

# CH5 電容及靜電

## 1. 電容器 (capacitor)

(1) 功能: 作為電荷的儲存及緩衝使用

(2) 符號:



無極性



有極性



可變

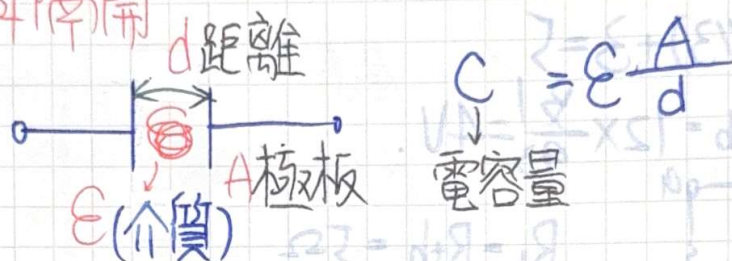


### (3) 規格:

- ① 工作電壓:  $6.3V \sim 400V$  都有, 要選大於目前電路電壓
- ② 工作溫度:  $-40 \sim 105^{\circ}C$
- ③ 絕緣電阻: 直流絕緣電阻通常極高, 且絕緣電阻愈高, 直流漏電電流愈小
- ④ 功率: 用於交流電力系統的功率因數改善

### (4) 結構:

- ① 由兩金屬板組合成電極板, 而極板間用絕緣材料隔開



### (5) 種類:

- ① 雲母電容器: 可靠性高、溫度變化率小
- ② 陶瓷電容器: 接近理想電容器
- ③ 積層陶瓷電容器: 陶瓷薄膜堆疊技術
- ④ 塑膠薄膜電容器: 用於濾波、降低雜訊
- ⑤ 電解質電容器: 鋁為陽極, 氧化膜作為介質, 以液體電壓液為電解質
- ⑥ 固態電容器: 解決電解電容遇高溫膨脹洩液

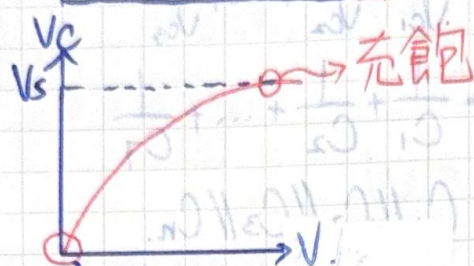
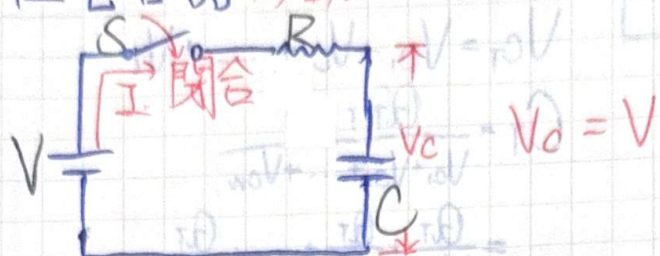
### (6) 識別:

- ① 直接表示法: 直接在外觀標明 ex:  $10\mu F/35V$
- ② 數字表示法: 以2~3數字表示, 預設單位為  $pF$



## 5-1-2 充放電過程

1. 當電源加在 **未儲存** 的電容器時，電源中的電荷會往電容器 **移動並儲存**  $\Rightarrow$  充電



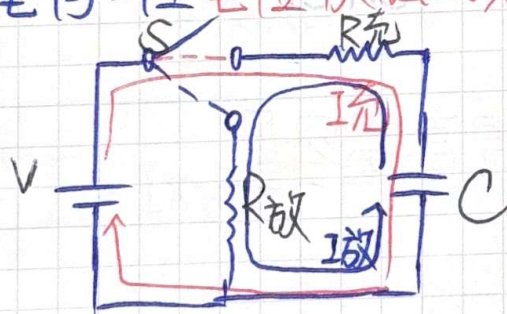
剛接上,

電容  $V=0$ .



