

來電搭橋，誰最行？—水溶液導電情形的探討

初小組 第二名

縣 市：台北市

校 名：石牌國小

作 者：陳奕誌、周有容

柯品臣、郭存寬

指導教師：程悅君、吳景期



陳奕誌：我叫陳奕誌，肖蛇，射手座，在台安醫院出生。家住台北市北投區，就讀石牌國小四年六班。喜歡唱阿亮的「子曰」，喜歡上體育課、打桌球，曾經游泳比賽第二名。非常想養小狗。我的座右銘是：今天的事，今天一定要完成。

周有容：我是周有容，十一歲，就讀石牌國小四年級，我最喜歡看偉人傳記和自然科學之類的書，空閒時喜歡畫畫和打球，也喜歡到博物館參觀。我崇拜的偉人是愛迪生，因為他發明了很多東西造福人類，我以後要效法他，當一位科學家。

柯品臣：我叫柯品臣，就讀石牌國小四年級，最喜歡的科目是數學、自然、美術、體育及電腦，Love畫畫、打球、看書、看電視和打電腦。我的個性屬於活潑開朗型，喜歡的花是櫻花，最喜歡的食物是雞塊，最喜歡看的卡通是庫洛魔法使。

郭存寬：我是郭存寬，石牌國小四年六班十八號。性別[男]，年齡[10歲]，生肖[馬]，星座

[雙魚座]。偶像[愛迪生]，害怕的事物[蜜蜂]，個性[活潑大方]，興趣[打球、作文、玩水]，我的志願[當醫生]。

關鍵詞：水溶液、導電、發光、電壓、導線、鋁箔

一、研究動機

自然課本上有這樣一個問題：「在電路中，連接哪些溶液，可以形成通路，使燈泡亮？」上課中我們用3或4個新電池連接鹽水、自來水、肥皂水、醋、糖水、小蘇打水等水溶液，結果只有連接鹽水時，小燈泡有亮的情形，但是，不管小燈泡亮不亮，浸在鹽水中的電線（接電池負極的那端）都會冒出泡泡，而連接其他的水溶液，雖然也有冒泡泡的情形，但是小燈泡都不亮。鹽水會導電，其他的水溶液呢？我還想知道其他許許多多的事……

二、研究目的

- (一) 自來水導電情形的探討。
- (二) 蒸餾水導電情形的探討。
- (三) 鹽水導電情形的探討。
- (四) 糖水導電情形的探討。
- (五) 食用醋導電情形的探討。
- (六) 醋酸溶液導電情形的探討。
- (七) 小蘇打水導電情形的探討。
- (八) 肥皂粉水導電情形的探討。
- (九) 柳丁汁導電情形的探討。

三、研究設備及器材

蒸餾水、自來水、鹽、糖、食用醋、醋酸、小蘇打、肥皂粉、柳丁汁、溫度計、電線、電池、小燈泡、聖誕燈泡、發光二極體、微安培計、整流器、酒精燈、三角架、陶瓷纖維網、玻棒、燒杯、量筒、滴管、天平、標籤紙、油性筆。

四、研究過程

實驗說明

1. 上實驗課時，必須串聯3個以上的新電池，才有可能讓連接水溶液的小燈泡亮，電池消耗量實在很大，爲了避免浪費電池和排除電池新舊的變因，實驗之初，我們使用整流器，將交流電轉換成可控制電壓大小的直流電，並將電壓控制在1.5V、3V、4.5V和6V，分別代表串聯1個、2個、3個和4個電池。
2. 用過的電池電流量一定會變小，而串聯二個電池的電流量並不等於二個電池電流量的和、串聯三個電池的電流量也不等於三個電池電流量的和、…，因此，以整流器做的實

驗，將電流固定在1安培左右。然後，我們再以電池做另一次實驗。

3.上實驗課，做三個燈泡串聯的實驗時，燈泡會有亮或不亮的情形，但是，這三個燈泡和電線、電池仍然是一個通路。我們想，燈泡亮了，固然表示水溶液能導電；燈泡不亮，或許並不表示水溶液不能導電，因此，我們改用聖誕燈泡，後來，爸爸又要我們試試發光二極體，請教老師後，老師建議我們用「微安培計」，可以很清楚的看出水溶液有沒有導電。實驗時，我們先以分別以2.5 V 小燈泡、聖誕燈泡和發光二極體做測試，都不亮時，再以微安培計檢驗是否有電流。

