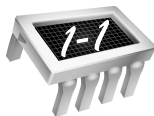


| | | | | | | | | | | |
|--------------------------|----------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|--------------------------|
| 第一章 1-1 電之基本概念 | 第二章 2-1 電阻 | 第三章 3-1 直流迴路分析 | 第四章 4-1 電容與電場 | 第五章 5-1 電感與電磁 | 第六章 6-1 直流暫態 | 第七章 7-1 交流電 | 第八章 8-1 交流電路 | 第九章 9-1 交流功率 | 第十章 10-1 諧振電路 | 第十一章 11-1 三相電路 |
|--------------------------|----------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|--------------------------|





SI 制單位 (System of International Unit)

一、單位系統

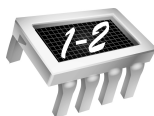
| 單位系統 | 長度 | 質量 | 時間 |
|-------------------------|---------|---------|-------|
| M K S 單位制 | 公尺 (m) | 公斤 (kg) | 秒 (s) |
| C G S 單位制 | 公分 (cm) | 公克 (g) | 秒 (s) |
| 國際單位系統 (國際 MKS 單位系統) | 公尺 (m) | 公斤 (kg) | 秒 (s) |

* 國際單位系統 (SI) : 包含 7 個基本量 :

- (1) 長度 (m)。
- (2) 質量 (kg)。
- (3) 時間 (s)。
- (4) 電流 (A)。
- (5) 溫度 (K)。
- (6) 光度 (cd)。
- (7) 粒子數 (mol)。

二、SI 制電學實用單位

| 名詞 | 名詞符號 | 單位名稱 | 單位符號 |
|----|-------|------|----------|
| 能量 | W | 焦耳 | J |
| 功率 | P | 瓦特 | W |
| 電壓 | V (E) | 伏特 | V |
| 電荷 | Q | 庫倫 | C |
| 電流 | I | 安培 | A |
| 電阻 | R | 歐姆 | Ω |
| 電容 | C | 法拉 | F |
| 電感 | L | 亨利 | H |



科學記號法與工程標示法

一、科學記號法

10 乘冪的乘數寫為小數點左邊一位數稱之。

例 ▶ 6.24×10^3

二、工程標示法

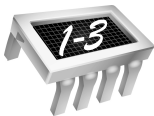
以字首 (Prefixes) 表示固定的 10 乘冪之表示法。

例 ▶ $6240 = 6.24 \times 10^3 = 6.24\text{k}$

$0.045 = 45 \times 10^{-3} = 45\text{m}$

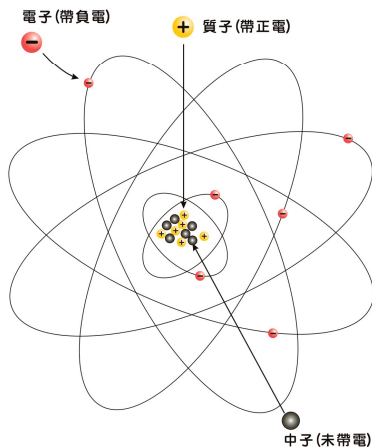
● 常用字首 ●

| 10 的幕次 | 字 | 首符 | 號 |
|------------|-----------|----|-------|
| 10^{18} | 百萬兆 (exa) | | E |
| 10^{15} | 千兆 (peta) | | P |
| 10^{12} | 兆 (tera) | | T |
| 10^9 | 十億 (giga) | | G |
| 10^6 | 百萬 (mega) | | M |
| 10^3 | 千 (kilo) | | K |
| 10^{-3} | 毫 (milli) | | m |
| 10^{-6} | 微 (micro) | | μ |
| 10^{-9} | 毫微 (nano) | | n |
| 10^{-12} | 微微 (pico) | | p |



原子理論

➔原子的組成：原子的基本結構包含由質子及中子所組成之原子核，與一群圍繞環繞軌道的電子，其結構模型如圖所示：

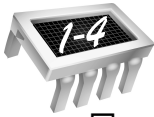


原子 { 原子核 { 質子 (帶正電)
 中子 (不帶電)
 電子 (帶負電)

