



北海道大学

鉛直面内運動の速さと垂直抗力、最高点に達する条件の解答が一致

入試問題

前期日程

1 問1

物 理

1 以下の文中の (1) ~ (4) に適切な数式または数値を入れよ。

図1のように、水平方向に x 軸、鉛直上向きに y 軸をとり、半径 R (m) の円環を、中心が y 軸上に位置し、下端が x 軸に接するように、 xy 平面内に置いた。この円環の内側に取り付けられたレールの上を、大きさの無視できる質量 m (kg) の小球が運動する。円環に対する小球の位置は、円環の中心から y 軸下向きを基準に、反時計回りを正とする角度 θ (rad) で表すことができる。重力加速度の大きさを g (m/s²) とする。

問1 はじめ円環は固定されており、小球とレールとの間に摩擦が働かない場合を考える。円環の最下点 ($\theta = 0$) に静止した小球に、水平方向右向きに速さ v_0 (m/s) の初速度を与えたところ、小球はレールに沿って $\theta = \theta_1$ ($\frac{\pi}{2} < \theta_1 < \pi$) で表される位置まで上昇し、レールから離れて落下した。上昇中の θ ($\frac{\pi}{2} < \theta < \theta_1$) における小球の速さは (1) (m/s)、そのときに小球に働く垂直抗力 N (N) は、 $N =$ (2) (N) である。また、 $\cos \theta_1$ を v_0 で表すと $\cos \theta_1 =$ (3) である。

最下点において小球に与える速さを v_0' (m/s) に増やしたところ、小球はレールから離れることなく最上点を通して円運動を続けた。このとき v_0' が満たすべき条件は、 $v_0' \geq$ (4) (m/s) である。

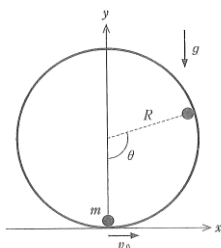


図1

河合塾

大学受験科 基礎シリーズ

物理(問題編)

①コース(力学・波動編)【例題13】

【例題13】鉛直面内の円運動

図において、ABCは水平な床に固定された半径 r の半円筒の断面(Oは円筒の軸、ACは鉛直、BOは水平)、Pは床の上を速さ v_0 で図の矢印の向きに進む質量 m の質点である。重力加速度の大きさを g とし、摩擦および空気の抵抗は考えないものとして、次の問に答えよ。ただし、床と円筒内面は点Aでなめらかに接続しており、Pは床面および円筒の内面に沿って一つの鉛直面内を運動するものとする。

- (1) Pが点Aを通過した直後に曲面から受ける垂直抗力の大きさは、点Aを通過する直前に床から受ける垂直抗力の大きさの何倍か。
- (2) Pが曲面に沿って上昇し、点E ($\angle AOE = \theta$) を通過するとき、
- (3) Pの速さ v を求めよ。
- (4) Pが曲面から受ける垂直抗力の大きさ N を求めよ。
- (5) Pが曲面から離れることなく、曲面に沿って上昇し点Cから飛び出すためには、Pの床上の速さ v_0 をいくら以上にすればよいか。
- (6) Pは曲面に沿って上昇し、点F ($\angle AOF = 120^\circ$) で曲面から離れた。このようなことが起こるときの v_0 の値を求めよ。

