

学籍番号 _____

氏名 _____

問題 1. なめらかな水平面上に静止している質量 m [kg] の小物体 A に、一定の大きさ F [N] の力を面に平行な直線方向に加え続け、A を運動させた。

(1) A に生じた加速度の大きさを求めよ。

答: F/m [m/s^2]

(2) 力を加え始めた時刻を 0 とする。時刻 t [s] ($t \geq 0$) における A の速さを求めよ。

答: $(F/m)t$

(3) 力を加え始めてから A が距離 L [m] だけ移動するのにかかる時間を求めよ。

答: 求める時間を t [s] とすると、 $L = \frac{1}{2}(F/m)t^2$

$$\therefore t = \sqrt{2Lm/F}$$

(4) 力を加え始めた時刻の A の位置を 0 とする。時刻 t [s] ($t \geq 0$) における A の位置を $x(t)$ [m] で表し、A の運動方向を x 軸の正の方向とする。 $F=200$, $m=10$ として t を用いて $x(t)$ を表せ。

答: (3) で $L=x(t)$ とすればよい

$$x(t) = \frac{1}{2}(F/m)t^2$$

ここで $F=200, m=10$ から $x(t) = 10 t^2$

問題 2 なめらかな水平面内で、質量 2.0 kg の小物体 A に 0.50 m の伸び縮みしない軽いひもをつけ、回転数 4.0 Hz で回転させた。必要なら円周率 $\pi = 3.14$ で計算せよ。

(1) A が一回転する時間(周期)を求めよ。

答: 回転数が 4.0 Hz なので、周期は $1/4.0 = 0.25$ s

(2) A の速さを求めよ。

答: 円周は $2 \times \pi \times 0.50 = 3.14$ m

よって速さ = $3.14 / 0.25 = 12.56$ m/s $\therefore 13$ m/s (有効数字2桁であることに注意)

(3) A の向心加速度の大きさを求めよ。

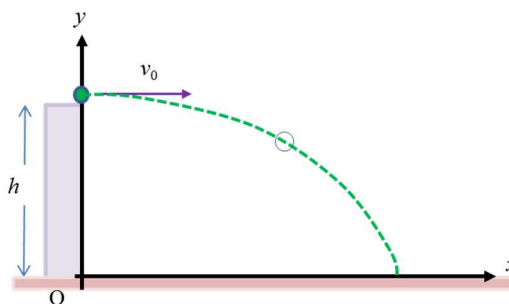
答: A は向心加速度をもち、速さを v , 回転半径を r とすれば、 $\frac{v^2}{r}$ で与えられるので

$$\frac{12.6^2}{0.50} = 317.52 \quad \therefore 3.2 \times 10^2 \text{ m/s}^2 \quad (\text{途中の計算は有効数字を大きくして計算})$$

(4) ひもが A を引く力の大きさを求めよ。

答: (3) の答えと A の質量が 2.0 kg であることから、 $318 \times 2.0 = 636 \quad \therefore 6.4 \times 10^2$ N

問題 3. 時刻 $t=0$ において、質量 $m[\text{kg}]$ の小物体を地表 $h[\text{m}]$ の高さの点から速さ $v_0[\text{m/s}]$ で水平方向に投げた。右図のように、地面に平行に x 軸、垂直に y 軸をとり、小物体の位置を表すものとする。この小物体が地表に落ちるまでの運動を考えよう。空気抵抗は無視できるとする。また以下では地表面に物体が落ちるまでの時刻だけを考えるものとする。



(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

答: 空気抵抗無視なので、 x 軸方向の力は働かない、ゆえに 0

(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

答: 重力がはたらくため $-g$ [m/s^2]

(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

答: 空気抵抗がないため初速のまま変わらない。 $\therefore v_0[\text{m/s}]$

(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

答: (2) から $\frac{d^2y}{dt^2} = -g$ これを時間で積分し、初期条件を考慮して $\frac{dy}{dt} = -gt$ [m/s]

(5) 時刻 t における小物体の x 軸方向の位置 (x) を答えよ

答: (3) の答えを時間で積分、初期条件 ($t=0$ で $x=0$) を考慮して $x = v_0 t$ [m]

(6) 時刻 t における小物体の y 軸方向の位置 (y) を答えよ

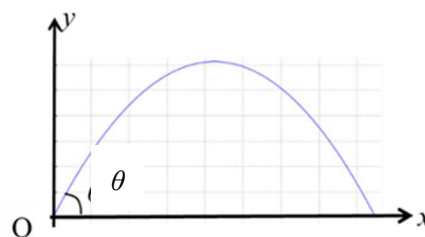
答: (4) の答えを時間で積分し、初期条件 ($t=0$ で $y=h$) を入れて $y = -\frac{1}{2}gt^2 + h$ [m]

(7) (6) の式から地表に小物体が落ちる時刻 t を求める。それにより、小物体が地表におちた x 軸方向の位置を求めよ。

答: (6) で $y=0$ を満たす $t > 0$ を求める $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$ [s]

これを(5)の式 $x = v_0 t$ に代入 $x = v_0 \sqrt{\frac{2h}{g}}$ [m]

(8) 水平に投げるのではなく、右図に示す原点から角度 θ ($0 < \theta < \pi/2$) の方向に投げ上げた。ただし、水平方向の初速は $v_0[\text{m/s}]$ とする。地表に小物体が落ちた地点の位置を求めよ。



答: (1)~(6) に対し、 y の速度と y の位置の初期条件が異なる。

x 方向は同じ (4): $\frac{dy}{dt} = -gt + v_0 \tan \theta$ (6): $y = -\frac{1}{2}gt^2 + v_0 t \tan \theta$ [m]

これから $y=0$ となる t ($\neq 0$) の値は $2v_0 \tan \theta / g$ これを(5)に代入して $x = \frac{2v_0^2 \tan \theta}{g}$