包爾的原子模型

● 質子、中子、電子之帶電量及質量 ●

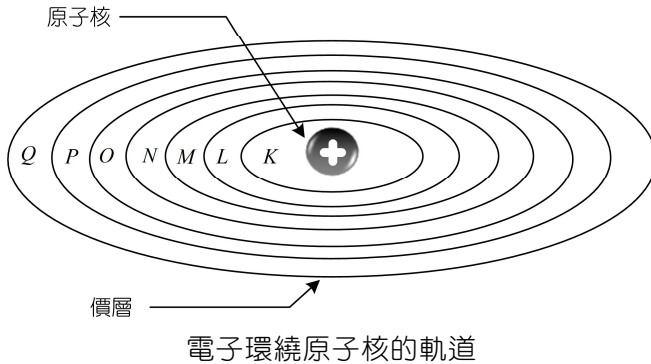
| | 質 | 子 | 中 | 子 | 電 | 子 |
|-------------|-------------------------|---|-------------------------|---|---|-------------------------|
| 帶電量 (庫倫) | $+1.6 \times 10^{-19}$ | | 0 | | | -1.6×10^{-19} |
| 質量 (KG) | 1.673×10^{-27} | | 1.675×10^{-27} | | | 9.107×10^{-31} |



電子分布

一、層

電子環繞原子核的軌道稱為層 (shell)，因電子與質子異性相吸的特性使得電子保持於軌道上，而層數依其所含之電子數而定但最多只有七層，由內而外依序稱為 K、L、M、N、O、P、Q。各層之電子數為 $2 \times n^2$ 個。架構如圖所示：



二、價層

環繞原子核最外層的軌道稱為價層。

三、價電子

價層上的電子稱為價電子。

四、自由電子

價電子受外力影響脫離原子核束縛而可自由活動稱為自由電子。

五、離子

中性原子得到或失去電子而成為帶電原子稱為離子。區分為正離子與負

離子。

六、導體、絕緣體、半導體

- (一)導體：物質具有大量可輕易移動的自由電子稱為導體。例：銀、銅…
…等。
- (二)絕緣體：不能導電的物質。例：塑膠、玻璃……等。
- (三)半導體：介於導體與絕緣體間的物質。例：矽、鎳……等。

◎ 依價電子數判斷導體、絕緣體、半導體 ◎

| | 導 體 | 半 導 體 | 絕 緣 體 |
|---------|-------|-------|-------|
| 價 電 子 數 | 1~3 個 | 4 個 | 5~8 個 |

補充

八隅體學說：

任何一原子之最外層價
電子數等於 8 時，則會
是穩定狀態，稱之為惰
性元素或安定元素。

EX

1

【104 台水】

在電子主軌道層中的 N 層，所能容納的
最大電子數為多少？

- (A) 2 個 (B) 8 個 (C) 18 個 (D) 32 個

解：∵ N 為第 4 層

∴ 共 $2 \times 4^2 = 32$ (個)

→(D)

EX

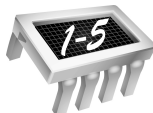
2

【103 中油】

有關自由電子的敘述，下列何者正確？

- (A)自由電子又可稱為價電子
(B)自由電子是原子最外層的電子受到光、熱、輻射影響而脫離軌道的電子
(C)自由電子是原子最外層軌道上的電子
(D)每個自由電子的帶電量為 6.25×10^{-19} 庫倫

→(B)



電荷與電流

一、電荷

當一物質有增加或失去電子時，則稱該一物質帶電。如果原子失去電子稱該原子帶有正電荷，若原子獲得電子則原子帶有負電荷。帶電物體內所含電荷的總數稱為電量。

- 電子 = 1.6×10^{-19} 庫倫
 —庫倫 = 6.25×10^{18} 個電子

| 名稱 | 名稱符號 | 單位 | 單位符號 |
|----|------|----|------|
| 電量 | Q | 庫倫 | C |

EX 1

設一個電荷有 5×10^{19} 個電子，則該電荷具有多少電量？

解： $1.6 \times 10^{-19} \times 5 \times 10^{19}$
 $= 8 \text{ (C)}$

EX 2

一原為中性之物質被移去 -1.7 微庫倫之電荷，後來再加 18.7×10^{11} 個電子，此物質最後電量為何？

→(B)

