

中華民國第42屆中小學科學展覽會

::: 作品說明書 :::

高中-應用科學科

科 別：生活與應用科學

組 別：高中組

作品名稱：天然ㄟ尚好！ - 果汁太陽能電池

關 鍵 詞：果 汁、能 階

編 號：040808

學校名稱：

臺中市立忠明高級中學

作者姓名：

丁于珊、魏媛媛、邱泓博

指導老師：

鐘協訓、蘇素冠



題目：天然尚好！ - 果汁太陽能電池

一、研究動機：

大自然中有各種顏色的植物，生活在陸地上的它們大都仰賴太陽光，藉由葉綠素將太陽光轉為可以利用的能量。於是我們想知道是否植物（生活在有陽光的環境中）的顏色都可以吸收光進而轉換成可利用的能量呢？如果是的話，可否將其轉換的能量變成我們可用的能源 - 利用植物的顏色 - 這種突破傳統能源形式的做法讓我們躍躍欲試。

二、研究目的：

- （一）利用**天然植物**（吸收光能的特性）將光能轉換成電能。
- （二）試驗不同的天然染料對吸收光的影響。
- （三）控制變因、偵測電壓值。
- （四）維持電壓的穩定，且尋求再現性，並符合經濟效益。

三、研究器材及設備：

（一）器材

- | | |
|--------|-------|
| 1、導電玻璃 | 5、玻棒 |
| 2、果菜汁機 | 6、加熱板 |
| 3、漏斗 | 7、滴管 |
| 4、燒杯 | 8、銅片 |

9、直尺 (15cm)

1 2、燈泡 (60W)

1 0、電子天秤

1 3、三用電錶

1 1、濾紙

1 4、鱷魚夾

(二) 藥品：

1、TiO₂ 粉末

2、鐵弗龍懸浮劑

3、天然色素

4、KI_(aq)

四、研究過程與方法：

(一) 實驗過程：

1、製備天然染料

(1) 將準備好的天然植物用果菜汁機打成汁 (不另加水)

(2) 將打好的果汁過濾，濾液即是染料。

2、準備下列藥品及水溶液

(1) 3 克鐵弗龍懸浮液

(2) 2 克 TiO₂ 粉末

(3) 0.1 M 的 KI_(aq)

3、TiO₂ 膜的製作

(1) 將鐵弗龍、TiO₂、染料



以 3 : 2 : 1 的比例置入研鉢內**緩慢**的研磨。研磨過程中應避免氣泡產生；需注意**時間**，不可過長，否則水分蒸散不易塗抹。

(2) 將研磨好的成品用銅片**均勻**的在 ITO 上進行塗膜 (面積需固定！為比較不同的染料需減少變因。)



(3) 將塗抹好的 TiO_2 膜**迅速**置於加熱板加熱 1 分鐘(45)。(塗抹好後，迅速置於加熱板上加熱，避免 TiO_2 膜自然風乾產生龜裂。)

4、加入氧化還原液

(1) 將配好的 $\text{KI}_{(\text{aq})}$ 滴 1 ~ 3 滴 (0.1 ~ 4 克) 於 TiO_2 膜上。

5、組裝電池

(1) 將另一片 ITO 壓在 TiO_2 膜上 (要錯開) 如圖 a。

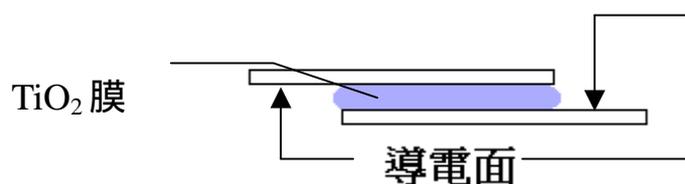
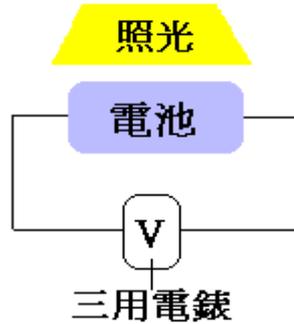


圖 a (示意圖)

