 尖嘴鉗	10. 收音機	17. 透明膠帶	24. 金屬片
4. 一字起子	11. 手電筒	18. 電器膠帶	25. 蜂鳴器
5. 橡膠手套	12. 玩具車	19. 南寶樹脂	26. 鈕扣型水銀電池
6. 口罩	13. 時鐘	20. 膠狀瞬間膠	27. 保濕密封盒
7. 護目鏡	14. 蒸餾水	21. 透明指甲油	28. 鵝卵石

## 肆、研究架構和流程圖

### 一、研究架構



### 二、研究流程圖



## 伍、研究過程和結果

### 研究一、 探討電池構造和測試電池封裝

#### 實驗一、 探討電池構造







##### 一、 方法

- (一) 配戴口罩、手套和護目鏡，穿著長袖衣服。
- (二) 拆解 3 種電池：碳鋅、鹼性和充電電池。
- (三) 觀察 3 種電池構造的差異。
- (四) 加入 15ml 水稀釋電池內容物，並測量 pH 值。

		
拆解電池	將內容物放入試管	測量 pH 值

##### 二、 結果

- (一) 3 種電池的構造比較：

	碳鋅電池	鹼性電池	充電電池
由資料得知			
由觀察得知			



由資料得知：

	碳鋅電池	鹼性電池	充電電池
外殼（摩氏硬度）	鋅（2.5）	鐵（4）	鐵（4）
內部	鋅（Z <sub>n</sub> ）	二氧化錳（M <sub>n</sub> O <sub>2</sub> ）	鎳（Ni）-氫（H）
中心	二氧化錳（M <sub>n</sub> O <sub>2</sub> ）	鋅（Z <sub>n</sub> ）	
電解液	氯化銨（NH <sub>4</sub> Cl）	氫氧化鉀（KOH）	氫氧化鉀（KOH）

由觀察得知：

	碳鋅電池	鹼性電池	充電電池
外殼	較軟	較硬	較硬
集電棒	正極	負極	無
封裝接縫	正極	負極	正極
內容物排列	中間有軸心 周圍有液體	中間有軸心 周圍有液體	捲筒狀 交錯排列

## （二）電池電解液的 pH 值：

由實驗得知，碳鋅 pH 值為 4.9；鹼性 pH 值為 13.6；充電 pH 值為 12.9。

電池	碳鋅電池	鹼性電池	充電電池
電解液 pH 值	4.9	13.6	12.9

## 三、討論

（一）碳鋅電池為酸性；鹼性和充電電池為鹼性。

## 實驗二、 測試電池封裝

### 一、方法

- （一）取新和舊的碳鋅、鹼性和充電電池各 2 顆（共 12 顆）。
- （二）準備 12 根試管，內容物分兩組浸泡電池：
  1. 50ml 的 pH=7 的蒸餾水（6 根）
  2. pH=7.3 的食用健康油（6 根）
- （三）取新和舊的碳鋅、鹼性和充電電池各 1 顆，分別放入試管，完全浸泡於上述兩液體中靜置 7 天，並且蓋上試管塞。
- （四）每日固定時間測量浸泡液體的 pH 值，並在實驗前後量測電池的電壓。



## 二、結果

- (一) 原始和結束的 pH 值變動很小。
- (二) 原始和結束的電壓變動也很小。

開始生鏽

天數	溫度	溼度	自來水 (60 秒)						健康油 (60 秒)					
			新電池			舊電池			新電池			舊電池		
			碳鋅	鹼性	充電	碳鋅	鹼性	充電	碳鋅	鹼性	充電	碳鋅	鹼性	充電
起始電壓			1.64	1.62	1.41	0.54	0.95	0.71	1.65	1.63	1.40	0.66	1.08	0.72
原始 pH 值			7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3
第 1 天	26	63	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3
第 2 天	26	64	7.1	7.2	7.2	7.2	7.1	7.2	7.2	7.3	7.3	7.2	7.2	7.2
第 3 天	26	60	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2
第 4 天	27	58	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2
第 5 天	26	54	7.3	7.3	7.2	7.2	7.3	7.2	7.1	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2
第 6 天	26	57	7.3	7.3	7.2	7.3	7.3	7.2	7.1	7.1	7.2	7.1	7.1	7.1
第 7 天	26	55	7.2	7.2	7.2	7.3	7.2	7.2	7.1	7.1	7.2	7.1	7.1	7.1
結束電壓			1.62	1.61	1.41	0.53	0.94	0.70	1.64	1.63	1.40	0.65	1.07	0.72
結束 pH 值			7.2	7.2	7.2	7.3	7.2	7.2	7.1	7.1	7.2	7.1	7.1	7.1

## 三、討論

- (一) 3 種電池，都沒有因為封裝不良而造成內容物外漏。

## 研究二、 探討不同電器的電池耗電量

### 一、 方法

- (一) 選 4 種日常電器：手電筒、玩具車、收音機和時鐘。
- (二) 測量原始電壓。
- (三) 將 2 顆碳鋅電池放進電器電池盒內。
- (四) 持續 8 小時，每小時測量和記錄電池的電壓變化。

		
選4種日常電器	測量電壓	記錄電壓

### 二、 結果

- (一) 由實驗得知：
  1. 手電筒耗電最多，在 3 小時後測不到電壓。
  2. 時鐘耗電最少，在 8 小時後只減少電壓 0.07 伏特。

耗電最多

	手電筒		玩具車		收音機		時鐘	
	電池 1	電池 2	電池 1	電池 2	電池 1	電池 2	電池 1	電池 2
起始電壓	1.63	1.64	1.63	1.64	1.62	1.63	1.63	1.64
1 小時後	1.15	1.16	1.25	1.26	1.46	1.46	1.62	1.63
2 小時後	0.55	0.60	0.93	0.97	1.41	1.42	1.61	1.62
3 小時後	X	0.53	0.73	0.79	1.40	1.41	1.61	1.62
4 小時後	X	0.49	0.61	0.71	1.39	1.40	1.60	1.61
5 小時後	X	0.45	X	0.46	1.38	1.39	1.59	1.60
6 小時後	X	X	X	0.41	1.37	1.38	1.58	1.59
7 小時後	X	X	X	0.40	1.36	1.37	1.57	1.58
結束電壓	X	X	X	X	1.35	1.36	1.56	1.57

