

# 中華民國第 56 屆中小學科學展覽會 作品說明書

---

國中組 化學科

030215

神奇的電解質

學校名稱：新北市立土城國民中學

作者：  國二 郭倫昕  國二 路皓鈞  國二 朱孝揚	指導老師：  許良羽
---	------------------

關鍵詞：導電度、pH 值、電解質

## 摘要

我們利用小玻璃瓶自製電解質檢測燈，並逐步改良成僅兩個電極外露，其餘部分完全密封，可以直接放置水溶液檢測燈，並用以檢測不同的水溶液，探討導電度的大小與燈泡亮度之間的關係。在第一部分市售飲料的實驗，結果發現使用導電度計無法測量出的差異，而使用自製的電解質檢測燈，用照度大小來推測出其導電度之大小，也就是隨著亮度的變化之大小，可輕易地辨別出導電度值的高低，這種方便攜帶又不昂貴的自製檢測燈，很適合用來作國中理化的教材。

第二部分的天然果汁導電實驗，雖然柳橙、檸檬、大、小番茄的導電度在導電計上都呈現無限大，但自製的電解質檢測燈的照度實驗卻可以輕易的辨別出來，反而是小番茄的照度是五種水果中最大的。

## 壹、研究動機

在一個夜黑風高的夜晚，半夜裡一片寧靜，但就如同暴風雨前的寧靜一樣，一瞬間一股強大的震動，把我從睡夢中搖醒，我立刻去找最近的電燈，然而卻發現一件可怕的事，電燈竟然打不開!當時我們非常慌張，還好到最後沒有餘震，不然不知道會發生什麼可怕的事，所以我們決定要做一個可以在必要時發揮功用的燈來解決類似的問題，我們歷經了所有的思考和發現所發明的一個燈，希望可以為大家在黑暗中帶來一絲光明。而在上自然課時老師成使用冰塊燈示範電解質的導電效果，但冰塊燈放入存水中也會導電，所以我們就嘗試製作一個僅能在電解質水溶液中可導電的裝置。

## 貳、研究目的

- 一、製作不同極距的電解質檢測燈，探討兩極之間的距離是否會影響導電度。
- 二、探討實驗室中常見酸、鹼、鹽水溶液的導電度，作為基礎檢測實驗。
- 三、檢測市面上販售的汽水、果汁與運動飲料的導電度與亮度，以檢測燈的亮度推測飲料的導電度大小。
- 四、檢測天然果汁的導電度與亮度，以檢測燈的亮度推測天然果汁含離子的多寡。

## 參、研究設備及器材

### 一、檢測燈製作材料：

小玻璃瓶（含軟木塞）、發光二極體、水銀電池座、水銀電池、焊槍、焊錫、熱熔膠、昆蟲針。

### 二、檢測溶液：

（一）實驗室藥品：HCl、CH<sub>3</sub>COOH、NaOH、NaCl。

（二）市售飲料：黑松沙士、黑松沙士加鹽、雪碧、舒跑、寶礦力水得、FIN、園之味 100%柳橙汁、每日 c 柳橙汁。

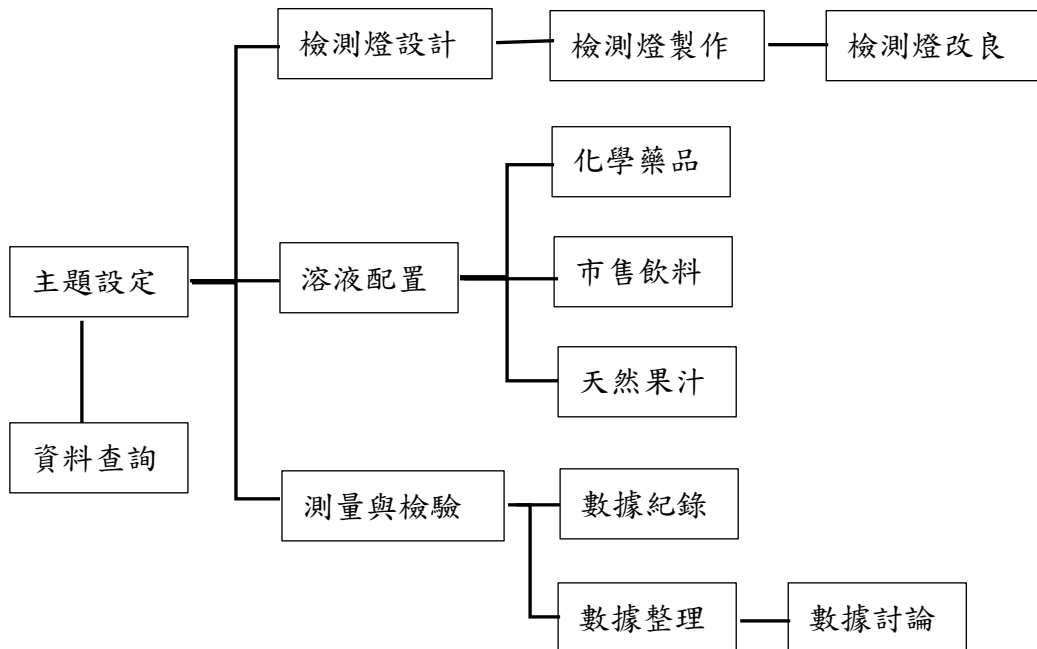
（三）天然水果：柳橙、檸檬、葡萄、小番茄、大番茄。

### 三、檢測設備：

燒杯、量筒、玻棒、滴管、電子秤、pH 值檢測劑、導電度計、照度計、黑色暗箱。

## 肆、實驗流程及原理

### 一、實驗流程



## 二、原理

### (一) 電解質水溶液導電度大小的決定因素

1. 離子濃度。
2. 離子電荷。
3. 離子之移動速率。

### (二) 電解質水溶液的基本分類

1. 強電解質：在水溶液中完全解離者，如強酸、強鹼及多數之鹽類。
2. 弱電解質：在水溶液中只有部份解離者，如弱酸、弱鹼等。

水亦為極弱之電解質。

### (三) 導電度

導電度係利用惠斯登電橋原理測定水中電阻大小，可間接表示所含鹽分濃度，水中所含電解質濃度愈大，則電流通過愈容易，電阻愈小；相反的，水中鹽分含量愈少，電流通過愈難，則電阻愈大。電阻的單位以歐姆（ohm）表示，其倒數則稱為姆歐（mho），即為導電度的單位。因為溶液的導電性質符合歐姆定律，所以以測電壓電流的方式求其導電度。由溶液的電阻計算導電度，方法如下：

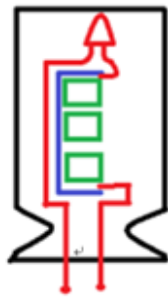
$$\text{導電度} = \frac{1}{R} = k \times \frac{A}{L}$$

A、表電極表面積、L表電極距，而k為溶液的電導率

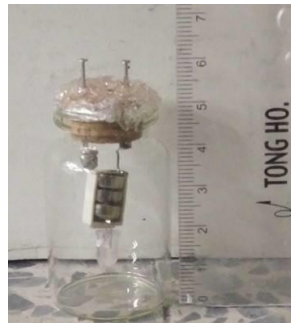
## 伍、研究過程及方法

### 一、電解質檢測燈製作步驟：

- (一) 先把兩個昆蟲針插入軟木塞，並留一小段長度昆蟲針頭部用來測量且兩針相距為 1cm 與 0.5cm。
- (二) 用焊槍把焊錫和發光二極體的一邊焊在一起。
- (三) 把水銀電池座裝上發光二極體。
- (四) 準備一條較短的導線卡在電池作另一端並焊接在昆蟲針上。
- (五) 最後用熱熔膠把軟木塞部分封住，並留一小段昆蟲針頭部用來測量溶液。



示意圖



極距 1.0cm 檢測燈



極距 0.5cm 檢測燈

## 二、溶液與果汁配置

### (一) 化學藥品：

#### 1. HCl (原濃度：10.25M)

(1) 取 10 mL HCl 加 92.5 mL H<sub>2</sub>O，便可得 1M HCl。

(2) 取 10 mL 之 1M HCl 加 90 mL H<sub>2</sub>O，可得 10<sup>-1</sup>M HCl。

(3) 其餘濃度以此類推。

#### 2. CH<sub>3</sub>COOH (原濃度：17.5M)

(1) 取 10 mL CH<sub>3</sub>COOH 加 165 mL H<sub>2</sub>O，便可得 1M CH<sub>3</sub>COOH。

(2) 取 10 mL 之 1M CH<sub>3</sub>COOH 加 90 mL H<sub>2</sub>O，可得 10<sup>-1</sup>M CH<sub>3</sub>COOH。

(3) 其餘濃度以此類推。

#### 3. NaOH

(1) 取 4g 的 NaOH 加水配置成 100 mL 之溶液，便可得 1M NaOH。

(2) 再取 10 mL 之 1M NaOH 加 90 mL H<sub>2</sub>O，可得 10<sup>-1</sup>M NaOH。

(3) 其餘濃度以此類推。

#### 4. NaCl

(1) 取 5.85g 的 NaCl 加水配置成 100 mL 之溶液，便可得 1M NaCl。

(2) 取 10 mL 之 1M NaCl 加 90 mL H<sub>2</sub>O，可得 10<sup>-1</sup>M NaCl。

(3) 其餘濃度以此類推。

(二) 天然果汁：分別以榨汁機榨出柳橙、檸檬、葡萄、大番茄、小番茄等五種水果汁液。

### 三、檢測方式：

- (一) 先用 pH 計測量該待測溶液之 pH 值。
- (二) 再用導電度計測量導電度。
- (三) 把待測溶液倒出一點在衛生紙上，將電解質檢測燈之兩端點放在衛生紙上，並測量其電壓，確定電解質檢測燈內的電池電壓正常使用。
- (四) 將待測溶液放置在黑箱裡，並把電解質檢測燈置入溶液中，再把照度計之感應器放置在燒杯上，紀錄其數值並拍照。








## 陸、研究結果

### 一、化學藥品溶液實驗

#### (一) 不同濃度檢測








##### 1. 極距 0.5cm 檢測燈

##### (1) HCl








濃度	1M	$10^{-1}$ M	$10^{-2}$ M	$10^{-3}$ M	$10^{-4}$ M
pH 值	0.06	1.23	2.05	2.88	3.96
導電度 (mho)	$\infty$	$\infty$	$\infty$	572	125
照片					
濃度	$10^{-5}$ M	$10^{-6}$ M			
pH 值	5.06	6.12			
導電度 (mho)	118	109			
照片					

##### (2) CH<sub>3</sub>COOH




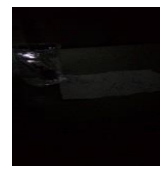

濃度	1M	$10^{-1}$ M	$10^{-2}$ M	$10^{-3}$ M	$10^{-4}$ M
pH 值	2.23	3.16	3.89	4.17	5.47
導電度 (mho)	1114	482	198	132	126



照片					
濃度	$10^{-5}M$	$10^{-6}M$			
pH 值	6.08	6.36			
導電度 (mho)	110	104			
照片					

(3) NaOH

濃度	1M	$10^{-1}M$	$10^{-2}M$	$10^{-3}M$	$10^{-4}M$
pH 值	13.96	13.17	12.29	11.37	10.09
導電度 (mho)	$\infty$	$\infty$	$\infty$	262	228
照片					
濃度	$10^{-5}M$	$10^{-6}M$			
pH 值	9.04	7.98			
導電度 (mho)	136	126			
照片					








(4) NaCl

濃度	1M	$10^{-1}M$	$10^{-2}M$	$10^{-3}M$	$10^{-4}M$
pH 值	7.01	7.03	7.02	7.01	7.00
導電度 (mho)	$\infty$	$\infty$	1187	240	126
照片					
濃度	$10^{-5}M$	$10^{-6}M$			
pH 值	6.95	6.98			



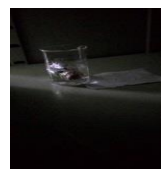




導電度 (mho)	108	105			
照片					

## 2. 極距 1.0cm 檢測燈

### (1) HCl








濃度	1M	$10^{-1}$ M	$10^{-2}$ M	$10^{-3}$ M	$10^{-4}$ M
pH 值	0.06	1.23	2.05	2.88	3.96
導電度 (mho)	$\infty$	$\infty$	$\infty$	572	125
照片					
濃度	$10^{-5}$ M	$10^{-6}$ M			
pH 值	5.25	6.12			
導電度 (mho)	118	109			
照片					

### (2) CH<sub>3</sub>COOH








濃度	1M	$10^{-1}$ M	$10^{-2}$ M	$10^{-3}$ M	$10^{-4}$ M
pH 值	2.23	3.16	3.89	4.19	5.47
導電度 (mho)	1114	482	198	132	126
照片					
濃度	$10^{-5}$ M	$10^{-6}$ M			
pH 值	6.08	6.36			
導電度 (mho)	110	104			
照片					



