

第5章 電容與靜電

5-1 電容器

5-2 電容量

5-3 電場與電位



5-1 電容器

電路上電容器的作用為儲存電荷(Q)

應用上電容器可改變電路之動作時間及波形



代號是C

單位是法拉(F)

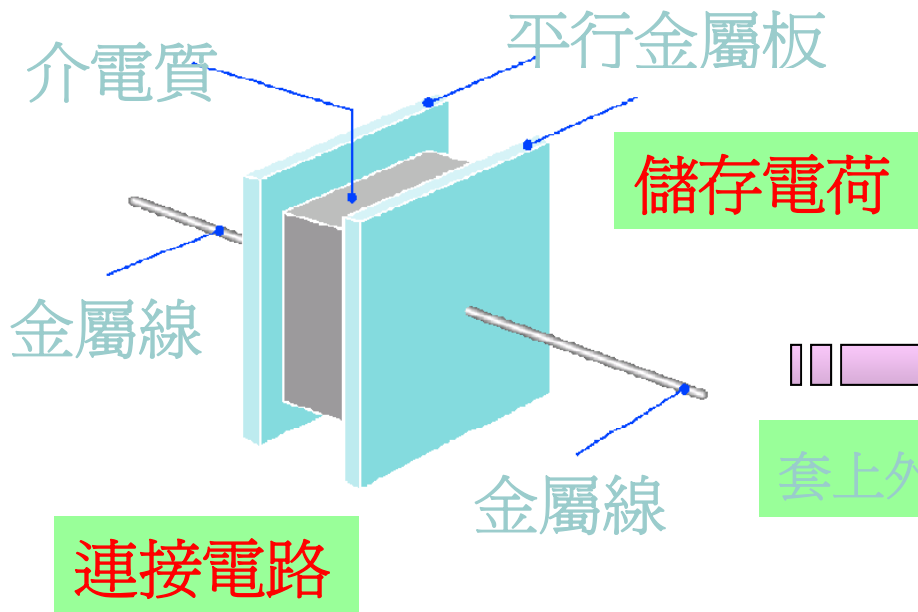
符號是



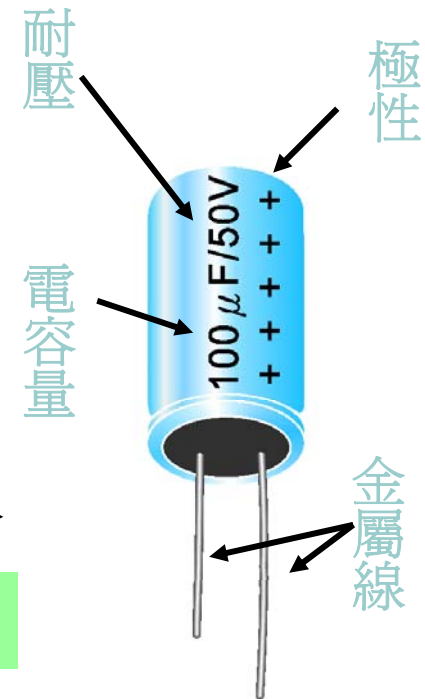


5-1.1 電容器的構造與種類

電容器之構造：



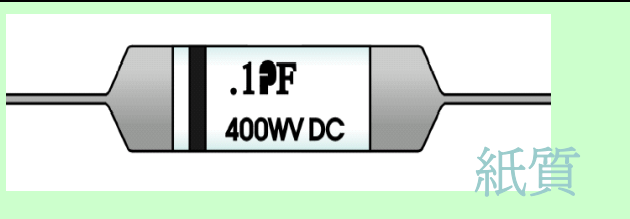
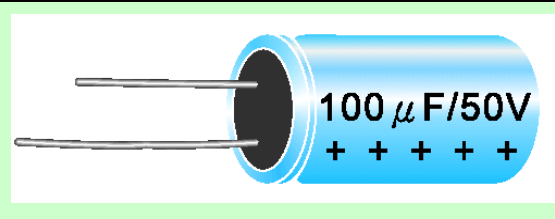

