

4-4 歐姆定律與電阻

科學 tell me why

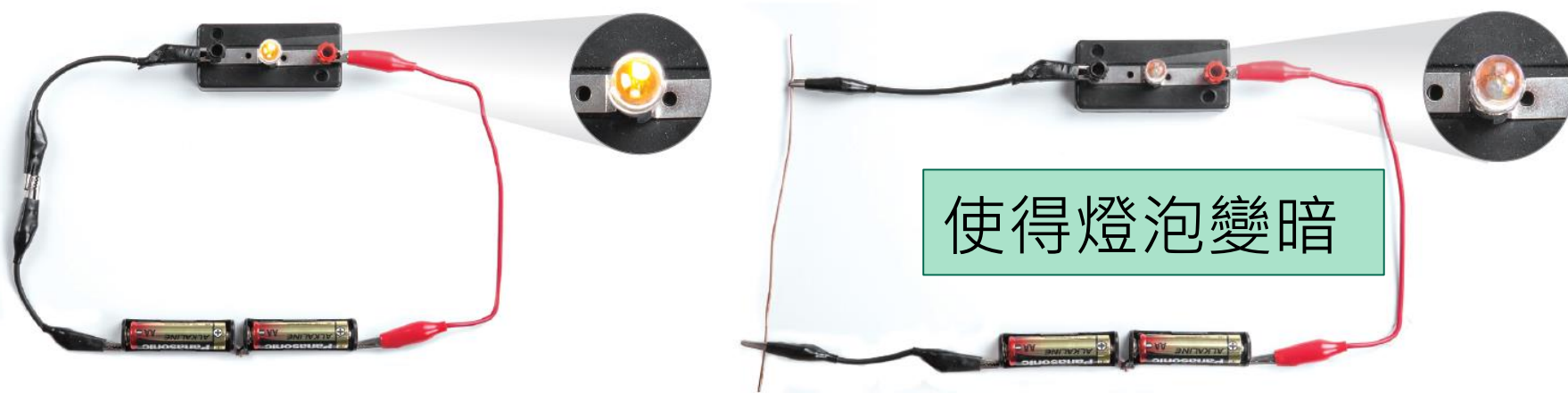
卡通中，阿翰和琳琳想要抓電氣鼠當自己的夥伴，後來琳琳戴了橡膠手套，就能在不被電到的情況下輕易抓到電氣鼠，想想看，手套的功能是什麼？

橡膠為絕緣體，電阻值很大，就算電壓很高，也不會產生明顯的電流，可以保護人體不受到電流的傷害。



4-4 歐姆定律與電阻

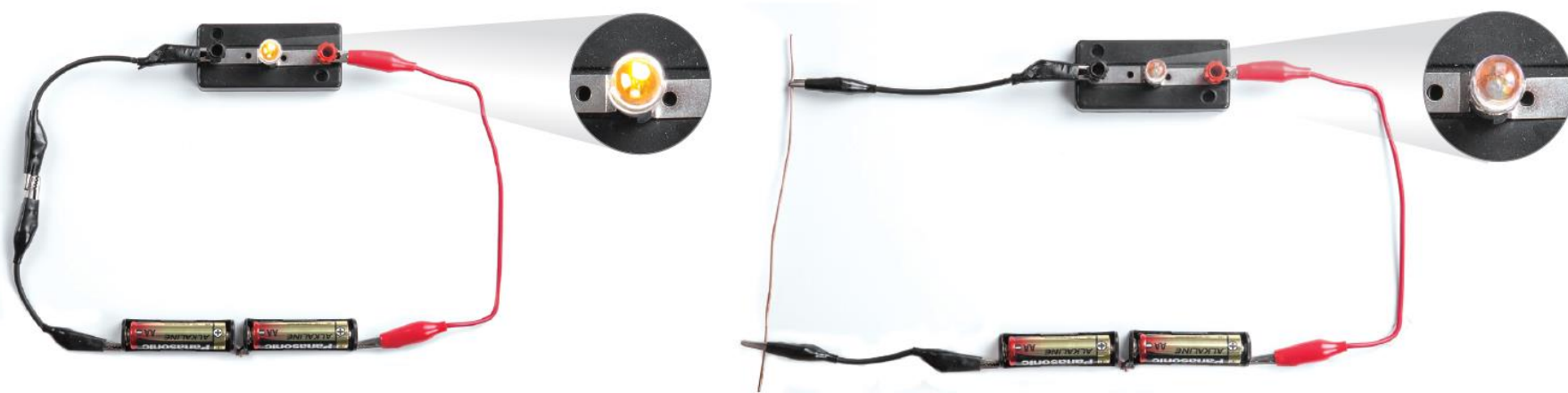
- 若電池提供的電壓不同，電路中的電流量亦隨之改變，進而影響燈泡的亮度。
- 當電池的電壓相同，在電路上連接**另一導體**代替部分導線，燈泡的**亮度也會改變**。



▲ 圖4-25 在電路中連接金屬導體，會使得燈泡變暗

4-4 歐姆定律與電阻

- 電壓會影響電路上電流的大小，電路上所連接的導體，也會影響電流大小。
- 不同的導體兩端施加相同電壓，比較與通過導體的電流大小關係。



▲ 圖4-25 在電路中連接金屬導體，會使得燈泡變暗

實驗
4-1

歐姆定律

影片

[實驗4-1 歐姆定律](#)