(3) NaOH




濃度	1M	$10^{-1}$ M	$10^{-2}$ M	$10^{-3}$ M	$10^{-4}$ M
pH 值	13.96	13.17	12.29	11.37	10.09
導電度 (mho)	$\infty$	$\infty$	$\infty$	262	228
照片					
濃度	$10^{-5}$ M	$10^{-6}$ M			
pH 值	9.04	7.98			
導電度 (mho)	136	126			
照片					

(4) NaCl





濃度	1M	$10^{-1}$ M	$10^{-2}$ M	$10^{-3}$ M	$10^{-4}$ M
pH 值	7.01	7.03	7.02	7.01	7.00
導電度 (mho)	$\infty$	$\infty$	1187	240	126
照片					
濃度	$10^{-5}$ M	$10^{-6}$ M			
pH 值	6.95	6.98			
導電度 (mho)	108	105			
照片					

(二) 不同時間導電實驗-取濃度 1M 溶液與 0.5cm 檢測燈檢測





1. HCl

時間	0hr	24hr	48hr	72hr
pH 值	0.06	0.05	0.03	0.01
導電度 (mho)	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$
照片				


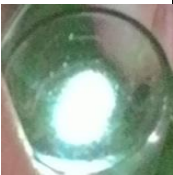


2. CH<sub>3</sub>COOH

時間	0hr	24hr	48hr	72hr
pH 值	2.23	2.18	2.10	2.02
導電度 (mho)	1114	1115	1123	1126
照片				

3. NaOH

時間	0hr	24hr	48hr	72hr
pH 值	13.96	14.02	14.09	14.13
導電度 (mho)	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$
照片				


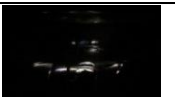


4. NaCl

時間	0hr	24hr	48hr	72hr
pH 值	7.01	7.01	7.01	7.01
導電度 (mho)	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$
照片				

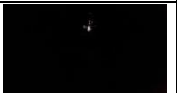

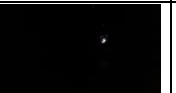

二、市售飲料實驗

(一) 黑松沙士

1. 極距 0.5cm 檢測燈


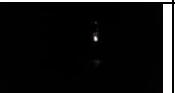


時間	0hr	24hr	48hr	72hr
pH 值	2.25	2.69	2.04	2.13
導電度 (mho)	400	387	334	305
電壓 (V)	1.78	1.84	1.73	1.65
照度 (LUX)	1.70	1.65	1.53	1.23
照片				

2. 極距 1.0cm 檢測燈

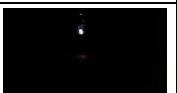



電壓 (V)	1.58	1.42	1.33	1.05
照度 (LUX)	1.32	1.23	1.19	1.08
照片				

(二) 黑松加鹽沙士

1. 極距 0.5cm 檢測燈

時間	0 hr	24 hr	48 hr	72 hr
pH 值	2.65	2.69	2.75	2.83
導電度 (mho)	1203	947	925	869
電壓 (V)	1.83	1.75	1.66	1.60
照度 (LUX)	5.34	5.32	5.00	4.95
照片				

2. 極距 1.0cm 檢測燈

電壓 (V)	1.67	1.41	1.33	1.05
照度 (LUX)	4.79	4.68	4.53	4.46
照片				

(三) 雪碧汽水

1. 極距 0.5cm 檢測燈

時間	0 hr	24 hr	48 hr	72 hr
pH 值	2.05	2.15	2.66	2.75
導電度 (mho)	388	357	320	346
電壓 (V)	1.82	1.80	1.75	1.66
照度 (LUX)	1.42	1.33	1.26	1.14

照片				
----	--	--	--	--

2. 極距 1.0cm 檢測燈

電壓 (V)	1.64	1.57	1.45	1.34
照度 (LUX)	0.91	0.88	0.85	0.79
照片				

(四) 舒跑運動飲料

1. 極距 0.5cm 檢測燈

時間	0 hr	24 hr	48 hr	72 hr
pH 值	3.02	2.82	2.39	2.36
導電度 (mho)	1801	1431	1458	1577
電壓 (V)	1.93	1.75	1.76	1.85
照度 (LUX)	7.5	2.87	3.06	3.65
照片				

2. 極距 1.0cm 檢測燈

電壓 (V)	1.61	1.56	1.58	1.53
照度 (LUX)	6.7	1.76	1.87	1.99
照片				

(五) 寶礦力水得

1. 極距 0.5cm 檢測燈

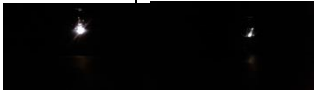



時間	0 hr	24 hr	48 hr	72 hr
pH 值	3.0	2.86	2.53	2.60
導電度 (mho)	2000	1796	1844	1886
電壓 (V)	1.76	1.64	1.77	1.68
照度 (LUX)	8.91	6.24	6.48	6.59
照片				

2. 極距 1.0cm 檢測燈





電壓 (V)	1.54	1.36	1.45	1.63
照度 (LUX)	7.22	5.32	5.68	5.82
照片				

(六) Fin 健康補給飲料

1. 極距 0.5cm 檢測燈





時間	0 hr	24 hr	48 hr	72 hr
pH 值	2.98	2.86	2.51	2.56
導電度 (mho)	1881	1570	1572	1622
電壓 (V)	1.74	1.68	1.79	1.75
照度 (LUX)	8.10	5.15	5.63	5.68
照片				

2. 極距 1.0cm 檢測燈





電壓 (V)	1.52	1.66	1.57	1.56
照度 (LUX)	6.53	3.56	3.79	3.88
照片				

(七) 每日 C 柳橙汁

1. 極距 0.5cm 檢測燈

時間	0 hr	24 hr	48 hr	72 hr
pH 值	3.94	3.6	3.24	3.33
導電度 (mho)	2000	2000	2000	2000
電壓 (V)	1.72	1.65	1.77	1.76
照度 (LUX)	5.01	12.66	13.07	14.77
照片				

2. 極距 1.0cm 檢測燈

電壓 (V)	1.48	1.43	1.38	1.46
照度 (LUX)	3.98	3.16	3.25	3.34
照片				





(八) 100% 果汁時刻柳橙汁

1. 極距 0.5cm 檢測燈

時間	0 hr	24 hr	48 hr	72 hr
pH 值	3.85	3.52	3.16	3.28
導電度 (mho)	2000	2000	2000	2000
電壓 (V)	1.68	1.51	1.33	1.45
照度 (LUX)	7.23	10.55	12.79	13.60

照片				
----	---	---	---	--



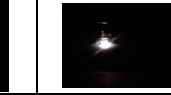
2. 極距 1.0cm 檢測燈

電壓 (V)	1.50	1.63	1.59	1.67
照度 (LUX)	6.89	8.26	8.35	8.94
照片				




三、天然果汁實驗

(一) 柳橙

1. 極距 0.5cm 檢測燈



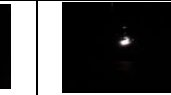
時間	0 hr	24 hr	48 hr
pH 值	4.14	4.10	3.81
導電度 (mho)	2000	2000	2000
電壓 (V)	1.64	1.70	1.83
照度 (LUX)	12.78	13.56	14.63
照片			

2. 極距 1.0cm 檢測燈



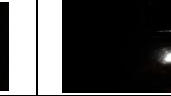
電壓 (V)	1.67	1.71	1.74
照度 (LUX)	10.56	11.12	11.95
照片			

(二) 檸檬

1. 極距 0.5cm 檢測燈




時間	0 hr	24 hr	48 hr
pH 值	1.8	1.5	1.4
導電度 (mho)	2000	2000	2000
電壓 (V)	1.50	1.61	1.73
照度 (LUX)	8.43	8.52	8.61
照片			

2. 極距 1.0cm 檢測燈

電壓 (V)	1.44	1.37	1.41
照度 (LUX)	7.25	7.48	7.93
照片			

### (三) 葡萄

#### 1. 極距 0.5cm 檢測燈




時間	0 hr	24 hr	48 hr
pH 值	3.1	3.0	2.47
導電度 (mho)	1838	1840	1930
電壓 (V)	1.56	1.58	1.73
照度 (LUX)	12.06	12.25	14.39
照片			

#### 2. 極距 1.0cm 檢測燈




電壓 (V)	1.39	1.41	1.48
照度 (LUX)	10.65	10.97	11.23
照片			

### (四) 小番茄

#### 1. 極距 0.5cm 檢測燈

時間	0 hr	24 hr	48 hr
pH 值	5.00	4.64	4.37
導電度 (mho)	2000	2000	2000
電壓 (V)	1.51	1.61	1.69
照度 (LUX)	13.62	14.88	17.36
照片			

#### 2. 極距 1.0cm 檢測燈

電壓 (V)	1.42	1.49	1.53
照度 (LUX)	11.86	12.71	14.49
照片			

### (五) 大番茄

#### 1. 極距 0.5cm 檢測燈

時間	0 hr	24 hr	48 hr
pH 值	4.52	4.35	3.91
導電度 (mho)	2000	2000	2000
電壓 (V)	1.50	1.53	1.55
照度 (LUX)	6.62	7.32	8.45

照片			
----	--	--	--

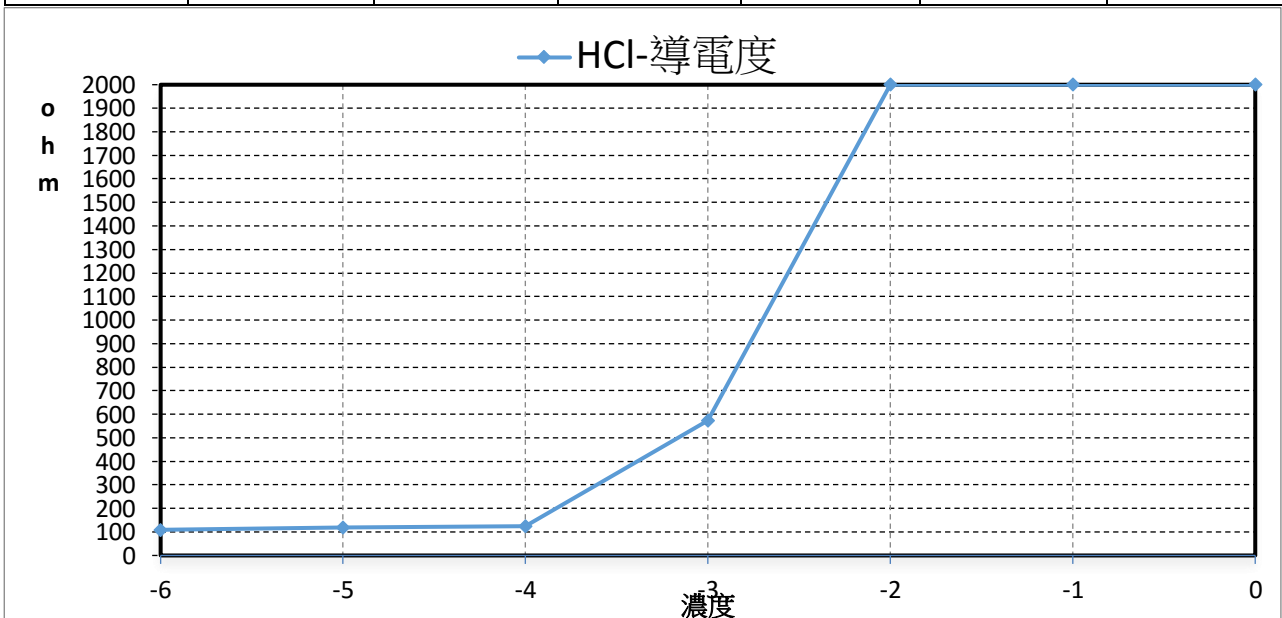
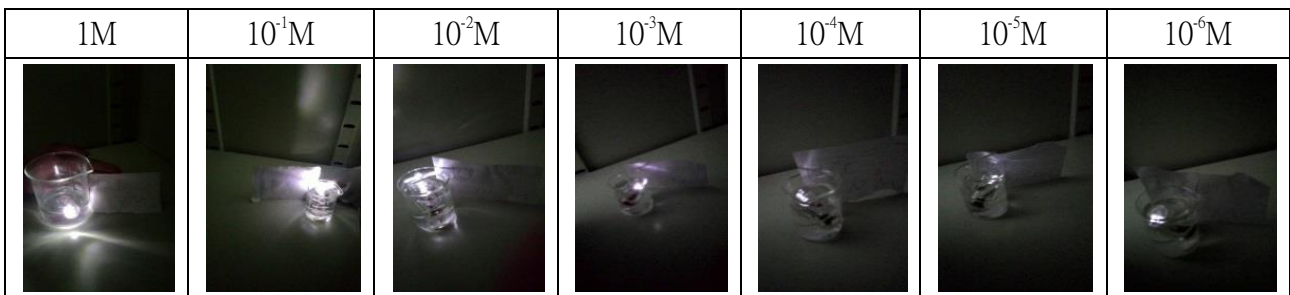
2. 極距 1.0cm 檢測燈