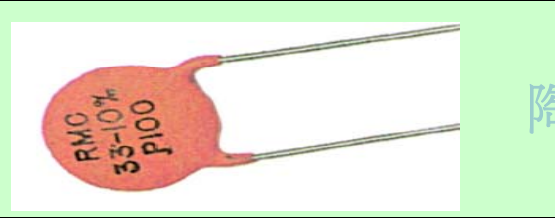

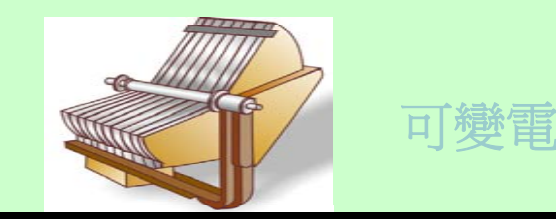
套上外殼為：





5-1.1 電容器的構造與種類

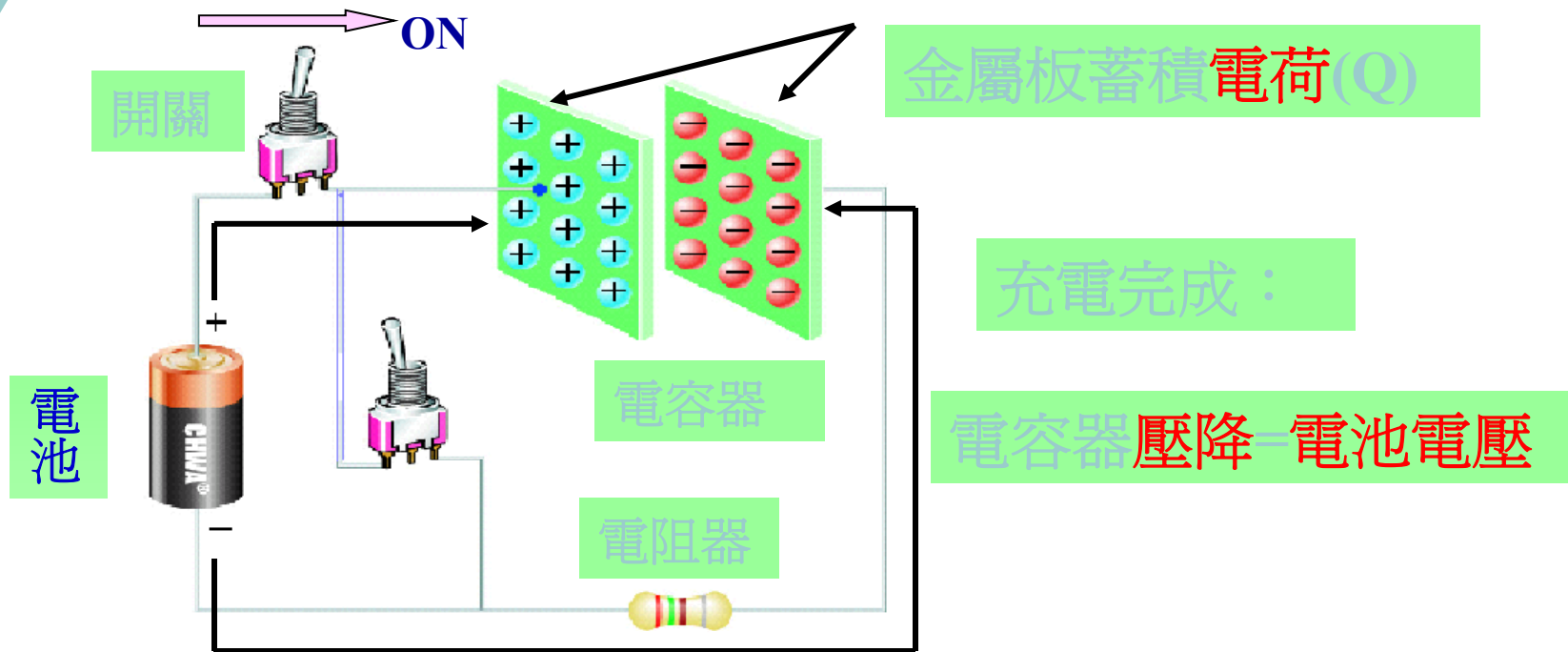
電容器之種類：

 <p>紙質</p>	 <p>電解質</p>
 <p>塑膠</p>	 <p>陶瓷</p>
 <p>雲母</p>	 <p>可變電容器</p>



5-1.2 電容器的充放電特性

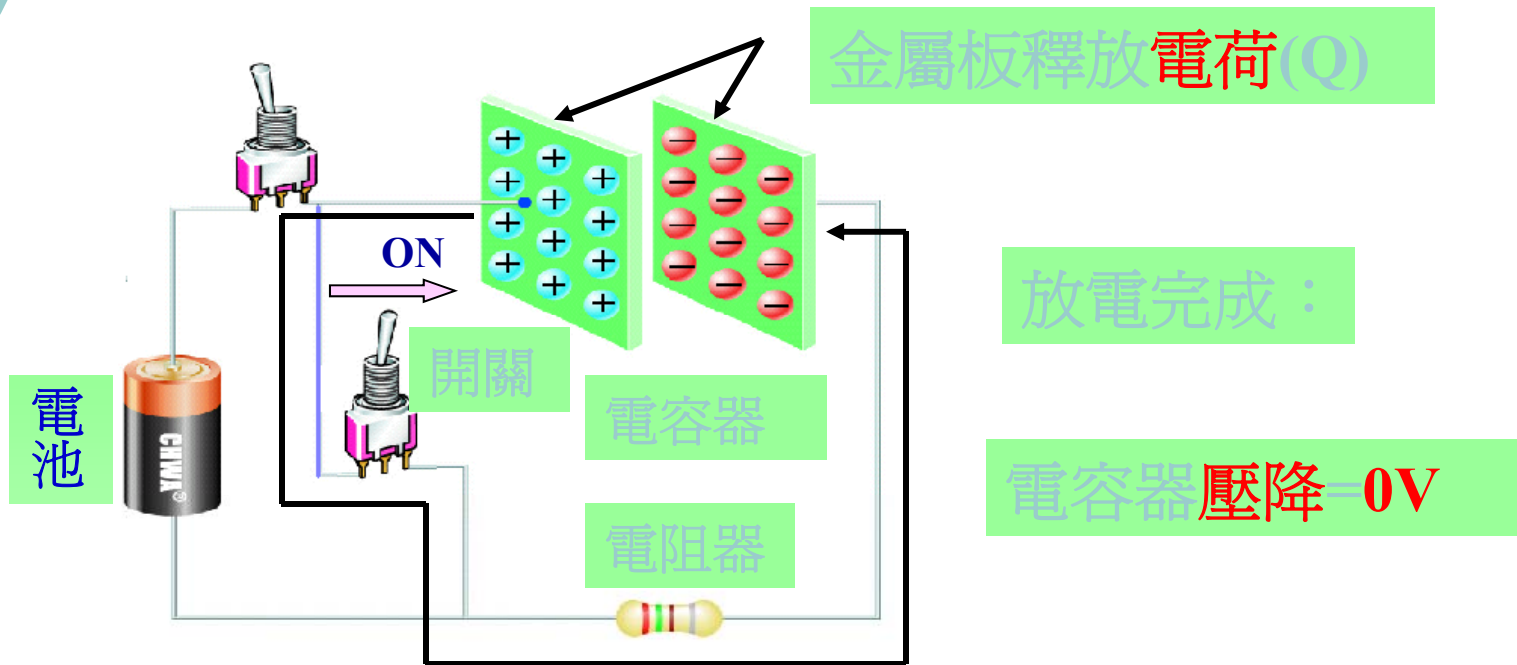
電容器之**充電**：





5-1.2 電容器的充放電特性

