（５） おもりに働く重力による原点まわりの力のモーメント$\vec{N}$を，m，l，g，$\cos\varphi$，$\sin\varphi$，$\vec{i}$，$\vec{j}$および$\vec{k}$のうち必要なものを用いて表せ。

（６） $\vec{L}$と$\vec{N}$の間に成り立つ関係式を，$\vec{L}$，$\vec{N}$および時間tによる微分記号を用いて記せ。

（７） 設問（３），（５），（６）で求めた式より，角加速度$\ddot{\varphi}$は

$$\ddot{\varphi} = -\frac{g}{l}\sin\varphi \quad \cdot\cdot\cdot ①$$

という微分方程式で与えられることを証明せよ。

（８） この系の力学的エネルギーEを，m，g，l，$\cos\varphi$，$\sin\varphi$および$\dot{\varphi}$のうち必要なものを用いて表せ。ポテンシャル（位置エネルギー）の基準をどこにとったか明記すること。

（９） ①式を用いて，力学的エネルギーが保存することを証明せよ。

(10) 角度φの絶対値が1に比べて十分に小さい場合，①式は近似的に単振動の微分方程式になることを示し，単振動の周期を求めよ。

問２ 以下の設問（１），（２）に答えよ。

（１） 質点のポテンシャル（位置エネルギー）がデカルト座標の関数$U(x,y,z)$で与えられている場合，そのポテンシャルによる力$\vec{F}$はどのような式で与えられるか答えよ。問題文に与えられていない記号を用いる場合は，記号の定義を記すこと。

（２） 質量Mの質点Aと質量mの質点Bが，距離r離れているときの万有引力のポテンシャルは，無限に離れているときを基準にとると

$$U(r) = -\frac{GMm}{r}$$

という式で与えられる。ここでGは万有引力定数である。質点Aが位置(x_0, y_0, z_0)にあり，質点Bが位置(x,y,z)にあるときに質点Bに働く万有引力のz成分F_zを設問（１）で答えた式を用いて求めよ（途中の計算を詳しく記すこと）。