目的

探討材料兩端電壓與通過電流的關係，以了解電阻的概念。



實驗
4-1

歐姆定律

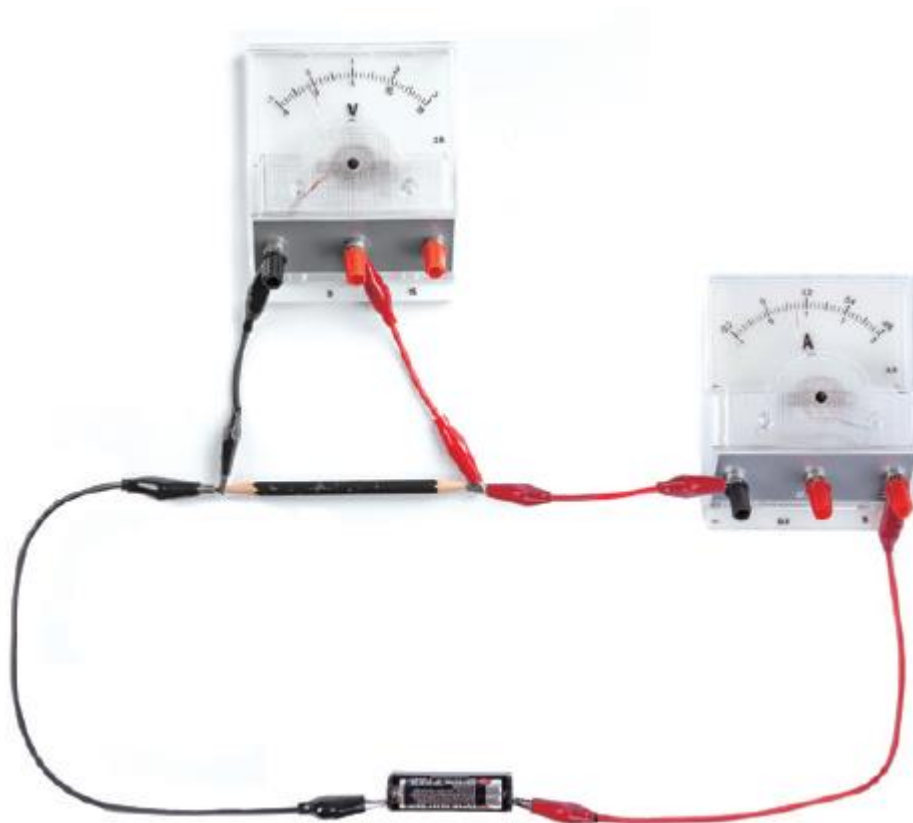
器材

- ① 電池（含電池座）4個
- ② 毫安培計1臺
- ③ 伏特計1臺
- ④ 導線（附鱷魚夾）數條
- ⑤ 發光二極體（LED）1顆
- ⑥ 鉛筆1支



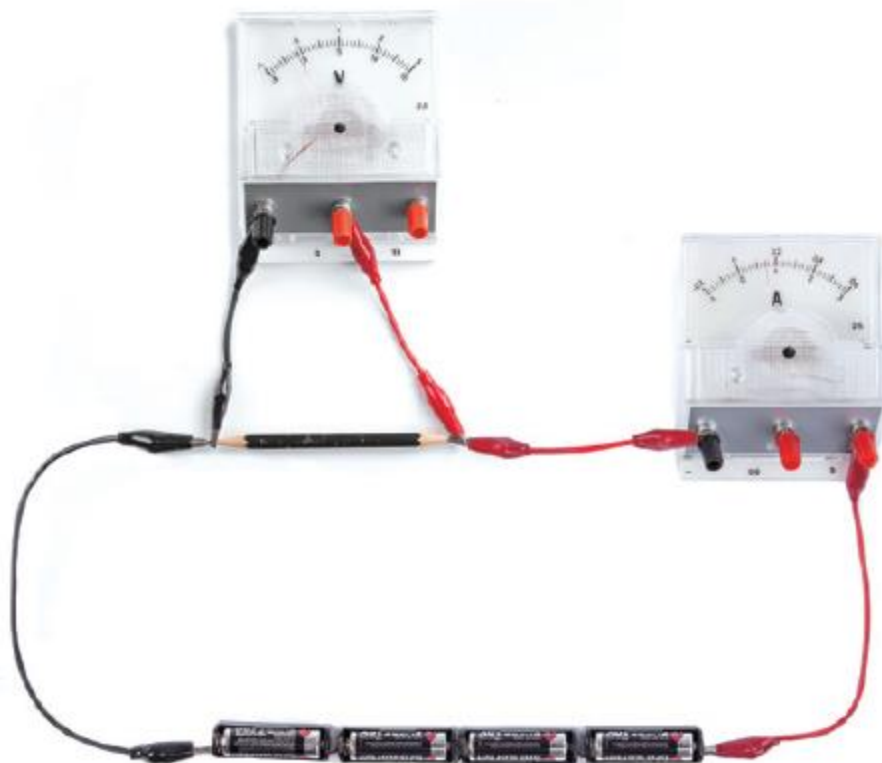
步驟

1 將鉛筆芯連上電路，記錄電壓和電流值。



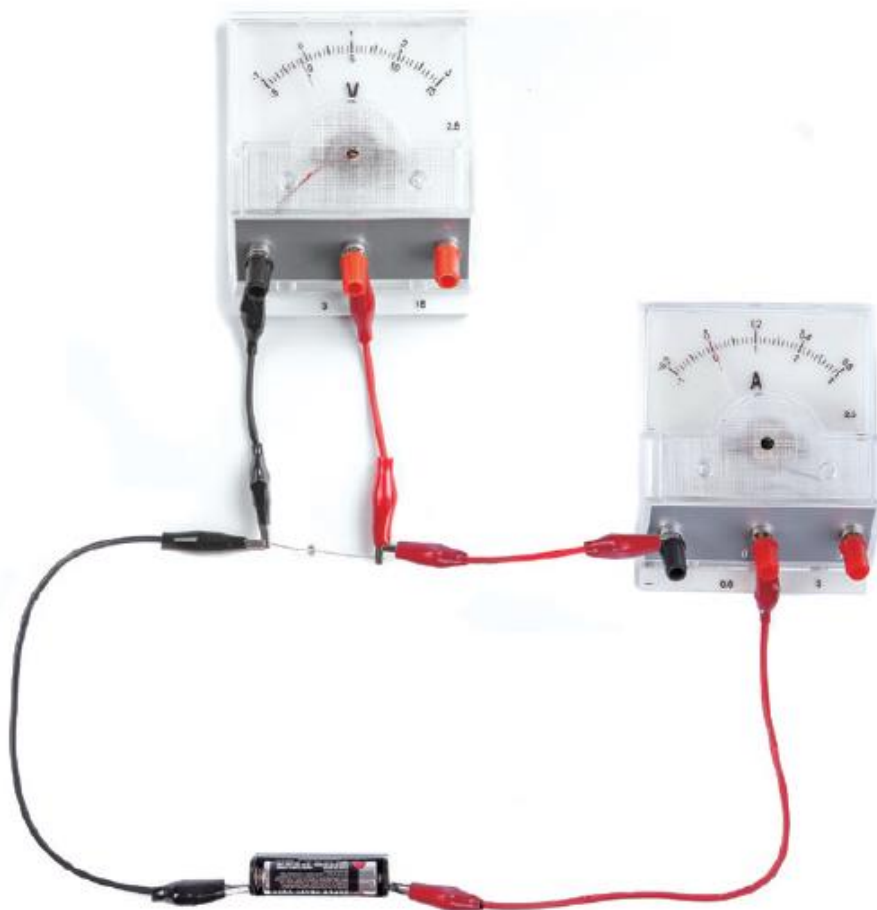
步驟

2 逐次增加一個電池串聯作為電源，重複步驟 **1**。



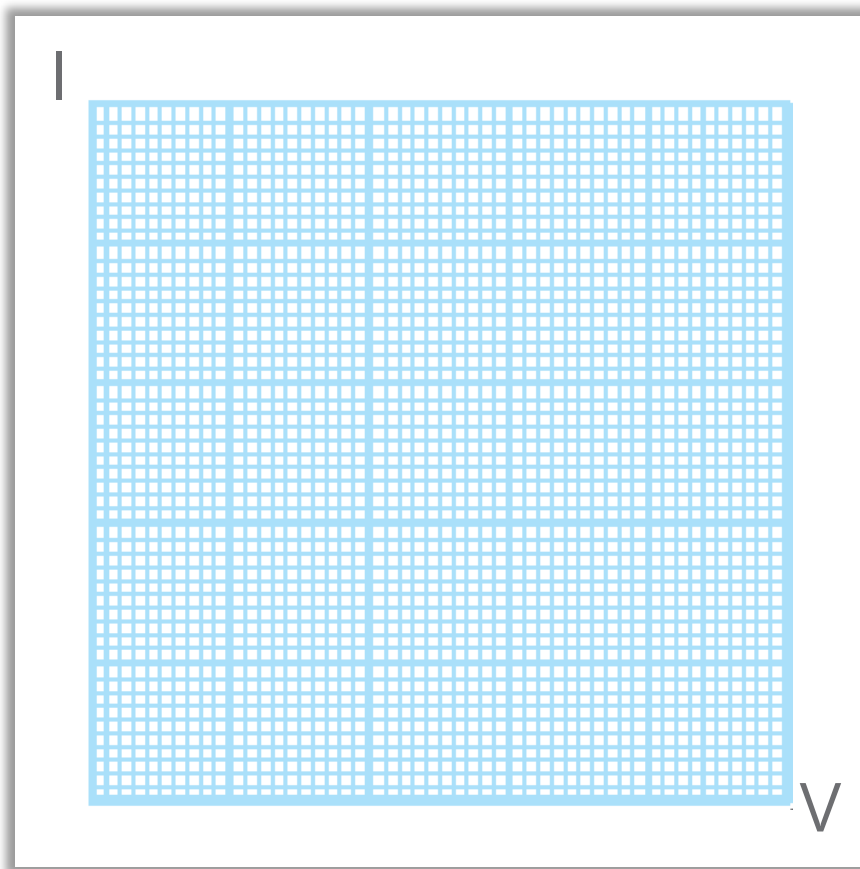
步驟

3 將鉛筆芯換接為LED，重複步驟 **1**、**2**。



步驟

- 4 以電流 (I) 為縱軸，電壓 (V) 為橫軸，將實驗結果以不同顏色描繪於同一方格紙上。



問題與討論

1. 相同電壓下，通過鉛筆芯與LED的電流大小是否相同？

不同。

2. 鉛筆芯的電壓與電流關係圖，是怎樣的圖形？代表何種意義？

為一通過原點之斜直線，代表通過的電壓與電流大小成正比，電壓與電流的比值為定值。



問題與討論

3. LED的電壓與電流關係圖，是怎樣的圖形？代表何種意義？

為一通過原點之曲線，代表通過的電壓與電流只呈正相關，不成正比，電壓與電流的比值也不為定值。

相關實驗重點，請見P109



? 探究提問

依據實驗，生活中常見到的電線會用哪一類的材質呢？

解答

生活中常見的電線大多以金屬製成，因為大部分金屬為電的良導體且電阻較低。



1 歐姆定律

- 相同電壓下，通過鉛筆芯與LED的電流大小不同，表示電路上的**元件種類會影響電流大小**。
- 通過鉛筆芯的**電壓與電流關係圖**，會呈現出一條通過**原點的斜直線**。
- 代表電路中鉛筆芯兩端的**電壓與通過電流成正比**關係，也就是**電壓與電流的比值為**

