

4-4

# 歐姆定律與電阻

Kahoot!

Quizizz

## 實驗4-1 歐姆定律

- 1 歐姆定律
- 2 電阻
- 3 影響電阻大小的因素



## 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

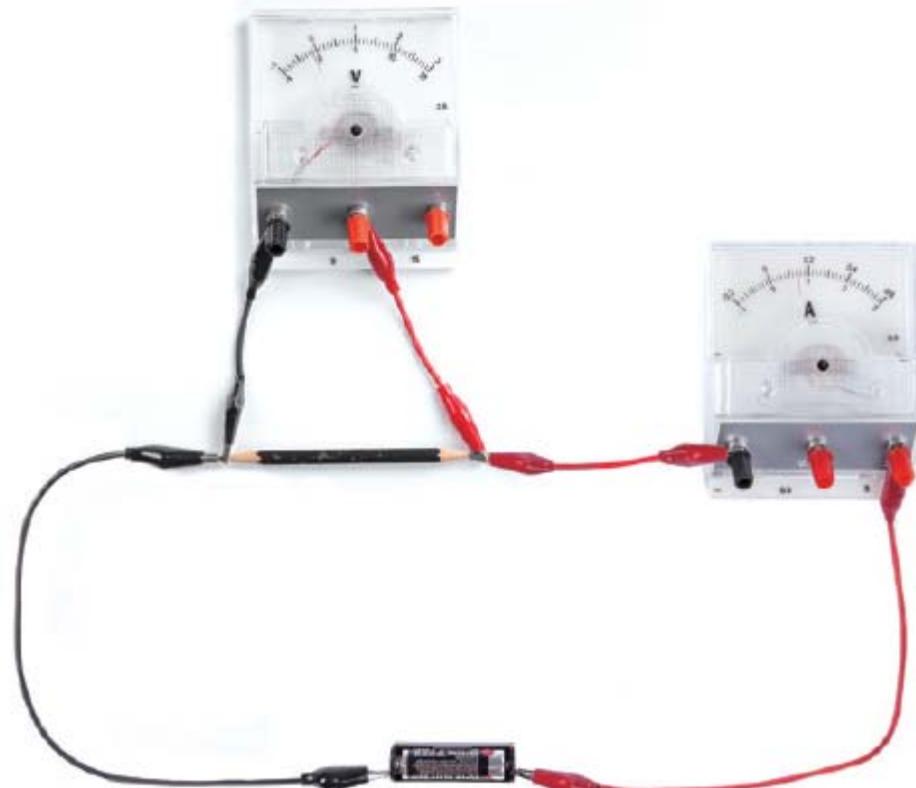
## 器材

- 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