- (1) 真空
- (2) 空氣
- (3) 電解

2. 若加上了負載，電荷會轉為電能提供，將本身儲存的電荷，往電位較低的負載



充:  $V_c = V(5t)$

放:  $V_c = 0(5t)$

## 5-2 電容量

1. 定義: 單位電壓下儲存電荷的能力

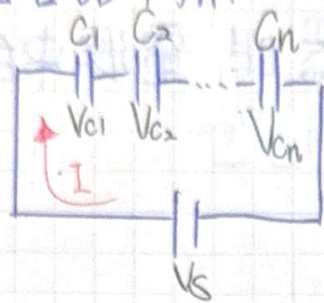
$$C = \frac{Q}{V}$$

2. 大小: 儲存電容量與面積、距離、介質有關

$$C = \epsilon \frac{A}{d}$$



### 3. 電容器串聯



提高耐壓大小

$$Q = I \times t$$

$$Q_T = Q_1 = Q_2 = \dots = Q_n$$

$$V_{C_T} = V_{C_1} + V_{C_2} + \dots + V_{C_n}$$

$$C_T = \frac{Q_T}{V_{C_1} + V_{C_2} + \dots + V_{C_n}}$$

$$= \frac{Q_T}{V_{C_1}} + \frac{Q_T}{V_{C_2}} + \dots + \frac{Q_T}{V_{C_n}}$$

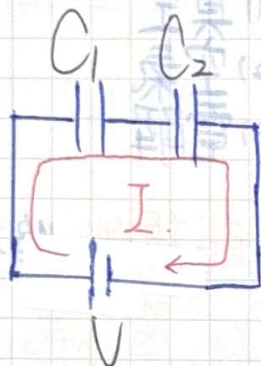
$$\frac{1}{C_T} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}$$

$$C_T = C_1 // C_2 // \dots // C_n$$

分壓

$$V_{C_1} = V_s \times \frac{C_2}{C_1 + C_2}$$

$$V_{C_2} = V_s \times \frac{C_1}{C_1 + C_2}$$



$$1. Q_T = C_1 + C_2$$

$$3. V_{C_1} = V \times \frac{C_2}{C_1 + C_2}$$

$$2. C_T = C_1 // C_2$$

$$4. V_{C_2} = V \times \frac{C_1}{C_1 + C_2}$$

$$= \frac{C_1 \times C_2}{C_1 + C_2}$$

### 4. 電容器並聯

提高電容量

$$Q_T = Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n$$

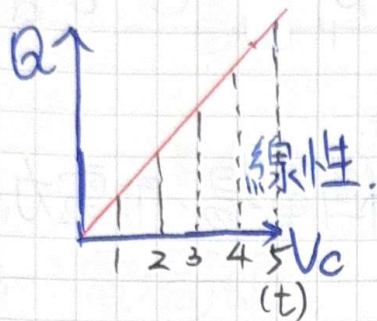
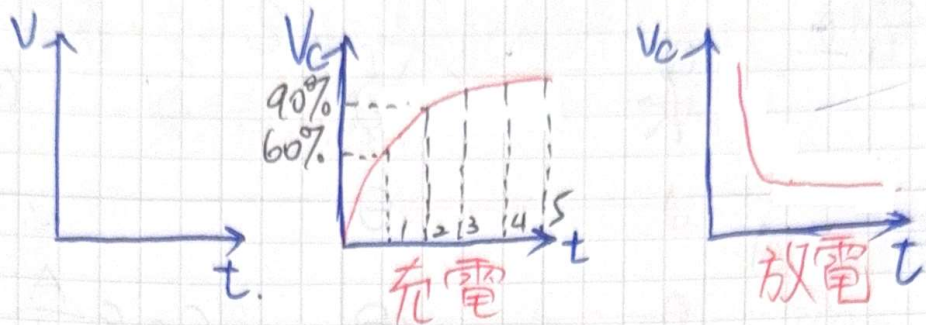
$$C_T = C_1 + C_2 + \dots + C_n$$