電壓與電流的比值為定值，此值為材料的一種電路特性。

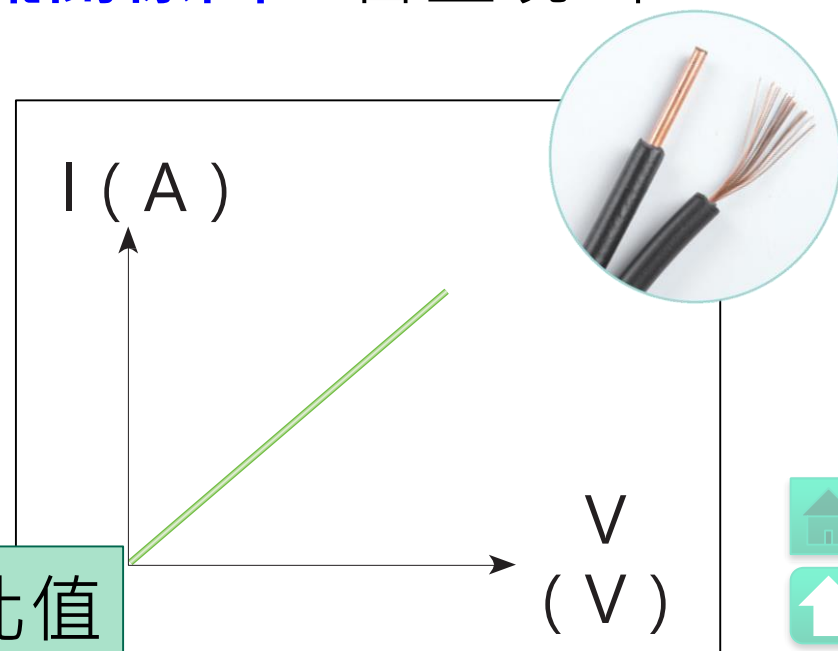


圖4-26歐姆式導體的電壓與電流關係



1

歐姆定律

動畫

歐姆定律

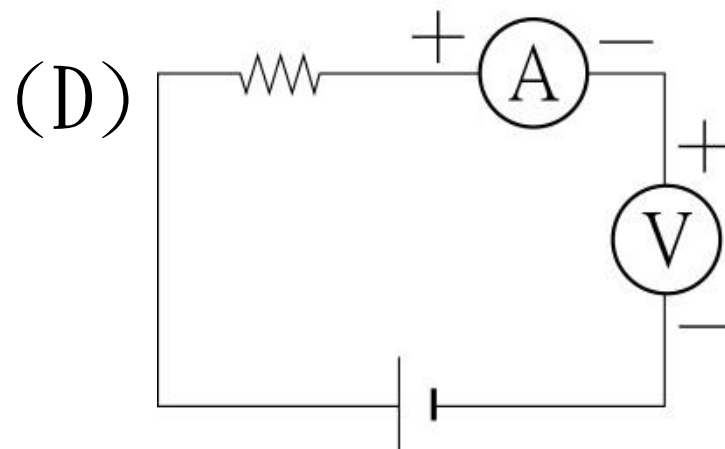
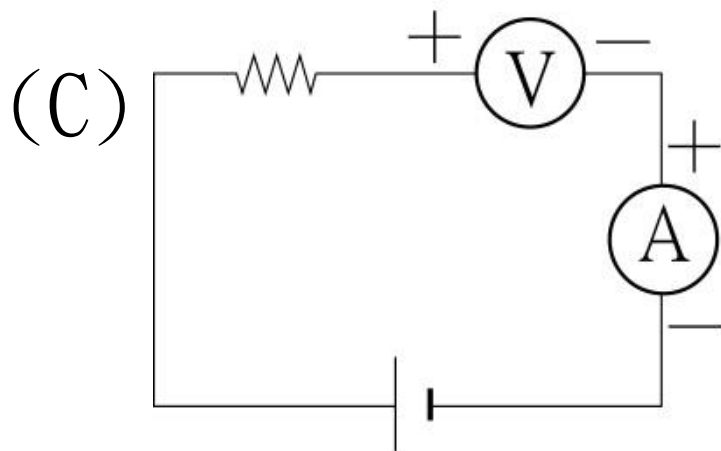
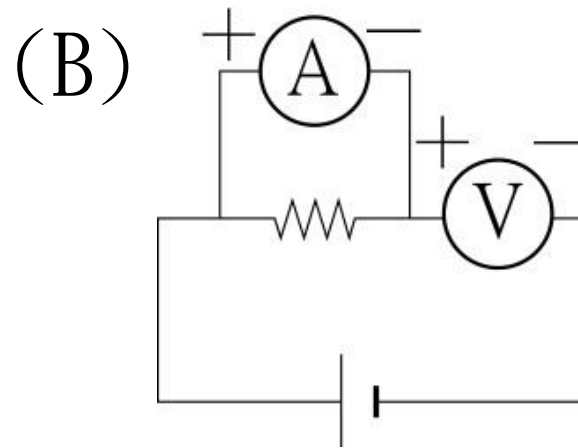
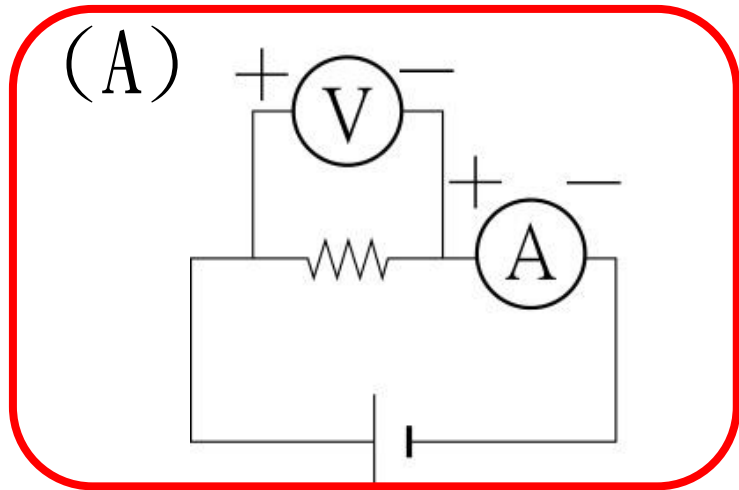
- 西元1826年，歐姆（Georg Simon Ohm，西元1789~1854年）設計出可精確測量出電流的儀器。
- 在溫度保持不變下，施加於鐵片等金屬導體的兩端，其電壓與通過此導體的電流恆成正比，這種關係稱為歐姆定律。

$$\frac{\text{導體兩端的電壓}}{\text{通過導體的電流}} = \text{定值} \quad \text{即} \quad \frac{V}{I} = \text{定值} \quad (\text{式4-2})$$

大部分金屬導體及石墨都能滿足歐姆定律

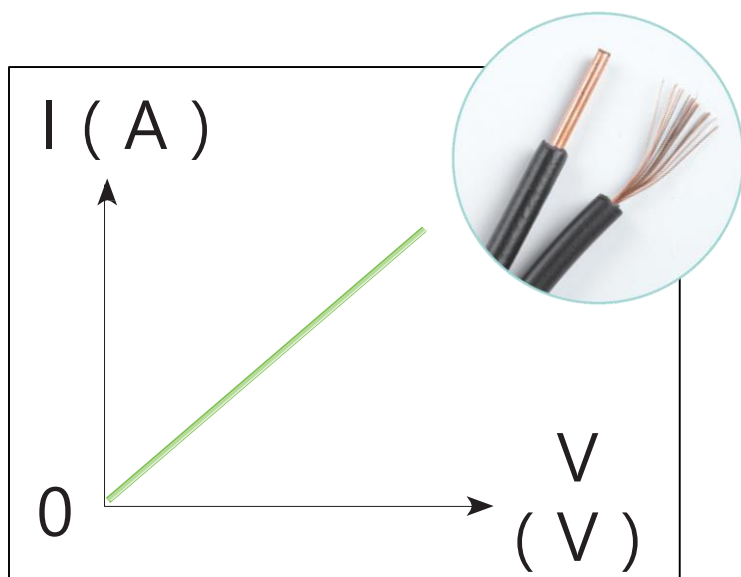


為了同時測量一電阻器中的電流及兩端電壓，下列何種電路的接法正確？

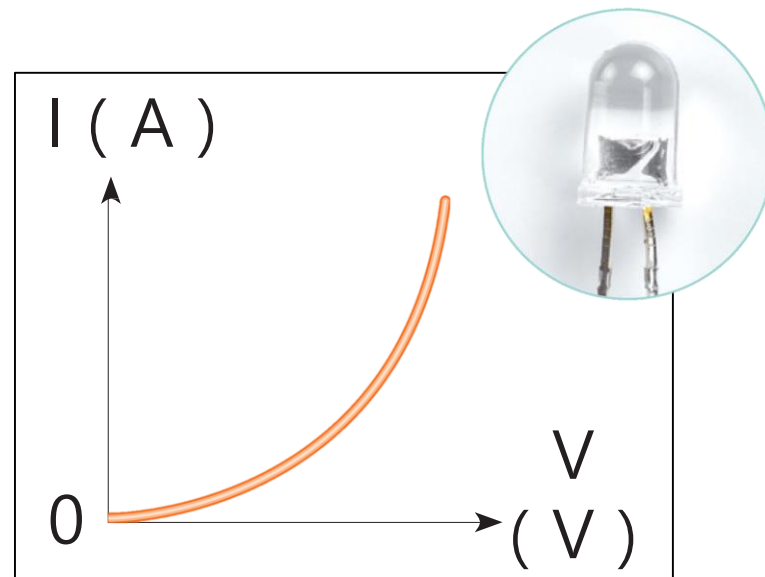


1 歐姆定律

- 物體滿足歐姆定律，稱為**歐姆式導體**，如多數的**金屬導體**。
- 物體的電壓與通過的電流關係**不符合歐姆定律**，則稱為**非歐姆式導體**，如實驗中的**二極體**。



