$\boxed{1}$

(1) 運動量保存

$$\begin{cases} mv = \frac{1}{2}M \times \frac{2}{3}v \times \cos 60^\circ \times 2 - \frac{2}{3}mv \\ 0 = \frac{1}{2}M \times \frac{2}{3}v \sin 60^\circ - \frac{1}{2}M \times \frac{2}{3}v \sin 60^\circ \end{cases}$$ …不安です…

上の式から　$\therefore m = \underline{\frac{1}{5}M}$ (ア)

質量Mの物体の受けたx方向の力積は　$F_x \Delta t = \frac{1}{2}M \times \frac{2}{3}v \cos 60^\circ \times 2 - 0$

$= \underline{\frac{1}{3}Mv}$ (ア)

y方向の力積は　$F_y \Delta t = \left(\frac{1}{2}M \times \frac{2}{3}v \sin 60^\circ - \frac{1}{2}M \times \frac{2}{3}v \sin 60^\circ\right) - 0 = \underline{0}$ (イ)

(2) 全体のエネルギーの変化量をΔUとすると

$$\Delta U = \frac{1}{2}\left(\frac{1}{2}M\right)\left(\frac{2}{3}v\right)^2 \times 2 + \frac{1}{2}\left(\frac{1}{5}M\right)\left(\frac{2}{3}v\right)^2 - \frac{1}{2}\left(\frac{1}{5}M\right)v^2$$

$$= \frac{2}{9}Mv^2 + \frac{2}{45}Mv^2 - \frac{1}{10}Mv^2 = \frac{1}{6}Mv^2$$ <u>増えた</u> (エ)

<u>これは衝突の際に爆発などが起こったと考えられる</u> (オ)

(3)

運動量保存則　$mv = MV + mcv$

これより　$V = \frac{mv}{M}(1-c)$

エネルギーは　$\frac{1}{2}mv^2 \rightarrow \frac{1}{2}MV^2 + \frac{1}{2}m(cv)^2$ になるので

$$\frac{\frac{1}{2}M\left(\frac{mv}{M}(1-c)\right)^2 + \frac{1}{2}m(cv)^2}{\frac{1}{2}mv^2} = \frac{m}{M}(1-c)^2 + c^2 = \underline{\frac{(m+M)c^2 - 2mc + m}{M}}$$ (カ)

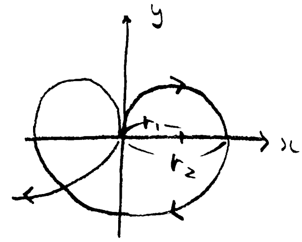
(4) $m = \frac{1}{2}M$ のとき (カ)が$\frac{1}{2}$倍

$$\frac{3\cancel{m}c^2 - 2\cancel{m}c + \cancel{m}}{\cancel{2m}} = \frac{\cancel{1}}{\cancel{2}} \Leftrightarrow 3c^2 - 2c = 0 \qquad \therefore c = \underline{\frac{2}{3}}$$ (キ)

(ク) <u>完全非弾性</u>　(ケ) <u>運動エネルギー</u>　(コ) <u>重心</u>　(サ) <u>0</u>　(シ) <u>熱エネルギー</u>

$\boxed{\text{III}}$

(1) 時刻t_1まで：ローレンツ力によって円運動する。その半径をr_1とすると



$$m\frac{v^2}{r_1} = qv(2B)$$

より $r_1 = \frac{mv}{2qB}$

したがって中心は $\left(\underbrace{\frac{mv}{2qB}}_{(ア)}, \underbrace{0}_{(イ)}\right)$ 直径は $\underbrace{\frac{mv}{qB}}_{(ウ)}$

周期T_1は $T_1 = \frac{2\pi r_1}{v} = \cancel{2}\pi\frac{m\cancel{v}}{\cancel{2}qB}\times\frac{1}{\cancel{v}} = \frac{\pi m}{qB}$

