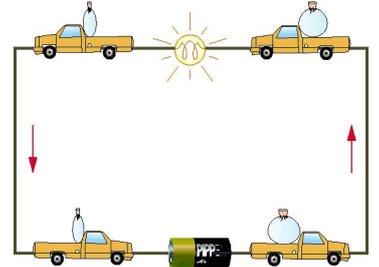


電流的热效應

1.) 電流的热效應：

1. 電流經電阻時，會將**電能變成熱能 or 光能**。
例：吹風機、電鍋、熨斗、照明器、電熱器...
2. 轉變過程：化學能（電池）→電能→熱能、光能。



2.) 電能 (E)：

1. 電流流經電阻所放出的**能量**；流經電池所獲得的能量。
 2. $E = QV$ 。單位：焦耳 (J)。(1 cal=4.18J)
例：1 庫侖電子經過 1.5V 的電池，得 1.5J 電能。⇒ V 大，E 越大
- ◇ 電荷流經電池時，獲得電能 $E =$ 電量 Q 與電壓 V 的乘積
即**電能 = 每單位電量 (庫侖) 經過的電壓**

3. 電能的計算公式：

$$E = QV = IVt = I^2 R t = \frac{V^2}{R} t$$

公式換算：

$$I = \frac{Q}{t}$$

$$R = \frac{V}{I}$$

單位：

E：焦耳 Q：庫侖
V：伏特 I：安培
R：歐姆 t：秒

◎ 電能(E)

例：3V 的電池在 20 秒內提供 90C 電量，則電能 $E =$ 270 J。

例：以 18V 電池串聯 6Ω 及 3Ω 的電阻，試求：

1. 電流 $I =$ 2 A。
2. 20 秒後，電池消耗電能 $E =$ 720 J。
3. 3Ω 電阻在 10 秒內消耗 120 J 電能。
4. 6Ω 電阻在 15 秒內消耗 360 J 電能。

例：將 4Ω 及 2Ω 的電阻並聯後，再接上 12V 的電池，試求：

1. 總電阻 $R_t =$ $4/3$ Ω 。
2. 總電流 $I_t =$ 9 A。
3. 兩電阻消耗的電能比 = 1：2。
4. 電池在 10 秒消耗 1080 J 電能。
5. 4Ω 電阻在 10 秒內消耗 360 J 電能。
6. 2Ω 電阻在 10 秒內消耗 720 J 電能。

3.) 電功率 (P)：供電效率

1. 電器每秒消耗的能量；電源每秒供給的能量。

★ 2.
$$P = \frac{E}{t} = IV = I^2R = \frac{V^2}{R}$$

P：瓦特 V：伏特 I：安培
R：歐姆 t：秒

單位：瓦特 (W)。1 W = 1 J/s

3. 串聯電路中：I 相同， $P = I^2R \Rightarrow P \propto R$ 。

並聯電路中：V 相同， $P = \frac{V^2}{R} \Rightarrow P \propto \frac{1}{R}$ 。

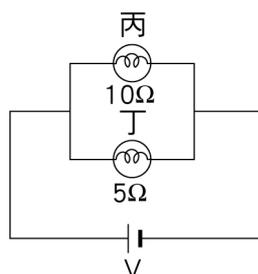
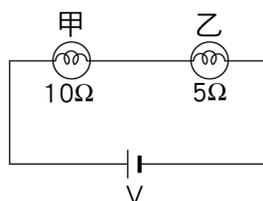
4. 電器會標示額定電壓與電功率。

若 $\begin{cases} V \text{ 過大，電器燒壞。} \\ V \text{ 過小，功率不足。} \end{cases}$

5. 家用電器為並聯電路，使用電器越多，電流越大，總電功率越大。

4.) 燈泡的亮度由 P 決定 \Rightarrow P 大，亮度大。

➤ 例：



甲的電功率： $P = I^2R$ ， $P = \left(\frac{V}{15}\right)^2 * 10$

乙的電功率： $P = I^2R$ ， $P = \left(\frac{V}{15}\right)^2 * 5 \quad \Rightarrow$ 甲比較亮。

丙的電功率： $P = \frac{V^2}{R}$ ， $P = \left(\frac{V}{10}\right)^2$

丁的電功率： $P = \frac{V^2}{R}$ ， $P = \left(\frac{V}{5}\right)^2 \quad \Rightarrow$ 丁比較亮。

◎ 電功率(P)

