物理問題　Ⅰ（計３４点）

（１）計１１点

ア：$\dfrac{1}{2}MV^2-MgR\cos\dfrac{X}{R}$ ：３点　※ $\dfrac{1}{2}MV^2+MgR\left(1-\cos\dfrac{X}{R}\right)$ に２点

イ：$\dfrac{1}{2}MV^2-MgR\left\{1-\dfrac{1}{2}\left(\dfrac{X}{R}\right)^2\right\}$ ：２点　※ $\dfrac{1}{2}MV^2+\dfrac{1}{2}Mg\dfrac{X^2}{R}$ に１点

ウ：$\dfrac{g}{R}-\omega^2$ ：３点

エ：$\dfrac{1}{2\pi}\sqrt{\dfrac{g}{R}}$ ：３点

（２）計１７点

オ：$\dfrac{|r|}{R}V$ ：３点

カ：$\dfrac{1}{2}\left(M+\dfrac{r^2}{R^2}m\right)$ ：３点

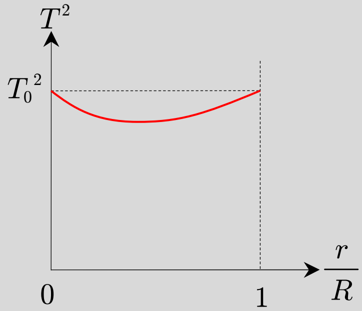
キ：$-MgR-mgr$ ：３点

ク：$\dfrac{g}{2R}\left(M+\dfrac{r}{R}m\right)$ ：２点

ケ：$\sqrt{\dfrac{(MR+mr)R}{MR^2+mr^2}}$ ：３点

コ：$-\dfrac{M}{m}R$ ：３点

問１　３点



- $0\leqq\dfrac{r}{R}\leqq1$ の区間で $T^2>0$ であるように描かれている：１点
- $0\leqq\dfrac{r}{R}\leqq1$ の区間で T^2 の値が一度小さくなって再び大きくなる様子がなめらかな曲線で描かれている：１点
- $\dfrac{r}{R}=0$ のときと $\dfrac{r}{R}=1$ のときの T^2 の値がともに $T_0{}^2$ であることがわかるように描かれている：１点

※　タテ軸，ヨコ軸の数値に配点はない。

問２　３点

[解答] $\dfrac{m}{M}=\dfrac{1}{4}$ ：３点

[記述]

- f の表式 $\left(f=\dfrac{1}{2\pi}\sqrt{\dfrac{g}{R}}\sqrt{\dfrac{(MR+mr)R}{MR^2+mr^2}}\right)$ に，$(f,\ r)=\left(\sqrt{3}f_{\min},\ -\dfrac{2}{3}R\right)$，$(f,\ r)=(f_{\min},\ -2R)$ をそれぞれ代入して計算しようとしていれば１点
- 前項で得た２式から $f_{\min}$ を消去しようとしていれば１点

物理問題　II（計３３点）	
（１） 計２０点	イ：$-kx$ ：２点 ロ：$iB\ell$ ：２点 ハ：$vB\ell$ ：２点 ニ：$\dfrac{mj+kv}{B\ell}$ ：３点 ホ：$\dfrac{mL}{B\ell}$ ：２点 ヘ：$\dfrac{mR}{B\ell}$ ：２点 ト：$\dfrac{kL+B^2\ell^2}{B\ell}$ ：２点 チ：$\dfrac{kR}{B\ell}$ ：２点 リ：$\dfrac{B\ell}{k}i_{\mathrm{f}}$ ：３点
（２） 計１３点	ヌ：$\dfrac{B\ell}{k}\dfrac{r}{R+r}I$ ：３点 ル：$\dfrac{kx_{\mathrm{max}}}{I_{\mathrm{max}}B\ell-kx_{\mathrm{max}}}R$ ：３点 ヲ：②：２点 ワ：$\dfrac{Rr}{R_0R+R_0r+Rr}$ ：３点 カ：③：２点 ※ ル，ヲは，「ル：0，ヲ：①」でも正解として，合計５点を与える。 題意とは異なるが，r が $\underbrace{0}_{\text{ル}}$ より $\underbrace{\text{①大きく}}_{\text{ヲ}}$ なければ導体棒（電流計）に電流が流れず，導体棒の変位の測定によって電流を測定できなくなることは確かであるため。

物理問題　III（計３３点）

（１） 計１７点	あ：$\dfrac{e^2}{16\pi\varepsilon_0 r^2}$ ：２点　　い：$\sqrt{\dfrac{e^2}{16\pi\varepsilon_0 mr}}$ ：３点 う：$-\dfrac{e^2}{8\pi\varepsilon_0 r}$ ：３点　　え：$-\dfrac{e^2}{16\pi\varepsilon_0 r}$ ：３点 お：$\dfrac{h^2\varepsilon_0}{\pi me^2}n^2$ ：３点　　か：$-\dfrac{me^4}{16h^2{\varepsilon_0}^2}\dfrac{1}{n^2}$ ：３点
問１ ４点	(ｉ) [記述] 水素原子における電子の軌道半径を r'，円運動の速さを v'（，角速度を ω'）として，以下の２つの要素に加点する。 ● 電子の円運動の方程式 $$m\frac{v'^2}{r'}=\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{e^2}{r'^2}$$ または $$mr'\omega'^2=\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{e^2}{r'^2}$$ と等価な式が正しく書けている：１点 ● 量子条件 $$n\frac{h}{mv'}=2\pi r'$$ または $$n\frac{h}{mr'\omega'}=2\pi r'$$（n は正の整数） と等価な式が正しく書けている：１点
	(ⅱ) [解答] $\dfrac{1}{2}$〔倍〕：２点 [記述] 水素原子のエネルギー ${E_n}'$ を， $${E_n}'=\frac{1}{2}mv'^2-\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{e^2}{r'}$$ を用いて計算しようとしていれば，係数のミスは看過して１点を与える。
（２） 計１０点	き：$2mc^2$ ：２点 く：$\dfrac{mc^2}{h}$ ：２点　　け：$\dfrac{mc^2}{h}$ ：２点 ※ く，けは，文字指定から外れるものの，$\dfrac{E_{\mathrm{tot}}}{2h}$ でも正解とする こ：$\dfrac{2mc^2}{h}-\nu_1-\nu_2$ ：２点　　※ こは $\dfrac{E_{\mathrm{tot}}}{h}-\nu_1-\nu_2$ でも正解 さ：$-\dfrac{\nu_2}{\nu_1}$ ：２点
問２ ２点	[解答例１] 対消滅前の系の全運動量は $\vec{0}$ であるから，対消滅後に $\vec{0}$ でない運動量をもつ光子が１個しか生成されないとすると，運動量保存則を満たさないため。 [記述] 運動量保存則を満たさないことを述べていれば満点を与える。