

中華民國第四十六屆中小學科學展覽會
作品說明書

國中組 理化科

第三名

031619

新能源的領航者-尿液電池

學校名稱：嘉義縣立新港國民中學

作者： 國二 陳靖詒 國二 李思賢 國二 郭品君 國二 鄭雅文	指導老師： 黃俊傑 官玉娟
---	---------------------

關鍵詞：尿液、電解質、電極

新能源的領航者~尿液電池

壹、摘要

本篇報告主要以尿液為電解質，並搭配金屬片為電極，嘗試組合出可使 LED 燈泡發亮的尿液電池，由此證實尿液能發電。再藉由各種金屬片的組合及鹽橋的使用，找出電力超強的最佳條件。經測得銅片與鎂片為最好的電極配對，創造出「尿液手電筒」。

貳、研究動機

啊~失電的夜晚，停電了，怎麼辦？東找找西找找，就是摸不到手電筒，怎麼辦呢？如果在這個時候能迅速的得到光線就能多一分的安全，而到底有什麼辦法能解開這個謎底呢？

現在可能還有一個辦法，就是用『尿液』來發電，但尿液要如何發電呢？突然從腦中飄過一個念頭，如果取得尿液也能發電，那多神奇啊！於是便想在網路上找到一些答案，經過了一番探討，發現尿液裡含有許多離子，在電池裡會發生反應，而產生電流，引發我們深入研究興趣。恰巧學校有科展實驗，便邀了幾個志同道合朋友一起來做這項實驗。就是用銅片和鎂片接 LED 燈，然後放入尿液裡面，結果神奇的是 LED 燈就這樣亮了！如果停電時，就可以試看看！

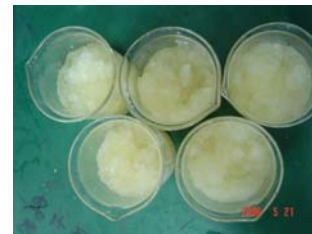
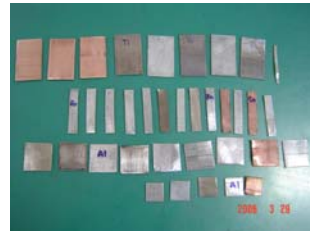
參、研究目的

我們要用不需花錢也最容易取得的尿液發明最便宜的尿液電池，並將尿液電池經過包裝，做出日常生活經常使用的手電筒。藉由測量出各種金屬配對和尿液接觸時所產生的電流和電壓量，找出電壓電流最高的金屬配對來增加燈泡的亮度。使用二十一種金屬的配對方式來比較電流及電壓大小。歸納幾點說明如下：

- 一、以簡單測試實驗，激發研究興趣。
- 二、以不同金屬配對接觸尿液，進行電流及電壓測量。
- 三、以數據最高的金屬配對連接尿液及 LED 燈。
- 四、將實驗結果應用到日常生活中，提升我們的成就感。

肆、研究器材與設備

材料	數量	材料	數量
尿液	數瓶	電子秤	一台
金屬片 (銅、鋁、鋅、鐵、鎂、鈦、鎳)	各六片	紙尿布 (高分子吸水性物質)	一包
燒杯	六個	計時器	二台
安培計	二台	置物盤	一個
伏特計	二台	透明膠帶	一捲
LED 燈 (紅光、黃光、白光、藍光)	四顆	絕緣膠布	一捲
小燈泡	數顆	NaCl	一包
電池組	一組	HCl	適量
U 型管	二個	NaOH	適量
電線	一捆	洗滌瓶	一個
三用電表	一台	蒸餾水 (H ₂ O)	數瓶
鱷魚夾	數條	養樂多空瓶	三罐
棉花	一包	糖果空筒	一個
滴管	六根	空瓶	一個
夾子	一支	廢舊厚紙箱	一片
天平	一台	瓦楞紙板	二片
砝碼	一盒	粗細砂紙	三張
玻棒	一支	廢棄開關	一個
大量筒(100ml)	一支	廢棄小時鐘	二個
小量筒(10ml)	一支	美工刀	二支
培養皿	二個	碼錶	二個
直尺	一支	手套	二盒
苯甲酸	一瓶	照相機	一台
標籤紙	一包	紀錄簿	一本
保鮮膜	一支	衛生紙	一袋



伍、研究過程及方法

一、實驗一【金屬配對影響因素】

- (一) 準備 5cmx3cm 的 Cu、Al、Zn、Mg、Fe、Ti、Ni 片，並依下表配對方式，組合成電極組。

Cu~Al	Al~Zn	Zn~Mg
Cu~Zn	Al~Mg	Zn~Fe
Cu~Mg	Al~Fe	Zn~Ti
Cu~Fe	Al~Ti	Zn~Ni
Cu~Ti	Al~Ni	Fe~Ti
Cu~Ni	Ti~Ni	Fe~Ni
Mg~Fe	Mg~Ti	Mg~Ni

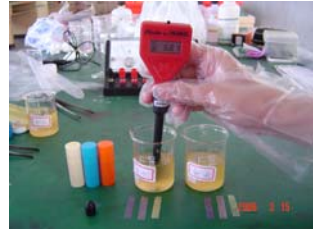
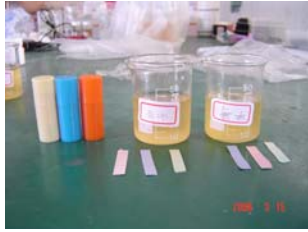
- (二) 準備尿液樣品原液（40ml）。
- (三) 把配對金屬片固定在燒杯內，測量電壓及電流。
- (四) 記錄並觀察實驗結果。



二、實驗二【不同的保存狀況對尿液酸鹼值及電壓、電流的影響】

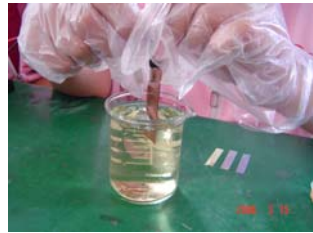
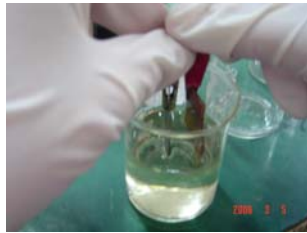
- (一) 準備 Cu~Mg 電極組。
- (二) 準備二杯尿液樣品，貼上標籤為有冰尿液與無冰尿液，並使用保鮮膜封口，保存 10 天。
- (三) 分別使用 pH 計、石蕊試紙、廣用試紙量測尿液樣品的酸鹼度，觀察其顏色變化並記錄，每天量測一次至第 10 天為止。
- (四) 使用 Cu~Mg 電極組，分別固定在有冰樣品及無冰樣品內，每天量測一次至第 10 天為止。





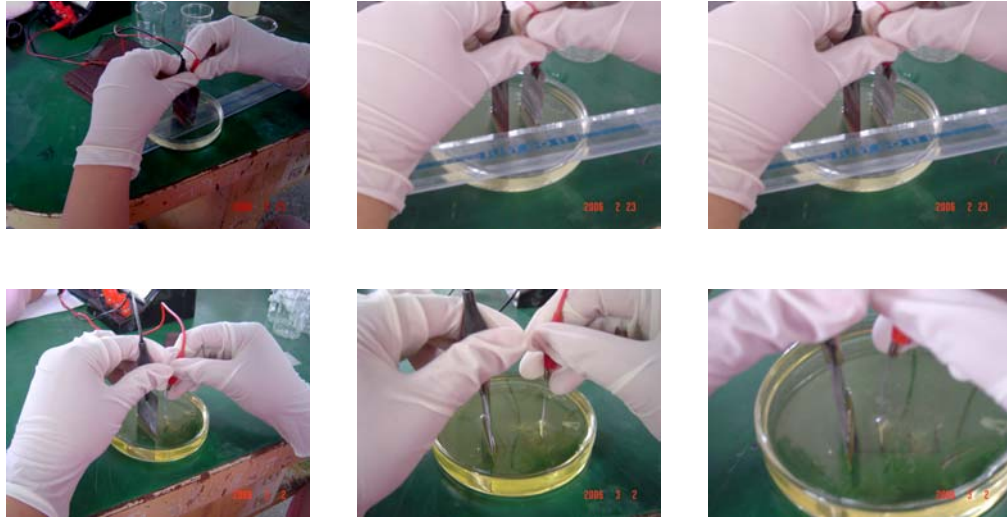
三、實驗三【濃度對電壓、電流的影響】

- (一) 準備 Cu~Mg 電極組。
- (二) 準備 9 杯尿液樣品 (40ml) 並分別加入 0ml、10ml、20ml、30ml、40ml、50ml、60ml、70ml、80ml 蒸餾水。
- (三) 測量電流、電壓之後，記錄結果。



