

電學原理(甲) EEC 6303

75625/1

By ST KO

1

Assessment Plan 評分

1. 習作 (50%)

- 測驗 x 2 (20%)
- 實驗 x 2 (15%)
- 功課 x 3 (15%)

2. 考試 (50%)

2

課程內容

1. 基本電路概論
2. 電阻量
3. 電感抗
4. 電容抗
5. 基本儀表概論

參考書

- 電子與電學 1
 - 陳君雄編著
 - 現代教育研究社
- 電機電子工程基礎
 - 陳遠琛編著，上、下冊
 - 萬里書店

第一章

- 電學發展過程
- 電學單位
- 國際標準單位 (S.I. Units)及詞冠
- 原子結構
- 基本電學名稱及單位

5

電學發展過程

年份	科學家	國家	發現和發明
600 B.C.	臺利斯 624 - 546B.C. Thales	希臘	發現靜電現象
1600	吉柏特 1540 - 1603 William Gilbert	英國	發現摩擦生電現象
1752	富蘭克林 1706 - 1790 Benjamin Franklin	美國	發現閃電現象是由電力形成的
1780	伽凡尼 1737 - 1798 Lurgi GALVANI	意大利	注意到青蛙身軀帶電
1785	庫侖 1736 - 1806 Charles Augustin COULOMB	法國	制訂庫侖定律 - 兩個電荷之間的力正比於其電荷 Q_1 、 Q_2 之乘積,反比於其距離之平方

6

電學發展過程 (續)

年份	科學家	國家	發現和發明
1800	伏特 1745 - 1819 Alessandra VOLTA	意大利	發明電池
1820	奧士達 1777 - 1851 Haus Christian OERSTED	丹麥	發現電流可產生磁場
1820	安培 1775 - 1836 Andre Mair AMPERE	法國	解釋電流和磁場之關係 制訂電流的單位
1827	歐姆 1787 - 1854 George OHM	德國	制訂歐姆定律 - 通過電阻 之電流與加在電阻上的電 壓成正比
1831	法拉第 1791 - 1867 Micheal FARADAY	英國	發現電磁感應現象

7

電學發展過程 (續)

年份	科學家	國家	發現和發明
1840	焦耳 1818 - 1889 James Prescott JOULE	英國	制訂焦耳定律 熱能和機械之關係
1856	韋伯 1804 - 1891 Wilhelm Edward WEBER	德國	進行量電荷單位實驗
1864	馬克士威 1831 - 1879 James C. MAXWELL	英國	作出電磁波假設
1879	愛迪生 1847 - 1931 Thomas A. EDISO	美國	發明電燈泡
1897	湯姆生 1856 - 1940 Jesph John THOMPSON	英國	發現電離子之存在

8

電學單位

- 庫侖 **Coulomb**

- 摩擦可使物體充上電量。當兩個帶電的物體靠近時，物體會感受到吸引或排斥的力量，此一力量的大小與兩個物體所帶的電量和它們間距離有關。
- 庫侖 (C) 是電量的量度單位

9

電學單位 (續)

- 伏特 **Volt**

- 發明電池。放置兩個不同的金屬於溶液中，金屬間便會產生推動電流的力量。
- 伏特 (V) 是電位差和電動勢的量度單位。

- 安培 **Ampere**

- 電生磁。當電線帶有電流時，電線的周圍便產生磁場。
- 安培 (A) 是電流的量度單位。

10

電學單位 (續)

- 歐姆 Ohm
 - 制訂歐姆定律，說明電路中電壓和電流間的關係。
 - 歐姆 (Ω) 是電阻的量度單位。
- 法拉第 Faraday
 - 磁生電。發現電磁感應現象，解釋發電機和變壓器的工作原理。

11

電學單位 (續)

- 亨利 Henry
 - 研究線圈的特性，解釋何謂電感。
 - 亨利 (H) 是電感的量度單位。
- 焦耳 Joule
 - 制訂焦耳定律，將水攪拌時可使水溫上升，說明動能可轉化為熱能。
 - 焦耳 (J) 是熱能的量度單位。

12

電學單位 (續)

- 瓦特 Watt
 - 重大地改良蒸汽機。
 - 瓦特 (W) 是電功率的量度單位。
- 韋伯 Weber
 - 進行量度電荷單位的實驗。
 - 韋伯 (Wb) 是磁通的量度單位。

