

第 106 學年度清華大學普通物理實驗()

☒預報 或 ☐結報 課程編號: 10620PHYS102011

實驗名稱: 電場測量

系 級: 材料21 組 別: 7

學 號: 106031209 姓 名: 彭慧文

組 員: 林暄慈

實驗日期: 107年4月18日 補作日期: 年 月 日

◎ 以下為助教記錄區

預報繳交日期		報告成績	助教簽名欄
		A ⁺	
結報繳交日期			
報告缺失紀錄			

實驗 17 = 電場測量

一、實驗目的 =

電場較難測量，通常利用等電位面 and 電場的關係來描繪出電場、電力線之分佈情形。
本實驗利用碳膜和不同形狀之電極形狀來模擬不同分布荷電導體之等電位分布情形。
並學習描繪電力線。

二、實驗原理 =

(一) 庫倫定律 (Coulomb's law) \rightarrow 僅適用於點電荷

$$F = k_0 \frac{q_1 q_2}{r^2}, \quad k_0 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 8.99 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2 \quad (\text{真空中})$$

$$F = \frac{1}{4\pi k \epsilon_0} \cdot \frac{q_1 q_2}{r^2} \quad (\text{介質中})$$

$\begin{cases} \rightarrow \text{真空中的介電常數} \\ \rightarrow \text{相對介電常數} \end{cases}$

* 真空的相對介電常數 = 1

空氣在 1 atm 的相對介電常數 = 1.00054

同一介質的介電常數隨溫度、壓力變化

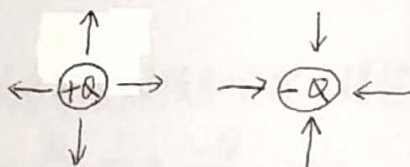
(二) 電力線 & 電場

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0} \rightarrow \text{試驗電荷}$$

電場方向和帶正電的試驗電荷在電場中所受的力方向相同

電力線可以描述空間中電場的性質

1. 電場方向 = 電力線上任一點之切線方向，並指向正電荷 q_0 受力的方向。



2. 電場強度 = 以垂直通過含有該點之單位截面積上的電力線數表示。

電力線較密集處的電場較強。均勻電場則以等距平行線表示。

3. 兩電力線不會相交

(三) 電位差 & 等位線

$$V_{BA} = V_B - V_A = \frac{W_{AB}}{q}$$

1. 等位面上的電荷移動不需作功

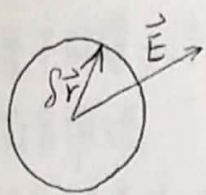
2. 電場必垂直於等位面

3. 導體內沒有電場、電力線。

4. 導體面上之電力線進出均和導體表面垂直。

1) 電力線的描繪

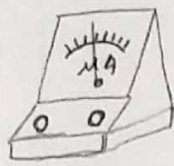
電場是電位的梯度. $\vec{E} = -\nabla V$



以某點為圓心畫圓, 則圓心與圓周上任一點的電位差為 δr . \vec{E} 找出電位差最大處與圓心連線即電場方向.
圓的半徑越小, 電場方向越正確.

三、實驗儀器

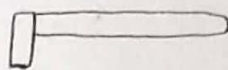
導電碳膜板、串聯電阻式分壓器、電源供應器、U型探棒、微安培檢流計、三用電表、導線、方格紙 or 白紙、直尺 & 圓規.



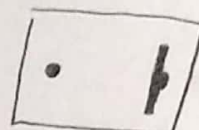
檢流計



電位分用電阻器



U型探棒



導電碳膜

四、實驗步驟

(一) 二維空間的電位變化趨勢測量 = 電極中心連線

1. 將白紙挖洞後置於導電碳膜之壓克力面上.

2. 兩點狀電極分別接上 +1.5V 和 -1.5V \Rightarrow 共 3V 電位差

3. 利用數位電表測量電極連線電位隨位置的變化關係 $V(x)$. 並標示於紙上 (每隔 1cm)

4. 畫出並比較導電碳膜和公式之趨勢圖

$$\begin{aligned} 3D &= Vx = \frac{Q}{4\pi\epsilon} \cdot \frac{1}{x} + \frac{-Q}{4\pi\epsilon} \cdot \frac{1}{(d-x)} \\ 2D &= Vx = \frac{Q}{4\pi\epsilon} \cdot \frac{1}{x} + \frac{-Q}{4\pi\epsilon} \ln(d-x) \end{aligned} \quad \left. \begin{array}{l} x \text{ 為測量點和電極距離} \\ d \text{ 為電極距離} \end{array} \right\} \text{ (電壓絕對值相同)}$$

(二) 以檢流計描繪. * 電流歸零法

1. 同 (一) 步驟 1, 2. 但電位差 +1.5V, 0V \Rightarrow 共 1.5V

2. 檢流計接上 U 型探棒, 另一端接串聯電阻式分壓器之 B 點, 用探棒找出等電位之點, 並連成一線.

3. 重複直到找到 9 條

4. 換板子再重複實驗

(三) 以三用電表描繪.

1. 同 (二) 步驟 1

2. 取適當半徑畫圓, $> 1.3 \text{ cm}$

3. 在圓周上找出 0V 最大之點 P_1 , 並以 P_1 為圓心, 重複.

題予習

Q = 若描繪的電力線相交有何錯誤？

A = 如果不同電力線相交在同一點，則在該點的電荷會受到不同方向的電場作用，不符合常理。

Q = 實驗誤差來源？

A = ① 導電碳膜板上有過多受損

② 人為標記誤差

③ 使用電流歸零法，但實驗時電流並未歸零