

[ 第 1 1 回目 ] 剛体の力学 2 ( 慣性モーメントと回転の運動方程式 )

今日の授業の目標

- ・ 固定軸 ( z 軸 ) のまわりの剛体の回転運動

全角運動量

$$L_z = I\omega$$

慣性モーメント

$$I = \sum_{i=1}^n m_i r_i^2 = \sum_{i=1}^n m_i (x_i^2 + y_i^2) \rightarrow = \int dm \cdot (x^2 + y^2) \quad \text{単位 [ kg \cdot m^2 ]}$$

固定軸のまわりの回転運動の運動方程式

$$\frac{dL_z}{dt} = N_{z全}^{外}, \quad I \frac{d\omega}{dt} = N_{z全}^{外}, \quad I \frac{d^2\phi}{dt^2} = N_{z全}^{外}$$

学習到達目標(5) 回転の運動方程式と慣性モーメントの意味を理解できる。

次回予定 [ 第 1 2 回目 ] 実体振り子とボルダの振り子 ( 教科書ページまで )

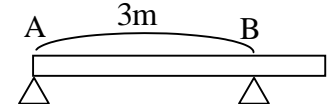
\*\*\*\*\*

レポート問題 第 1 1 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！指示がない限り MKS 単位系で答えること！**

問 1 長さ  $L = 4 \text{ m}$  , 質量  $M = 10 \text{ kg}$  の一様な棒を、図のように水平に支えた。

A 点と B 点に作用する抗力  $N_A$  と  $N_B$  の値をそれぞれ求めよ



問 2 固定軸 ( z 軸 ) のまわりの剛体の回転運動について、次の問に答えなさい。

z 軸のまわりの質点系の慣性モーメント  $I$  の式を書け。慣性モーメントは何を表しているか。固定軸のまわりを、軸から  $r = 0.5 \text{ m}$  の垂直距離で回転している、 $m = 10 \text{ kg}$  の質点の慣性モーメント  $I$  の値を求めよ。

角運動量の z 成分  $L_z$  を、z 軸のまわりの慣性モーメント  $I$  と角速度  $\omega_z$  を用いて書け。

角速度  $\omega_z$  を用いて、固定軸のまわりの剛体の回転の運動方程式を書け。

問 3 フィギュア・スケートで、スケーターが真直ぐに立ち腕を広げた状態で、一定の角速度  $\omega$  でスピニングしている。そのままの姿勢でスケーターが腕を体に密着させると慣性モーメントが  $1/2$  になった。スケーターの角速度は何倍になったか。摩擦や空気抵抗は無視できるとする。

問 4 グリップから先端までの長さが  $l = 80 \text{ cm}$  のバットがある。バットのグリップまわりの慣性モーメントを  $I = 0.4 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$  とする。単純のためバットのスイングを固定されたグリップのまわりの回転運動と考える。

バットの先端スピードを  $v = 30 \text{ m/s}$  でスイングするとき、角速度  $\omega$  の値を求めよ。

このときのバットの角運動量  $L$  の値を求めよ。

バットの先端スピードを  $v = 0$  から  $v = 30 \text{ m/s}$  まで加速するのに、時間が  $\Delta t = 0.4 \text{ s}$  かった。角加速度  $\frac{d\omega}{dt} = \frac{\Delta\omega}{\Delta t}$  が一定であったと仮定して、角加速度  $\frac{d\omega}{dt}$  の値とバットスイングに

要した力のモーメント  $N_z$  の大きさを求めよ。

問 5 超伝導を用いて磁気浮上させた円盤を高速で回転させ、余剰エネルギーを回転運動のエネルギーとして貯蔵する、フライホイールエネルギー貯蔵システムという研究がある。

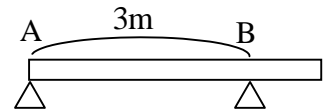
回転運動のエネルギー  $K$  を慣性モーメント  $I$  と角速度  $\omega$  を用いて表せ。

1 kWh の余剰エネルギーを 1 分間で  $2 \times 10^4$  回転 (  $2 \times 10^4 \text{ rpm}$  ) する円盤に貯蔵させたい。必要な円盤の慣性モーメント  $I$  の値を求めよ。

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 重力と抗力  $N_A$  と  $N_B$  を図に書いて , 力とつり合い式を立てよ。



問 2

$I =$  \_\_\_\_\_ , 慣性モーメントは \_\_\_\_\_ を表す。

$I =$  \_\_\_\_\_  $L_z =$  \_\_\_\_\_

問 3 外力のモーメントはゼロと考えられるから , 角運動量  $L = I\omega =$   である。

したがって ,

問 4

$\omega =$  \_\_\_\_\_

$L =$  \_\_\_\_\_

$\frac{d\omega}{dt} = \frac{\Delta\omega}{\Delta t} =$  \_\_\_\_\_

$N_z =$  \_\_\_\_\_

問 5

$K =$  \_\_\_\_\_

貯える運動エネルギーは ,  $K = 1 \text{ kWh} = 1 \times 10^3 \text{ W} \times 3600 \text{ s} =$  \_\_\_\_\_ [ J ]

円盤の角速度は ,  $\omega = \frac{\Delta\phi}{\Delta t} =$  \_\_\_\_\_ [ rad/s ]

$I =$  \_\_\_\_\_

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。