

[ 第 1 3 回目 ] 剛体のころがり運動とまとめ

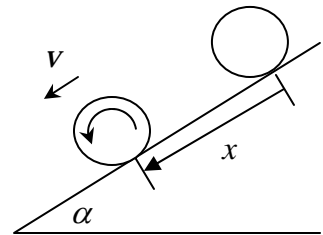
今日の授業の目標 斜面上を半径  $R$  の球や円盤などが滑らずに転がる場合

ころがり運動 = ( 重心運動 ) + ( 重心のまわりの回転運動 )

$$M \frac{dv}{dt} = Mg \sin \alpha - F_{\text{摩擦}}, \quad I_G \frac{d\omega}{dt} = R \cdot F_{\text{摩擦}}$$

滑らない:  $x = R\theta$        $v = R\omega$

$$\left( M + \frac{I_G}{R^2} \right) \frac{dv}{dt} = Mg \sin \alpha$$



半径  $R$  の一様な球:  $I_G = \frac{2}{5}MR^2$  , 半径  $R$  の一様な円盤:  $I_G = \frac{1}{2}MR^2$

\*\*\*\*\*

レポート問題 第 1 3 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 !**

問 1 地球を、質量  $M_E = 6.0 \times 10^{24}$  kg , 半径  $R_E = 6.4 \times 10^6$  m の完全な球と考える。

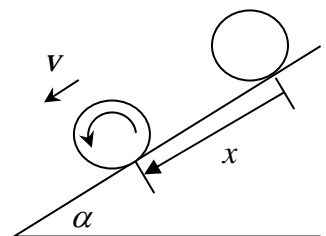
万有引力は、 $G = 6.67 \times 10^{-11}$  N·m<sup>2</sup>/kg<sup>2</sup> として、 $F_{\text{万}} = G \frac{mM_E}{(R_E + h)^2}$  を用いよ。

- A... 地表 ( 海拔高度  $h = 0$  m ) に、質量 1 kg の質点をおいたとき、地球から質点に働く万有引力の値  $F_{\text{万}}$  を求めよ。
- A... 地球が自転する角速度  $\omega$  の値を求めなさい。[ 地球の自転は 24 時間で 1 回転 (  $2\pi$  rad ) する ]
- B... 赤道の場合、地表上においた質量  $m = 1$  kg の質点に働く遠心力  $F_{\text{遠}}$  の値を求めなさい。その値は で求めた万有引力の値の約何%か。
- B... 北極の場合、地表上においた質量  $m = 1$  kg の質点に働く遠心力  $F_{\text{遠}}$  の値を求めよ。
- C... 赤道上で、 $h = 6400$  m の山の頂上に質量  $m = 1$  kg の質点を置いたとき、万有引力の値  $F_{\text{万}}$  は約何%小さくなるか。また遠心力  $F_{\text{遠}}$  は約何%大きくなるか。

問 2 質量  $M$  で慣性モーメント  $I_G = \frac{2}{5}MR^2$  の一様な球を、傾斜角  $\alpha$  の斜面に静かに置いた。

球は斜面を滑らずに転がった。球の運動について考える。斜面に沿って下方に  $x$  軸をとり、球を置いた位置を  $x = 0$  とする。

- A... 球に働く力 ( 重力と摩擦力と垂直抗力 ) を図に書き込め。
- B... 斜面に沿った重心の速度を  $v$  として、重心の運動方程式の  $x$  成分を書け。
- B... 球の重心のまわりでの角速度を  $\omega$  として、回転の運動方程式を書け。
- C... と の方程式から摩擦力を消去し、滑らずに転がる条件  $v = R\omega$  を用いて、速度  $v$  についての方程式を導け。
- C... の方程式を解き、 $v(t)$  を求めよ。



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

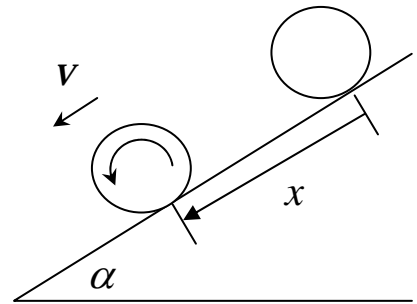
$$F_{\text{万}} =$$

$$\omega =$$

$$F_{\text{遠}} =$$

$$F_{\text{遠}} =$$

問 2



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。