

電和磁 I

1 靜電學

1.1 電荷

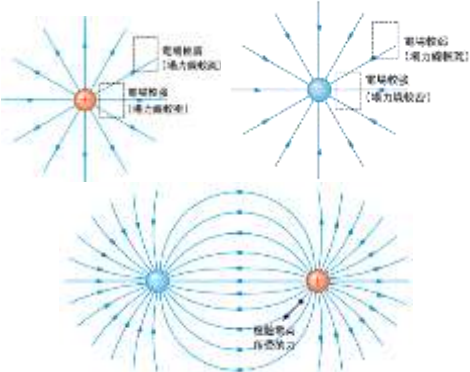
- 電荷分為兩種：正(+)與負(-)
電量的單位：庫倫 (C)
- 同性電荷相斥，異性電荷相吸。
- 電子：帶負電 (-1.6 x 10⁻¹⁹ C)
質子：帶正電 (+1.6 x 10⁻¹⁹ C)
中子：不帶電
- 各種物體的特性：

中性物體	質子數目 = 電子數目
帶負電物體	由其他物體獲得多餘的電子 ⇒ 電子數目 > 質子數目
帶正電物體	部分電子轉移到其他物體去 ⇒ 電子數目 < 質子數目

- 輕易讓電子流過的物體稱為導體；不輕易讓電子流過的物體稱為絕緣體。
- 庫倫定律： $\mathbf{F} = \frac{Q_1 Q_2}{4\pi\epsilon_0 r^2}$ ，其中 ϵ_0 是真空電容率，數值為 8.85 x 10⁻¹² C² N⁻¹ m⁻²。
- 在沒有其他帶電物體的影響下，導體接地後就會變為中性。

1.2 電場

- 帶電物體會在周圍建立電場，即使與其他物體或電荷沒有接觸，仍會對它們施加電力。
- 電場由場力線來表示。



- 場力線的方向表示正點電荷在電場中所受電力的方向，場力線的密度表示電場的強度。
- 電場強度 $\mathbf{E} = \frac{\mathbf{F}}{q}$
- 點電荷 Q 的電場強度是 $\mathbf{E} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$

1.3 電勢

- 考慮點電荷時，通常會把在無限遠處的電勢設定為零。
- 在某一點的電勢是每單位正檢驗電荷在該點的電勢能，即在某一點 A， $\mathbf{V_A} = \frac{PE_A}{q}$
- 與正點電荷 Q 相距 r 的電勢是

$$\mathbf{V} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r}$$

- 如果帶電平行板之間的距離是 d，電勢差是 V，則電場強度 E 的量值是

$$\mathbf{E} = \frac{V}{d}$$

- 電場強度是電勢的負梯度。

2 電路

2.1 電流

- 電流是電路中電荷的流動率。

$$\mathbf{電流} = \frac{\mathbf{電荷}}{\mathbf{時間}} \quad (\mathbf{I} = \frac{\mathbf{Q}}{\mathbf{t}})$$

- 電流的單位是安培 (A)，大小可用安培計量度。
- 在簡單電路中，電流處處相等。
- 傳統電流從電池組的正極(+)經電路走向負極(-)，與電子的流向相反。

2.2 電動勢和電勢差

- 橫跨兩點的電壓是指每個單位電荷經過這兩點時的電勢能轉換。

$$\mathbf{電壓} = \frac{\mathbf{能量}}{\mathbf{電荷}} \quad (\mathbf{V} = \frac{\mathbf{E}}{\mathbf{Q}})$$

- 電壓的單位是伏特 (V)，大小可用伏特計或電壓感應器量度。
 $1\text{ V} = 1\text{ J C}^{-1}$
- 電動勢是電源給予每單位電荷的電勢能。
- 電勢差是每單位電荷通過電源以外某兩點時，轉換成其他形式能量的電勢能。
- 電動勢和電勢差都可稱為電壓。
- 串聯電池的總電動勢等於所有電池的電動勢之和；並聯電池的總電動勢等於單個電池的電動勢。

2.3 電阻

- 電阻是導體對電流的阻礙。
電阻 = 導體兩端的電壓/通過導體的電流(R = V/I)
電阻的單位是歐姆 (Ω)。
 $1\text{ }\Omega = 1\text{ V A}^{-1}$
- 歐姆定律指出，在導體的溫度及其他物理條件不變的情況下，導體兩端的電壓與通過導體的電流成正比。
- 非歐姆導體不遵從歐姆定律。
- 大部份金屬的電阻都會隨溫度升高而增加，而大多數半導體的電阻則隨溫度升高而減少。
- 金屬導線的電阻 R 與下列因素有關：
 - 長度 *l*
 - 截面積 *A*
 - 所用的物料。 $\mathbf{R} \propto \frac{l}{A}$

- 電阻率顯示物料在某一溫度下對電流的阻力有多大，它的單位是 Ω m。
 $\rho = \frac{RA}{l}$ 或 $\mathbf{R} = \rho \frac{l}{A}$