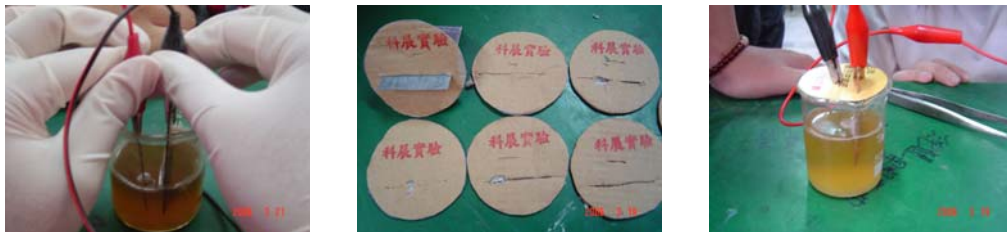
四、實驗四【電極片之間的距離影響】

- (一) 準備 Cu~Mg 電極組。
- (二) 準備尿液樣品原液 (40ml)。
- (三) 利用廢厚紙箱，裁成直徑 4.5cm 小圓，並在厚紙片上以美工刀分別畫上 1cm、2cm 距離之刻度，以便固定電極距離。
- (四) 培養皿內放置尿液樣品 (40ml)，底端劃線，並固定距離。
- (五) 把電極組分別固定在燒杯內，依序變化電極距離為 1cm、2cm、3cm 測電壓、電流值。



五、實驗五【深度對電壓、電流的影響】

- (一) 準備 Cu~Mg 電極組。
- (二) 準備尿液樣品原液 (40ml)。
- (三) 將金屬片固定深度 0.5cm、1cm、1.5cm。
- (四) 把電極組分別固定在燒杯內，依序變化電極放入深度為 0.5cm、1cm、1.5cm 並量測電壓、電流值。



六、實驗六【面積對電壓、電流的影響】

- (一) 準備 Cu~Mg 電極組。
- (二) 準備尿液樣品原液 (40ml)。
- (三) 將金屬片裁成面積 5×3 、 5×1 、 3×3 、 2×2 cm^2 。
- (四) 在厚紙片上固定刻度，並放置燒杯內。
- (五) 燒杯內放置尿液樣品 (40ml)，並放置裁好面積的金屬片，準備測量。
- (六) 把電極組分別固定在燒杯內，依序變化電極面積為 4、5、9、15 cm^2 ，並量測電壓、電流值。



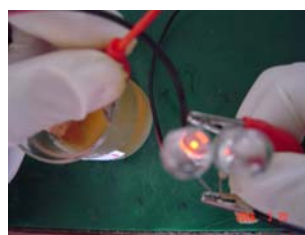
七、實驗七【尿液樣品加入電解質-鹽橋】

- (一) 準備 Cu~Mg 電極組。
- (二) 將 NaOH、NaCl、HCl 的水溶液配好濃度為 0.1M、0.5M、1.0M。
- (三) 準備尿液樣品 (40ml) 二杯。
- (四) 將 U 型管裝入配好濃度電解質的水溶液。
- (五) 將棉花塞在 U 型管左右兩側。
- (六) 二杯燒杯內放置尿液樣品 (各 40ml)，U 型管做鹽橋，準備測量。
- (七) 把電極組分別固定在燒杯內，依序改變鹽橋內容物，並量測電壓、電流值。



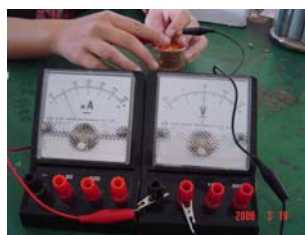
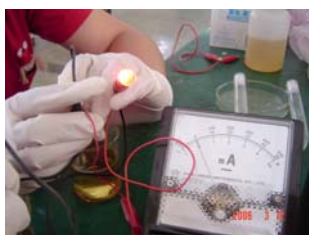
八、實驗八【使用尿液與尿素的實驗比較】

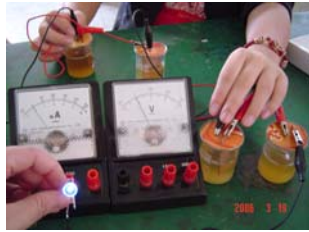
- (一) 準備 Cu~Mg 電極組。
- (二) 配製尿素溶液。
- (三) 準備尿液樣品原液 (40ml) 和尿素溶液 (40ml) 各一杯。
- (四) 貼上標籤為尿液樣品 vs 尿素溶液 (40ml) 之樣品。
- (五) 分別使用 pH 計、石蕊試紙、廣用試紙量測尿液樣品的酸鹼度，並記錄結果，
- (六) 把電極組分別固定在燒杯內，並量測電壓、電流值。



九、實驗九【電池串聯影響因素】

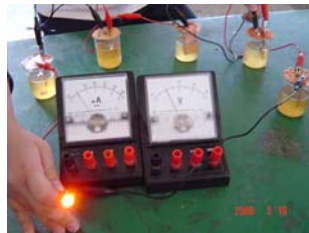
- (一) 準備 5 組 Cu~Mg 電極組。
- (二) 準備尿液樣品原液 (40ml) 五杯。
- (三) 採用串聯方式，依序連接電極組 1~5 杯。
- (四) 把電極組分別固定在燒杯內，並依序量測串聯 1~5 杯的電壓、電流值。





十、實驗十【實驗最佳狀況】

- (一) 選擇影響因素-金屬配對、寬度、面積、濃度、深度、串聯杯數，選出最佳條件。
- (二) 把電極組固定在燒杯內，並量測電壓、電流值。



十一、實驗十一【電解質固化探討】

- (一) 準備 5 組 Cu~Mg 電極組。
- (二) 準備尿液樣品原液（40ml）五杯並於燒杯中各加入 3.5g 的吸水性高分子。
- (三) 採用串聯方式，依序連接電極組 1~5 杯。
- (四) 把電極組分別固定在燒杯內，並依序量測串聯 1~5 杯的電壓、電流值。



十二、實驗十二【自製生活應用成品展示-尿液手電筒】

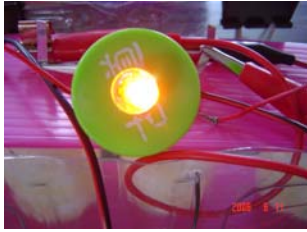
- (一) 準備 3 組 Cu~Mg 電極組。
- (二) 尿液樣品原液 (40ml) 三杯。
- (三) 準備養樂多空瓶放入尿液樣品原液各 40ml。
- (四) 準備瓦楞紙版，裁成直徑 2.7cm 的小圓。
- (五) 在厚紙片上畫上刻度，放置於養樂多空瓶瓶口上。
- (六) 將金屬片固定深度 1.5cm。
- (七) 準備糖果空筒，用廢棄開關裝置在其中一邊。
- (八) 糖果空筒蓋子鑲嵌 LED 燈，並拉出電線準備連接三組“鎂 V.S.銅”金屬片。
- (九) 連接電線的部分用焊接方式和絕緣膠布固定。
- (十) 糖果空筒底端加一片厚紙片直徑 10.5cm 的圓一個，可固定底部平整。
- (十一) 尿液樣品加入高分子吸水性物質，同上步驟，並且記錄結果。





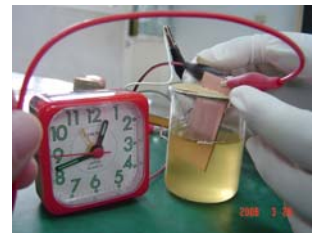
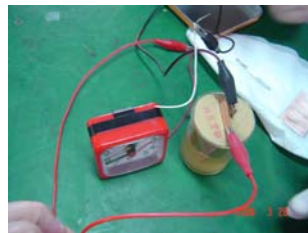
十三、實驗十三【自製生活應用成品展示-尿液照明燈】

- (一) 準備 4 組 Cu~Mg 電極組。
- (二) 尿液樣品原液 (40ml) 四杯。
- (三) 準備四個燒杯放入尿液樣品原液各 40ml。
- (四) 準備瓦楞板，將大寶特瓶水平放置，並於側邊切開面積約 ($23\times 9\text{cm}^2$)，於瓶內放置瓦楞板面積 ($22\times 6\text{cm}^2$) (編號 a)，並將燒杯固定於瓦楞板(編號 a)上。
- (五) 在瓦楞板上畫上距離 1.0cm，並置於燒杯瓶口上。
- (六) 將金屬片固定深度 1.5cm。
- (七) 準備空筒，將 4 組 Cu~Mg 電極組裝置在四個燒杯中。
- (八) 空筒蓋子，以美工刀割開，並用熱熔膠將 LED 固定於蓋上，並連接四組“鎂 V.S. 銅”金屬片。
- (九) 空筒底端加一片塑膠瓦楞板，將瓦楞板(編號 b)蓋在固定好的燒杯上，以美工刀切開適當開口，將銅片和鎂片插於開口處且固定。
- (十) 尿液樣品加入高分子吸水性物質，同上步驟，並且記錄結果。



十四、實驗十四【自製生活應用成品展示-尿液時鐘】

- (一) 準備 3 組 Cu~Mg 電極組。
- (二) 尿液樣品原液 (40ml) 三杯。
- (三) 準備小時鐘一個。
- (四) 將小時鐘連接電線，固定在燒杯內。
- (五) 連接電線的部分用焊接方式和絕緣膠布固定。
- (六) 使用 1 杯 40ml 的尿液,加入 3.5g 的吸水性高分子。
- (七) 尿液樣品加入吸水性高分子，同上步驟，並且記錄結果。