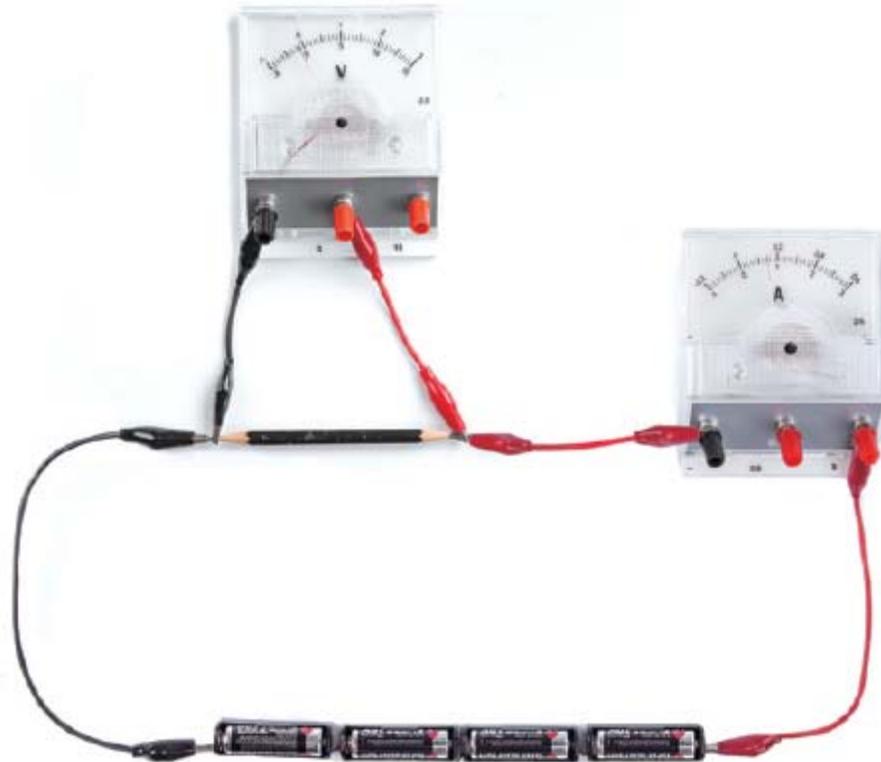
## 步驟

- 1 將鉛筆芯連上電路，記錄電壓和電流值。



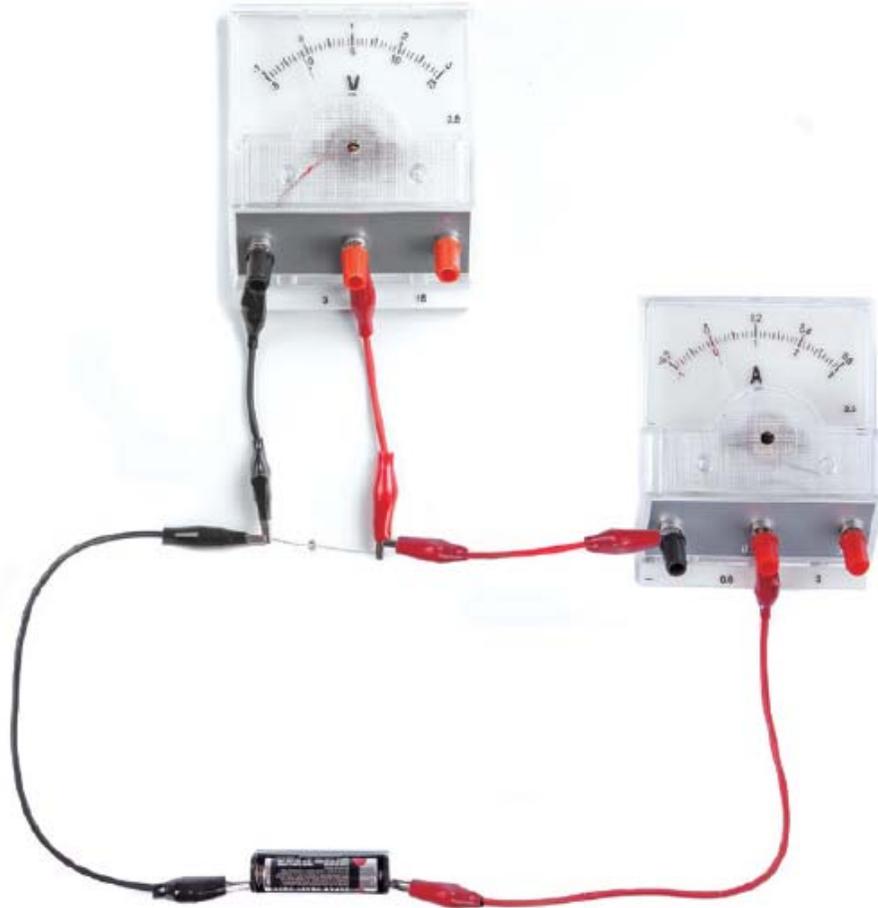
## 步驟

- 2 逐次增加一個電池串聯作為電源，重複步驟 1。



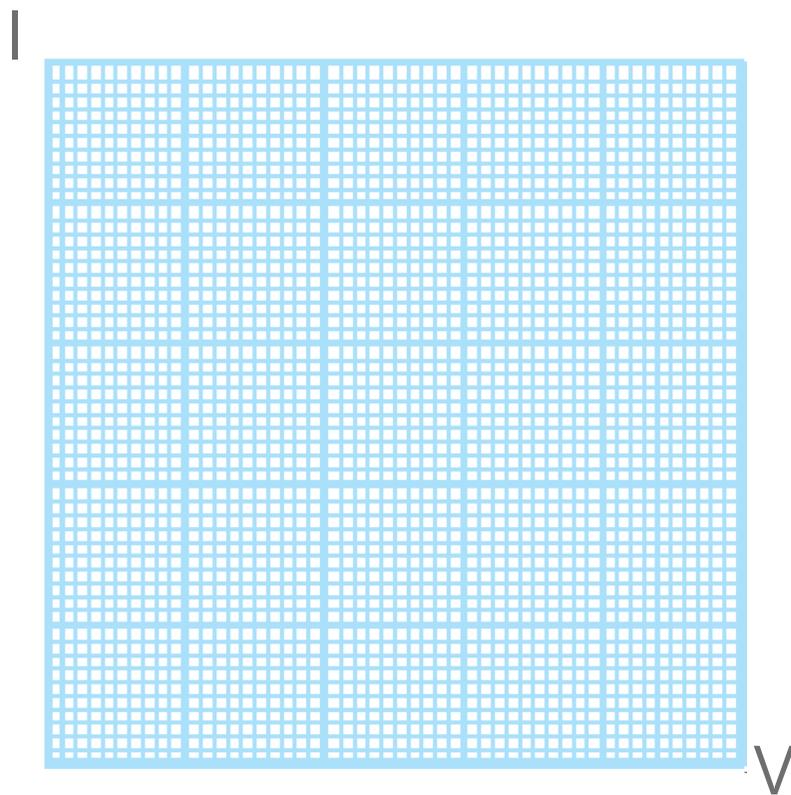
## 步驟

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。

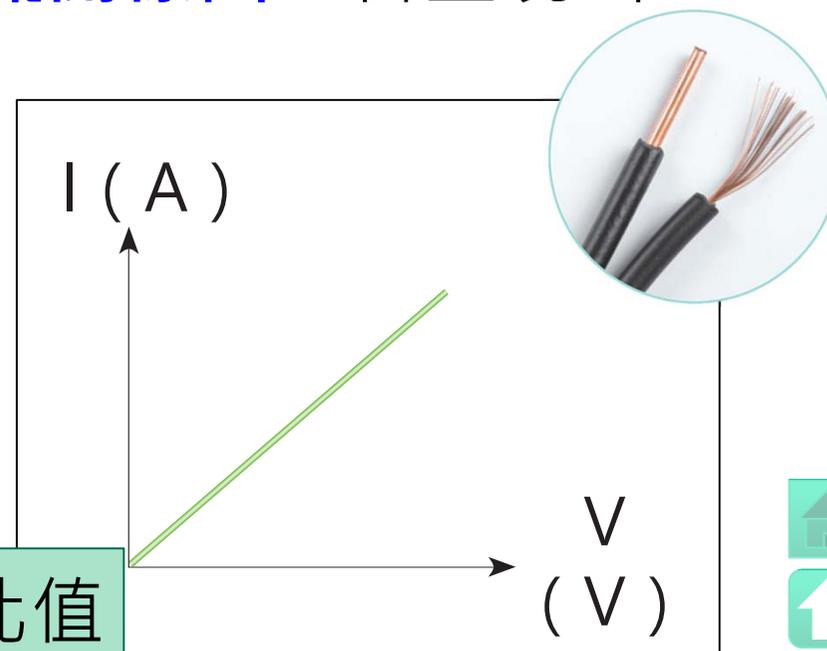


