

# 基本電學講義

## 第一回

502310-1



社團  
法人  
考友社

考友社

出版  
發行

# 基本電學講義第一回 目錄

第一講 電阻、電容與靜電.....	1
壹、電的基本概念.....	1
貳、電阻.....	11
參、電容與靜電.....	19
範例.....	41
⊕精選試題⊕.....	55

# 第一講 電阻、電容與靜電

## ❖ 命題重點 ❖

### 壹、電的基本概念

#### 一、電的本性

(一) 物質：凡具有質量，且佔有空間的東西。

1. 分子：物質之基本微粒，由物理方法分割，且仍保持原物質特性。
2. 原子：分子之基本微粒，由化學方法分割，且失去原物質特性。

(二) 原子及其結構：

1. 任何物質的原子皆由質子、中子及電子三者構成。
2. 原子構造在中央部份者為原子核，核中有質子（帶正電），中子（不帶電），核外有電子環繞著原子核運轉。原子中質子數等於電子數，且等於該元素之原子序數，質子數+中子數=原子量。
3. 原子最外層軌道上的電子，謂之價電子。
4. 原子中，質子，中子，電子其所帶電量及質量如下表：

名稱	荷電量(庫侖)	質量(仟克)
質子	$+1.602 \times 10^{-19}$	$1.6729 \times 10^{-27}$
中子	0	$1.6751 \times 10^{-27}$
電子	$-1.602 \times 10^{-19}$	$9.107 \times 10^{-31}$

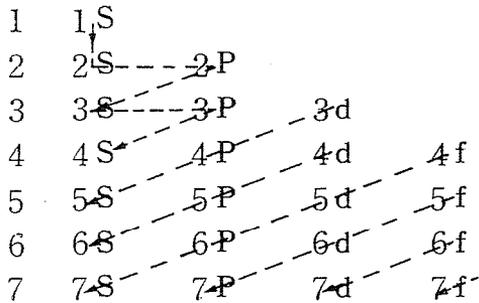
5. 電子帶負電，且質量約為質子之 1840 分之一。

(三) 電子運行軌道層之結構：

1. 電子繞原子核運行之軌道層，由最靠近原子核內層向外排列依序為 K、L、M、N、O、P、Q 層表示。又每層電子運行軌道可再細分為許多副層軌道，由內向外分別以 S、P、d、f 表示。每層及各副層均有其最多電子數目容量之限制。如表所示：

主層	K		L		M			N			
副層	S		S	P	S	P	d	S	P	d	f
最大電子數	2		2	6	2	6	10	2	6	10	14
	$2 \times 1^2 = 2$		$2 \times 2^2 = 8$		$2 \times 3^2 = 18$			$2 \times 4^2 = 32$			

2. 原子最外層之電子數不得超過 8 個，倒數第二層不得超過 18 個。
3. 每層最多電子數為  $2n^2$ 。(n 表示主層次)
4. 原子軌道層電子排列順序如下圖中虛線所示：



#### (四) 游離：

1. 正常原子其質子數等於電子數，呈中性不帶電。
2. 施加外能使原子失去或獲得電子的過程，稱為游離。
3. 原子失去電子，成為正離子。
4. 原子獲得電子，成為負離子。

#### (五) 導體、半導體及絕緣體：

1. 依 8 隅體學說，原子最外層運行軌道上電子數有趨向 8 個穩定之特性。
2. 導體：原子結構中最外層電子數少於 4，容易失去電子者。最佳導體為銀、銅、鋁。
3. 絕緣體：原子最外層軌道電子呈滿足穩定狀態，不易失去電子者。
4. 半導體：原子最外層電子數為 4，不易失去電子亦不易獲得電子者。如鍺、矽。

## 二、單位

(一)科學及工程上常用單位，可分為：

1. 基本單位：

- (1) 主要基本單位：長度、質量、時間。
- (2) 輔助基本單位：適用於電學、光學、磁學等。

2. 導出單位：係由基本單位導出。

(二)常用的三種基本單位：

單位制	長度單位	質量單位	時間單位
M.K.S. 制	公尺 (m)	公斤 (Kg)	秒 (Sec)
C.G.S. 制	公分 (cm)	克 (g)	秒 (Sec)
F.P.S. 制	呎 (ft)	磅 (lb)	秒 (Sec)

(三)MKS制及CGS制之幾種導出單位：

名稱	M.K.S. 制	C.G.S. 制
面積	平方公尺 ( $m^2$ )	平方公分 ( $cm^2$ )
體積	立方公尺 ( $m^3$ )	立方公分 ( $cm^3$ )
速度	公尺/秒 (m/sec)	公分/秒 (cm/sec)
密度	公斤/立方公尺 ( $kg/m^3$ )	克/立方公分 ( $g/cm^3$ )
力	牛頓 (Nt)	達因 (Dyn)