▲ 圖4-26 歐姆式導體的電壓與電流關係



▲ 圖4-27 非歐姆式導體的電壓與電流關係

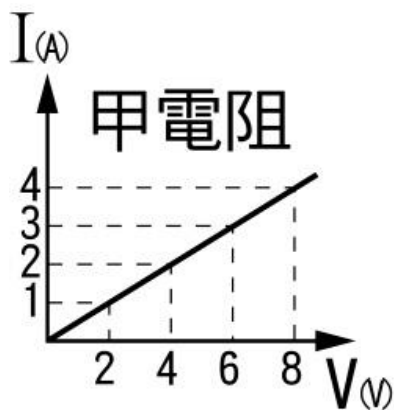
附圖(一)、(二)是甲、乙兩電阻的電壓電流關係曲線圖，則下列敘述何者正確？

A. 乙遵守歐姆定律

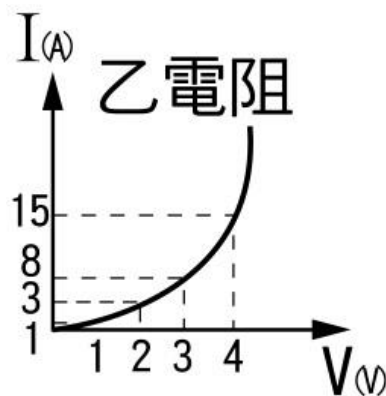
B. 圖(三)中，安培計讀數為3 A，則電池的電壓為6 V

C. 圖(四)中，電池電壓4 V，則安培計的讀數為17 A

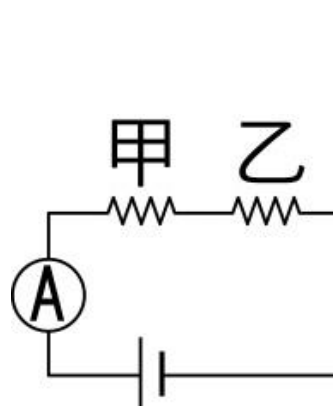
D. 圖(四)中安培計的接法錯誤



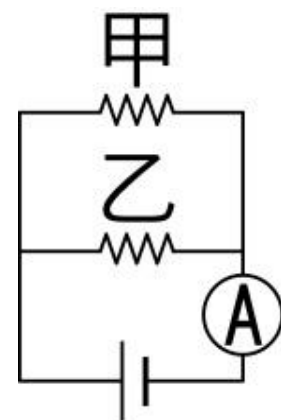
圖(一)



圖(二)

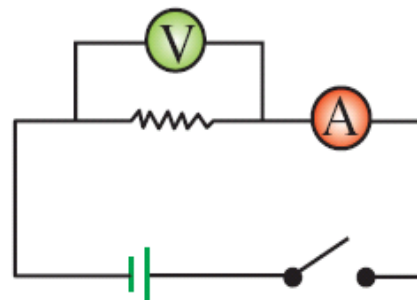


圖(三)



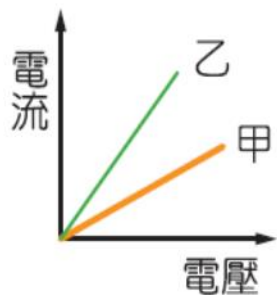
圖(四)

小彥利用電池、安培計和伏特計等器材，測量甲和乙二條不同電阻線兩端的電壓及通過電阻線的電流，其實驗裝置電路如右圖，獲得的實驗數據如下表。根據此表，下列推論何者正確？

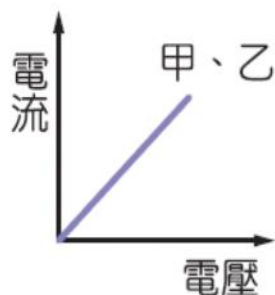


項目	甲電阻線				乙電阻線			
電源供應（電池數）	無	一個	二個	三個	無	一個	二個	三個
伏特計讀數（伏特）	0	1.5	3.0	4.5	0	1.5	3.0	4.5
安培計讀數（毫安培）	0	6	12	18	0	12	24	36

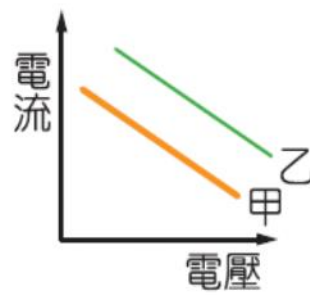
(A)



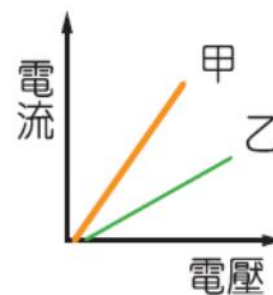
(B)



(C)



(D)



2

電阻

動畫

歐姆定律與電阻

- 對任意材料而言，其兩端電壓與通過電流的比值，稱為此材料的**電阻**（**R**）：

$$\text{電阻} = \frac{\text{電壓}}{\text{電流}} \quad \text{即} \quad R = \frac{V}{I} \quad (\text{式4-3})$$

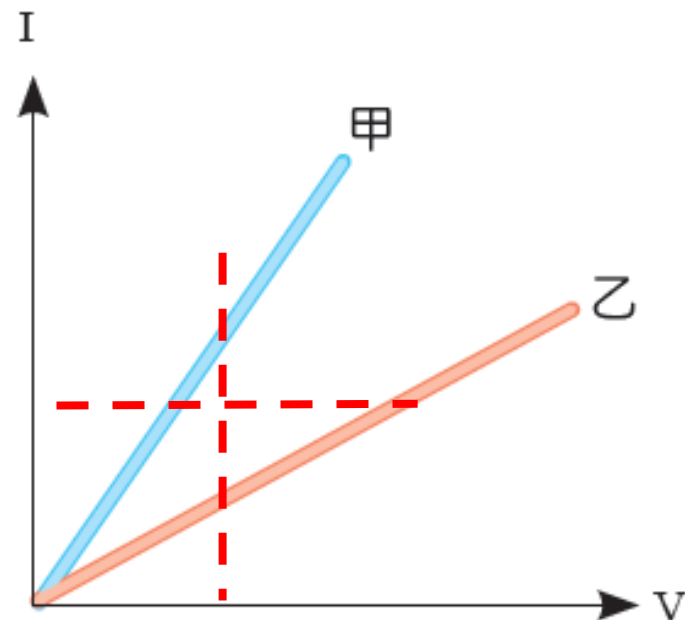


2 電阻

- 不同材料在相同電壓下，**電阻值愈小**者，可通過的**電流愈大**，表示其對電流的**阻礙愈小**。
- 當電壓以**伏特**（**V**）為單位，電流以**安培**（**A**）為單位時，電阻的單位為**歐姆**（ **Ω** ）。
- 當電路中兩點電壓為**1伏特**時，若有**1安培**的電流通過，則此時兩點間的電阻大小為**1歐姆**。



- 甲、乙為兩金屬導體，其兩端電壓與通過電流的關係如右圖，根據圖形判斷下列敘述何者正確？

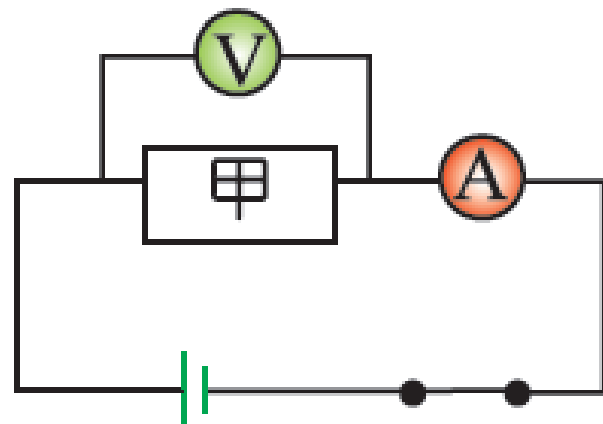


解答

由圖可知，兩導體的 V 與 I 成正比關係。當兩端電壓相同時，通過乙導體的電流較小，即乙導體電阻較大，通過相同電流時，乙導體兩端電壓較大。故答案為(D)。

大
較大

- 取一個歐姆式導體甲，與乾電池、安培計和伏特計連接成如右圖的電路。此時伏特計讀數為 $3V$ ，安培計讀數為 $1A$ ，若增加電池組的電壓，使伏特計讀數增加為 4.5 伏特，則安培計讀數應為何？



解答

- (A) 0
 - (B) 1
 - (C) 1.5
 - (D) 3
- 歐姆式導體兩端電壓與通過電流的比值為定值，故 $3 : 1 = 4.5 : I$ ， $I = 1.5(A)$ ，故答案為(C)。