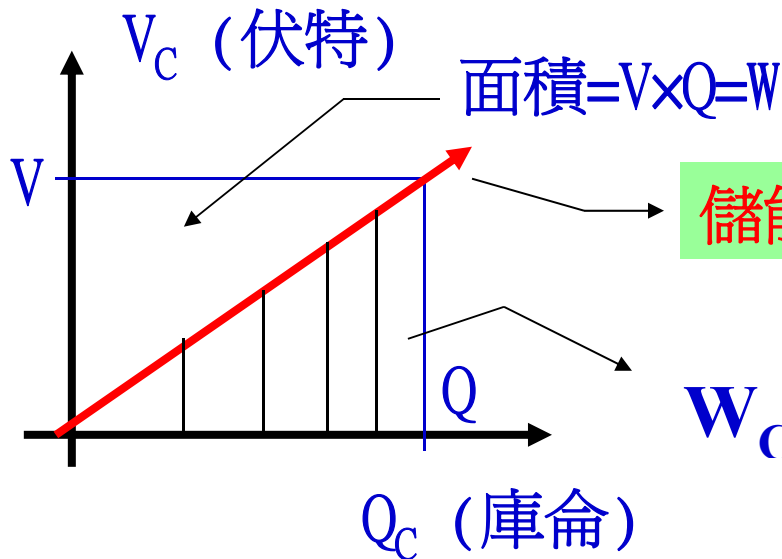
電容器之放電：





5-1.3 儲能特性

儲能指電容器蓄積電荷的能力



儲能愈多電壓愈大 成正比

$$W_c = \frac{1}{2} VQ \quad (\text{焦耳})$$



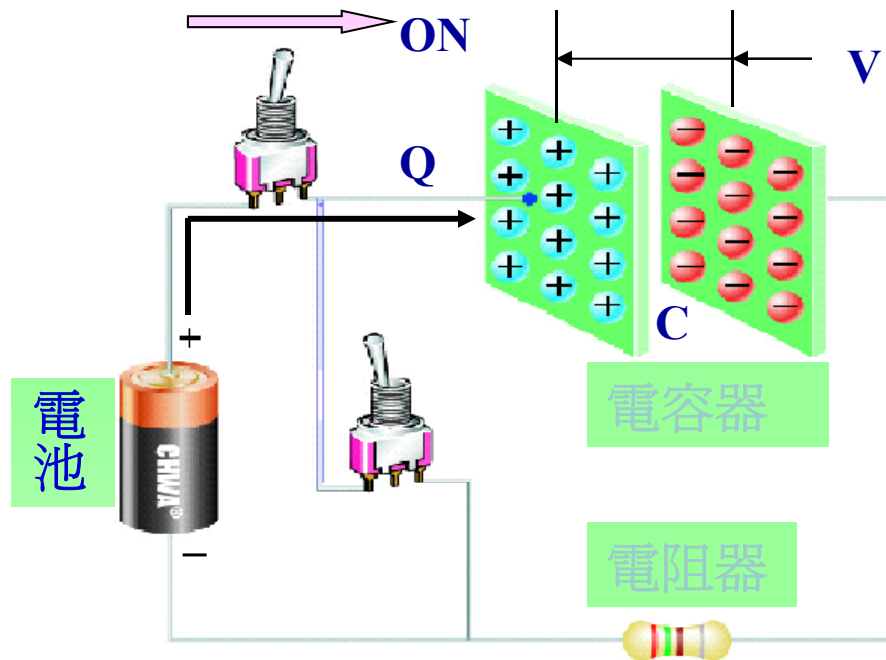
隨堂練習

- | | |
|--|----------------------|
| 1. 兩金屬板中間以絕緣材料當介質，可組成？ | 電容器 |
| 2. $10\ \mu\text{F}$ 電容器被充電至20V，可儲存能量為何？ | 2毫焦耳 |