13

電學單位 (續)

- 泰斯拉 Tesla
 - 製造第一部沒有碳刷的交流電動機。
 - 泰斯拉 (T) 是磁通密度的量度單位。

14

國際標準單位 (S.I. Units)

- 目的：統一世界各地標準單位
- 1960沿用至今，被科學家及工程師廣泛使用
- 十進制

15

國際標準單位 (S.I. Units) (續)

名稱 (符號)	單位
長度 (l)	米 (m)
質量 (m)	千克 (kg)
時間 (t)	秒 (s)
電流 (I)	安培 (A)
溫度 (T)	開爾文 (k)
發光強度 (I)	坎德拉 (cd)
份子質量 (M)	摩爾 (mol)

16

國際標準單位 (S.I. Units) (續)

名稱 (符號)	單位
面積 (A)	平方米 (m ²)
體積 (V)	立方米 (m ³)
速度 (u)	米每秒 (m/s)
加速 (a)	米每秒平方 (m/s ²)
角速 (ω)	弧度每秒 (rad/s)

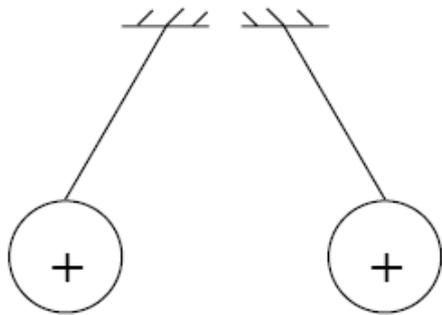
17

詞冠

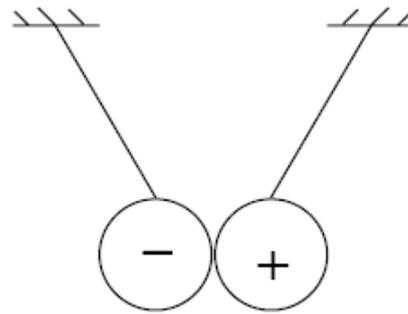
字首名稱	代號	倍數值
太	T	X 10 ¹²
吉	G	X 10 ⁹
兆	M	X 10 ⁶
仟	k	X 10 ³
百	h	X 10 ²
分	d	X 10 ⁻¹
毫	m	X 10 ⁻³
微	μ	X 10 ⁻⁶
納	n	X 10 ⁻⁹
飛	p	X 10 ⁻¹²

18

靜電學基本定律



同性電體 - 相拒



異性電體 - 相吸

19

原子結構

- 分子是物質的最小微粒，它仍保持有原來物質的特性。
- 分子本身也是由一種或多種極細小的粒子組成，這些粒子叫做**原子**。
- 原子是有一核心，叫**原子核**，有一些極細小的微粒圍繞著原子核不停地運轉，這些微粒叫做**電子**。

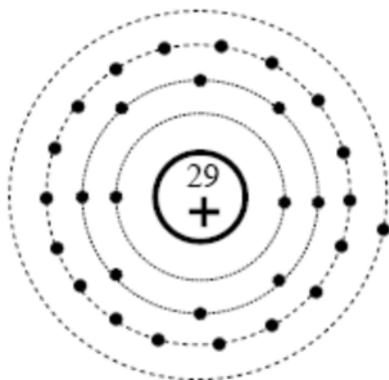
20

原子結構

- 原子核內有質子和中子；惟氫原子的原子核內祇有質子。
- 質子是帶正電，電子是帶負電，中子的電性是中和的。
- 一個質子所帶的電量和一個電子所帶的電量是相同的。正常的原子，質子的數量等於電子的數量，整體的電性是中和的。

21

原子結構

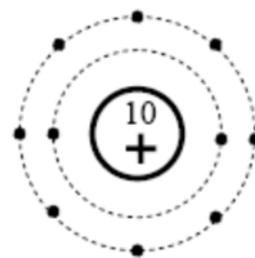


軌道	電子滿數數目
第一層	2 粒
第二層	8 粒
第三層或以上	8 粒或 18 粒

22

絕緣體

- 正常的原子，質子的數量和電子的數量是相同的，整體的電性是中和的。
- 當原子的最外層軌道電子達至滿數，外力很難使電子脫離軌道，電子在很穩定的軌道環繞核心運轉，這些物質不會帶電，便是絕緣體。