例：

電器	冰箱	吹風機	電視
電壓 (V)	120	120	120
電流 (A)	甲	乙	2
電阻 (Ω)	丙	24	丁
功率 (W)	180	戊	己

甲：【1.5】； 乙：【5】； 丙：【80】； 丁：【60】； 戊：【600】； 己：【240】。

例：一電器每分可放熱 5400J，則電功率 $P = \underline{90}$ W。

例：一電阻連接 110V 電源時，測得電流 $I = 2A$ ，試求：

1. 電阻 $R = \underline{55}$ Ω 。
2. 5 分後，電池消耗電能 $E = \underline{66000}$ J。
3. 此電阻的電功率 $P = \underline{220}$ W。

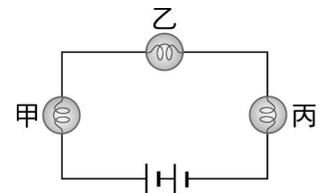
例：將 8Ω 及 10Ω 的電阻串聯後，再接上電池，測得電流 $I = 4A$ ，試求：

1. 電池電壓 $V = \underline{72}$ V。
2. 電池在 100 秒內消耗 $\underline{28800}$ J 電能。
3. 10Ω 電阻在 100 秒內消耗 $\underline{16000}$ J 電能。
4. 8Ω 電阻的電功率 $P = \underline{128}$ W。
5. 8Ω 及 10Ω 兩電阻的電功率比 = $\underline{4:5}$ 。

例：將電熱水器 ($550W$ 、 $110V$) 通電 20 秒後，試問：

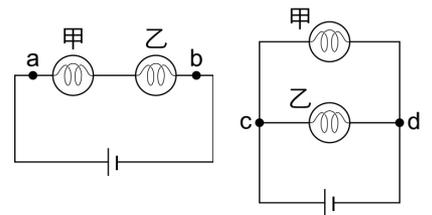
1. 電熱水器的電阻 $R = \underline{22}$ Ω 。
2. 流經的電流 $I = \underline{5}$ A。
3. 此電器 20 秒內消耗電能 $E = \underline{11000}$ J。
4. 若改接在 $220V$ 的電源上，且電器未損壞，此時電功率 $P = \underline{2200}$ W。
5. 若改接在 $55V$ 的電源上，此時電器的電功率 $P = \underline{550/4}$ W。

例：將燈泡甲、乙、丙與電池連接成通路，如圖。發現甲燈泡的電功率最大，乙燈泡的電功率最小。若甲燈泡的電阻為 $R_{甲}$ ，乙燈泡的電阻為 $R_{乙}$ ，丙燈泡的電阻為 $R_{丙}$ ，則三者的電阻大小為： $\underline{R_{甲} > R_{丙} > R_{乙}}$ 。



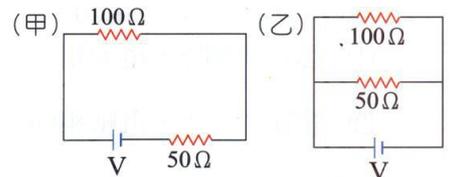
例：當甲、乙兩燈泡串聯時，甲燈泡比乙燈泡亮；

如果將兩燈泡並聯後，甲、乙兩燈泡的亮度關係： $\underline{甲 < 乙}$ 。



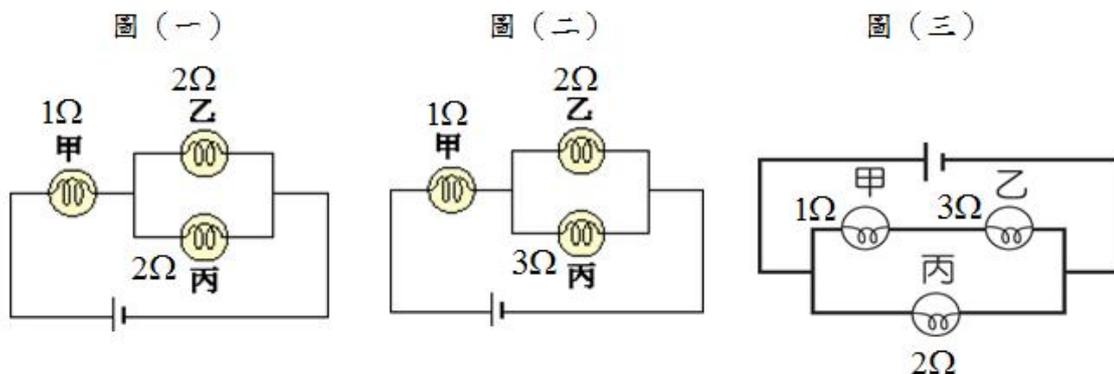
例：取 100Ω 、 50Ω 二電阻器分別連結成如圖的甲、乙二電路：

1. 電路(甲)中， 100Ω 與 50Ω 的電流比為 $\underline{1:1}$ ，電位差比為 $\underline{2:1}$ ，電功率比為 $\underline{2:1}$ 。
2. 電路(乙)中， 100Ω 與 50Ω 的電流比為 $\underline{1:2}$ ，電位差比為 $\underline{1:1}$ ，電功率比為 $\underline{1:2}$ 。
3. (甲)、(乙)二電路何者總功率較大？答： $\underline{乙}$ 。



