

x方向の速度を v_0 に保つ
 \downarrow
 ローレンツ力の x 成分と
 つりあうように、
 電場から受ける力 $qE(x)$ を
 加えているのだ。

(1)

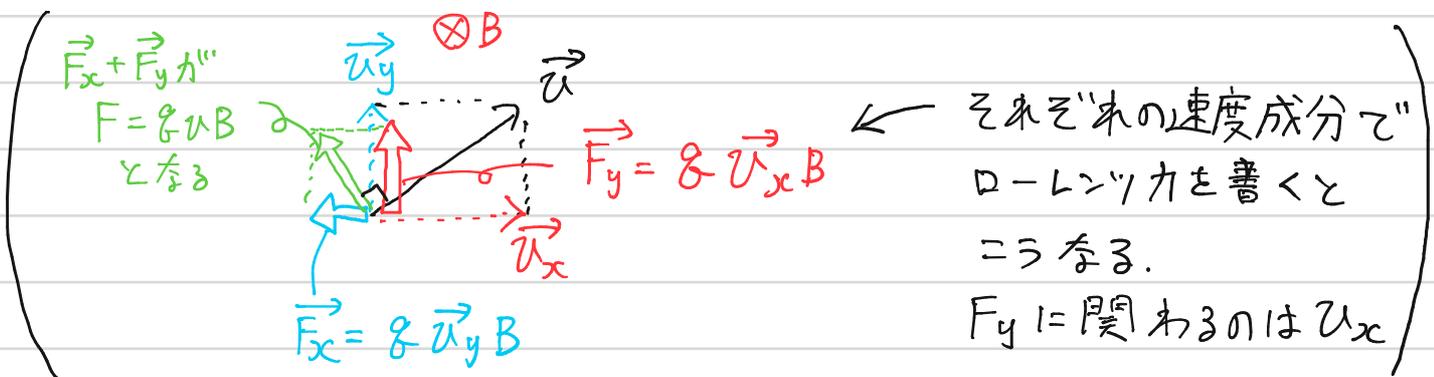
(ア) a_x

問題の設定で、「 v_x を一定に保つ」としているのて

$$a_x = 0 \quad \# (ア)$$

(イ) a_y

F (ローレンツ力) は $q\vec{v}B$ だが、その y 成分は $qv_x B$ である。



← それぞれの速度成分で
 ローレンツ力を書くと
 なる。
 F_y に関わるのは v_x

よって

$$F_y = qv_x B \quad \left. \begin{array}{l} v_x \text{ は初速度 } v_0 \text{ を保つように} \\ = qv_0 B \end{array} \right\} \text{しているのて}$$

y 方向の運動方程式を立てて

$$m a_y = qv_0 B$$

$$\therefore a_y = \frac{qv_0 B}{m} \quad \# (イ)$$

303 続き

(2)

(1) の分析より

$$\begin{cases} x \text{ 方向は } v_0 \text{ で等速運動} \\ y \text{ 方向は } a = \frac{q v_0 B}{m} \text{ で等加速度運動} \end{cases}$$

といえる.

(ウ) x

等速運動なので

$$x = v_0 t \quad \#(ウ)$$

(エ) y

等加速度運動なので $x = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$ より

$$y = 0 + \frac{1}{2} \cdot \frac{q v_0 B}{m} \cdot t^2$$

$$\therefore y = \frac{q v_0 B}{2m} t^2 \quad \#(エ)$$

(3)

(オ) 軌道の式は y を x の関数で示したものである.

y と x の式から t を消去すればよい.