(2) 將導電玻璃固定，此太陽能電池就完成了。

6、電池的測試

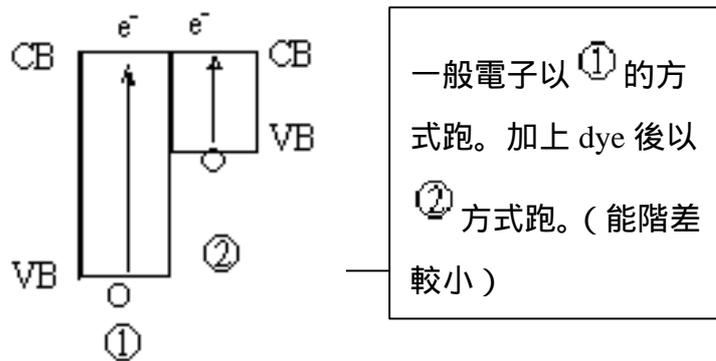
用燈泡照射電池，接上三用電錶測其電壓。



(二) 原理：

1、能階：

(1) 不同的物質具有不同能階的特性

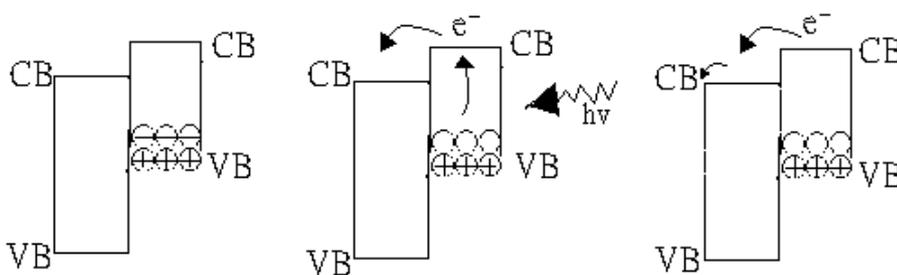


CB：導電帶 (Conductive band)

VB：價帶 (Valence band)

(2) 能階差會因所含分子的不同而有不同的差距。

a、利用不同的物質有不同能性：

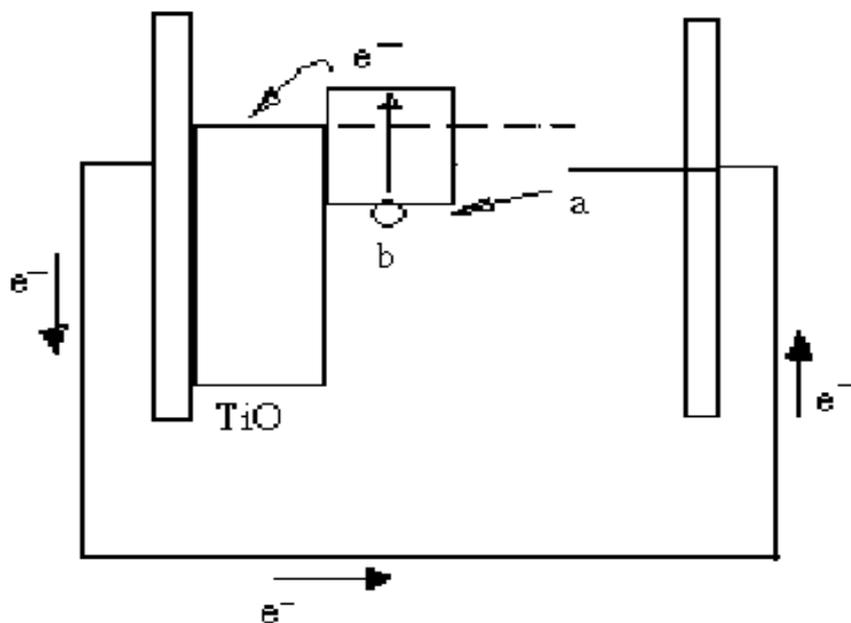


2、電化學：

(1) 氧化還原反應：在一反應中，凡是電子從另一個物體移到另一個物體。

a、還原作用： $I_2 + 2 e^- \rightarrow 2 I^-$ (reduction)

b、氧化作用： $2 I^- \rightarrow I_2 + 2 e^-$ (oxidation)



(理想狀態圖)

果汁太陽能電池相似於其他的太陽能電池，它主要也是利用到太陽的光能轉換為電能，但其背後的原理卻截然不同，我們知道太陽光中具有許許多多不同波長的光，不同波長的光具有的能量也不一樣，濕式太陽能電池是利用 dye 的能階與 TiO₂ 半導體的特性而製成的電池。