- (A) 1.2 微庫倫 (B) 1.4 微庫倫 (C) 0.8 微庫倫 (D) 0.6 微庫倫

解： 物質原為中性，被移去 -1.7 微庫倫之電荷後，而形成帶正電荷 1.7 微庫倫，再加入 18.7×10^{11} 個電子之電量為 $1.6 \times 10^{-19} \times 18.7 \times 10^{11} = 0.3 \text{ (}\mu\text{C)}$ ，故最後總電量為 $1.7\mu\text{C} - 0.3\mu\text{C} = 1.4\mu\text{C}$

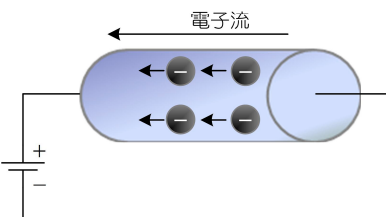
EX 3

有一物質，具有 4 個質子，8 個電子，試問此物質帶有多少電量？

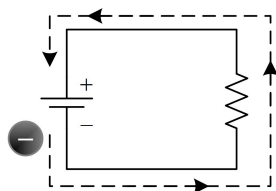
解： $(1.6 \times 10^{-19} \times 4) + (-1.6 \times 10^{-19} \times 8) = -6.4 \times 10^{-19} \text{ (C)}$

二、電流

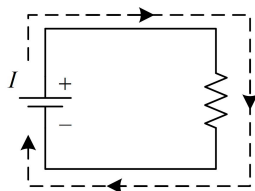
(一)自由電子朝同一方向移動稱為電流，如右圖(a)；因電子受正電吸引、負電排斥，而由低電位往高電位移動稱為電子流，如下圖(b)；但一般分析電路時，所使用的電流方向與電子流相反稱之為傳統電流，如下圖(c)。



圖(a) 導體內電子流



圖(b) 電子流



圖(c) 傳統電流

(二)電流大小：單位時間內通過一庫倫的電量定義為一安培。

$$I = \frac{Q}{t} \quad \text{安培 (A)}$$

$$\text{又 } Q = A l n e$$

$$I = \frac{Q}{t} = \frac{A l n e}{t} = A v n e$$

$$\text{得電子移動速度 } v = \frac{I}{A n e} \quad (\text{m/s})$$

| 名 稱 | 名 稱 符 號 | 單 位 | 單 位 符 號 |
|--------|-----------------------------|----------|--------------------|
| 電 流 | I | 安培 | A |
| 電 荷 | Q | 庫倫 | C |
| 時 間 | t | 秒 | s |
| 截面積 | A | 平方公尺 | m ² |
| 電子移動速度 | v | 公尺/秒 | m/s |
| 電子數量 | n | 電子數/立方公尺 | 電子數/m ³ |
| 電子帶電量 | e = 1.6 × 10 ⁻¹⁹ | 庫倫 | C |

EX

4

【108 台菸酒】

⊖(A)

某導體在 3 秒內通過 6×10^{20} 個電子，則其電流值應為多少安培？

- (A) 32A (B) 20A (C) 18A (D) 10A

$$\text{解：} I = \frac{Q}{t} = \frac{1.6 \times 10^{-19} \times 6 \times 10^{20}}{3} = 32 \text{ (A)}$$

EX

5

某一蓄電池內部原有 50 庫倫電量，充電 2 分鐘後，蓄電池之電量增加到 410 庫倫，則其平均充電電流為多少安培？

$$\text{解：} I = \frac{Q}{t} = \frac{410 - 50}{60 \times 2} = 3 \text{ (A)}$$

EX

6

【93 初等】

⊖(C)