3 影響電阻大小的因素

材料

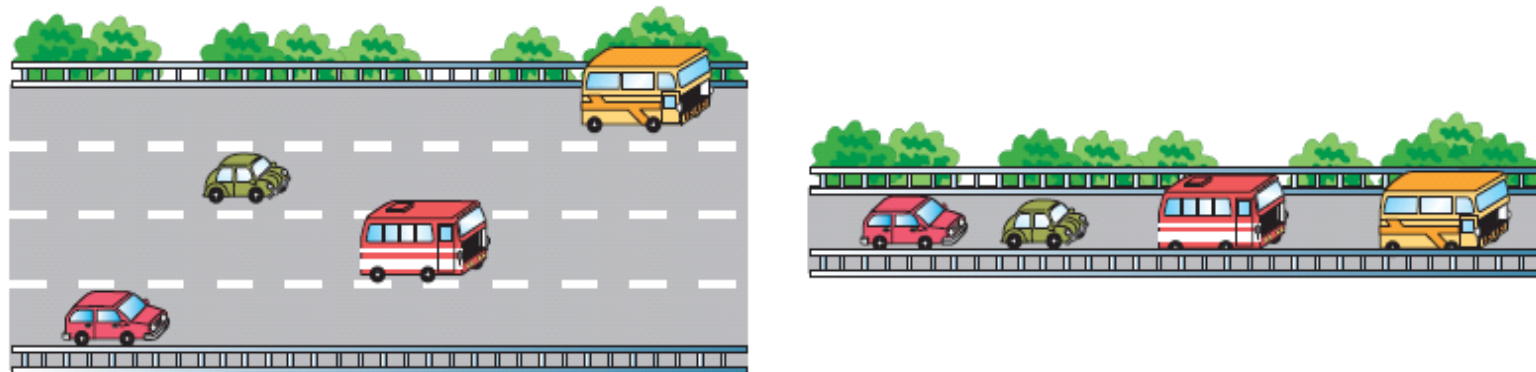
動畫

影響電阻的因素

- 利用電阻大小，可以將一般材料分類成**三種**：
 - ① **導體**，導體的電阻最小。
 - ② **半導體**。
 - ③ **絕緣體**，絕緣體的電阻最大。
- 對相同材質的金屬導線，**截面積**及**長度**皆會影響其電阻值。

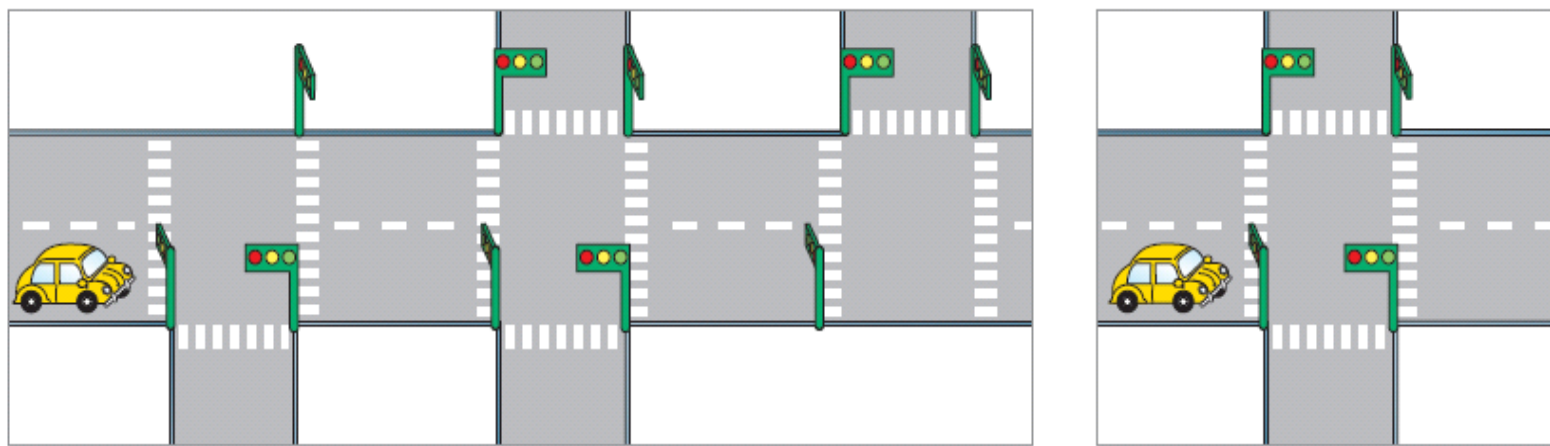


截面積大電阻小



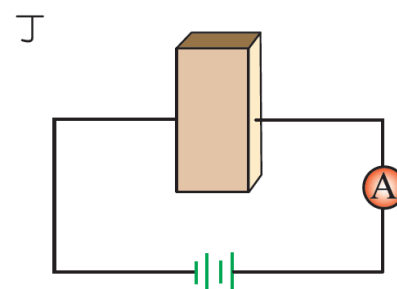
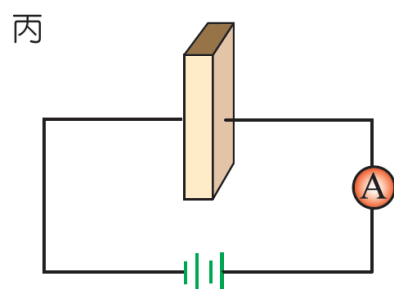
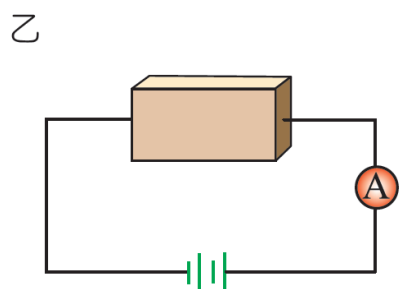
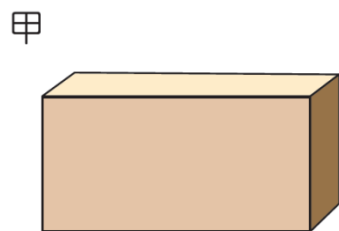
📌 圖 4-26 流動的電荷在粗導線中遇到的阻力較細導線少，故粗導線比細導線有較小的電阻，有如同樣數量的車子行駛在四線道公路時，比在單線道公路上流暢，遇到的阻礙較少

導線長電阻大



📌 圖 4-27 流動的電荷在長導線中遇到的阻力比短導線多，故長導線比短導線有較大的電阻，有如同一部車子行駛在較長的公路上，遇到的紅綠燈數比較短的公路多，阻礙也較多

今有一金屬導體如甲圖所示，若以乙、丙、丁三種不同方式連接於電路中，則三個電路上的安培計讀數大小關係應為下列何者？



(A) 乙 > 丁 > 丙

(B) 乙 = 丙 = 丁

(C) 丙 > 丁 > 乙

(D) 乙 > 丙 > 丁

補充資料

電阻

- 電阻產生的原因，是導體中的自由電子在移動時與導體原子發生碰撞。
- 電阻大小因導體的種類而不同。
- 導電性良好的金屬導體，電阻較小。如銀、銅和鐵。
- 石墨也可以導電，故電阻較小，但仍然比金屬大很多。
- 絕緣體的電阻非常大，如玻璃。