五、研究結果與討論：

(一) 結果：

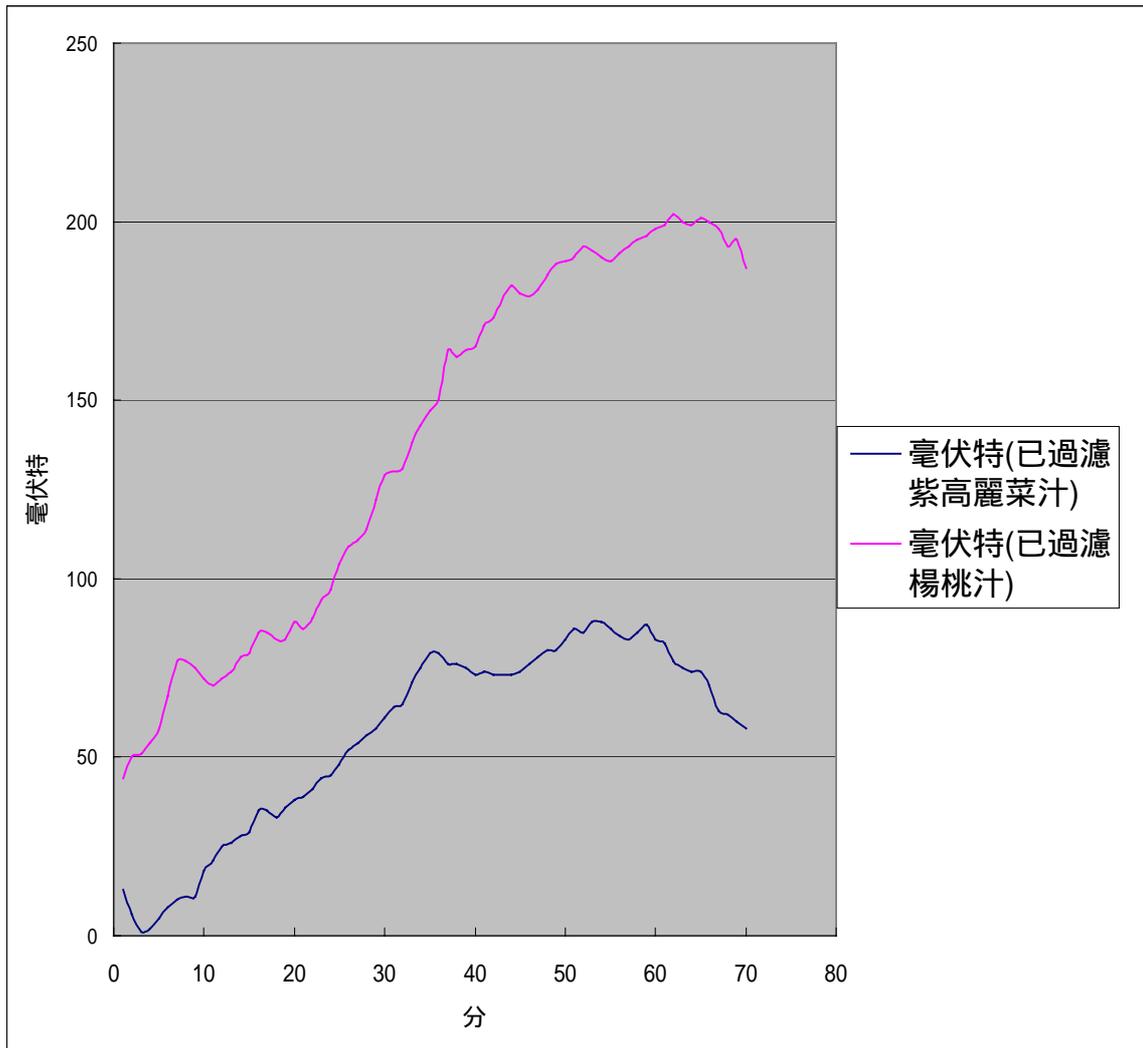
1.表一：兩種果汁（紫高麗菜汁與楊桃汁）的光電壓比較

實驗條件：鐵弗龍、TiO₂、染料以 3：2：1，0.1 M 的 KI₃、光源

- 2.5 W 鎢絲燈。

分	毫伏特 (已過濾 紫高麗菜 汁)	毫伏特 (已過濾 楊桃汁)	26	52	109
			27	54	111
			28	56	114
			29	58	122
1	13	44	30	61	129
2	6	50	31	64	130
3	1	51	32	65	131
4	2	54	33	71	138
5	5	58	34	75	143
6	8	67	35	79	147
7	10	77	36	79	150
8	11	77	37	76	164
9	11	75	38	76	162
10	18	72	39	75	164
11	21	70	40	73	165
12	25	72	41	74	171
13	26	74	42	73	173
14	28	78	43	73	178
15	29	79	44	73	182
16	35	85	45	74	180
17	35	85	46	76	179
18	33	83	47	78	181
19	36	83	48	80	185
20	38	88	49	80	188
21	39	86	50	83	189
22	41	89	51	86	190
23	44	94	52	85	193
24	45	97	53	88	192
25	48	104	54	88	190

55	86	189	63	75	200
56	84	191	64	74	199
57	83	193	65	74	201
58	85	195	66	70	200
59	87	196	67	63	198
60	83	198	68	62	193
61	82	199	69	60	195
62	77	202	70	58	187



