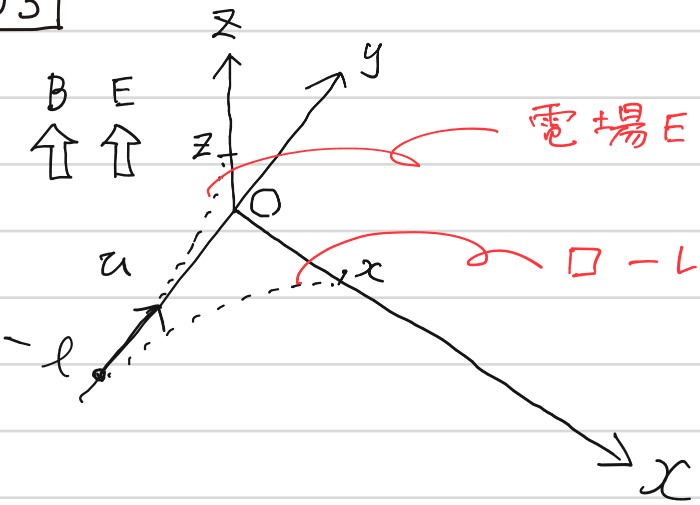
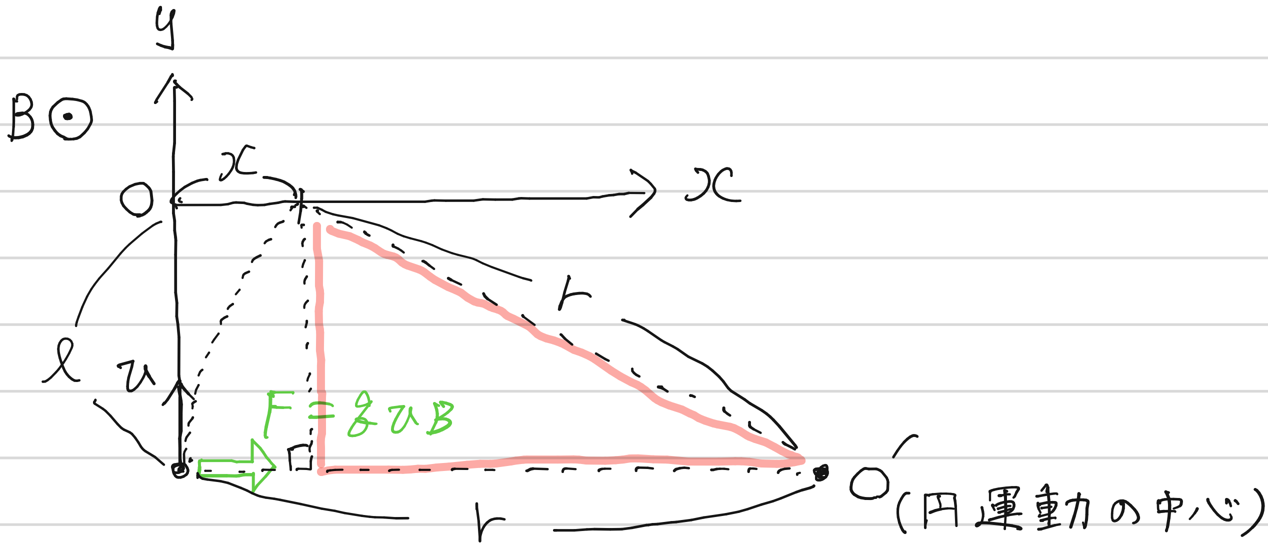
305



(ア)

図

z軸側から見た図を書くと



円運動の運動方程式より

$$m\frac{v^2}{r} = qvB \Rightarrow r = \frac{mv}{qB} \cdots ①$$

で三平方の定理を立式すると.

$$r^2 = (r-x)^2 + l^2$$

$$\Rightarrow (r-x)^2 = r^2 - l^2$$

$$r - x = \sqrt{r^2 - l^2}$$

$$x = r - \sqrt{r^2 - l^2}$$

$$= r - r\sqrt{1 - \frac{l^2}{r^2}}$$

305 (ア) 続き

$$= r - r\left(1 - \frac{l^2}{r^2}\right)^{\frac{1}{2}}$$

$$\fallingdotseq r - r\left(1 - \frac{1}{2}\frac{l^2}{r^2}\right)$$

$(1+\alpha)^n \fallingdotseq 1+n\alpha$ の近似

$$\therefore x = \frac{l^2}{2r} \quad \cdots ②$$

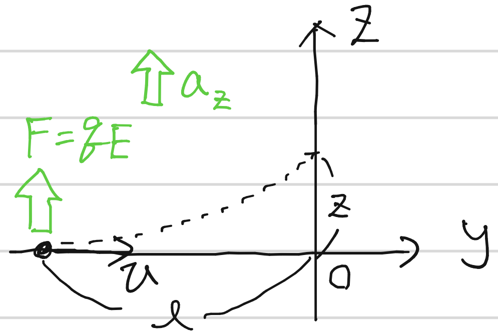
②に①を代入して

$$x = \frac{l^2}{2\frac{mv}{qB}} = \frac{qBl^2}{2mv} \quad (ア)$$

(イ)

$\boxed{z}$

x軸側から見た図を書くと、



運動方程式より

$$ma_z = qE \Rightarrow a_z = \frac{qE}{m} \quad \cdots ③$$

$l \ll r$より円運動の円弧の長さをlと近似できるので

$$t \fallingdotseq \frac{l}{v} \quad \cdots ④$$

z方向で $x = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$ の立式をすると、

$$z = 0 + \frac{1}{2}at^2$$

③、④を代入して

$$z = 0 + \frac{1}{2}\cdot\frac{qE}{m}\cdot\left(\frac{l}{v}\right)^2 = \frac{qEl^2}{2mv^2} \quad (イ)$$

$\boxed{305}$ 続き

(ウ)

(ア)式 $$x = \frac{qBl^2}{2mv} \quad \cdots ⑤$$

(イ)式 $$z = \frac{qEl^2}{2mv^2} \quad \cdots ⑥$$

ここでzをvの関数ではなく、xの関数で示したい。→vを消去する.

$\frac{⑥}{⑤^2}$ より

$$\frac{z}{x^2} = \frac{\frac{qEl^2}{2mv^2}}{\left(\frac{qBl^2}{2mv}\right)^2}$$

$$= \frac{2mE}{qB^2l^2}$$

$$\therefore z = \underline{\frac{2mE}{qB^2l^2} x^2} \quad \text{(ウ)}$$

※ 比電荷 $\frac{q}{m}$ の大小により. 放物線の形が変わるので. 比電荷の測定ができるのだ.