圖4-26歐姆式導體的電壓與電流關係



## 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**。

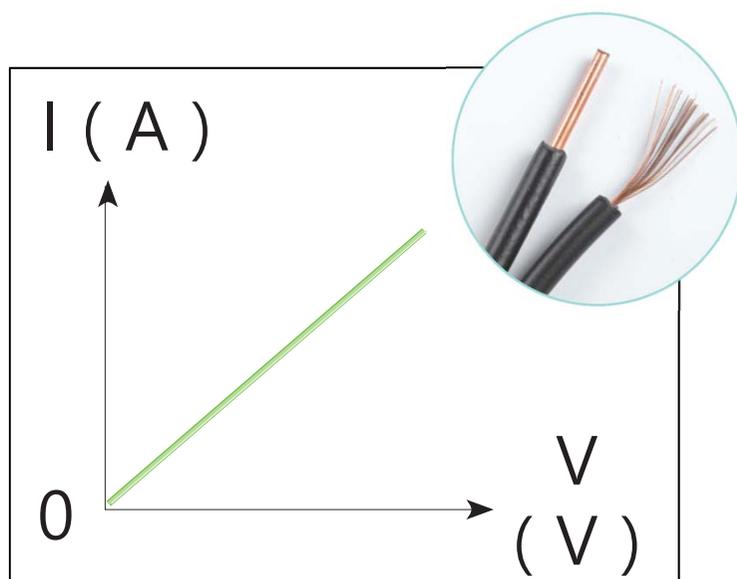
$$\frac{\text{導體兩端的電壓}}{\text{通過導體的電流}} = \text{定值} \quad \text{即} \quad \frac{V}{I} = \text{定值} \quad (\text{式4-2})$$