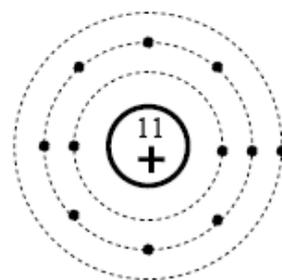


氖 Neon (Ne)

23

導電體

- 物質的原子，其最外圍軌道祇有電子一、兩粒，電子容易脫離軌道，離開軌道的電子，叫自由電子。
- 自由電子一起以同一方向移動，便形成電流。

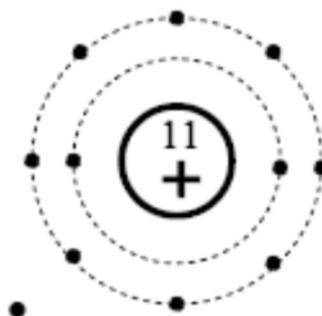


鈉 Sodium (Na)

24

正離子

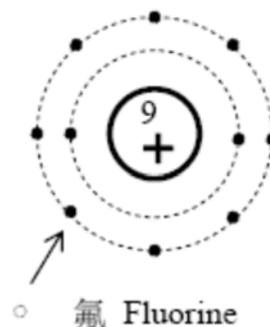
- 當原子失去電子時，變成正電體多於負電體，整個原子便帶有正電性。
- 帶有正電性的原子稱正離子。



25

負離子

- 物質的原子，其最外圍軌道電子達六、七粒，電子不易脫離軌道，且會吸引外間的自由電子進入軌道，使軌道電子達至滿數。
- 當原子多了電子時，變成負電體多於正電體，整個原子便帶有負電性。
- 帶有負電性的原子稱負離子。



26

物體失去電子時，便帶正電

物體多了電子時，便帶負電

27

課堂練習 (原子結構)

1. 原子是由質子、中子和組成。
a) 核子 b) 分子 c) 電子 d) 粒子
2. 環繞本身原子核運動的電子是帶的。
a) 正電 b) 負電
c) 中性 d) 正電和負電
3. 質子所帶的電荷，其電性為。
a) 正 b) 負 c) 中性 d) 中和

28

課堂練習 (原子結構)

4. 在原子中，下列哪一種粒子是沒有電荷的？
a) 電子 b) 質子 c) 中子 d) 分子
5. 導電物質的原子，其最外圍軌道的電子數目有幾多？
a) 一、兩粒 b) 四粒 c) 六、七粒 d) 八粒
6. 一顆電子所帶的電量等於一顆 所帶的電量。
a) 原子核 b) 分子 c) 中子 d) 質子

29

課堂練習 (原子結構)

7. 在正常的原子內，電子的數量等於的數量。
a) 核子 b) 分子 c) 質子 d) 中子
8. 不受本身原子核束縛的電子稱為。
a) 多餘電子 b) 束縛電子
c) 失效電子 d) 自由電子
9. 原子核帶電荷。
a) 正 b) 負 c) 中性 d) 正和負

30

課堂練習 (原子結構)

10. 失去電子的原子，其性質是。
- a) 帶負電的
 - b) 帶正電的
 - c) 中性的
 - d) 缺乏電性

31

課堂測驗 (原子結構)

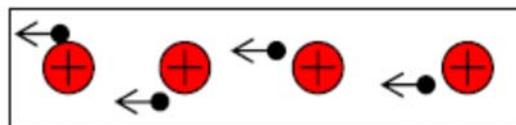
答案

- | | | | |
|---|---|----|---|
| 1 | c | 2 | b |
| 3 | a | 4 | c |
| 5 | a | 6 | d |
| 7 | c | 8 | d |
| 9 | a | 10 | b |