| 3. $1\ \mu\text{F}$ 電容器若自100V充電至200V，則充電期間增加的能量為何？ | 0.005焦耳 |
| 4. 有一儲存 4×10^{-3} 庫侖的電容器，當其端電壓為5伏特時，其儲存能量為何？ | 1×10^{-2} 焦耳 |
| 5. 有一電容器接上400V的直流電壓後，儲存8焦耳的能量求此電容器的電容量為多少？ | 100 μF |



5-2.1 電容量的定義

電容量指電容器平行金屬板上儲存電荷的多寡



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

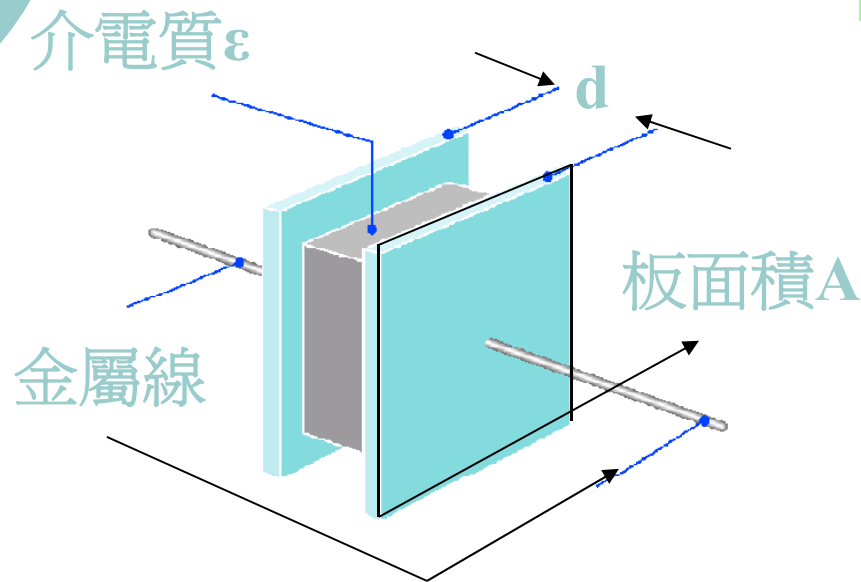
C電容量單位法拉(F)

Q電荷單位庫侖(C)

V端電壓單位伏特(V)



