

嘉義市第 38 屆中小學科學展覽會

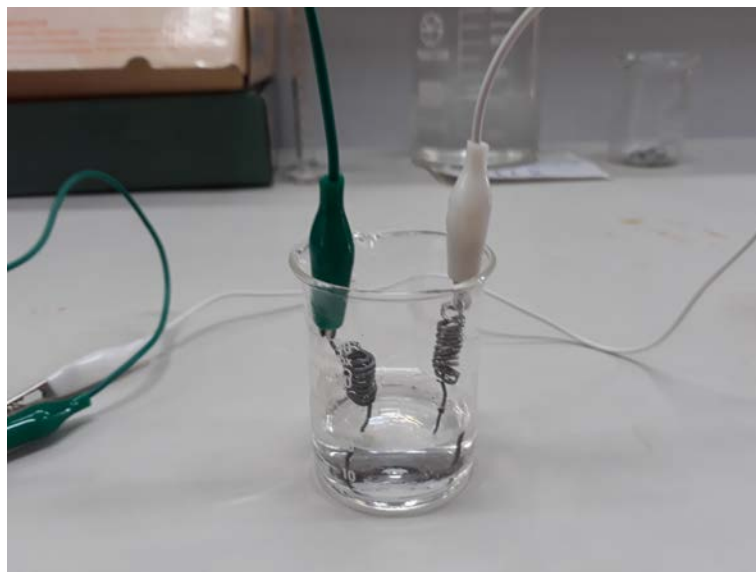
作品說明書

科 別：生活與應用科學科(環保與民生)

組 別：國中組

作品名稱：加水就來電－自製水電池

關 鍵 詞：伏打電池、電解質、電極



編 號：

摘要

日本有發明的防災電池，只要在需要用的時候加入水就可以通電，於是我們就開始收集電池的相關資訊，剛好看到有段影片利用鋅錫和小蘇打水就可以發電，於是我們就開始研究如何自製防災電池。經實驗後發現：(一)測試濃度 1M 不同溶液電壓，以硝酸鉀溶液測得電壓最大。(二)測試不同濃度硝酸鉀溶液電壓，以 1M 的硝酸鉀溶液測得電壓較穩定。(三)測試不同電極，以鋁箔電壓最大，碳棒和焊錫測得電壓較穩定。

壹、研究動機

學校每學期都會進行防災演練，為了萬一遇到地震或緊急狀況時，可以馬上疏散到操場，來避免有人因為災害關係受傷。偶然在滑手機時看到介紹日本發明的防災電池，只要需要用的時候加入水就可以通電，於是我們就開始收集電池的相關資訊，剛好看到有段影片利用錒錫和小蘇打水就可以發電，因此我們就開始研究如何自製防災電池。除了上網找資料外，也有請教學校老師防災電池的相關原理。我們在討論的過程中想到，影片中的電極是用錒錫，是否可以用其它金屬和碳棒來替代。接著是影片中的溶液是小蘇打水，是否可以用其它溶液來替代。以及改變溶液濃度的話，對電壓是否有影響。因此收集完相關資訊與準備所需材料後，我們就迫不及待開始製造屬於我們自己的電池。

貳、研究目的

- 一、設計自製簡易電池。
- 二、探討使用不同種類的溶液，對於自製簡易電池的放電影響。
- 三、探討使用不同濃度的硝酸鉀溶液，對於自製簡易電池的放電影響。
- 四、探討使用不同材質的電極，對於自製簡易電池的放電影響。

參、實驗藥品與器材

燒杯、量筒、量瓶、滴管、燒杯、玻璃棒、電子秤、數位式三用電表、計時器、鱷魚夾、手套、銅片、鋅片、碳棒、鋁箔、迴紋針、硝酸鉀、氯化銨、氫氧化鈉、碳酸氫鈉、碳酸鈉、硫酸銅、氯化鈣、漂白水、酒精、自來水