十五、實驗十五【自製生活應用成品展示-尿布 LED 燈】

- (一) 準備 1 組 Cu~Mg 電極組。
- (二) 尿液樣品原液 (40ml) 五杯。
- (三) 準備嬰兒尿布一大包。

(四) 尿布左右兩側倒入尿液樣品（40ml），並固定距離 1cm。

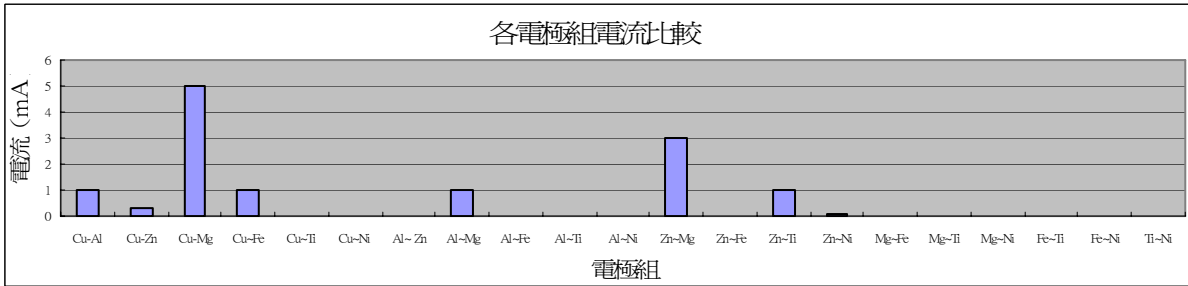
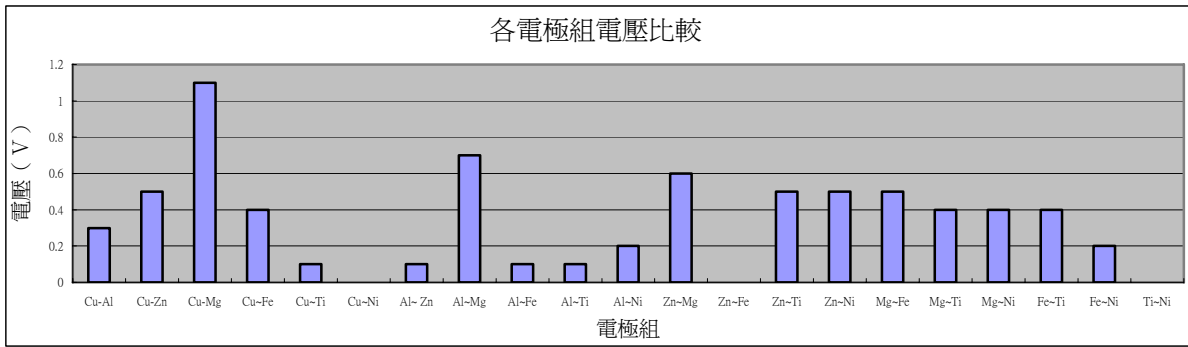
(五) 量測電壓、電流值。



陸、研究結果

一、實驗一【金屬配對影響因素】

金屬配對	電壓(v) V	電流(I) mA	電阻($R = V / I$) Ω
Cu-Al	0.3	1	300
Cu-Zn	0.5	0.3	1666.7
Cu-Mg	1.1	5	220
Cu-Fe	0.4	1	400
Cu~Ti	0.1	0	0
Cu~Ni	0	0	0
Al~ Zn	0.1	0	0
Al~Mg	0.7	1	700
Al~Fe	0.1	0	0
Al~Ti	0.1	0	0
Al~Ni	0.2	0	0
Zn~Mg	0.6	3	200
Zn~Fe	0	0	0
Zn~Ti	0.5	1	500
Zn~Ni	0.5	0.1	5000
Mg~Fe	0.5	0	0
Mg~Ti	0.4	0	0
Mg~Ni	0.4	0	0
Fe~Ti	0.4	0	0
Fe~Ni	0.2	0	0
Ti~Ni	0	0	0



- (一) 由實驗結果，測量出以 Cu~Mg 的配對效果最佳。
- (二) 實驗過程中，金屬片之間越靠近與尿液接觸的面積越大則泡沫越多。

二、實驗二【不同的保存狀況對尿液酸鹼值及電壓、電流的影響】

第一天	尿液（有冰）	尿液（無冰）
pH 值	6.41	6.41
Voltz	0.9	0.9
mA	1.5	1
R	600	900
石蕊試紙（藍色）	淺藍色	淺藍色
石蕊試紙（粉紅色）	淺粉紅色	淺粉紅色
廣用試紙	黃色	黃色

第二天	尿液（有冰）	尿液（無冰）
pH 值	6.39	6.32
Voltz	1.2	1.2
mA	9	10
R	133.3	120
石蕊試紙（藍色）	淺藍色	淺藍色
石蕊試紙（粉紅色）	淺粉紅色	淺粉紅色
廣用試紙	黃色	黃色

第三天	尿液（有冰）	尿液（無冰）
pH 值	6.46	6.52
Voltz	3	2.8
mA	15.5	16.5
R	193.5	169.7
石蕊試紙（藍色）	淺藍色	淺藍色
石蕊試紙（粉紅色）	淺藍色	淺藍色
廣用試紙	黃色	黃色

第四天	尿液（有冰）	尿液（無冰）
pH 值	6.81	6.62
Voltz	1.1	1.5
mA	4	9
R	275	166.7
石蕊試紙（藍色）	淺藍色	淺藍色
石蕊試紙（粉紅色）	淺藍色	淺藍色
廣用試紙	黃綠色	黃色

第五天	尿液（有冰）	尿液（無冰）
pH 值	6.88	6.65
Voltz	1.35	1.5
mA	35.5	30
R	38	50
石蕊試紙（藍色）	藍色	藍色
石蕊試紙（粉紅色）	淺藍色	淺藍色
廣用試紙	黃綠色	黃色

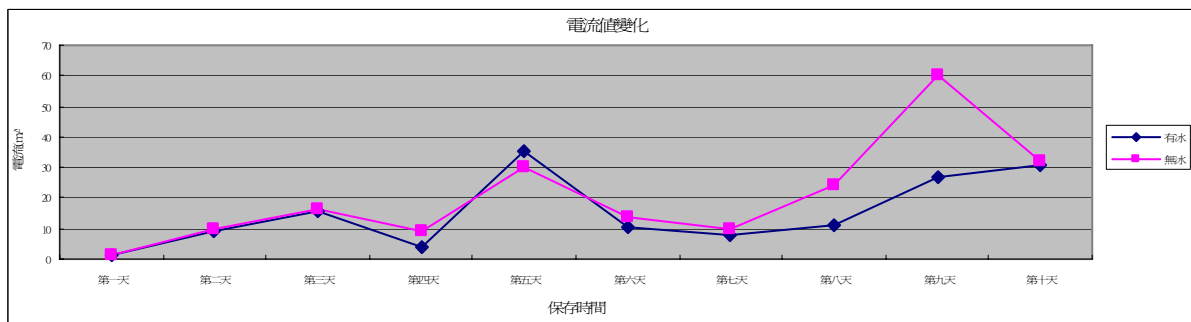
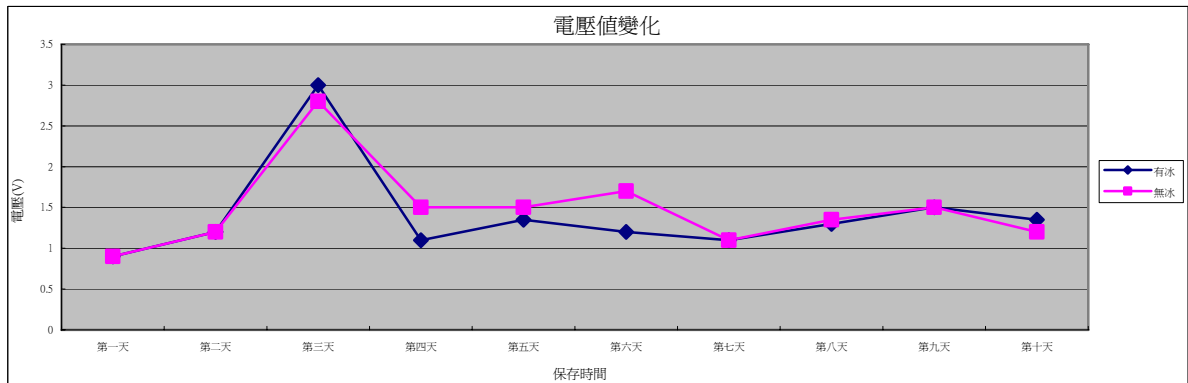
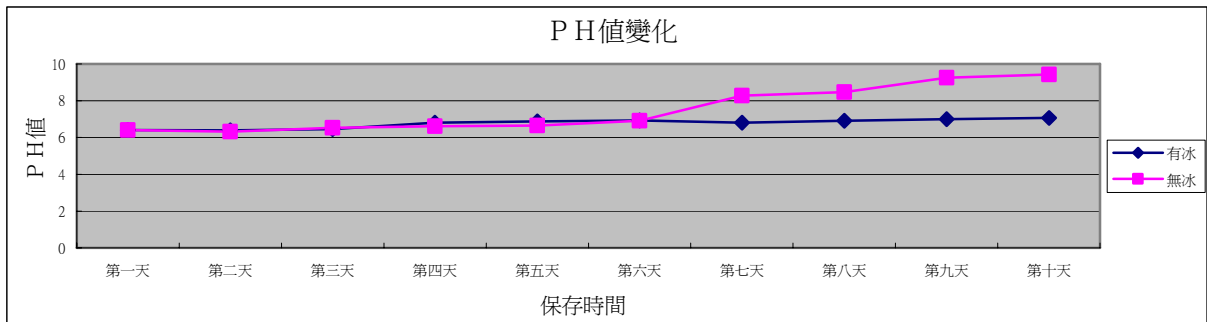
第六天	尿液（有冰）	尿液（無冰）
pH 值	6.92	6.91
Voltz	1.2	1.
mA	10.5	14
R	114.3	121.4
石蕊試紙（藍色）	藍色	藍色
石蕊試紙（粉紅色）	藍色	藍色
廣用試紙	黃綠色	綠色

