

[第6回目] 運動方程式を解く 2 A : 自由落下

今日の授業の目標 運動方程式を解くとはどういうことが

一定の力が作用するときの運動方程式と

その一直線上を運動するときの解 [等加速度直線運動, 2次関数]

例: 重力のみ 自由落下

$F_y(t) = -mg$ 運動方程式を立てる: $ma_y(t) = -mg$ $a_y(t) = -g$
 $\frac{dv_y(t)}{dt} = -g$ $v_y(t) = -gt + C_1$, $\frac{dy(t)}{dt} = -gt + C_1$ $y(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + C_1t + C_2$

一般解: $v_y(t) = -gt + C_1$, $y(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + C_1t + C_2$ y軸は鉛直上向き

初期条件として, $t=0$ の位置が y_0 , 速度が v_0 のとき

特解: $v_y(t) = -gt + v_0$, $y(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + v_0t + y_0$ $\left(\begin{array}{l} \text{合力が一定 } F_0 \text{ の場合はこの問題} \\ \text{と同じ。} \quad a_y(t) = \frac{F_0}{m} \end{array} \right)$

学習到達目標(4)自由落下運動, 放物運動の運動方程式を解くことができる。

次回予定 [第7回目] 運動方程式を解く 2 B : 放物運動 (教科書 41~42 ページまで)

レポート問題 第6回目 (右側の半分の解答用紙を切り取って提出しなさい)

数値で計算する問題は, 答えにも必ず単位をつける! MKS 単位系で答えること!

B... 問1 摩擦がない水平面上で, 質量 m の物体を初速 3 [m/s] で水平に発射した。発射した位置を原点 O とし, その時刻を $t=0$ とする。この物体について運動方程式を立てて, それを解いて, 運動を表す式 (特解) を求めよ。

問2 摩擦がある斜面を, 質量 m の物体が滑り降りる。斜面と物体との間の動摩擦係数は $\mu' = 1/\sqrt{3}$ である。水平からの傾斜角は $\theta = 30^\circ$ である。斜面に沿って下向き (運動の方向) を x 軸の正, 斜面に垂直で上向きを y 軸の正の向きとする。重力加速度の大きさを g とする。

A... 物体に働く力をすべて図に書け。(垂直抗力, 動摩擦力の大きさをそれぞれ f_N , f_m とする。)

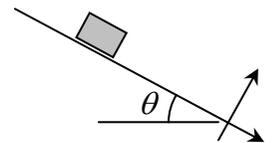
B... 合力の各成分 $F_x(t)$, $F_y(t)$ を式で表し, $F_x(t) = 0$ となることを示せ。加速度の y 成分が $a_y(t) = 0$ であることは用いてよい。

B... $F_x(t) = 0$ であることを用いて, この物体の x 軸方向についての運動方程式 (運動方程式の x 成分) を立て, $v_x(t)$ と $x(t)$ の一般解を求めよ。

B... 時刻 $t=0$ での位置が $x_0 = -0.50$ [m], 速度が $v_0 = 0.10$ [m/s] であった。 $v_x(t)$ と $x(t)$ の特解を求めよ。(係数の単位は省略してよい)

B... $t=3.0$ [s] のときの速度 $v_x(3.0)$ と位置 $x(3.0)$ を数値で求めよ。

B... 問3 質量 m の物体を初速 4.9 [m/s] で鉛直上向きに発射した。発射した位置を原点 O とし, その時刻を $t=0$ とする。この物体について運動方程式を立てよ。



<予告> 次回 [11/11 (火)] に第1回中間テスト (授業の初めの20分)

関数電卓を使用する。 間をあけて座ること。(定期試験座り)

範囲: ベクトル, 微分, 単位, 位置, 速度, 加速度, 力学の3法則, 力の諸法則 (簡単なつり合いも), 運動方程式を立てる (力がゼロの場合)

教科書 5~7 ページ, 式 (2.1), (2.2), (2.3), 教科書 21~22 ページ, 式 (4.1), (5.3), (6.1),

教科書 30~32 ページ, 教科書 35 ページ

解答用紙 (曜 限) 学籍番号 _____ 氏名 _____

数値で計算する問題は, 答えにも必ず単位をつける! 指示がない限り MKS 単位系で答えること!

問1 物体の進行方向を x 軸の正, 鉛直上向きを y 軸の正の向きとする。(作図)

$$F_x(t) = \quad , \quad F_y(t) =$$

x 軸方向と y 軸方向の運動方程式は, それぞれ 水平面 _____

x 軸方向の運動方程式を解く。加速度の x 成分を求める。 $a_x(t) =$

(積分して) 速度の x 成分を求める。 $v_x(t) =$

(積分して) 位置の x 座標を求める。 $x(t) =$

一般解は, $x(t) =$ [] \cdots , $v_x(t) =$ [] \cdots

初期条件: $x(0) =$ [m] \cdots , $v_x(0) =$ [m/s] \cdots を用いて,

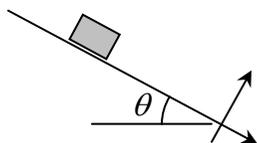
特解を求める。

と より,

と より,

特解は $x(t) =$ [] , $v_x(t) =$ []

問2



$$F_x(t) =$$

$$F_y(t) =$$

$$v_x(3.0) = \quad [\quad] , \quad x(3.0) = \quad [\quad]$$

問3 水平方向の適当な向きを x 軸の正, 鉛直上向きを y 軸の正の向きとする。(作図)

$$F_x(t) = \quad , \quad F_y(t) =$$

x 軸方向と y 軸方向の運動方程式は, それぞれ

このレポートをやるのに _____ 時間 _____ 分,

それ以外に力学 の予習復習を _____ 時間 _____ 分した。