4.有一次實驗時，燈泡不亮，同學頑皮的搖一搖電線，沒想到燈泡竟然亮了，所以，燈泡不亮時，我們也試著搖一搖電線。

5.有同學認為導線兩端和水溶液的接觸面積也會影響導電的情形，因此，電線、鱷魚夾、小鋁箔片(比鱷魚夾面積大)和大鋁箔片我們都做了實驗。

6.有一天，天氣晴朗，每一組連接鹽水的小燈泡都亮了，難道天氣也會影響水溶液的導電？我們想，氣溫會影響溶液或導線的溫度，因此，我們將溶液的溫度做為探討的變因，而導線的溫度因為很難測量，暫時略去沒做，列為將來想要探討的另一個變因。

7.實驗時所用的自來水都直接取自水龍頭。不同溫度的水溶液以放置冰箱中冷卻或以酒精燈加熱的方式處理，並以溫度計測量溫度。

8.常溫是指實驗當時的溫度。每次實驗，水溶液都取100 。每做完一次實驗，都更換新的水溶液，並把導線兩端在蒸餾水中洗乾淨。為了避免實驗誤差，每個實驗至少做三次，每次實驗的日期都不相同。

9.實驗時，為了保持相同的變因，我們用相同大小的燒杯、相同的水溶液量、且讓浸在水溶液中的導線兩端儘量保持在相同的距離。

10.發光體指小燈泡、聖誕燈泡或發光二極體。

問題一

自來水導電情形的探討。

方法一：以不同電壓測試常溫時的自來水。

方法二：以不同電壓測試不同溫度的自來水

結果：(略)

發現：(略)

問題二

蒸餾水導電情形的探討。

方法一：以不同電壓測試常溫時的蒸餾水。

方法二：以不同電壓測試不同溫度的蒸餾水。

結果：(略)

發現：(略)

問題三

鹽水導電情形的探討。

方法一：以不同電壓測試常溫時不同濃度的鹽水。

方法二：以不同電壓測試不同溫度的鹽水。

結果：(略)

發現：(略)

問題四

糖水導電情形的探討。

方法一：以不同電壓測試常溫時不同濃度的糖水。

方法二：以不同電壓測試不同溫度的糖水。

結果：(略)

發現：(略)

問題五

食用醋導電情形的探討。

方法一：以不同電壓測試常溫時的食用醋(工研糯米醋)。

方法二：以不同電壓測試不同溫度的食用醋

結果：(略)

發現：(略)

問題六

醋酸溶液導電情形的探討。

方法一：以不同電壓測試常溫時的冰醋酸和醋酸溶液。

方法二：以不同電壓測試不同溫度的醋酸溶液。

結果：(略)

發現：(略)

問題七

小蘇打水導電情形的探討。

方法一：以不同電壓測試常溫時不同濃度的小蘇打水。

方法二：以不同電壓測試不同溫度的小蘇打水。

結果：(略)

發現：(略)

問題八

肥皂水導電情形的探討。

方法一：以不同電壓測試常溫時不同濃度的肥皂水。

方法二：以不同電壓測試不同溫度的肥皂水。

結果：(略)

發現：(略)

問題九

柳丁汁導電情形的探討。

方法一：以不同電壓測試常溫時的柳丁汁。

方法二：以不同電壓測試不同溫度的柳丁汁

結果：(略)

發現：(略)

五、討論

(一)導線材質以及和水溶液接觸面積的探討。

1.根據實驗結果，以聖誕燈泡和小燈泡而言，有些用電線不亮，用鱷魚夾會亮；或者用電線和鱷魚夾不亮，但是換用面積比鱷魚夾大的鋁箔就亮了；至於發光二極體，電壓1.5V有些就會亮，電壓3V以上一定會亮，似乎沒有太大的影響。(在這裡我們並未討論材質的問題)