第七天	尿液（有冰）	尿液（無冰）
pH 值	6.81	8.28
Voltz	1.1	1.1
mA	8	10
R	137.5	110
石蕊試紙（藍色）	藍色	藍色
石蕊試紙（粉紅色）	藍色	藍色
廣用試紙	黃綠色	綠色

第八天	尿液（有冰）	尿液（無冰）
pH 值	6.91	8.48
Voltz	1.3	1.35
mA	11	24
R	118.2	56.3
石蕊試紙（藍色）	藍色	藍色
石蕊試紙（粉紅色）	藍色	藍色
廣用試紙	黃綠色	綠色

第九天	尿液（有冰）	尿液（無冰）
pH 值	6.99	9.26
Voltz	1.5	1.5
mA	27	60
R	55.6	25
石蕊試紙（藍色）	藍色	藍色
石蕊試紙（粉紅色）	藍色	藍色
廣用試紙	綠色	綠色

第十天	尿液（有冰）	尿液（無冰）
pH 值	7.06	9.43
Voltz	1.35	1.2
mA	31	32
R	43.5	37.5
石蕊試紙（藍色）	藍色	藍色
石蕊試紙（粉紅色）	藍色	藍色
廣用試紙	藍綠色	藍綠色

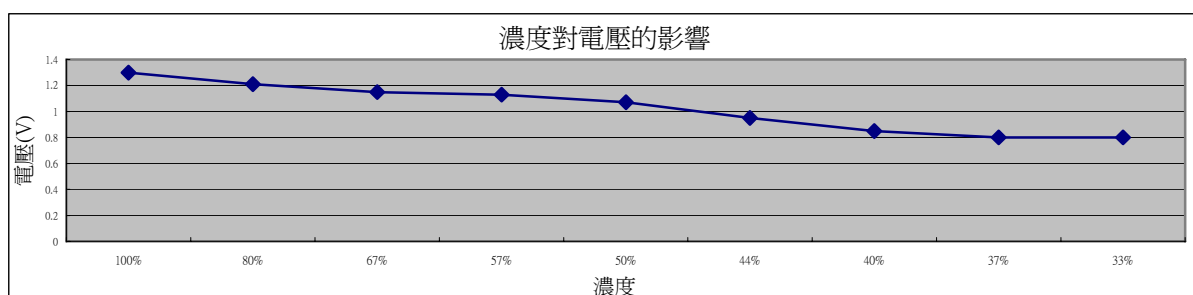


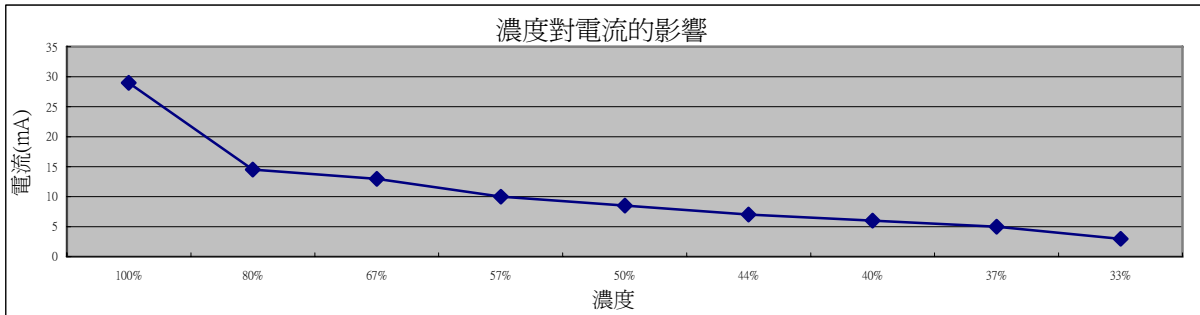
- (一) 實驗結果，有冰與無冰的電壓、電流值並沒有差太多，但 PH 值則在第七天開始有明顯差異。
- (二) 原本以為尿液在做實驗過程中會越做越酸，查詢自然與生活科技課本第四冊第 66 頁，人的尿液 pH 值平常維持在 5.0~8.0 之間，正常的新鮮尿液呈現弱酸性。而飲食習慣會影響尿液的酸鹼值，常吃肉的人，尿液多呈酸性。有冰尿液樣品 pH 值變化不大，且較不容易散發異味。
- (三) 利用苯甲酸加入尿液電解質中可抗菌防腐，經觀察尿液中加入苯甲酸 0.1%後，電壓、電流與未加苯甲酸之對照組無明顯差異。

二杯(亮)未加苯甲酸			二杯(亮)加 0.1% 苯甲酸		
min	mA	v	min	mA	v
立即量測	10.5	2.25	立即量測	14.0	2.2
5	10.5	2.25	5	11.0	2.2
10	10.0	2.2	10	10.5	2.1
15	10.0	2.2	15	10.0	2.1
20	10.0	2.2	20	11.0	2.0
25	9.0	2.1	25	11.0	2.0
30	11.0	2.2	30	11.0	2.0

三、實驗三【濃度對電壓、電流的影響】

sample	v	mA
100%	1.3	29
80%	1.21	14.5
67%	1.15	13
57%	1.13	10
50%	1.07	8.5
44%	0.95	7
40%	0.85	6
37%	0.8	5
33%	0.8	3

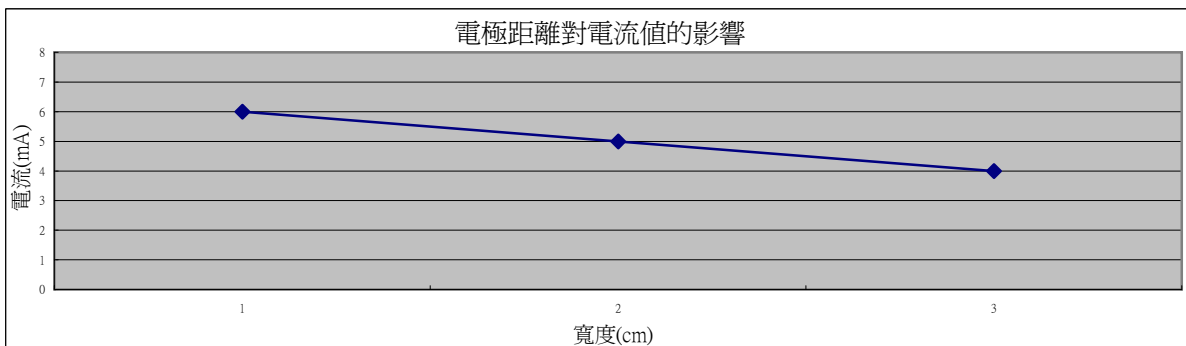
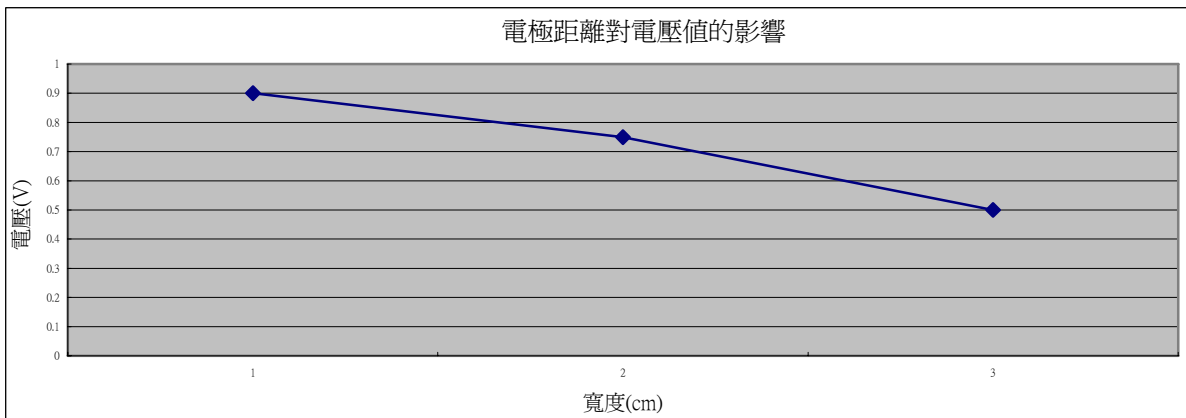