$$V_{C_1} = V \times \frac{C_1}{C_1 + C_2}$$

### 5. 儲能原理

(1) 儲存能量以建立電場的方式儲存





$$W = \frac{1}{2} QV$$

$$C = QV$$

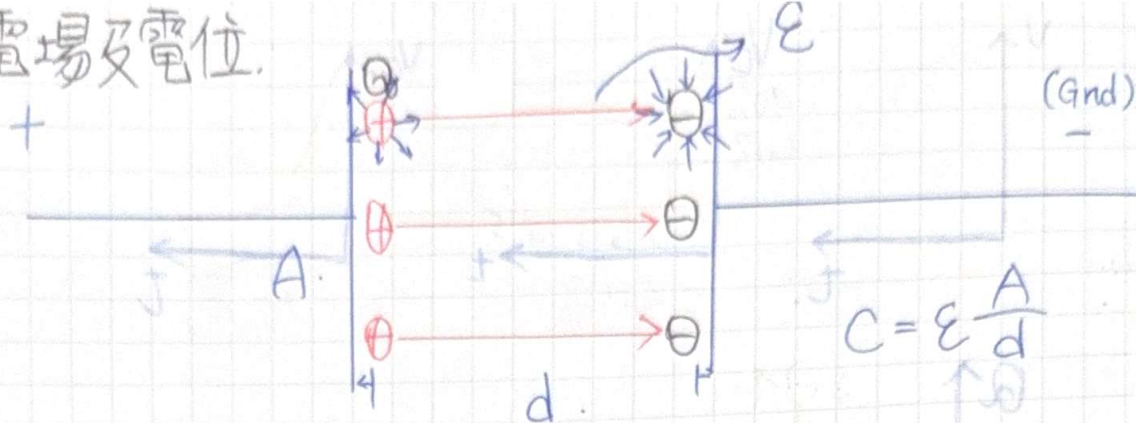
$$W = \frac{1}{2} CV^2$$

## 6. 電容器串並聯電路

(1)	R	C
串	$R_T = R_1 + R_2 + \dots$	$C_T = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2}$
並	$R_T = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2}$	$C_T = R_1 + R_2 + \dots$
串聯分壓	$V_{R_1} = V_s \times \frac{R_1}{R_1 + R_2}$	$V_{C_1} = V \times \frac{C_2}{C_1 + C_2}$
並聯分流	$I_{R_1} = I \times \frac{R_2}{R_1 + R_2}$	$Q_{C_1} = Q_T \times \frac{C_1}{C_1 + C_2}$

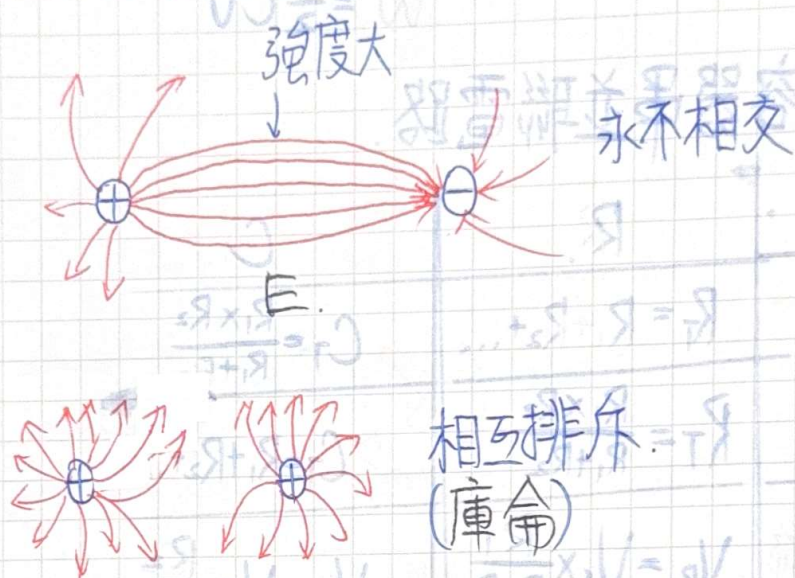


## 5-3 電場及電位



### 5-3-1 電荷

1. 電力線：帶電體電力所及空間稱電場，而電力線是用來描述電場方向、強度



### 2. 電通量、電通密度

- (1) 電力線總數稱電通量，符號為  $\psi$ ，單位為庫侖
- (2) 設定一個特定面積，通過該面積的電力線密度，稱電通密度，符號為  $D$

$$D = \frac{\psi}{A}$$

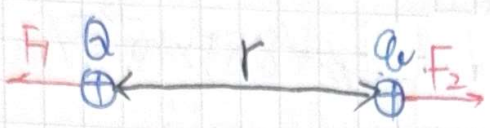
### 5-3-2 庫侖定律(1785年)