肆、實驗過程及方法

- 一、設計自製水電池：

- (一)認識伏打電池：

我們上網蒐集文獻後，對於電池獲得一些初步的知識，電池是指通過氧化還原反應，把正極、負極活性物質的化學能，轉化為電能的裝置，即發生電流的化學效應。電池的氧化在負極發生，還原在正極發生，而電子得失是通過外部線路進行的，所以形成了電流。世界上最早出現的電池是在1800年由義大利物理學家亞歷山卓·伏打伯爵(Alessandro Volta)發明的伏打電池(Voltaic pile，又稱伏打電堆)。伏打電池由很多個單元堆積而成，每一單元有鋅板與銅板各一，其中夾著浸有鹽水的濕抹布或紙板。

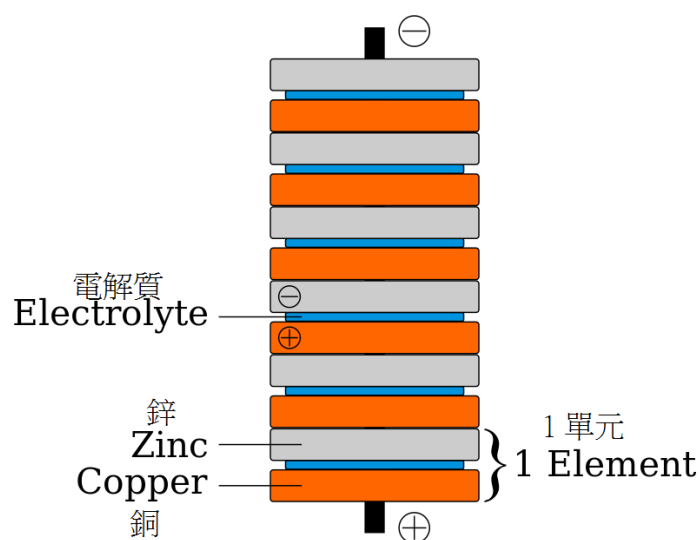


圖1 伏打電池示意圖

伏打電池的兩種金屬中，電流流出的金屬片為高電位稱為正極，亦即氧化活性較小的金屬片－銅片是電池的正極；負極具有低電位，是電流經外電路釋出電能後返回的地方，故電位較低的金屬片－鋅片是電池的負極。伏打電池每個單元可以產生0.76V的電位差，擁有六個單元的伏打電池其電壓大約是4.56V。

(二)設計自製水電池：

我們依據上網查詢的資料，自行設計電池，先仿照網路影片的設計，使用鋁錫當電極，使用數位式三用電表測量電壓。我們將鋁錫用鱷魚夾的一端夾緊後，鱷魚夾的另一端夾緊三用電表的探棒，接著將三用電表設置完成。再取一個 50ml 的燒杯，加入 20ml 的水後，開始用三用電表測量電壓，每隔 10 秒記錄一次，共紀錄 20 次(200 秒)(如圖 1)。