電壓 (V)	1.43	1.49	1.47
照度 (LUX)	5.03	5.83	6.75
照片			

## 柒、討論

一、不同濃度溶液之導電度檢測 (圖中 1 代表 1M、-1 代表  $10^{-1}$ M,其餘依此類推)

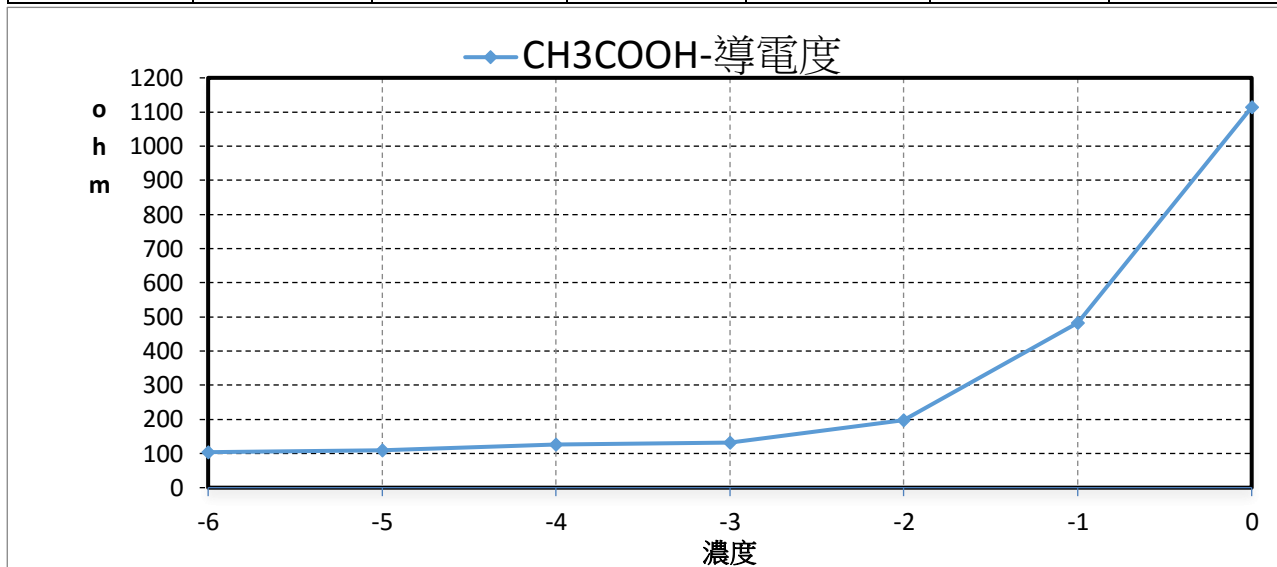
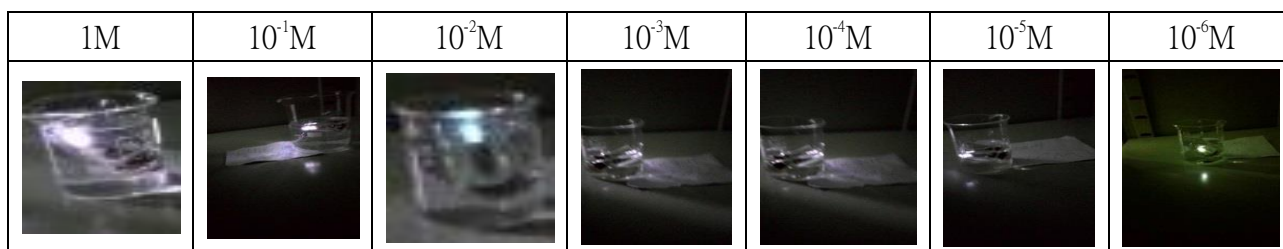
(一) HCl 之導電度在  $10^{-2}$ M 至  $10^{-3}$ M 時明顯下降 (以 2000 代表無限大), 越往後下降幅度明顯變小, 同時發現檢測燈在  $10^{-2}$ M 至  $10^{-3}$ M 有明顯變暗的趨勢,  $10^{-4}$ M 以後量度明顯不佳。



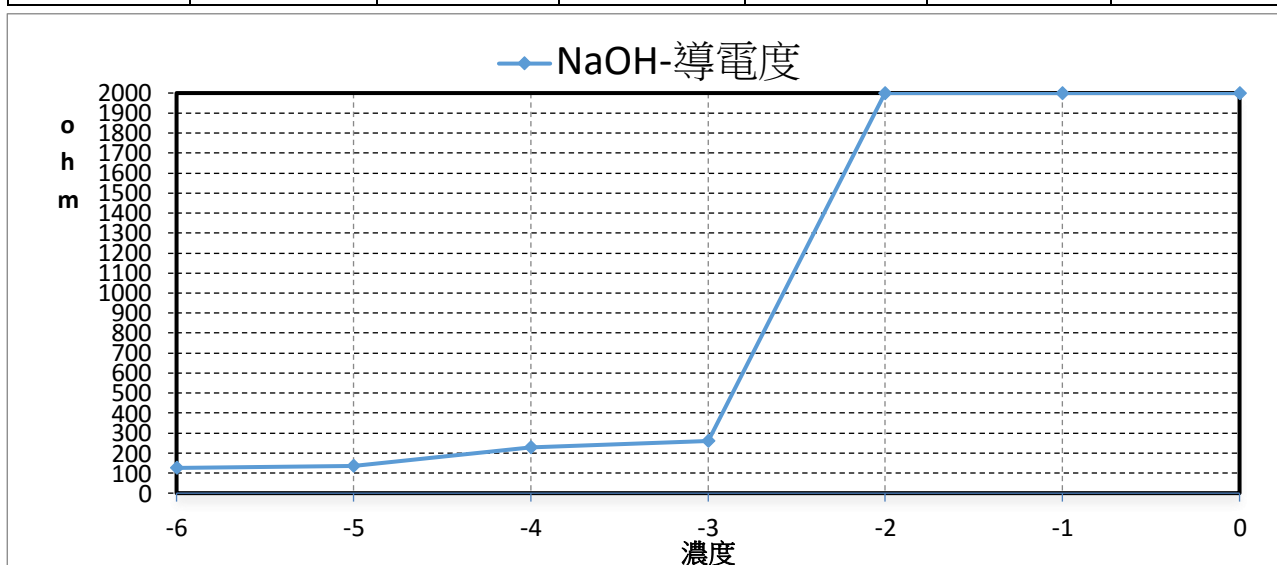
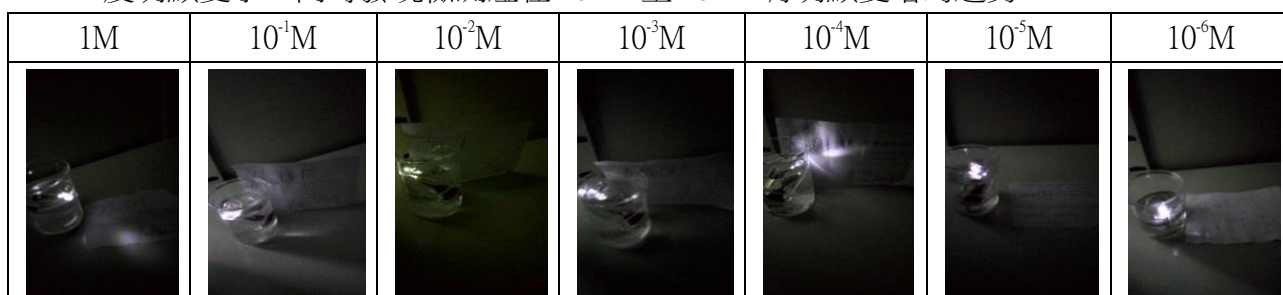
(二)  $\text{CH}_3\text{COOH}$  之導電度在 1M 至  $10^{-2}$ M 時明顯下降 (以 2000 代表無限大), 越往後下降幅度明顯變小, 同時發現檢測燈在 1M 至  $10^{-2}$ M 有明顯變暗的趨勢,  $10^{-3}$ M 以後量度



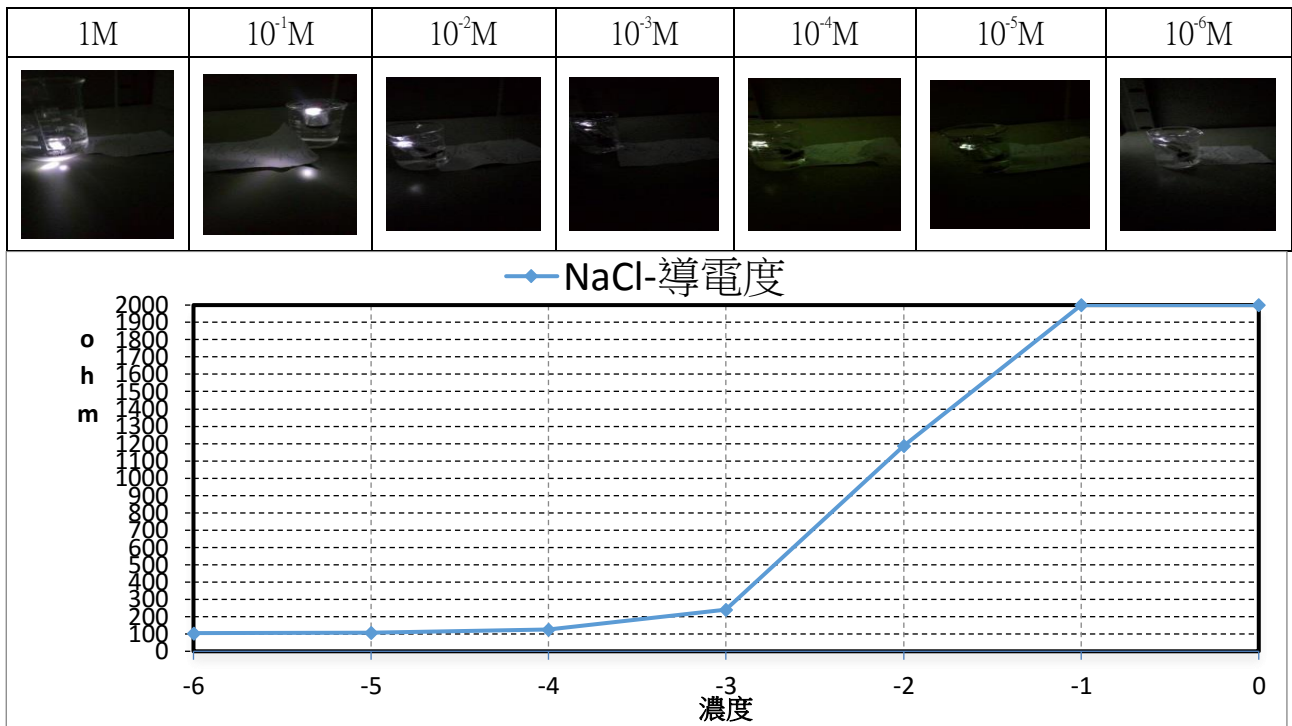
明顯不佳。



(三) NaOH 之導電度在  $10^2$  M 至  $10^3$  M 時明顯下降（以 2000 代表無限大），越往後下降幅度明顯變小，同時發現檢測燈在  $10^2$  M 至  $10^3$  M 有明顯變暗的趨勢。

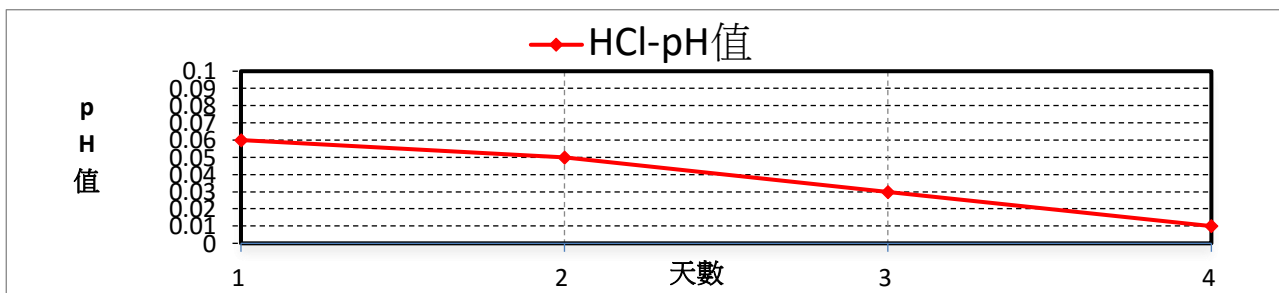


(四) NaCl 之導電度在  $10^{-1}M$  至  $10^{-3}M$  時明顯下降（以 2000 代表無限大），越往後下降幅度明顯變小，同時發現檢測燈在  $10^{-1}M$  至  $10^{-3}M$  有明顯變暗的趨勢， $10^{-4}M$  以後量度明顯不佳。

