

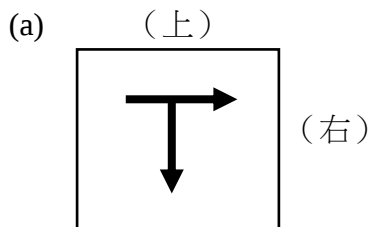
103 學年度指定科目考試物理考科非選擇題參考答案

物理考科的非選擇題的評量重點為考生是否能夠清楚表達推理過程，故答題時應將解題過程說明清楚。解題的方式有很多種，但考生用以解題的觀點必須符合題目所設定的情境。若考生表述的概念內容正確，解題所用的相關公式也正確，且得到正確答案，方可得到滿分。若考生的觀念正確，也用對相關公式，但計算錯誤，可獲得部分分數。本公告謹提供各大題參考答案以供各界參考，詳細評分原則說明，請參見本中心將於 8 月 15 日出刊的《選才電子報》。

103 學年度指定科目考試物理考科非選擇題各大題的參考答案說明如下：

第一題

第 1 小題



(b) 會一樣大，因為實像成像時，像的大小正比於像距與物距之比值，而在「次序 1」的實驗中， $\overline{CD} = \overline{BC}$ ，故像和物的大小相同。

第 2 小題

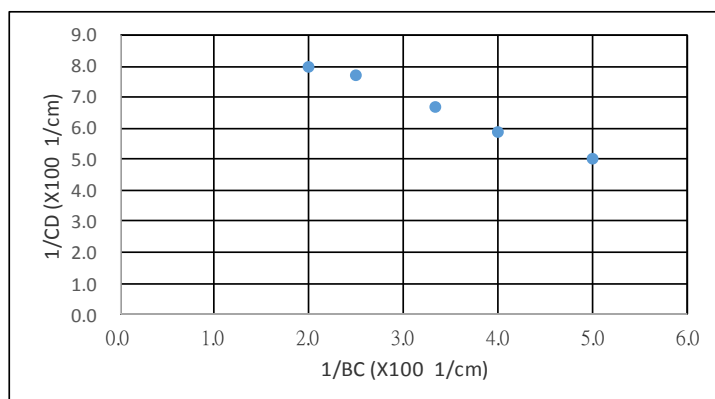
為了明確驗證薄透鏡的成像公式： $\frac{1}{\text{物距}} + \frac{1}{\text{像距}} = \frac{1}{\text{焦距}}$ ，必須作圖證明

$\frac{1}{\overline{BC}} + \frac{1}{\overline{CD}} = \frac{1}{f}$ ，對相同的透鏡而言，焦距 f 為一常數。

【解法一】以 $\frac{1}{BC}$ 為橫軸， $\frac{1}{CD}$ 為縱軸作圖

$\frac{1}{BC}$ 與 $\frac{1}{CD}$ 的數據如下表，並以 $\frac{1}{BC}$ 為橫軸， $\frac{1}{CD}$ 為縱軸作圖如下。

$\frac{1}{BC}$ (1/cm)	$\frac{1}{CD}$ (1/cm)
0.050	0.050
0.040	0.059
0.033	0.067
0.025	0.077
0.020	0.080



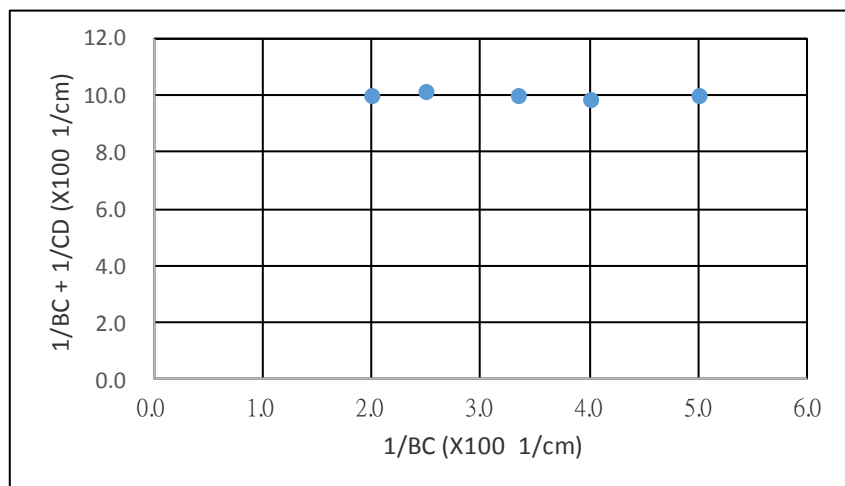
呈一斜率為負的直線，即表示兩者的和為常數，因此驗證了 $\frac{1}{BC} + \frac{1}{CD} = \frac{1}{f}$ ，即