大部分金屬導體及石墨都能滿足歐姆定律

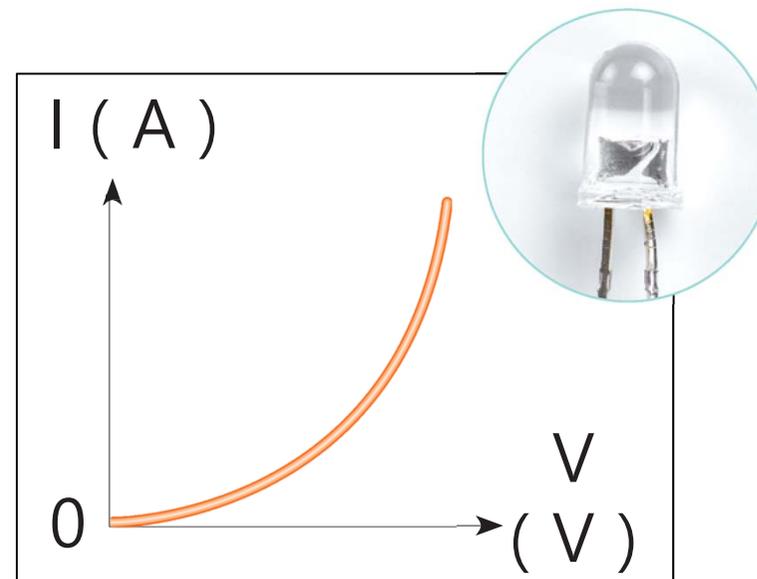


# 1 歐姆定律

- 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



## 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

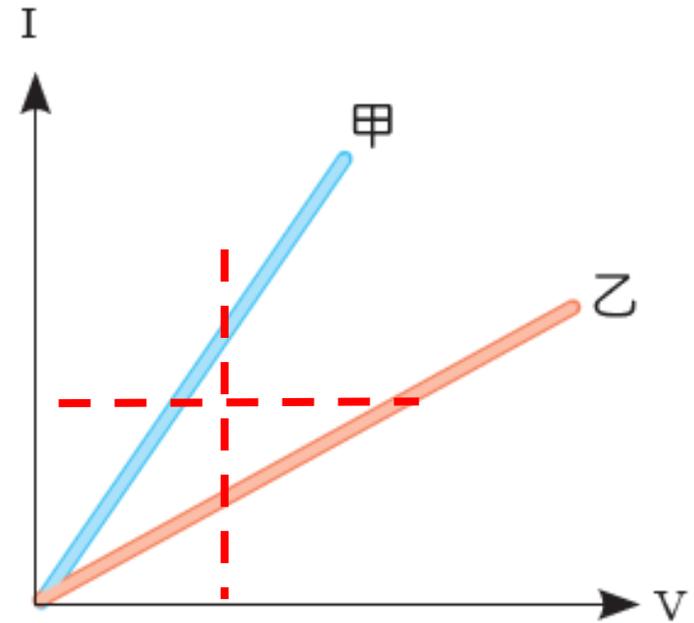
## 電阻

- 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 (  $\Omega$  )**。
- 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**。



## 例題 補充練習

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

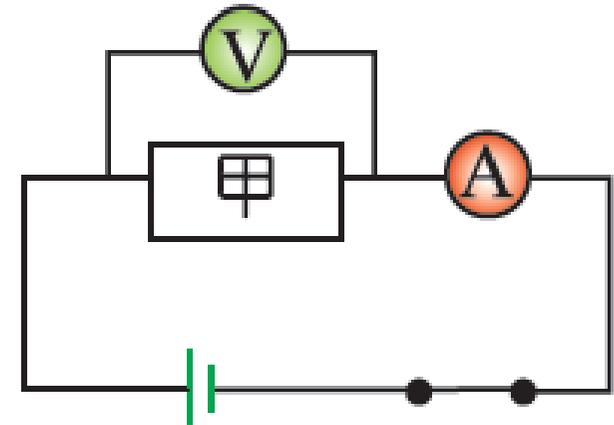
由圖可知，兩導體的 $V$ 與 $I$ 成正比關係。當兩端電壓相同時，通過乙導體的電流較小，即乙導體電阻較大，通過相同電流時，乙導體兩端電壓較大。故答案為(D)。

