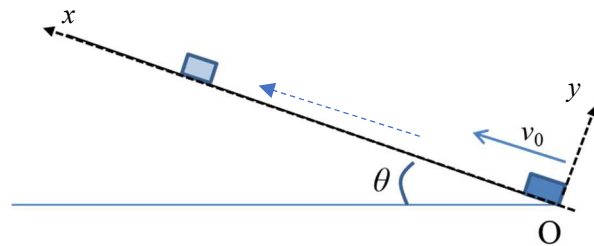


中京大学工学部電気電子工学科

物理学 (力学)	出題者	白井 英俊	試験日	2019年 6月 3日 月曜日 実施
持ち込み不可。不正行為者には今学期の試験をすべてFにする。答案用紙の裏面は計算や下書きに用いてよい。				

問題 1. 右図のように水平方向と  $\theta$  の角度をなす斜面があり、この斜面上の点 O に質量  $m$  [kg] の小物体 A を置いた。そして、初速  $v_0$  [m/s] を与えたところ、小物体 A は摩擦力を受けながら、斜面にそってすべり上がった。ここで、重力加速度の大きさを  $g$  [m/s<sup>2</sup>]、小物体と斜面との動摩擦係数を  $\mu'$  とする。点 O を原点にとり、斜面にそって上方向に  $x$  軸、斜面に垂直上向き方向に  $y$  軸を取って考える。空気抵抗は無視でき、また小物体 A が斜面を上がり始めた時刻を  $t=0$  とする。



- (1) 斜面を上がっている小物体 A に対してはたらく動摩擦力の大きさを  $m, g, \theta, \mu'$  だけを用いて表わせ。
- (2) 小物体 A の速度を  $v$  [m/s]、加速度を  $\frac{dv}{dt}$  [m/s<sup>2</sup>] で表す。斜面を上がる小物体 A の  $x$  軸方向の運動方程式を  $\frac{dv}{dt}, m, g, \theta, \mu'$  を用いて表せ。
- (3) (2) の式と初速度  $v_0$  [m/s] を考慮して、斜面を上がっている時の小物体 A の  $x$  軸方向の速度  $v$  [m/s] を  $v_0, g, \theta, t, \mu'$  を用いて表せ。
- (4) 小物体 A が斜面を上がった最高点の  $x$  座標を  $v_0, g, \theta, \mu'$  を用いて表せ。

問題 2. 問題 1 を力学的エネルギーの観点から考える。ここで原点 O を位置エネルギーの基準点とする。

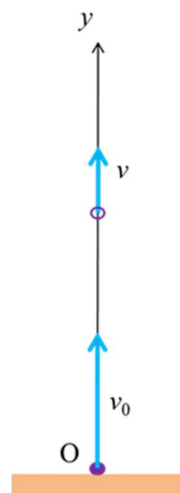
- (1) 小物体 A が斜面を上がり始めたときの質点の力学的エネルギーを、 $v_0, g, \theta, \mu', m$  から適切なものを用いて表せ。
- (2) 小物体 A が運動し、 $x$  座標が  $L$  [m] の場所に来たときの位置エネルギーを  $L, g, \theta, \mu', m$  から適切なものを用いて表せ。
- (3) 小物体 A が原点 O から  $x$  座標が  $L$  [m] の場所に至るまでに小物体に対して動摩擦力がした仕事を  $L, g, \theta, \mu', m$  から適切なものを用いて表せ(注意：正の仕事か負の仕事かを区別すること)。
- (4) 小物体 A が最高点に達した時の  $x$  座標の値を力学的エネルギー保存則によって(問題 1 の結果を用いずに)求めよ。なおその導出過程も明記すること。

工学部 電気電子工学科	年	番号						名前		点数	
-------------	---	----	--	--	--	--	--	----	--	----	--

# 中京大学工学部電気電子工学科

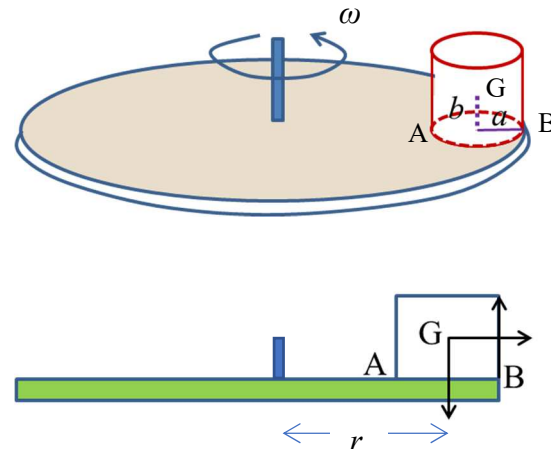
物理学 (力学)	出題者	白井 英俊	試験日	2019年 6月 3日 月曜日 実施
持ち込み不可。不正行為者には今学期の試験をすべて F にする。答案用紙の裏面は計算や下書きに用いてよい。				