- 電阻器是具有已知電阻值的裝置，定值電阻器的電阻值是固定的，但可變電阻(如變阻器) 的電阻值則可以改變。

2.4 串聯與並聯的電阻器

- 串聯電阻器的等效電阻 R_{eq}：

$$\mathbf{R_{eq} = R_1 + R_2 + \dots + R_n}$$

- 並聯電阻器的等效電阻 R_{eq}：

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

- 用導線直接連接電阻器的兩端，會出現短路。由於導線的電阻值幾乎為零，所以差不多全部電流都通過導線而不經過電阻器。如果市電電路發生短路，電線可因過熱而起火警。

2.5 安培計、伏特計和電源的電阻

- 良好安培計的電阻必須非常低。
- 良好伏特計的電阻必須非常高。
- 電源的內阻 (r) 令到它的端電壓 (V) 小於電動勢 (e.m.f.)。
- 電源的電動勢 = 電源的端電壓 + 內電阻兩端的電壓**
e.m.f. = V + Ir

3 家居電學

3.1 電功率與電能

- 電功率

$$\mathbf{P} = \frac{\mathbf{E}}{\mathbf{t}} = \mathbf{VI} = \mathbf{I^2R} = \frac{\mathbf{V^2}}{\mathbf{R}}$$

P 的單位是 W。

- 額定值：電器標籤上的額定功率指該電器以額定電壓操作時，每單位時間所轉換的電能。
- 在時段 t 內，供給電器的電能或電器以額定電壓操作時，每單位所轉換的電能。
- 在時段 t 內，供給電器的電能或電器消耗的電能

$$\mathbf{E} = \mathbf{Pt} = \mathbf{VIt} = \mathbf{I^2Rt} = \frac{\mathbf{V^2t}}{\mathbf{R}}$$

E 的單位是 J。

- 電力公司以千瓦小時 (kW h) 為單位去計算用戶所使用的電能。
- 1 千瓦小時相等於功率為 1 千瓦的電器啟動 1 小時所轉移的能量。
1kW h = 3.6 x 10⁶ J = 3.6 MJ

3.2 市電和家居電路

- 交流電(a.c)：以某個頻率改變方向的電流，例如電源插座提供的電流。
直流電(d.c)：電流不會改變方向，不過大小可隨時間而轉變，例如電池組提供的電流。
- 香港使用 220 V 的交流電，頻率為 50 Hz。
額定值為 220 V 的電器如果接上 110 V 電源，便不能正常操作。由於 P 和 V² 成正比，輸出的功率會遠小於額定值。
- 插頭和插座：



- 活線：電壓正負交替。
 - 中線：電勢為零 (接地)。
 - 地線：把電器的金屬外殼接地，萬一電路故障，地線可防止電器的金屬外殼通電。
 - 保險絲：應安裝在活線上。如果電流超過保險絲的額定值，保險絲就熔斷。
 - 雙重絕緣：電器的所有通電部分都由絕緣的塑料保護層所包裹。
 - 特長地線插腳：(i)用來推開插座上活線和中線插孔的安全活門，以防止意外地插入金屬物；(ii)確保電器接地後才通電。
- 市電電纜由活線和中線兩根導線組成。這兩根導線經過千瓦時計後與供電箱連接，然後分成多條並聯的支路。
 - 在供電箱內，每條線路都裝有一個新斷路器，作用與保險絲相同。
 - 電源插座與環繞房屋的環形幹線連接。

應考心得

1. 靜電學

- 接地**是指「地」是一個極大的「池 pool」，能吸收或提供大量的電荷，使導體處於零電勢 (V = 0)。
- 金屬是良好導體，電子能自由走動。木或塑膠是不良導體，電荷只留在原有的那一方。

quantity of charge	Q	C	電荷數量
Electrostatic force $F = \frac{Q_1 Q_2}{4\pi\epsilon_0 r^2}$	<i>F</i>	N	靜電力
Electric field strength $F = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$	<i>E</i>	N m ⁻¹	電場強度
Electric potential $V = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r}$	<i>V</i>	J C ⁻¹	電勢
Current $I = \frac{Q}{t}$	I	A	電流
e.m.f $V = \frac{W}{Q}$	V	V	電動勢能
Resistance $R = \rho \frac{l}{A}$	R	Ω	電阻值
Ohm's Law $V = IR$	歐母定律		
power $P = VI = I^2R = V^2/R$	P	W	電功率
equivalent resistance 等效電阻值			
in parallel $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$	in series $R = R_1 + R_2$		
electrical energy $E = P \times t$	電能(量)		

- 把金屬接地，不論接在何處，效果一樣。電荷會留在經摩擦後的膠棒所吸引的地方。

2. 電路

- 懂得分辨電動勢 *emf*、電壓 *V* 和電勢差 *p.d.*
- 黃金方程：**V = IR**；V 為「電勢差」
- 電池的正極為該電池的最大電壓，負極為 0 伏特。
- 懂得怎樣計算每點的電壓和兩點的電勢差。
- 在接駁電路時，電流「流入」接駁正，「流出」接駁負。
- 安培計擁有很小的電阻值，伏特計擁有很大的電阻值。
- 在計算一個有很多電阻器的電路時，試將電路重新繪畫。
- 在並聯電路中，兩極的電勢差相同。串電路中，流經所有元件的電流相同。
- 各並聯電路中的電流是不會影響對方。
- 在計算家居用電時，額定值上的電功率值只會在提供足夠的電壓時，才會正確；否則必須由其元件的電阻值開始起計算。計算「真正」電功率是靠有多少電流流經該電器。