大  
較大



## 例題 補充練習

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？



- (A)  $0.5A$
- (B)  $1A$
- (C)  $1.5A$
- (D)  $3A$

### 解答

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。



## 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。

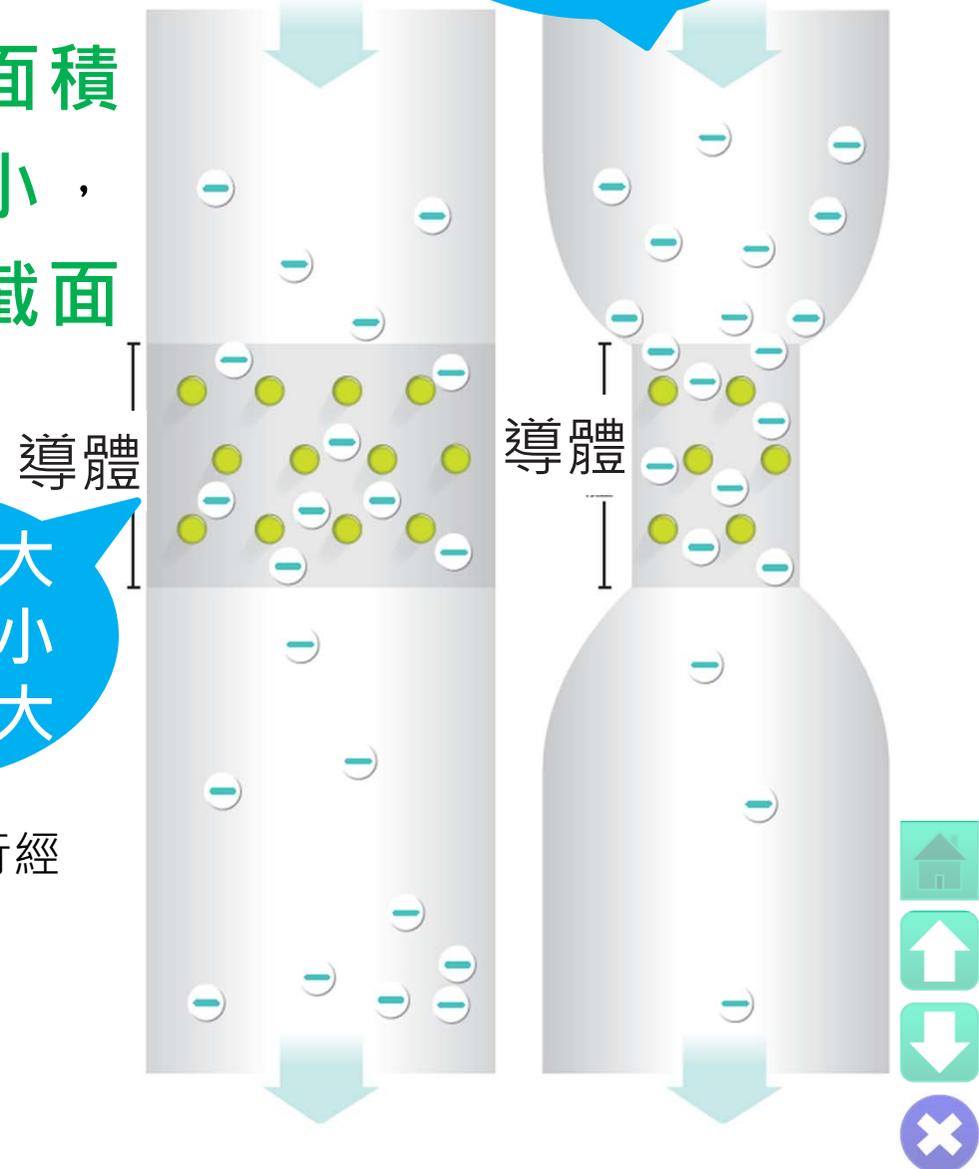


# 截面積

- 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



- ▶ 圖4-28 導體愈粗，電子能行經的空間較多，所以電阻較小

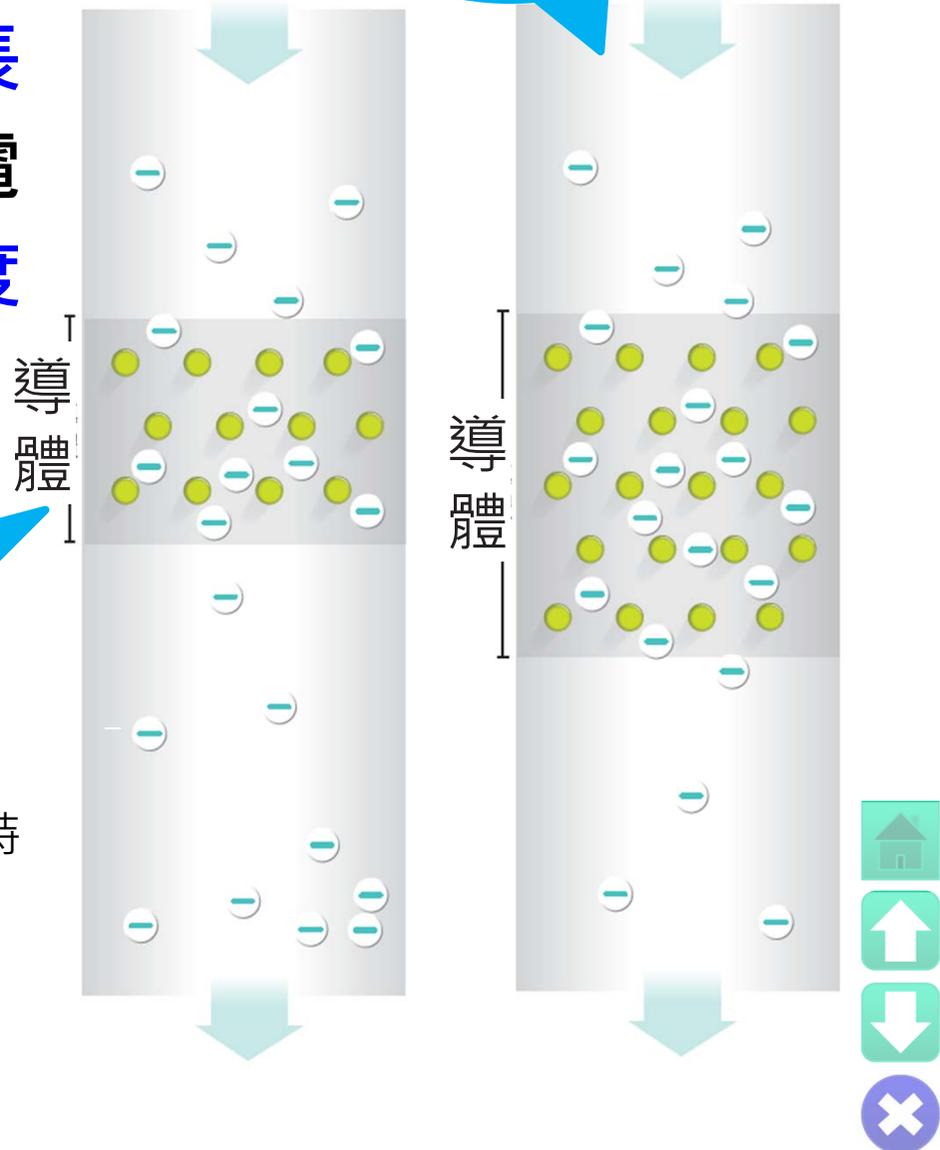
# 長度

- 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