註：X 表示測量不到電壓

耗電最少

### 三、 討論

- (一) 所以我們設定，手電筒：耗電量高的電器；時鐘：耗電量低的電器。
- (二) 而且後續實驗，用燈泡代表耗電高電器；用機芯代表耗電低電器。

## 研究三、 探討造成電池漏液原因

**單顆電池對照組**：單顆電池、室溫、室濕和無外力碰撞。

### 一、 方法

- (一) 將廣用試紙放入機芯和燈泡的電池盒內。
- (二) 將全新單顆的碳鋅、鹼性和充電電池分別放入機芯電池盒和燈泡電池盒。放置過程電池避免碰撞。
- (三) 將裝有電池的燈泡組和機芯組放置於室內溫度和室內濕度環境中。
- (四) 連續 50 天，每日 21：00 記錄當天溫度和濕度，並且測量所有電池的電壓變化、電器運作、電池外觀和漏液狀況。

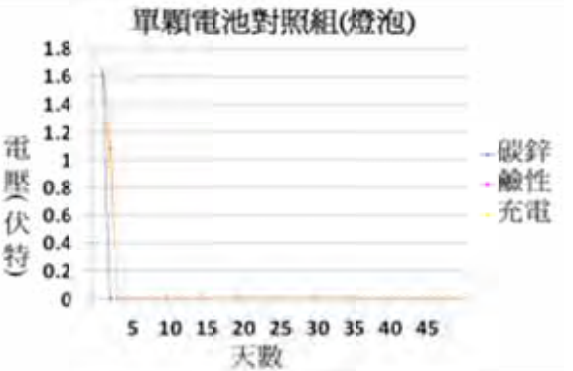
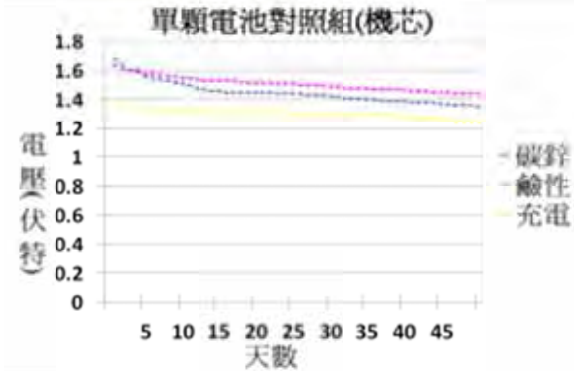


### 二、 結果

- (一) 單顆電池對照組的燈泡組未漏液。
- (二) 單顆電池對照組的機芯組也未漏液。

	觀察項目	碳鋅電池	鹼性電池	充電電池
燈泡組	起始電壓	1.60V	1.63V	1.40V
	結束電壓	第 2 次為 0	第 3 次為 0	第 3 次為 0
	電器運作	11hrs 後停	15hrs 後停	14hrs 後停
	電池漏液	無	無	無
機芯組	起始電壓	1.68V	1.64V	1.40V
	結束電壓	還有電	還有電	還有電
	電器運作	有	有	有
	電池漏液	無	無	無

 <p>單顆電池對照組(燈泡)</p>	 <p>單顆電池對照組(機芯)</p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------

**雙顆電池對照組**：雙顆電池、室溫、室濕和無外力碰撞。

## 一、方法

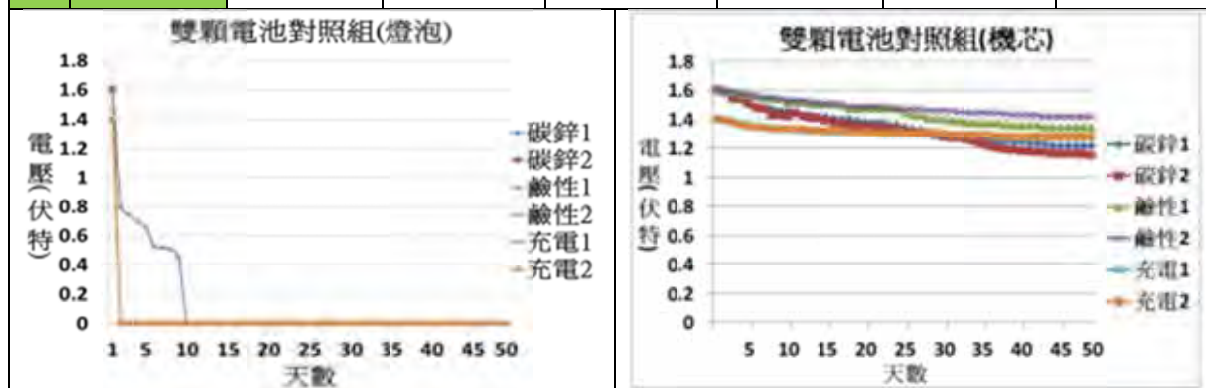
- (一) 分別把全新、同種和同牌的碳鋅、鹼性和充電電池，每兩顆為一組：**碳鋅**  
**+碳鋅**/**鹼性+鹼性**/**充電+充電**。全新充電電池為未使用過且充電 12 小時
- (二) 將串聯的雙顆電池盒（以下雙顆電池盒皆是串聯）的電線，連接至機芯單顆電池盒的電極。
- (三) 在機芯和燈泡電池盒內側放置廣用試紙。
- (四) 將電池分別放入機芯和燈泡的電池盒。
- (五) 連續 50 天每日 21：00 記錄當天溫度和濕度，並且測量所有電池的電壓變化、電器運作、電池外觀和漏液狀況。



## 二、結果

- (一) 燈泡組中，碳鋅、鹼性和充電電池組電力都很快沒電（除鹼性 A2）。
- (二) 機芯組中，碳鋅、鹼性和充電電池組電力下降坡度相當。

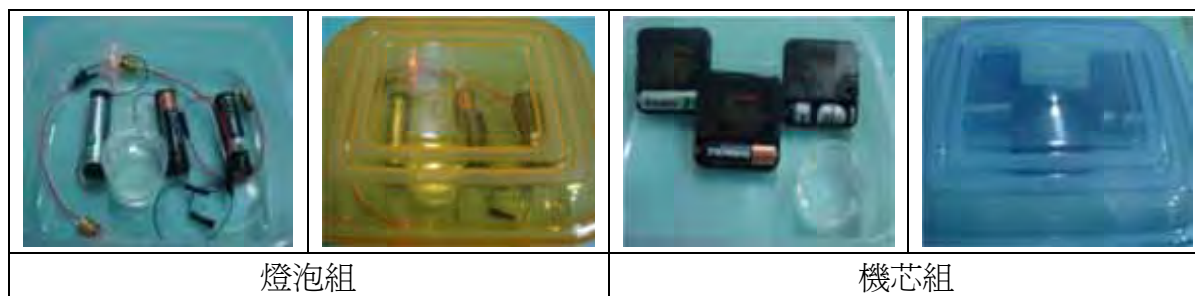
		碳鋅 A1	碳鋅 A2	鹼性 A1	鹼性 A2	充電 A1	充電 A2
燈 泡	起始電壓	1.60V	1.61V	1.60V	1.60V	1.40V	1.40V
	結束電壓	第 2 次為 0	第 2 次為 0	第 2 次為 0	第 10 次為 0	第 2 次為 0	第 2 次為 0
	電器運作	12hrs 後停	12hrs 後停	16hrs 後停	16hrs 後停	14.5hrs 後停	14.5hrs 後停
	電池漏液	無	無	無	無	無	無
機 芯	起始電壓	1.60V	1.60V	1.60V	1.60V	1.40V	1.40V
	結束電壓	還有電	還有電	還有電	還有電	還有電	還有電
	電器運作	有	有	有	有	有	有
	電池漏液	無	無	無	無	無	無