(ウ) 式より

$$t = \frac{x}{v_0}$$

(エ) 式に代入して

$$y = \frac{q v_0 B}{2m} \cdot \left(\frac{x}{v_0} \right)^2$$

$$\therefore y = \frac{q B}{2m v_0} x^2 \quad \#(オ)$$

303 続き

(4)

(カ) y方向は等加速度運動なので $v = v_0 + at$ より

$$v_y = 0 + \frac{q\mu_0 B}{m} t$$

ここで (1) 式より

$$t = \frac{x}{v_0}$$

なので、これを代入して

$$\begin{aligned} v_y &= \frac{q\mu_0 B}{m} \cdot \frac{x}{v_0} \\ &= \frac{qB}{m} x \quad \# (カ) \end{aligned}$$

(5)

(キ)

ローレンツ力の x 成分 $q v_y B$ と 電場から受ける力 $q E(x)$ が
つりあっているので

$$q E(x) = q v_y B$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow E(x) &= v_y B \\ &= \frac{qB}{m} x \cdot B \end{aligned}$$

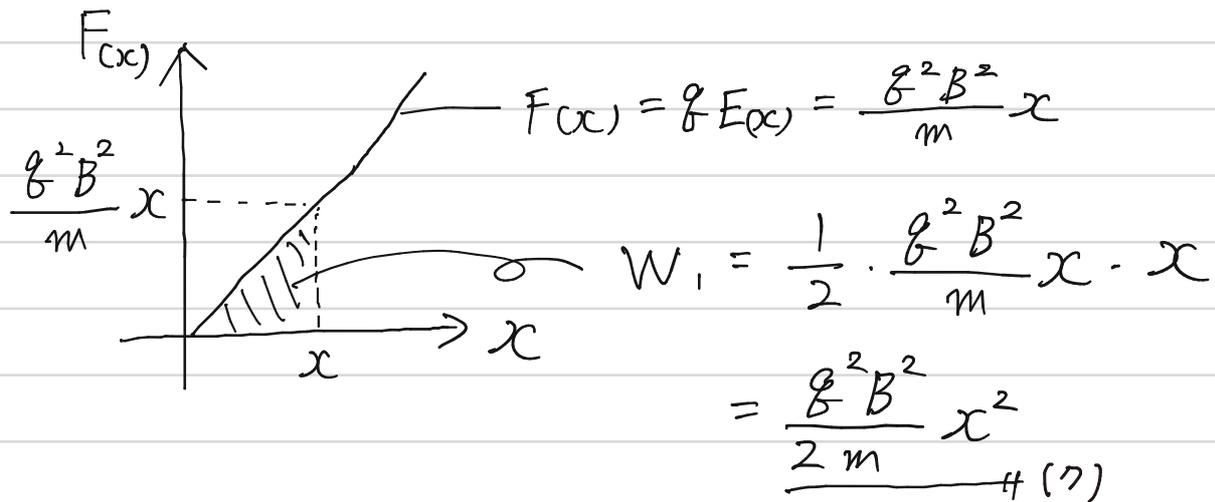
$$\therefore E(x) = \frac{qB^2}{m} x \quad \# (キ)$$

303 続き

(6)

(7)

電界(電場)からされる仕事 W_1 は, F が一定でないので
 $W = Fx$ で単純計算できず, $F-x$ グラフの面積から求める。



(7)

磁界(磁場)から受ける力は, 常に \vec{v} と 90° 角なので
 仕事をしない. よって

$$W_2 = 0 \text{ # (7)}$$

* F_x と F_y はそれぞれ仕事をしているが, 合わせると
 0 になっているのだ。

別解 (7)

W_2 が 0 であることから, W_1 の分だけ運動エネルギー
 が変化しているといえる. よって

$$W_1 = \Delta K$$

$$\begin{aligned}
 &= \left(\frac{1}{2} m v_x^2 + \frac{1}{2} m v_y^2 \right) - \frac{1}{2} m v_0^2 \\
 &= \frac{1}{2} m v_0^2 + \frac{1}{2} m \cdot \left(\frac{qB}{m} x \right)^2 - \frac{1}{2} m v_0^2 = \frac{q^2 B^2}{2m} x^2 \text{ # (7)}
 \end{aligned}$$