

焦點2 電阻的應用

一、歐姆定律

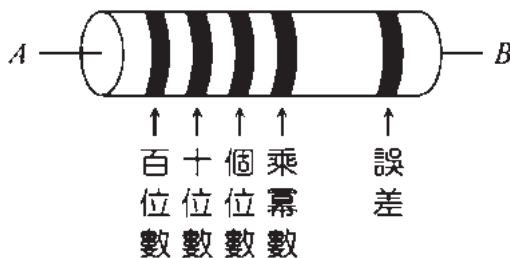
1. 定義：導體兩端的電壓與通過導體的電流成正比。
2. 公式： $V=I \times R$
3. 歐姆定律重要觀念：凡是遵守歐姆定律的元件或電路都稱為「歐姆元件」或「歐姆電路」或「歐姆式導體」，其電阻與電流、電壓無關。

二、色碼電阻

1. 定義：體積較小的電阻器會使用色碼來做表示。
2. 色碼電阻的判別方式：

數字	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
顏色	黑	棕	紅	橙	黃	綠	藍	紫	灰	白	金	銀
誤差		±1%	±2%	±3%	±4%	±0.5%	±0.25%	±0.1%	±0.05%		±5%	±10%

3. 色碼電阻以五環式色碼電阻來舉例：



例：百位數→藍、十位數→紫、個位數→灰、乘幕數→白、誤差→銀
表示： $678 \times 10^9 \pm 10\% = 678G \pm 10\%$

三、電阻溫度係數

1. 定義：
 - (1) **正電阻溫度係數**：電阻值會隨著溫度上升而增大，例如：導體、金屬材料
 - (2) **負電阻溫度係數**：電阻值會隨著溫度上升而下降，例如：半導體、絕緣體
 - (3) **電阻溫度係數(α)**：溫度每上升 1°C ，所增加的電阻與原溫度電阻的比值，即稱為原溫度電阻的溫度係數(αt)。

2. 公式：
$$\alpha_1 = \frac{R_2 - R_1}{R_1} \frac{t_2 - t_1}{t_2 - t_1} \text{ 或 } R_2 = R_1 [1 + \alpha_1 (t_2 - t_1)]$$

3. 常用的關係式：

$$(1) \text{材料在溫度 } 0^{\circ}\text{C} \text{ 時電阻溫度係數 } \alpha_0 \text{ 之電阻比：} \frac{R_2}{R_1} = \frac{\frac{1}{\alpha_0} + t_2}{\frac{1}{\alpha_0} + t_1}$$

$$(2) \text{材料在溫度 } T^{\circ}\text{C} \text{ 時電阻溫度係數 } \alpha_T, \alpha_T = \frac{1}{|T_0| + T}$$

較常見的材料為銅線 $\alpha_0 = 0.00427$ 、 $T_0 = -234.5^{\circ}\text{C}$

即學即測

- 某電阻之色碼依序為紅、黃、棕、銀，若電阻兩端的電壓為12 V，則通過電阻之電流約為多少？
(A)50 mA (B)100 mA (C)50 mA (D)100 mA 【102中油】
- 有一銅線在溫度 25°C 時之溫度係數為0.00385、電阻為26W，則溫度 75°C 時之電阻值約為多少？
(A)20 W (B)28 W (C)31 W (D)36 W 【102中油】
- 有一水泥電阻器標示為10W20ΩJ，其中J表示誤差為
(A) $\pm 5\%$ (B) $\pm 10\%$ (C) $\pm 15\%$ (D) $\pm 20\%$ 【106中油】

30秒快速理解!!

