

第 1 問

問1

運動量保存則 : $m v = m v' + M u$

弾性衝突 : $1 = - \frac{v' - u}{v - 0}$

$$\therefore \begin{cases} u = \frac{2m}{m+M} v \\ v' = \frac{m-M}{m+M} v \end{cases}$$

問2

$$V = \frac{M u + M \times 0}{M + M} = \frac{1}{2} u = \frac{m}{m+M} v$$

理由: Sには、外力がはたさないので、運動量の和が保存し、
重心速度は Sの運動量の和によって決まるから。

問3

$$- \frac{v' - V}{v - 0} = \frac{M}{m+M}$$

問4

$$\begin{aligned} \frac{1}{2} m v^2 - K &= \frac{1}{2} m v^2 - \left(\frac{1}{2} m v'^2 + M V^2 \right) \\ &= \frac{1}{2} m v^2 - \left\{ \frac{1}{2} m \left(\frac{m-M}{m+M} v \right)^2 + M \left(\frac{m}{m+M} v \right)^2 \right\} \\ &= \frac{1}{2} m v^2 \times \frac{2mM}{(m+M)^2} = \frac{m^2 M v^2}{(m+M)^2} \end{aligned}$$

問5

問4の結果は Sの重心に対する相対運動のエネルギーとみなせる。AとBが最も離れたとき、Sの重心に対するA、Bの相対速度は0だから、求める距離を Lとすると、

$$\frac{1}{2} k (L - L_0)^2 = \frac{m^2 M v^2}{(m+M)^2} \quad \therefore L = L_0 + \frac{m}{m+M} \sqrt{\frac{2M}{k}} v$$

第 2 問

問1

小球の速さは $\frac{v}{\cos\theta}$ //

ローレンツ力の大きさは $\frac{q v}{\cos\theta} B$ //

ローレンツ力のx成分は $\frac{q v}{\cos\theta} B \cdot \cos\theta = q v B$ //

問2

加速度のx成分は $\frac{q v B}{m}$ になるから

$$\begin{cases} x = \frac{1}{2} \frac{q v B}{m} t^2 \\ y = v t \end{cases}$$

tを消去して $x = \frac{q B}{2 m v} y^2$ //

問3

+y方向 //

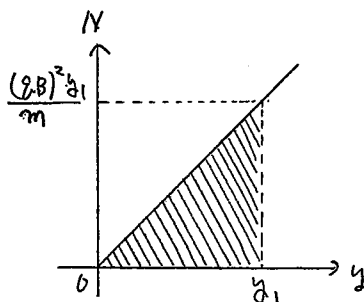
おける垂直抗力の大きさをN, 速度のx成分を v_x とする.

y軸方向の力のつり合いより,

$$N = q v B \tan\theta = q v_x B$$

また $v_x = \frac{q v B}{m} t = \frac{q B y}{m} \therefore N = \frac{(q B)^2 y}{m}$ //

問4



面積より $\frac{(q B y_1)^2}{2 m}$ //

第 3 問

問1

$$m \frac{v^2}{r} = k_0 \frac{ze^2}{r^2} //$$

問2

問1の結果と与式より

$$r = \frac{h^2 n^2}{4\pi^2 m k_0 z e^2} // \quad v = \frac{2\pi k_0 z e^2}{h n} //$$

問3

$$E_n = \frac{1}{2} m v^2 + \left(-k_0 \frac{ze^2}{r}\right) = -\frac{k_0 z e^2}{2r} = \frac{2\pi^2 m k_0^2 z^2 e^4}{h^2} \cdot \frac{1}{n^2} //$$

問4

$$E_n = -\frac{2\pi^2 m k_0^2 e^4}{h^3 c} \cdot hc z^2 \cdot \frac{1}{n^2} = -Rhc \frac{z^2}{n^2} \text{ (1)}$$

$$h \frac{c}{\lambda_0} = E_3 - E_2 = Rhc z^2 \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2}\right) = \frac{5}{36} Rhc z^2$$

$$\therefore z = \sqrt{\frac{36}{5R\lambda_0}} = \sqrt{\frac{36}{5 \times 1.10 \times 10^7 \times 164 \times 10^{-9}}} \doteq 2 //$$

問5

(a)

$$\frac{3}{2} kT //$$

(b)

$$\frac{1}{3} \overline{v^2} //$$

(c)

$$\frac{\lambda_0}{c} \sqrt{\frac{kT}{M}} //$$

問6

問5(c)より

$$T = \frac{M}{k} \left(\frac{\Delta \lambda c}{\lambda_0}\right)^2 = \frac{6.65 \times 10^{-27}}{1.38 \times 10^{-23}} \left(\frac{0.01 \times 10^{-9} \times 3 \times 10^8}{164 \times 10^{-9}}\right)^2$$

$$= 1.61 \dots \times 10^5 \doteq 2 \times 10^5 \text{ (K)} //$$