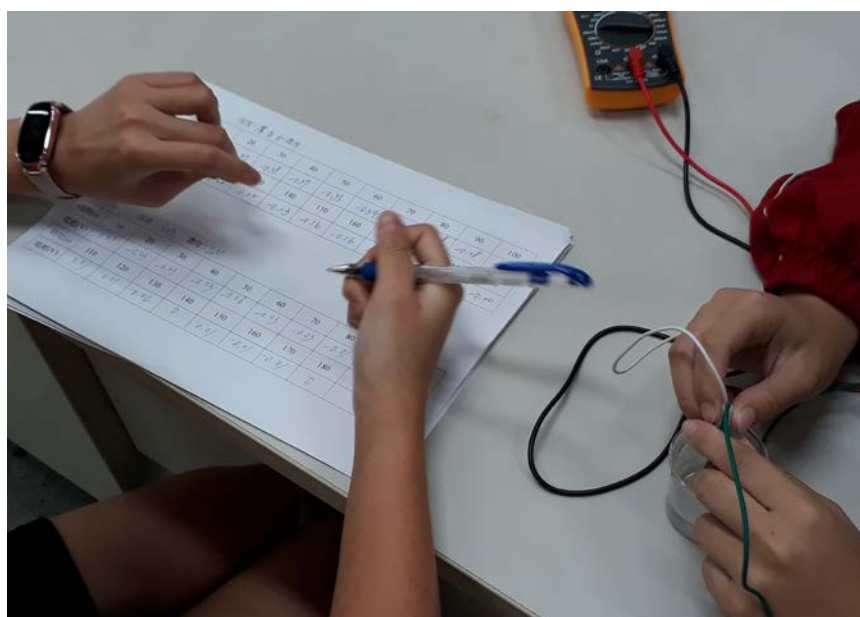


圖 1 三用電表測量電壓，每隔 10 秒記錄一次，共紀錄 20 次

二、【實驗一】探討使用體積莫耳濃度 1M 的不同溶液，對於測得電壓的影響：

- (一)本實驗選擇焊錫作為電極來測量電壓。
- (二)配置 1M 硝酸鉀溶液、1M 氯化鈣溶液、1M 碳酸氫鈉溶液、1M 碳酸鈉溶液、1M 硫酸銅溶液、1M 氫氧化鈉溶液、1M 氯化銨溶液，並準備水當對照組，另外也準備了消毒所需的 500ppm 漂白水(次氯酸鈉溶液)和 75% 酒精來進行測試。
- (三)將三用電表設置好後，以鱷魚夾夾緊焊錫，在小燒杯中倒入 20ml 硝酸鉀溶液，置入電極後開始測量電壓，每隔 10 秒計錄一次，共紀錄 20 次(200 秒)。
- (四)測試完畢後，將電極沖洗乾淨後擦乾，準備下一次測試。
- (五)分別使用上述硝酸鉀溶液、氯化鈣溶液、碳酸氫鈉溶液、碳酸鈉溶液、硫酸銅溶液、氫氧化鈉溶液、氯化銨溶液、水、漂白水、酒精，重複步驟(三)、(四)進行測量，每種溶液測量三次，並將其實驗結果取平均值，記錄測得電壓。

三、【實驗二】探討使用不同濃度的硝酸鉀溶液，對於測得電壓的影響：

- (一)本實驗選擇焊錫作為電極來測量電壓。
- (二)配置 2M、1M、0.5M、0.2M、0.1M 硝酸鉀溶液來進行測試。
- (三)將三用電表設置好後，以鱷魚夾夾緊焊錫，在小燒杯中倒入 20ml 硝酸鉀溶液，置入電極後開始測量電壓，每隔 10 秒計錄一次，共紀錄 20 次(200 秒)。
- (四)測試完畢後，將電極沖洗乾淨後擦乾，準備下一次測試。
- (五)分別使用上述濃度硝酸鉀溶液，重複步驟(三)、(四)進行測量，每種溶液測量三次，並將其實驗結果取平均值，記錄測得電壓。

四、【實驗三】探討使用不同電極，對於測得電壓的影響：

- (一)本實驗選擇 1M 硝酸鉀溶液來測量電壓。
- (二)準備碳棒、鋅片、銅片、鋁箔、迴紋針等導體，來當作測試電極。
- (三)將三用電表設置好後，以鱷魚夾夾緊碳棒，在小燒杯中倒入 20ml 硝酸鉀溶液，置入電極後開始測量電壓，每隔 10 秒計錄一次，共紀錄 20 次(200 秒)。
- (四)測試完畢後，將電極沖洗乾淨後擦乾，準備下一次測試。
- (五)分別使用上述碳棒、鋅片、銅片、鋁箔、迴紋針等不同電極，重複步驟(三)、(四)進行測量，每種溶液測量三次，並將其實驗結果取平均值，記錄測得電壓(如圖 2)。



圖 2 使用不同電極測量電壓

伍、研究結果

一、探討使用不同溶液，對於測得電壓的實驗數據如表 1

表 1 不同溶液，在每 10 秒測得的平均電壓值

溶液：硝酸鉀，濃度：1M										
時間(s)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
平均電壓(V)	0.16	0.16	0.15	0.14	0.14	0.14	0.14	0.13	0.14	0.13
時間(s)	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200
平均電壓(V)	0.13	0.13	0.15	0.14	0.13	0.14	0.14	0.13	0.13	0.14

溶液：氯化鈣，濃度：1M										
時間(s)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
平均電壓(V)	0.15	0.15	0.15	0.12	0.11	0.12	0.12	0.13	0.13	0.13
時間(s)	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200
平均電壓(V)	0.13	0.13	0.13	0.11	0.12	0.11	0.12	0.11	0.11	0.14