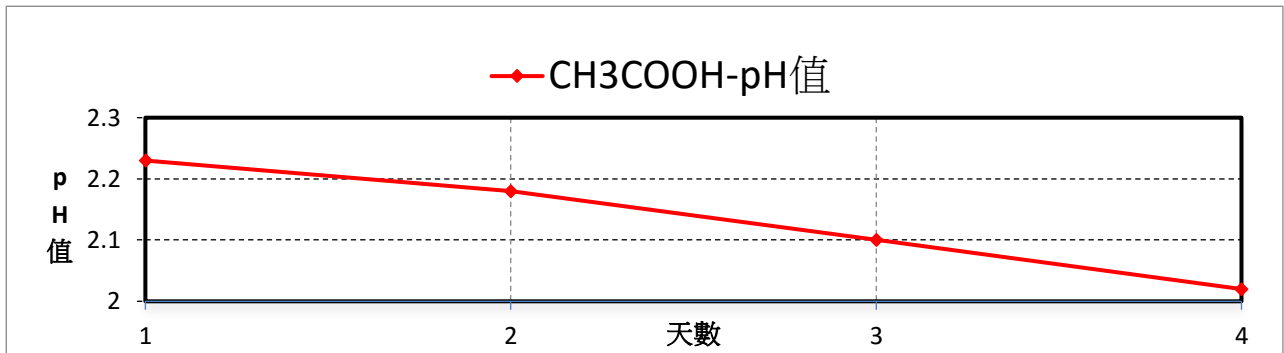


## 二、濃度 1 M 的酸鹼溶液隨時間變化之 pH 值

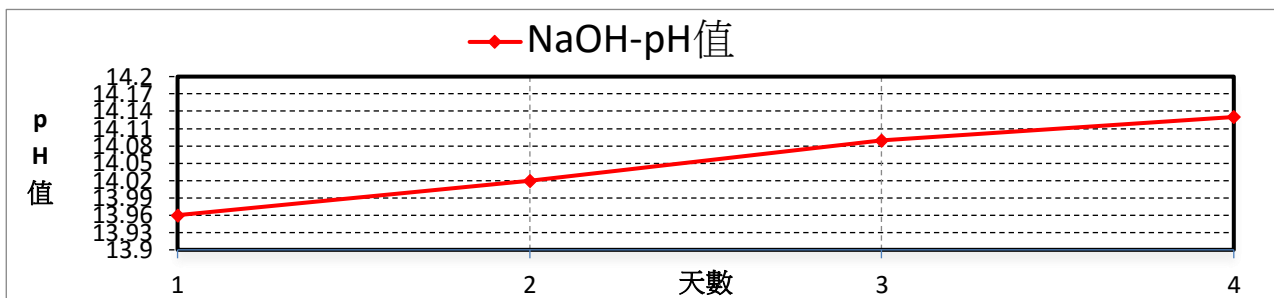
(一) HCl 的 pH 值大致呈直線下降，可知隨時間改變，水逐漸蒸發，而氫離子數量不變，因此氫離子濃度變高。



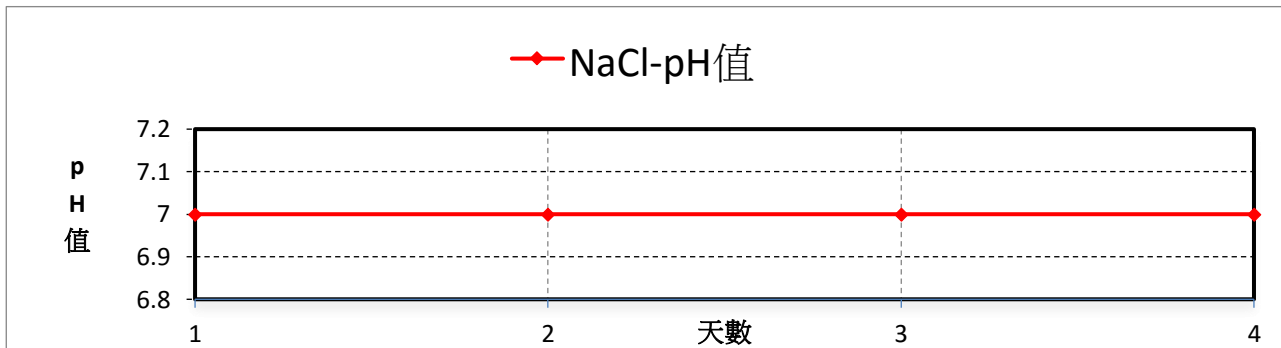
(二)  $CH_3COOH$  的 pH 值大致呈直線下降，可知隨時間改變，水逐漸蒸發，而氫離子數量不變，因此氫離子濃度變高。



(三) NaOH 的 pH 值大致呈直線上升，可知隨時間改變，水逐漸蒸發，而氫氧根離子數量不變，因此氫氧根離子濃度變高。

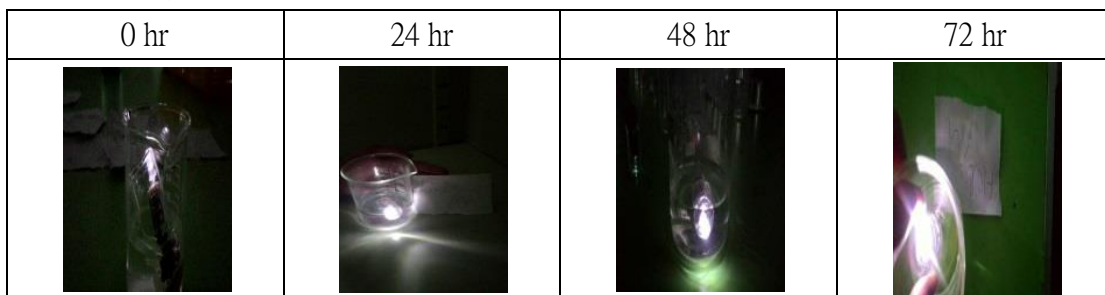


(四) NaCl 的 pH 值維持在 7，雖然水逐漸蒸發，但 NaCl 為中性，故 pH 值不隨時間改變。

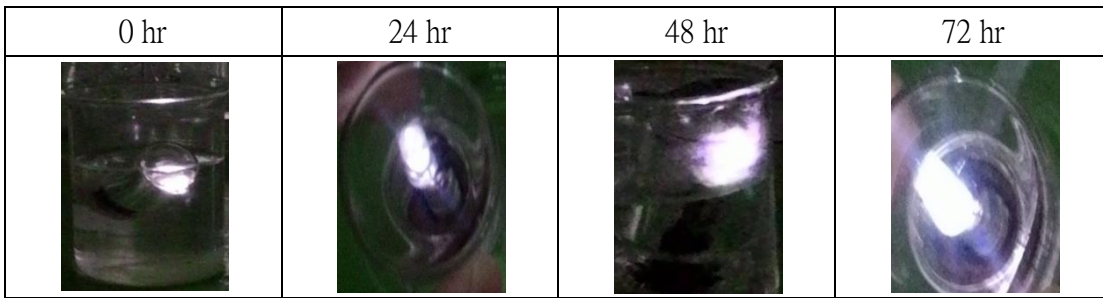


### 三、濃度 1 M 的酸鹼溶液隨時間變化之導電度

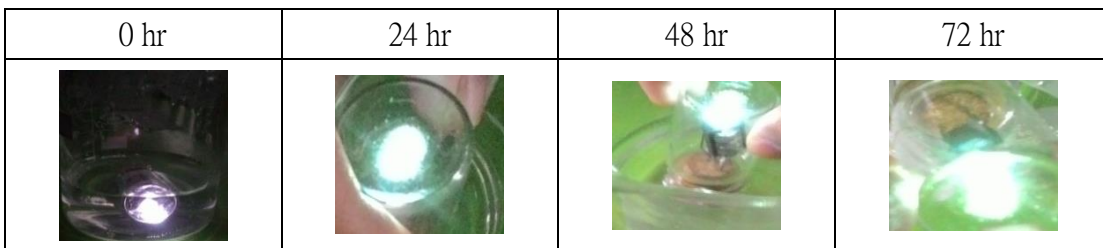
(一) HCl 之導電度皆為無限大，但檢測燈有變亮的趨勢，可見濃度會影響導電度及檢測燈的亮度。



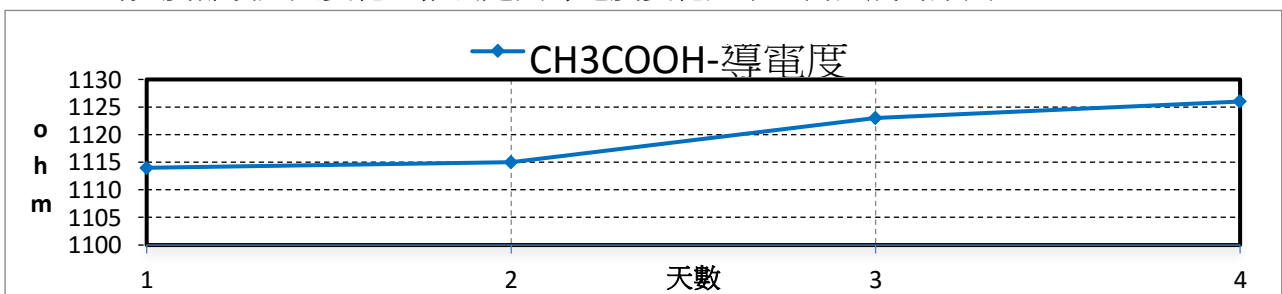
(二) NaOH 之導電度皆為無限大，但檢測燈有變亮的趨勢，可見濃度會影響導電度及檢測燈的亮度。



(三) NaCl 之導電度皆為無限大，但檢測燈有變亮的趨勢，可見濃度會影響導電度及檢測燈的亮度。

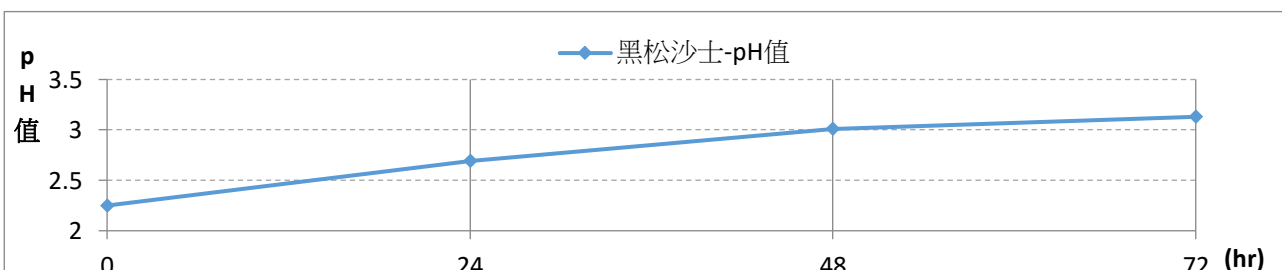


(四) CH<sub>3</sub>COOH 之導電度有微量的上升，但第一天到第二天，第三天到第四天兩個區塊間沒明顯上升，僅第二天到第三天的有較為明顯上升。而亮度則四天都差不多，且整體的亮度都沒太大變化，推測是因導電度變化太小，而造成的原因。

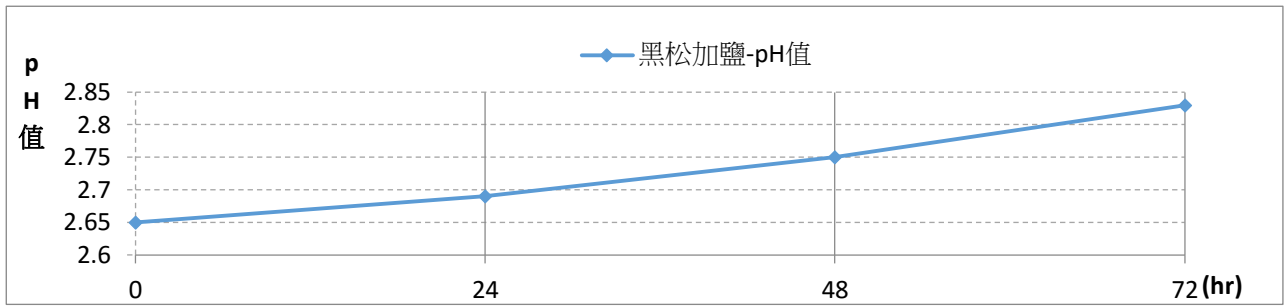


#### 四、市售飲料隨時間變化之 pH 值

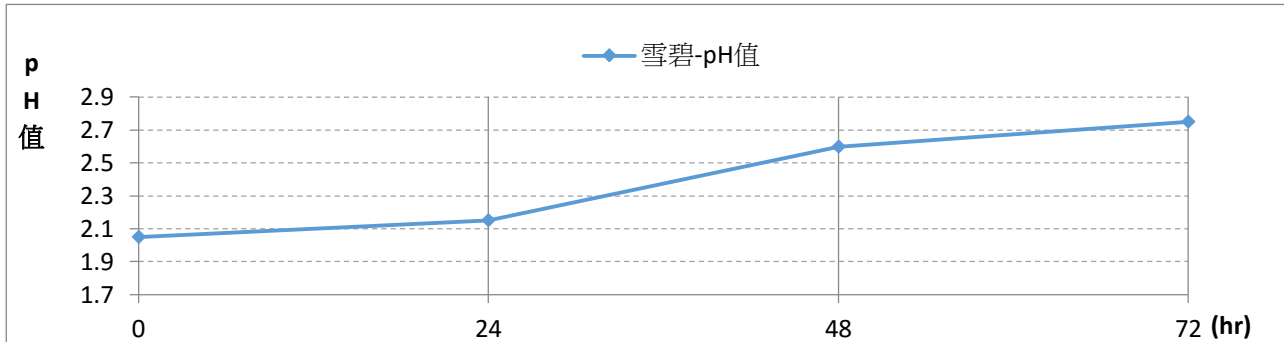
(一) 黑松沙士的 pH 值隨著時間上升，應是二氧化碳的溶解度隨時間減少所導致。



