

622

(1)

静止していた電子が1Vで加速されるときに得る運動エネルギーを1電子ボルトと定義されているので、
電子の得た運動エネルギー K は、

$$K = \frac{1}{2}mv^2 = eV$$

$$\therefore v = \sqrt{\frac{2eV}{m}}$$

$e = e$, $V = V_1$, $m = m$ を代入して、

$$v = \sqrt{\frac{2eV_1}{m}}$$

(2)

通過するのにかかる時間を $t[s]$ とすると、

$l = vt$ が成り立つ。

$l = l$, $v = \sqrt{\frac{2eV_1}{m}}$ を代入して、

$$l = \sqrt{\frac{2eV_1}{m}} \cdot t$$

$$\therefore t = l \sqrt{\frac{m}{2eV_1}}$$

(3)

偏向板間に発生する電界 E は、

$$E = \frac{V_2}{d} \text{ となる。}$$

電子の受ける力 F は、

$F = qE$ より、 (ローレンツ力)

$q = -e$, $E = \frac{V_2}{d}$ を代入して、

$$F = -e \frac{V_2}{d} \text{ (向きは電界 } E \text{ の正反対、鉛直上向き)}$$

$F = ma$ より、 (運動方程式)

$F = -e \frac{V_2}{d}$, $m = m$ を代入して、

$$-e \frac{V_2}{d} = ma$$

$\therefore a = -e \frac{V_2}{dm}$ (向きは電界 E の正反対、鉛直上向き)

よって、鉛直上向き方向に $a = e \frac{V_2}{dm}$ の加速度が生じる。

(4)

偏向板通過直後の、鉛直成分の速さ v_y は、

$$v_{yt} = a_y \cdot t + v_{y0} \text{ より、}$$

$$a_y = e \frac{V_2}{dm} , t = l \sqrt{\frac{m}{2eV_1}} , v_{y0} = 0 \text{ を代入して、}$$

$$v_{yt} = e \frac{V_2}{dm} \cdot l \sqrt{\frac{m}{2eV_1}} = \frac{V_2 l}{d} \cdot \sqrt{\frac{e}{2mV_1}}$$

(5)

$$\tan \theta = \frac{v_y}{v_x} \text{ より、}$$

$$v_y = \frac{V_2 l}{d} \cdot \sqrt{\frac{e}{2mV_1}} , v_x = \sqrt{\frac{2eV_1}{m}} \text{ を代入して、}$$

$$\begin{aligned} \tan \theta &= \frac{\frac{V_2 l}{d} \cdot \sqrt{\frac{e}{2mV_1}}}{\sqrt{\frac{2eV_1}{m}}} \\ &= \frac{V_2 l}{2dV_1} \end{aligned}$$

(6)

電子が偏向板通過してから蛍光面に達したときに移動したy成分の距離 Δy_1 は、

$\Delta y_1 = L \tan \theta$ より求まる。

$$L = L , \tan \theta = \frac{V_2 l}{2dV_1} \text{ を代入して、}$$

$$\Delta y_1 = L \frac{V_2 l}{2dV_1}$$

電子が偏向板を通過するまでに移動したy成分の距離 Δy_2 は、

$$v^2 - v_0^2 = 2ax \text{ の式から求まる。 (等加速度運動の基本関係式)}$$

$$v = v_y = \frac{V_2 l}{d} \cdot \sqrt{\frac{e}{2mV_1}} , v_0 = v_{y0} = 0 , a = a_y = e \frac{V_2}{dm} , x = \Delta y_2 \text{ を代入して、}$$

$$\left(\frac{V_2 l}{d} \cdot \sqrt{\frac{e}{2mV_1}} \right)^2 - 0^2 = 2 \cdot e \frac{V_2}{dm} \cdot \Delta y_2$$

$$\therefore \Delta y_2 = \frac{V_2 l^2}{4dV_1}$$

よって、距離 z は、

$$\begin{aligned} z &= \Delta y_1 + \Delta y_2 \\ &= L \frac{V_2 l}{2dV_1} + \frac{V_2 l^2}{4dV_1} \\ &= \frac{V_2 l(2L+l)}{4dV_1} \end{aligned}$$