溶液：碳酸氫鈉，濃度：1M										
時間(s)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
平均電壓(V)	0.04	0.04	0.03	0.03	0.02	0.00	0.00	0.03	0.01	0.01
時間(s)	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200
平均電壓(V)	0.04	0.03	0.02	0.02	0.02	0.00	0.00	0.03	0.03	0.01

溶液：碳酸鈉，濃度：1M										
時間(s)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
平均電壓(V)	0.02	0.03	0.02	0.01	0.00	0.03	0.00	0.02	0.03	0.01
時間(s)	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200
平均電壓(V)	0.03	0.04	0.02	0.00	0.02	0.00	0.05	0.02	0.01	0.03

溶液：硫酸銅，濃度：1M										
時間(s)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
平均電壓(V)	0.32	0.09	0.10	0.08	0.06	0.04	0.04	0.12	0.01	0.01
時間(s)	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200
平均電壓(V)	0.01	0.01	0.03	0.04	0.04	0.03	0.01	0.04	0.04	0.05

溶液：氫氧化鈉，濃度：1M										
時間(s)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
平均電壓(V)	0.13	0.09	0.08	0.09	0.05	0.00	0.00	0.02	0.03	0.03
時間(s)	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200
平均電壓(V)	0.01	0.01	0.01	0.00	0.09	0.04	0.00	0.01	0.00	0.00

溶液：氯化銨，濃度：1M										
時間(s)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
平均電壓(V)	0.20	0.06	0.01	0.01	0.02	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
時間(s)	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200
平均電壓(V)	0.04	0.05	0.04	0.04	0.04	0.03	0.01	0.00	0.01	0.02

溶液：自來水										
時間(s)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
平均電壓(V)	0.10	0.08	0.08	0.08	0.07	0.08	0.08	0.07	0.05	0.06
時間(s)	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200
平均電壓(V)	0.02	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01

溶液：漂白水，濃度：500ppm										
時間(s)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
平均電壓(V)	0.04	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
時間(s)	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200
平均電壓(V)	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01

溶液：酒精，濃度：75%										
時間(s)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
平均電壓(V)	0.11	0.07	0.12	0.13	0.11	0.07	0.07	0.06	0.05	0.05
時間(s)	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200
平均電壓(V)	0.08	0.07	0.08	0.02	0.04	0.04	0.08	0.09	0.08	0.08

二、探討使用不同濃度的硝酸鉀溶液，對於測得電壓的實驗數據如表 2

表 2 不同濃度的硝酸鉀溶液，在每 10 秒測得的平均電壓值

溶液：硝酸鉀，濃度：2M										
時間(s)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
平均電壓(V)	0.04	0.15	0.14	0.14	0.05	0.14	0.08	0.14	0.15	0.17
時間(s)	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200
平均電壓(V)	0.15	0.16	0.16	0.19	0.20	0.28	0.26	0.20	0.17	0.14

溶液：硝酸鉀，濃度：1M										
時間(s)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
平均電壓(V)	0.16	0.16	0.15	0.14	0.14	0.14	0.14	0.13	0.14	0.13
時間(s)	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200
平均電壓(V)	0.13	0.13	0.15	0.14	0.13	0.14	0.14	0.13	0.13	0.14

溶液：硝酸鉀，濃度：0.5M										
時間(s)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
平均電壓(V)	0.21	0.17	0.14	0.13	0.12	0.12	0.12	0.14	0.14	0.10
時間(s)	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200
平均電壓(V)	0.16	0.13	0.17	0.19	0.20	0.19	0.19	0.19	0.18	0.18

溶液：硝酸鉀，濃度：0.2M										
時間(s)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
平均電壓(V)	0.15	0.18	0.16	0.18	0.17	0.16	0.15	0.14	0.14	0.13
時間(s)	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200
平均電壓(V)	0.12	0.12	0.11	0.11	0.10	0.10	0.09	0.09	0.09	0.08

溶液：硝酸鉀，濃度：0.1M										
時間(s)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
平均電壓(V)	0.02	0.03	0.03	0.04	0.03	0.02	0.00	0.00	0.01	0.02
時間(s)	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200
平均電壓(V)	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.02	0.06	0.07	0.05