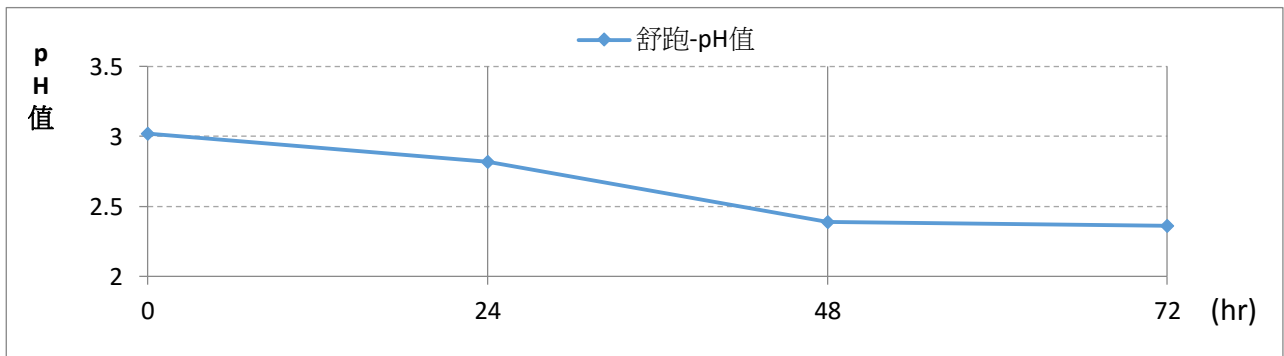
(二) 黑松加鹽沙士之 pH 值隨時間上升，應是二氧化碳的溶解度隨時間減少所導致。



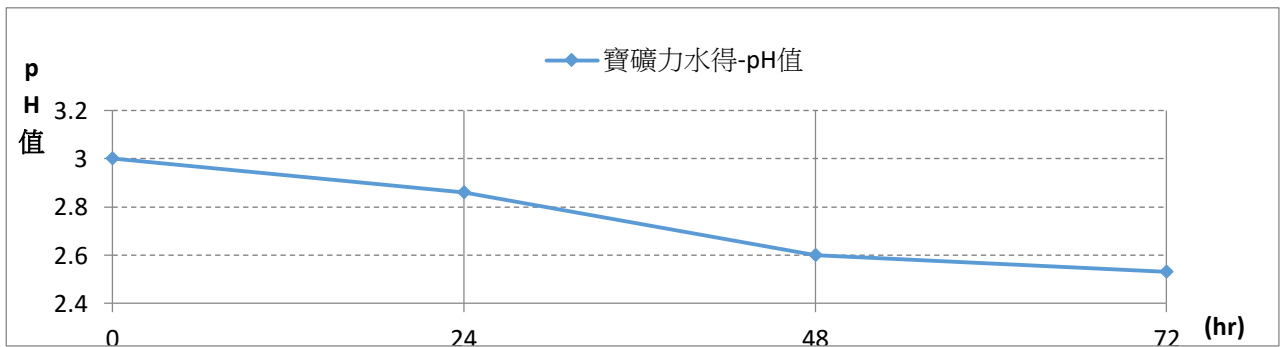
(三) 雪碧汽水之 pH 值隨時間上升，應是二氧化碳的溶解度隨時間減少所導致。



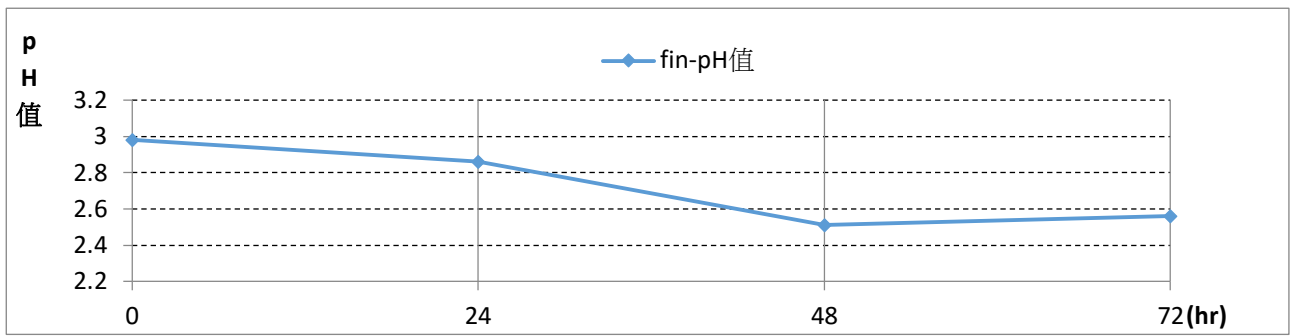
(四) 舒跑運動飲料之 pH 值隨時間而下降，應是置放多日導致飲料酸化。



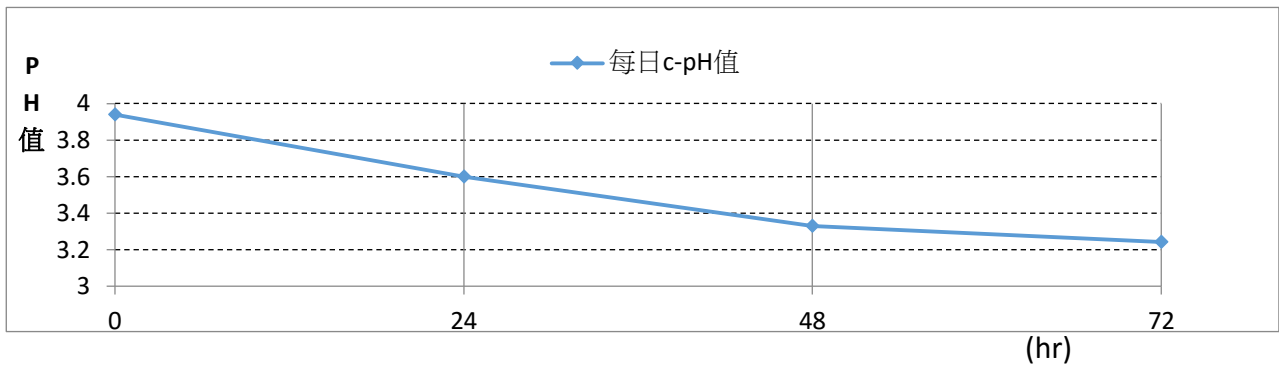
(五) 寶礦力水得之 pH 值隨時間而下降，應是置放多日導致飲料酸化。



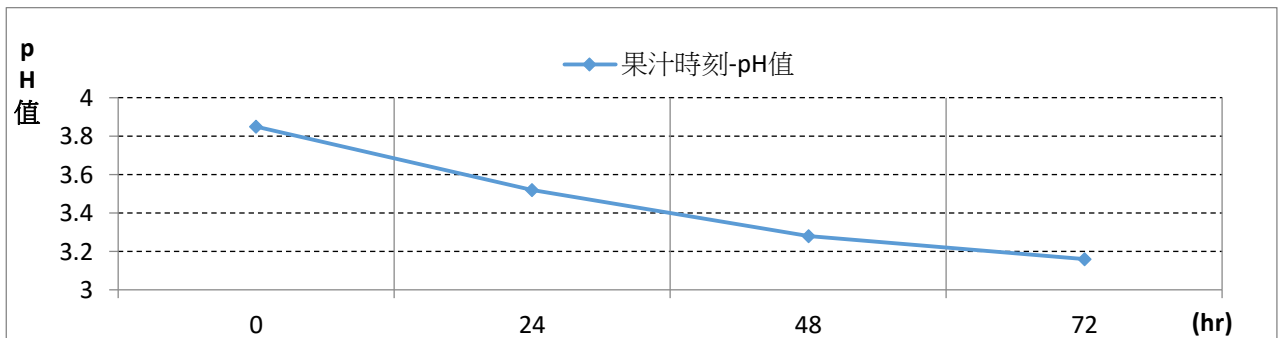
(六) Fin 健康補給飲料之 pH 值隨時間而下降，應是置放多日導致飲料酸化。