$$\frac{1}{\text{物距}} + \frac{1}{\text{像距}} = \frac{1}{\text{焦距}}。$$

【解法二】以 $\frac{1}{BC}$ 或 $\frac{1}{CD}$ 為橫軸， $\frac{1}{BC} + \frac{1}{CD}$ 為縱軸作圖

$\frac{1}{BC}$ 、 $\frac{1}{CD}$ 與 $\frac{1}{BC} + \frac{1}{CD}$ 的數據如下表，並以 $\frac{1}{BC}$ 為橫軸， $\frac{1}{BC} + \frac{1}{CD}$ 為縱軸作圖如下。

次序	$\frac{1}{BC}$ (1/cm)	$\frac{1}{CD}$ (1/cm)	$\frac{1}{BC} + \frac{1}{CD}$ (1/cm)
1	0.050	0.050	0.100
2	0.040	0.059	0.099
3	0.033	0.067	0.100
4	0.025	0.077	0.102
5	0.020	0.080	0.100



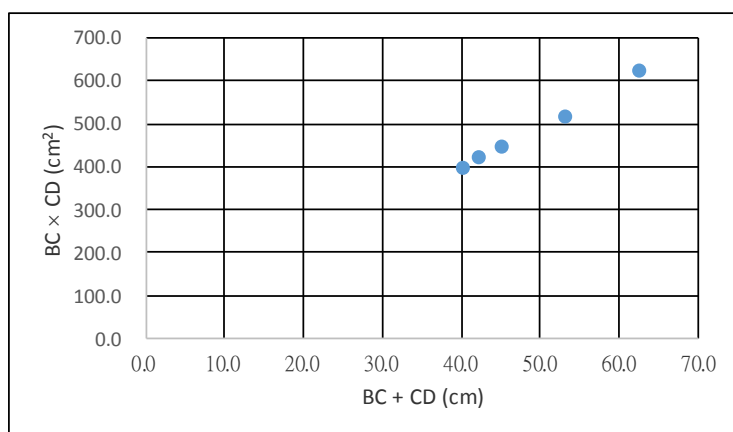
呈一水平直線，即表示兩者的和為常數，因此驗證了 $\frac{1}{\overline{BC}} + \frac{1}{\overline{CD}} = \frac{1}{f}$ ，即

$$\frac{1}{\text{物距}} + \frac{1}{\text{像距}} = \frac{1}{\text{焦距}}。$$

【解法三】以 $\overline{BC} + \overline{CD}$ 為橫軸，以 $\overline{BC} \times \overline{CD}$ 為縱軸作圖

$\overline{BC} + \overline{CD}$ 與 $\overline{BC} \times \overline{CD}$ 的數據如下表，並以 $\overline{BC} + \overline{CD}$ 為橫軸，以 $\overline{BC} \times \overline{CD}$ 為縱軸作圖如下。

$\overline{BC} + \overline{CD}$ (cm)	$\overline{BC} \times \overline{CD}$ (cm ²)
40.0	400
42.0	425
45.0	450
53.0	520
62.5	625



呈一通過原點的直線，即表示 $\overline{BC} + \overline{CD}$ 與 $\overline{BC} \times \overline{CD}$ 呈正比，因此驗證了

$$\frac{\overline{BC} + \overline{CD}}{\overline{BC} \times \overline{CD}} = \frac{1}{\overline{BC}} + \frac{1}{\overline{CD}} = \frac{1}{f}，即 \frac{1}{\text{物距}} + \frac{1}{\text{像距}} = \frac{1}{\text{焦距}}。$$

第 3 小題

(a) BC 的距離必須小於焦距 10.0 cm。

(焦距即為第 2 小題【解法二】表列第三欄平均值 (約為 0.100) 的倒數 :

$$f \approx \frac{1}{0.100} = 10.0 \text{ cm})$$

(b) 利用視差法，將一支筆 (參考物) 垂直豎立於圖 10 中與光源屏 B 同一側，由像屏 D 往透鏡 C 觀測，此時以單眼觀測，保持眼睛到透鏡 C 的距離不變而水平移動眼睛，並調整筆到透鏡 C 的距離，直到該筆看起來會和圖 11 中向上箭頭的虛像重合，此時筆到透鏡 C 的距離即為像距。

第二題

第 1 小題

列出電子動能關係式 $\frac{1}{2}mv_0^2 = 4.55 \times 10^{-19}$

代入數據，求得電子的入射速率 $v_0^2 = \frac{9.1 \times 10^{-19}}{9.1 \times 10^{-31}} \quad v_0 = 1.0 \times 10^6 \text{ m/s}$