となるので $t_1 = \frac{1}{2}T_1 = \underbrace{\frac{\pi m}{2qB}}_{(エ)}$

(2) $t_1 < t < t_2$のときの円運動の半径をr_2とすると

$$m\frac{v^2}{r_2} = qvB \qquad r_2 = \frac{mv}{qB}$$

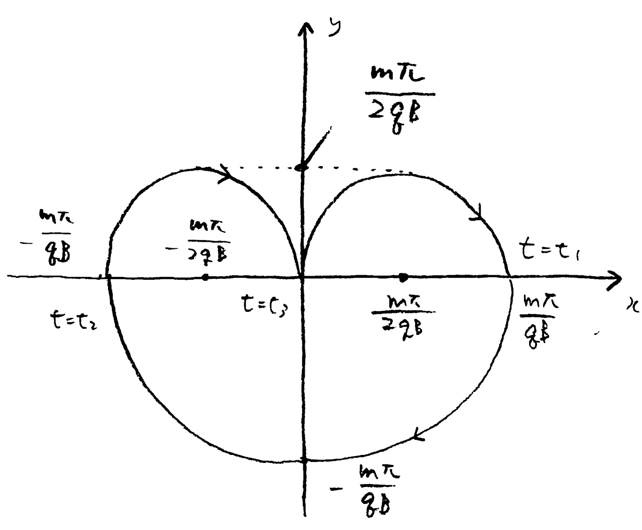
x軸から最も離れるのは $\underline{\left(0, -\frac{mv}{qB}\right)}$ //

$2r_1 = r_2$となっている
(右上図)

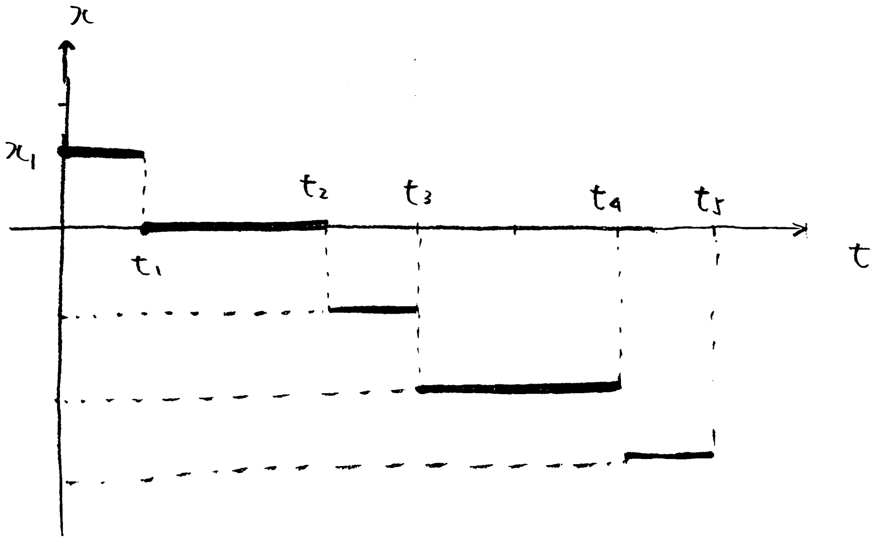
(3) 中心は $(\underbrace{0}_{(オ)}, \underbrace{0}_{(カ)})$。 $t=t_2$のときのx座標は $-r_2 = \underbrace{-\frac{mv}{qB}}_{//(キ)}$

$T_2 = \frac{2\pi r_2}{v} = \frac{2\pi m}{qB}$ なので $t_2 - t_1 = \frac{1}{2}T_2 = \frac{\pi m}{qB} = \underbrace{2t_1}_{(ク)}$

(4) $\left(\underbrace{-\frac{mv}{2qB}}_{(ケ)}, \underbrace{0}_{(コ)}\right)$ $\qquad t_3 = \frac{1}{2}T_1 + \frac{1}{2}T_2 + \frac{1}{2}T_1 = \frac{2\pi m}{qB} = \underbrace{4t_1}_{(サ)}$



(6)



(7) 0〜t_2までが1つのパターンになっているので平均の速さを$\bar{V}$とすると

$$\bar{V} = \frac{x_1}{t_2} = \frac{\frac{mv}{2qB}}{3\times\frac{\pi m}{2qB}} = \frac{v}{3\pi}$$

$\frac{1}{3\pi}$倍