截面積

- 當長度相同時，**截面積愈大的導線電阻愈小**，**電阻大小與導體的截面積 (A) 成反比**。

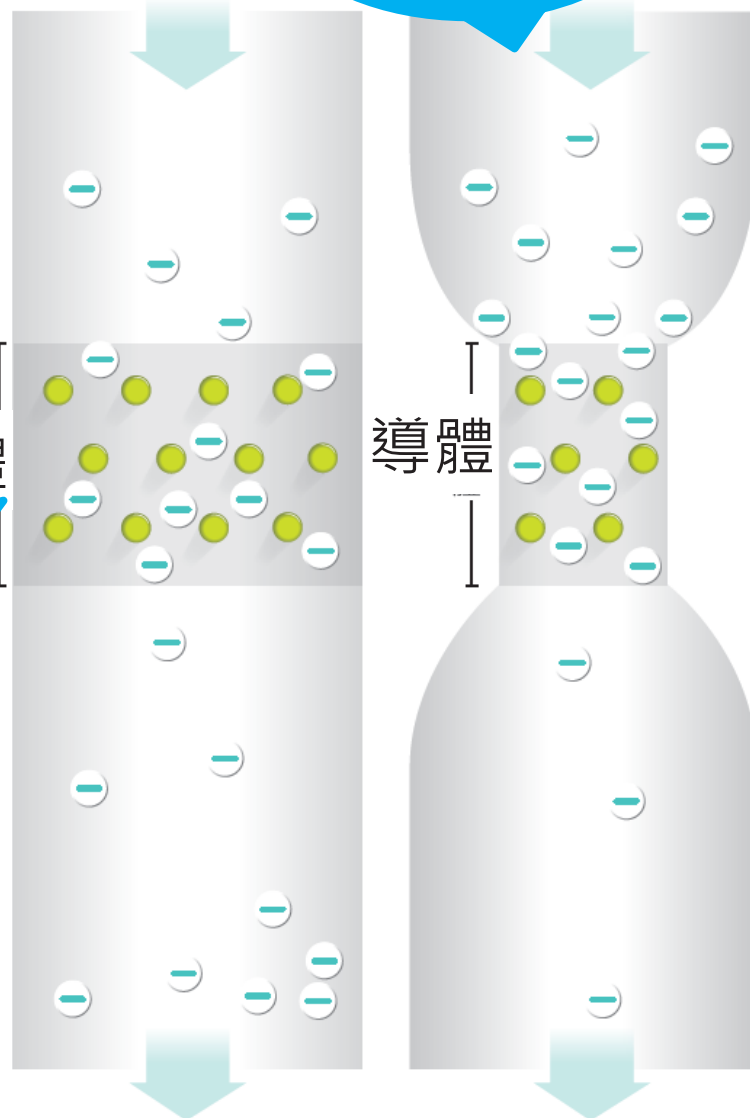
面積愈大
電阻愈小
電流較大

面積愈小
電阻愈大
電流較小

導體

導體

- ▶ 圖4-28 導體愈粗，電子能行經的空間較多，所以電阻較小

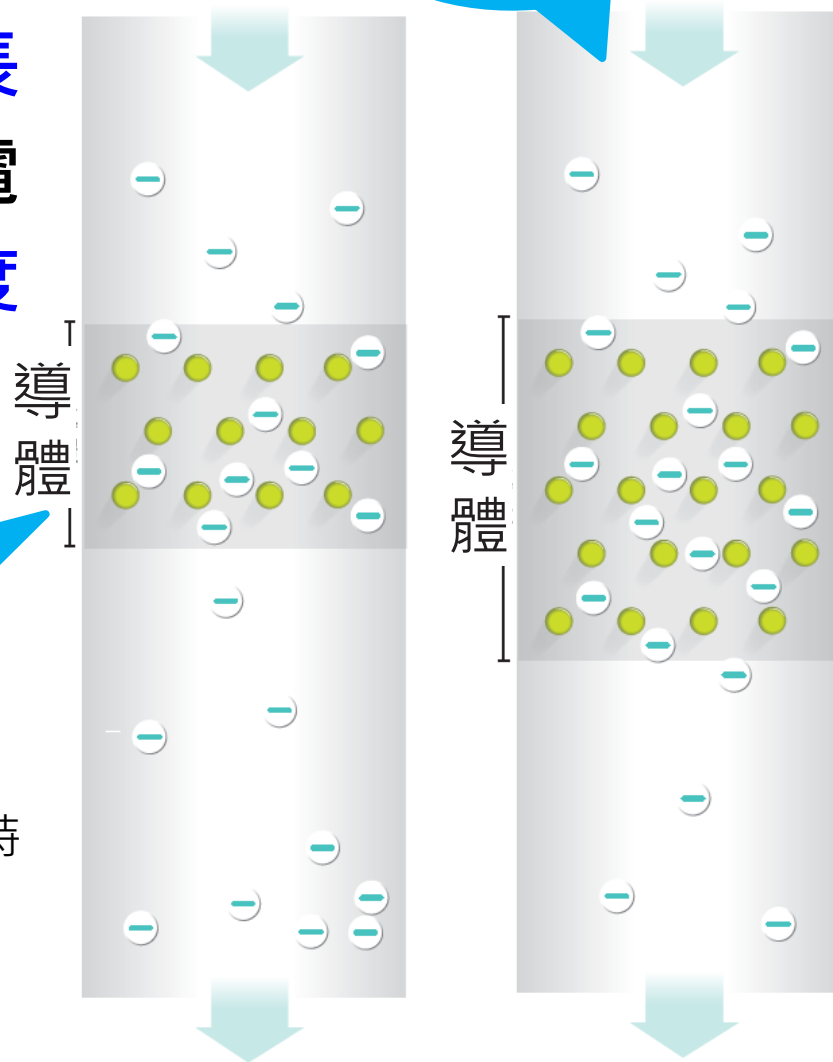


長度

- 截面積相同時，愈長的導線**電阻愈大**，**電阻大小與導體的長度**（**l**）**成正比**。

長度愈小
電阻愈小
電流較大

長度愈長
電阻愈大
電流較小



▶ 圖4-29 導體愈長，電子行經時的阻礙較多，所以電阻較大

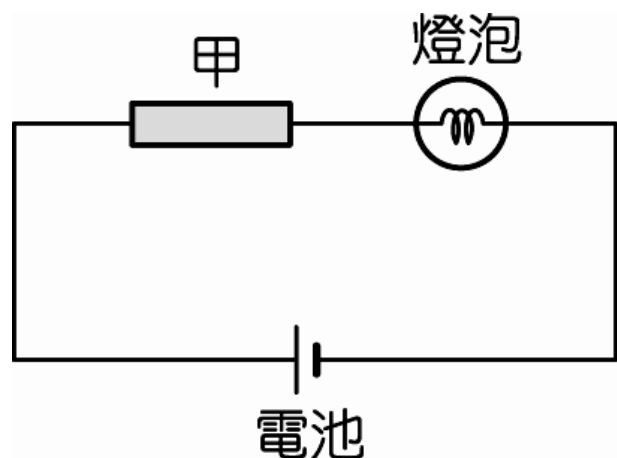
娜娜製作一簡單燈泡電路，發現燈泡太亮，為了讓燈泡變暗些，她用一條均質、長型、伸展性佳的甲金屬串接在電路中，如圖所示，但燈泡卻變得太暗。若將甲金屬作各種處理後，再沿其長軸接回原處，則下列哪一種處理方法可使燈泡的亮度介於甲加入前後兩者之間？

A. 將甲金屬長度剪去一半

B. 將甲金屬長度拉長一倍

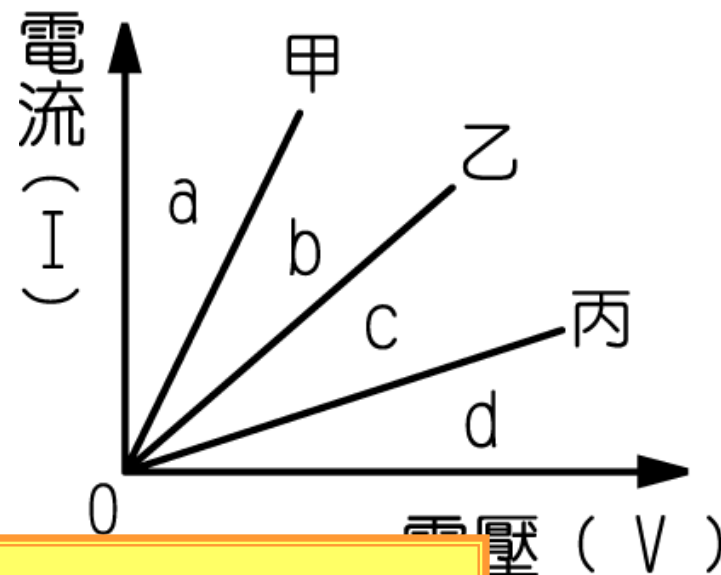
C. 將甲金屬厚度剖切掉一半

D. 將甲金屬長度剪去一半，再將厚度剖切掉一半。



- 甲、乙、丙三個不同電阻之電壓 (V) 和電流 (I) 關係如圖所示，若三電阻之材質及長度皆相同，則下列敘述何者正確？

- (A) 截面積大小：丙 > 乙 > 甲
- (B) 截面積大小：甲 > 乙 > 丙
- (C) 三電阻大小：甲 > 乙 > 丙
- (D) 三電阻大小：甲 = 乙 = 丙



解答

相同電壓下電流越大，代表電阻愈小，截面積越大，故電阻大小：丙 > 乙 > 甲，截面積大小：甲 > 乙 > 丙。故答案為(B)。

- 附表所列為一歐姆式導體兩端施以不同電壓時，流經導體的電流大小，依歐姆定律可知表中X、Y的數值為何？

- (A) $X = 12$; $Y = 10$
- (B) $X = 16$; $Y = 5$
- (C) $X = 16$; $Y = 4$
- (D) $X = 2.5$; $Y = 8$

導體兩端電壓 (V)	流經導體的電 流大小(A)
8	4
X	6
20	Y

解答

$$R = \frac{8}{4} = \frac{X}{6} = \frac{20}{Y} \quad , \quad X = 12 \quad , \quad Y = 10$$