- 先由色碼得知電阻為 $24 \times 10^1 \pm 10\% = 240 \pm 10\%$ ，

$$\text{故 } I = \frac{V}{R} = \frac{12}{240} = 0.05\text{A} = 50\text{mA} \circ$$

正解 C

- 直接代入電阻溫度係數公式計算

$$R = R(T_0)(1 + \alpha\Delta T) = 26[1 + 0.00385(75 - 25)] \approx 31 \circ$$

正解 C

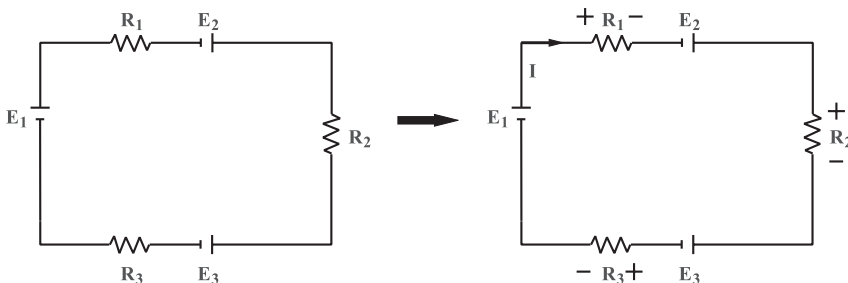
- J(金色)代表 $\pm 5\%$ 。

正解 A

焦點2 克希荷夫電壓與電流定律

一、克希荷夫電壓定律(KVL)

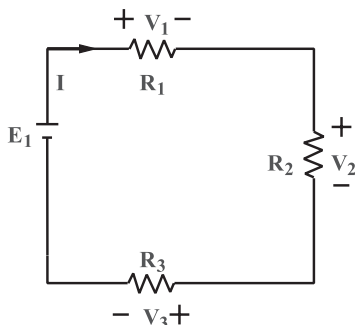
1. 定義：沿著閉合迴路所有元件兩端的電位差(電壓)的代數和等於零。
2. 公式： $\Sigma E = \Sigma V$ (電壓升 = 電壓降)。
3. 名詞解釋：電壓升：電流由負端(低電位)流入，正端(高電位)流出者。
電壓降：電流由正端(高電位)流入，負端(低電位)流出者。
4. 解題步驟：
Step1：先定好迴路電流I之方向及各元件極性。
Step2：沿著電流路徑判斷各元件是電壓升或電壓降。
Step3：由克希荷夫電壓定律，可列出 $E_1 + E_2 = V_{R1} + V_{R2} + V_{R3} + E_3$ 。
Step4：再藉由歐姆定律及題目需求解題。



二、分壓定律

1. 定義：串聯的電路中，各電阻的電壓會與電阻成正比。
2. 公式：如圖所示欲求 V_1 、 V_2 、 V_3 ，藉由分壓定律可求得 $V_1 = E \times \frac{R_1}{R_T}$ ，

$$V_2 = E \times \frac{R_2}{R_T}, V_3 = E \times \frac{R_3}{R_T}, R_T = R_1 + R_2 + R_3$$



三、克希荷夫電流定律(KCL)