(七) 每日 C 柳橙汁之 pH 值隨時間而下降，應是置放多日導致飲料酸化或是因水蒸發而溶質果酸量不變導致。

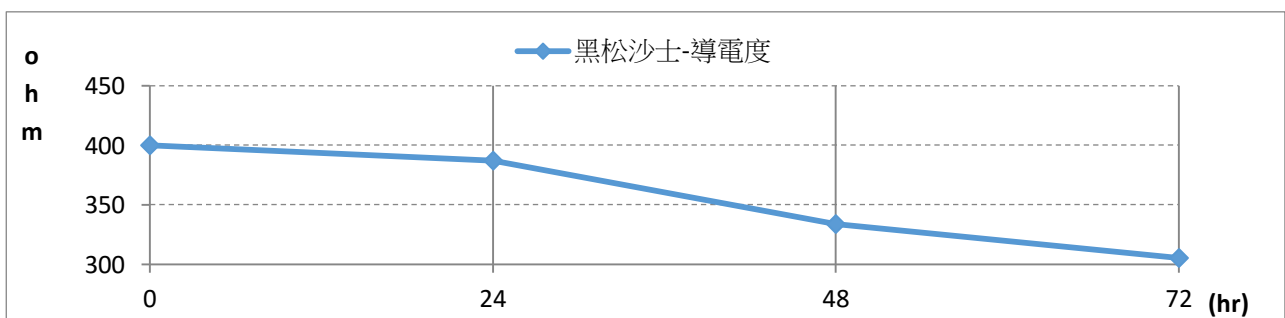


(八) 100%果汁時刻柳橙汁之 pH 值隨時間而下降，應是置放多日導致飲料酸化或是因水蒸發而溶質果酸量不變導致。



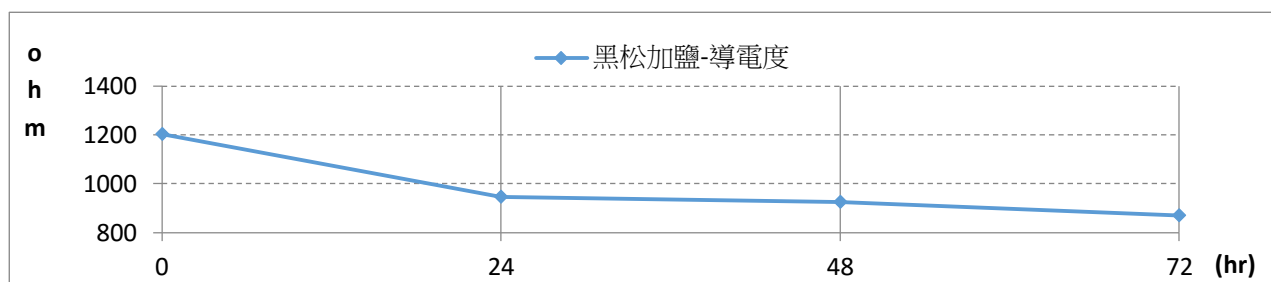
### 五、市售飲料隨時間變化之導電度

(一) 黑松沙士之導電度隨時間下降，與 pH 值隨時間上升，故電解質含量減少理論符合。

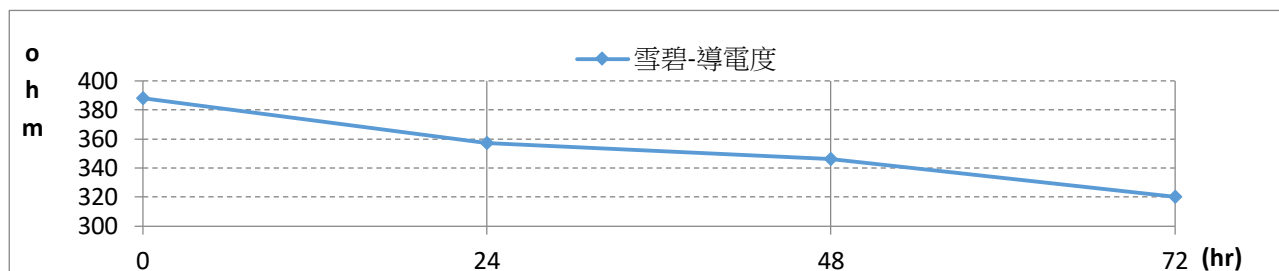


(二) 黑松加鹽沙士之導電度隨時間下降，與 pH 值隨時間上升，故電解質量減少理論符

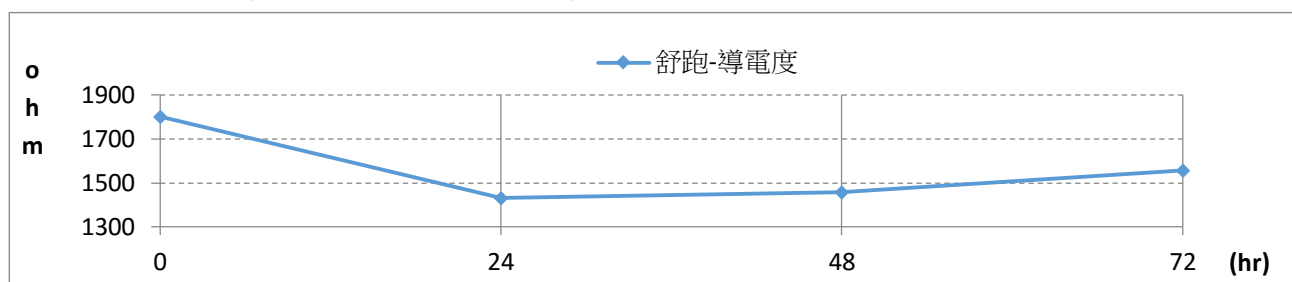
合，但與未加鹽之黑松沙士比較，可發現其導電度高出許多，推測與加鹽產生離子有關。



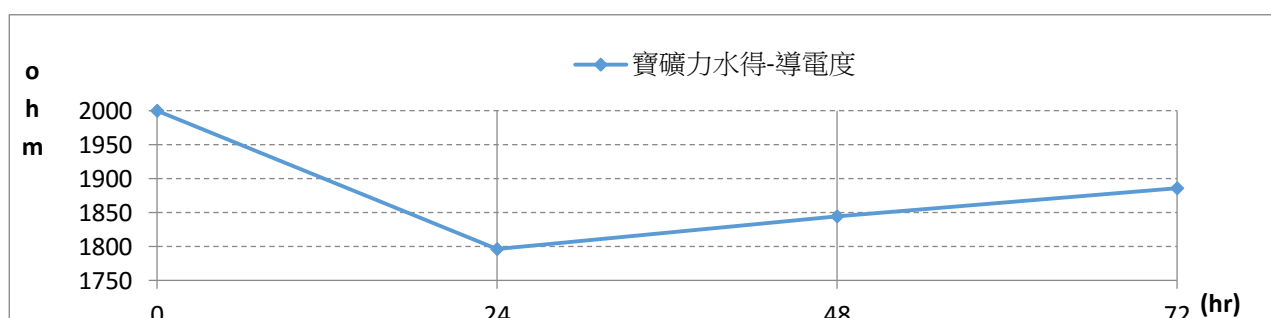
(三) 雪碧汽水之導電度隨時間下降，與 pH 值隨時間上升，故電解質量減少理論符合。



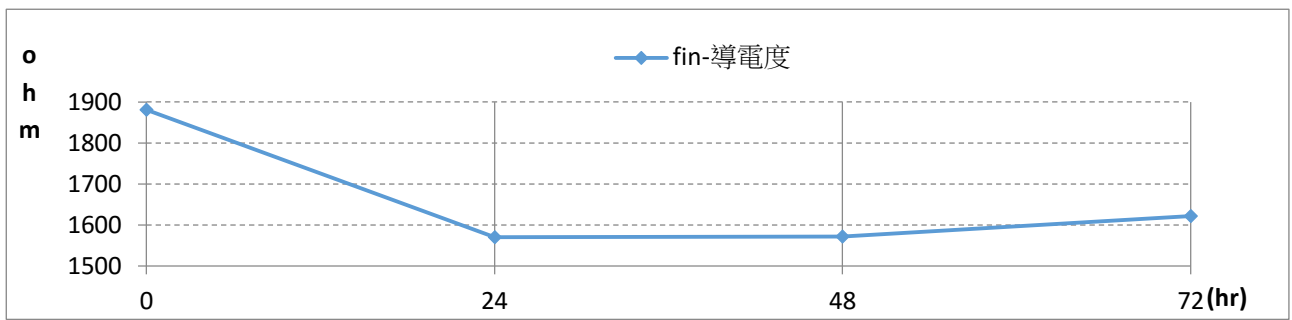
(四) 舒跑運動飲料之導電度在 24 小時後劇烈下降，之後又緩緩上升，可能是在 24 小時後飲料酸化導至氫離子增加，所以導電度增加。



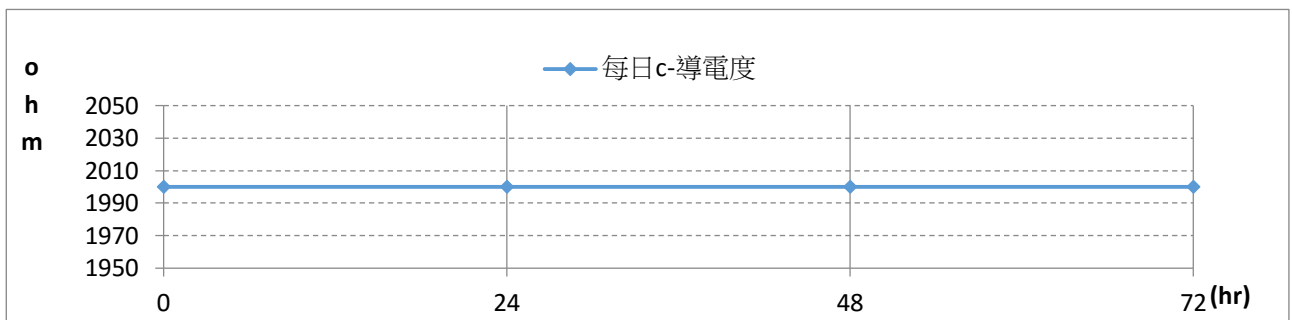
(五) 寶礦力水得之導電度在 24 小時後劇烈下降，之後又緩緩上升，可能是在 24 小時後飲料酸化導至氫離子增加，所以導電度增加。



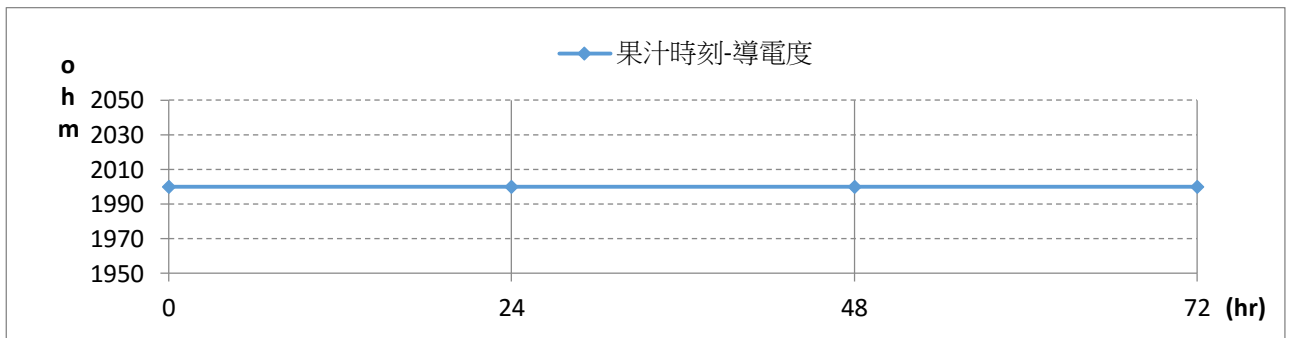
(六) Fin 健康補給飲料之導電度在 24 小時後劇烈下降，之後又緩緩上升，可能是在 24 小時後飲料酸化導至氫離子增加，所以導電度增加。



