

- 〔 I 〕 図1のように、円筒面をもつ質量 M の台 Q がなめらかな水平面上に、左側面を鉛直な壁に接して置かれている。円筒面の断面は、中心 O 、半径 R の半円 ABC で、点 A と点 C は同じ高さである。いま、質量 m の小球 P を点 A から静かにはなして円筒面上で運動させる。重力加速度の大きさを g とし、 P と円筒面の間の摩擦は無視できるものとして、以下の問いに答えよ。ただし、 P の運動は紙面を含む鉛直面内で起きるものとする。

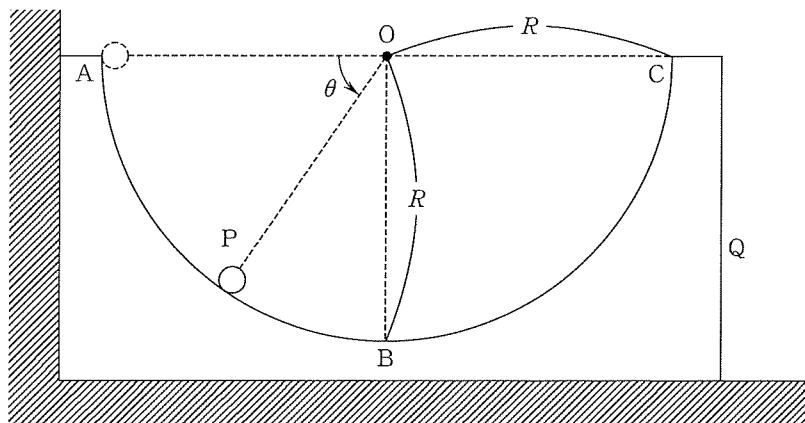


図1

運動をはじめてから最下点 B を通過するまでの間の小球 P の運動を考える。図1のように、線分 OP が線分 OA と角 θ ($\theta \leq 90^\circ$) をなす位置を P が通過するとき、

問1 P の速さ v を求めよ。また、導き方も記せ。

問2 P の加速度を中心 O に向かう成分と接線方向の成分に分解するとき、中心 O に向かう成分を向心加速度という。 P の向心加速度の大きさ a を g 、 θ を用いて表せ。

問3 P が円筒面から受ける垂直抗力の大きさ N を m 、 g 、 θ を用いて表せ。また、 N が角 θ とともに変化する様子を表すグラフを解答欄問3にある図中に描き、 $\theta = 30^\circ$ 、 60° 、 90° のときの N の値を明記せよ。ただし、グラフの縦軸の1目盛りの大きさを mg とする。

小球 P が最下点 B を通過した後の、P と台 Q の運動を考える。P が点 B を通過すると同時に Q も動きはじめる。その後、P は円筒面を上るが、台 Q に対して静止した瞬間に最高点に達する。

問 4 P が最高点に達したときの Q の速さを求めよ。また、導き方も記せ。

問 5 P が達する最高点の点 B からの高さを求めよ。また、導き方も記せ。