1. 定義：所有進入某節點的電流的總和等於所有離開這節點的電流的總和。

2. 公式： $\Sigma I_{in} = \Sigma I_{out}$

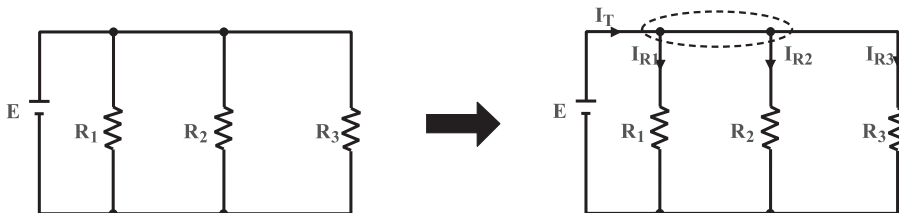
3. 解題步驟：

Step1：先定好電路中的節點。

Step2：標出各線路的電流方向。

Step3：由克希荷夫電流定律，可列出 $I_T = I_{R1} + I_{R2} + I_{R3}$ 。

Step4：再藉由歐姆定律及題目需求解題。

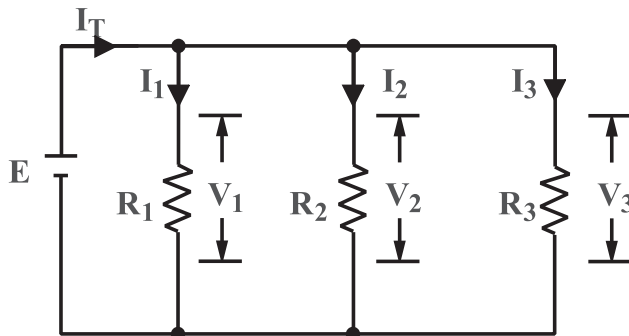


四、分流定律

1. 定義：並聯的電路中，各電阻的電流會與電阻成反比。

2. 公式：如圖所示欲求 I_1 、 I_2 ，藉由分流定律可求得 $I_1 = \frac{R_2 // R_3}{R_1 + (R_2 // R_3)} \times I_T$ ，

$$I_2 = \frac{R_1 // R_3}{R_1 + (R_2 // R_3)} \times I_T$$



焦點2 電場與電位

一、電場及電場強度

1. 定義：

(1) 電場：存在於電荷周圍能傳遞電荷與電荷之間交互作用的物理場，在電荷周圍總有電場存在。

(2) 電場強度：表示電場的強弱和方向的物理量。單位正電荷所受的力即為該點的電場強度，該點所受電場中力的方向為電場方向。

2. 公式： $E = \frac{F}{q}$ ，又 $F = 9 \times 10^9 \times \frac{Q_1 Q_2}{\epsilon_r d^2}$ ， $\therefore E = 9 \times 10^9 \times \frac{Q}{\epsilon_r d^2}$

3. 結論：

若是兩平行金屬板間的電場強度則為(1)在兩金屬平板處： $E = 0$ (2)在兩金屬

平板間： $E = \frac{V}{d}$

二、電通密度

1. 定義：電場中通過單位面積的電力線數，藉由高斯定律對任何電荷取一封閉曲面，電荷產生通過此曲面的電力線數會與電荷量相等，即 $\phi = Q$ ，電通密度與電場強度成正比。

2. 公式： $D = \frac{\phi}{A} = \frac{Q}{4\pi d^2}$ ， $E = \frac{F}{q} = \frac{Q}{4\pi\epsilon d^2}$ ， $\therefore E = \frac{D}{\epsilon} \Rightarrow D = \epsilon \times E$

3. 介質強度：介質在不發生破壞的情形下，每單位厚度所能承受之最大電壓值，稱為介質強度，通常用電壓梯度來表示 $g = \frac{V}{d}$ 。

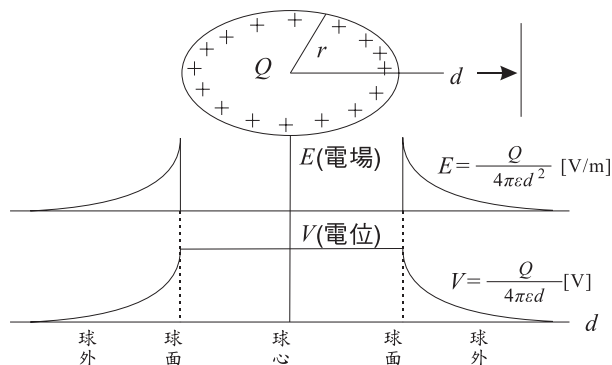
三、電位

1. 定義：令距離無窮遠處為0電位，將單位正電荷自無窮遠處移至某點所需之功，即為該點之電位。

2. 公式： $V = \frac{W}{Q} = \frac{F \times d}{Q}$ ，若在真空中或空氣中時 $F = 9 \times 10^9 \times \frac{Q_1 Q_2}{\epsilon_r d^2}$ ， $\therefore V = 9 \times 10^9 \times \frac{Q}{\epsilon_r d}$ 。