## 例題 補充練習

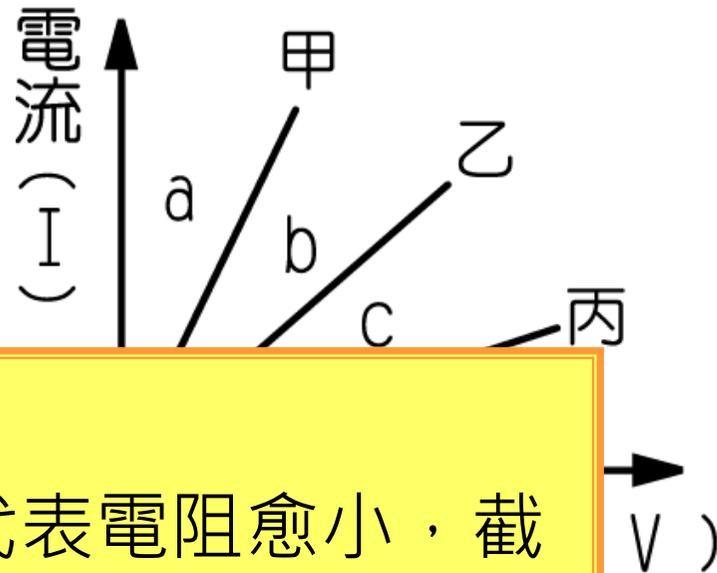
甲、乙、丙三個不同電阻之電壓 (  $V$  ) 和電流 (  $I$  ) 關係如圖所示，若三電阻之材質及長度皆相同，則下列敘述何者正確？

(A) 截面積大小：丙 > 乙 > 甲

(B) 截面積大小：甲 > 乙 > 丙

(C) 電阻大小：丙 > 乙 > 甲

(D) 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)。



## 例題 補充練習

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**

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



## 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VΩ mA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 $\Omega$ 