2.其實，我們使用的材料除了面積不同外，材質也不相同，這又是另一個變因。因此，我們又做了幾個簡單的比較——相同大小的銅片、鋁片和鋁箔(浸入水中相同的面積)，結果發現，以聖誕燈泡和小燈泡而言，有些用鋁箔不亮的，換用鋁片或銅片就亮了；也有些用鋁片不亮的，換用銅片就亮了；至於發光二極體，電壓1.5V有些就會亮，電壓3V以上一定會亮，似乎沒有太大的影響。

3.直接以電線作為導線，電線內的銅線很容易被腐蝕，建議在兩端連接鋁箔(可用鱷魚夾夾住鋁箔，實驗時，不要讓鱷魚夾碰到水溶液)，如此，便宜又容易更換。

(二)電路中發光體並聯的探討

1.剛開始實驗時，我們一次只連接一個發光體，後來有同學想到將三者(小燈泡、聖誕燈泡和發光二極體)並聯，一次就可以觀察到三種情形，不是比較節省時間嗎？於是，我們將三者並聯後連接水溶液，沒想到實驗結果和一次只連接一個發光體的情形完全不同，怎麼會這樣呢？因此，我們暫時擱下實驗，先做以下的探討。

2.我們先做了發光體直接連接電源的實驗。(為了怕過大的電壓或過強的電流使發光體燒壞，本實驗中發光體有不亮的，才增加電壓，亮了，就不再測試更大的電壓。實驗後發現

(1) 單獨連接發光體，電壓1.5V(1個電池)時，三種發光體都會亮，但發光二極體一定要新電池才會亮。

(2) 並聯不同的發光體時，電壓1.5V聖誕燈泡和小燈泡就會亮，電壓3V以上三者才會同時亮，也就是說，發光體亮不亮的情形和單獨連接時是不同的。

3.我們再做了發光體連接電源和水溶液(以最容易使發光體亮的飽和鹽水做測試)的實驗，看看單獨連接和並聯三種發光體時，發光體亮不亮的情形是否相同。實驗後發現，發光體單獨連接水溶液和並聯不同的發光體連接水溶液時，發光體亮不亮的情形並不相同，因此，連接水溶液時，三種發光體無法以並聯的方式同時做實驗。

(三)二極體的探討

1.以整流器輸出1.5V電壓，連接發光二極體，發光二極體有時亮、有時不亮。怎麼會這樣呢？反覆測試的結果發現，使用整流器往往很難將電壓控制得剛剛好，所以會有有時亮、有時不亮的情形，亮與不亮，電壓往往只有些微的差異，於是，我們改用電池，結果發現，一個舊電池無法使發光二極體亮，而一個新電池，可以使一個發光二極體亮，因此，我們得到一個結論——要使發光二極體亮需有一定的電壓——約為1.5V。1個1、2、3或4號電池的電壓約為1.5V，因此，發光二極體會有有時亮、有時不亮的情形，但是，串聯2個以上的電池(不論新舊)，電壓一定超過1.5V，所以必能使1個發光二極體亮。

2.我們也發現，能使1個發光二極體亮的電壓，也能使串聯1個發光二極體和許許多多的聖誕燈泡或小燈泡(我們連接了15個)中的發光二極體亮(聖誕燈泡和小燈泡是不亮的)。

3.『小電流就可以使發光二極體亮』是我們採用發光二極體作為實驗材料的主要理由。實驗的結果也的確是如此，不論新、舊電池，甚至經驗電器測量只殘留少許電流的電池，只要電壓夠(串聯2個即可)，發光二極體就會亮。就這一點而言，的確是方便又省錢。

4.以1個舊電池(略小於使一個發光二極體亮的電壓)直接連接發光二極體，發光二極體不亮，但是，再連接鹽水、醋酸、小蘇打水、柳丁汁(橘子汁)等水溶液，發光二極體反而會亮，這是比較特別的部分。

六、結論

(一)在水溶液的導電情形的探討中，我們發現『眼見不一定為信』，因為，小燈泡、聖誕燈泡或發光二極體不亮不能代表水溶液不導電，水溶液是否導電，用微安培計一試便知。根據實驗，唯一不導電的是純冰醋酸，其他的水溶液都會導電，只是導電情形不同而已。