## 實驗一、 單顆電池潮濕變因





### 一、 方法

- (一) 將廣用試紙放入機芯和燈泡的電池盒內。
- (二) 將全新單顆的碳鋅、鹼性和充電電池分別放入機芯電池盒和燈泡電池盒。放置過程電池避免碰撞。
- (三) 將機芯組和燈泡組各放入保濕盒，再放入裝有 15ml 和 80°C 熱水的小杯子，分別把蓋子蓋好。
- (四) 連續 50 天，每日 21:00 記錄當天溫度和濕度，並且測量所有電池的電壓變化、電器運作、電池外觀和漏液狀況，觀察完畢後更換熱水，再把蓋子蓋回。



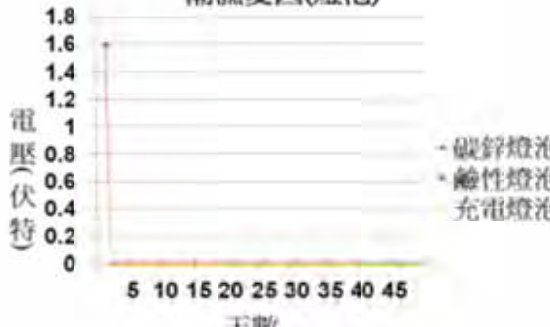
### 二、 結果

- (一) 燈泡組中：
  1. 碳鋅電池最快不亮 (10.5hrs)
  2. 充電電池第二 (13hrs)
  3. 鹼性電池發亮最久 (14.5hrs)
- (二) 燈泡組中：
  1. 碳鋅電池第 1 顆生鏽 (第 8 天)
  2. 鹼性電池第 2 顆 (第 9 天)
  3. 充電電池最不容易生鏽
- (三) 機芯組中，在電池仍有電狀況下：
  1. 碳鋅電池生鏽 (第 4 天)，機芯停止。
  2. 鹼性電池生鏽 (第 7 天) 的後 3 天 (第 10 天)，機芯停止。

		碳鋅電池	鹼性電池	充電電池
燈泡	起始電壓	1.60V	1.60V	1.40V
	結束電壓	第 2 次為 0	第 2 次為 0	第 2 次為 0
	電器運作	10.5hrs 後停	14.5hrs 後停	13hrs 後停
	電池漏液	無	無	無
	電池生鏽	第 8 天 	第 9 天 	無
機芯	起始電壓	1.62	1.61	1.40
	結束電壓	還有電	還有電	還有電
	電器運作	第 4 天後停	第 10 天後停	有
	電池漏液	無	無	無
	電池生鏽	第 4 天 	第 7 天 	無

潮濕變因(燈泡)

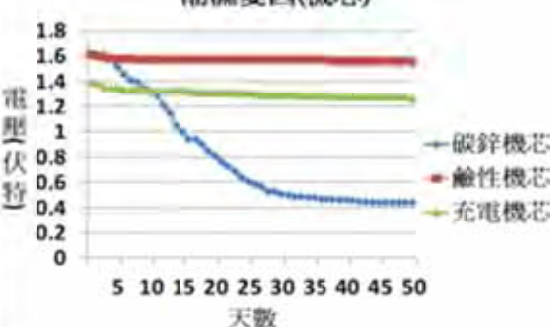


電壓(伏特)

天數

— 碳鋅燈泡  
— 鹼性燈泡  
— 充電燈泡

潮濕變因(機芯)



電壓(伏特)

天數

— 碳鋅機芯  
— 鹼性機芯  
— 充電機芯

### 三、 討論

- (一) 由燈泡組不亮的時間得知，鹼性電池電量最多，充電電池第二，碳鋅電池最少。
- (二) 由生鏽時間得知，碳鋅電池最快生鏽，鹼性電池第二，充電電池沒有生鏽。
- (三) 由電池生鏽和機芯停止時間得知，可能因為碳鋅電池由中央開始生鏽，剛好造成斷電，而鹼性電池由周圍開始生鏽，所以 3 天才造成斷電。

## 實驗二、 單顆電池溫度變因


### 一、 方法

- (一) 將廣用試紙放入機芯和燈泡的電池盒內。
- (二) 將全新單顆的碳鋅、鹼性和充電電池分別放入機芯電池盒和燈泡電池盒。放置過程電池避免碰撞。
- (三) 把上述電池盒放置在「自製定時高溫箱」內，並將溫度設定在 50°C。
- (四) 連續 50 天，每日 21:00 記錄當天溫度和濕度，並且測量所有電池的電壓變化、電器運作、電池外觀和漏液狀況。

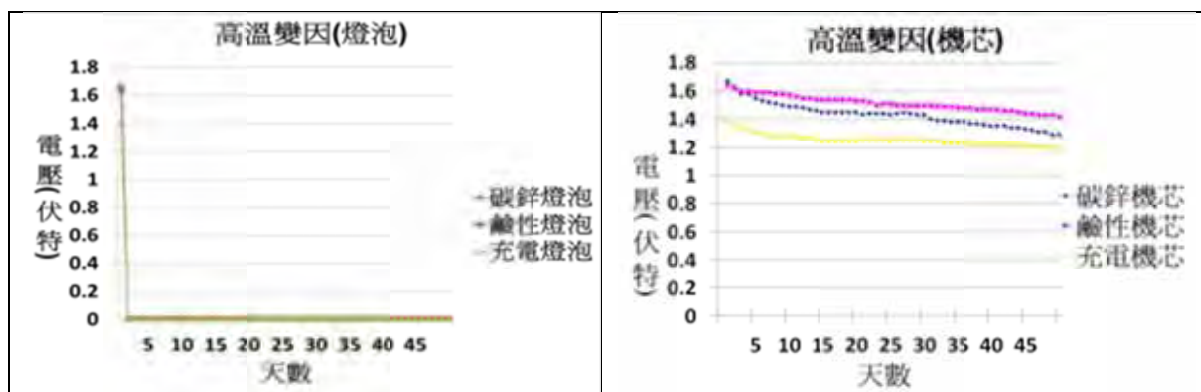
		
將廣用試紙放入電池盒內	將電池放入電池盒內	放在自製定時高溫箱內

### 二、 結果

- (一) 燈泡組中，碳鋅電池第 6 天漏液，鹼性和充電電池未漏液。

	觀察項目	碳鋅電池	鹼性電池	充電電池
燈泡	起始電壓	1.67V	1.64V	1.41V
	結束電壓	第 2 次為 0	第 2 次為 0	第 2 次為 0
	電器運作	8hrs 後停	10hrs 後停	11hrs 後停
	電池漏液	第 6 天 	無	無
機芯	起始電壓	1.67V	1.64V	1.40V
	結束電壓	還有電	還有電	還有電
	電器運作	有	有	有
	電池漏液	無	無	無





