

真的一樣亮嗎？

你怎麼了？



你看這一題，3 個燈泡並聯真的能和只有 1 個燈泡時一樣亮嗎？我們上課時明明只做了 2 個燈泡串聯和並聯。找哥哥問問看。

我們可以把電路接起來試試看，是不是不管並聯幾個燈泡都和 1 個燈泡時一樣亮。不過要先弄清楚如何比較燈泡有多亮，只用眼睛看，每個人的感受可能不太一樣。

我們自然教室後面有燈板，老師在教我們燈具的耗電量時，告訴我們可以利用電壓和電流來知道那種燈的耗電量
 $P(\text{功率}) = V(\text{電壓}) \times I(\text{電流})$
老師還說如果是同一種燈，功率越大就越亮。

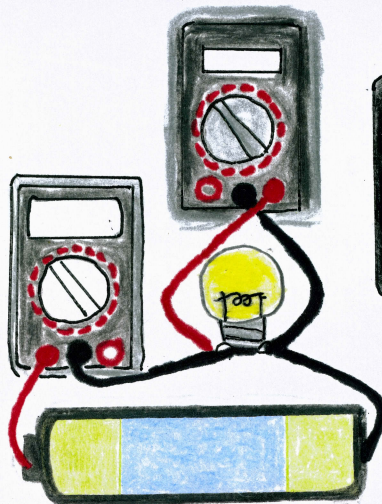
我們可以測量流經燈泡的電流和電壓，利用功率來比較燈泡的亮度了。

實驗 1 比較相同的燈泡功率是否相同

器材：電池、電池座、小燈泡、燈泡座、三用電表、相機

把三用電表調到電流檔，測量流經燈泡的電流

另外一個電表調到電壓檔，和燈泡並聯測量燈泡二端的電壓差



用相機錄影記錄，把電壓 \times 電流 就能算出功率

實驗結果

燈泡	電壓(V)	電流(A)	燈泡功率(W)
A	1.43	0.21	0.30
B	1.41	0.22	0.31
C	1.43	0.21	0.30
D	1.41	0.22	0.31
E	1.40	0.22	0.31

燈泡功率平均：0.31 W

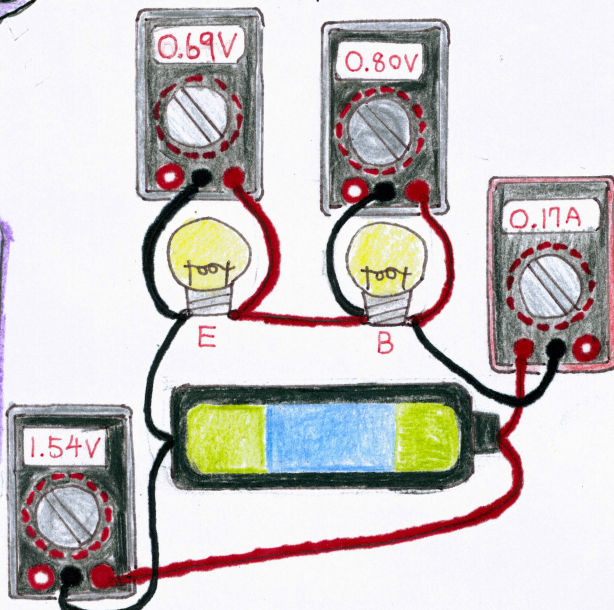
從實驗結果發現以 1 顆 3 號碳鋅電池供電時，燈泡的功率差 < 0.01 W，所以我們在做燈泡串聯和並聯時，能放心拿這些燈泡來進行實驗。