讓 4×10^{18} 個電子流過截面積為 0.1 cm^2 的金屬銅線，若電流為 5mA，則所需的時間為多少秒？

- (A) 12.82 (B) 15.38 (C) 128.2 (D) 153.8



歷屆考題觀摩

PREVIOUS EXAM



公職類

選擇題

初等考、鐵路佐級、各類五等特考

1. 將一個 5 瓦特 (W) 燈泡持續點亮 180 天，試問需多少度電？

- (A) 12.6 (B) 21.6 (C) 30.2 (D) 60

【109 初等】

$$\text{解：} \frac{5}{1000} \times 24 \times 180 = 21.6 \text{ (度電)}$$

2. 以導線將一個 1.5V 的電池連接到一個 $1\text{k}\Omega$ 的電阻，則在 1 秒鐘內會有多少電子流經此電阻？

- (A) 9.4×10^9 (B) 9.4×10^{12} (C) 9.4×10^{15} (D) 9.4×10^{18}

【109 初等】

$$\text{解：} I = \frac{1.5}{1\text{K}} = 1.5\text{mA}$$

$$Q = It = 1.5\text{m} \times 1 = 1.5\text{m} \text{ (C)}$$

$$\therefore 1 \text{ 秒鐘有 } 1.5 \times 10^{-3} \times 6.25 \times 10^{18} = 9.375 \times 10^{15} \text{ 個電子}$$

3. 設銅導體上每單位體積含有 $3 \times 10^{24}\text{cm}^{-3}$ 個的自由電子，試計算當此銅導體之直徑為 0.1mm，且傳導電流為 10A 時，其內部自由電子之流動速率每小時約為多少公尺 (m/hr)？

- (A) 4.5 (B) 9.5 (C) 20 (D) 30 【109 初等】

$$\text{解：} v = \frac{I}{nqA}$$

$$= \frac{10}{(3 \times 10^{24} \times 10^6) \times (1.6 \times 10^{-19}) \times \left[\frac{\pi}{4} \times (0.1 \times 10^{-3})^2 \right]} \times 60 \times 60$$

(B)

(C)

(B)

$$= 9.5 \text{ (m/hr)}$$

4. 一電動機在 250 伏特電壓下，取用 20 安培電流；若不計其損失，試求其輸出之馬力？ (A)

(A) 6.7 馬力 (B) 22.12 馬力 (C) 25.12 馬力 (D) 30.07 馬力

【109 鐵佐】

$$\text{解：} P_o = \frac{250 \times 20}{746} = 6.7 \text{HP}$$

5. 銻原子之最外層價電子數為幾個？ (B)

(A) 3 (B) 4 (C) 6 (D) 7 【109 鐵佐】

解：銻質子數為 32

$$K : 2 \times 1^2 = 2$$

$$L : 2 \times 2^2 = 8$$

$$m : 2 \times 3^2 = 18$$

$$n : 32 - 2 - 8 - 18 = 4$$

6. 某一燈泡為 110 伏特、100 瓦特，若加上 110 伏特額定電壓使用 10 小時，共消耗幾度電？ (A)

(A) 1 (B) 1.5 (C) 2 (D) 2.5

【109 鐵佐】

$$\text{解：} \text{共} \frac{100}{1000} \times 10 = 1 \text{KWh} = 1 \text{度電}$$

7. 電流的單位是安培 (A)，與下列何者等效？ (D)

(A) 焦耳 (J) (B) 焦耳 (J) / 庫倫 (C)

(C) 焦耳 (J) / 秒 (s) (D) 庫倫 (C) / 秒 (s)

【109 鐵佐】

$$\text{解：} I = \frac{Q}{t} \text{ (C/sec)}$$

8. 某電器 1 分鐘所消耗之能量為 1000 焦耳，則連續使用 1 天後共消耗多少仟瓦小時 (kWh)？ (B)

(A) 0.04 (B) 0.4 (C) 2.4 (D) 4 【108 初等】

$$\text{解：} \frac{P}{1000} \times \text{hr} = \frac{W}{1000} \times \text{hr} = \frac{1000}{1000} \times 24 = 0.4 \text{ (kWh)}$$