### 三、 討論

- (一) 由高溫漏液觀察得知，只有碳鋅電池會漏液。因此在高溫下使用碳鋅電池需注意漏液防護。

### 實驗三、 單顆電池撞擊變因

#### 一、 方法

- (一) 準備全新單顆碳鋅、鹼性和充電電池各六顆。同種類的六顆電池，每兩顆依序標出其中一種正（正極）、中（筒身中央）、負（負極）預備撞擊點後（如下表），各自放在「自製外力撞擊平臺」底部的固定孔，並將預備撞擊點調整至底座中央。
- (二) 將重量 290g 的鵝卵石，由高度 120 公分上方，沿著「自製外力撞擊平臺」的軌道，以自由落體方式撞擊底部的電池筒身。
- (三) 將廣用試紙放入機芯和燈泡的電池盒內。
- (四) 取出撞擊後的碳鋅、鹼性和充電電池，分別放入燈泡及機芯電池盒。放置過程電池避免碰撞。
- (五) 連續 50 天，每日 21：00 記錄當天溫度和濕度，並且測量所有電池的電壓變化、電器運作、電池外觀和漏液狀況。





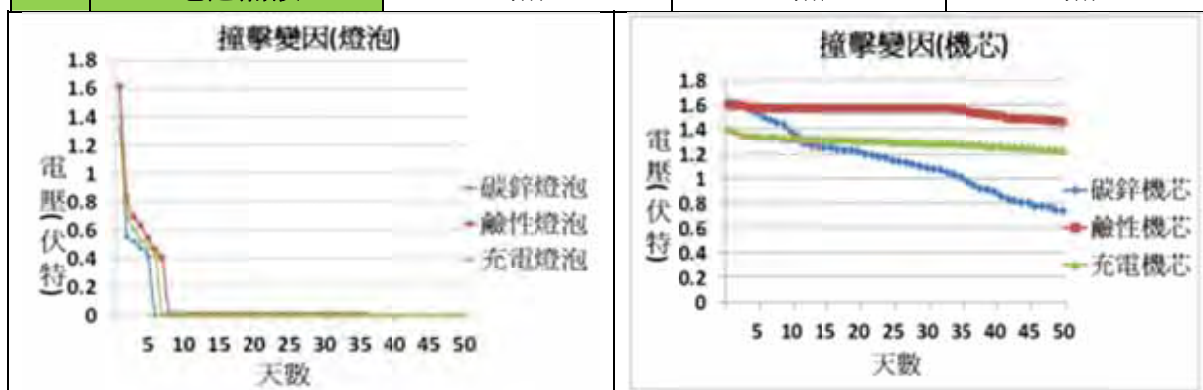
## 二、 結果

### (一) 電池漏液狀況

	碳鋅電池			鹼性電池			充電電池		
	正	中	負	正	中	負	正	中	負
燈泡	第 16 天	無	無	無	無	第 41 天	無	無	無
機芯	無	無	無	無	無	無	無	無	無

(二) 當同樣外力撞擊電池時，碳鋅電池最容易在正點漏液，鹼性電池在負點漏液，充電電池不漏液。

	觀察項目	碳鋅電池 (正點)	鹼性電池 (負點)	充電電池 (負點)
		撞擊凹痕	1mm	0.5mm
燈泡	起始電壓	1.61V	1.62V	1.33V
	結束電壓	第 6 次為 0	第 8 次為 0	第 7 次為 0
	電器運作	9hrs 後停	11hrs 後停	12hrs 後停
	電池漏液	第 16 天 	第 41 天 	無
機芯	起始電壓	1.62V	1.60V	1.40V
	結束電壓	還有電	還有電	還有電
	電器運作	有	有	有
	電池漏液	無	無	無



## 三、 討論

- (一) 由撞擊實驗發現碳鋅電池變形最大，鹼性電池和充電電池變形較小。碳鋅電池最容易漏液，可能因為變形而導致封口處不密合。
- (二) 電池漏液位置觀察中，碳鋅電池容易發生在正極，鹼性電池容易發生在負極，與研究二觀察到電池封裝接縫位置相同，因此可能與外力撞擊造成電池封裝縫隙遭破壞有關。

## 實驗四、 雙顆電池新舊混用


### 一、 方法

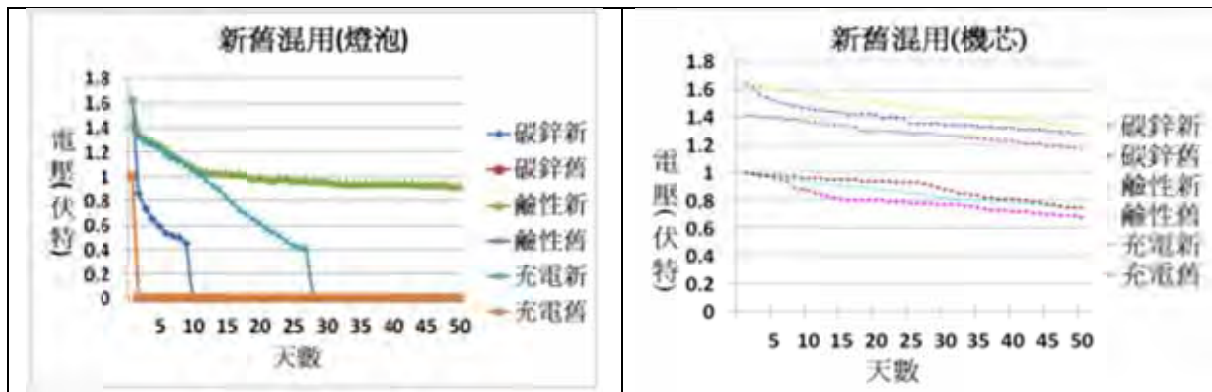
- (一) 分別把同種和同牌的碳鋅、鹼性和充電電池，每兩顆（新+舊）為一組：  
碳鋅+碳鋅 / 鹼性+鹼性 / 充電+充電。全新充電電池為未使用過且充電12小時。舊電池為使用過且電壓為 $1\pm 0.1V$ 。
- (二) 將雙顆電池盒的電線連接至機芯單顆電池盒的電極。
- (三) 在機芯和燈泡電池盒內放置廣用試紙。
- (四) 將上述電池組放入機芯和燈泡的電池盒。
- (五) 連續50天，每日21:00記錄當天溫度和濕度，並且測量所有電池的電壓變化、電器運作、電池外觀和漏液狀況。