5-2.2 決定電容量大小的因素



電容量(C)：

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

電容量C與

介電質ε成正比

板面積A成正比

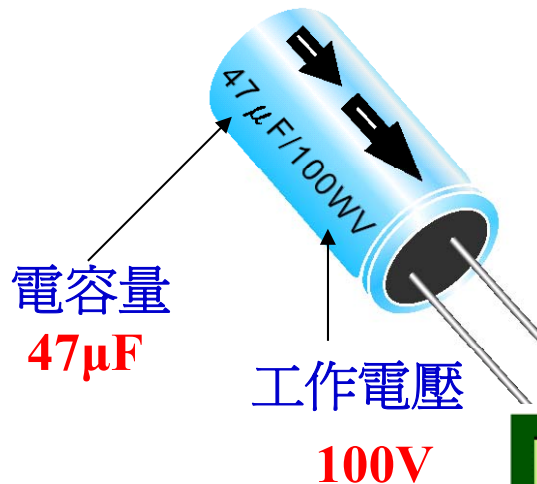
兩板間距離d成反比



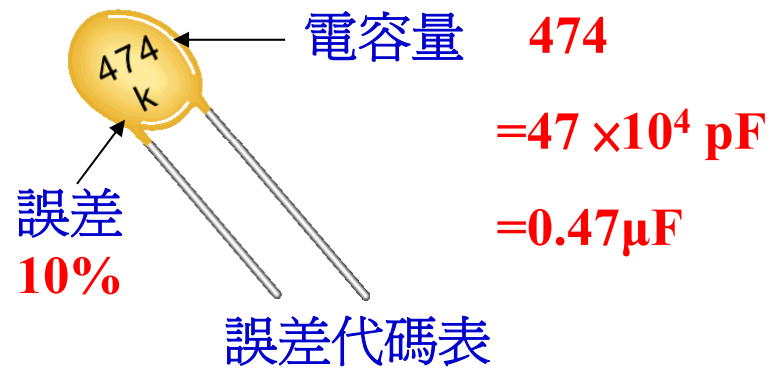
5-2.3 電容量的標示

電容器的標示有電容量 工作電壓 誤差

1. 直接標示法



2. 代碼標示法



符號	B	C	D	F	G	J	K	M	N
誤差	0.1 %	0.25 %	0.5 %	1 %	2 %	5 %	10 %	20 %	30 %

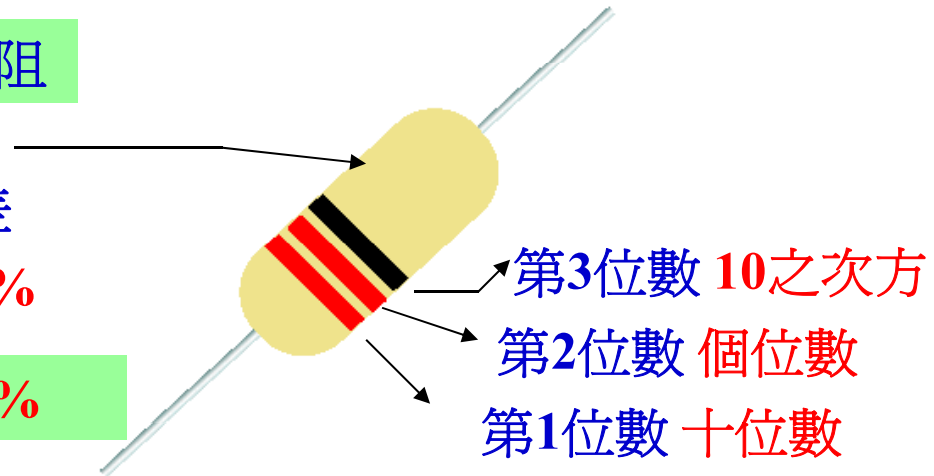


5-2.3 電容量的標示

3. 色碼標示法同色碼電阻

誤差
無色=20%

圖示值為 $22 \times 10^0 \text{ pF} \pm 20\%$



顏色	白	黑	棕	紅	橙	綠
誤差值	10 %	20 %	1 %	2 %	3 %	5 %



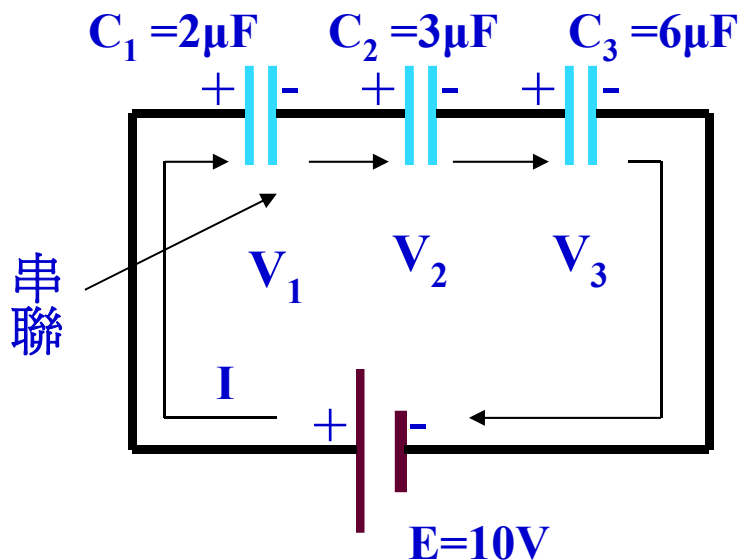
隨堂練習

- | | |
|--|---------------------------|
| 1. 有一電容器之極板面積為 4m^2 ，兩極板距離為 0.2mm ，求介質為空氣時其電容量為何？ | $0.177 \mu\text{F}$ |
| 2. 一平行板接於直流固定電源，其儲存的能量為2焦耳，若將二極板之距離減半，則所儲存的能量為何？ | 4焦耳 |
| 3. 有一電容器之極板面積減少為原來的一半，極板間距增為原來的一倍時，其電容量為原來的幾倍？ | 1/4倍 |
| 4. 陶瓷電容器代碼標示為104J其電容量為何？ | $0.1 \mu\text{F} \pm 5\%$ |
| 5. 雲母電容器($\epsilon_r=5$)之金屬板面積為 20m^2 ，極板間距為 5mm ，則其電容量為何？ | $0.177 \mu\text{F}$ |



5-2.4 電容器的串聯

電容器串聯總電容量的求解如同電阻並聯



總電容量 C

$$C = \frac{C_1 C_2 C_3}{C_1 C_2 + C_2 C_3 + C_3 C_1}$$

$$C = \frac{2 \times 3 \times 6}{2 \times 3 + 3 \times 6 + 6 \times 2} = \frac{36}{36} = 1 \mu\text{F}$$



