(5) $E = \frac{1}{2}m(v_r^2 + v_\theta^2) - \frac{GmM}{r}$

$= \frac{1}{2}m(\dot{r}^2 + r^2\dot{\theta}^2) - \frac{GmM}{r}$

$= \frac{1}{2}m r^2\dot{\theta}^2 - \frac{GmM}{r} = \frac{1}{2}\frac{GmM}{r} - \frac{GmM}{r} = -\frac{GmM}{2r}$

$\dot{r} = 0$ (r=一定)　　(4)より $\dot{\theta}^2 = \frac{GM}{r^3}$

$\therefore\ r = -\frac{GmM}{2E}$ //

問2. (1) $U = -GMm(x^2+y^2+z^2)^{-1/2}$

$F_x = -\frac{\partial U}{\partial x} = -\frac{GMm}{r^2}\frac{x}{r}$　$\frac{dr}{dx}$

$F_y = -\frac{GMm}{r^2}\frac{y}{r}$　$\frac{dr}{dy}$

$F_z = -\frac{GMm}{r^2}\frac{z}{r}$ //　$\frac{dr}{dz}$

(2) (1)より $\mathbb{F} = -\frac{GMm}{r^3}\mathbb{r}$; $\mathbb{r} = x\mathbb{i} + y\mathbb{j} + z\mathbb{k}$

∴ 中心力. //　$\mathbb{r}$の係数

このとき $F_\theta = m a_\theta = m\frac{1}{r}\frac{d}{dt}(r^2\dot{\theta}) = 0$

$\therefore\ \frac{1}{2}r^2\dot{\theta} = $ 一定 //

問3. (1) $F_{ix} = m_i g$, $F_{iy} = 0$ なので

$N_z = -(\sum_i m_i y_i)g = -MgY = -Mgh\sin\phi$ //

$\sum_i m_i y_i = MY$; YはGのy座標で $Y = h\sin\phi$