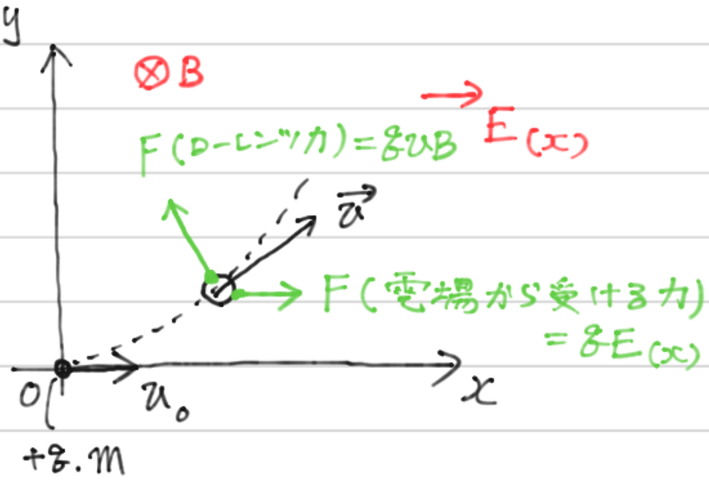
$\boxed{319}$



x方向の速度をv₀に保つ

⇓

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)

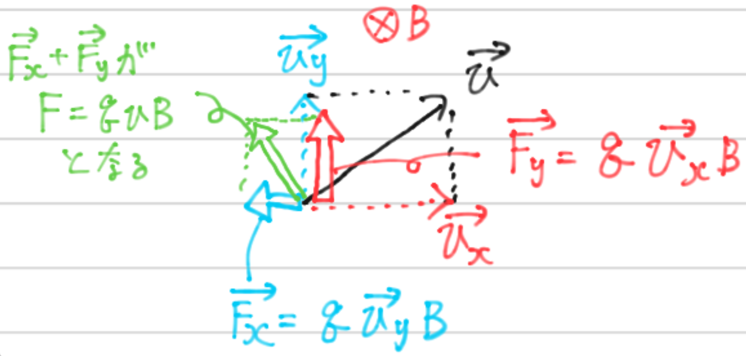
(イ) $\boxed{a_x}$

問題の設定で、「v_xを一定に保つ」としているので

$$a_x = 0 \quad /\!/ \text{(イ)}$$

(ロ) $\boxed{a_y}$

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



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

よって

$$F_y = qv_xB$$
$$= qv_0B$$

v_xは初速度v_0を保つようにしているので

y方向の運動方程式をたてて

$$ma_y = qv_0B$$

$$\therefore a_y = \frac{qv_0B}{m} \quad /\!/ \text{(ロ)}$$

$\boxed{319}$ 続き

(2)

(1)の分析より

$$\begin{cases} x\text{方向は } v_0 \text{ で等速運動} \\ y\text{方向は } a = \dfrac{qv_0B}{m} \text{ で等加速度運動} \end{cases}$$

といえる.

(ハ) $\boxed{x}$

等速運動なので

$$\underline{x = v_0 t}_{\,/\!/} \text{(ハ)}$$

(ニ) $\boxed{y}$

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

$$y = 0 + \frac{1}{2}\cdot\frac{qv_0B}{m}\cdot t^2$$

$$\therefore\ \underline{y = \frac{qv_0B}{2m}t^2}_{\,/\!/} \text{(ニ)}$$

(3)

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.

(ハ)式より

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

(ニ)式に代入して

$$y = \frac{qv_0B}{2m}\cdot\left(\frac{x}{v_0}\right)^2$$

$$\therefore\ \underline{y = \frac{qB}{2mv_0}x^2}_{\,/\!/} \text{(ニ)}$$

$\boxed{319}$ 続き

(4)

(ヘ) y方向は等加速度運動なので $v = v_0 + at$ より

$$v_y = 0 + \frac{q v_0 B}{m} t$$

ここで (ハ) 式より

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

なので、これを代入して

$$v_y = \frac{q v_0 B}{m} \cdot \frac{x}{v_0}$$

$$= \underline{\frac{qB}{m} x} \text{ // (ヘ)}$$

(5)

(ト)

ローレンツ力の x 成分 $q v_y B$ と 電場から受ける力 $qE(x)$ が

つりあっているので

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

$$\Rightarrow E(x) = v_y B$$

$$= \frac{qB}{m} x \cdot B$$

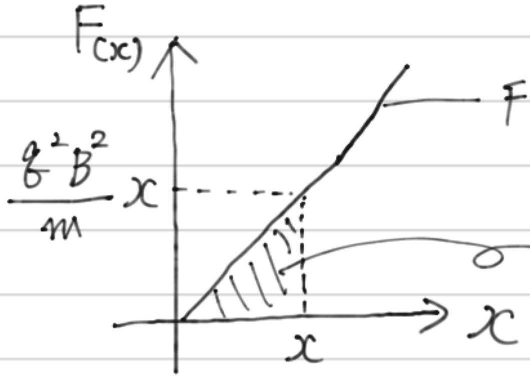
$$\therefore E(x) = \underline{\frac{qB^2}{m} x} \text{ // (ト)}$$

$\boxed{319}$ 続き

(6)

(チ)

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.



$$F_{(x)} = qE_{(x)} = \frac{q^2B^2}{m}x$$

$$W_1 = \frac{1}{2}\cdot\frac{q^2B^2}{m}x\cdot x$$

$$= \underline{\frac{q^2B^2}{2m}x^2}_{//}$$

(リ)

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

$$W_2 = \underline{0}_{//}\ (\text{リ})$$

※ 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。

$\boxed{別解}$

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

$$W_1 = \Delta K$$

$$= \overbrace{\left(\frac{1}{2}mv_x^2 + \frac{1}{2}mv_y^2\right)}^{後} - \overbrace{\frac{1}{2}mv_0^2}^{前}$$

$$= \frac{1}{2}mv_0^2 + \frac{1}{2}m\cdot\left(\frac{qB}{m}x\right)^2 - \frac{1}{2}mv_0^2 = \underline{\frac{q^2B^2}{2m}x^2}_{//}$$