32

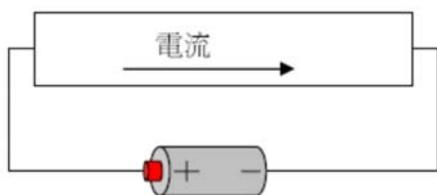
電流和電子流

- 電子的流動形成電流

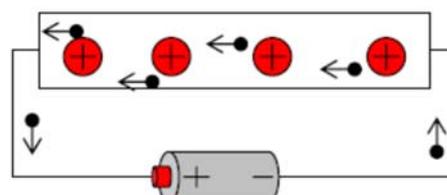


在直流電路中：

- 電流的方向是由電源的正極流向負極



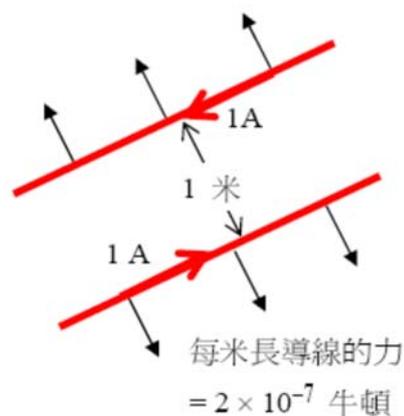
- 電子流的方向是由電源的負極移向正極



33

電流

在真空中，平衡地放置兩條無限長的導線，兩導線相距1米，兩導線帶有電流時，如果每米長的導線感受的力是 2×10^{-7} 牛頓時，則導線的電流便是 1 安培。



電流的符號是 I

單位是安培(Ampere)，簡寫 A，或 Amp

34

電量 Electric Charge

- 電量的符號是 Q
- 量度單位是庫倫(Coulomb)，庫倫的簡寫是 C
- 當物體失去電子或多了電子時，該物體便成為帶電體，帶有電量。
- 缺少電子的帶電體帶有正電量 ($+Q$)，多了電子的帶電體帶有負電量 ($-Q$)
- 在電路中的某一點，有電流 1 安培(A)持續 1 秒，經過該點的帶電體數量(電量)便是 1 庫倫(C)。
電量 (庫倫) = 電流 (安培) \times 時間 (秒)
 $Q (C) = I (A) \times t (s)$
- 1 庫倫的電量 = 6.25×10^{18} 顆電子帶的電量

35

電量 Electric Charge

例題：

某電路有電流6A，經過多久的時間後，電量的轉移是150C？

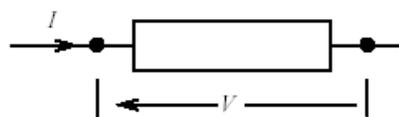
答：

$$\begin{aligned} Q &= I \times t \\ 150 &= 6 \times t \\ t &= 150/6 \\ &= 25 \text{ s} \end{aligned}$$

36

電位差 Potential Difference

- 電位差就是電位的差別
- 電位差俗稱電壓，它的符號是 V
- 當有電流流過電路中的任何兩點，此兩點間是有電位差
- 電位差量度單位是伏特(Volt)，單位的簡寫是 V
- 電子流經物體時會釋放出能量，當有 1 庫倫(C) 電量的電子流經物體而釋放出 1 焦耳(J) 的能量時，物體的兩端便有電位差 1 伏特(V)。



$$\text{電位差 (V)} = \text{電能 (J)} / \text{電量 (C)}$$

$$V = W / Q$$

37

電位差 Potential Difference

例題：

通過某電熱器的電量有26庫倫，產生了熱能150焦耳，計算電位差。

$$\begin{aligned} \text{答： } V &= W / Q \\ &= 150 / 26 = 5.77V \end{aligned}$$

又如電路的電流是5A，計算電熱器用電的時間。

$$\begin{aligned} \text{答： } Q &= I \times t \rightarrow t = Q / I \rightarrow t = 26 / 5 \\ &= 5.2 \text{ s} \end{aligned}$$

38

電位差 Potential Difference

例題：

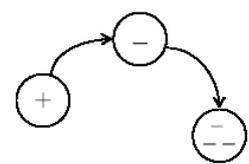
某汽車頭燈的電壓是12V，電流是4.7A，燈泡亮著30分鐘，計算耗用的電能。

$$\begin{aligned} \text{答： } V &= W / Q \\ &= W / It \quad (Q = It) \\ W &= V \times I \times t \\ &= 12 \times 4.7 \times (30 \times 60) \\ &= 101,520 \text{ J} \end{aligned}$$