三、探討使用不同電極，對於測得電壓的實驗數據如表 3

表 3 不同電極，在每 10 秒測得的平均電壓值

溶液：硝酸鉀，濃度：1M，電極：焊錫										
時間(s)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
平均電壓(V)	0.16	0.16	0.15	0.14	0.14	0.14	0.14	0.13	0.14	0.13
時間(s)	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200
平均電壓(V)	0.13	0.13	0.15	0.14	0.13	0.14	0.14	0.13	0.13	0.14

溶液：硝酸鉀，濃度：1M，電極：碳棒										
時間(s)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
平均電壓(V)	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18
時間(s)	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200
平均電壓(V)	0.18	0.19	0.19	0.18	0.18	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19

溶液：硝酸鉀，濃度：1M，電極：鋅片										
時間(s)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
平均電壓(V)	0.11	0.06	0.14	0.05	0.03	0.03	0.02	0.06	0.04	0.08
時間(s)	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200
平均電壓(V)	0.04	0.02	0.02	0.01	0.03	0.08	0.05	0.04	0.01	0.02

溶液：硝酸鉀，濃度：1M，電極：銅片										
時間(s)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
平均電壓(V)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
時間(s)	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200
平均電壓(V)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00

溶液：硝酸鉀，濃度：1M，電極：鋁箔										
時間(s)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
平均電壓(V)	0.44	0.42	0.48	0.30	0.38	0.29	0.23	0.23	0.22	0.19
時間(s)	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200
平均電壓(V)	0.18	0.20	0.22	0.20	0.20	0.22	0.19	0.21	0.26	0.26

溶液：硝酸鉀，濃度：1M，電極：迴紋針										
時間(s)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
平均電壓(V)	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.04	0.04	0.05	0.06	0.06
時間(s)	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200
平均電壓(V)	0.07	0.07	0.08	0.09	0.09	0.10	0.11	0.05	0.06	0.10

陸、研究結果討論

一、設計自製簡易水電池：

(一)我們一開始是看到有影片介紹利用鋅錫和小蘇打水就可以發電，又搜尋到有業者作出加入水就可以驅動時鐘和計算機的乾電池(業者說使用的金屬是商業機密)，除了環保外，在災害現場也是很實用的電力來源，所以我們就動手試著組裝自己的電池。

