

# 乾電池的測試

## 高小組物理第二名

高雄市勝利國民小學

作者：陳裕承等四名

指導老師：邱美珠、羅美珍

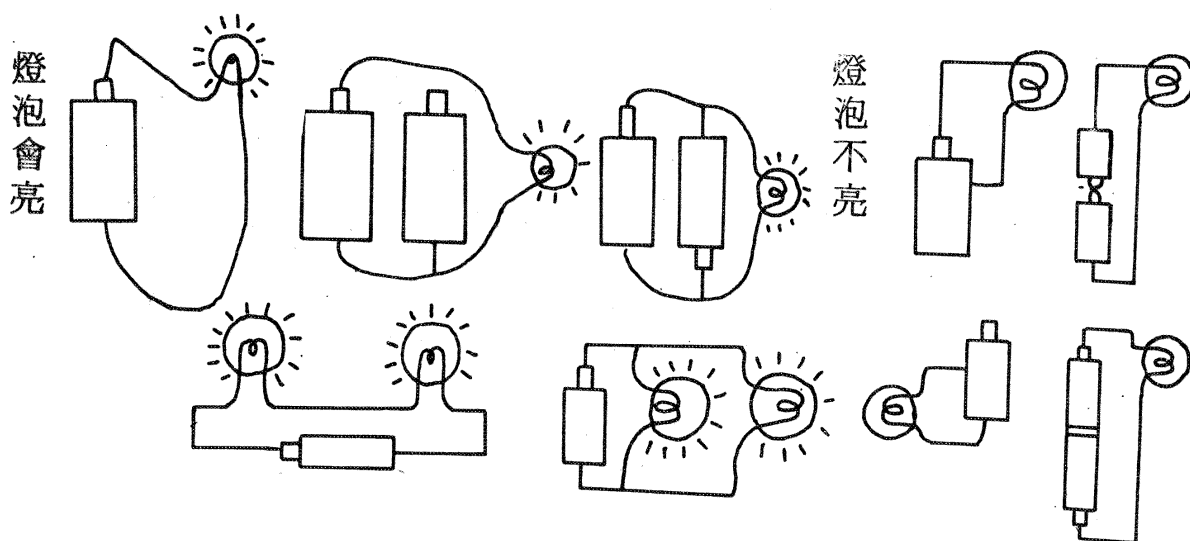
### 一、動機：

小收音機沒插上插頭，扭開開關就能播出悅耳的音樂，停電的夜晚，扭開手電筒，就能發出可愛的亮光，驅逐恐怖的黑暗，小弟弟的玩具，按下開關就能嘟嘟亂跑好好玩，奇怪！是什麼原動力促使這些玩藝兒工作的呢？這原動力又能發揮那些效能？我們三五好友，就迫不及待地請老師協助我們，探討這原動力“乾電池”的真面目，從摸索·實驗·請教·再實驗·推敲·總算有所收穫，以下是我們實驗的過程和心得報告。

### 二、乾電池替我們做事：

1. 乾電池在收音機裏。
2. 乾電池在手電筒裏。
3. 乾電池在玩具車裏。
4. 剖開乾電池。
5. 各種的乾電池。

### 三、怎樣接法才能通電？



#### 四、導電體和絕緣體：

- (一)銅、鋅、鐵等金屬都能通電叫導電體。
- (二)塑膠、橡皮、木材等不能通電叫絕緣體。

#### 五、電表的使用方法：

- (一)電表的介紹。
- (二)照亮度的分級。
- (三)測量電壓。
- (四)測量電流。
- (五)自製照度表(電表接光明電阻)。

#### 六、乾電池轉換成光能：

方法說明：

- 1 把乾電池和燈泡，分別做並聯或串聯的組合，以便觀察其不同變因的情況下，光能的變化情形。
- 2 點亮的燈泡，套入照度計的暗箱，由於暗箱內的光明電阻感光後，產生或多或少的電阻，查看刻度板指針就可以將照度分級。
- 3 下列各圖是各項光能實驗亮度比較的整理與統計：

##### 1 電池大小接一個燈泡(亮度)

時間(分)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
一號電池	9.4	8.0	8.8	7.8	7.7	7.2	6.5	5.3	5.1	3.9	3.4	3.3	3.7	1
二號電池	8.8	8.5	7.6	6.0	3.7	2.2	3.0	1	0					
三號電池	8.6	7.9	4.7	2.8	0.4	0								