(七) 每日 C 柳橙汁之導電度皆為無限大 (以 2000 代表無限大)，應是溶液中果酸逐漸增加所致。

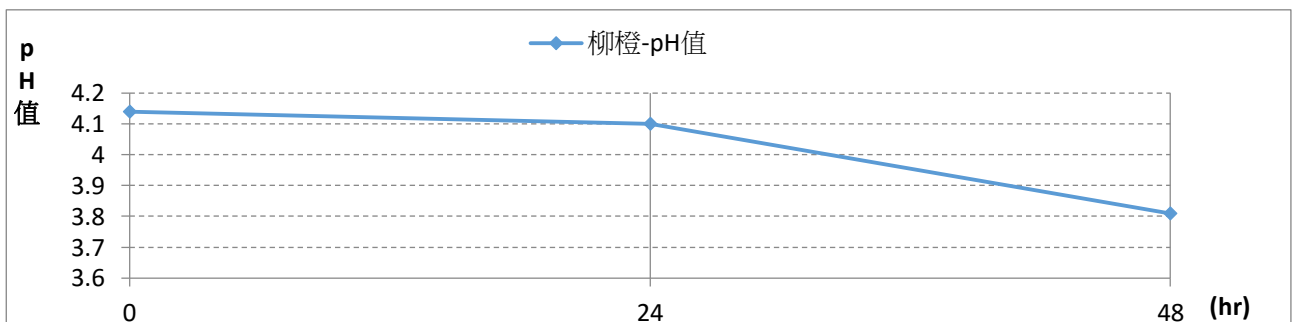


(八) 100% 果汁時刻柳橙汁之導電度皆為無限大 (以 2000 代表無限大)，應是溶液中果酸逐漸增加所致。



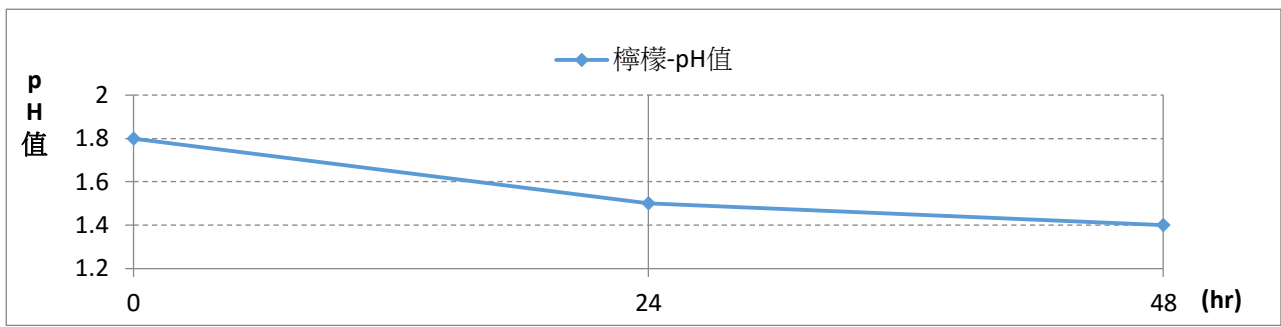
## 六、天然果汁隨時間變化之 pH 值

(一) 柳橙汁的 pH 值隨著時間下降，推測與其水分蒸發導致濃度上升 pH 值下降。

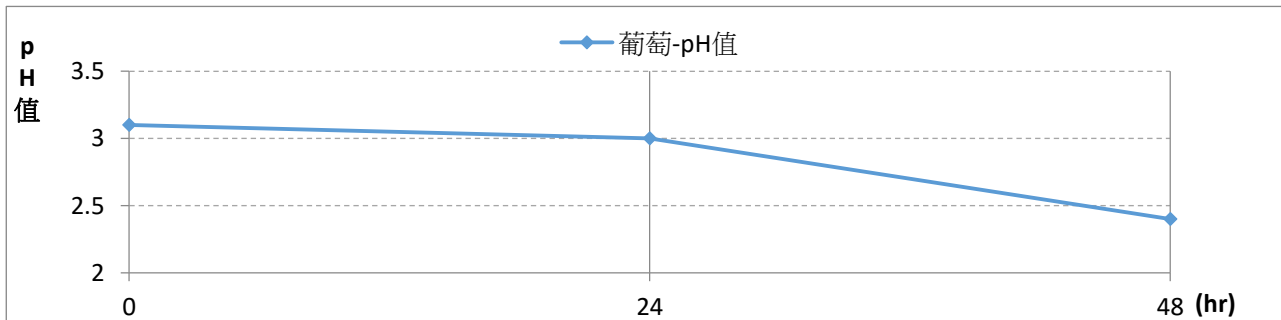


(二) 檸檬汁的 pH 值隨著時間下降，推測與其水分蒸發導致濃度上升 pH 值下降。

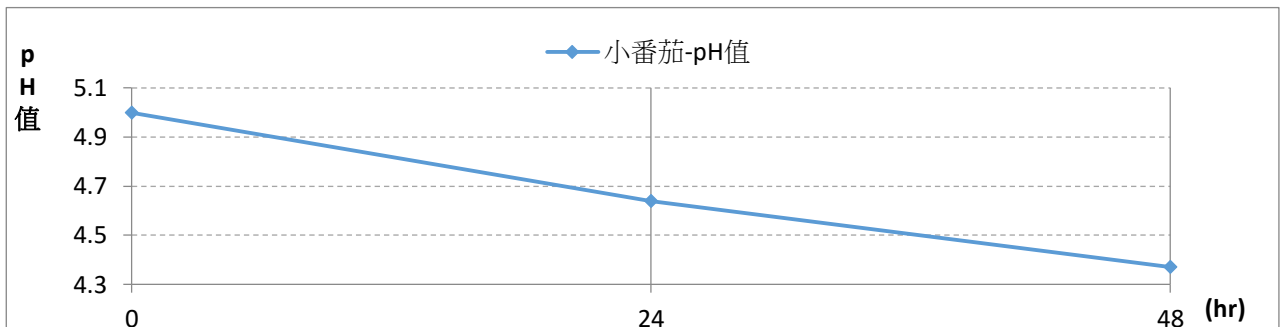




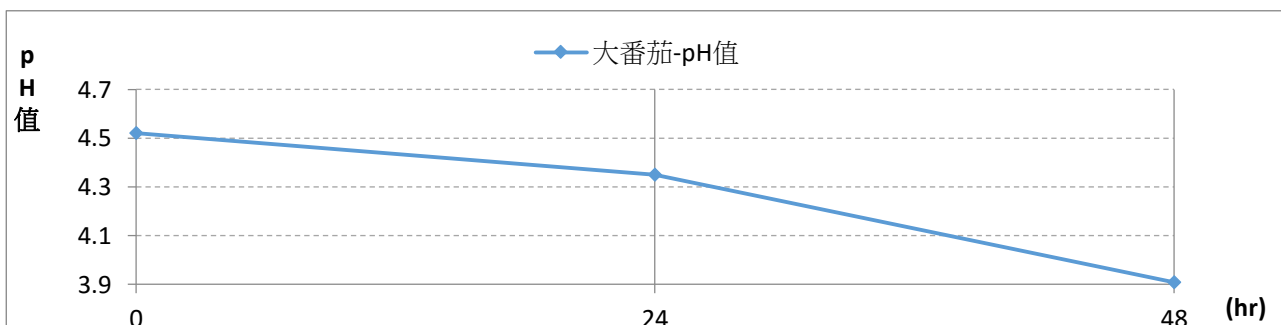
(三) 葡萄汁的 pH 值隨著時間下降，推測與其水分蒸發導致濃度上升 pH 值下降。



(四) 小番茄汁的 pH 值隨著時間下降，推測與其水分蒸發導致濃度上升 pH 值下降。

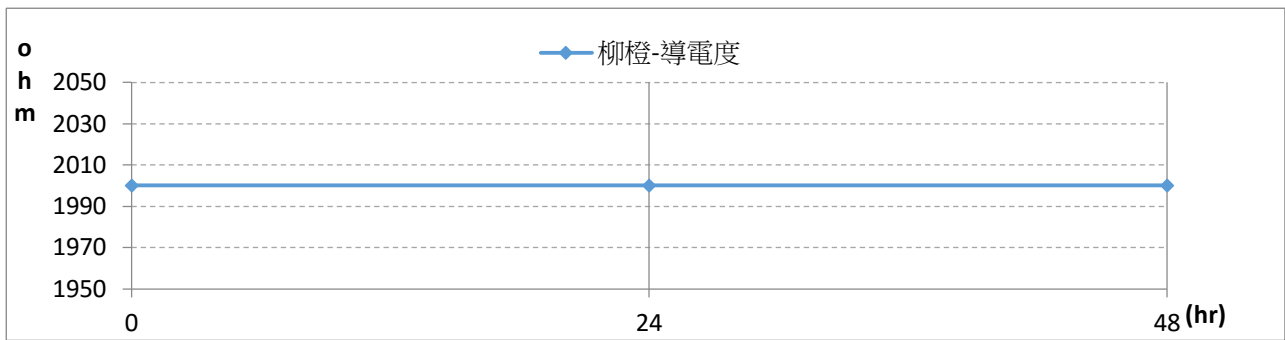


(五) 大番茄汁的 pH 值隨著時間下降，推測與其水分蒸發導致濃度上升 pH 值下降。

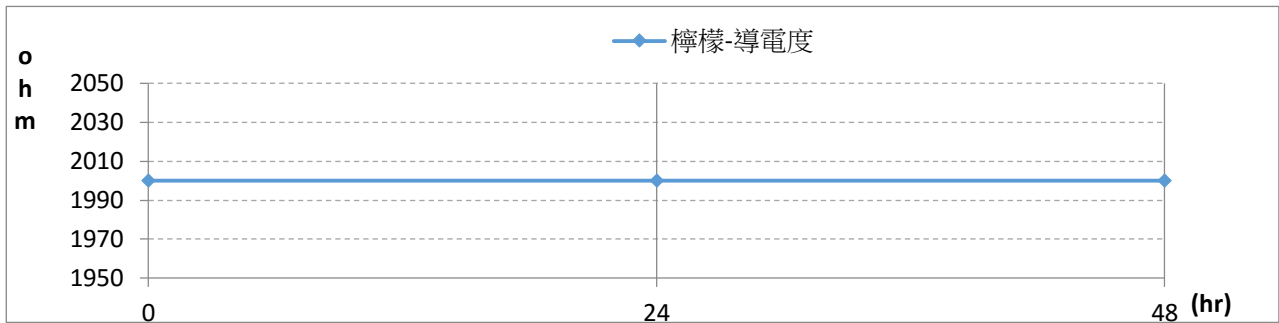


## 七、天然果汁隨時間變化之導電度

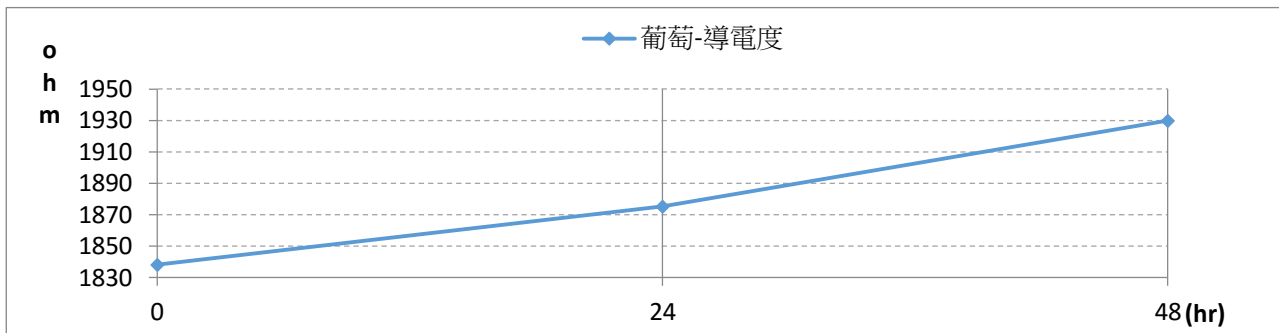
(一) 柳橙之導電度皆為無限大（以 2000 代表無限大），應是溶液中果酸逐漸增加所致。



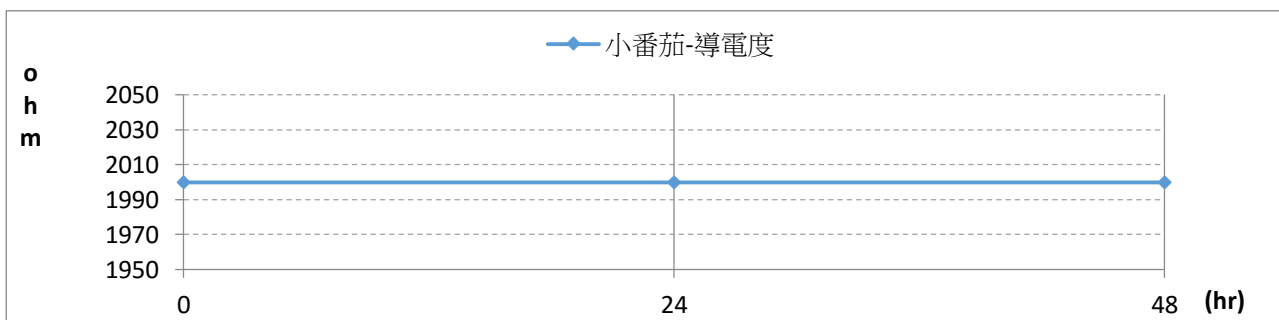
(二) 檸檬之導電度皆為無限大 (以 2000 代表無限大)，應是溶液中果酸逐漸增加所致。