(二)一開始是按照影片中使用的焊錫當電極，加入水後，使用三用電表測量電壓。三用電

表顯示的電壓並非固定值，所以我們就想每10秒測量一次，測量20次(200秒)觀察電壓變化的情況。

二、【實驗一】探討使用不同溶液，對於測得電壓的影響：

(一)我們將表1的實驗結果作出不同溶液測得電壓與時間的關係圖，如下圖3所示。

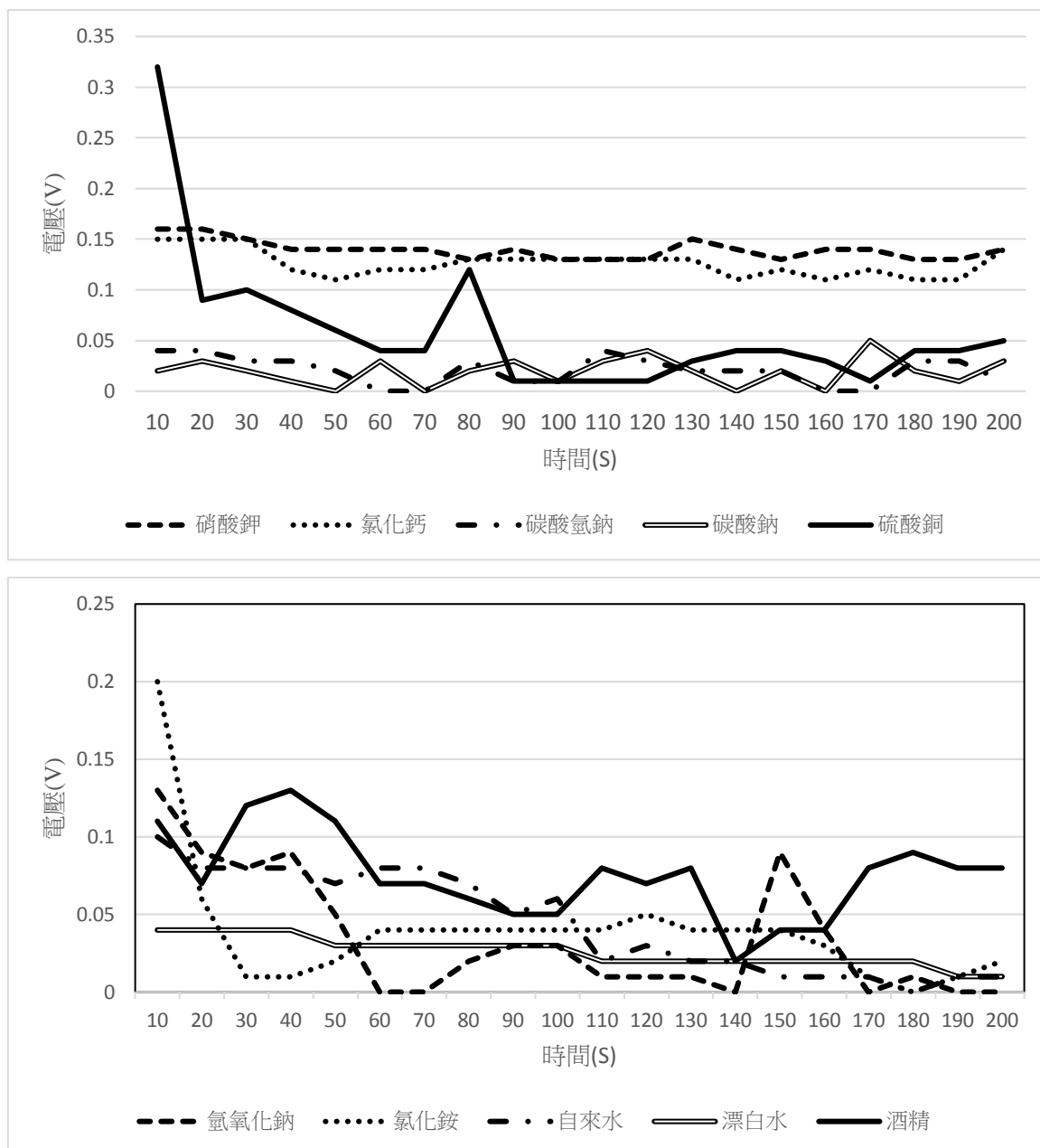


圖 3 不同溶液測得電壓與時間的關係圖

(二)我們根據所查資料得知，水電池就是利用金屬之間的還原電位不同，而產生電位差，加入水後，因水中含雜質可導電，所以可以用三用電表量出電壓。

(三)於是我們試著加入不同溶液來測量電壓，我們挑選了實驗室中常見的藥品，因為金屬(焊錫)會和酸反應，所以我們避開酸，選擇中性和鹼性的溶液。也選擇了防疫消毒必備的漂白水 and 酒精進行測量。依據實驗結果，我們發現硝酸鉀和氯化鈣所測得的

電壓較高且穩定，推測應是強電解質溶液導電的關係，而氫氧化鈉雖也是強電解質，但因錫是兩性金屬，可和氫氧化鈉反應，所以測得的電壓較弱且不穩定。其它溶液測得的電壓較低且不穩定，應該是弱電解質的緣故。