- (一) 金屬片之間的濃度，越濃所測量出來的電壓和電流值數值越高。
- (二) 實驗過程中，鎂金屬片周圍都有白色泡沫產生。

四、實驗四【電極片之間的距離影響】

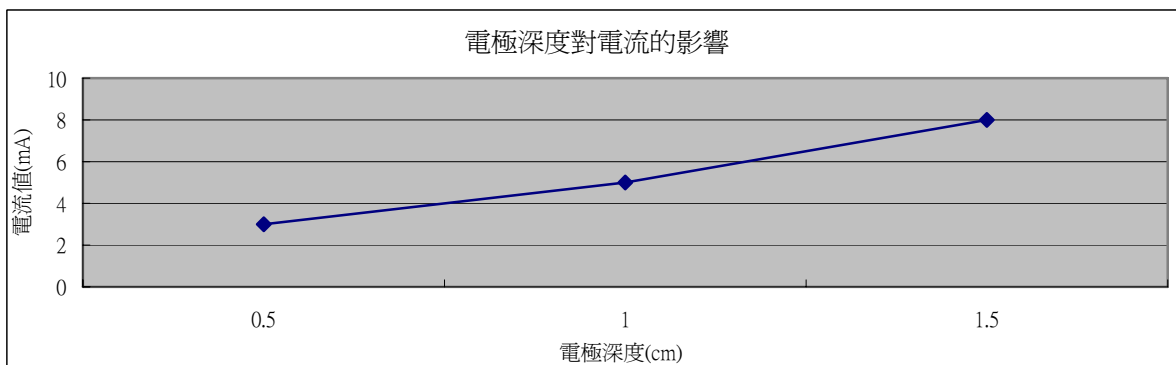
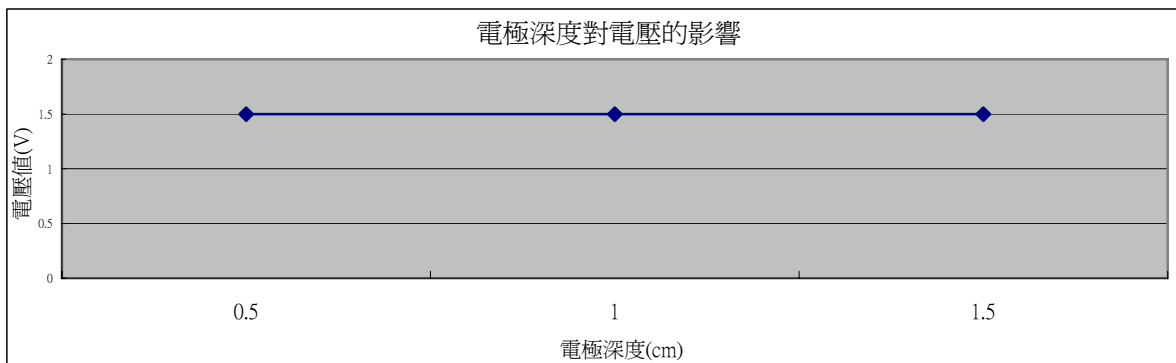
金屬配對	寬度(cm)	mA 毫安培計	v 伏特計
Cu-Mg	1	6	0.9
	2	5	0.75
	3	4	0.5



- (一) 金屬片之間的距離，越靠近時，所測得的電量就越高。
- (二) 我們實驗的結果是以距離 1cm 效果最佳、電量較高。

五、 實驗五【深度對電壓、電流的影響】

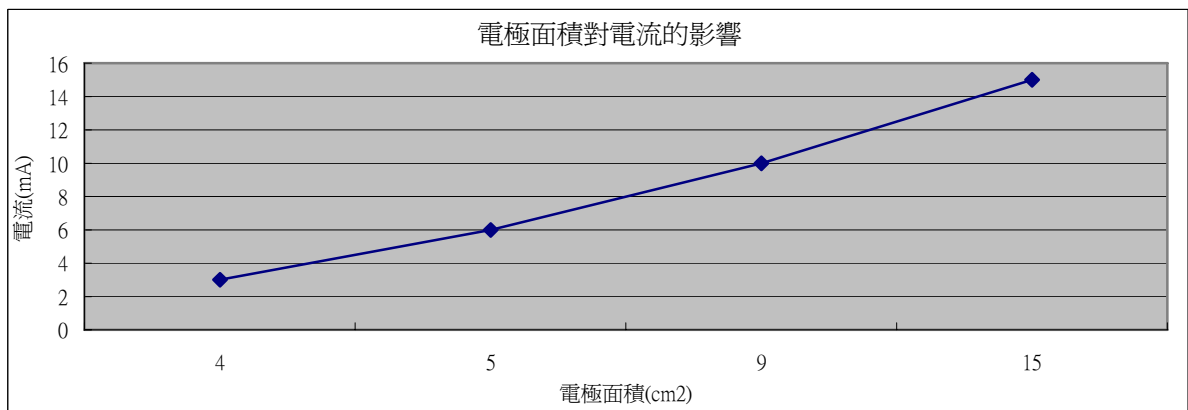
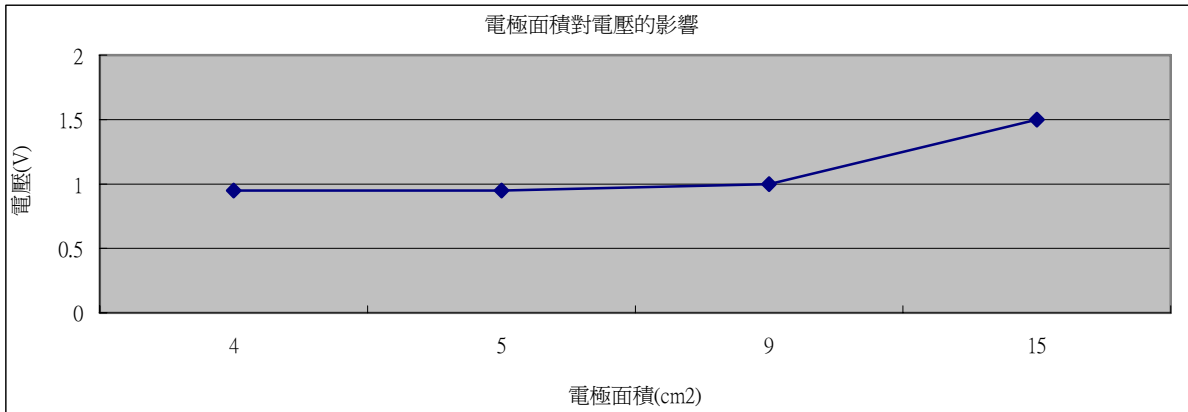
金屬配對	深度(cm)	mA 毫安培計	v 伏特計
Cu-Mg	0.5	3	1.5
	1	5	1.5
	1.5	8	1.5