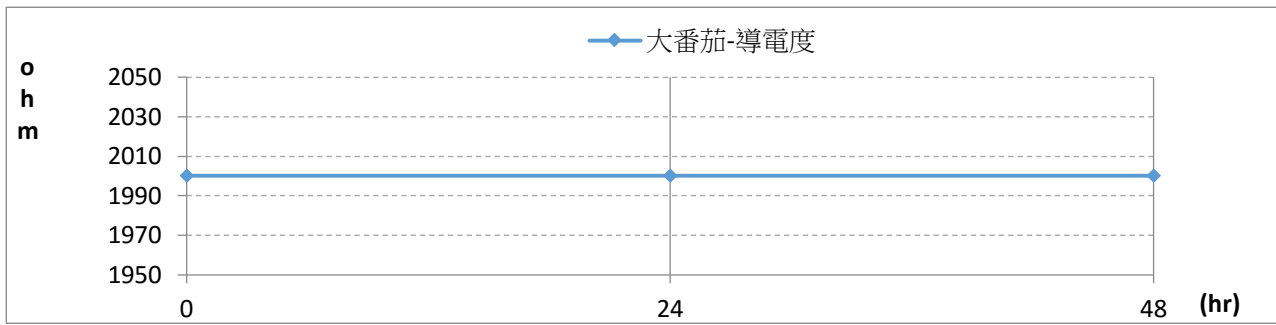
(三) 葡萄之導電度有上升的趨勢，可見時間有可能會使溶液中果酸逐漸增加。



(四) 小番茄之導電度皆為無限大 (以 2000 代表無限大)，應是溶液中果酸逐漸增加所致。

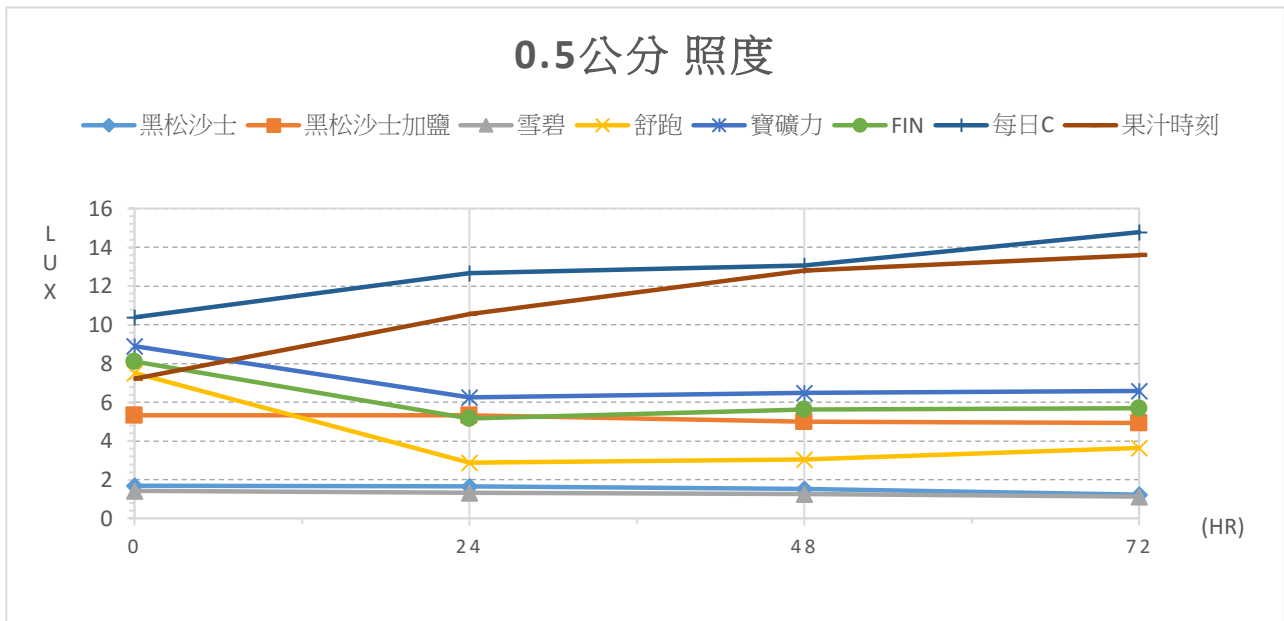


(五) 大番茄之導電度皆為無限大 (以 2000 代表無限大)，應是溶液中果酸逐漸增加所致。



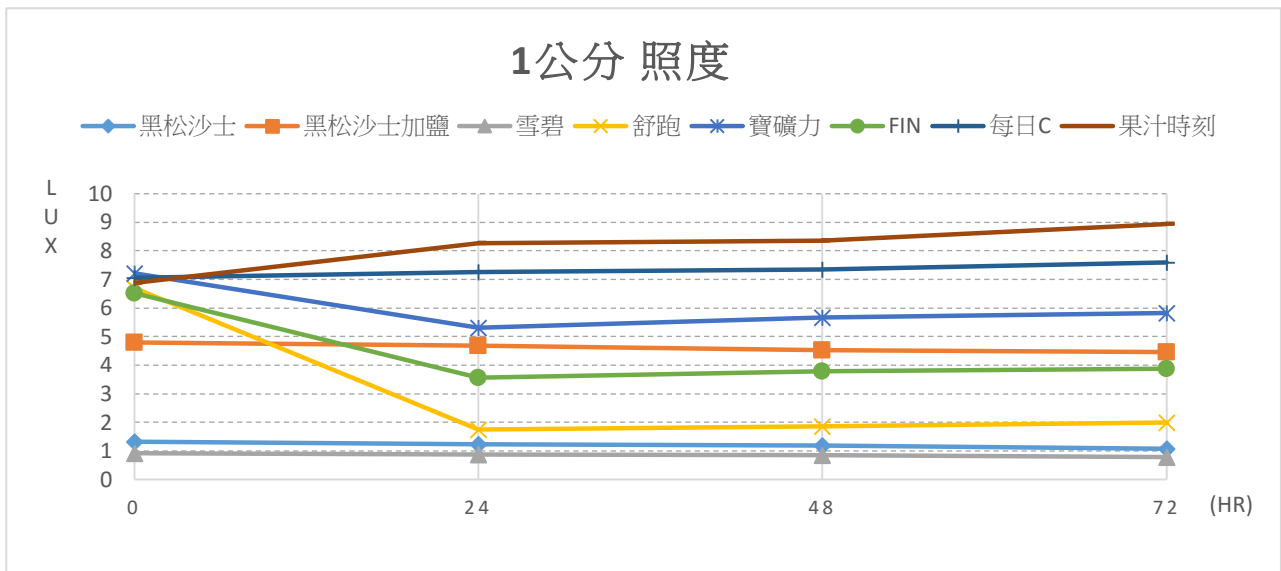
## 八、市售飲料隨時間變化之照度

### (一) 極距 0.5cm 檢測燈照度



1. 雪碧與黑松沙士之照度差不多，但加鹽之黑松沙士之照度明顯高於其他兩種碳酸飲料，可見加鹽所產生的離子確實會影響照度的大小。
2. 由 0.5 cm 之檢測燈看來，三種含碳酸的飲料（淺藍、橘、灰）其照度皆隨時間而下降，可見其 CO<sub>2</sub> 的溢出會影響其導電度值與照度值。
3. 三種運動飲料之照度（黃、深藍、綠）在第一天的導電度明顯高出，第二天時下降後緩慢上升，與導電度的變化相同，推測應是飲料酸化導至氫離子增加而造成的結果。
4. 每日 C 與果汁時刻兩種市售果汁在導電度實驗時無法獲得確實數據，而在照度實驗卻可以輕易發現其差異，其照度會隨時間逐漸上升，推測是因為隨著時間果汁裡的水分蒸發，而果酸濃度逐漸增加所致。
5. 所有市售飲料的照度呈現數據與 pH 值及導電度結果都相符合。

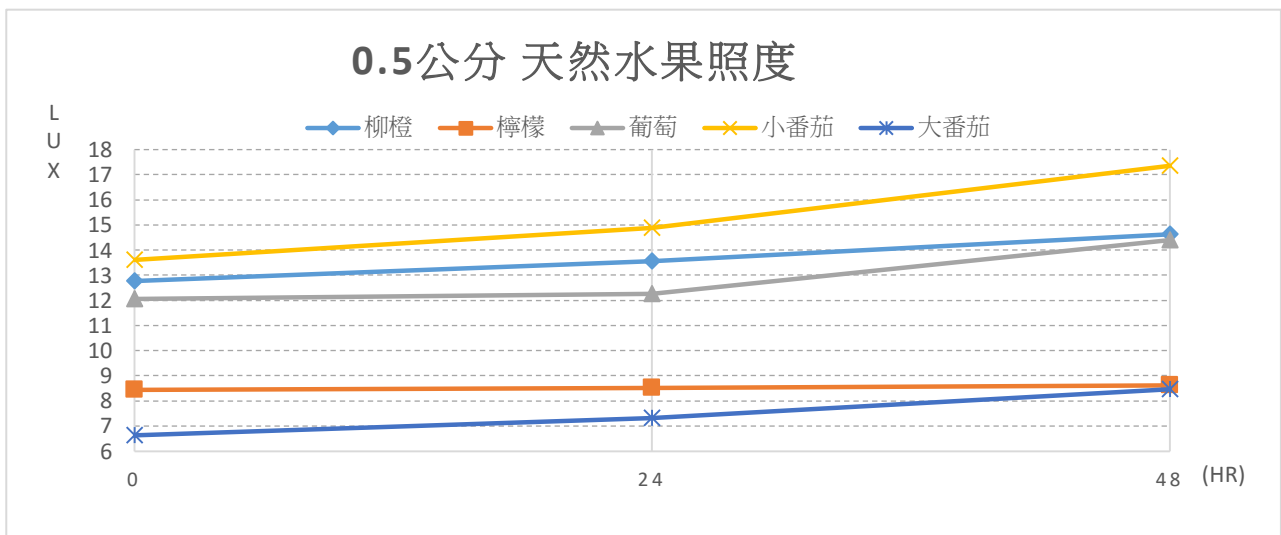
### (二) 極距 1.0cm 檢測燈照度



1. 拿 1cm 與 0.5cm 的做比較，發現其亮度比較暗。
2. 雖然照度的數據顯示出比較小，但是並沒有太大的變化。
3. 所有數據與 0.5cm 的燈泡差不多。

## 九、天然果汁隨時間變化之照度

### (一) 極距 0.5cm 檢測燈照度

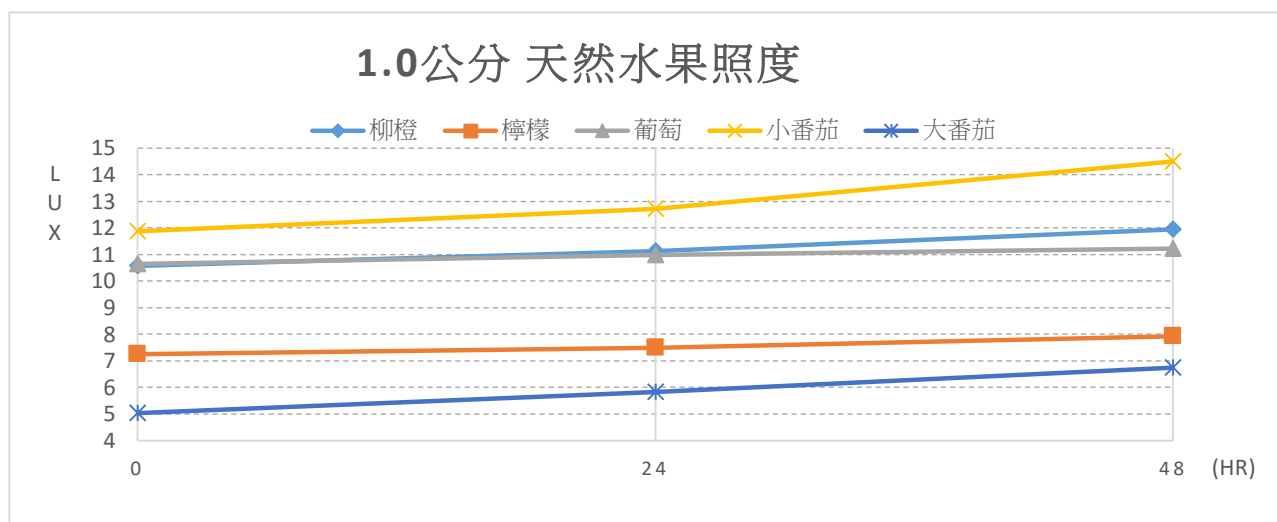


1. 所有自榨的天然果汁照度皆隨時間上升。
2. 照度最大的水果為小番茄，而非推測的檸檬，最小者為大番茄，並非導電度所測最小值的葡萄，應該是大番茄的果汁太濃稠導致離子移動速率較慢所致。
3. 導電度的實驗中顯示葡萄的數據是最低，但在照度實驗卻是居中，可見在葡萄汁中離子

的移動速率會影響照度檢測。

- 天然果汁在導電度實驗中除葡萄可明確的到數據外，其餘四種果汁皆無法得到數據，而在照度實驗卻可以輕易發現其差異，其照度會隨時間逐漸上升，推測是因為隨著時間果汁裡的水分蒸發，而果酸濃度逐漸增加所致。

## (二) 極距 1.0cm 檢測燈照度



- 與 0.5cm 的做比較，發現其亮度比較暗。
- 雖然照度的數據顯示出比較小，但是並沒有太大的變化。
- 所有數據與 0.5cm 的燈泡差不多。

## 捌、結論

- 我們利用簡的小東西成功製作出可以檢測電解質溶液的檢測燈，而且逐步改良成可直接置入溶液中檢測，在電壓的測試下發現它是可以長時間的使用，利用其作照度實驗，將一些無法由導電度計辨別出導電度大小的溶液輕易分辨出來，證實我們自製的電解質檢測燈確實有發揮他的功效。
- 在所有檢測實驗中皆顯示濃度與導電度是有密切關係，凡濃度大者，所得到的導電度值亦較大。
- 在化學藥品 (HCl、CH<sub>3</sub>COOH、NaOH、NaCl) 檢測實驗中，所有的數據皆與課本中所學的理论相符合，雖然在高濃度的溶液中導電度計無法準確獲得數據，但可以由檢測燈

的發光程度來辨別導電度大小。

四、市售的三種碳酸飲料因  $\text{CO}_2$  會隨著時間跑出，而使氫離子濃度下降，所以導電度同時下降，在照度實驗中更可以明顯變別出。加鹽的黑松沙士因鹽類會提供離子，所以導電度與照度都較其餘兩種碳酸飲料要大。

五、市售的三種運動飲料 pH 值都隨時間逐漸下降，但導電度與照度實驗都明顯發現有先降後升的現象，這應是飲料置於室溫中過長，導致其酸化，所以氫離子產生，增加離子濃度，進而讓導電度與照度產生變化。

六、市售的兩種果汁 pH 值都隨時間逐漸下降，這應是果酸逐漸堆積而成，促使導電度計無法準確獲得數據，但檢測燈的照度實驗很明顯就可以區分出來照度，進而可以推估導電度大小。

七、自榨的天然果汁 pH 值都隨時間逐漸下降，這應該也是果酸逐漸堆積而成，促使導電度計在葡萄以外的四種果汁中無法準確獲得數據，但檢測燈的照度實驗很明顯就可以區分出來照度，進而可以推估導電度大小。

八、葡萄與大番茄的實驗，讓我們發現離子的移動速率有可能會造成導電度與照度結果不同。

九、自榨的天然果汁的實驗發現原來導電度最好的果汁是小番茄，而非我們想像中的檸檬。

十、兩種不同極距的電解質檢測燈比較，發現在所有溶液中經由照度計的數據顯示極距為 0.5cm 的檢測燈都要優於極距 1cm 的檢測燈，證實兩極之間的距離確實會影響導電度大小。

## 玖、參考資料

一、電解質實驗影片，取自 [https://www.youtube.com/watch?v=NNa\\_14RG-RY](https://www.youtube.com/watch?v=NNa_14RG-RY)

二、『電電看就知道』，中華民國第 48 屆中小學科展，國立台灣科學教育館。

三、郭重吉（民 103）。國民中學自然與生活科技－第四冊。臺北市：南一。

四、蘇卡奇（民 95）。觀念化學－第十章酸與鹼。臺北市：天下遠見。

五、蔡坤憲（民 97）。觀念物理－第三十五章電路。臺北市：天下遠見。

## 拾、未來展望

在本次的研究裡，我們從認識導電度開始，自行設計與製作檢測燈，選擇溶液測量，最後討論並完成報告，往後我們想繼續設計 LED 燈泡串、並聯方式製作檢測燈，用其來檢測本次實驗的所有溶液，探究是否可以藉由燈泡的發光數目來判斷電解質的強弱，並數量化我們的結果。

## 【評語】 030215

本研究係自製一個可直接放置水溶液的電解質檢測燈，並且將所製成的檢測燈用於天然果汁導電的測試，有創意和實用性，講解也很清楚，再思考其特殊之實用性將更好。