實驗 2 串聯 2 個燈泡和並聯 2 個燈泡的功率比較

器材：電池、電池座、小燈泡(實驗 1 的 B、E)、燈泡座、三用電表、相機

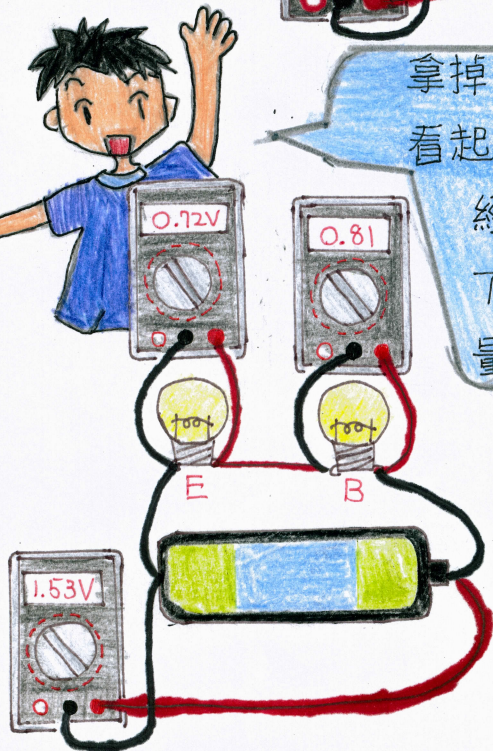
實驗 2-1 串聯 2 個燈泡

燈泡 B+燈泡 E 的電壓比電池的電壓小了 0.05 V，為什麼會這樣呢？

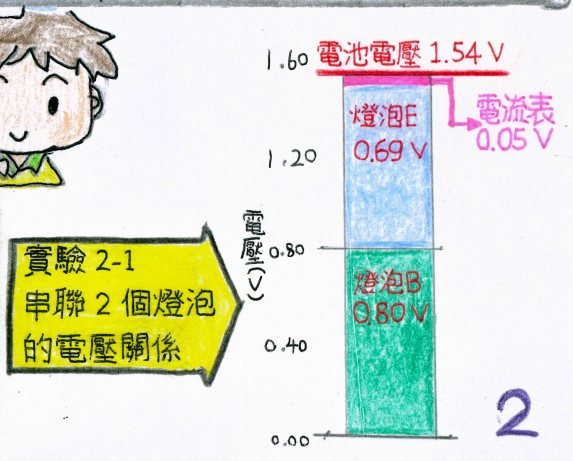


根據實驗結果計算後：
燈泡 B 的功率為 0.14 W，
燈泡 E 的功率為 0.12 W，
都不到原來的一半，
難怪燈泡亮度這麼低。

拿掉電流表後，燈泡 B+燈泡 E 的電壓=電池的電壓，看起來就像是電從電壓 1.53 V 的電池正極出發，經過燈泡 B 電壓下降 0.81 V，再經過燈泡 E 電壓又下降 0.72 V，來到電壓 0 V 的電池負極，電池提供能量把電送到 1.53 V(電池正極)的位置。

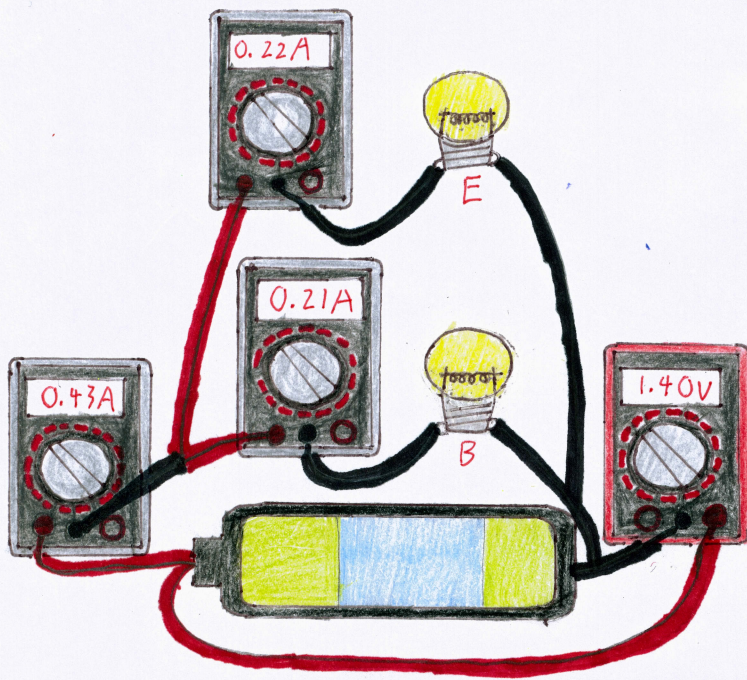


和實驗 2-1 比較
可以推論出電流表會讓電壓下降 0.05 V。



實驗 2-1
串聯 2 個燈泡
的電壓關係

實驗2-2 並聯2個燈泡



從實驗 2-1 知道電流表會有 0.05 V 的電壓降，實驗 2-2 電流經過 2 個電流表才流過燈泡，所以燈泡的電壓為 1.30 V ，計算後：**燈泡 B 功率為 0.27 W** ，**燈泡 E 功率為 0.29 W** ，比原本的功率低了約 10% ，看起來和只有 1 個燈泡時一樣亮。

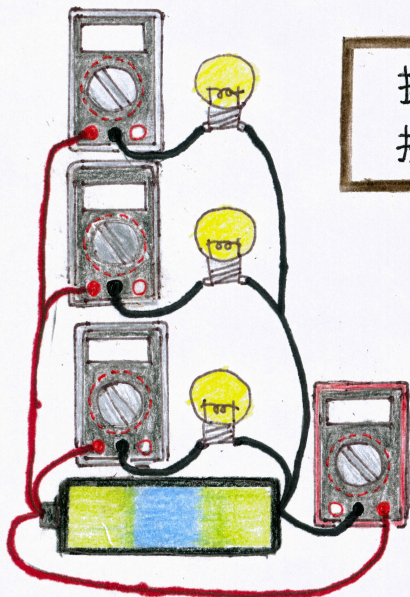
上課實驗的結果也是串聯 2 個燈泡時，燈泡亮度降低；並聯 2 個燈泡時，燈泡亮度和 1 個時相同。現在我已經知道為什麼串聯燈泡會使燈泡亮度下降，而且也可以推論出：串聯越多燈泡，燈泡會越不亮。但燈泡真的不管並聯幾個都和 1 個時一樣亮嗎？