##### 2 電線長短影響亮度

時間(分)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
10公分	7.9	6.5	5.6	4.5	4.3	3.7	2.7	1.7	1.4	0.8	0.7	0.5	0.2	0
50公分	7.7	5.8	5.7	4.4	4.0	3.5	2.9	1.8	1.0	0				
100公分	6.7	5.4	4.4	3.4	3.6	2.9	1.6	0.8	0					
500公分	1.5	0.6	0											

### 3. 電線粗細影響亮度

時間(分)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
粗電線	7.9	7.5	7.0	6.4	6.3	5.8	5.2	5.1	4.6	4.0	3.5	3.0	2.2	1.8
細電線	3.9	1.7	1.2	1.1	0.7	0								

### 4. 燈泡的電阻不同影響亮度

時間(分)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
0.6 歐姆	9.4	7.4	8.1	7.8	7.7	7.2	6.5	5.3	5.1	3.9	3.4	3.3	3.5	3.0
0.8 歐姆	7.4	4.2	3.9	3.2	2.6	2.3	2.4	1.7	1.0	0				

5. 燈泡多寡和一個電池

時間(分)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
一個燈泡	9.4	7.4	8.1	7.8	7.7	7.2	6.5	5.3	5.1	3.9	3.4	3.3	2.9	2.0
二個並聯	8.2	5.6	4.7	4.2	4.2	2.2	1.2	0.5	0					
二個串聯	3.3	2.0	2.3	1.8	1.7	1.3	0.8	1.4	1.2	1.0	0			

6. 電源強弱和一個燈泡

時 間	0 分	30 分	60 分	90 分	120分	150分	180分	210分	4時	5時	6時	7時	8時
一 個 電 池	9.4	7.8	6.5	3.9	3.7	2.0	0						
二 個 並 聯	8.4	8.4	8.0	7.3	7.1	6.6	6.4	6.3	5.2	3.3	2.3	1.1	0
二 個 串 聯	10	9.7	9.7	9.7	9.0	8.9	8.6	8.0	7.5	5.6	4.1	2.1	1.6

7. 開關次數多寡

時間(分) 情況 亮度	0	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300	320
持久電池 連續點	8	7.5	7.1	6.3	6.2	5.3	5.5	3.4	2.8	2.5	2.1	3.9	4.2	3.7	3.1	2.8	1.6
普通電池 連續點	7	5	4.3	3.5	1.6	1.3	0										
每分鐘點 減20次	7.6	6.1	5.9	4.9	4.4	3.7	2.9	1.5	1.2	1	0						
每分鐘點 減200次	7.6	6.8	5.8	4.8	3.6	1	0.6	0.7	0.4	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0		
備註	每分鐘點減20次和200次的照亮時間，因點減關係，所以實際的亮度時間是總時間的 $\frac{1}{2}$																

## 8. 燈光和燭光

項目	距離(公分)										
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
小蠟燭 1 支	8.0	6.8	5.2	4.0	3.2	2.6	2.0	1.6	1.4	1.2	
小蠟燭 2 支	8.6	7.2	5.4	4.8	3.9	3.2	2.7	2.3	2.1	1.8	
大蠟燭 1 支	9.1	8.0	6.8	5.6	4.7	4.1	3.5	3.1	2.7	2.3	
大蠟燭 2 支	9.6	8.8	7.6	6.6	5.7	5.0	4.2	3.9	3.4	3.0	
1 號電池一個 燈泡1.5伏特一個	6.6	4.0	2.4	1.6	1.2	0.9	0.6	0.5	0.4	0.4	
1 號電池二個 燈泡 3 伏特一個	9.7	8.7	7.6	6.6	5.7	4.9	4.2	3.7	3.2	2.7	

整理：

- (1) 乾電池 1 號的電流強，其轉換成的光能，亮度及照明時間都比二號和三號強。
- (2) 同樣是 1 號電池，接一個 2.5 伏特的燈泡，因燈泡本身電阻的不同，產生的亮度也不同，實驗得知：燈泡電阻 0.8 歐姆比 0.6 歐姆通過的電流較少，所以亮度也較暗。
- (3) 同樣數的電池供給二個燈泡的照明時，燈泡並聯的電阻比串聯的小，所以通過的電流較強，亮度也較串聯為亮。但照亮總時間却佔串聯的  $\frac{2}{3}$  而已。
- (4) 二個電池供給一個燈泡的照明時，電池串聯起來，其電壓加強，燈泡的亮度較並聯為亮，但其照亮總時間却是並聯的  $\frac{1}{2}$  倍。
- (5) 電源，燈泡及電線粗細都一樣時，電線長的電阻較電線短的為大，通過的電流較少，所以亮度較暗，因此，電