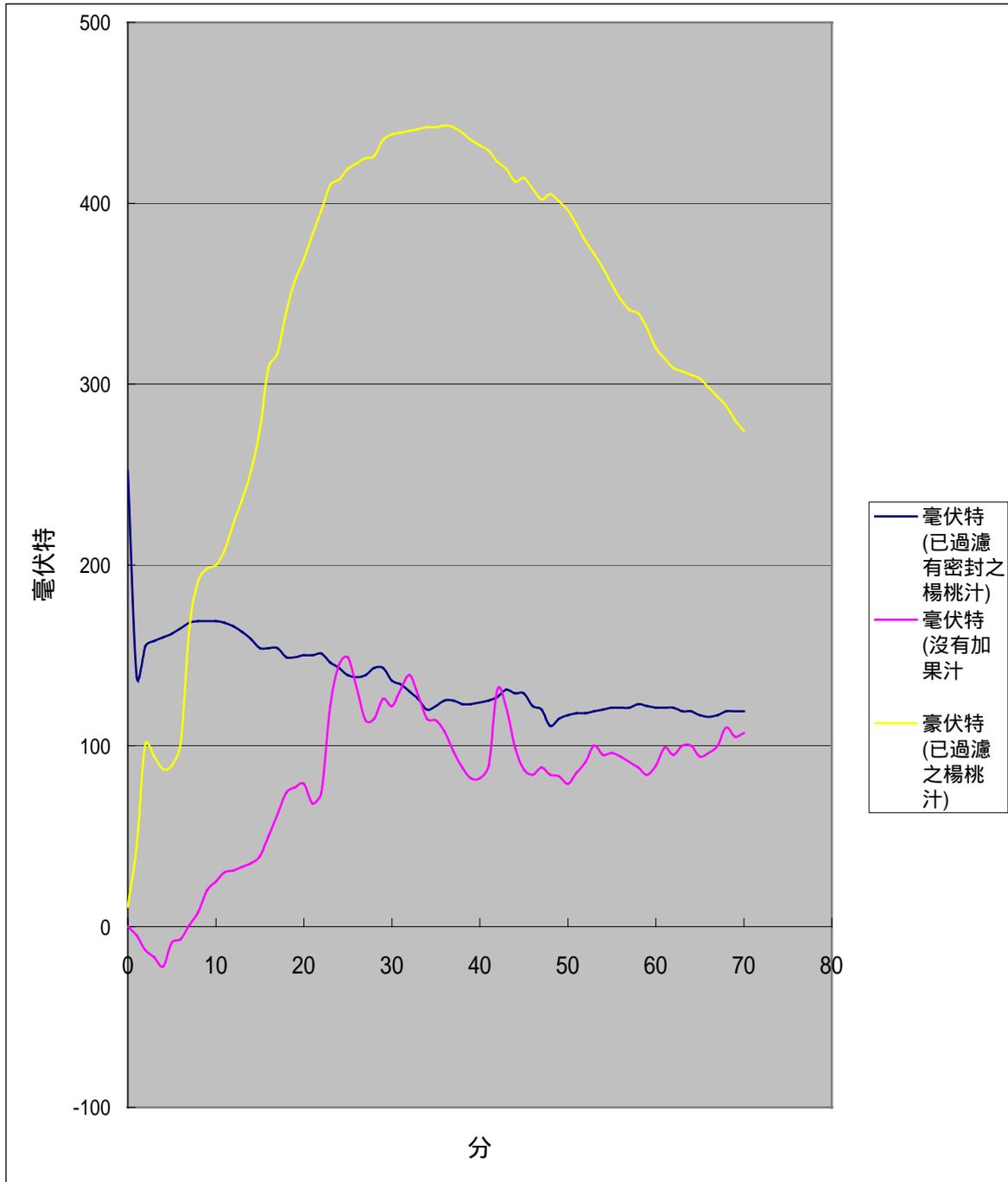
圖一

2、表二：以同種果汁（楊桃汁）有無密封和沒有果汁的光電壓比較。

實驗條件：60W 鎢絲燈、、、

分	毫伏特 (已過濾 有密封之 楊桃汁)	毫伏特 (沒有 加果 汁)	豪伏特 (已過濾 之楊桃 汁)				
				31	134	131	439
				32	130	139	440
				33	126	128	441
				34	120	115	442
0	252	0	11	35	122	114	442
1	138	-5	45	36	125	108	443
2	155	-13	101	37	125	97	442
3	158	-17	94	38	123	88	439
4	160	-22	87	39	123	82	435
5	162	-9	89	40	124	82	432
6	165	-7	101	41	125	89	429
7	168	1	166	42	127	131	423
8	169	8	191	43	131	121	419
9	169	20	198	44	129	99	412
10	169	25	200	45	129	87	414
11	168	30	208	46	122	84	408
12	166	31	223	47	120	88	402
13	163	33	236	48	111	84	405
14	159	35	252	49	115	83	401
15	154	39	275	50	117	79	396
16	154	50	309	51	118	85	388
17	154	62	317	52	118	91	379
18	149	74	340	53	119	100	372
19	149	77	357	54	120	95	364
20	150	79	369	55	121	96	355
21	150	68	383	56	121	94	347
22	151	74	396	57	121	91	341
23	146	122	410	58	123	88	339
24	143	145	413	59	122	84	331
25	139	149	419	60	121	89	320
26	138	132	422	61	121	99	314
27	139	114	425	62	121	95	309
28	143	115	426	63	119	100	307
29	143	126	435	64	119	100	305
30	136	122	438	65	117	94	303

