

科目名：基礎力学 [1 / 2]

(問題[1], [2]は別々の答案用紙に解答すること。)

[1] 図1のように傾斜角 θ の摩擦のない斜面上に質量 $3M$ の物体が固定され、質量の無視できる糸が結ばれている。糸は直径 $2r_0$ 、質量 M 、慣性モーメント I_w の回転軸まわりに滑らかに回転できる定滑車と動滑車を介して、天井に結ばれている。動滑車を支えている糸は鉛直方向に伸びており、物体と結ばれている糸は斜面上に平行に張られている。動滑車の中心軸には質量 M の重りが軽い支え金具により取り付けられている。時刻 $t = 0$ で斜面上の物体の固定を外したところ物体は斜面下方に向かって加速度 a で運動を始めた。このとき、滑車と糸は互いに滑ることはなく物体の運動に合わせて滑車は回転を始めた。ある時刻 t_1 以降は物体の滑り降りる斜面は動摩擦係数 μ の摩擦のある斜面に変化した。重力加速度を g とし、以下の問いに答えなさい。なお、全ての記号は SI 単位系で書かれている。文中に与えられた物理量の他に必要な物理量があれば、それを表す記号はすべて各自が定義し、解答欄に明示しなさい。

- (1) 滑車は直径 $2r_0$ の均質な円盤である。この滑車の回転軸周りの慣性モーメント I_w を M と r_0 を用いて表せ。回転軸部分の円盤からの形状のずれは無視できるものとする。
- (2) 動滑車の角速度 ω と物体の速度 v の関係を表し、固定を外した後の時刻 t ($0 < t < t_1$) における動滑車の並進運動および回転運動に関する運動方程式を糸の張力(各自で定義すること)と物体の加速度 a および M を用いて表せ。
- (3) 時刻 t ($0 < t < t_1$) における物体の加速度 a を θ と g を用いて表せ。
- (4) 時刻 t ($0 < t < t_1$) における、天井に結ばれている糸の張力を M と θ と g を用いて表せ。
- (5) $t > t_1$ において、この動摩擦係数 μ の斜面上で物体は等速運動した。動摩擦係数 μ を θ を用いて表せ。

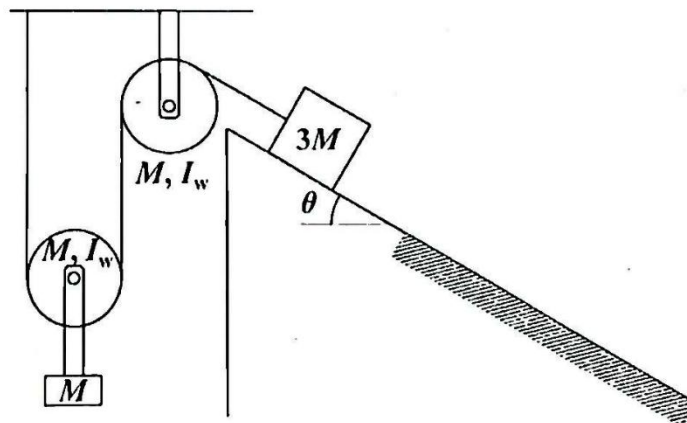


図1

科目名：基礎力学 [2 / 2]

(問題 [1], [2] は別々の答案用紙に解答すること。)

[2] 図 2 に示すように、質量 m の自動車が、バンク角 θ 、半径 r のカーブ上を等速円運動している際の挙動について考える。路面から自動車の重心 G までの距離を h_G 、左右車輪間の距離を $2w$ とする。なお、前輪と後輪で左右車輪間の距離は同一であるとする。自動車のタイヤ幅およびサスペンションの影響は無視できるものとする。重力加速度を g とし、以下の問いに答えなさい (解答の導出過程も示すこと)。なお、文中に与えられた物理量の他に必要な物理量があれば、それを表す記号はすべて各自が定義し、解答欄に明示しなさい。

- (1) 内輪および外輪に働く垂直抗力 N_1 および N_2 をそれぞれ求めよ。
- (2) 車輪と路面の間の静止摩擦係数を μ とするとき、自動車が横滑りし始めるときの臨界速さ v_{skid} を求めよ。両輪は同時にすべり始めるとし、その直前には最大摩擦力となっているとする。
- (3) 横滑りが起こらないとき、内輪が浮き上がる臨界の速さ v_0 を求めよ。
- (4) 内輪が浮き上がる前に横滑りするときの条件を求めよ。
- (5) (4)において、重心高さ h_G および左右車輪間距離 $2w$ の大小とバンク角 θ 、回転半径 r 、および路面との摩擦係数 μ との関係について論じよ。

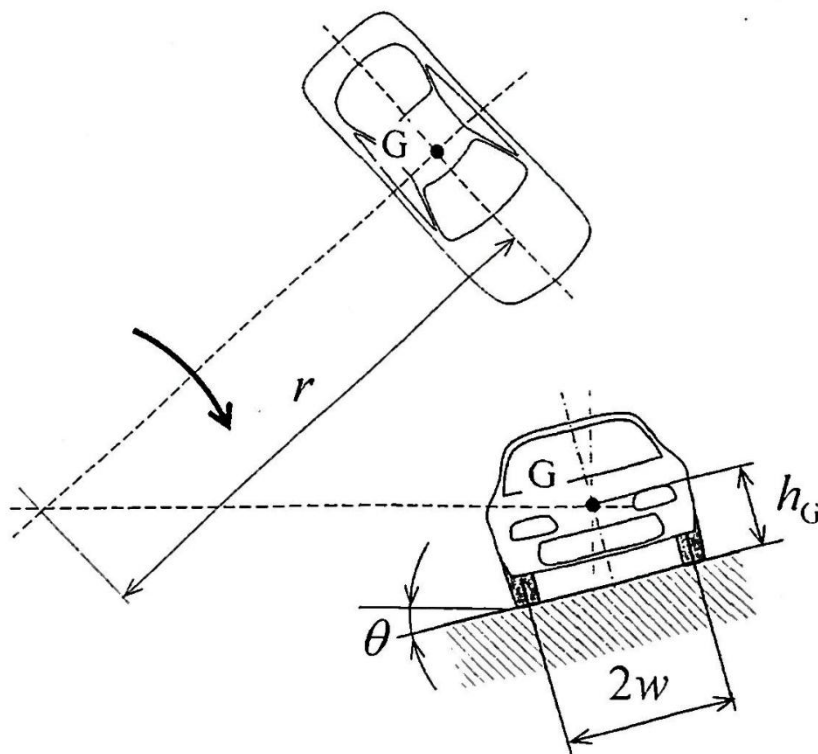


図 2