線愈長，燈光愈微弱。

(6) 電源，燈泡及電線長短都一樣時，電線粗的電阻較細的為小，通過的電流較多，亮度是粗的比細的亮，但照明總時間，却是細的電線較持久。

(7) 持久電池比普通電池，照明時間更耐久，且亮度亦較亮。

(8) 每分鐘開關點滅的次數愈多，耗損的電流愈多，亮度和照明時間愈不經濟。

(9) 1 號電池 1 個，點亮 1 個 3 伏特燈泡的照亮度，遠不如 1 枝小蠟燭的燭光亮度。

(10) 1 號電池二個，串聯點亮一個 3 伏特燈泡的照亮度和 2 枝大蠟燭的燭光亮度很相似。

## 七、乾電池轉換成熱能

方法說明：

(一) 利用注射筒和鎳鉻線以及溫度計裝置而成的熱水器接上並聯或串聯的乾電池，做乾電池轉換成熱能的各種實驗。

(二) 在不同的變因之下：如電源的異同，或導熱線之長、短、粗、細觀察其熱能之變化情形。

(三) 以下是各項熱能實驗的統計與整理：

(1) 電池大小影響熱能

水溫 電池	時間	0	5	10	15	20	25	30 分
一號電池		28	34.5	37	38	40	40.5	39.1
二號電池		28	33	35.7	38	37	37	37.2
三號電池		28	33.5	35.5	36	35	34	33.5

水溫：攝氏度數

(2)電池並聯接一條電熱線

水溫 電池	時間	0	5	10	15	20	25	30分
一號電池		22	28	38	41	41.9	42.5	42
二號電池		22	37	38	40.7	39.2	38	38
三號電池		22	27	28	31.5	31.5	30.5	30

(3)電池串聯接一條電熱線

水溫 電池	時間	0	5	10	15	20	25	30分
一號電池		24	43.4	49.5	51.5	56	55	53
二號電池		24	37	40	40	38	38	36
三號電池		24	32	36	36	35.5	34	32.5

(4)一條電熱線與電池並聯、串聯

水溫 電池	時間	0	5	10	15	20	25	30分
二個串聯		25	43.5	51.5	55	56	55	53
二個並聯		25	33	38	40.7	41.9	40	42



(5)粗電熱線(二條並聯)與電池並聯、串聯

水溫 電池	時間	0	5	10	15	20	25	30分
二個串聯		25	48.9	53.5	53.8	53.5	51.7	51.5
二個並聯		25	42	51	52	51	49.5	46

(6)粗、細電熱線的比較

水溫 電熱線	時間	0	5	10	15	20	25	30
粗電熱線		28	34.5	38.8	39.1	39	39	38.7
細電熱線		28	34	37	38	40	40.5	39.1

(7)長、短電熱線的比較

水溫 電熱線	時間	0	5	10	15	20	25	30
長電熱線		28	32	36	38	37	37	36.5
短電熱線		28	34.4	37	38	40	40.5	39.1