5-2.4 電容器的串聯

總電荷 Q

電容電路以電荷(Q)代電流(I)

$$Q = CE = 1 \mu \times 10 = 10 \mu (\text{庫侖})$$

如同串聯電流 電荷量皆相等

$$Q = Q_1 = Q_2 = Q_3 = 10 \mu C$$

電容之端電壓

$$V_1 = \frac{Q}{C_1} = \frac{10 \mu}{2 \mu} = 5V$$

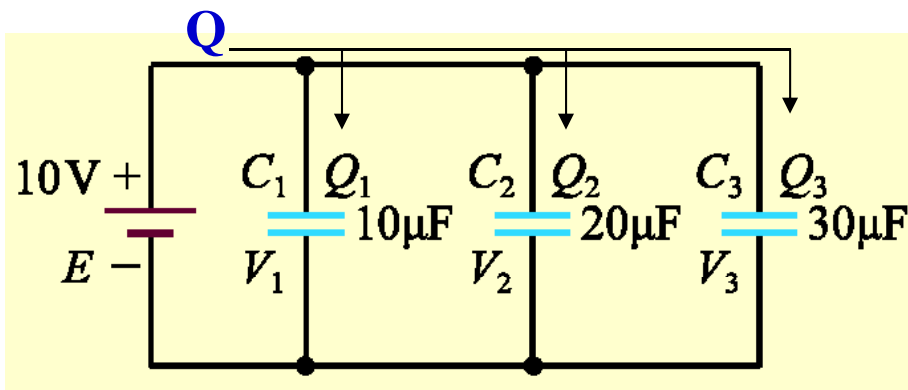
$$V_2 = \frac{Q}{C_2} = \frac{10 \mu}{3 \mu} = 3.33V$$

$$V_3 = \frac{Q}{C_3} = \frac{10 \mu}{6 \mu} = 1.67V$$



5-2.5 電容器的並聯

電容器並聯總電容量的求解如同電阻串聯



總電容量 C

$$C = C_1 + C_2 + C_3$$

$$C = 10 + 20 + 30$$

$$= 60 \mu\text{F}$$

並聯電壓相同

$$E = V_1 = V_2 = V_3 = 10 \text{ V}$$



5-2.5 電容器的並聯

分路之電荷量為：

$$Q_1 = C_1 V = 10 \times 10 = 100 \mu C$$

$$Q_2 = C_2 V = 20 \times 10 = 200 \mu C$$

$$Q_3 = C_3 V = 30 \times 10 = 300 \mu C$$

總電荷為：

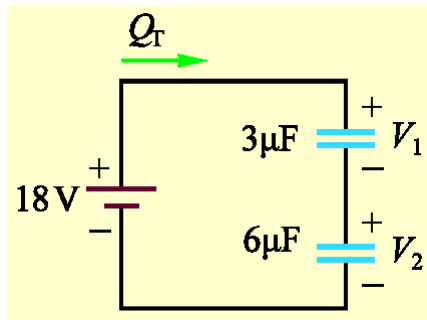
$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 = 600 \mu C$$

$$\text{或 } Q = CE = 60 \mu \times 10 = 600 \mu C$$



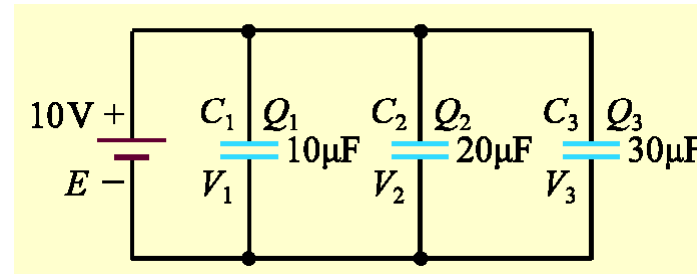
隨堂練習

1. 兩電容串接，求



- (1). 總電容量 = ? $2\mu\text{F}$
- (2). 總電荷 = ? $36\mu\text{C}$
- (3). $6\mu\text{F}$ 壓降 $V_2 = ? 6\text{V}$

2. 三電容並接，求

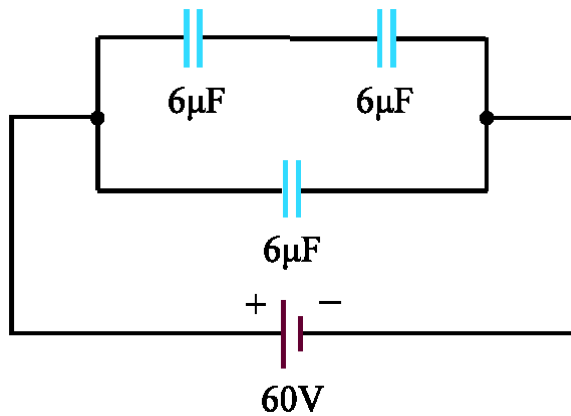


- (1). 總電容量 = ? $60\mu\text{F}$
- (2). $20\mu\text{F}$ 電荷 $Q_2 = ? 200\mu\text{C}$
- (3). 總電荷 = ? $600\mu\text{C}$