補充資料

三用電表

使用說明

一 測量直流電流 DCA

1. 將紅色探針插頭插在10A孔位。
2. 將檔位轉至10A檔位。
3. 將紅色探針連接至欲測量電路靠近電池正極的一端，黑色探針連接靠近電池負極的一端。



補充資料

三用電表

使用說明

一 測量直流電流 DCA

4. 若數值小於 0.2，則將紅色探針插頭插至VΩmA孔位，並轉至DCA檔位的200m，並由高數字檔位往低數字檔位漸進測量，以免電表損壞。



補充資料

三用電表

使用說明

● 測量電器元件電阻 Ω

1. 將檔位轉至 Ω 檔位的2000k。
2. 將紅色探針觸碰欲測量電阻元件正極，黑色探針觸碰負極。
3. 由高數字檔位往低數字檔位漸進測量，以免電表損壞。



補充資料

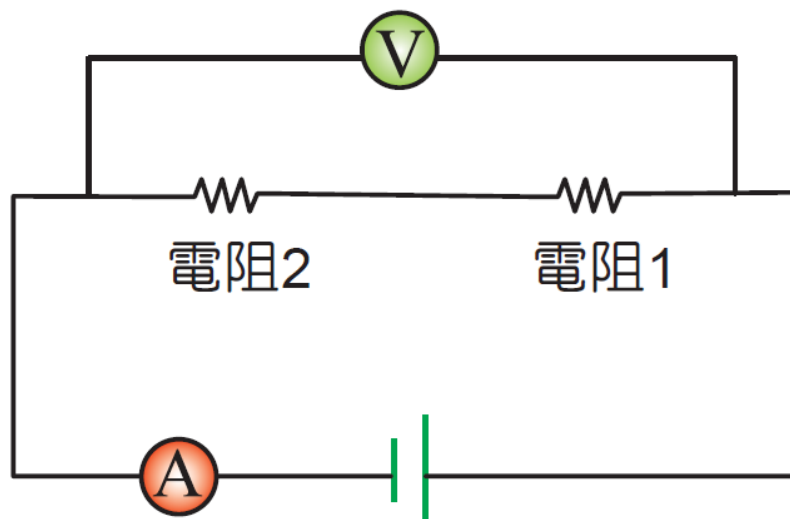
串聯電路

- 串聯電路中各處電流大小相同，即 $I_{\text{總}} = I_1 = I_2$ 。
- 此時若有任何一處中斷或任一元件損壞，會使整個電路的電流停止。
- 電流需流過電路上每一個元件，類似增加電阻的長度，總電阻值會較大。
- 串聯電路造成的總電阻為各電阻的總和。



補充資料

- 電路中各元件兩端電壓的總和等於電池所提供的總電壓，即 $V_{\text{總}} = V_1 + V_2$ 。
- 由 $V = I \times R$ 可知，當電路中電流(I)相同，電路上串聯各元件的兩端電壓(V)與電阻(R)大小成正比，電阻愈大者，其兩端電壓也愈大。



補充資料

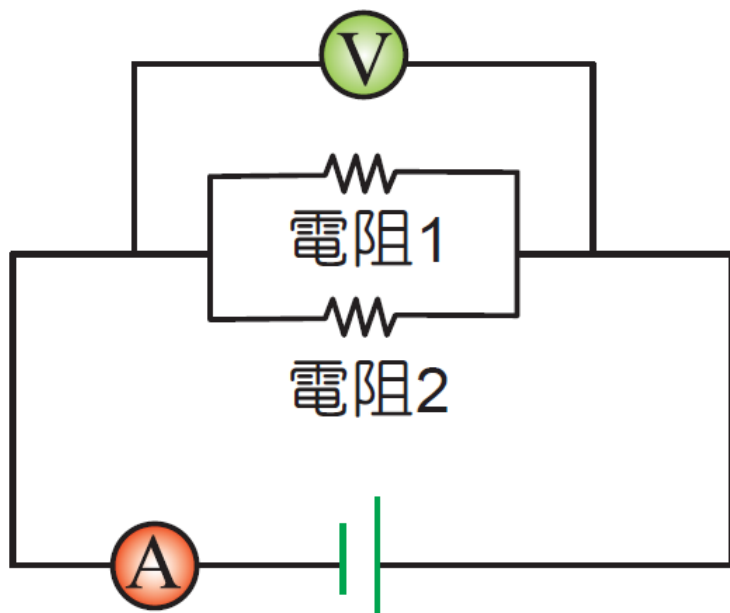
並聯電路

- 並聯電路中各分支電路皆獨立運作，任何一條分支損壞或中斷，都不影響其他分支。
- 並聯電路總電流為各分支電流總合，即 $I_{\text{總}} = I_1 + I_2$ 。
- 並聯電路分支電路愈多，即增加電阻的截面積。
- 並聯電路總電流會較大，整體電路的總電阻值會較小。
- 各分支電路電流，同樣由電池正極流經元件後，回到電池負極。



補充資料

- 並聯各分支電路兩端電壓均相同，且等於電池提供的總電壓(即 $V_{\text{總}} = V_1 = V_2$)。
- 由 $V = I \times R$ 可知，當電路電壓(V)相同時，各分支電路上的電流(I)大小會與電阻(R)大小成反比。
- 各分支電路電阻愈大，其通過電流愈小。



補充資料

等效電阻

- 電路上串聯電阻愈多，電路總電阻愈大，可以用各電阻連接成一長度較長的電阻來比喻。
- 總電阻等於各串聯電阻的電阻值總和， $R=R_1+R_2$
- 電路上並聯電阻愈多，各分支電路加總起來的總電流愈大，表示電路總電阻愈小，可以用各電阻並排成一截面積較大的電阻來比喻。
- 此時總電阻倒數等於各並聯電阻的電阻值倒數和，即 $1/R=1/R_1+1/R_2$ 。



動動腦

燈泡串聯的電路上，若再加上更多燈泡串聯，燈泡亮度會如何變化？燈泡並聯的電路上，若再加上更多燈泡並聯，燈泡亮度會如何變化？

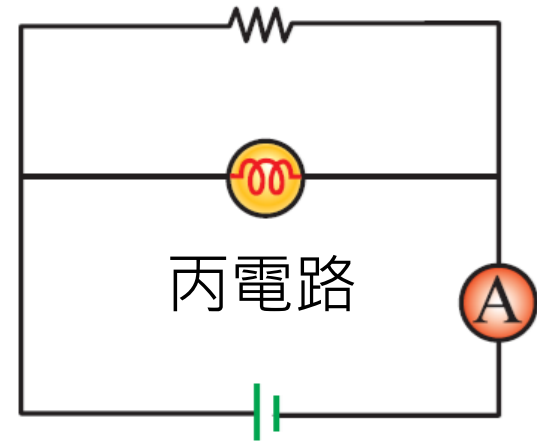
燈泡串聯的電路加上更多燈泡串聯，總電阻會更大，使電路上的電流更小，且每個燈泡兩端電壓也更小，燈泡會更不亮；燈泡並聯的電路加上更多燈泡並聯，由於各分支電路互不影響，燈泡亮度均與只有單顆燈泡連接時相同。



而教室中的燈管，一般應為串聯或並聯連接？

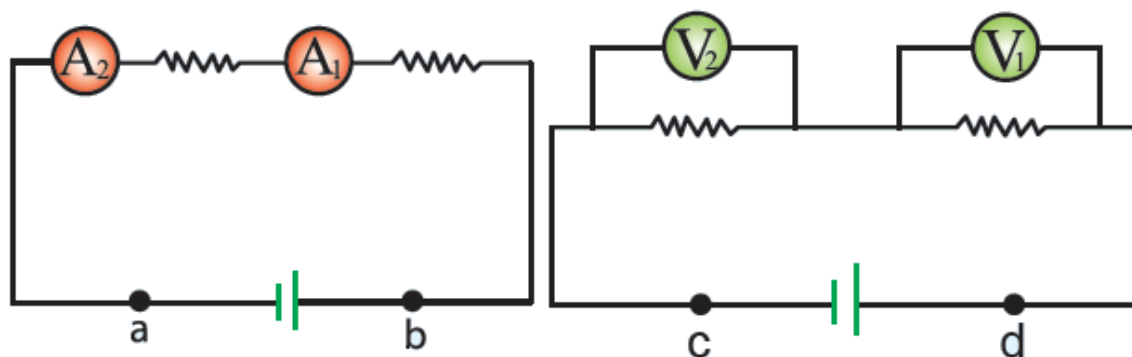
一般教室中的燈管需正常亮度發亮，才能提供
足夠的亮度，故應為並聯方式連接。

- 圖中的甲、乙、丙三個電路，電池、燈泡與電阻的規格均相同，則下列關於三個電路的敘述何者正確？



- (A) 甲電路的安培計讀數最大 $\text{丙} > \text{甲} > \text{乙}$
- (B) 乙電路的燈泡兩端電壓最大 $\text{甲} = \text{丙} > \text{乙}$
- (C) 丙電路電阻與燈泡兩端的電壓相同
- (D) 三個電路的燈泡亮度均相同 $\text{甲} = \text{丙} > \text{乙}$

- 下圖兩電路中的電阻規格均相同，請問下列關於安培計和伏特計的讀數描述，何者錯誤？



- A. A₁的讀數與A₂的讀數相同
- B. V₁的讀數與V₂的讀數相同
- C. 在a、b兩點連接一安培計，讀數會等於A₁讀數
- D. 在c、d兩點連接一伏特計，讀數等於V₁+V₂讀數