我們可以並聯更多燈泡來實驗看看。

另外，從實驗 2-2 可以看到總電流 0.43 A 和流經 2 個燈泡的電流和相同，所以並聯更多燈泡時，只要將流過每個燈泡的電流相加，就能知道電池流出的總電流。

實驗3 並聯3、4、5個燈泡時的燈泡功率

器材：電池、電池座、小燈泡(實驗1的B、E、D、A、C)、燈泡座、三用電表、相機



換新電池，進行並聯 4 個燈泡的實驗。
接著再換新電池，進行並聯 5 個燈泡的實驗。

3個燈泡並聯的實驗結果

燈泡	燈泡電壓(V)	電流(A)	燈泡功率(W)
B	1.27	0.20	0.25
E	1.27	0.22	0.28
D	1.27	0.20	0.25

(電池電壓 1.32 V 燈泡平均功率 0.26 W)



4個燈泡並聯的實驗結果

燈泡	燈泡電壓(V)	電流(A)	燈泡功率(W)
B	1.18	0.20	0.24
E	1.18	0.20	0.24
D	1.18	0.19	0.22
A	1.18	0.19	0.22

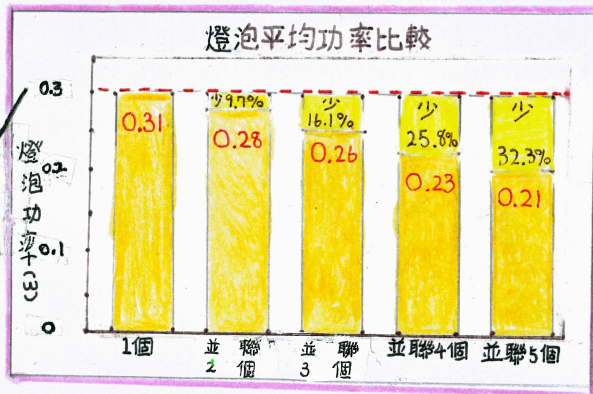
(電池電壓 1.23V 燈泡平均功率 0.23 W)

5個燈泡並聯的實驗結果

燈泡	燈泡電壓(V)	電流(A)	燈泡功率(W)
B	1.08	0.19	0.21
E	1.08	0.19	0.21
D	1.08	0.19	0.21
A	1.08	0.19	0.21
C	1.08	0.19	0.21

(電池電壓 1.13V 燈泡平均功率 0.21 W)

