

岡山大学大学院環境生命自然科学研究科
2025 年度博士前期課程入学試験問題
機械システム都市創成科学学位プログラム
知能機械システム学コース

力学

注意事項

1. 解答始めの合図があるまで、中の頁を見てはいけない。
2. 問題用紙は 2 枚ある。
3. 解答用紙は、[1]、[2]の 2 枚および下書き用紙 1 枚の計 3 枚ある。
4. 解答始めの合図があったら、中の頁を見て枚数を確認すること。また、すべての解答用紙に、受験番号を記入すること。
5. 解答は、それぞれの問題の解答欄に記入すること。他の問題の解答を記入してはいけない。
6. 解答欄が足りないときは、同じ問題の解答用紙の裏に記入してもよいが、その場合、裏に記入していることを表の頁に書いておくこと。

令和 6 年 8 月 20 日

岡山大学大学院環境生命自然科学研究科
機械システム都市創成科学学位プログラム
知能機械システム学コース

力学

[1] 以下の問いに答えよ。問いに対する解答は、{ }内に示された記号のうち必要なものを用いて記せ。

(1) 図1のように座標系が設定されている状態において、傾角 θ のなめらかな斜面上を、静止していた質量 m の物体が距離 s だけ滑り降りた。斜面からの垂直抗力の大きさを N とする。重力加速度は z 軸下向きで大きさを g とする。物体の運動は、重心位置の質点の運動として近似できるとし、物体重心の y 方向の位置は常に 0 であるとする。空気抵抗は無視できる。

- (1-1) 物体の変位 Δp のベクトルを求めよ。また、重力 F_g と垂直抗力 F_N のベクトルをそれぞれ求めよ。{ θ, m, s, N, g }
- (1-2) 物体が斜面に沿って距離 s だけ移動する間に、重力 F_g と垂直抗力 F_N が物体にする仕事を、それぞれ内積を計算して求めよ。また、その間の物体の運動エネルギーの変化量を求めよ。{ θ, m, s, N, g }
- (1-3) 物体が距離 s だけ滑り降りた時点での物体の斜面方向の速さ v （速度ベクトルの大きさ）を求めよ。{ θ, m, s, N, g }

(2) 図2のように水平な xy 平面上に固定されたなめらかな板があり、板の中心には小穴が開けられている。小穴は座標系の原点 O の位置にあるとする。このとき、小穴に質量の無視できる糸が通されており、その一端は点 $A(0, 0, -a)$ に固定されている。また、糸の他端に質量 m の小球 P を付ける。糸を張った状態で、時刻 $t=0$ で小球を初期位置 $(r, 0, 0)$ に置き、そこから小球が板上を一定の角速度 ω で半径 r の等速円運動をするように初速度を与えた。重力加速度は z 軸下向きで大きさを g とする。空気抵抗は無視できる。

- (2-1) 小球 P の位置ベクトルは $(r \cos \omega t, r \sin \omega t, 0)$ で与えられる。このとき、速度ベクトル、加速度ベクトルを求めよ。{ a, m, t, r, ω, g }
- (2-2) 糸の張力の大きさを求めよ。{ a, m, t, r, ω, g }
- (2-3) 点 A にあった糸の端点の位置を $q (< r)$ だけゆっくりと引き下げて点 $B(0, 0, -a-q)$ に変更した。糸が点 B に固定されたときの、小球 P の速さ（速度ベクトルの大きさ）を求めよ。{ a, m, t, r, ω, g, q }