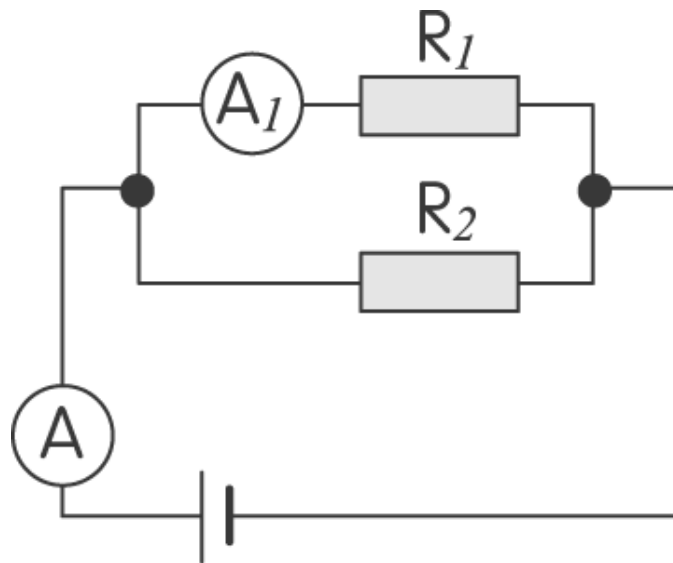
- 下列關於電流的敘述，何者錯誤？
- (A)串聯的電燈愈多時，電流愈小
- (B)並聯的電燈數增加時，總電流變大
- (C)串聯的電燈愈多時，總電流不變
- (D) 一電燈兩端電壓愈大，通過的電流也

解答

串聯的電燈愈多時，總電阻變大，總電流變小。故答案為(C)。

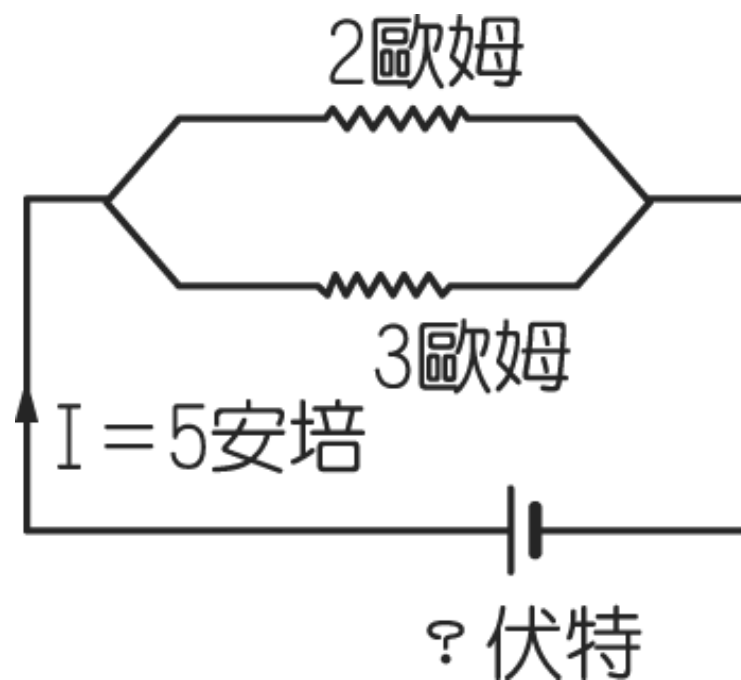
- 如圖接成通路的電路，已知電阻 $R_1 = 3\Omega$ 、 $R_2 = 6\Omega$ ，安培計 A_1 的讀數為 $1.2A$ ，則安培計 A 的讀數為何？

- (A) $0.6A$
- (B) $1.2A$
- (C) $1.8A$
- (D) $2.4A$



- 如圖所示，並聯電路中的總電流 I 為5安培，則電池的電壓為多少伏特？

- (A)6伏特
- (B)10伏特
- (C)15伏特
- (D)25伏特



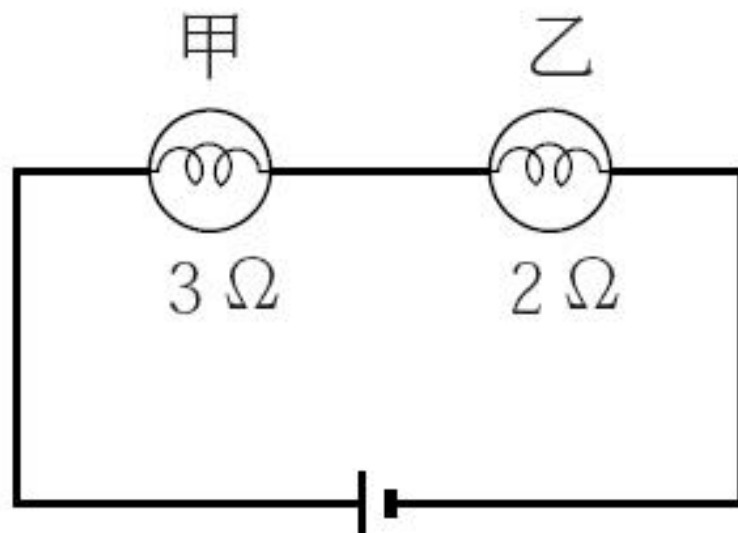
如圖，甲、乙兩燈泡的電阻分別為 $3\ \Omega$ 和 $2\ \Omega$ ，電流分別為 $I_{\text{甲}}$ 和 $I_{\text{乙}}$ ，燈泡兩端的電壓分別為 $V_{\text{甲}}$ 和 $V_{\text{乙}}$ ，則下列敘述何者正確？

(A) $I_{\text{甲}} = I_{\text{乙}}$ ， $V_{\text{甲}} = V_{\text{乙}}$

(B) $I_{\text{甲}} > I_{\text{乙}}$ ， $V_{\text{甲}} < V_{\text{乙}}$

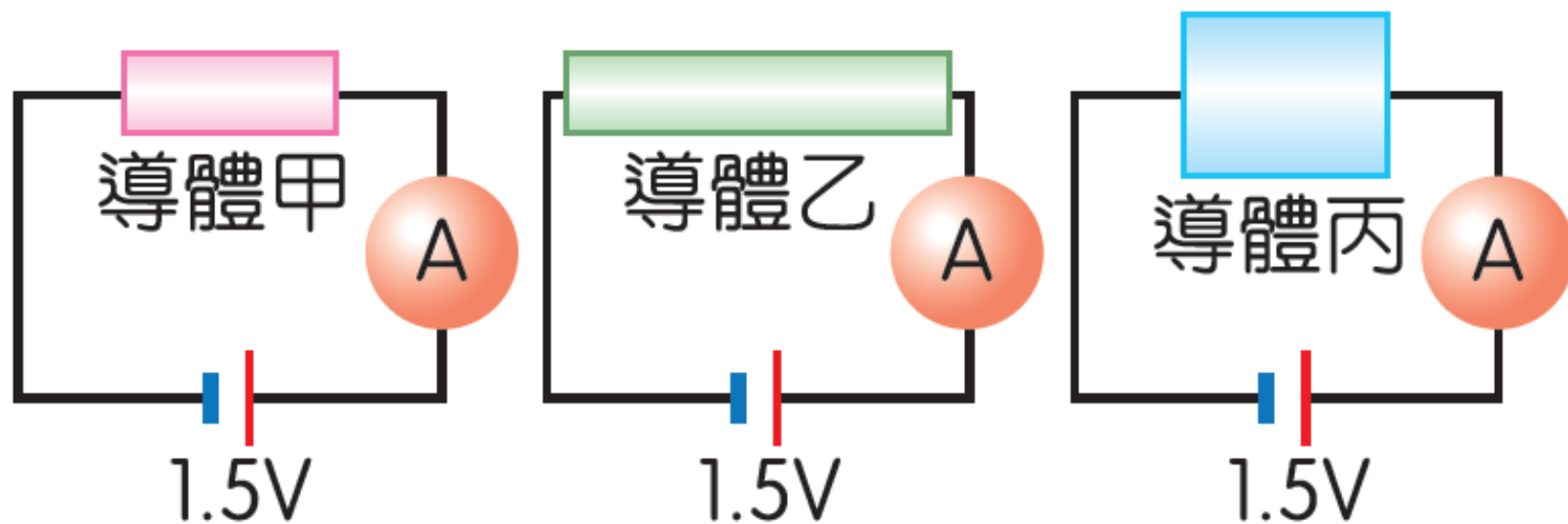
(C) $I_{\text{甲}} = I_{\text{乙}}$ ， $V_{\text{甲}} > V_{\text{乙}}$

(D) $I_{\text{甲}} < I_{\text{乙}}$ ， $V_{\text{甲}} > V_{\text{乙}}$



108 會考題

導體甲、乙、丙分別連接成三個電路裝置，如圖所示。三個導體均由相同的材質組成，導體甲的長度為 L cm，截面積為 A cm^2 ；導體乙的長度為 $2L$ cm，截面積為 A cm^2 ；導體丙的長度為 L cm，截面積為 $2A$ cm^2 。



108 會考題

若電路中導線及安培計的電阻、電池內電阻忽略不計，導體甲、乙、丙所連接的電路裝置中，流經三導體的電流值分別為 $I_{\text{甲}}$ 、 $I_{\text{乙}}$ 、 $I_{\text{丙}}$ ，其大小關係為下列何者？

(A) $I_{\text{甲}} > I_{\text{乙}} > I_{\text{丙}}$

(B) $I_{\text{乙}} > I_{\text{甲}} > I_{\text{丙}}$

(C) $I_{\text{丙}} > I_{\text{甲}} > I_{\text{乙}}$

(D) $I_{\text{丙}} > I_{\text{乙}} > I_{\text{甲}}$