		
電池盒內放廣用試紙	把舊電池放入電池盒	新舊、同種和同牌的電池

### 二、 結果

- (一) 燈泡組中，鹼性電池的新電池在第2天雖然有1.36V，但是燈泡無法亮。
- (二) 燈泡組中，鹼性電池新舊混用在第11天舊電池漏液，但新電池有電卻無法讓燈泡亮，造成電力浪費。

觀察項目	碳鋅電池		鹼性電池		充電電池		
	新	舊	新	舊	新	舊	
起始電壓	1.63V	1.00V	1.63V	1.00V	1.40V	1.00V	
結束電壓	第10次為0	第2次為0	還有電	第2次為0	第28次為0	第2次為0	
電器運作	10hrs 後停	10hrs 後停	12hrs 後停	12hrs 後停	13hrs 後停	13hrs 後停	
燈泡	電池漏液	無	無	無	第11天 	無	無
	電池漏液	無	無	無	無	無	
機芯	起始電壓	1.63V	1.00V	1.66V	1.00V	1.41V	1.00V
	結束電壓	還有電	還有電	還有電	還有電	還有電	還有電
	電器運作	有	有	有	有	有	有
	電池漏液	無	無	無	無	無	無



### 三、 討論

- (一) 由鹼性舊電池的試紙變藍色得知，可能是因為新電池電壓高，舊電池電壓低，形成強迫充電，但是鹼性電池不能充電，導至舊電池漏液。
- (二) 實驗組（新舊混用）的新電池電力，和對照組（新新混用）的新電池電力差不多，但是實驗組燈泡少亮了近24小時。因此新舊混用對於新電池很浪費。

### 實驗五、 雙顆電池不同種類混用

#### 一、 方法

- (一) 分別把全新和同牌的碳鋅、鹼性和充電電池，每兩顆(不同種類)為一組：  
碳鋅+鹼性 / 碳鋅+充電 / 鹼性+充電。
- (二) 將雙顆電池盒的電線連接至機芯單顆電池盒的電極。
- (三) 在機芯和燈泡電池盒內放置廣用試紙。
- (四) 將上述電池組放入機芯和燈泡的電池盒。
- (五) 連續50天，每日21：00記錄當天溫度和濕度，並且測量所有電池的電壓變化、電器運作、電池外觀和漏液狀況。

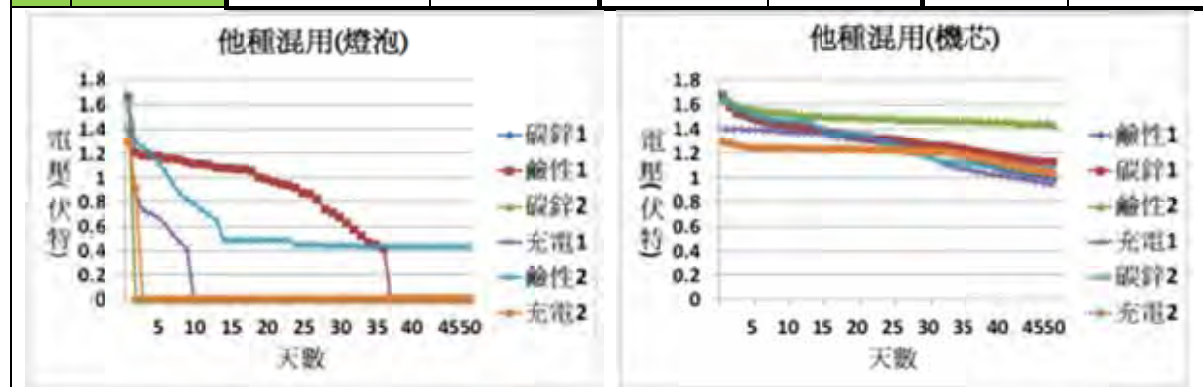


#### 二、 結果

- (一) 燈泡組中，碳鋅+鹼性和碳鋅+充電電池混用組在燈泡剛不亮之後，鹼性電池和充電電池都仍有電

(二) 燈泡組中，**碳鋅+鹼性**和**碳鋅+充電**電池混用組，碳鋅電池都是在第2天左右電壓耗盡。但是僅有**碳鋅+鹼性**電池組的碳鋅電池在第33天出現白色結晶，且廣用試紙呈現褐色酸性反應

觀察項目	碳鋅 1	鹼性 1	碳鋅 2	充電 1	鹼性 2	充電 2	
燈泡	起始電壓	1.67V	1.65V	1.65V	1.40V	1.65V	1.29V
	結束電壓	第 2 次為 0	第 37 次為 0	第 2 次為 0	第 10 次為 0	還有電	第 3 次為 0
	電器運作	11hrs 後停	11hrs 後停	10.5hrs 後停	10.5hrs 後停	13hrs 後停	13hrs 後停
	電池漏液	第 33 天 	無	無	無	無	無
機芯	起始電壓	1.67V	1.66V	1.68V	1.40V	1.64V	1.29V
	結束電壓	還有電	還有電	還有電	還有電	還有電	還有電
	電器運作	有	有	有	有	有	有
	電池漏液	無	無	無	無	無	無



### 三、 討論

- (一) 由電壓測量得知，燈泡不亮是由於碳鋅電池電力耗盡，導致鹼性和充電電池的剩餘電力無法使用。
- (二) 由**碳鋅+鹼性**的觀察得知，可能是因為鹼性電池電壓高，碳鋅電池電壓低，形成強迫充電，但是碳鋅電池不能充電而導致漏液。

### 實驗六、 雙顆電池不同品牌混用

#### 一、 方法

- (一) 分別把全新和同種的碳鋅、鹼性和充電電池，每兩顆(不同品牌)為一組：**碳鋅A-碳鋅B** / **鹼性A+鹼性B** / **充電A+充電B**。
- (二) 將雙顆電池盒的電線連接至機芯單顆電池盒的電極。

