

[第7回目] 運動方程式を解く 2 : 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か

落体運動（自由落下）の運動方程式とその解 [等加速度運動 , 2次関数]

$$F_y(t) = -mg \quad \text{運動方程式: } ma_y(t) = -mg \quad a_y(t) = \frac{dv_y(t)}{dt} = -g$$

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

初期条件として, $t=0$ の位置が y_0 , 速度が v_0 のとき

$$\text{特解: } v_y(t) = -gt + v_0, \quad y(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + v_0t + y_0$$

合力が一定 F_0 の場合はこの問題と同じ。 $a_y(t) = \frac{F_0}{m}$

学習到達目標 (4) 運動方程式から自由落下運動を理解できる。

次回予定 [第8回目] 運動方程式を解く 3 : 単振動 (教科書 38~41 ページまで)

レポート問題 第7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 質量 m のボールの鉛直投げ上げ運動を考える。空気抵抗は無視できる。

x 軸を水平方向にとり, 鉛直上向きを y 軸の正の向きとする。

ボールに働く力をすべて図に書け。

ボールに働く合力を $\vec{F}(t) = (F_x(t), F_y(t))$ として, 合力の各成分 $F_x(t), F_y(t)$ を式で表せ。

加速度の各成分を $a_x(t), a_y(t)$ として, 落体運動の運動方程式の x 成分と y 成分を書け。

運動方程式の y 成分の式より, 加速度の y 成分 $a_y(t)$ を求めよ。

の結果より, 速度の y 成分 $v_y(t)$ の一般解を求めよ。

一般解 $v_y(t) = -gt + C_1$ が, 運動方程式の y 成分の解であることを確認せよ。(微分する。)

の結果より, 座標 $y(t)$ の一般解を求めよ。

一般解 $y(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + C_1t + C_2$ が, $v_y(t) = -gt + C_1$ の解であることを確認せよ。(微分する。)

時刻 $t=0$ に, 位置 $y_0 = 0$ [m] から, 速度 $v_0 = 19.6$ [m/s] で投げ上げた。

この初期条件を用いて任意定数を決定し, $v_y(t)$ と $y(t)$ の特解を求めよ。(単位は省略してよい)

y 成分について加速度 a_y , 速度 v_y の時間変化の様子をグラフで表せ。

ボールの位置の時間変化 $y(t)$ をグラフで表せ。

問2 粗い水平面上で, 質量 m の物体が運動している。物体と面との動摩擦係数 $\mu' = 0.50$ の物体の運動方向を x 軸の正, 鉛直上向きを y 軸の正の向きとする。(等加速度直線運動)

B... この物体に働く力をすべて図に書け。(重力 mg , 垂直抗力 F_N , 摩擦力 $F_{\text{ま}} = \mu'F_N$)

B... 合力の各成分を求めて, この物体の運動方程式を書け。加速度の成分を $a_x(t), a_y(t)$ とする。

B... x 軸方向の運動について, 速度 $v_x(t)$ と座標 $x(t)$ の一般解を求めよ。

B... 初期条件が $v_x(t=0) = 9.8$ [m/s], $x(t=0) = 0$ [m] のときの特解を求めよ。

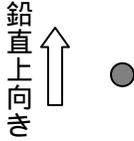
C... 物体が停止する時刻 t_1 と停止する位置 x_1 を求めよ。($v_x(t_1) = 0$ t_1 を求め $x_1 = x(t_1)$)

C... x 成分について加速度 a_x , 速度 v_x , 座標 x の時間変化の様子をグラフで表せ。

解答用紙（ 曜 限）学籍番号 _____ 氏名 _____

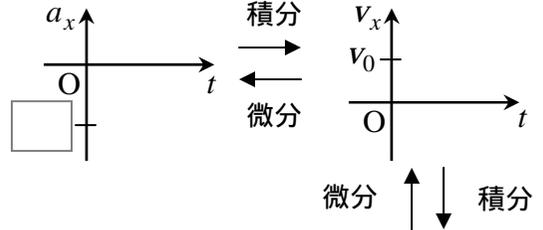
数値で計算する問題は、答えにも必ず単位をつける！指示がない限り MKS 単位系で答えること！

問 1



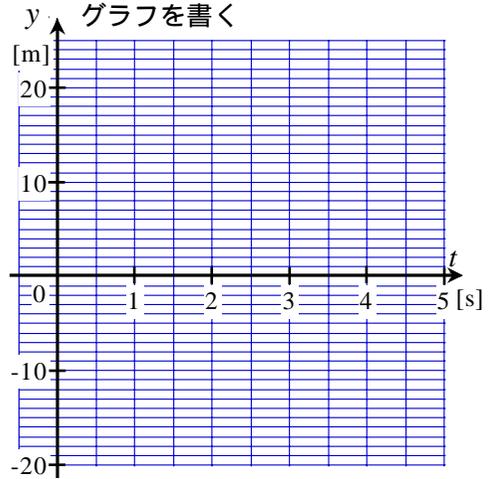
$(F_x, F_y) =$

x : y :

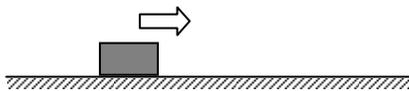


$g = 9.8 \text{ m/s}^2$ を用いて計算して

グラフを書く



問 2



運動方程式 ,

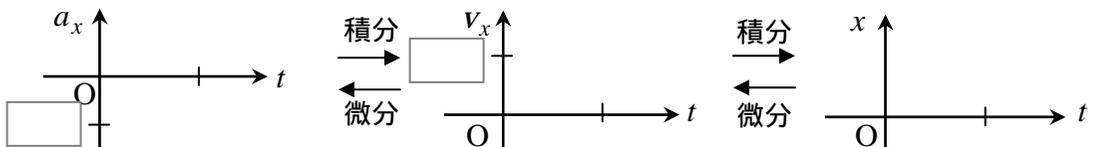
$v_x(t) =$

$x(t) =$

$v_x(t) =$

$x(t) =$

$t_1 =$ _____ [s], $x_1 =$ _____ [m]



このレポートやるのに _____ 時間 _____ 分,
 それ以外に力学の予習復習を _____ 時間 _____ 分した。