3. 常考題型為帶電金屬球體之電場與電位的關係，下方列出的圖表務必熟係在各個位置時的關係式。

位置	電位	電場強度
球內部 $d < r$	$V_i = V_r$	$E_i = 0$
球面 $d = r$	$V_r = \frac{Q}{4\pi\epsilon r}$	$E_r = \frac{Q}{4\pi\epsilon r^2}$
球外部 $d > r$	$V_o = \frac{Q}{4\pi\epsilon d}$	$V_o = \frac{Q}{4\pi\epsilon d^2}$



即學即測

- 在兩片互相靠近但不碰觸的金屬平板間施加一電壓，則下列何者正確？
 (A)兩平板上將蓄積電荷 (B)與施加電壓前後沒有什麼不同
 (C)兩平板間將產生一個磁場 (D)兩平板間將產生一導通電流【103中油】
- 設真空中有 $16\mu\text{C}$ 電力線垂直通過一 $2\text{cm} \times 2\text{cm}$ 之正方形平面，則此平面之電通密度為：
 (A) 4×10^{-2} (B) 1.6×10^{-2} (C) 2×10^{-2} (D) $3 \times 10^{-2} \text{ C/m}^2$

30秒快速理解!!

1 兩平板產生電場 E ，電場 E 會在兩平板上蓄積電荷。

正解 A

2 $D = \frac{\phi}{A} = \frac{16 \times 10^{-6}}{(2 \times 10^{-2})^2} = 4 \times 10^{-2} \frac{\text{C}}{\text{m}^2}$

正解 A

發電機與電動機

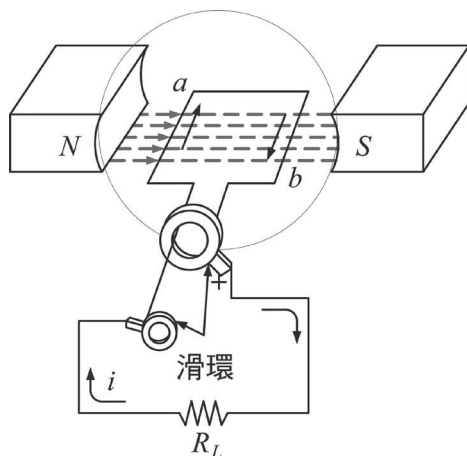
焦點1 發電機原理

一、直流發電機

1. 構成發電機之要件為：(1)原動機、(2)磁場、(3)電樞導體、(4)換向器(直流機)或滑環(交流機)。
2. 感應電勢方向：由佛萊明右手定則決定。

二、直流發電機之感應電勢

1. 感應電勢的形成：一導體繞成一長方形線圈，並置放於N、S兩磁極之間，以一定速度旋轉後，導體會產生感應電勢。



2. 感應電勢公式：
$$E = \frac{PZ}{60a} \phi n = K \phi n, K = \frac{PZ}{60a}$$

3. 名詞解釋：

符號	說明	符號	說明
P	極數(個)	Z	電樞總體導體數(根)
n	每分鐘轉速(rpm)	a	電樞並聯路徑數(條)
ϕ	磁通量(Wb)	K	常數

(3) 換向器：

- ① 對直流電動機係將外部電路的直流電改變成交流電而輸入電樞。
- ② 對直流發電機係將電樞內感應的交流電改變成直流電而輸至外電路。

四、電樞繞組

定義：電樞繞組是直流電機的主要結構，繞置於轉子上，採用軟銅圓線或平角線(截面是長方形的導線)，其功用在發電機中是用來切割磁通以產生感應電勢。

五、直流發電機分類與公式

1. 直流發電機分類

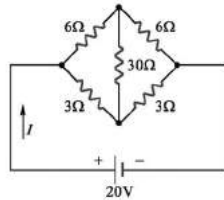
名稱	介紹	特性	用途	電路圖
外激式	發電機磁場的激磁電流是由其它直流電源供給與本身電樞無關。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 電壓變動少，電壓可以維持一定。 2. 改變端電壓極性容易：改變激磁電流方向。 3. 運轉時的轉速穩定。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 大型同步機的激磁機。 2. 華德-黎翁納德系統中的直流電源。 3. 定電壓的電源。 4. 低電壓大電流的發電機。 	
自激式	激磁繞組和電樞電路並聯，且串聯一場變阻器，用以調整場電流，又分激場繞組需用多匝而較細的導線製成，電阻值較大。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 具有恆定電壓的特性。 2. 輸出端短路時，即無磁場電流，電樞電流減小，具有短路保護設備。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 交流發電機之激磁機。 2. 蓄電池充電電源。 3. 直流電源。 	

