

## [ 第7回目 ] 運動方程式を解く 2B : 放物運動

今日の授業の目標 **運動は分解して考えることができる!**

放物運動の運動方程式とその解 [ 放物線軌道 ]

運動方程式 :  $\boxed{ma_x(t) = 0, ma_y(t) = -mg}$  ,  $ma_z(t) = 0$   $y$  軸は鉛直上向き初期条件として,  $t=0$  の位置  $\vec{r}(0) = (0, 0)$  , 速度  $\vec{v}(0) = (v_0 \cos \theta, v_0 \sin \theta)$  のとき解 :  $v_x(t) = v_0 \cos \theta$  ,  $x(t) = (v_0 \cos \theta)t$  等速直線運動と同じ式 $v_y(t) = -gt + v_0 \sin \theta$  ,  $y(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + (v_0 \sin \theta)t$  等加速度直線運動と同じ式 $x(t)$  ,  $y(t)$  の式から時間  $t$  を消去すれば, 軌道 ( $x$  と  $y$  の式) を求められる。

$$y = -\left(\frac{g}{2(v_0 \cos \theta)^2}\right)x^2 + \left(\frac{\sin \theta}{\cos \theta}\right)x$$

学習到達目標 (4) 自由落下運動, 放物運動を運動方程式から理解できる。

次回予定 [ 第8回目 ] 単振動 (教科書 46~48 ページ)

\*\*\*\*\*

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 教科書 41 ページの演習問題 B を答えよ。

問2 ボールを初速  $v_0$  , 水平角  $\theta$  で投げたときの, 放物運動を考える。投げた位置を原点  $O$  とする。ボールが  $xz$  平面を運動するように, 水平方向に  $x$  軸を, 鉛直上向きに  $z$  軸をとる。

B... ボールに働く力の各成分を求め, 運動方程式を書け。

B...  $x$  軸方向と  $z$  軸方向について, 初期条件を用いて特解を求めよ。B... の特解から, 時間  $t$  を消去し, 軌道を表す式を求めよ。B... 初速  $v_0$  , 水平角  $\theta$  で投げたときの, ボールの到達距離を, の結果で  $z=0$  と置いた式から求め,  $g$  ,  $v_0$  ,  $\theta$  で表せ。C... 初速  $v_0$  を一定として, 最も遠くに飛ばすための水平角が  $\theta=45^\circ$  であることを示せ。C... ボールを 80 [ m ] 飛ばすために必要な最小の初速  $v_0$  を数値で求めよ。(  $\theta=45^\circ$  で投げる。)

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 (a) 重力  $F_x =$  \_\_\_\_\_ ,  $F_y =$  \_\_\_\_\_

(b) 運動方程式より,

$$\vec{a}(t) = ( \quad , \quad )$$

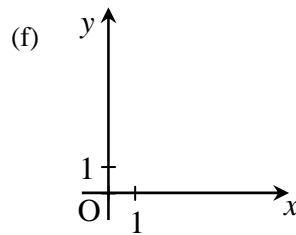
(c)

$$\vec{V}(t) = ( \quad , \quad )$$

(d)

$$\vec{r}(t) = ( \quad , \quad )$$

(e)



問 2 働く力  $F_x(t) =$  \_\_\_\_\_ ,  $F_y(t) =$  \_\_\_\_\_ ,  $F_z(t) =$  \_\_\_\_\_  $z$  軸を鉛直上向き

運動方程式:

$$v_x(t) = \quad , \quad x(t) =$$

$$v_z(t) = \quad , \quad z(t) =$$

到達距離は,  $z = 0$  となる  $x$  を求めればよいから,

$$x =$$

到達距離が最大となる条件から,

の結果を  $v_0$  を求める式に変形し,  $\theta = 45^\circ$  ,  $x = 80$  [ m ],  $g$  の値を代入すると,

$$v_0 = \quad [ \quad ] = \quad [ \text{ km/h } ]$$

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。