例：甲、乙和丙為三個燈泡，連接成如下圖電路：

1. 如圖一，甲 1Ω 、乙 2Ω 、丙 2Ω ，甲乙丙三燈泡電功率比 = $2 : 1 : 1$ 。
2. 如圖二，甲 1Ω 、乙 2Ω 、丙 3Ω ，甲乙丙三燈泡電功率比 = $25 : 18 : 12$ 。
3. 如圖三，甲 1Ω 、乙 3Ω 、丙 2Ω ，甲乙丙三燈泡電功率比 = $1 : 3 : 8$ 。



例：下圖各電路中的電池、電阻均完全相同，電池內電阻不計，試回答下列問題：

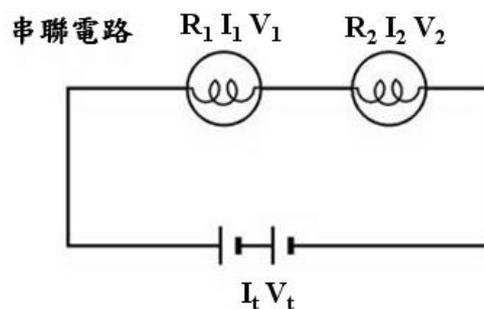


1. 4 電路分別任取其中一個電阻，其電流比為 $2 : 4 : 1 : 2$ 。
2. 4 電路分別任取其中一個電池，其電流比為 $4 : 16 : 1 : 4$ 。
3. 4 電路的總功率比為 $4 : 16 : 1 : 4$ 。

★ 5.) V、I、R、P 的計算：

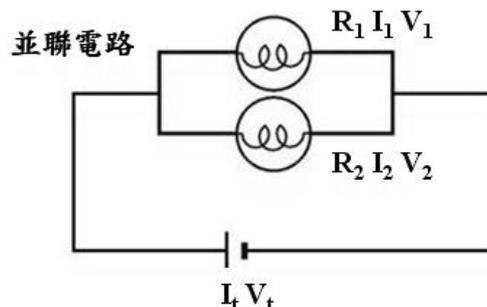
1. 串聯電路：

- a. $I_t = I_1 = I_2 = \dots$
- b. $V_t = V_1 + V_2 + \dots$
- c. $R_t = R_1 + R_2 + \dots$
- d. $P_t = P_1 + P_2 + \dots$

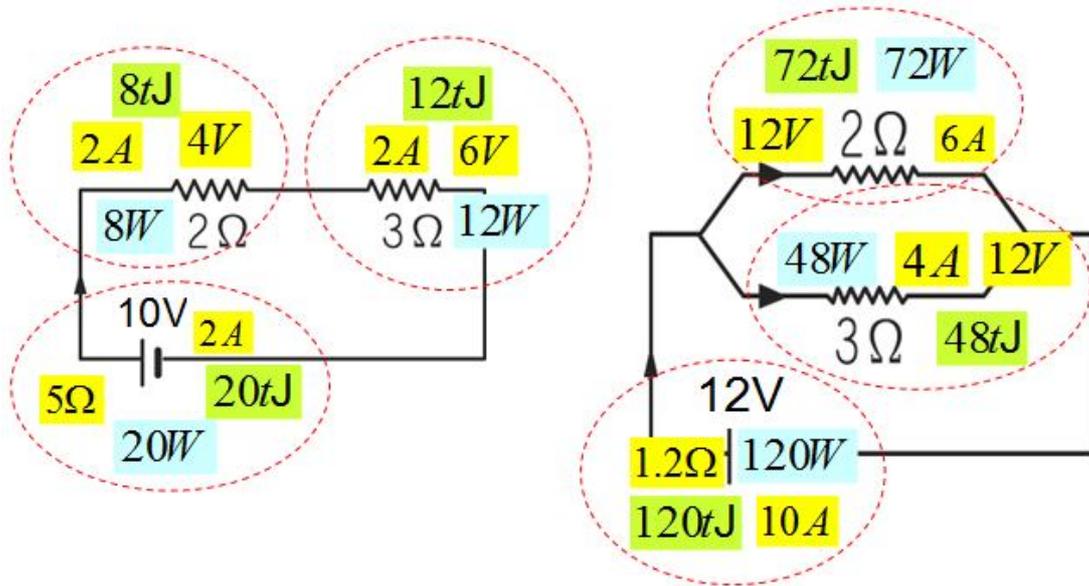


2. 並聯電路：

- a. $I_t = I_1 + I_2 + \dots$
- b. $V_t = V_1 = V_2 = \dots$
- c. $\frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots$
- d. $P_t = P_1 + P_2 + \dots$