66	116	96	298	69	119	105	280
67	117	100	293	70	119	107	274
68	119	110	288				



圖二

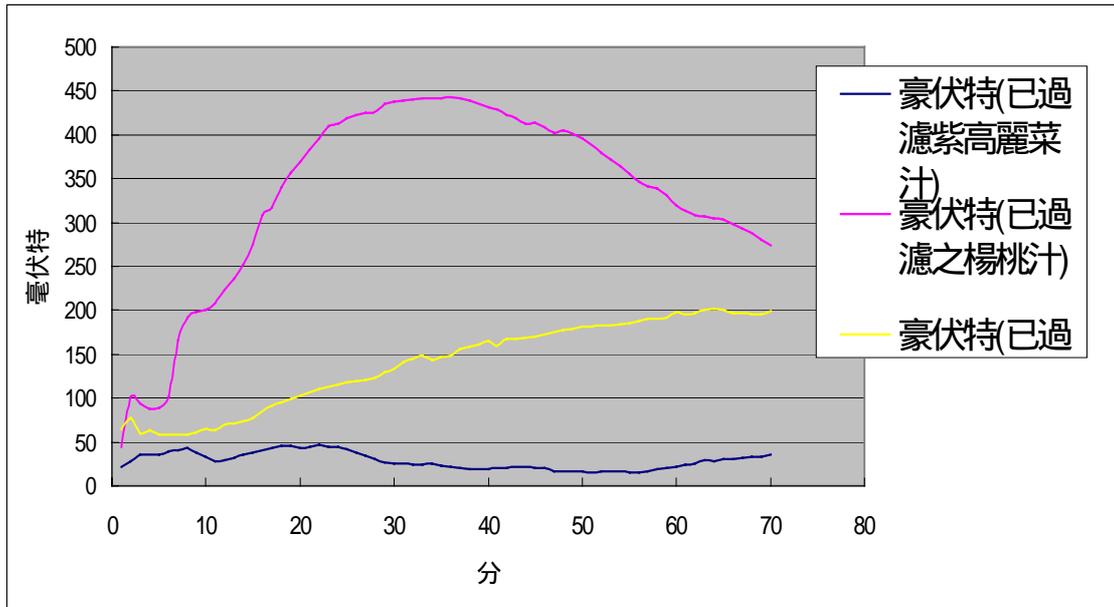
3、表三：三種果汁（紫高麗菜汁與楊桃汁及紅蘿蔔）的光電

壓比較

實驗條件：60W 鎢絲燈

分	紫高麗菜汁)	之楊桃汁)	紅羅蔔汁)	豪伏特(已過濾)	豪伏特(已過濾)	豪伏特(已過濾)	豪伏特(已過濾)
1	21	45	65	27	34	425	121
2	28	101	77	28	31	426	123
3	36	94	60	29	27	435	129
4	35	87	64	30	25	438	133
5	36	89	58	31	25	439	141
6	39	101	58	32	24	440	145
7	41	166	58	33	24	441	149
8	43	191	59	34	25	442	144
9	38	198	61	35	23	442	147
10	33	200	65	36	21	443	149
11	28	208	63	37	20	442	156
12	29	223	70	38	19	439	159
13	32	236	71	39	19	435	161
14	36	252	73	40	19	432	165
15	38	275	78	41	20	429	160
16	41	309	85	42	20	423	167
17	43	317	91	43	21	419	168
18	46	340	95	44	21	412	169
19	46	357	99	45	20	414	170
20	43	369	103	46	20	408	173
21	44	383	107	47	17	402	175
22	47	396	110	48	16	405	178
23	45	410	113	49	16	401	179
24	44	413	116	50	16	396	181
25	42	419	118	51	15	388	182
26	38	422	119	52	16	379	183
				53	16	372	183
				54	17	364	184
				55	15	355	185
				56	15	347	188