三、【實驗二】探討使用不同濃度的硝酸鉀溶液，對於測得電壓的影響：

(一)我們將表2的實驗結果作出不同濃度的硝酸鉀溶液測得電壓與時間的關係圖，如下圖4所示。

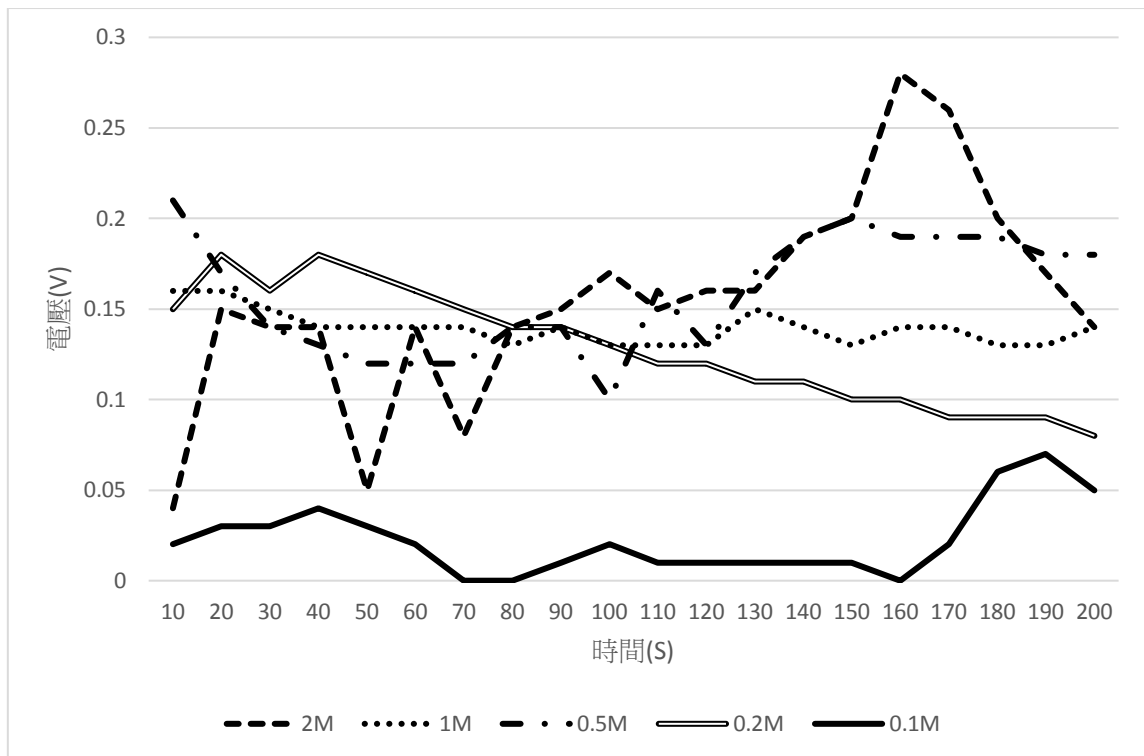


圖 4 不同濃度硝酸鉀溶液測得電壓與時間的關係圖

(二)我們依據不同溶液所測得電壓實驗結果，選擇了電壓高且穩定的硝酸鉀溶液進行不同濃度的電壓測定，來探討不同濃度的硝酸鉀對測得電壓的影響。

(三)依據實驗結果，2M的硝酸鉀溶液電壓起伏較大，1M的硝酸鉀溶液電壓較穩定，0.5M的硝酸鉀溶液電壓也不如1M硝酸鉀溶液電壓穩定，0.2M硝酸鉀溶液電壓呈現遞減的趨勢，而0.1M硝酸鉀溶液可能因濃度較低導致測得電壓較低且不穩定。

