

図のように、質量 M の逆U字型の物体が水平な床の上に固定されず床の上でなめらかに動ける状態で置かれている。この物体は、鉛直に立つ高さ h の2枚の平板と、その上に接続された半径 h の半円筒からなる。図は真横から見た物体の断面である。

この物体の密度は一様であり、厚さは無視できる。断面内における物体の左端を原点として、水平右向きを正として床上に x 軸をとる。また、質量 m の小球が、物体の内壁 $x=2h$ の位置に置かれている。小球と物体の内壁との間に生じる摩擦は無視し、鉛直下向きの重力加速度の大きさを g とする。

【2021年 慶應義塾大学 改題】

(4) 小球を内壁の右端の床面から鉛直上向きに初速度 v_0 で打ち出したところ、小球は物体の内壁に沿って半円筒の領域に入り、物体は小球から力を受けて水平方向に床を離れずに運動した。角度 α の位置における小球の速度の大きさを v_α とすると、逆U字型の物体の速度を、 m 、 M 、 α 、 v_α を用いて表せ。

(5) 小球の速度の大きさ v_α を m 、 M 、 g 、 h 、 α 、 v_0 を用いて表せ。

(6) v_0 が十分に大きいとき、小球は内壁に沿って運動し、物体の左端の位置で床に衝突した。衝突後、小球は高さ h まで上昇し、再び落下した。床と小球の反発係数はいくつか。

(7) 物体と小球の水平方向の重心の位置は常に変わらないことから小球は $x = \square$ の位置で床に衝突する。

\square を求めよ。