- (一) 金屬片放置越深愈佳，所測得的電流就會高。
- (二) 實驗的結果是以深度 1.5cm 效果最佳、電流較高。

六、 實驗六【面積對電壓、電流的影響】

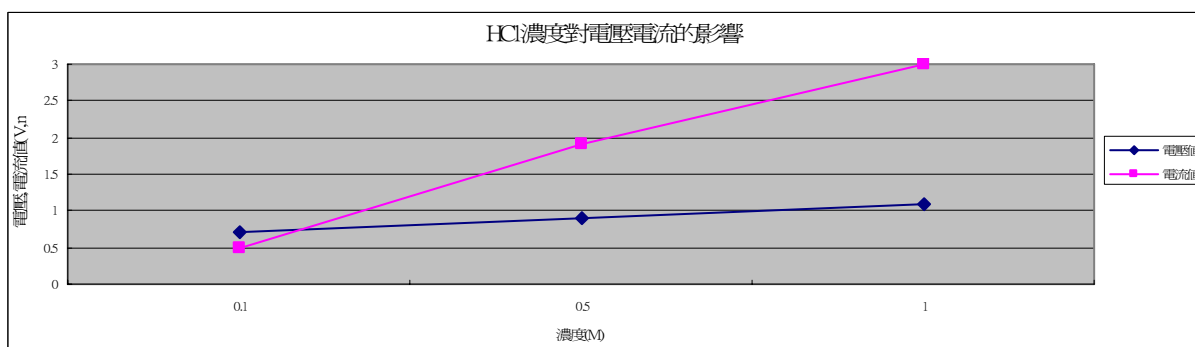
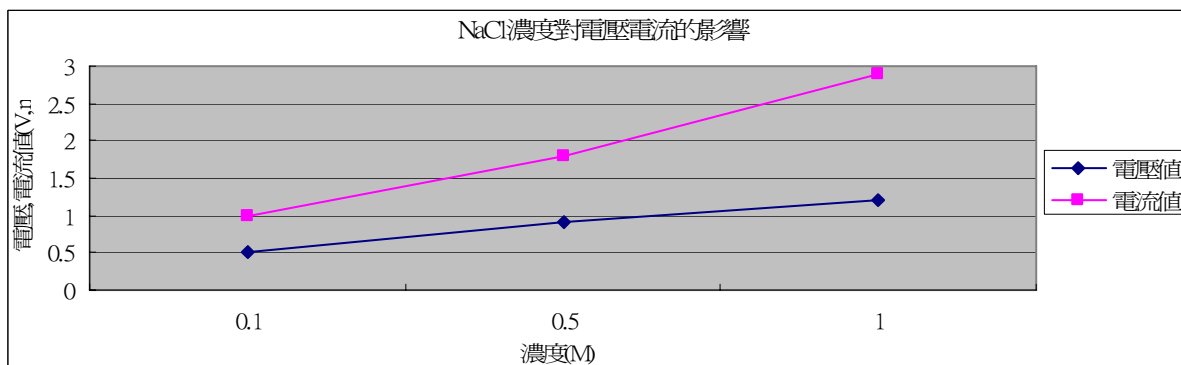
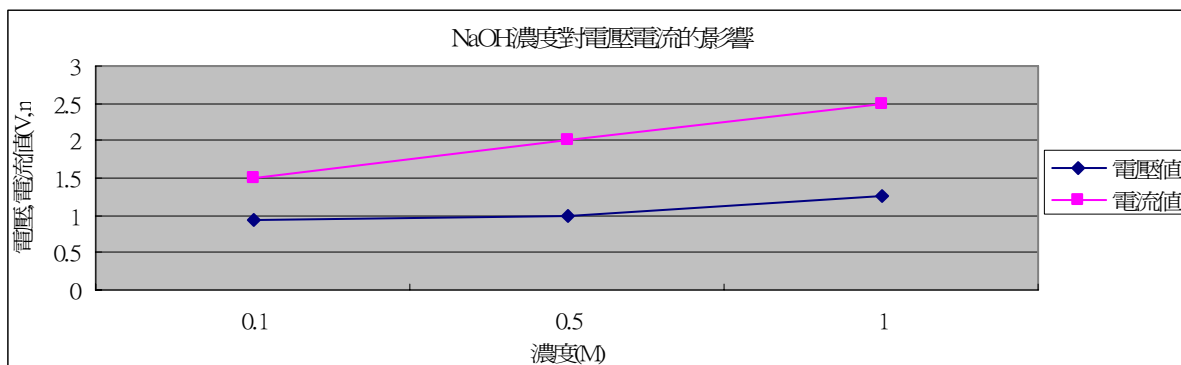
金屬配對	面積(cm ²)	mA 毫安培計	v 伏特計
Cu-Mg	4	3	0.95
	5	6	0.95
	9	10	1
	15	15	1.5



七、實驗七【尿液樣品加入電解質-鹽橋】

NaOH 0.1M		NaOH 0.5M		NaOH 1M	
mA	v	mA	v	mA	v
1.5	0.95	2	1	2.5	1.25

NaCl 0.1M		NaCl 0.5M		NaCl 1M	
mA	v	mA	v	mA	v
1	0.5	1.8	0.9	2.9	1.2
HCl 0.1M		HCl 0.5M		HCl 1M	
mA	v	mA	v	mA	v
0.5	0.7	1.9	0.9	3	1.1



- (一) U 型管內的水溶液濃度愈高，測出來的電壓及電流數值愈大。
- (二) 量測 HCl、NaOH、NaCl 的電壓值越高，表示強電解質的濃度越高，電流也越高。

八、實驗八【尿液 vs. 實驗對照組】

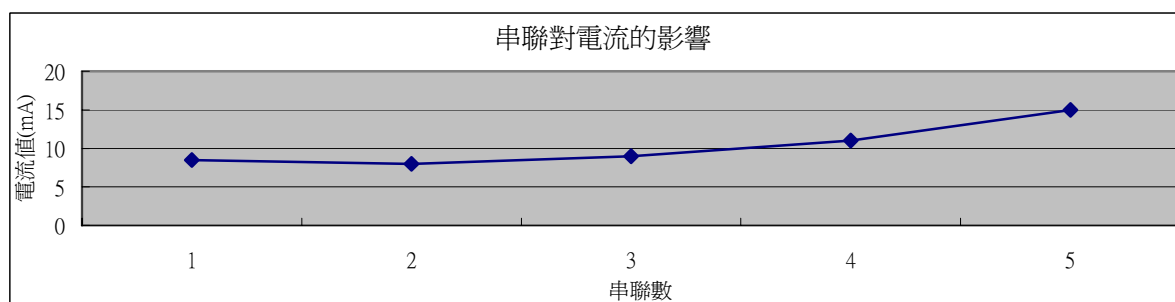
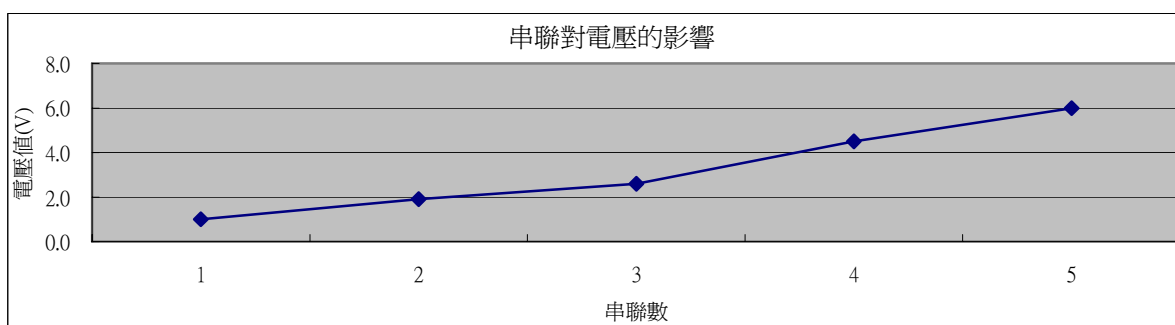
	尿液 (有冰)	尿液(無冰)	Urea (NH ₂) ₂ CO + 40ml 水
pH 值	7.06	9.43	9.02
Voltz	1.5	1.5	1
mA	27	60	0
石蕊試紙 (藍色)	藍色	藍色	紅色
石蕊試紙 (粉紅色)	粉紅色	粉紅色	藍色
廣用試紙	綠色	黃綠色	藍綠色
LED 二個亮度	微亮	微亮	很亮

(一) 尿液 vs 尿素兩者皆可使 LED 燈發亮。實驗發現尿素的電量雖比尿液小，但亮度卻比較亮。

(二) 經討論後，發現尿素也有電阻只是比尿液的電阻小，所以尿素的亮度會比較亮。

九、實驗九【電池串聯影響因素】

杯數	1 杯	2 杯	3 杯	4 杯	5 杯
Voltz	1.0	1.9	2.6	4.5	6.0
mA	8.5	8.0	9.0	11.0	15.0
R	117.6	237.5	288.9	409.1	1000



(一) 串聯越多 Cu~Mg 電極組，測量出來的電壓值越高。

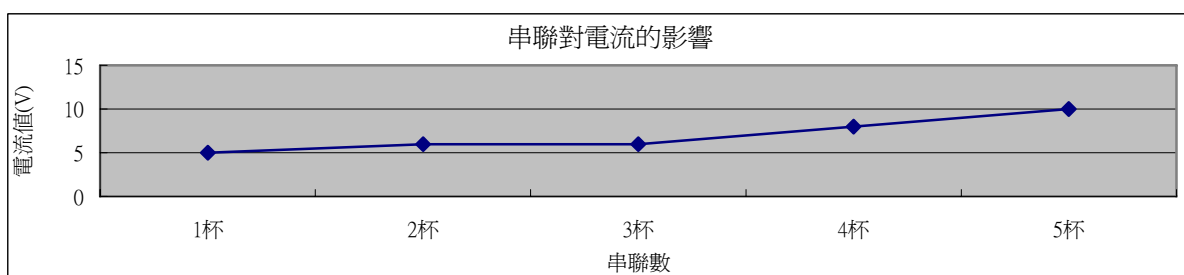
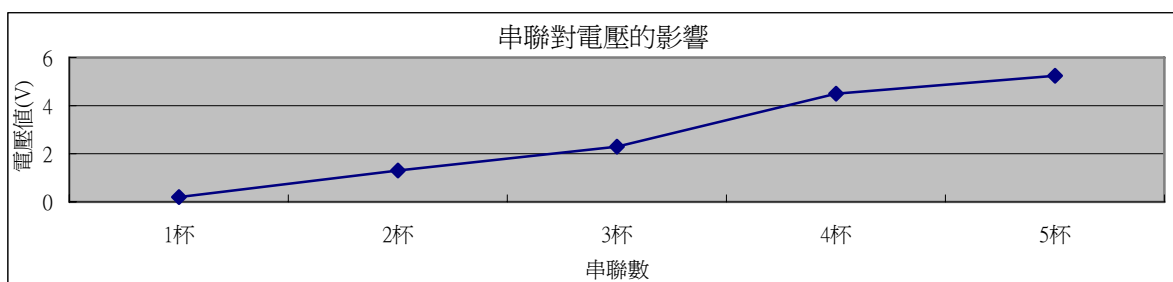
(二) 尿液串接數目越多，所測得 LED 燈更亮。當我們在串聯 5 杯尿液，量測出來為 6 伏特，連接 LED 燈可以亮，但連接小燈泡卻不會亮，經過指導老師與組員之間探討後，大家認為 LED 的電阻較小，而小燈泡電阻較大，且構造中有鎢絲，電阻更大。