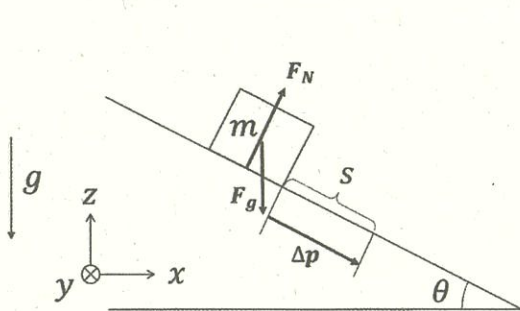


図1

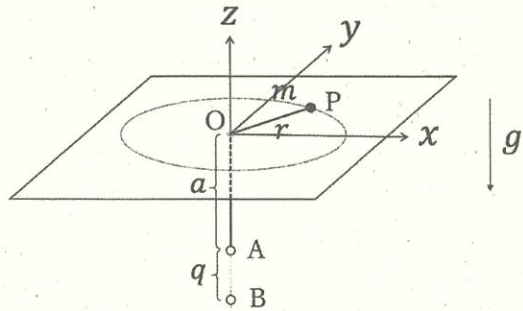


図2

力 学

[2] 図3に示すように、質量 M [kg]、半径 R [m] の一様な密度、厚みを持つ円板 A がある。この円板 A に、図4に示すように紙面に垂直に半径 r [m] の穴を1つ開けた物体を物体 B とする。物体 B で円板の中心 O から穴の中心までの距離は a [m] である。ただし、円板の半径と穴の半径、円板の中心 O から穴の中心までの距離について $r = R/4$ 、 $a = R/2$ の関係があるものとする。以下の問いに答えよ。ここで重力や空気抵抗、摩擦は無視できるものとする。問いに対する解答は、{ } 内に示された記号のうち必要なものを用いて記せ。また、必要があれば円周率 π を用いよ。

- (1) 円板 A について、円板の中心から距離 a だけ離れた点で紙面に垂直な軸まわりの慣性モーメントの大きさを答えよ。{ M , R }
- (2) 物体 B について、円板の中心 O で紙面に垂直な軸まわりの慣性モーメントの大きさを答えよ。{ M , R }
- (3) 物体 B を紙面に垂直な軸まわりにトルクを与えて回転させる。同一の角速度を得るために必要なトルクが最も小さくなる回転軸の位置の座標を答えよ。{ M , R }
- (4) 物体 B が円板の中心 O で紙面に垂直な軸まわりに回転する。静止している物体 B に対して、トルク T [N m] を与えたとき、時間 t [s] で1分間あたりの回転数 n [rpm] となった。物体 B の円板の中心 O まわりの慣性モーメントを I [kg m²] として、トルク T の大きさを答えよ。{ I , n , t }
- (5) 物体 B が円板の中心 O で紙面に垂直な軸まわりに回転している。物体 B の回転半径を k [m]、1分間あたりの回転数を n [rpm] とするとき、回転運動に関する運動エネルギーの大きさを答えよ。{ n , k , M }

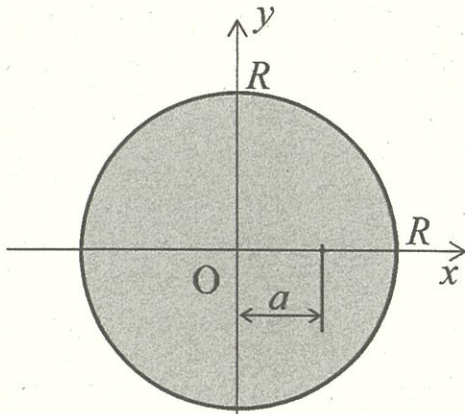


図3

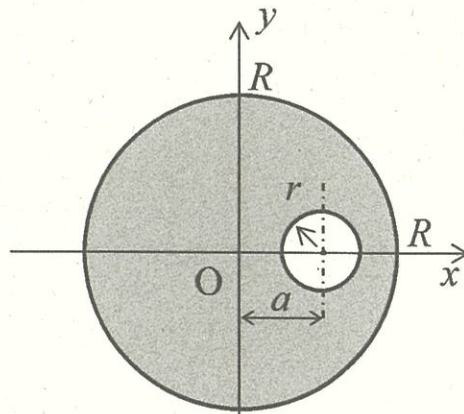


図4