1. 將檔位轉至 $\Omega$ 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

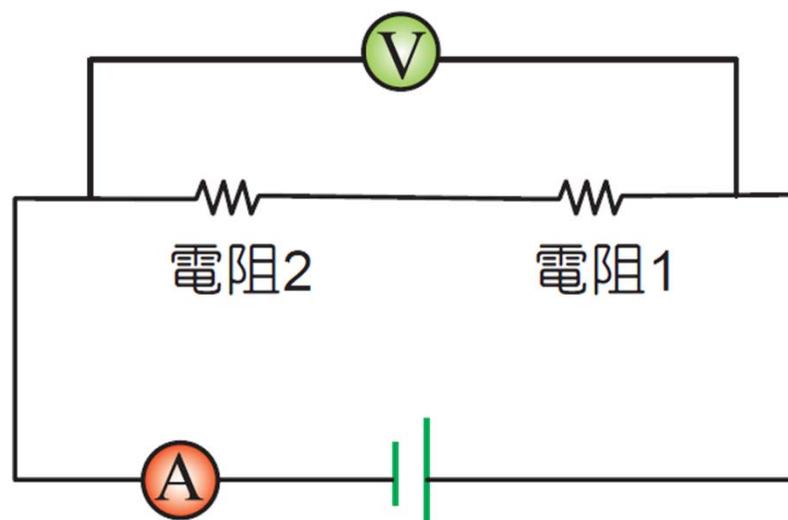
### 串聯電路

- 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

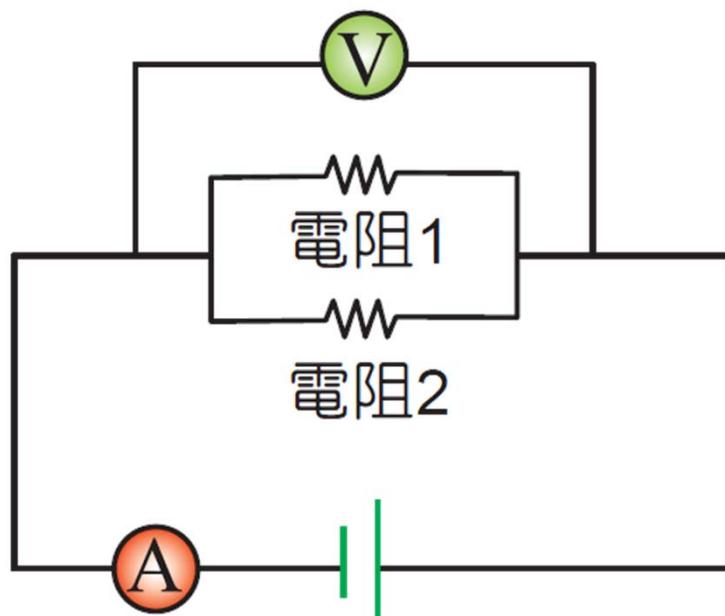
### 並聯電路

- 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。



## 動 動 腦

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。

---



## 例題 補充練習

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？

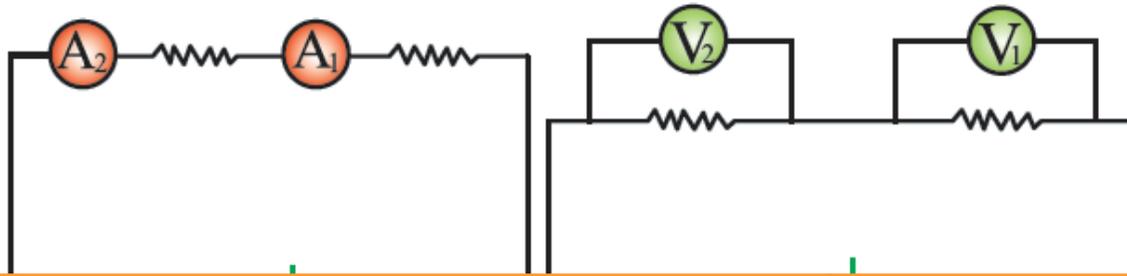


- (A) **解答**
- (B) (A)安培計讀數大小關係：丙 > 甲 > 乙 (B)燈泡兩端的電壓大小關係：甲 = 丙 > 乙 (D)燈泡亮度：甲 = 丙 > 乙。故答案為(C)。
- (C)



## 例題 補充練習

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？



### 解答

- (A) 在a、b連接安培計，由於安培計的電阻極
- (B) 小，會使得大量的電流流經此安培計，而
- (C) 無電流流過 $A_1$ ，兩讀數不會相同，且安培
- (D) 計會損壞。故答案為(C)。

數  
讀數



## 例題 補充練習

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，通過的電流也愈大

### 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)。



## 例題 補充練習

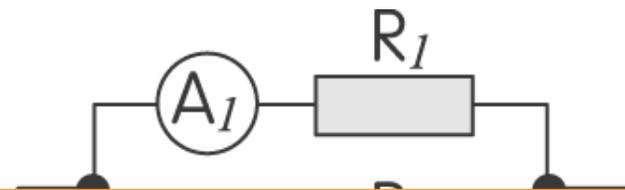
如圖接成通路的電路，已知電阻 $R_1 = 3\Omega$ 、 $R_2 = 6\Omega$ ，安培計 $A_1$ 的讀數為 $1.2A$ ，則安培計 $A$ 的讀數為何？

