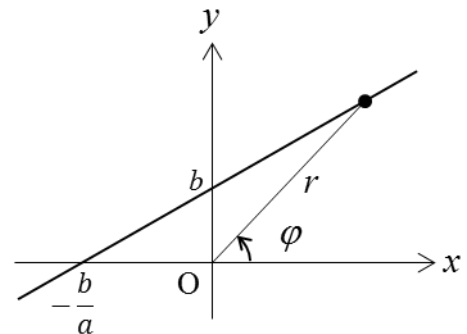


問 1

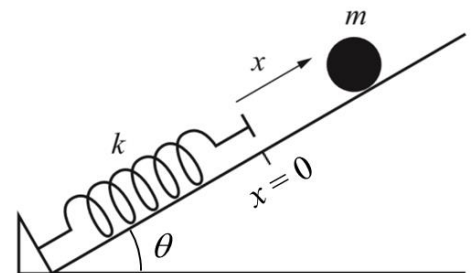
右図のように質点が、 $x$ - $y$  平面上を直線  $y=ax+b$  に沿って運動する ( $a, b$  は正の定数)。質点の位置を極座標  $(r, \varphi)$  で表すとして、以下の問に答えよ。



- (1) 質点の動径  $r$  を、方位角  $\varphi$ 、および  $a, b$  を用いて表せ。
- (2) 質点の角速度  $\dot{\varphi}$  が一定値  $\omega$  である場合に、質点の動径速度  $\dot{r}$  を、 $\varphi, \omega, a, b$  を用いて表せ。
- (3) 質点の角速度  $\dot{\varphi}$  が一定値  $\omega$  である場合に、質点の速さ  $v$  を、 $r, \omega, a, b$  を用いて表せ。

問 2

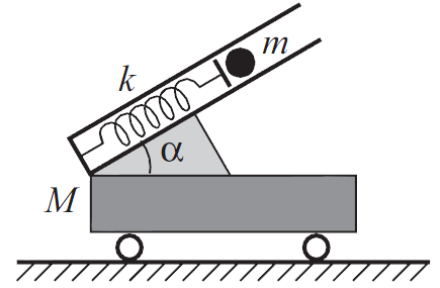
図に示すように、質量  $m$  の質点が傾斜角  $\theta$  のなめらかな斜面に沿って運動する。バネ定数  $k$  のバネが斜面上にあり、その一端は斜面の下端に固定され、他端は固定されていない。斜面に沿って  $x$  軸を定義し、自然長にある時のバネの先端を座標の原点とし、斜面上方を正の向きとする。質点が  $x \leq 0$  の領域にあるときには、質点はバネの先端に接触しており、 $x > 0$  のときには接触はなく、バネは自然長にあるものとする。バネの長さが  $a$  だけ縮んでいて、質点がバネに接して静止している状態を初期状態とし、時刻  $t=0$  で静かに手を放す。重力加速度を  $g$  として、以下の問いに答えよ。



- (1)  $x=0$  を基準としたポテンシャルエネルギー  $U(x)$  を、 $x, m, k, \theta, g$  を用いて表せ。  
( $x \leq 0$  の領域と  $x > 0$  の領域を分けて考えよ。)
- (2) 初期のバネの縮み  $a$  がある値  $a_0$  よりも大きいと、質点はバネから離れることがある。この  $a_0$  を、 $m, k, \theta, g$  を用いて表せ。
- (3)  $a=0$  の場合について、質点の運動  $x(t)$  を、 $t, m, k, \theta, g$  を用いて表せ。

### 問 3

右図に示すように、質量  $M$  の台車が水平な床の上に置かれている。台車の上には、仰角  $\alpha$  で筒が固定され、その中にはバネ定数  $k$  のバネと質量  $m$  の質点がある。バネの自然長は筒の長さに等しく、筒とバネの質量は無視できるほど小さい。始めは、バネの長さが  $a$  だけ縮んでおり、質点も台車も静止している。