26. 設大晴天的正午時太陽散發出的能量為 1kW/m^2 ，若有一太陽能板，可輸出 20V 電壓且效率為 20% ，在此陽光照射下可輸出多少電流？

- (A) 10A (B) 20A (C) 30A (D) 沒有電流

【104.地五】

解： $I = \frac{1000 \times 0.2}{20} = 10 \text{ (A)}$



計算題

普考、鐵路員級、各類四等特考

1. 有戶住家的主要用電設備及每天使用時間如下，試計算：

- (1) 每天的總用電量 (kWh)。
 (2) 一個月以 30 日計算，則每月的用電為幾度電？

| 項 目 | 主 要 用 電 設 備 | 容 量 (W) | 每 天 使 用 時 間 (時) |
|-----|-------------|-----------|-------------------|
| 1 | 電燈照明 | 200 | 8 |
| 2 | 廚房烹飪電熱設備 | 1200 | 2 |
| 3 | 視聽音響及電腦 | 400 | 4 |

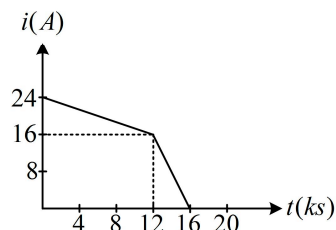
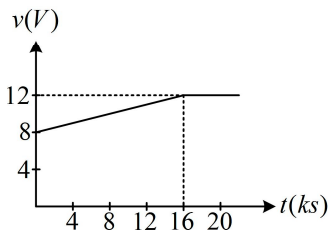
【109.身心】

解： (1) 每天總用電量：

$$\frac{200}{1000} \times 8 + \frac{1200}{1000} \times 2 + \frac{400}{1000} \times 4 = 5.6 \text{ (kWh)}$$

(2) 每月用電： $5.6 \times 30 = 168$ (度電)

2. 汽車電瓶充電期間之端點電壓與電流如圖所示：



- (1) 試求傳送至電瓶的總電荷。
 (2) 試求傳送至電瓶的總能量。

【107.關四】

解： (1) $Q = \frac{(16+24) \times 12\text{k}}{2} + \frac{16 \times 4\text{k}}{2} = 272 \text{ (kC)}$

(2)① 電壓：

$$0 \sim 16\text{ks} : v(t) = \frac{1}{4} \times 10^{-3}t + 8 \text{ (V)}$$

② 電流：

$$0 \sim 12\text{ks} : i(t) = -\frac{2}{3} \times 10^{-3}t + 24 \text{ (A)}$$

$$12\text{ks} \sim 16\text{ks} : i(t) = -4 \times 10^{-3}t + 64 \text{ (A)}$$

0 ~ 12ks :

$$\begin{aligned} p_1(t) &= v(t) \times i(t) = \left(\frac{1}{4} \times 10^{-3}t + 8\right) \times \left(-\frac{2}{3} \times 10^{-3}t + 24\right) \\ &= -\frac{1}{6} \times 10^{-6}t^2 + \frac{2}{3} \times 10^{-3}t + 192 \text{ (W)} \end{aligned}$$

$$W_1 = \int_0^{12\text{k}} \left(-\frac{1}{6} \times 10^{-6}t^2 + \frac{2}{3} \times 10^{-3}t + 192\right) dt = 2256\text{k} \text{ (J)}$$

12ks ~ 16ks :

$$\begin{aligned} p_2(t) &= v(t) \times i(t) \\ &= \left(\frac{1}{4} \times 10^{-3}t + 8\right) \times \left(-4 \times 10^{-3}t + 64\right) \\ &= -10^{-6}t^2 - 16 \times 10^{-3}t + 512 \text{ (W)} \end{aligned}$$

$$W_2 = \int_{12\text{k}}^{16\text{k}} \left(-10^{-6}t^2 - 16 \times 10^{-3}t + 512\right) dt = 362.67\text{k} \text{ (J)}$$

$$\therefore W = W_1 + W_2 = 2618.67\text{k} \text{ (J)}$$

3. 某一白熾燈泡的額定電壓及功率為 110 伏特 (V) 及 100 瓦特 (W)。

試問：假設此白熾燈泡均運轉在額定電壓下，且為節能減碳，此燈由原本每日使用 5 小時，減為每日使用 4 小時，則每月（以 30 日計）可因此節省用電多少度？

【103 鐵員】

解：可節省 $W = \frac{100}{1000} \times (5 - 4) \times 30 = 3 \text{ (kWh)} = 3 \text{ (度電)}$