(四)電工單位可分為：

1. C.G.S. 靜電制：依靜電庫侖定律導出電荷單位，然後再據此單位導出其他電磁量之單位，並加以「靜」字，如靜安、靜伏等。
2. C.G.S. 電磁制：以靜磁學之庫侖定律為依據，先制定磁極單位，再推求其他電磁量之單位，同時單位名稱常冠以「ab」字樣，如 abvolt (電磁伏特或絕對伏特)、abampere (電磁安培或絕對安培)。
3. 實用單位制：當 C.G.S. 靜電制及 C.G.S. 電磁制之單位在實際應用時，不是過大就是太小，殊為不便，為計算簡便且易於記載，乃由 C.G.S. 電磁制導出這種實用單位。如 1 電磁安培等於 10 實用安培或  $3 \times 10^{10}$

靜電安培。1 電磁伏特 =  $10^{-8}$  實用伏特。

4. 國際電工單位：1908 年召開國際電工技術委員會時，製定國際歐姆、國際安培等標準原器及各單位之規格，因國際標準原器構造複雜，處理十分不便，並不實用。自 1948 年起決議廢止採用國際電工單位而改用絕對單位作為國際電工之基本單位。
5. 實用單位、電磁單位、靜電單位之關係：

	實用單位名稱	電磁制單位	靜電制單位
電 壓	伏特 (Volt)	$10^8 \text{ ab-V}$	$\frac{1}{3} \times 10^{-2} \text{ stat-V}$
電 流	安培 (Ampere)	$10^{-1} \text{ ab-A}$	$3 \times 10^9 \text{ stat-A}$
電 阻	歐姆 (Ohm)	$10^9 \text{ ab-}\Omega$	$\frac{1}{9} \times 10^{-11} \text{ stat-}\Omega$
電 感	亨利 (Henry)	$10^9 \text{ ab-H}$	$\frac{1}{9} \times 10^{-11} \text{ stat-H}$
電 容	法拉 (Farad)	$10^{-9} \text{ ab-fd}$	$9 \times 10^{-1} \text{ stat-fd}$
電 荷	庫倫 (Coulomb)	$10^{-1} \text{ ab-C}$	$3 \times 10^9 \text{ stat-C}$
電功率	瓦特 (Watt)	$10^7 \text{ erg/sec}$	$10^7 \text{ erg/sec}$
磁 通	韋伯 (Weber)	$10^8 \text{ ab-Wb}$	$\frac{1}{3} \times 10^{-2} \text{ stat-Wb}$
電 能	焦耳 (joule)	$10^7 \text{ erg}$	$10^7 \text{ erg}$

6. MKSA 國際實用單位 ( S. I. 單位 )：

名 稱	符號	單 位
電 荷	Q	庫倫
電 流	I	安培
電 壓	V	伏特
電 阻	R	歐姆
電 功 率	P	瓦特

## ✦ 精選試題 ✦

- (B) 1. 一個電子帶有 (A)  $+1.6 \times 10^{-19}$  庫侖 (B)  $-1.6 \times 10^{-19}$  庫侖 (C)  $+6.25 \times 10^{18}$  庫侖 (D)  $-6.25 \times 10^{18}$  庫侖 (E) 中性電。
- (D) 2. 根據原子的最外層軌道電子的解說，下列敘述，何者錯誤？ (A) 少於四個的物質為良導體 (B) 多於四個的物質為絕緣體 (C) 等於四個的物質是良導體，同時亦是絕緣體 (D) 只有一個電子稱為自由電子。
- (E) 3. 根據近代原子理論，每層電子軌道可劃分為 S、P、d、f 四個副層，其中 f 副層應具有最多電子數是 (A) 2 (B) 6 (C) 8 (D) 10 (E) 14。
- (B) 4. 根據近代原子理論，電子按照 K、L、M、N、O、P、Q 層之順序由內向外排列，則 L 層之最大電子數是 (A) 2 (B) 8 (C) 18 (D) 32 (E) 64。
- (C) 5. 原子最外層軌道上的電子數目最多可達 (A) 2 (B) 6 (C) 8 (D) 10 (E) 18。
- (A) 6. 溫度  $10^\circ\text{C}$  等於 (A)  $50^\circ\text{F}$  (B)  $18^\circ\text{F}$  (C)  $36^\circ\text{F}$  (D)  $25^\circ\text{F}$ 。
- (C) 7.  $0.1$  (M $\Omega$ ) 之絕緣電阻為 (A)  $\frac{1}{100000}$   $\Omega$  (B)  $\frac{1}{1000}$   $\Omega$  (C)  $100000\Omega$  (D)  $1000\Omega$ 。
- (D) 8. 1 牛頓等於 (A) 1 克·厘米/秒 (B) 1 克·厘米/秒<sup>2</sup> (C) 1 千克·米/秒 (D) 1 千克·米/秒<sup>2</sup>。
- (C) 9. 1 焦耳/秒等於 (A) 1 卡 (B) 1 度電 (C) 1 瓦特 (D) 1 馬力 (E) 1 伏特。
- (C) 10. 1 伏特等於 (A)  $10^3$  (B) 300 (C)  $\frac{1}{300}$  (D)  $10^{-3}$  (E)  $\frac{1}{3} \times 10^3$  靜伏。
- (B) 11. 某電氣設備輸入 5000 焦耳的能量，其中 700 焦耳損失掉，則此設備之效率為 (A) 87.7% (B) 86% (C) 14% (D) 114% (E) 116%。
- (D) 12. 若有三系統相串聯，每個系統效率分別為 90%，86%，50%，輸入能量為 200 焦耳，則總輸出能量為 (A) 180 (B) 172 (C) 100 (D) 77.4 (E) 516 焦耳。
- (B) 13. 系統的效率 (A) 必大於 1 (B) 必小於 1 (C) 可大於 1 (D) 必等於 1 (E) 可大或小於 1。
- (A) 14. 有一質量為 10 克之子彈，當其穿透一厚為 2 cm 之木板後，其速率由 600 公尺/秒減為 200 公尺/秒，則該子彈所損失之動能為 (A) 1600 (B) 1400 (C) 1200 (D) 800 (E) 200 焦耳。
- (B) 15. 有一長 2m，質量為 50kg 之均勻鐵棒，平置於地面，今若欲將該鐵