整理：

(1)電池大小號之比較。

(a)電池一個接一條電熱線時，一號電池提高水溫 11.7

度，二號電池提高水溫 10.8 度，三號電池提高水溫 8.6 度。

(b)電池二個並聯接一條熱線時，一號電池提高水溫 19.3 度，二號電池提高水溫 21.1 度，三號電池提高水溫 11.5 度。

(c)電池二個串聯接一條電熱線時，一號電池提高水溫 34 度，二號電池提高水溫 23.1 度，三號電池水溫提高 9.2 度。

由此觀之，一號電池電流強，所以水溫的提高，效果比二號，三號好。

(2)電池串聯與並聯之比較。

(a)電池二個接一條電熱線時，二個電池並聯可提高水溫 19.3 度，串聯時，提高水溫 34 度。

(b)電池二個接二條並聯的電熱線：二個電池並聯可提高水溫 27.3 度，而兩個電池串聯時，提高水溫 27.4 度。

(c)電池二個接二條串聯之電熱線：二個電池並聯可提高水溫 15.1 度，串聯時，提高水溫 25.6 度。

由此觀之，無論電熱線在何種方法的聯接下，電池的串聯電壓強，其效果總比並聯要好。

(3)電池一個，電熱線二條並聯的電阻比串聯的電阻小，所以水溫的提高，效果較好。

(4)電源、電熱線長短都相同時，粗的電阻比細的小，所以產生熱能的效果也較好。

(5)電源、電熱線粗細都相同時，短的電阻比長的小，所以產生熱能的效果也較好。

## 八、乾電池轉換成動能

### 方法說明

1 電動玩具兩部，各裝置不同或接法不同的乾電池（如電池的大小號並聯或串聯）觀察電動汽車的塑膠桿擺動情形，以了解電

池如何裝置才能產生最好的動能，發揮最大的效能。

2 以下是在各種不同變因的控制下，各種動能實驗的統計與整理。

### 電池大小的動能比較

動 能 \ 電 源	一 號 電 池 一 個	二 號 電 池 一 個
擺 動 總 次 數	152 次	35 次
工 作 總 時 間	200 分鐘	70 分鐘
每分鐘平均工作量	0.76	0.5
備 註	一號電池電流較二號電池為強，擺動數是二號電池的 5.7 倍，時間持續力約為 3 倍。	

### 電池串聯並聯的動能比較

動 能 \ 電 源	一號電池一個	一號電池兩個 串 聯	一號電池兩個 並 聯
擺 動 總 次 數	152 次	826 次	279 次
工 作 總 時 間	200 分鐘	701 分鐘	320 分鐘
每分鐘平均工作量	0.76	1.178	0.872
備 註	1 一號電池兩個串聯，其電壓比並聯的強，工作次數也強達將近 3 倍。 2 一號電池兩個串聯，其工作次數是一號電池一個的 5.4 倍。		

### 電動機串聯並聯的動能比較

動 能 \ 電 源	小 電 動 機 兩 個 串 聯	小 電 動 機 兩 個 並 聯
擺 動 總 次 數	22 次	311 次
工 作 總 時 間	60 分鐘	120 分鐘
每分鐘平均工作量	0.366	2.592
備 註	1 此項實驗的電源皆是兩個一號電池串聯。 2 小電動機兩個串聯的電阻比兩個並聯的為大，而影響工作效能很多。	

## 一號三號電池各兩個串聯的動能比較

動 能 \ 電 源	一號電池兩個串聯	三號電池兩個串聯
擺 動 總 次 數	826 次	218 次
工 作 總 時 間	701 分鐘	75 分鐘
每分鐘平均工作量	1.178	2.901
備 註	1 同樣是電流兩個串聯，一號電池的電流比三號電流強，所以擺動次數也形成四與一之比。 2 三號電池持續力短，但以每分鐘平均工作量却強於一號電池。	

整理：

- (1) 電能經由電動機，產生動力，1 號電池起動電機的總工作量是 2 號電池的 5 倍，1 號電池的電能持續力是 2 號電池的 3 倍。
- (2) 1 號電池兩個串聯時，其工作總量是單獨 1 個電池的 5.43 倍，是兩個並聯時的 2.96 倍，就持續力而言，串聯是單獨 1 個電池的 3.5 倍是兩個並聯的 2.19 倍。
- (3) 電池 1 號串聯的工作量是 3 號串聯的 3.7 倍，持續力 1 號串聯是 3 號串聯的 9 倍。
- (4) 同時起動兩台電動機，小電動機並聯起來，電阻小工作總量是電動機串聯時的 14 倍。

由上面的資料，我們可以看出，1 號電池串聯起來，可使電動機更好玩，更省電，同時玩兩台電動機時，可將兩台電動機並聯起來，使電流的消耗較少，更合乎經濟效益。

### 九、電動玩具如何玩，才更經濟：

電動玩具真好玩，可是更換電池的費用却常困擾我們，要如何操作，才能使乾電池更換次數減到最低。於是我們就調整不同的工作時間和不同的休息時間及繼續工作的狀況下，作出下列的記錄。

工作時間不同其工作能量之差異表

次數 類別	時間	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300	320	340	360	380	400	420	
甲車 工	繼續 工作	247	236	227	198	181	156	139	131	108	113	81											
	工作五分鐘 休息十分鐘	224	209	201	186	150	131	118	103	92													
	工作廿分鐘 休息十分鐘	218	189	167	155	148	140	131	120	111	124	119	117	96	83	74	59	64					