(二)微安培計可以清楚的看出水溶液有沒有導電，可是價錢不便宜，一個就要好幾百元，對小學生而言，這仍然是一個不易了解的儀器，能看到燈泡亮、知道能導電，多好！但是，以聖誕燈泡或小燈泡連接水溶液時，往往要串聯好幾個電池還不一定會亮，而發光二極體只要串聯兩個以上的舊電池(新的當然也可以)，就一定會亮(純冰醋酸除外)，而且每個不超過5元。因此，我們建議實驗時採用發光二極體，省錢又環保。唯一要注意的是，發光二極體有方向性(正、負極之分)，不能接錯。

(三)根據我們的實驗結果，水溶液的濃度對聖誕燈泡和小燈泡的影響較大；但是對發光二極體幾乎沒有影響——電池正極接鋁箔，負極用導線，不論連接任何水溶液，只要一個電池，發光二極體就會亮。

(四)根據我們的實驗，蒸餾水和自來水都會導電，因此，不論用蒸餾水或自來水配製的水溶液應該都會導電，實驗的結果也是如此。

(五)根據我們的實驗結果，除了有些水溶液在5時導電情形較差外，在其他溫度(15-45)時的影響並不太大(聖誕燈泡和小燈泡略有影響，發光二極體幾乎沒有影響)，而這個溫度幾乎涵蓋了台灣四季平地的一般水溫(常溫)。因此，可以說常溫就是最適合的實驗溫度。

(六)我們實驗的九種溶液中，只有連接鹽水、小蘇打水、肥皂水這三種水溶液會使聖誕燈泡和小燈泡亮。其中以鹽水的效果最好，只要濃度不太低，電壓3V以上，聖誕燈泡和小燈泡都會亮；而小蘇打水和肥皂水，則需較大濃度、較大電壓才有可能使聖誕燈泡和小燈泡亮。

(七)實驗時，我們注意到電線放入水溶液中有冒泡泡的情形，有的只有一極會冒泡泡，有的二極都會冒泡泡；有些很明顯、有些比較不明顯，其中以蒸餾水和糖水最不明顯。通常，泡泡冒得越多的，聖誕燈泡或小燈泡越容易亮。

(八)本實驗我們針對九種水溶液，做了六種變因的探討，綜合實驗結果得到以下的結論。

- 1.不同的發光體：連接水溶液後，以發光二極體的效果最好，其次是聖誕燈泡、小燈泡。
- 2.電壓：電壓越大，導電情形越好。（我們因為考慮到電池串聯的問題，因此只做到6V。）
- 3.水溶液的濃度：大體而言，濃度越大，導電情形越好。不過，糖水因為太黏稠，導電情形並未隨濃度增加；而純冰醋酸則完全不能導電。
- 4.水溶液的溫度：大體而言，溫度越高，導電情形越好。不過，柳丁汁太高溫（約90）反而不好。
- 5.導線和水溶液的接觸面積：導線和水溶液接觸面積越大，發光體越容易亮。但特別的是，電池正極接鋁箔，負極用導線時，效果最好。
- 6.搖動導線：有些時候，搖動導線可以使原來不亮的發光體亮，此種情形在測試鹽水時最明顯。

(九)『來電搭橋，誰都行！』，給大家最實用的建議——在常溫時，電池負極以電線做導線、正極接鋁箔，使用發光二極體、1個電池（新舊均可），則連接任何水溶液都可以看到發光二極體亮。

七、參考書籍

- (一)國小自然課本、教學指引第七冊牛頓出版股份有限公司88/7
- (二)國中理化課本第二冊國立編譯館85/1
- (三)科學寶庫（上）國語週刊雜誌社79/1
- (四)牛頓科學研習百科（化學）牛頓出版股份有限公司74/6

評語

此作品研究水液導電情形，加入不同物質，導電度不同，以發光二極體為測量導電的工具，作品工作極為完整，觀察詳細。有些很不尋常的發現，很值得鼓勵，雖然他們尚不完全了解其中的道理，另外作者的表達能力很好，對其實驗了解很深。

[回到目錄頁../Index.htm](#)