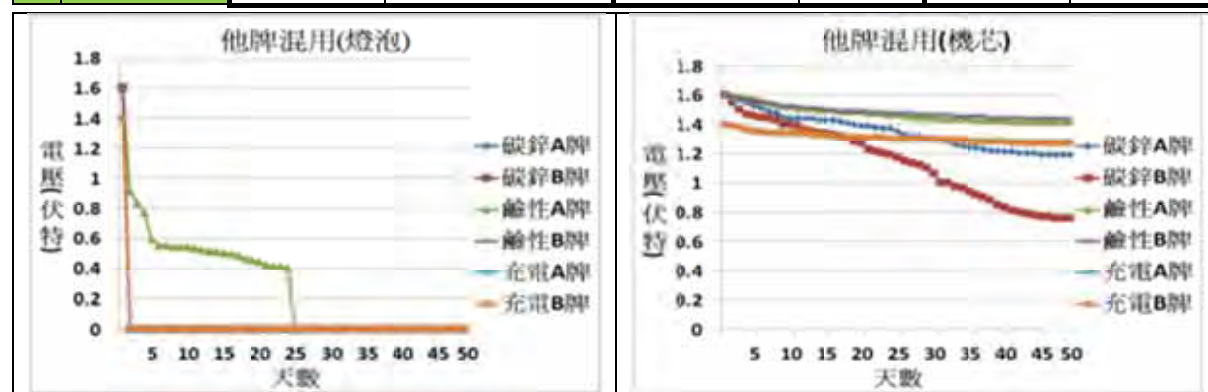
- (三) 在機芯和燈泡電池盒內放置廣用試紙。
- (四) 將上述電池組放入機芯和燈泡的電池盒。
- (五) 連續50天，每日21：00記錄當天溫度和濕度，並且測量所有電池的電壓變化、電器運作、電池外觀和漏液狀況。

		
在電池盒內放廣用試紙	將碳鋅 A 放入電池盒	將碳鋅 B 放入電池盒

## 二、 結果

- (一) 燈泡組中，碳鋅電池B最先（第4天）少量漏液。
- (二) 燈泡組中，鹼性電池A和B隨後（第26天）大量漏液。

觀察項目	碳鋅 A 牌	碳鋅 B 牌	鹼性 A 牌	鹼性 B 牌	充電 A 牌	充電 B 牌
起始電壓	1.60V	1.61V	1.60V	1.60V	1.40V	1.40V
結束電壓	第 2 次為 0	第 2 次為 0	第 25 次為 0	第 2 次為 0	第 2 次為 0	第 2 次為 0
電器運作	11hrs 後停	11hrs 後停	14.5hrs 後停	4.5hrs 後停	13hrs 後停	13hrs 後停
燈泡	無	第 4 天	第 26 天	第 26 天	無	無
						
起始電壓	1.60V	1.60V	1.60V	1.59V	1.40V	1.40V
結束電壓	還有電	還有電	還有電	還有電	還有電	還有電
電器運作	有	有	有	有	有	有
電池漏液	無	無	無	無	無	無



### 三、 討論

- (一) 由鹼性A牌+鹼性B牌燈泡組得知，若1顆電池有電，但是另外1顆提早耗完電，就會形成斷路，有電電池的剩餘電量就會浪費。
- (二) 由鹼性A牌+鹼性B牌燈泡組得知，由於各品牌製造的差異，造成兩顆電池在第2天起電壓明顯不同，更導致第26天漏液。

## 研究四、 探討電池漏液位置和預防方法

### 實驗一、 探討電池漏液位置

#### 一、 方法

- (一) 取10顆碳鋅電池(5種品牌，每品牌2顆)，20顆鹼性電池(10顆全新電池，10顆電壓在 $1\pm 0.1V$ 舊電池)，分別在所有電池的正負極兩端浮貼廣用試紙，以吸取電池的漏液。
- (二) 依照研究三的實驗二，將單顆碳鋅電池裝入燈泡電池盒中。
- (三) 依照研究三的實驗四，將兩顆同牌和新舊混用的鹼性電池(新電池貼紅標)，裝入雙顆燈泡電池盒中。
- (四) 連續靜置14天，每日觀察並記錄電池是否漏液。

		
將電池兩端浮貼廣用試紙	連接電池盒和燈泡	將電池放入電池盒中
		
碳鋅電池用單顆電池盒	鹼性電池用雙顆電池盒	將碳鋅電池放入高溫箱中

#### 二、 結果

- (一) 碳鋅電池10顆中有6顆漏液，6顆都是電池的負極漏液。
- (二) 鹼性電池10組中有7組漏液，7組都是舊電池的負極漏液。
- (三) 鹼性電池正極廣用試紙變藍色的原因，是因為沾染旁邊電池負極漏液關係

碳 鋅 電 池			
	4顆未漏液(2包膜2沒包膜)	6顆漏液在負極(有包膜)	漏液後的結晶
鹼 性 電 池			
	7組產生漏液	都是舊電池負極漏液	漏液後的結晶

### 三、 討論

- (一) 碳鋅電池都在負極漏液，和研究一拆解碳鋅電池的發現封口在正極，和研究三實驗二的正極漏液發現不同。發現6顆漏液的碳鋅電池，都有包膜，4顆未漏液的碳鋅電池2顆有包膜和2顆沒包膜。可能是包膜改變了碳鋅電池漏液的位置。但是由於未包膜的碳鋅電池在實驗中未漏液，所以有待將來實驗證明。
- (二) 由研究一的鹼性電池構造發現，鹼性電池的封口在負極，和研究四實驗一和研究三的鹼性電池負極漏液觀察相同。

## 實驗二、 探討預防電池漏液方法

### 一、 方法

#### (一) 被動式防護：

依照研究三的實驗四，將兩顆同牌和新舊混用的鹼性電池，裝入雙顆燈泡電池盒中。其中舊鹼性電池分為3組，並在電池負極浮貼廣用試紙，連續靜置14天，每日觀察並記錄電池是否漏液：

1. 第1組在負極接縫塗膠：  
透明指甲油、南寶樹脂和膠狀瞬間膠（各5顆）
2. 第2組在負極黏貼膠帶加導電金屬片：  
透明膠帶、電器膠帶和紙膠帶（各5顆）。
3. 第3組「自製被動式防護電池套筒」：  
套筒外浮貼廣用試紙（各5顆），套筒內用4號舊的同牌鹼性電池。