十、實驗十【實驗最佳狀況】

電極組	鎂 vs 銅
面積	3x5cm ²
距離	1.0cm
深度	1.5cm
濃度	原汁
串聯	5 杯

十一、實驗十一【電解質固化探討】

杯數(杯)	mA	v	亮度
1	5	0.2	不亮
2	6	1.3	不亮
3	6	2.3	微亮
4	8	4.5	亮
5	10	5.25	很亮

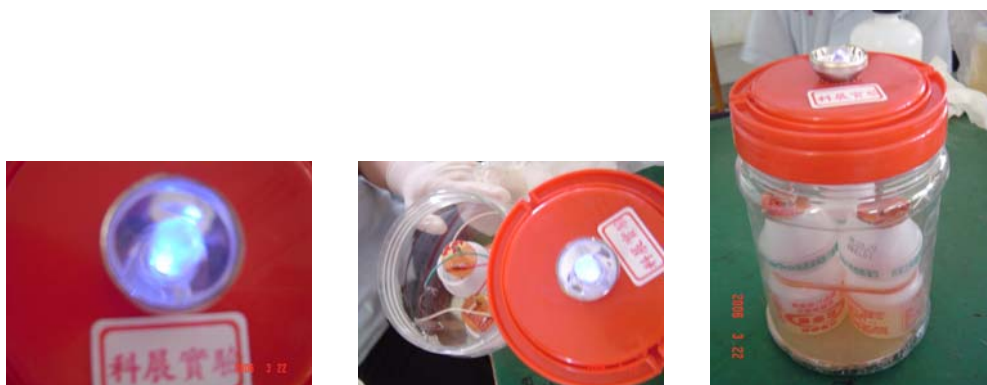


(一) 由本實驗數據與實驗九比較，串聯 Cu~Mg 電極組數增加，所測量出來的電壓值及電流值的變化趨勢相同。

(二) 本實驗數據與實驗九比較，尿液中加入吸水性高分子後，所產生的電壓及電流皆較不加者略低，但仍可使 LED 燈發亮。

十二、實驗十二【自製生活應用成品展示-尿液手電筒】

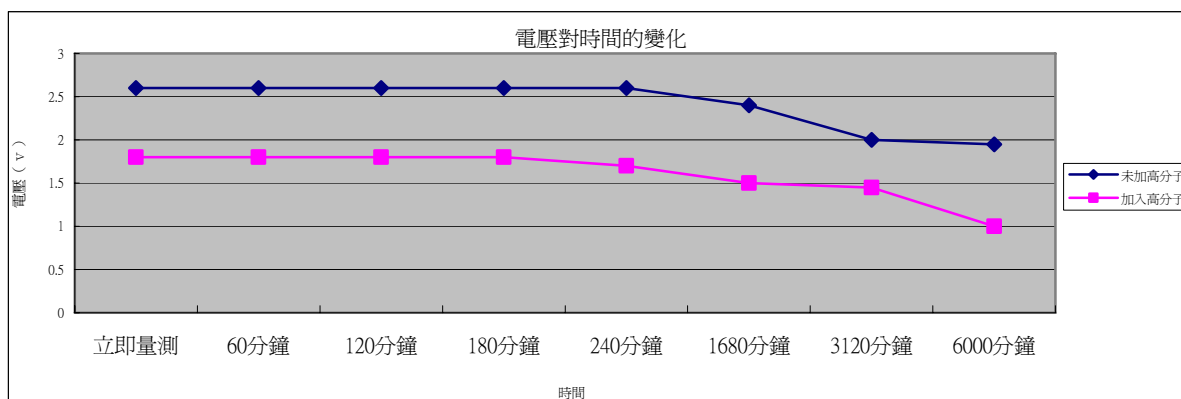
我們設計一組可以運用於生活之中的「尿液手電筒」。如下附圖：

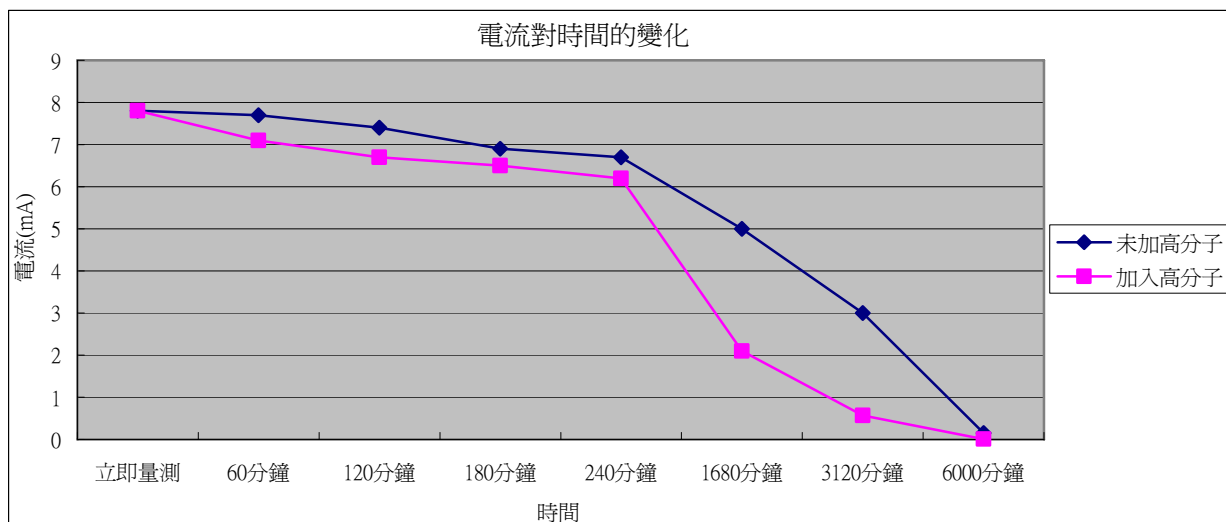


量測尿液手電筒所產生的電壓及電流值隨時間的變化情形，如下所示：

3 杯串聯(未加吸水性高分子)		
min	mA	v
立即量測	7.8	2.6
60	7.7	2.6
120	7.4	2.6
180	6.9	2.6
240	6.7	2.6
1680	5.0	2.4
3120	3.0	2.0
6000	0.15	1.95

3 杯串聯(加吸水性高分子)		
min	mA	v
立即量測	7.8	1.8
60	7.1	1.8
120	6.7	1.8
180	6.5	1.8
240	6.2	1.7
1680	2.1	1.5
3120	0.57	1.45
6000	0.01	1