39

電動勢 Electromotive Force, emf

- 電動勢的符號是 E
- 電動勢的量度單位是伏特(Volt)，簡寫V。
- 要維持電流在電路中流動，這是須有能量給予帶電體，此能量的來源就是電動勢。
- 當兩物體處於不同的荷電狀態下，用電線將它們連接，便會有電動勢推動電流流過電線。



$$\text{電動勢 (V)} = \text{電量(C)} / \text{電能(J)}$$

40

電動勢 Electromotive Force, emf

- 電動勢的來源

- 摩擦 → 將物體摩擦，使它們成為帶電體
- 化學 → 將兩種不同的金屬浸入電解液中，造成電池。
- 磁 → 外力帶動發電機，使發電機內的導線和磁場產生相對運動而產電。
- 熱 → 將兩種不同的金屬接合，造成熱偶。當兩接合點間有溫度差別時，便有電流流過兩金屬

41

電動勢 Electromotive Force, emf

- 電動勢的來源

- 光 → 光打擊於光敏性物質，如鉀、鈉、鋰等，光的能量使這些物質的原子釋放電子，物質變成為帶有電荷。
- 壓力 → 某些物體，如石英、當受到彎曲或扭轉的壓力時，會使物體內一端的電子離開軌道而聚集於另一端，因而物體兩端產生正負電荷。

42

電阻 Resistance

- 電阻的符號是 R
- 電阻量度單位是歐姆(Ohm)，單位符號是 Ω
- 物體對電流的阻力，叫做電阻
- 一些物體的電阻是很低的，如金屬，很容易讓電流通過，這些物體稱為**導電體**。銅和鋁的電阻很低，是電線的主要材料。
- 一些物體的電阻很高，甚至可阻擋電流流過，這些物體便被稱為**絕緣體**。例如：乾的紙、橡膠、綿紗、玻璃、雲母、電木、PVC 膠等等。

43

電阻 Resistance

影響物體電阻值的主要因素有:

- 物體的材料
- 物體的長度
- 物體的橫切面積
- 溫度

44

電功率 Power

- 功率的符號是 P
- 功率量度單位是瓦特 (Watt)，單位的簡寫是W
- 單位時間所作的功，叫做功率
- 電流流經電阻器，是會有電功率耗用的，主要是將電力轉化為熱力。

電功率 = 電流 × 電流 × 電阻 (瓦特)

$$P = I^2 R \text{ (W)}$$

45

電能 Electrical Energy

- 電功能的符號是 W
- 量度單位是Watt-second，瓦秒，單位符號是W-s
- 帶電體的移動是有電能的消耗。

電功能 = 電功率 × 時間

$$W = P \times t$$

- 電力收費是根據用戶消耗電功能而計算，採用的單位是千瓦時kWh， $1 \text{ kWh} = 3\,600\,000 \text{ W-s} = 1$ 度。例如1 000瓦的電器，用上一小時，便耗電1度

46

電能 Electrical Energy

例題：

4000W的熱水爐，用電30分鐘，計算耗電量。

$$\begin{aligned} \text{答： } w &= P \times t \\ &= 4000 \times (30 \times 60) / (60 \times 60) \text{ (W-h)} \\ &= 2000 \text{ (W-h)} \\ &= 2 \text{ (kWh)} \\ &= 2 \text{ 度} \end{aligned}$$

47

力 Force

符號： F

單位： 牛頓， newton (N)

力量推向物體，物體會循施力的方向加速。

$$F = ma$$

如果物體的質量是1 kg其加速為 1 m/s^2 力時，則力量是 1 牛頓 (N)

48

功與能 Work or Energy

符號： W

單位：焦耳 [joule] (J)

用力推向物體，使物體移動一定的距離，這樣是作了功。作功的量叫做能。

$$\begin{aligned} \text{功} &= \text{力}[\text{牛頓}] \times d[\text{米}] \\ W &= Fd \text{ (J)} \quad (1\text{焦耳}=1\text{牛頓米}) \end{aligned}$$

凡可作功的，均具有能量。將物體推動是將人體內的化學能轉為機械能，可從作功之量來表示能量，故能量的單位與功的單位相同。

49

功率 Power

符號： P

單位：瓦特 [watt] (W)

單位時間所作的功，叫做功率。

$$\text{功率}[\text{瓦特}] = \frac{\text{功}(\text{焦耳})}{\text{時間}(\text{秒})}$$

$$P[\text{W}] = \frac{W(\text{J})}{t(\text{s})}$$

$$1 \text{ 瓦特} = 1 \text{ 焦耳} / \text{秒}$$

50

效率 Efficiency

符號： η

單位： 無

$$\text{效率} = \frac{\text{輸出功率}}{\text{輸入功率}} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{P_o}{P_i} \times 100\%$$