		
塗抹膠狀瞬間膠	黏貼導電金屬片和透明膠帶	浮貼電池及套筒廣用試紙

## (二) 主動式警報：

1. 依照研究三的實驗四，將5顆舊的4號鹼性電池負極浮貼廣用試紙，再放入「自製主動式警報電池套筒」，最後在套筒負極浮貼廣用試紙。
2. 將步驟1中的「自製主動式警報電池套筒」，分別搭配1顆同品牌的全新3號鹼性電池，裝入雙顆電池的燈泡電池盒中（共5組）。
3. 連續靜置14天，每日觀察記錄電池是否漏液，蜂鳴器是否發出警報

		
電池負極浮貼廣用試紙	裝入主動式警報電池套筒	裝入雙顆的燈泡電池盒

## 二、 結果

### (一) 被動式防護：

1. 第1組在負極接縫塗膠：除了1顆南寶樹脂的電池未漏液外，其餘14顆舊電池都有漏液。
2. 第2組在負極黏貼膠帶加導電金屬片：除了5顆電器膠帶沒有漏液外，其他膠帶都有漏液，其中又以透明膠帶的漏液速度最快。
3. 第3組「自製被動式防護電池套筒」：5顆電池的負極有4顆漏液，但是套筒外包覆的試紙沒有變色，表示「自製被動式防護電池套筒」可防止漏液破壞電器。

		
塗瞬間膠的全部漏液	透明膠帶的很快漏液	被動式套筒可防止漏液

## (二) 主動式警報：

5顆「自製主動式警報電池套筒」都有漏液，並且蜂鳴器都有發出警報聲響，而套筒外的試紙都沒有變色。

		
套筒內試紙全部都變色	套筒外試紙都沒有變色	蜂鳴器發出警報聲響

廣用試紙變色及蜂鳴器警報天數（單位：第 0 天）							
			鹼性#1	鹼性#2	鹼性#3	鹼性#4	鹼性#5
被 動 式	負極接 縫塗膠	指甲油	10	11	10	11	9
		南寶樹脂	12	13	X	13	12
		瞬間膠	10	11	10	10	11
	負極膠 帶鐵片	透明膠帶	10	10	11	10	11
		電器膠帶	X	X	X	X	X
		紙膠帶	12	14	14	12	13
	被動式防護 電池套筒		內紙 11 外紙 X	內紙 12 外紙 X	內紙 11 外紙 X	內紙 10 外紙 X	內紙 X 外紙 X
主 動 式	主動式警報 電池套筒		內紙 10 外紙 X 聲響 10	內紙 11 外紙 X 聲響 11	內紙 11 外紙 X 聲響 11	內紙 12 外紙 X 聲響 12	內紙 10 外紙 X 聲響 10

註：內紙為套筒內電池外包覆的廣用試紙；外紙為套筒外包覆的廣用試紙；聲響為蜂鳴器警報

## 三、 討論



- (一) 在研究四的實驗二中，除了1顆南寶樹脂的電池未漏液外，其餘14顆都有漏液，除去未漏液電池外的南寶樹脂後，未見任何漏液現象，所以3種不同的膠水都不能防止漏液，也許和膠水的成分或是塗抹的技巧有關。
- (二) 在研究四的實驗二中，發現3種不同膠帶**只有電器膠帶能夠阻隔漏液**，紙膠帶和透明膠帶都不能防止漏液，可能和膠帶的延展性和黏性不夠有關。
- (三) 在研究四的實驗二中，「自製被動式防護電池套筒」有1顆電池未漏液，其餘4顆電池都有漏液，而套筒外的試紙都沒有變色。「自製主動式警報電池套筒」內的5顆電池都有漏液，套筒外的試紙都沒有變色，蜂鳴器都有發出警報的聲響，且發生聲響的時間與試紙變色的時間差異不大。

## 研究五、 探討廢電池處理方式

在實驗的過程中，我們除了閱讀有關電池的書籍外，也在網路上搜尋電池的相關知識，發現許多人都有電池漏液的經驗。老師推薦我們去參訪台灣唯一的廢電池處理工廠—智○科技，在科長的協助下，參觀一次性電池（不能再充電）的回收作業，也得到了許多知識和建議。我們發現一次性電池的方便和廉價，造成大量的生產和使用，也污染環境。建議大家可以利用廢棄的塑膠牛奶瓶來收集廢電池，並將廢電池送至專門的回收點處理，對於可重複充電的廢電池，最好要包覆電極，以免因為碰撞造成短路導致意外，這樣不但有益自己，也能保護我們的環境。





### 一、 方法

- (一) 將廢電池分成4組，其中2組電池的電極用電器膠帶包覆，另外2組不做任何的處理。
- (二) 2組有包覆和2組沒有包覆的電池，分別放入塑膠瓶，或鐵罐，並分別在4組瓶罐上黏貼標籤。
- (三) 靜置28天後，觀察並拍照記錄。

		
臺灣唯一的廢電池處理廠	數量龐大的待處理廢電池	向科長請教電池的知識
		
廢電池的電極包膠帶	將電池放入塑膠瓶或鐵罐	藍罐電池包膠帶，紅罐沒包

### 二、 結果

- (一) 電池的電極有用電器膠帶包覆的2組，不論是電池，或是塑膠瓶和鐵罐的容器內比較不髒。
- (二) 電池的電極沒用電器膠帶包覆的2組，有些電池出現少許液體，顯得非常骯髒。塑膠瓶中的髒污很容易擦掉，但是鐵罐中除了可以擦掉的髒污外，也出現了擦不掉的鏽斑。

	鐵罐	塑膠瓶
有包覆		
沒包覆		

### 三、 討論

- (一) 環保愛地球應該要減少一次性電池的使用，多使用可重複充電的電池。
- (二) 如果無法將一次性的廢電池包覆起來，將廢電池放在塑膠瓶內會比鐵罐好，而且要經常拿去回收。
- (三) 可重複充電的電池最好將電極確實包覆起來再回收，避免短路產生高溫。