由上顯示，兩組實驗所得電壓及電流質隨時間增加而降低，且加入吸水性高分子之電池組之電壓、電流皆較不加者低。

十三、實驗十三【自製生活應用成品展示-尿液照明燈】

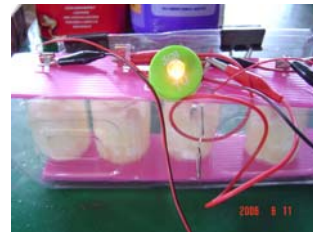
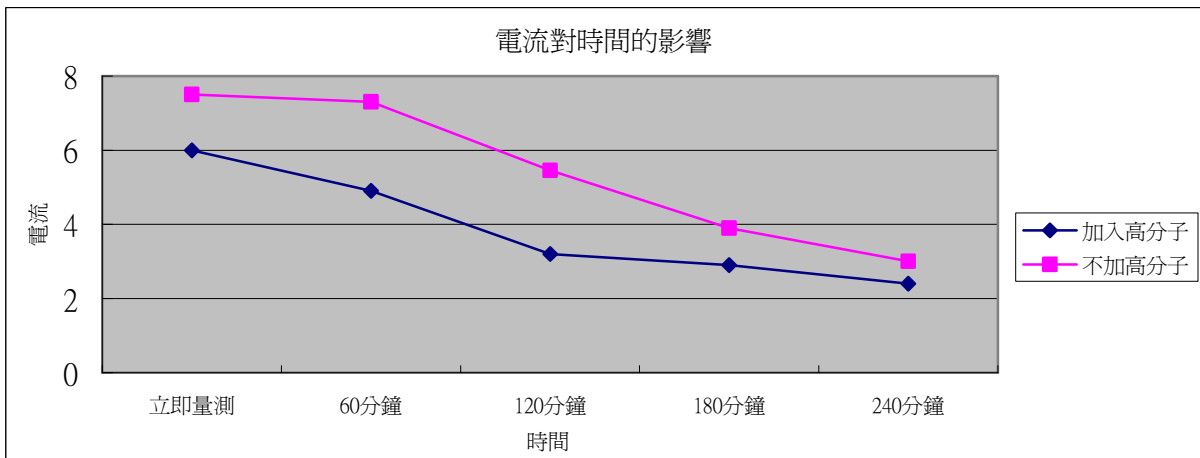
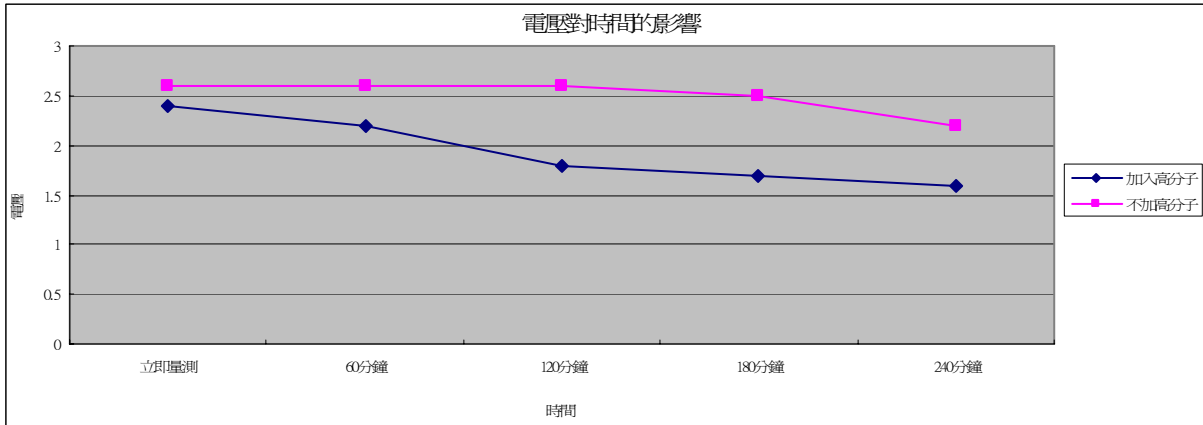
實驗結果，結合實驗所有最佳條件數據，我們設計一組可以運用於生活之中的「尿液照明燈」，如下附圖：



量測尿液照明燈所產生的電壓及電流值隨時間的變化情形，如下所示：

4 杯串聯(加吸水性高分子)		
min	mA	v
立即量測	6	2.4
60	4.9	2.2
120	3.2	1.8
180	2.9	1.7
240	2.7	1.6

4 杯串聯(未加吸水性高分子)		
min	mA	v
立即量測	7.5	2.6
60	7.3	2.6
120	5.45	2.6
180	3.9	2.5
240	2.4	2.2



十四、實驗十四【自製生活應用成品展示-尿液時鐘】

結合實驗所有最佳條件數據，我們設計一組可以運用於生活之中的尿液時鐘，如下附圖：





初步測試,利用 LED 燈連接尿液樣品 1 杯(40ml),測試結果約為 23 小時 23 分,而時鐘的部分,測試結果約為 1 小時 15 分,量測時間 vs 電壓和電流的變化量。

1 杯 (尿液樣品連接時鐘)		
min	mA	v
立即量測	14	1.5
10	10.97	1.5
20	10.8	1.4
30	10.4	1.0
60	8.1	0.8
75	7.5	0.7

尿液電解質加入吸水性高分子, 觀察電壓、電流及應用情形:

時鐘:吸水性高分子(3.5g)+尿液一杯 40ml		
	mA	v
立即量測	18	1.25
5min 後不動		



十五、實驗十五【自製生活應用成品展示-尿布 LED 燈】

使用 Cu-Mg 電極組, 分別倒入 1~5 杯尿液於尿布上, 觀察產生之電壓、電流:

尿液量(ml)	V	mA
40	1.1	3.2
80	1.3	4.0
120	1.2	4.2
160	1.15	3.5
200ml	1.35	4.2



柒、結論

- 一、尿液電池電量是很小，但足以應用於日常生活之小型電源。如：尿液手電筒，使 LED 燈發亮。
- 二、高分子電解質含有氣泡，或尿液含量太少，會造成兩電極間導電度下降。
- 三、電極因插入或搖動，易造成電極與高分子電解質間接觸不良。
- 四、電極磨光後，以瓦楞板固定在燒杯，調整兩極之間的距離。
- 五、部分 LED 燈不亮，因為 LED 燈老化的可能性相當高，或因 LED 內部的螢光粉末已失效將造成斷路。
- 六、高分子吸水性物質選用部分，洋菜粉或高分子膠單獨使用並無太大的問題。洋菜粉與高分子粉末(例如 PVA)，均需要加熱至澄清溶液，再冷卻後才會形成凝膠，所以我們選用嬰兒紙尿布替代。
- 七、假如電池有氣泡，則需要將電解質倒到燒杯中去除氣泡再傾入電池燒杯。
- 八、實驗需要注意鹽橋的棉花有沒有氣泡，U 型管是否充滿溶液。
- 九、需注意接觸是否良好的問題。
- 十、連接好電路之後，可以拿書本，將其壓在尿布上，以增進電極與電解質的接觸。
- 十一、實驗結果發現：以鎂銅金屬配對、濃度越高、距離越近、與尿液接觸面積越大、強電解質及串聯越多杯者，電量越高，LED 燈亮度越亮。

八、參考資料

一、PH 計的資料

http://bse.nchu.edu.tw/new_page_142.htm

二、酸鹼的濃度

http://content.edu.tw/junior/phy_chem/ty_lk/std/content/elec/cph13/cphd31.htm

三、pH 值和濃度的 p 函數表示法

http://content.edu.tw/junior/phy_chem/ty_lk/sir/content/cph8/c1003.htm

四、淺談 pH 計

<http://www.niea.gov.tw/analysis/publish/month/47/47th3-1.htm>

五、PH800 中文說明書 學校 pH 計

六、介紹 LED

<http://myweb.hinet.net/home11/ledhome/FINDLED.htm>

七、發光二極體燈泡

<http://www.manufacturers.com.tw/zh-tw/electronics/LED-Light-Bulbs.html>

八、伏特電池構造與原理

http://content.edu.tw/junior/phy_chem/ty_lk/sir/content/cph8/c1001.htm

九、水果電池如何做？

<http://www.bud.org.tw/answer/9906/990621.htm>

十、水果電池

<http://ecaaser3.ecaa.ntu.edu.tw/weifang/water/new1/%A4%F4%AAG%B9q%A6%C0.htm>

十一、尿液分析

<http://www.supermt.com.tw/urinalysis.htm>

十二、尿液檢體的保存

<http://www.supermt.com.tw/URNfiles/urinetoday/>

十三、酸鹼度 (pH)

<http://www.supermt.com.tw/URNfiles/urinetoday/>

十四、紙板電池 尿液發電 (2005-08-16 04:35:00)【明報專訊】新加坡科學家

十五、星國發明尿液發電微電池用以檢驗疾病【大紀元 8 月 17 日報導】(中央社新加坡十六日法新電)

十六、國家地理新鮮聞.尿液電池 John Roach/謝勳輯譯

http://mall.magazine.org.tw/betterlife/store_book_detail.ko?seq=1134

<http://magazine.sina.com.tw/betterlife/224/2006-01-09/21381080.shtml>

十七、自然與生活科技.第四冊.南一書局.第一章 電 p4~p29.

十八、自然與生活科技.第四冊.南一書局.第二章 反應速率和化學平衡 p30~p49.

十九、自然與生活科技.第四冊.南一書局.第三章 酸鹼鹽，p50~73

二十、自然與生活科技.第四冊.南一書局.第四章 氧化還原.金屬的氧化，p74~89

二十一、認識電解質

http://www.nani.com.tw/big5/node/2003-08/01/node_2966.htm

二十二、TBI 電池產業網.經濟部工業局

<http://www.tbi.itri.org.tw/action/read.asp?newsID=893>

二十三、LED 與傳統燈泡的不同

<http://tw.knowledge.yahoo.com/question/?qid=1105061403510>

二十四、YAHOO!奇摩知識!

<http://tw.knowledge.yahoo.com/question/?qid=1306052905773#openions>

二十五、防腐劑的相關問題

<http://baby.imagenet.com.tw/modules.php?name=Forums&file=viewtopic&p=897>

二十六、苯甲酸

<http://tw.britannica.com/MiniSite/Article/id00008062.html>

二十七、防腐劑除了防止食品腐爛變質

<http://www.greencross.org.tw/food&disease/the%20toxinitive%20of%20preservative.htm>

二十八、超吸水性高分子

<http://chemedu.pu.edu.tw/reaction/polar/polymer-index.htm>

二十九、排泄物不是廢物——尿

<http://www.bookzone.com.tw/event/ws064/index.asp>

評 語

031619 新能源的領航者-尿液電池

本實驗以廢物利用的概念設計而成，深具環保意識。

實驗內容豐富，成果極佳，如能深入探究其中原因實驗結果

將更完整。