第 2 小題

【解法一】將電子的運動模擬成重力場中的斜拋運動

(a) 電子在平行板電場中的運動軌跡為拋物線。

(b) 平行板中的電場為 y 方向的均勻電場，電子在 y 方向的加速度 a 為定值， x 方向為等速度運動，故電子的運動可視為在重力場中的斜向拋射運動，而重力加速度 g 更換為 a 。

【解法二】 求出電子的軌跡方程式

(a) 電子在平行板電場中的運動軌跡為拋物線。

(b) x 方向位移： $x = v_0 \cos \theta t \Rightarrow t = \frac{x}{v_0 \cos \theta}$

y 方向位移： $y = v_0 \sin \theta t - \frac{1}{2} a t^2$

$a = \frac{qE}{m}$ 為定值， $\theta = 45^\circ$ ，

故 $y = x \tan \theta - \frac{1}{2} a \frac{x^2}{(v_0 \cos \theta)^2} = x - \frac{1}{2} a \frac{x^2}{v_0^2 \cdot \frac{1}{2}} = \left(-\frac{a}{v_0^2}\right) x^2 + x$ ，此為拋物線方程式。

第 3 小題

【解法一】 由水平射程 L 與加速度 a 的關係求得電場 E

電子以 45° 射出，會以 45° 下落，

故其水平射程為

$$L = \frac{v_0^2 \sin(2\theta)}{g} = \frac{v_0^2 \sin(2 \times 45^\circ)}{a}, \quad a \text{ 為 } y \text{ 方向向下的加速度，故 } L = \frac{v_0^2}{a}。$$

又 $a = \frac{qE}{m}$ ，所以

$$E = \frac{mv_0^2 \sin 2\theta}{qL} = \frac{mv_0^2}{qL} = \frac{2 \times 4.55 \times 10^{-19}}{1.6 \times 10^{-19} \times 0.01} = 5.7 \times 10^2 \quad (\text{V/m 或 N/C 或 kg} \cdot \text{m/s}^2 \cdot \text{C})$$

【解法二】 由水平速度求得電子穿過兩個小縫的時間 Δt ，且由等加速度運動方

程式求出加速度 a ，再由 $E = \frac{ma}{q}$ 求出電場 E

由水平速度求得電子穿過兩個小縫的時間 Δt

$$\Delta t = \frac{L}{v_x} = \frac{L}{v_0 \cos \theta} = \frac{0.01}{10^6 \times \frac{\sqrt{2}}{2}} = \sqrt{2} \times 10^{-8} \approx 1.414 \times 10^{-8} \text{ s}$$

垂直方向為等加速度運動， a 為加速度

$$v_y = v_0 \sin \theta = a \times \frac{\Delta t}{2}$$

$$a = 10^{14} \text{ m/s}^2$$

$$\text{且 } a = \frac{qE}{m}$$

$$E = \frac{ma}{q} = \frac{9.1 \times 10^{-31} \times 10^{14}}{1.6 \times 10^{-19}} = 5.7 \times 10^2 \text{ (V/m 或 N/C 或 kg} \cdot \text{m/s}^2 \cdot \text{C)}$$

【解法三】 由水平速度求得電子穿過兩個小縫的時間 Δt ，且由垂直方向的衝量

$F\Delta t$ 等於動量變化量 $m\Delta v_y$ ，再由 $F = qE$ 求出電場 E

由水平速度求得電子穿過兩個小縫的時間 Δt

$$\Delta t = \frac{L}{v_x} = \frac{L}{v_0 \cos \theta} = \frac{0.01}{10^6 \times \frac{\sqrt{2}}{2}} = \sqrt{2} \times 10^{-8} \approx 1.414 \times 10^{-8} \text{ s}$$

垂直方向的衝量等於動量變化量：

$$F\Delta t = m\Delta v_y, \Delta v_y = 2v_0 \sin \theta = \sqrt{2} \times v_0 \approx 1.414 \times 10^6 \text{ m/s}$$

$$qE\Delta t = m\Delta v_y$$

$$\therefore 1.6 \times 10^{-19} \times E \times 1.414 \times 10^{-8} = 9.1 \times 10^{-31} \times 1.414 \times 10^6$$

$$E = 5.7 \times 10^2 \text{ (V/m 或 N/C 或 kg} \cdot \text{m/s}^2 \cdot \text{C)}$$

備註：因計算或有效數字而使求出的數值在可容許的範圍之內（即 E 為

$5.5 \times 10^2 \text{ V/m} \sim 6.0 \times 10^2 \text{ V/m}$ ），仍為可給全部分數之答案。