4. 假設夏日非營業每度電費為 2.10 元，某家庭於夏日期間每日平均用電如下：① 100W 燈泡 10 顆，使用 10 小時。② 1 台 4HP 的電動機，其功率損失為 516W，使用 1 小時。③ 1 部冷氣機電壓為 220V，電流為 10A，使用 8 小時。則其每月（30 日）電費為何？

【102 普考】

解：每月電費共

$$2.10 \times \left(\frac{100}{1000} \times 10 \times 10 + \frac{746 \times 4 + 516}{1000} \times 1 + \frac{220 \times 10}{1000} \times 8 \right) \times 30$$

$$= 1959.3 \text{ (元)}$$

5. 請計算 17.55 仟瓦小時 (Kilowatt-hour) 以焦耳為單位計數，等於多少焦耳 (Joule)？ 【100 關四】

解： $1\text{kWh} = 3.6 \times 10^6\text{J}$

$$\therefore 17.55\text{kWh} = 17.55 \times 3.6 \times 10^6 = 6.318 \times 10^7 \text{ (J)}$$



國、民營事業

選擇題

中油僱用人員、台水評價職位人員、台菸酒評價職位人員
台糖新進人員、北捷新進技術員、桃捷新進人員、中鋼新進人員

1. 有一 20 馬力之電動機額定運轉 5 分鐘，其消耗之電能約為： (C)
- (A) 7.2 仟焦耳
(B) 2238 仟焦耳
(C) 4476 仟焦耳
(D) 8954 仟焦耳 (1 馬力 = 746 瓦特) 【109 北捷】

解： $W = P \times t = 746 \times 20 \times 5 \times 60 = 4476\text{KJ}$

2. 1 庫侖為？ (D)
- (A) 瓦特-秒 (B) 1 焦耳-秒 (C) 1 伏特-秒 (D) 1 安培-秒
- 【109 北捷】

解： $1 \text{ 庫侖} = 1 \text{ 安培} \times 1 \text{ 秒}$

3. $\frac{1}{2}$ 馬力的電動機，效率為 75%，則輸入功率約為： (D)
- (A) 200W (B) 300W
(C) 400W (D) 500W (1 馬力 = 746 瓦特)

【109 北捷】

解： $P_i = \frac{P_o}{\eta\%} = \frac{\frac{1}{2} \times 746}{75\%} = 497.3\text{W}$

4. 一具 4kW，4 人份之儲熱式電熱水器，每日熱水器所需平均加熱 (C)

時間為 30 分鐘。若電力公司電費為每度 3 元，則每人份每月（30 日）平均之熱水器電費為多少？

- (A) 15 元 (B) 30 元 (C) 45 元 (D) 60 元

【109 北捷】

解：電費： $3 \times 4\text{K} \times \frac{30}{60} \times 30 \times \frac{1}{4} = 45$ （元）

5. 有一導線，每秒流過 6.25×10^{19} 個電子，其電流為多少安培（A）？

- (A) 1 (B) 4 (C) 10 (D) 40

【109 北水】

解： $I = \frac{Q}{t} = \frac{6.25 \times 10^{19} \times 1.6 \times 10^{-19}}{1} = 10$ （A）

6. 將 4 庫侖（C）的電荷從 a 點移到 b 點時作功 20 焦耳（J），則 ab 兩點間的電位差為多少伏特（V）？

- (A) 5V (B) 10V (C) 20V (D) 80V

【109 北水】

解： $V_{ba} = \frac{20}{4} = 5\text{V}$

7. 某直流電動機，其工作電壓為 100V，滿載時電流為 10A，若全部損失為 200W，則此電動機之效率為多少？

- (A) 0.8 (B) 0.85 (C) 0.9 (D) 0.95

【108 台糖】

解： $\eta = \frac{P_i - P_{\text{loss}}}{P_i} = \frac{(100 \times 10) - 200}{100 \times 10} = 0.8$

8. 當電子如圖移動時，則其能量變化與電位增減情形為何？

- (A) 能量增加，電位減少 (B) 能量增加，電位增加
(C) 能量減少，電位減少 (D) 能量減少，電位增加



【108 中捷】

解： \because 負電荷順電場移動
 \therefore 能量增加，電位減少