

科目名	総合問題
-----	------

(2021年11月6日実施)

令和4年度 神戸大学「志」特別選抜 問題用紙 (工学部機械工学科)

図1(a)に示すように、水平でなめらかな床の上に、傾角 θ のなめらかな斜面をもつ質量 M の台があり、斜面下端から斜面上 l の位置に質量 m の小物体が、斜面上を滑り出さないように支えられている。重力加速度を g として、以下の問いに答えなさい。なお、解答の導出過程も示しなさい。また、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) 支えを静かにはなすと、小物体と台は共に動き始める。そのときの小物体、および台の重心の移動距離を求める。このとき、小物体および台の運動についてそれぞれの重心を原点とする座標 x_1 , x_2 を図1(a)に示す様に定める。ここで、座標 x_1 は床に対して台の斜面に平行な座標、また座標 x_2 は水平方向に台の位置を示す座標である。小物体が滑り始めてから斜面下端に達するまでに小物体が移動した座標変化 Δx_1 、および台が動いた距離 Δx_2 を図1(b)に示すように定める。

- (1-1) 小物体および台の運動方程式を示しなさい。(それぞれの x_1 , x_2 方向の加速度を a_1 , a_2 とする)
 (1-2) Δx_1 を求めなさい。(l , θ , Δx_2 を用いること)
 (1-3) Δx_2 を求めなさい。(m , M , l , θ を用いること)

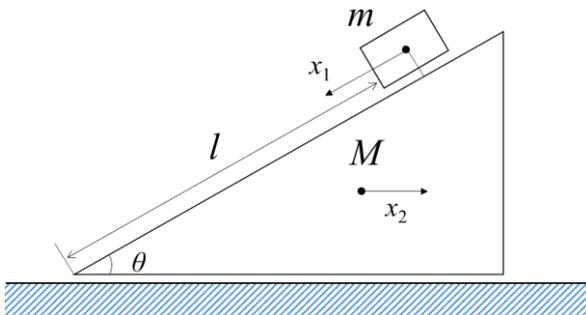


図1(a)

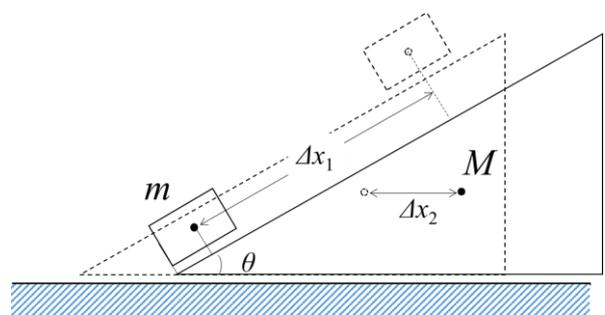


図1(b)

- (2) 図2のように、上記の台を動かさないように固定し、斜面上端を固定した質量を無視できるばね定数 k のばねを小物体にとりつけた。ばねを自然長よりも縮めた状態から小物体を斜面上で静かにはなし小物体を振動させたときの振動周期を求めなさい。
- (3) 上記(2)において、小物体の運動中に台の固定をはずしたとき小物体と台はともに振動するが、その振動周期を求める。
- (3-1) 小物体および台の運動方程式を示しなさい。(それぞれの変位を x_1, x_2 , 加速度を a_1, a_2 とする)
- (3-2) 小物体および台の振動振幅をそれぞれ X_1, X_2 としたとき、その変位は $x_1 = X_1 \cos \omega t, x_2 = X_2 \cos \omega t$ で表すことができる (ω は角振動数であり t は時間を表す)。小物体および台が振動する条件を X_1, X_2 の連立方程式で示しなさい。また X_1, X_2 が 0 以外の解を持つ条件を示しなさい。
- (3-3) 振動周期を求めなさい。

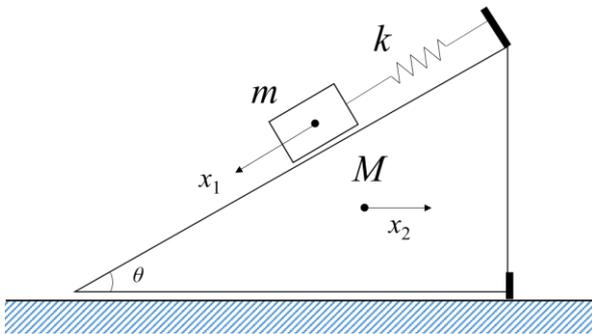


図 2

- (4) 上記(3)では、床、台および小物体の表面はなめらかとして振動運動を取り扱った。しかし現実の物体では、必ずしもなめらかな面と見なすことはできず、物体間の「摩擦力」の考慮が必要なことがある。この例のように(3)における運動方程式で想定した力以外に、条件によっては様々な「力」や「現象」を考慮する必要がある。これらの力や現象について考える。
- (4-1) 条件によっては無視できなくなる力や現象を一つ取り上げ、その定義、特徴、力の方向や大きさなどについて説明しなさい。ただし、摩擦力は除くものとする。さらに取り上げた力や現象が無視できなくなる条件(物体が置かれている環境、状態、物体の体積や質量、材質などは自由に設定して良い)を記述しなさい。
- (4-2) 上記の条件下において、物体の運動が(3)の場合と比べてどのように変化するかを説明しなさい。