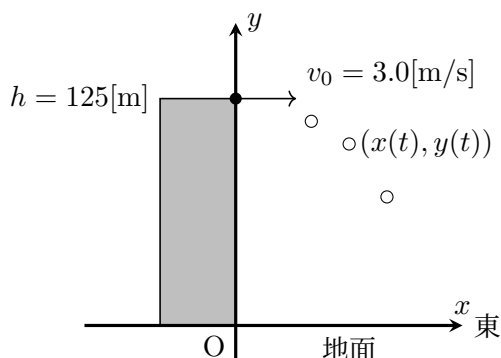


1. 水平な地面に立つ高さ  $h = 125[\text{m}]$  のビルの屋上から、質量  $m$  のボールを、速さ  $v_0 = 3.0[\text{m/s}]$  で水平かつ真東に打ち出した。このボールの運動を予測したい。下図のように地面に原点をとった 2 次元デカルト座標系を設定し、打ち出してから時間を  $t[\text{s}]$  として、ボールの位置ベクトルをこの座標系で  $\mathbf{r}(t) = (x(t), y(t))[\text{m}]$  と書くことにする。以下の問に答えなさい。ただし、ボールに対する空気の影響は無視できる。問 (1) と問 (2) の答えには、なるべく数値を使わずに文字を使いなさい。問 (3) と問 (4) の数値の答えには、重力加速度の大きさ  $g = 10 [\text{m/s}^2]$  を使いなさい。



- (1) 問題文で用意された座標系と函数を使って、打ち出されてから地面に着くまでの間のボールの**運動方程式**とボールの**初期条件**を書きなさい。

地面に着くまでにボールにはたらく力は重力のみである。従って、地面に着くまでの間のボールの運動方程式は次である。

$$m(\ddot{x}(t), \ddot{y}(t)) = (0, -mg) \quad \Leftrightarrow \quad \begin{cases} m\ddot{x}(t) = 0 \\ m\ddot{y}(t) = -mg \end{cases}$$

時刻  $t = 0$  には、ボールは位置  $(0, h)$  におり、かつ、速度が  $(v_0, 0)$  だったので、初期条件は次である。

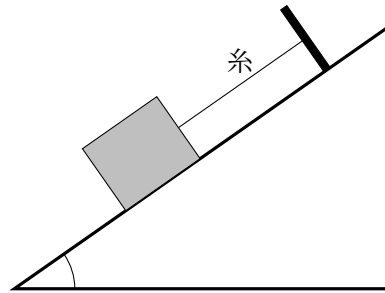
$$x(0) = 0, y(0) = h \quad \Leftrightarrow \quad \dot{x}(0) = v_0, \dot{y}(0) = 0$$

- (2) 問 1 の方程式と条件を解いて、空中に飛んでいるボールの**運動**、つまり、函数  $x(t)$  と  $y(t)$  を答えなさい。

- (3) 打ち出してから  $2.0[\text{s}]$  後のボールの**位置**と**速度**を答えなさい。

- (4) 問題のボールが地面に衝突する**時刻**と**位置**を答えなさい.

2. 水平から角度  $23^\circ$  のなめらかな斜面に、質量  $m = 5.0[\text{kg}]$  の小物体が糸が引かれて静止している。糸と斜面は平行である。糸が小物体を引く力  $\boldsymbol{T}$  の大きさ  $T$  と小物体にはたらく垂直抗力  $\boldsymbol{N}$  の大きさ  $N$  を、適切な単位で答えなさい。途中の説明には図の書き込みを併用してよい。必要があれば、 $\sin(23^\circ) = 0.39$ ,  $\cos(23^\circ) = 0.92$  を使ってよい。重力加速度の大きさは  $g = 10[\text{m/s}^2]$  とする。



3. 質量不明の小物体を地面から  $v_0 = 15[\text{m/s}]$  である角度に打ち出すと、最高点の地面からの高さは  $H = 10[\text{m}]$  であった。物質の最高点での**速さ  $v$**  を答えなさい。重力加速度の大きさは  $g = 10[\text{m/s}^2]$  とする。空気の影響は無視できる。

## 4. 次の文章のカッコに適当な単語を埋めなさい。

- (1) 電車に乗っていると、減速中に上半身を進行方向に押し付けられるように感じる。この力は（ ）と呼ばれるが、本物の力ではない。実際、この現象を地面を基準に考えると、身体は等速度を続けようとする（慣性の法則）に、電車の床に着いている足だけが電車と共に減速するから、上半身が前のめりになるだけなのである。このような見かけの力であっても、（ ）座標系を採用して運動を調べる場合に役に立つ。
- (2) 物体の軸の回りの回転運動を考えると、力よりも（ ）と呼ばれるベクトルの方が便利である。
- (3) このベクトルの大きさは、力の大きさの他に、軸から力の作用点までの（ ）にも比例する。

5. 授業や試験の感想，要望，文句，その他，何でもよいので書きなさい。