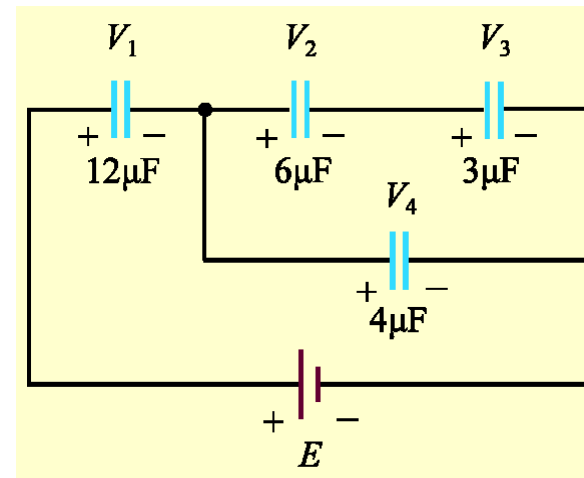
隨堂練習

1. 電容串並接，求



- (1). 總電容量=? $9\mu\text{F}$
- (2). 總電量=? $540\mu\text{C}$

2. 電容串並接，求



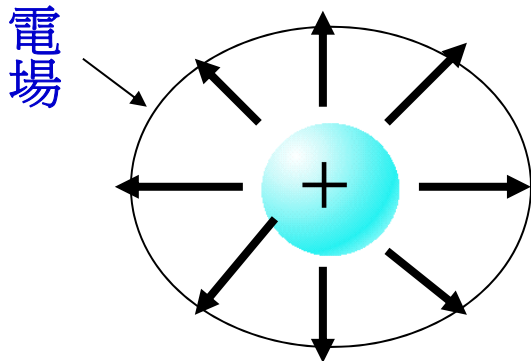
- (1). 總電容量=? $4\mu\text{F}$
- (2). 總電壓E=? 270V