以實驗 1 的燈泡平均功率為基準，把實驗 1~3 放在一起比較



照這個結果看來，並聯越多燈泡，燈泡的功率就越小，也就是燈泡越不亮。
老師，我要加分。



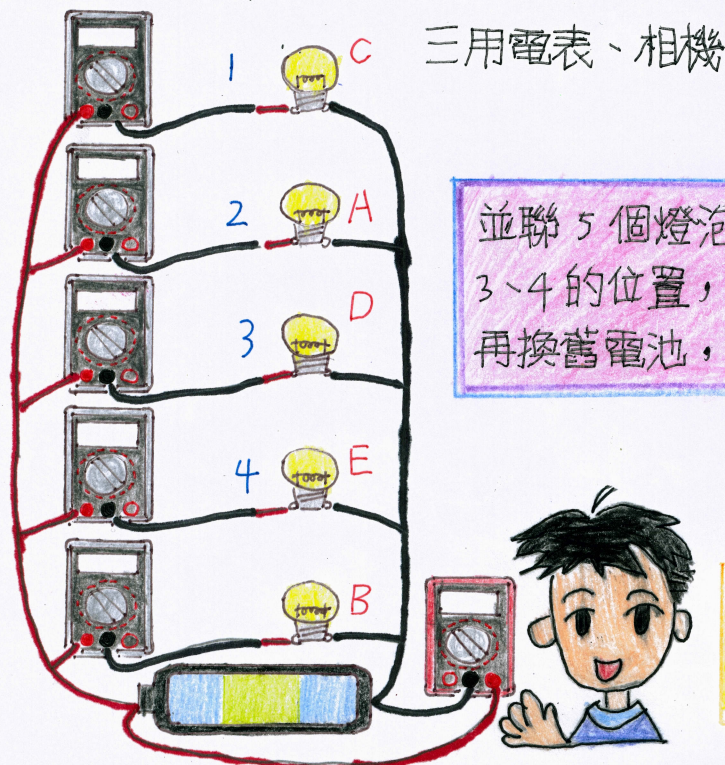
別急，我們要先釐清燈泡的功率下降，到底是電壓下降或電流下降造成的。

除了新電池，也可以用舊電池實驗看看

我們可以把 5 個燈泡並聯的電路依次斷開燈泡，看看結果如何？

實驗 4 以新舊電池供電減少並聯燈泡數時燈泡的功率變化

器材：電池(新、舊各 1)、電池座、小燈泡(實驗 1 的 B、E、D、A、C)、燈泡座、



並聯 5 個燈泡和新電池，依序斷開 1、2、3、4 的位置，用相機錄影記錄電壓和電流。再換舊電池，進行實驗。

因為燈泡 B 會一直亮著，所以我們來看看燈泡 B 的功率變化。

新電池的實驗結果

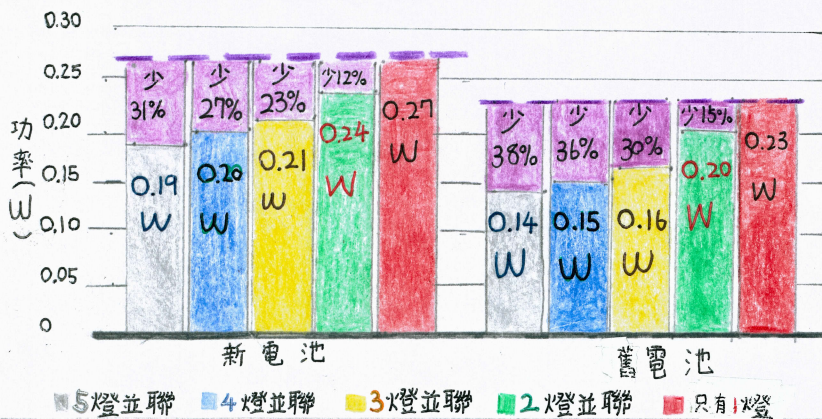
並聯5個燈泡 燈泡 電流(A)	並聯4個燈泡 燈泡 電流(A)	並聯3個燈泡 燈泡 電流(A)	並聯2個燈泡 燈泡 電流(A)	只有1個燈泡 燈泡 電流(A)
B 0.18	B 0.18	B 0.18	B 0.19	B 0.20
E 0.19	E 0.19	E 0.19	E 0.20	
D 0.18	D 0.18	D 0.18	電池電壓 1.31V	電池電壓 1.41V
A 0.18	A 0.18	電池電壓 1.22V		
C 0.19	電池電壓 1.15V			
電池電壓 1.09V				

燈泡 B 的功率 = (電池電壓 - 0.05) × 燈泡 B 的電流

舊電池的實驗結果

並聯5個燈泡 燈泡 電流(A)	並聯4個燈泡 燈泡 電流(A)	並聯3個燈泡 燈泡 電流(A)	並聯2個燈泡 燈泡 電流(A)	只有1個燈泡 燈泡 電流(A)
B 0.16	B 0.16	B 0.16	B 0.18	B 0.19
E 0.18	E 0.18	E 0.18	E 0.19	
D 0.17	D 0.17	D 0.17	電池電壓 1.16V	電池電壓 1.28V
A 0.17	A 0.17	電池電壓 1.07V		
C 0.18	電池電壓 0.99V			
電池電壓 0.95V				

燈泡 B 的功率 = (電池電壓 - 0.05) × 燈泡 B 的電流



如果以最後只剩 1 個燈泡時的燈泡 B 當基準，一開始並聯 5 個燈泡時的功率比最後低，新電池低了 31%，舊電池更低了 38%，和一般認定電池越用越沒電，燈泡會越來越不亮的結果不同。



用新電池供電時，燈泡 B 的電流從一開始的 0.18A 上升到 0.20A，電池的電壓則由 1.09V 上升到 1.41V。
舊電池則是電流從 0.16A 上升到 0.19A，電壓從 0.95V 上升到 1.28V。
這和其他人說的電池在放電過程中電壓會越來越小不同，為什麼？



新電池並聯 5 個燈泡時輸出的總電流是 0.91 A，比最後只剩燈泡 B 時的 0.20 A 多；舊電池輸出的總電流則從 0.86 A 下降到 0.19 A。
也就是並聯越多燈泡，電池要輸出的總電流越大，會使電池的電壓降得較低，燈泡功率變小了，燈泡會變得比較不亮。
至於考卷上那 3 個燈泡並聯的問題……

沒關係，我會告訴老師實驗結果，再告訴老師以後考並聯 2 個燈泡就好。另外我還從實驗 4 發現「電池連續放電時，如果放電電流變小會使電壓上升。」我本來以為電池連續放電時，電壓只會下降呢！