**問題 3.** 時刻  $t=0$  において、質量  $m[\text{kg}]$  の小物体を地上から速さ  $v_0[\text{m/s}]$  で真上に投げ上げた。地表から鉛直上方に  $y$  軸を取り、時刻  $t=0$  での小物体の位置を  $y=0$  として、小物体の位置を表す。この小物体は、速度に比例した空気の抵抗 (注:これは質量には依存せず、空気抵抗の比例定数は  $k$  とする) と重力を受ける。この小物体が投げあげられてから地表に落ちるまでの運動を考える。ここで、重力加速度の大きさを  $g [\text{m/s}^2]$  とする。



- (1) この小物体の  $y$  軸方向の運動の運動方程式を書け。ただし、この小物体の  $y$  軸方向の速度を  $v[\text{m/s}]$ 、加速度を  $\frac{dv}{dt}[\text{m/s}^2]$  で表す。
- (2) 初期条件 ( $t=0$  における小物体の位置や速度) を考慮して (1) の微分方程式を解き、地表に落ちるまでの速度の式を答えよ。

**問題 4** 右図のように、円板の上に底面の半径  $a$ 、高さ  $2b$  の一様な質量  $m$  の円柱が載っている(図の  $G$  は円柱の重心を表す)。円板をゆるやかに回転させるとき、円柱の高さが高くなれば円柱は滑り出し、高ければ滑り出す前に外側に倒れる。ここでは円柱が倒れたり、滑り出したりするときの角速度を求めたい。なお円板と円柱との静止摩擦係数を  $\mu$ 、重力加速度の大きさを  $g$  とする。また円柱の底面の端点を  $A$ 、 $B$  で表す。



右下図は、円板と円柱を横から見た図である。回転軸と円柱の重心  $G$  との水平距離を  $r$ 、円板の角速度を  $\omega$  とする。円柱の重心  $G$  には、重力と遠心力とが働くと考えられる。

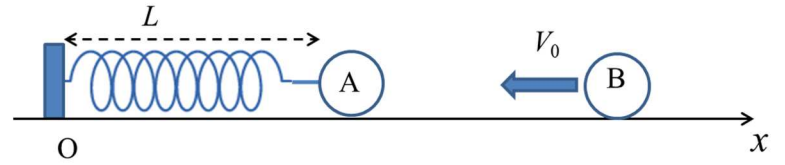
- (1)  $B$  点回りの力のモーメントのうち、反時計回りの力のモーメントを  $m, g, a, b, \omega, r$  から適切なものを用いて表せ。
- (2)  $B$  点回りの力のモーメントのうち、時計回りの力のモーメントを  $m, g, a, b, \omega, r$  から適切なものを用いて表せ。
- (3) 円柱が倒れないための角速度  $\omega$  の条件を、 $m, g, a, b, r$  から適切なものを用いて表せ
- (4) 円柱の高さは十分低く倒れないとする。円柱が滑り出さないための角速度  $\omega$  の条件を、 $\mu, m, g, a, b, r$  から適切なものを用いて表せ。

工学部 電気電子工学科	年	番号						名前		点数
-------------	---	----	--	--	--	--	--	----	--	----

中京大学工学部電気電子工学科

物理学 (力学)	出題者	白井 英俊	試験日	2019年 6月3日月曜日実施
持ち込み不可。不正行為者には今学期の試験をすべてFにする。答案用紙の裏面は計算や下書きに用いてよい。				

問題 5 滑らかな平面上に置かれ、一端が固定されたばね定数  $k$ 、自然長  $L$  の状態にあるばねの他端に、質量  $m$  の小球 A を結ぶ。ばねは質量が無視でき、図の  $x$  軸方向にのみ運動を行う。A と等しい質量  $m$  の小球 B が速度  $V_0$  で  $x$  軸上を矢印の向きに進んで来て、A と弾性衝突をした。(注:弾性衝突とは、反発係数の値が1の場合をいう)



- (1) A と B が衝突した直後の A と B のそれぞれの速度  $V_A, V_B$  を求めよ。なお  $x$  軸方向を正とする。(運動の方向と  $x$  軸の向きが一致しないので符号に注意すること)
  
- (2) 図のようにばねの固定端の位置を原点  $O (x=0)$  とする。衝突後の A の位置 ( $x$  座標) の最小値を、 $m, k, L, V_0$  から適切なものを用いて表せ。なおその導出過程も明示すること。
  
- (3) A の位置が最小値になってから、A は  $x$  軸正方向に運動し、ふたたび B と衝突する。
  - (a) 衝突するときの A の速度を求めよ。
  
  - (b) この2度目の衝突後の A と B のそれぞれの速度を答えよ。

問題6. 次に上げる物理量の説明(意味や定義など)、次元(次元の表記では、質量は  $M$ 、長さは  $L$ 、時間は  $T$  を用いる)、単位を書け。なお単位は **SI 基本単位** だけを用いて表せ(質量は  $kg$ 、長さは  $m$ 、時間は  $s$  を用いる)。

- (1) 力
  
- (2) 運動量
  
- (3) ばね定数
  
- (4) 仕事
  
- (5) 周期

工学部 電気電子工学科	年	番号							名前			点数	
-------------	---	----	--	--	--	--	--	--	----	--	--	----	--