第一部分：選擇題

- 1 下列何種材質在溫度升高時，其電阻值會下降
(A)金 (B)銀 (C)銅 (D)鎳
- 2 依電工法規規定，接地線之絕緣皮應使用何種顏色來識別？
(A)黑色 (B)綠色 (C)白色 (D)灰色
- 3 用以量測交流單相電動機之有效功率所需儀表之組合為
(A)電壓表、電流表、轉速表 (B)電壓表、頻率表、功率因數表
(C)電壓表、電流表、功率因數表 (D)電流表、頻率表、功率因數表
- 4 量測未知交流電源電壓，應先選擇三用電表ACV的哪一個檔位較合適？
(A)10V (B)50V (C)250V (D)1000V
- 5 將四個100Ω的電阻並聯，其總電阻值為何？
(A)25Ω (B)30Ω (C)40Ω (D)50Ω
- 6 電路中，當視在功率等於有效功率時，其功率因數為多少？
(A)0 (B)0.707 (C)0.866 (D)1
- 7 R、S、T代表電源線，U、V、W代表感應電動機出線，假如R-U、S-V、T-W連接為正轉，結線變更仍為正轉其結線為
(A)R-V、S-U、T-W (B)R-U、S-W、T-V
(C)R-W、S-V、T-U (D)R-V、S-W、T-U
- 8 電容 30×10^9 法拉等於？
(A)30μF (B)30nF (C)30mF (D)30pF
- 9 於潮濕處所為防止人員感電，其電氣設備前應裝置下列何者開關作保護
(A)無熔絲開關 (B)漏電斷路器 (C)快速型熔絲 (D)3E電驛
- 10 一電動機其輸入電壓為220V，電流為5A，效率為80%，試求輸出之馬力數為？
(A)1.18馬力 (B)1.21馬力 (C)1.33馬力 (D)1.85馬力
- 11 自感2H的線圈，於0.4秒中通過的電流由0A增加到20A，求此時之感應電動勢為何？
(A)1V (B)50V (C)80V (D)100V
- 12 電容器200μF若以5安培定電流充電至200伏特時，則所需時間為？
(A)8ms (B)800ms (C)4ms (D)400ms

如圖所示電路，電流I之值為何？

- 13 (A)2A
(B)3A
(C)4A
(D)5A



- 14 三相4極之感應電動機接於60Hz之電源其同步轉速應為
(A)12rps (B)25rps (C)30rps (D)60rps

- 15 有一 8Ω 之電阻串聯一個 $-j6\Omega$ 的電容，試求其阻抗為？
(A) 30Ω (B) 20Ω (C) 15Ω (D) 10Ω

- 16 一單相交流負載，負載電流 $i = 10\sin(314t + 65^\circ)$ A；負載電壓 $V = 20\sin(314t + 5^\circ)$ V，則負載之平均功率為？
(A)30W (B)40W (C)50W (D)60W

第二部分：填充題

- 一庫侖 = _____ 個電子。
- 有二個電容器 $C_1 = 5\mu\text{F}$ 、 $C_2 = 3\mu\text{F}$ 串聯後，接於160V之電源，在 C_2 兩端的電壓為 _____ V。
- 諧振電路的特徵為電壓與電流之相位差 _____ 度。
- 某一電熱器，啟動前電源端電壓115V，啟動後端電壓110V，負載1100W，電源等效阻抗為 _____ Ω 。