1. 有同性相斥，異性相吸的現象
2. 而排斥、吸引的作用力，稱為靜電力



3. 定義：交互作用力與距離平方反比，與兩電荷的乘積正比

庫倫常數



$$F = \frac{kQ_1Q_2}{r^2}$$

$$K = 9 \times 10^9$$

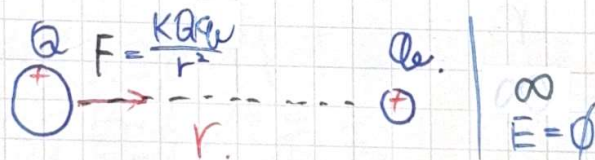
### 5-3-3 電場強度

1. 電場為向量，具有強度及方向。

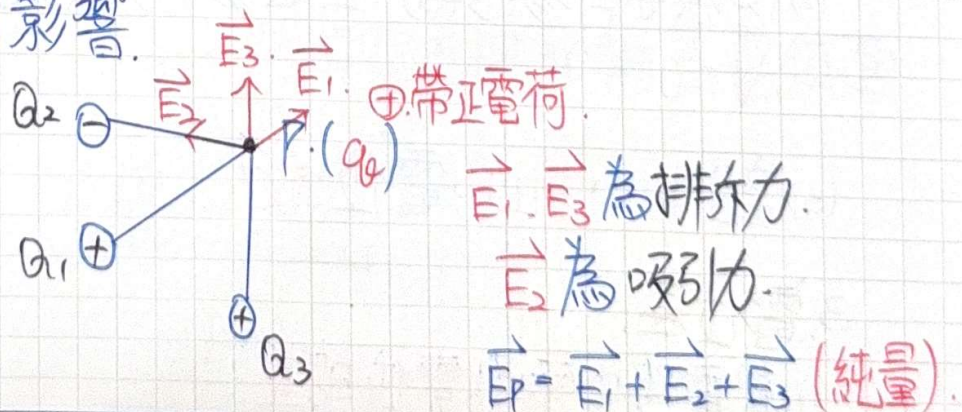


2. 定義：單位電荷在電場中所受的靜電力。

$$E = \frac{F}{Q_2} = \frac{\frac{kQ_1Q_2}{r^2}}{Q_2} = \frac{kQ_1}{r^2}$$



3. 在空間中若有多個電荷，每個電荷都會產生電場，彼此互相影響。





#### 4. 介電係數 $\epsilon$

(1) 介質受到電場影響而產生極性的能力稱為介電係數

(2)  $\epsilon = \frac{D}{E}$   $\epsilon_r = \frac{\epsilon}{\epsilon_0}$   $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ F/m}$

單位電場強度有多少電力線密度,

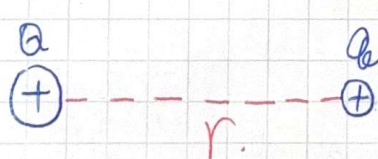
$$\epsilon = \epsilon_0 \times \epsilon_r$$

5. 介質強度: 介質所能承受的最大外加電壓.

(1) 在一公尺的距離, 必須加上超過 3MV 電壓.

#### 5-3-4 電位.

1. 定義: 每一庫倫的電荷, 從無窮遠處至某位置儲存的總能量


$$V = \frac{W_e}{q} = \frac{kQ}{r}$$

#### 2. 特色

(1) 電位是純量, 各電荷電位相加減即可

(2) 必須要有參考點, 在電場中以無限遠為參考點.

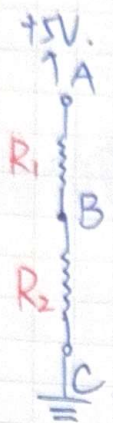
$$V = 0.$$

(3) 離中心愈近, 電位愈大.

#### 3. 電位差.

(1) 是電路中兩點電位的差.



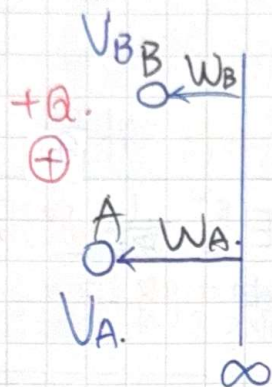


$$V_A = 5V$$

$$V_{AC} = 5 - 0 = 5V$$

$$V_{AB} = V_A - V_B = V_{AC} \times \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

$$V_{BC} = V_{AC} \times \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

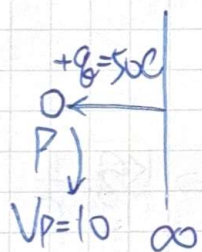


$$W_{AB}$$

$$= W_A - W_B$$

$$= Q \times (V_A - V_B)$$

ex 1:



$$W = Q \times V_p$$

$$= 50 \times (10 - 0)$$

$$= 500 J$$

\* 如果做正功，代表會吸收能量  
如果做負功，代表會釋放能量

4. 兩電極板之間的電場及電位

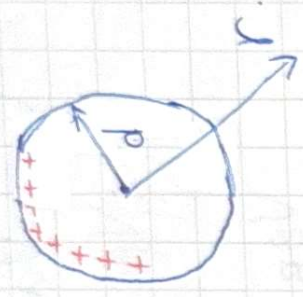
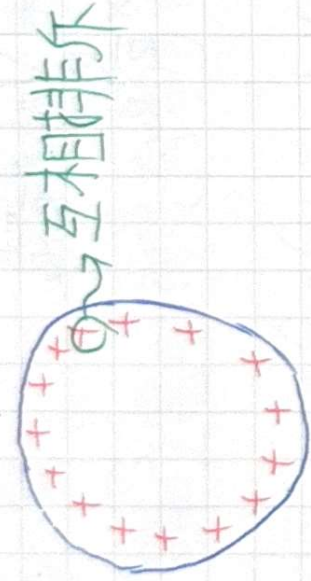
(1) 空間內相同距離的電位相同，稱等電位面。

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



# 5-3-5 帶電金屬球體

1. 金屬是導體，當金屬球帶電時，電荷在球體內部可以自由移動。



	內部	外部
E.	沒有電荷 電荷發射電力線在內部相互抵消， $E=0$	$E$ 隨 $\frac{1}{r^2}$ 遞減，由線下降快
V.	內部等電位，電位同於表面。	隨 $\frac{1}{r}$ 遞減，由線下降緩

$$E = \frac{kQ}{r^2} \Rightarrow kQ \frac{1}{r^2}$$

$$V = \frac{kQ}{r} \Rightarrow kQ \frac{1}{r}$$