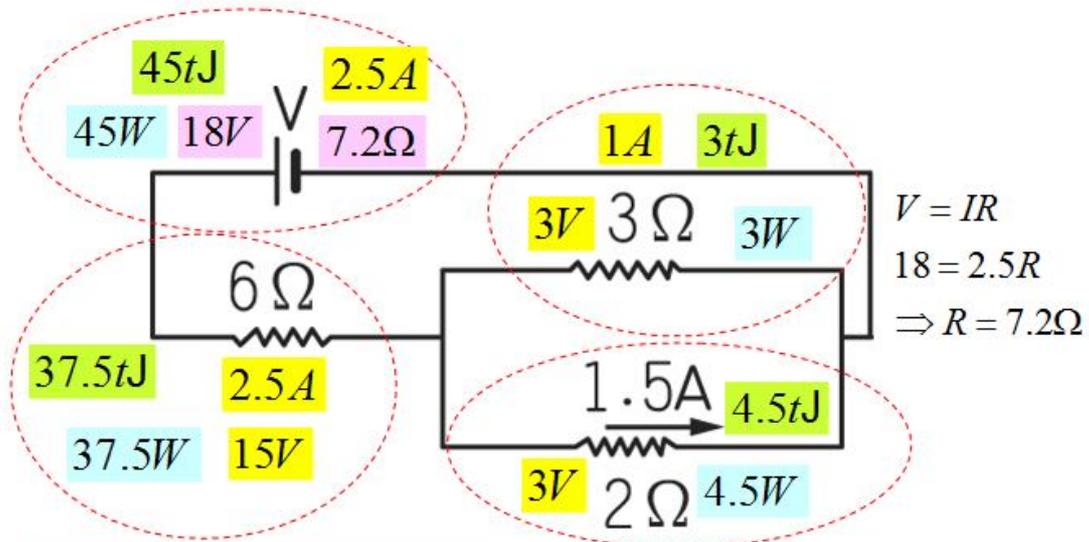


例：求出各電路元件的 VIRPE：



⇒ 無論串聯或並聯, $P = P_1 + P_2$

2. 如圖的的電路。則求出總電壓 $V = \underline{18}$ 伏特及各元件 VIRPE：



$$V = IR$$

$$18 = 2.5R$$

$$\Rightarrow R = 7.2\Omega$$

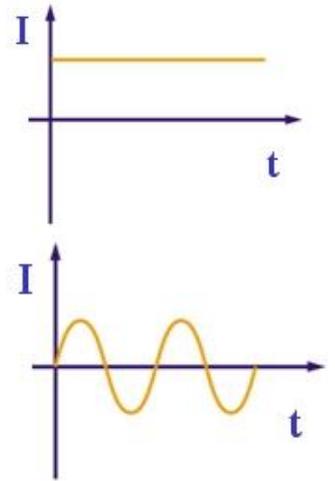
$$\frac{1}{R_1} = \frac{1}{2} + \frac{1}{3} = \frac{5}{6} \Rightarrow R_1 = \frac{6}{5} = 1.2\Omega \Rightarrow \text{驗證: } P_1 + P_2 + P_3 = P$$

$$\Rightarrow R = 1.2 + 6 = 7.2\Omega \quad E_1 + E_2 + E_3 = E$$

直流電與交流電、電力輸送與消耗

1.) 直流電 (DC) 與交流電 (AC):

1. 直流電：電流方向、大小固定。由電池正極→電器→負極。
 - ◇ 直流電源：提供直流電者。有標示正負極，如乾電池、鉛電池。
2. 交流電：電流的方向、大小隨時間做週期性的變化。如：臺灣的交流電頻率=60 Hz。(1秒內電流方向來回變換60次。)
 - ◇ 交流電源：提供交流電者。如家庭用電。
3. 直流電與交流電的比較：
 - a. 都可以傳送電能。
 - b. 直流電不可變壓，傳送中能量消耗快。
 - c. 交流電可變壓，減少損耗，經濟效益大。

