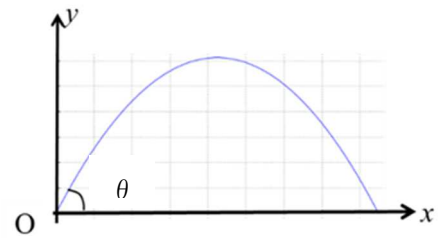


学籍番号 \_\_\_\_\_

氏名 \_\_\_\_\_

**問題 1.** 時刻  $t=0$  において、小物体を地表面の一点  $O$  から、水平方向と  $\theta$  の角をなす方向に速さ  $a[\text{m/s}]$  で投げた ( $0 < \theta < \pi/2$ )。右図のように、 $O$  を原点とし、地面に平行方向に  $x$  軸、鉛直方向に  $y$  軸をとり、小物体の位置を表すものとする。この小物体が投げ上げられてから地表に落ちるまでの運動を考える。ただし重力加速度の大きさを  $g[\text{m/s}^2]$  とする。



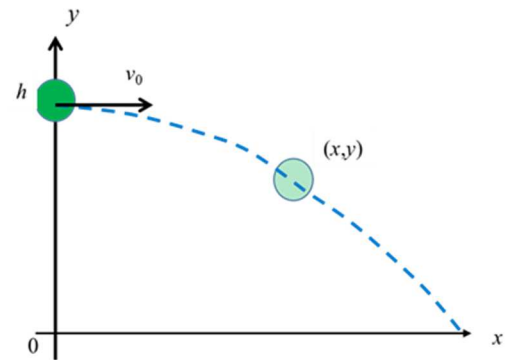
- (1) 時刻  $t$  における小物体の  $x$  軸方向の加速度 ( $\frac{d^2x}{dt^2}$ ) を答えよ。そうなる説明も述べること。
- (2) 時刻  $t$  における小物体の  $y$  軸方向の加速度 ( $\frac{d^2y}{dt^2}$ ) を答えよ。そうなる説明も述べること。
- (3) 時刻  $t$  における小物体の  $x$  軸方向の速度 ( $\frac{dx}{dt}$ ) を答えよ。そうなる説明も述べること。
- (4) 時刻  $t$  における小物体の  $y$  軸方向の速度 ( $\frac{dy}{dt}$ ) を答えよ。そうなる説明も述べること。
- (5) 時刻  $t$  における小物体の  $x$  軸方向の位置 ( $x$ ) を答えよ。そうなる説明も述べること。
- (6) 時刻  $t$  における小物体の  $y$  軸方向の位置 ( $y$ ) を答えよ。そうなる説明も述べること。
- (7) (6)の式に対し  $y=0$  として解くことにより、地表に小物体が落ちる時刻  $t_1$  [s] を求める。それにより、小物体が地表におちた  $x$  軸方向の位置を答えよ。
- (8) (4)の式に対し、 $\frac{dy}{dt}=0$  を解くことにより、小物体が最高点に達する時刻  $t_2$  [s] を求めよ。また、最高点における小物体の位置 ( $x$  座標と  $y$  座標) を答えよ。

**問題 2.** 上の結果から、空気の抵抗が無視できる場合、小物体を最も遠くに飛ばす角度を答えよ。

**問題 3** 水平面上に半径  $r$  [m] の円周がある。その一点から初速  $0$  m/s で時刻  $t = 0$  に出発した質点が、1 秒あたり  $\alpha$  [m/s] の割合でその速さを増しながら円周上を運動している。摩擦は無視できるとして、時刻  $t$  [s] における質点の(1)速さと、(2)加速度の大きさをそれぞれ答えよ。ただし重力加速度は(2)の答えには含めないものとする。

ヒント: 円運動している質点は円の中心方向と接線方向の加速度を持つ。(2)で問われているのは、この2つの加速度(ベクトル)を合成したものの大きさである。

**問題 4.** 右図のように、時刻  $t = 0$  において質量  $m$  [kg] の小物体を地表  $h$  [m] の高さの点から速さ  $v_0$  [m/s] で水平方向に投げた。この小物体が地表に落ちるまでの運動を問う。ただし、地面に平行に  $x$  軸、垂直に  $y$  軸をとって小物体の位置を表す。運動は鉛直面内で起き、空気の抵抗は小物体の速度だけに比例するものとする、また空気抵抗の比例係数を  $k$ 、重力加速度の大きさを  $g$  とする。



(1) 時刻  $t \geq 0$  における運動の  $x$  成分と  $y$  成分、それぞれの運動方程式を答えよ。

(2) 時刻  $t \geq 0$  におけるこの物体の速度の  $x$  成分  $v_x$  と  $y$  成分  $v_y$  を表すそれぞれの式を答えよ。

(3)  $h$  がとても大きい場合は地表面に落ちることなく運動が続く。その状況において、とても長い時間がたった時の速度 (終速度) を答えよ。