棒直立豎起，則約需作功 (A) 980 (B) 490 (C) 100 (D) 50 (E) 45 焦耳。

- (B) 16. 導體帶電時，其電荷之分佈為 (A) 均勻分佈於導體 (B) 均勻分佈於導體表面 (C) 分佈於導體內部 (D) 大部份分佈於表面，小部份分佈於內部。  
 (B) 17. 利用尖端放電原理製成的是 (A) 電容器 (B) 避雷針 (C) 變壓器 (D) 電晶體 (E) 電感器。

- (A) 18. 電荷分佈在導體表面，答案中虛線所示乃其表面密度，何者是錯誤的？ (A) (B) (C) (D)



- (A) 19. 導體表面電量之表面密度在導體表面曲度較優處，其電荷之表面密度 (A) 亦大 (B) 亦小 (C) 不變 (D) 不一定。  
 (D) 20. 某帶有電荷之平板空氣電容之兩板相互作用力為 100 達因，若改以雲母 ( $\epsilon_r = 5$ ) 為介質 (電荷未變動)，則二極板之作用力將為 (A) 500 (B) 400 (C) 200 (D) 20 (E) 10 達因。  
 (B) 21. 設 A、B 兩異性不同量電荷，相距  $r$  米時，有  $F$  牛頓之靜電力，若兩電荷接觸後仍放回原處，則其電斥力變為  $F/8$  牛頓，則未接觸前 A、B 兩電荷量之比 (大比小) 為 (但 A、B 兩電體為同大小之絕緣金屬球) (A) 1 : 1 (B) 2 : 1 (C) 4 : 1 (D) 8 : 1 (E) 16 : 1。  
 (A) 22. 帶同性且等量電荷之二相同金屬球於相距  $a$  米互相之斥力為  $10^{-5}$  Nt，若取相同且未帶電之第三球分別先後與左右二球接觸，最後置於兩者的中央，則第三球所受力為 (Nt) (A)  $\frac{3}{4} \times 10^{-5}$  (向左) (B)  $\frac{3}{4} \times 10^{-5}$  (向右) (C)  $\frac{5}{4} \times 10^{-5}$  (向左) (D)  $\frac{5}{4} \times 10^{-5}$  (向右) (E) 以上皆非。  
 (C) 23. 設有  $Q_1$  庫及  $Q_2$  庫二個點電荷，相隔  $r$  公尺，則二個電荷間之作用力為 (A)  $f = \frac{Q_1 Q_2}{4\pi r^2}$  (B)  $f = \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$  (C)  $f = \frac{Q_1 Q_2}{4\pi \epsilon r^2}$  (D)  $f = \frac{Q_1 Q_2}{4\pi \epsilon r}$ 。  
 (C) 24. 若有一個  $2 \times 10^{-6}$  庫侖之正電荷，自 B 點移至 A 點需作功 20 焦耳，則  $V_{AB}$  為 (A)  $-10 \times 10^6$  (B)  $20 \times 10^6$  (C)  $10 \times 10^6$  (D) 0 (V)。