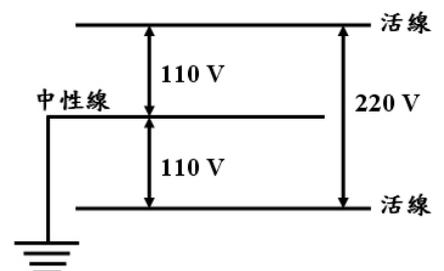


2.) 電力輸送:

- ◇ 發電方式：水力、火力、核能、風力…
 - 1. 線路：Cu 線（電阻很小）
 - 2. 方式：高電壓、低電流。
 - a. 減少線路損耗的電功率： $P = I^2 R$ ，R 為定值 \Rightarrow I 越小，電能損耗越少。
 - b. 發電廠供電的功率 P 固定： $P = IV$ ，I 降低 \Rightarrow V 升高。
 - ◇ 送電方式：電力公司送出高壓 \Rightarrow 變電所降壓（兩次） \Rightarrow 電線桿或地面的變壓器降壓至 100V or 220V \Rightarrow 家庭、工廠用戶。
- 例：若發電廠的電壓變為 3 倍時，
則電流變為 1/3 倍；能量損失變為 1/9 倍。

➤ 室內配線:

1. 家用電源： $\begin{cases} 2 \text{ 條活線 (火線)} \\ 1 \text{ 條中性線 (地線)} \end{cases}$
2. 電源插座：110V & 220V（三孔 or 二孔）
由電源線經過電錶、配電盤後分出。
其中三孔插座有地線，避免漏電造成傷害。



3.) 電費的計算：

1. 以瓦時器（電表）算電能。
2. 單位：度，1 度 = 1KW × hr（千瓦-小時）。

$$1\text{度} = 1\text{千瓦小時} = 1000W \times 3600s = 3.6 \times 10^6 J。$$

例：燈泡（110V、100W）連續使用 3 小時，試求：

1. 消耗的電能 $E = \underline{1080000}$ J = 0.3 度。
2. 若每度電 4 元，電費 = 1.2 元。

例：冷氣 800W，使用 4hr，且一度電 3 元，則使用的電能 $E = \underline{3.2}$ 度。
共花電費 = 9.6 元。

例：學校有 40 間教室，每間教室有 20 支（110V、30W）的日光燈，將全部電燈連開 8 小時，試問：

1. 日光燈總電功率 $P = \underline{24000}$ W。
2. 使用 8 小時後，消耗的電能 $E = \underline{192}$ 度。
3. 若每度電 3 元，電費 = 576 元。

例：現有 3 種電器：甲(800W)、乙(1200W)、丙(500W)，同時使用 3 小時，電費每度 2 元，共花電費 = 15 元。

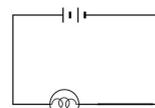
例：將 10 個燈泡（ $R = 50 \Omega$ ）並聯在 100V 的電源上，每天用 4 hr，試問：

1. 一天耗電 8 度。
2. 一個月(30 天)，電費每度 3 元，共花 720 元。

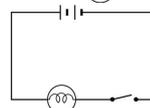
家庭日電安全

1.) 電路的型態：

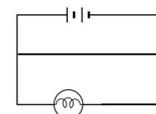
1. 通路：電路為封閉迴線，通電後燈泡會發光。



2. 斷路：電路切斷，無法通電，燈泡不發光。



3. 短路：直接用導線連接正負極，造成電流極大，易電線走火。



a. 電線走火：因電器使用不當而造成起火燃燒的現象。

- i. 插頭鬆脫、導線接點接觸不良，造成接點發出火花而起火
- ii. 拉扯電線，造成拉扯部位的金屬導線變細（電阻變大），則易因溫度升高而起火。

2.) 安全負載電流：電線所能承受的最大電流。受電線的材質、粗細影響。
電流過高時，電線會產生高熱，易電線走火。

3.) 保險絲與無熔絲開關

1. 保險絲：

- a. 材質：**電阻大、熔點低**的合金(錫鈹鉛合金)。
- b. 用途：保護電路⇒不可換成其他金屬線。
- c. 裝於總開關處，與線路串聯。當電流超過最大值時，保險絲融化形成斷路。

2. 無熔絲開關：取代保險絲

電流超過最大值時，開關自動跳開**形成斷路**，斷電時無須拆解更換保險絲，重新撥動則可通電。

4.) 用電安全

1. 使用正確數值的保險絲或無熔絲開關。
2. 電器不可過熱或潮濕。
3. 不可以拉扯電線。
4. 同一插座不可使用過多電器。
5. 長期不用電器，要拔插頭。
6. 若不慎觸電，必須用不導電物撥開。