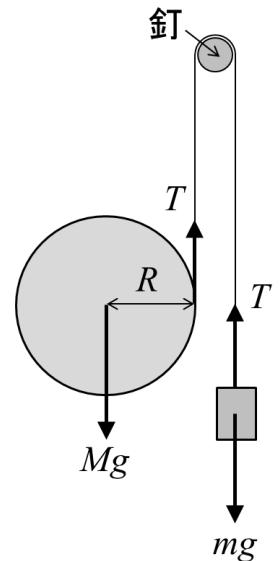
重力加速度を  $g$ 、また、質点が筒から飛び出した直後における、台車の速さと質点の速度の水平成分と垂直成分をそれぞれ  $V, v_x, v_y$  として、以下の問いに答えよ。

(1) 始めの状態と、質点が筒から飛び出した直後の状態について、エネルギー保存則、および運動量保存則を示す式を、 $M, m, k, a, g, V, v_x, v_y, \alpha$  を用いて表せ。

(2)  $v_x$  と  $v_y$  の関係を示す式を、 $\alpha, V$  を用いて表せ。

### 問 4

右図に示すように、半径  $R$ 、質量  $M$  の円板に糸が巻きつけられ、その糸の一端に質量  $m$  の物体が取り付けられている。糸を滑らかな釘に掛け、糸が垂直になるように円板と物体を保ち、静かに手を放した。このとき糸にかかる張力を  $T$  とする。重力加速度を  $g$  として、以下の問いに答えよ。



(1) 円板の中心を通る軸周りの慣性モーメント  $I_z^0$  を  $M, R$  を用いて表せ。計算過程も示すこと。

(2) 円板の回転角速度を  $\omega$  として、円板の回転の運動方程式を、 $I_z^0, \dot{\omega}, R, T$  を用いて表せ。

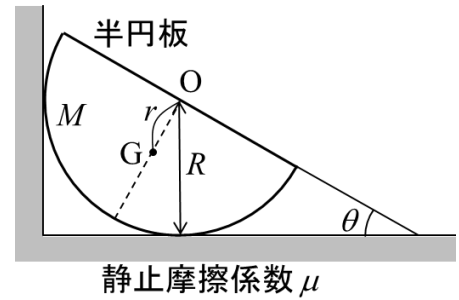
(3) 円板の重心の下降速度を  $V$  として、円板の重心の運動方程式を、 $M, \dot{V}, g, T$  を用いて表せ。

(4) 物体の下降速度を  $v$  として、物体の運動方程式を、 $M, \dot{v}, g, T$  を用いて表せ。

(5)  $\dot{V}$  および  $\dot{v}$  を、 $M, m, g$  を用いて表せ。

### 問 5

右図に示すように、質量  $M$ 、半径  $R$ 、厚さ  $t$  の一様な半円板が、その円弧面を静止摩擦係数  $\mu$  の水平な床面と鉛直な壁面に接して静止している。半円板の底面と床面のなす角  $\theta$  を徐々に増していったところ、角度  $\theta = 30^\circ$  を超えると釣り合いの状態が保てないことが判った。重力加速度を  $g$  として、以下の問いに答えよ。



- (1) 半円板の重心  $G$  から円中心軸  $O$  に下した垂線の長さ  $r$  を  $R$  を用いて表せ。
- (2)  $\theta = 30^\circ$  の場合の、鉛直および水平方向の力の釣り合いの式を  $\mu, M, N_1, N_2, g$  を用いて表せ。但し、 $N_1, N_2$  はそれぞれ床面と壁面からの垂直抗力である。
- (3)  $\theta = 30^\circ$  の場合の、円中心軸  $O$  の周りの力のモーメント（トルク）の釣り合いの式を  $\mu, M, N_1, N_2, g, R$  を用いて表せ。
- (4) 静止摩擦係数  $\mu$  を有効数字 3 桁で求めよ。

物理学A 期末試験追課題		令和3年8月 日	
学籍番号		氏名	

問1

物理学A 期末試験追課題		令和3年8月 日	
学籍番号		氏名	

問2

物理学A 期末試験追課題		令和3年8月 日	
学籍番号		氏名	

問3

物理学A 期末試験追課題		令和3年8月 日	
学籍番号		氏名	

問4

物理学A 期末試験追課題		令和3年8月 日	
学籍番号		氏名	

問5