### 陸、 結論

#### 一、 研究一、探討電池構造和測試電池封裝

- (一) 碳鋅電池內容物為酸性，鹼性和充電電池內容物為鹼性，都沒有因為封裝不良而造成內容物外漏。

#### 二、 研究二、探討不同電器電池的耗電量

- (一) 手電筒耗電量最高，時鐘耗電量最低，所以用燈泡代表高耗電，機芯代表低耗電。

#### 三、 研究三、探討造成池漏液原因

- (一) 鹼性電池電量最多，充電電池第二，碳鋅電池最少。
- (二) 造成電池生鏽的因素為潮濕：

	碳鋅電池	鹼性電池	充電電池
生鏽	最快	較慢	不會

碳鋅和鹼性電池在潮濕環境都會生鏽和造成電器不動，所以最好使用充電電池。

(三) 造成電池漏液主要因素：

	碳鋅電池	鹼性電池	充電電池
單顆電池 (燈泡組)	高溫環境 外力撞擊	外力撞擊	
雙顆電池 (燈泡組)	他種(鹼性)混用 他牌混用	新舊混用 他牌混用	

1. 由高溫實驗得知：使用碳鋅電池時要小心漏液。
2. 由撞擊實驗得知：碳鋅電池最容易變形，且漏液機率最高，特別是在正極接縫處，其次是鹼性電池的負極接縫處。所以使用碳鋅電池及鹼性電池要避免碰撞。
3. 新舊混用中鹼性+鹼性的舊電池、他種混用中碳鋅+鹼性的碳鋅電池和他牌混用中鹼性 A 牌+鹼性 B 牌的鹼性 A、B 牌，和他牌混用中碳鋅 A 牌+碳鋅 B 牌的碳鋅 B 牌，都因為兩顆電池的電壓不同，導致高電壓電池可能對低電壓電池強迫充電造成漏液。

(四) 造成電池放電不完全因素：

	碳鋅電池	鹼性電池	充電電池
單顆電池	潮濕生鏽	潮濕生鏽	
雙顆電池 (燈泡組)	新舊混用 他種混用	新舊混用 他種混用 他牌混用	新舊混用 他種混用

- (五) 因為充電電池不會生鏽、漏液和外殼變形，最好多使用充電電池。
- (六) 新舊電池混用、他種電池混用和他牌電池混用的方式，反而浪費電力，所以最好要使用全新、同牌和同種的電池。

#### 四、 研究四、探討電池漏液位置和預防方法

- (一) 除少部分外表未包膜的碳鋅電池外，其他的碳鋅電池和鹼性電池都會從電池的負極漏液。
- (二) 「**電器膠帶加導電金屬片**」，可以簡單有效的防止漏液傷害。雖然鹼性電池漏液的量多且腐蝕性強，但可提供較多電量，所以建議使用電器膠帶加導電金屬片來保護電器。
- (三) 「**自製被動式防護電池套筒**」可以防止漏液，且方便更換電池。
- (四) 「**自製主動式警報電池套筒**」的測試成功，證明我們的設計概念可行，未來可廣為推廣。

#### 五、 研究五、探討廢電池處理方式

- (一) 一次性廢電池，最好存放在塑膠瓶中，並經常拿去回收。
- (二) 可重複充電的廢電池，要將電極確實包覆起來再回收。

## 柒、 總結論

### 一、 電池特性比較：

根據	發現	日常應用
研究一	碳鋅、鹼性及充電電池的正極、負極、電解液、集電棒及封裝縫隙位置不同，但碳鋅、鹼性電池內部構造較充電電池濕。電解液濕度不同可能是充電電池在本實驗中漏液發生最少的原因之一。	充電電池漏液機率最低，因此對於電器保護性最佳。
研究三	全新三號碳鋅電池與鹼性電池的起始電壓較高，約 1.6 伏特左右。充電完全的三號充電電池電壓則較低，約 1.4 伏特左右。但是當裝入電器使用後，碳鋅電池的電壓下降速度最快，鹼性電池下降坡度較緩慢，而充電電池則最穩定。	雖然充電電池的儲存電量沒有鹼性電池多，但是供電較穩定，對電器而言是最佳的選擇。若不用充電電池，則高耗電量電器建議使用鹼性電池，低耗電量電器建議使用碳鋅電池。

### 二、 電器特性比較：

根據	發現	日常應用
研究二、三	電器漏液都是發生在高耗電電器（燈泡）組	使用耗電量較大的電器時，對於電池的種類選擇及混用方式更要小心，以免漏液傷害電器。

### 三、 電池使用環境及方式比較：

根據	發現	日常應用
研究三	碳鋅電池在潮濕環境造成電池生鏽放電不全，且高溫環境及外力撞擊導致電池漏液的觀察中表現皆最不佳。	碳鋅電池雖售價較便宜，但是在潮濕、高溫、外力撞擊等不良條件下皆不建議使用碳鋅電池。
研究三	新舊、他種、他牌電池混用並不會節省電力，反而會增加電池漏液機會。	電池混用造成的漏液，有可能跟高電壓電池對低電壓電池產生強迫充電的後果有關，因此不建議電池混用。
研究三	他牌混用觀察中發現漏液出現在廉價品且品管可能較差的不知名品牌電池。	電池的品質選擇是預防電池漏液的重要元素之一。
研究三	充電電池在不良環境與電池混用狀況下出現生鏽與漏液的機率最低。	在不良環境下建議使用充電電池以避免漏液保護電器。

#### 四、漏液防護比較：

根據	電池種類	漏液狀況	不良環境電池防護建議
研究四	<a href="#">碳鋅電池</a>	本實驗雖是負極漏液，但未包膜電池是否有可能變成顯著封裝正極縫隙漏液未知。	「 <a href="#">被動式防護電池套筒</a> 」+ <a href="#">碳鋅 4 號電池</a> 採取雙極防護。
研究四	<a href="#">鹼性電池</a>	負極漏液、量大且內容物 pH 強鹼，所以需加強負極漏液防護。	較大電量： 「 <a href="#">負極電器膠帶金屬墊片</a> 」+ <a href="#">鹼性 3 號電池</a> 一般電量： 「 <a href="#">主動式警示電池套筒</a> 」+ <a href="#">鹼性 4 號電池</a>
研究四	<a href="#">充電電池</a>	生鏽及漏液最少，就電器安全及環保而言建議使用。	不需特別漏液防護。

#### 五、廢電池回收比較：

根據	目的	回收方式建議
研究五	避免廢電池儲存過程漏液鏽蝕容器及短路導致高溫火災的發生。	<a href="#">先將膠帶貼在電池的電極後、再利用塑膠桶做為電池回收容器。</a>

#### 捌、參考資料

- 一、張美玉 (2011)。國民小學自然和生活科技四年級。台南市：翰林。
- 二、王慧娥 (2003)。圖解電池入門。新北市：世茂。
- 三、曹如蘋 (2006)。圖解化學入門。新北市：世茂。
- 四、鄭永銘 (2012)。科學實驗王 5：電流和磁力。台北市：三采。

## 【評語】 080818

1. 利用被動或主動套筒防止或警示電池漏液問題，在電器使用安全上值得鼓勵。
2. 使用套筒在電池使用上已有應用，但是本作品多了對付電池漏液問題，其中主動套筒會有成本考量。
3. 其中濕度、溫度與耐撞擊的測試可以參考電器產品或元件的測試標準。