

物理 問題

1

重力加速度の大きさが g の空間に半径 b の大球が固定されてある。この大球の頂点に、半径 a 、質量 m の小球を置き、静かに手を放すと、小球は大球の表面に沿って滑ることなく転がり落ちるとする。鉛直面内での運動の様子を図1に示す。小球の重心 G が大球の中心 O の回りに鉛直面内を円弧の軌跡を描いてから、小球は大球から離れる。手を放した時刻を $t=0$ とし、このとき小球上の点 Q が大球と接している。時刻 $t(>0)$ では、小球は点 P で大球と接し、このとき点 Q は重心 G の回りを θ だけ回転し ($\angle QGP = \theta$)、また、点 P は $t=0$ の点 Q に対して $\angle QOP = \phi$ である。小球は重力のほかに、大球から点 P で、動径方向に垂直抗力 N を、接線方向に摩擦力 F を受ける。小球の重心 G が動く速さを v とし、小球が大球から離れる時の大球の中心 O と小球の重心 G の高さの差を h とする。問1～問4に答えなさい。

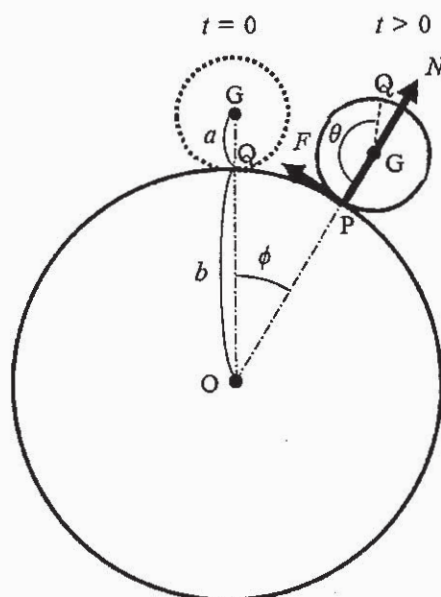


図1

- 問1 小球の接線方向および動径方向それぞれの運動方程式、ならびに重心 G の回りの回転の運動方程式を示しなさい。ここで小球の慣性モーメントは $\frac{2}{5} m a^2$ とする。
- 問2 ϕ と θ の関係式を示しなさい。
- 問3 小球が滑ることなく転がる場合、小球が大球から離れる時の h を求めなさい。
- 問4 両球の接触が滑らかであれば $F=0$ であり、小球は転がることなく滑り落ちる。この場合、小球が大球から離れる時の h を求めなさい。

物理 問題

1

重力加速度の大きさが g の空間に半径 b の大球が固定されてある。この大球の頂点に、半径 a 、質量 m の小球を置き、静かに手を放すと、小球は大球の表面に沿って滑ることなく転がり落ちるとする。鉛直面内での運動の様子を図1に示す。小球の重心 G が大球の中心 O の回りに鉛直面内を円弧の軌跡を描いてから、小球は大球から離れる。手を放した時刻を $t=0$ とし、このとき小球上の点 Q が大球と接している。時刻 $t(>0)$ では、小球は点 P で大球と接し、このとき点 Q は重心 G の回りを θ だけ回転し ($\angle QGP = \theta$)、また、点 P は $t=0$ の点 Q に対して $\angle QOP = \phi$ である。小球は重力のほかに、大球から点 P で、動径方向に垂直抗力 N を、接線方向に摩擦力 F を受ける。小球の重心 G が動く速さを v とし、小球が大球から離れる時の大球の中心 O と小球の重心 G の高さの差を h とする。問1～問4に答えなさい。

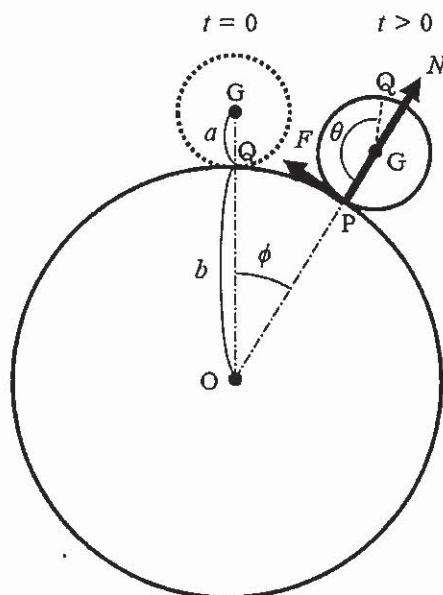


図1

- 問1 小球の接線方向および動径方向それぞれの運動方程式、ならびに重心 G の回りの回転の運動方程式を示しなさい。ここで小球の慣性モーメントは $\frac{2}{5}Mr^2$ とする。
- 問2 ϕ と θ の関係式を示しなさい。
- 問3 小球が滑ることなく転がる場合、小球が大球から離れる時の h を求めなさい。
- 問4 両球の接触が滑らかであれば $F=0$ であり、小球は転がることなく滑り落ちる。この場合、小球が大球から離れる時の h を求めなさい。