(A)  $0.6A$

(B)  $1.2A$

(C)  $1.8A$

(D)  $2.4A$



**解答**

並聯各分支電路電壓相同

$$V = I \times R = 1.2 \times 3 = I \times 6, I = 0.6(A)$$

安培計 $A$ 的讀數 =  $0.6 + 1.2 = 1.8(A)$ 。故答案為(C)。



## 例題 補充練習

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



### 解答

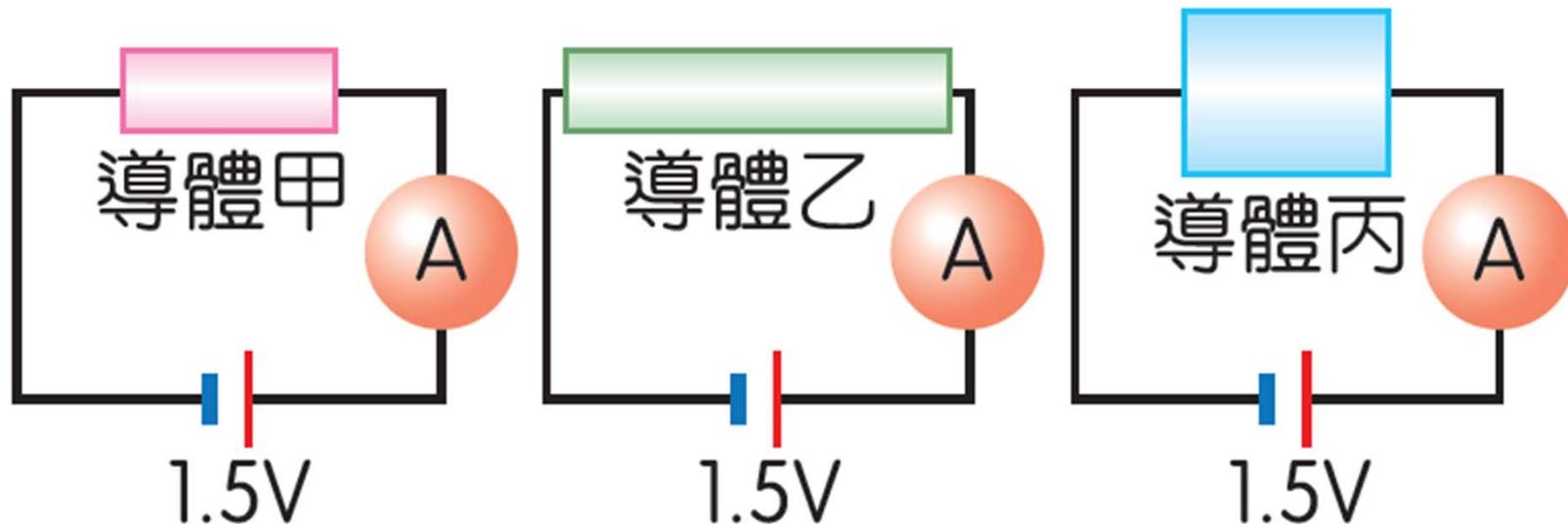
並聯各分支電路電壓相同，電流與電阻大小成反比，電阻比為2：3，電流比為3：2，推得流經2歐姆電阻的電流為3安培。

故 $V_{\text{池}} = V_{2\Omega} = I \times R = 2 \times 3 = 6$ (伏特)。



## 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 $A$   $\text{cm}^2$ ；導體乙的長度為 $2L$  cm，截面積為 $A$   $\text{cm}^2$ ；導體丙的長度為 $L$  cm，截面積為 $2A$   $\text{cm}^2$ 。



## 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 $I_{甲}$ 、 $I_{乙}$ 、 $I_{丙}$ ，其大小關係為下列何者？

(A)  $I_{甲} > I_{乙} > I_{丙}$

(B)  $I_{乙} > I_{甲} > I_{丙}$

(C)  $I_{丙} > I_{甲} > I_{乙}$

(D)  $I_{丙} > I_{乙} > I_{甲}$



## 108 會考題

試題解析：

電阻大小 $R$ 正比於 $L/A$ ，所以 $R_{甲}$ 正比於 $L/A$ ， $R_{乙}$ 正比於 $2L/A$ ， $R_{丙}$ 正比於 $L/2A$ ，所以 $R_{乙} > R_{甲} > R_{丙}$ 。電壓相同，電阻愈大，電流愈小， $I_{丙} > I_{甲} > I_{乙}$ 。故選(C)。



本章節結束