休息時間不同其工作能量之差異表

次數 類別	時間	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300	320	340	360	380	400	420	
乙車 工	繼續 工作	213	191	188	157	139	127	120	119	118	101	79											
	工作十分鐘 休息十分鐘	218	204	179	170	145	138	135	135	132	115	100	88	74									
	工作十分鐘 休息廿分鐘	258	249	250	232	213	191	175	169	164	163	154	152	146	131	123	104	81	68				
	工作十分鐘 休息卅分鐘	289	262	248	238	224	188	144	123	112	117	131	124	117	109	88	100	106	100	91	85	87	

整理：

- (1)繼續操作電動汽車，其工作量，百分比下降均較快。
- (2)同樣休息十分鐘的實驗，每次工作五分鐘的比連續工作的百分比下降較快，是受到經常起動汽車，消耗電池所影響。
- (3)同樣休息十分鐘的實驗，工作二十分鐘比工作五分鐘和連續工作的百分比下降較緩和，顯示出適當的休息，適當的工作，可增加電池的持續力。
- (4)以上各項記錄，不管是工作相同或休息時間相同，很顯然的前半段工作能量都比後半段為強。
- (5)工作十分鐘休息三十分鐘的實驗，前半段工作效能非常好，後半段較弱，但因休息時間長，使電池持續力較久。

#### 十、乾電池放置那裏最理想？

買回來的乾電池，如果暫時不需使用時，會因保管放置的地方不同而影響其本身的品質嗎？我們把各種乾電池放置在(1)通風的地方。(2)手電筒裏(3)高溫的電熱箱裏(4)潮濕的地方等四個不同情況的地點，然後每星期測試乾電池本身電流的變化及所能產生的照明情形，結果統計如下圖：（測試時電池和燈泡各一個）

一號乾電池

項目 地點 月份	電 流 變 化 情 形				照 度 變 化 情 形			
	手電筒裏	通風處	高溫處	潮濕處	手電筒裏	通風處	高溫處	潮濕處
10	360	355	360	355	9.8	9.7	9.7	9.6
11	350	345	333	343	9.6	9.4	9.2	9.4
12	353	320	290	275	8.8	8.7	8.3	8.1
1	353	350	330	338	8.5	8.4	7.2	7.8
2	333	325	290	288	8.6	8.2	7.6	7.2

整理：

(1)連續操作電動汽車或經常起動電動汽車，都會降低電池使用時間。

(2)適度的休息，可延長電池使用時間，如電池連續操作電動汽車電池的耗損是工作十分鐘，休息三十分鐘的二倍。

(3)同時我們又做了工作十分鐘休息五分鐘的試驗，隔了一個月後，再以原來的電動汽車做同一試驗，第一次記錄在 140分鐘時，可使塑膠桿擺動 114次，第二次電池在使用 380 分鐘時仍可擺動 115 次換句話說，電動汽車經過長時間休息後，更能強化電動汽車本身的功能。(以上每項實驗，皆使用新的電池)

百分比 類別 \ 時間	20	40	60	80	100	120	140	160
甲車繼續工作	16%	16%	15%	13%	12%	10%	9%	9%
工作五分鐘休息十分鐘	17%	16%	15%	14%	11%	10%	9%	8%
工作廿分鐘休息十分鐘	17%	15%	13%	13%	12%	11%	10%	9%

百分比 類別 \ 時間	20	40	60	80	100	120	140	160
乙車繼續工作	17%	15%	15%	13%	11%	10%	10%	9%
工作十分鐘休息五分鐘	18%	17%	14%	12%	10%	9%	10%	10%
工作十分鐘休息十分鐘	17%	15%	14%	13%	11%	10%	10%	10%
工作十分鐘休息廿分鐘	15%	14%	14%	13%	13%	11%	10%	10%
工作十分鐘休息卅分鐘	17%	15%	15%	14%	13%	11%	8%	7%

二號乾電池

項目 月份	電 流 變 化 情 形				照 度 變 化 情 形			
	手電筒裏	通風處	高溫處	潮濕處	手電筒裏	通風處	高溫處	潮濕處
10	355	355	353	355	9.6	9.6	9.6	9.6
11	345	340	330	300	9.2	9.1	9.1	7.8
12	350	348	293	265	8.6	8.3	8.1	7.1
1	340	340	153	215	8.3	8.2	0	3.3
2	313	315	112	168	8.2	8.0	0	1.5