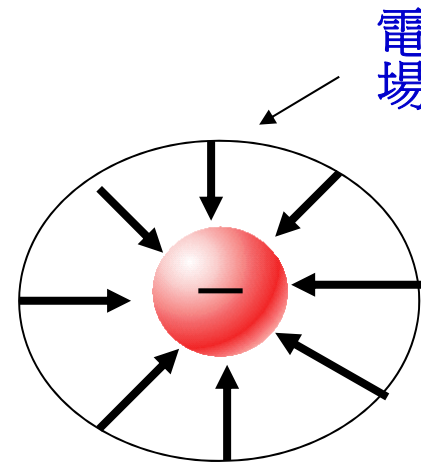
5-3.1 電場與電力線

電場為電力線可作用的範圍

單電荷之電場



正電荷之電力線為發散



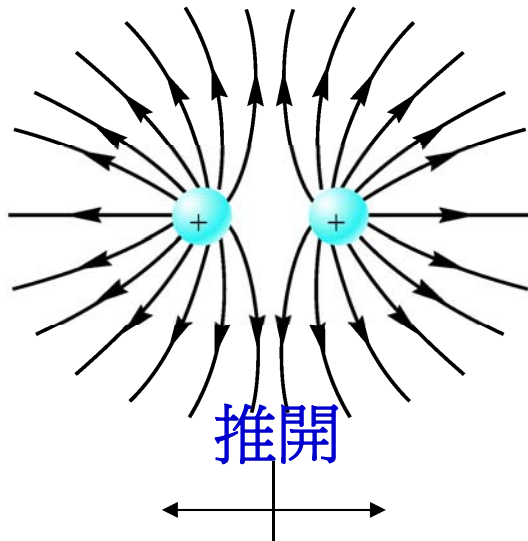
負電荷之電力線為收斂



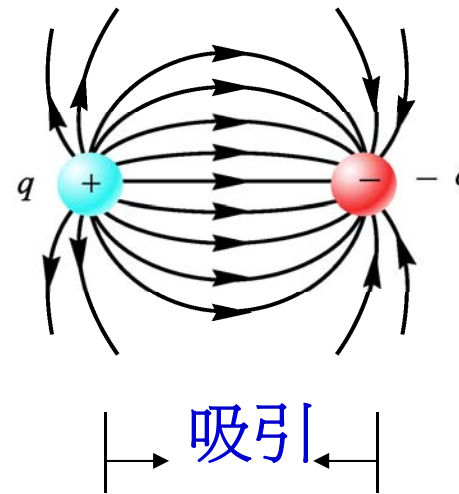
5-3.1 電場與電力線

雙電荷並排一起有吸或斥力作用

同性相斥



異性相吸

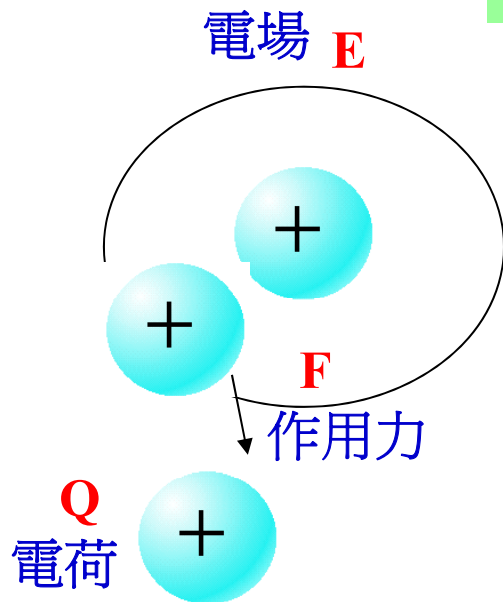




5-3.1 電場與電力線

電場強度(E)

在電場上單位正電荷產生之作用力



$$E = \frac{F}{Q} = K \frac{Q}{r^2}$$

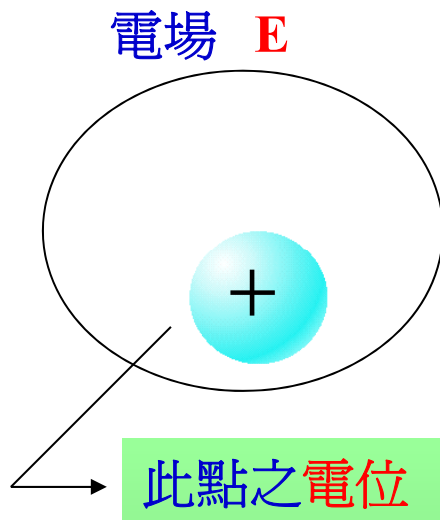
K為庫倫定律常數 = 9×10^9

r為電荷間距 單位公尺



5-3.2 電位

將單位正電荷自遠處移至電場某點所作功為該點之電位



$$V = \frac{W}{Q} = K \frac{Q}{r} \text{ (伏特)}$$

電位差

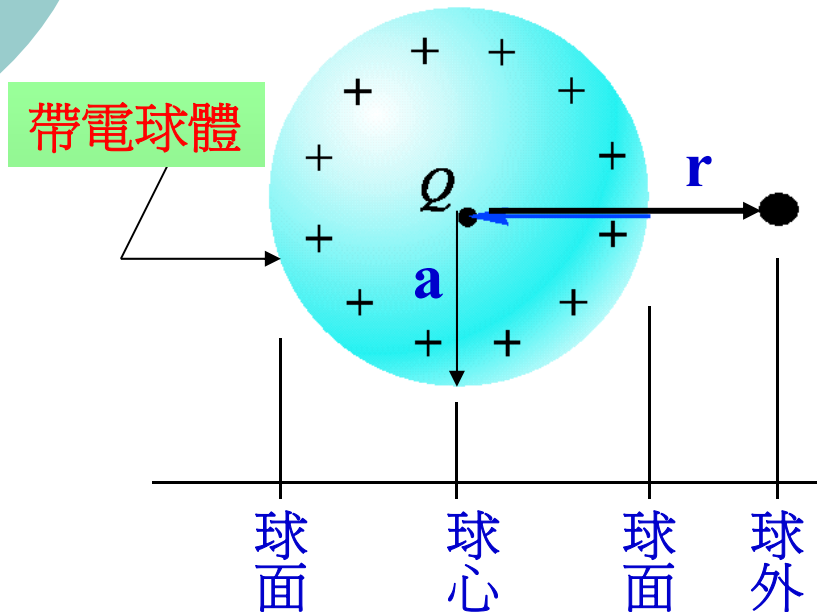
兩點電位的差

$$V_{AB} = V_A - V_B = \frac{W_{AB}}{Q} \text{ (伏特)}$$



5-3.3 帶電金屬球的電場與電位

帶電球體的電場與電位分布



1. 球體內部 $r < a$

$$E=0V \quad V=K \frac{Q}{a}$$

2. 球體表面 $r = a$

$$E=K \frac{Q}{r^2} \quad V=K \frac{Q}{r}$$

3. 球體外部 $r > a$

$$E=K \frac{Q}{r^2} \quad V=K \frac{Q}{r}$$



隨堂練習

1. 帶有4庫侖電量之電荷，在電場中某點受10牛頓的作用力，試求該點的電場強度為何，
2.5牛頓/庫侖
2. 將帶有20庫侖的電荷，從A點移到B點需作功40焦耳則A、B兩點的電位差為多少？
2伏特(V)
3. 距離某電荷3公尺處的電場強度為 10^3 牛頓/庫侖，則該電荷的帶電量為何？
 $1\mu\text{C}$
4. 在真空中 1×10^{-6} 庫侖的電荷，受到 10^{-5} 牛頓的作用力，則此電荷所在位置的電場強度為何？
10牛頓/庫侖