四、【實驗三】探討使用不同電極，對於測得電壓的影響：

(一)我們將表3的實驗結果作出不同電極測得電壓與時間的關係圖，如下圖5所示。

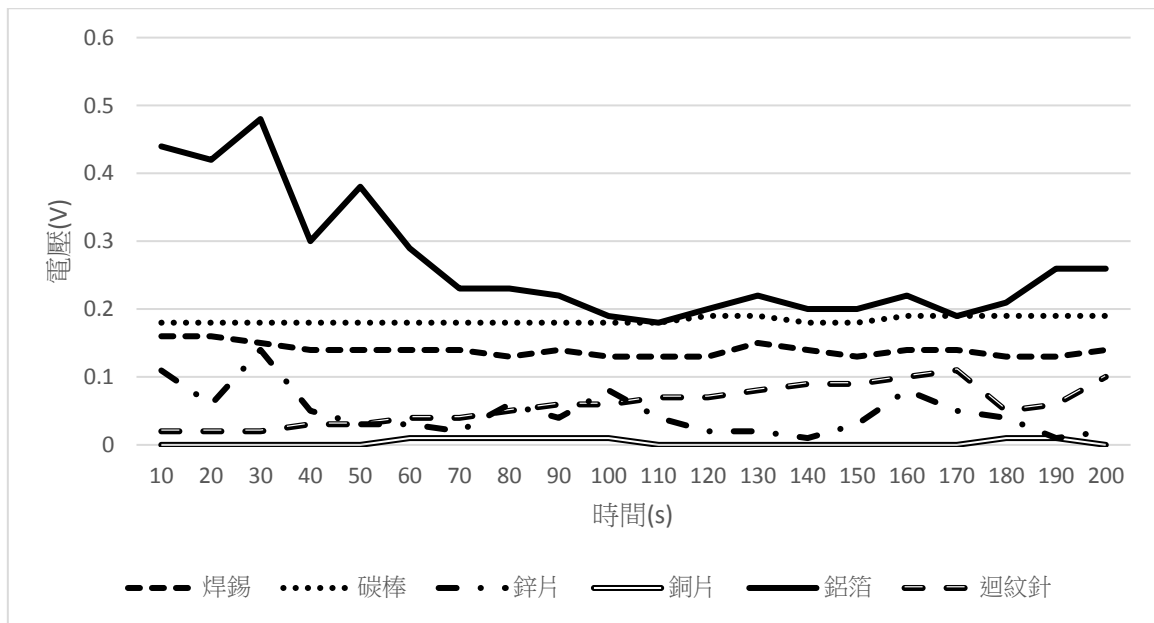


圖 5 不同電極測得電壓與時間的關係圖

(二)我們依據不同濃度硝酸鉀溶液測得電壓結果，選擇1M硝酸鉀溶液當作電解液進行不同電極的電壓測定，來探討不同電極對測得電壓的影響。

(三)依據實驗結果，不同電極因其還原電位不同導致測得的電壓不同。以碳棒和焊錫測得電壓較穩定，鋁箔的測得電壓較大但起伏也較大，鋅片和迴紋針測得電壓起伏較小，而以銅片測得的電壓最小，接近0V。

柒、結論

一、經過這次研究，深刻體會到任何的發現與發明都是經過無數次的討論和改良，從一開始看到水電池影片到查閱原理的過程中，與同學討論再請教老師，使我們都成長不少。實驗的過程中，光是溶液的配置就花了我們不少時間，但也學了不少實驗技巧，再到後續報告的書寫所學到的東西，是平常從課本無法得到的。

二、從實驗一的結果發現：

(一)1M硝酸鉀溶液、1M氯化鈣溶液、1M碳酸氫鈉溶液、1M碳酸鈉溶液、1M硫酸銅溶液、1M氫氧化鈉溶液、1M氯化銨溶液、自來水、500ppm漂白水 and 75%酒精中，以硝酸鉀和氯化鈣溶液測得的電壓較高且穩定。

(二)氫氧化鈉雖也是強電解質，但會和兩性金屬的電極『錫』反應，所以測得的電壓較弱且不穩定。其它溶液因是弱電解質，所以測得的電壓較低且不穩定。

三、從實驗二的結果發現：2M 的硝酸鉀溶液電壓起伏較大，1M 的硝酸鉀溶液電壓較穩定，0.5M 的硝酸鉀溶液電壓也不如 1M 硝酸鉀溶液電壓穩定，0.2M 硝酸鉀溶液電壓呈

現遞減的趨勢，而 0.1M 硝酸鉀溶液因濃度較低導致測得電壓較低且不穩定。

四、從實驗三的結果發現：不同電極因其還原電位不同導致測得的電壓不同。以碳棒和焊錫測得電壓較穩定，鋁箔的測得電壓較大但起伏也較大，鋅片和迴紋針測得電壓起伏較小，而以銅片測得的電壓最小，接近 0V。

五、我們改變了不同溶液、不同濃度和不同電極進行測試，讓我們體會到課本學到的知識如果可以應用的出來才是真正學會，雖然比起只念課本花費了數倍的時間，但我們從動手做中獲得很多很多課本學不到的東西。也是實際動手做之後，才發現自己懂得太少，要學的東西還很多，有了更深厚的學識，才能在實際操作中激盪出更多火花。

捌、參考資料

一、康軒出版社國中自然與生活科技第六冊。康軒出版社。新北市。

二、醜小鴨變天鵝－伏打電池大進化。中華民國第 42 屆中小學科學展覽作品。台南縣。