

1 内径 R の円筒容器の中に、水深 H まで水を入れて、中心軸の回りに角速度 Ω で回転させると、図のように水平面が曲面に変化した。

- (1) この曲面の形を求めなさい。
- (2) 中心部分の水深を求めなさい。
- (3) 端の部分の水深を求めなさい。

2 z 軸の回りに角速度 Ω で回転する直線直交座標系がある。 x 軸にリングを通して、摩擦なしにすべるようにした。時刻 $t=0$ に、位置 $x(0)$ から、初速度 0 で静かに放した。

- (1) リングの運動方程式を求めなさい。
- (2) リングに働く、遠心力とコリオリ力について説明しなさい。
- (3) 運動方程式を解いて、どのような運動が生じるか説明しなさい。

3 図のように、質量 m_1 の原子が初速度 V_0 で、静止している 2 原子分子 ($m_1 + m_2$) に衝突する。ただし、質量 m_1 の原子どうしの衝突は完全弾性衝突とする。

また、原子間のバネ定数を k として、衝突は一直線上で起こると考える。

- (1) 衝突後の 2 原子分子 ($m_1 + m_2$) の重心速度を求めよ。
- (2) 衝突後の 2 原子分子の内部振動の振動数を求めよ。
- (3) 衝突後の 2 原子分子のエネルギーを、重心の並進運動のエネルギーと内部振動のエネルギーの和の形に書き表しなさい。バネの自然長を l とする。

4 図のように、変形を無視できる直線形の剛体振り子（二酸化炭素分子）がある。

上下の原子の質量は、共に M で、中心にある原子の質量を m 、間隔を l とする。

- (1) 上端の固定点 O の回りの慣性モーメント I_0 を求めよ。
- (2) 支点 O から振り子の質量中心 C までの距離 OC を求めよ。
- (3) 微小振動するとき、この振り子の周期を求めよ。
- (4) 水平の状態から、初速度 0 で振らせるとき、下端の最大スピードを求めよ。
- (5) 水平の状態から、初速度 0 で振らせるとき、端の原子の初期加速度を求めよ。

5 図のような直線状の 3 原子分子 (CO_2) の固有振動を求めなさい。

6 長さ l 、質量 m の均質な棒 3 本で、正三角形の形をした剛体振り子を作った。

- (1) 上の頂点を支点として、三角面に平行な方向に微小振動させたとき、その周期を求めなさい。
- (2) 三角面に垂直な方向に微小振動させたとき、その周期を求めなさい。

7 図のように、傾斜角 α の斜面がある。この斜面上を、質量 m 、半径 r 、慣性モーメント $\frac{2}{5} m r^2$ の球が、初速度 V_0 ですべらないように転がり上がる。

- (1) 球が斜面を上がる時、球の中心 C の加速度を求めよ。
- (2) エネルギーは保存しているか？説明しなさい。
- (3) 球の中心 C は最高どこまで上がるか？

8 図のように、半径が R の球面がある。この球の内面上を、質量 m 、半径 r 、慣性モーメント $\frac{2}{5} m r^2$ の球形の玉がすべらずに転がっている。玉は最大、半径 R の高さまで転がり上がるとする。玉の最大スピードを求めよ。

9 野球のバットの芯とは、どのような点か？説明しなさい。

10 半径 R 、質量 M の円柱に糸を巻きつけて、ヨーヨーを作った。中心軸の回りの慣性モーメントを $\frac{1}{2} M R^2$ とする。

- (1) 糸の上端を固定して、ヨーヨーを鉛直に落下させるときの加速度を求めなさい。
- (2) ヨーヨーを空中に静止させるためには、糸の上端をどのように引張ればよいか？

11 自問自答しなさい。