				57	16	341	190

58	19	339	190	65	31	303	200
59	20	331	191	66	31	298	197
60	21	320	198	67	32	293	197
61	24	314	196	68	33	288	195
62	26	309	197	69	33	280	196
63	29	307	200	70	35	274	199
64	28	305	202				



圖三

(二) 討論：

1、穩定性：

(1) 由表二的可知，已密封（用 silicon）的 dye（楊桃）較未過濾的高。

(2) 製成上，由於手工的塗膜（厚度、面積）密封以及研磨產生的氣泡又或是光源本身，可能都會影響電池的穩定度，正因為變因太多，未能做更深入的討論。若能用更精密的工業技術（如塗膜、密封、研磨）穩定性必大為增加。

2、精準度：

(1) 由於是因為手寫每一分鐘紀錄一次，無法完整將過程的起伏紀錄下來，若能將數據接由電腦紀錄，結果將更臻完美。

3、染料：

(1) 根據表一的結果，楊桃高於紫高麗菜，根據表三的結果，可看出以楊桃為染料的電池產生的電壓比起胡蘿蔔與紫高麗菜高出許多。

(2) 不同的 dye 具不同的顏色，而 dye 本身所具的色素、電解質或是他本身的 pH 值等...，可能都涉及影響電壓，故雖然未過濾的 dye 所產生的電壓較已過濾的高，但未過濾染料中所含可考慮的因素太多若要一一探討，更需精密及分析的設備，故在此我們皆已過濾之 dye 做探討。

六、結論：不同的 dye 其能階亦不同，因而呈現出其的顏色，楊桃可

能因與 TiO_2 的能階較接近理想狀態故產生出的電壓較空白實驗好。

七、未來方向：

- (一) 探討花青素多寡對電壓高低的影響。
- (二) 探討冬暖季植物能階與染料的關係。
- (三) 探討熱能對整個系統的影響。

(四) 探討更多不同顏色而同一種的植物及不同種植物的顏色。

八、參考書目與網站

(一) 固體物理的世界，新世紀編輯小組，銀禾文化，民國 85 年元月，p.99 p.101。

(二) 太陽能工程-太陽能電池篇，莊嘉琛，全華科技，民國 86 年 8 月，p.4-174~p.4-178。

(三) 光伏之家，www.pvhome.com/knowledge/second.htm