三號乾電池

項目 月份	電 流 變 化 情 形				照 度 變 化 情 形			
	手電筒裏	通風處	高溫處	潮濕處	手電筒裏	通風處	高溫處	潮濕處
10	350	340	343	353	9.4	8.8	9.2	9.5
11	330	325	313	323	8.8	8.2	8.8	8.4
12	335	310	275	285	8.2	7.9	7.0	7.9
1	320	303	265	315	7.8	6.9	2.4	7.2
2	297	190	240	283	7.5	2.6	1.4	7.5

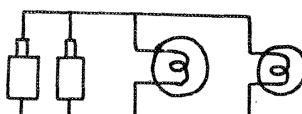


根據每次測試結果，所做的統計，其情形如下：

1. 從電流和照度的變化情形看；同放一處的乾電池，一號電池之效能持久性都比二號和三號的乾電池為佳。
2. 從十月份到十二月份這段時間所測試放置各不同地點的各號乾電池，觀其電流和照度的變化情形，結果不管是一號，二號或三號的乾電池，效能優劣順序的排列都一樣，換句話說最好的是放置在手電筒裏，其次是放置在通風處，再其次是放置在高溫的電熱箱裏，敬陪末座的則是放置在潮濕地方的乾電池。
3. 一月份和二月份所測試的情形，放置潮濕地方的乾電池，由於時間久容易生銹，尤其乾電池金屬帽的銅線和表皮外殼的鐵銹都影響電路暢通，至使照度不穩定。

#### 十一、結論

- (一)常用圓筒形乾電池有一號、二號、三號之分，都可充作電器的直流電源使用。
- (二)乾電池正極在金屬帽，負極在底部，測試新電池，正負極電壓有 1.5 伏特。
- (三)銅、鐵……等金屬能通電的叫導電體。反之，不通電的塑膠、玻璃……等都叫絕緣體。
- (四)三用電表用來量電壓（伏特）電流（毫安培）電阻（歐姆），組合光明電阻自製照度計。

(五)二個以上電池或燈泡如  叫並聯接法。

如  叫串聯接法。

- (六)乾電池並聯電壓不變，使用更持久，串聯就能使電壓增加，但使用時間不增多。
- (七)乾電池點亮燈泡轉換為光能，起動電動機轉換為動能，通鎳鉻轉換為熱能。

- (八)接電源線太長或太細及燈泡點滅次數愈多，都會耗電愈多，讓電池使用不持久。
- (九)並聯燈泡，電熱線或電動機時，電阻小通電較易，如改串聯，電阻增大，通電較難。
- (十)一個電池點亮一個 2.5 伏特小燈泡的亮度，比不上一支小蠟燭的亮度如改用二個串聯電池點亮的燈光，就可抵二支大蠟燭的亮度了。
- (十一)電源 3 伏特的玩具汽車，接一個一號電池可使塑膠桿連續擺動工作 152 次，如換用二號電池則工作量只能 35 次，三號電池竟無工作能力，起動不了塑膠桿。
- (十二)串聯兩個電池電壓強，起動小汽車塑膠桿工作量 826 次，改並聯電壓弱，只能 279 次。
- (十三)電池串聯電壓增強，可使燈泡更亮，但串聯電壓超過燈泡的負荷時，會燒斷燈絲。
- (十四)電動玩具繼續不停的通電耗損最多，電池使用時間愈不持久，最好有適度的休息，譬如：玩 10 分鐘就休息 30 分鐘，這樣的玩法，可使電池使用時間延長將近二倍呢！
- (十五)長期備用的乾電池，裝入乾燥而不漏電的手電筒內最好，放置通風處及高溫處次之，放置潮濕最容易生鏽，增加電阻影響通電順利，耗損也最多。
- (十六)檸檬或馬鈴薯等果菜中，插入銅片（正極）和鋅片（負極）都能產生電能用來實驗電能及電路最簡便又好玩，串聯起來電壓增高還可以點小小燈泡呢！

評語：本作品藉乾電池對能量的轉換以及串聯並聯的意義作有系統的探討。不論實驗方法、數據分析，以及討論都能中規中矩。又作者對評審委員的問題大都能從容提出合理清晰的答案，充分顯示對問題的了解。