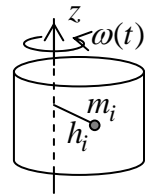


[第10回目] 固定軸のまわりでの剛体の回転運動

今日の授業の目標 固定軸を z 軸 (必ずしも重心を通らない)

全角運動量と慣性モーメント (z 軸のまわりの)

$$L_z = I\omega \quad I = \sum_{i=1}^n m_i h_i^2 \quad [\text{kg} \cdot \text{m}^2]$$



固定軸のまわりの回転運動の運動方程式

$$\frac{dL_z(t)}{dt} = N_z(t) \quad I \frac{d\omega(t)}{dt} = N_z(t) \quad I \frac{d^2\phi(t)}{dt^2} = N_z(t)$$

平行軸の定理 (実際の回転 = 固定軸のまわりの重心の回転 + 重心のまわりの自転)

$$I = Ma^2 + I' \quad (\text{教科書の付録 H 参照})$$

学習到達目標 (5) 剛体振り子の運動を回転の運動方程式から理解できる。

剛体振り子の周期 $T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{MgR}}$

次回予定 [第11回目] 空気抵抗を受ける場合の落下運動 (教科書 203~205 ページまで)
 * * * * *

レポート問題 第10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 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。

B... 回転運動のエネルギー K を慣性モーメント I' と角速度 ω を用いて表せ。

C... 1 kWh の余剰エネルギーを1分間で 2.0×10^4 回転 (2.0×10^4 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。

問2 右の図のように、慣性モーメント I で半径 a の円板状の滑車の円周に沿って軽い糸が巻いてある。糸の端を一定の力 S で引くと、糸の張力で滑車が回転を始めた。糸と滑車は滑らないとし、回転軸との摩擦などは無視できるとする。

A... 滑車に働く糸の張力 S を図に書け。張力 S のモーメント N を求めよ。

B... 滑車の角速度を $\omega(t)$ として、回転の運動方程式を立てよ。

B... 解 $\omega(t)$ を求めよ。初期条件を $t=0$ で $\omega(0)=0$ とする。

B... 滑車の回転の運動エネルギー $K(t)$ を $I, \omega(t)$ で表せ。

B... $S = 10.0$ [N], $I = 0.50$ [$\text{kg} \cdot \text{m}^2$], $a = 0.30$ [m] のとき, $t = 5.0$ [s] 後の角速度 $\omega(5.0)$ を求め、滑車の回転の運動エネルギー $K(5.0)$ を数値で求めよ。

B... の結果から、回転角 $\phi(t)$ の解 (式) を求めよ。初期条件を $t=0$ で $\phi(0)=0$ であるとする。

B... 同じ値を用い, $t = 5.0$ [s] 後の回転角 $\phi(5.0)$, $t = 0 \sim 5.0$ の間に引いた糸の長さ L , その間に張力がした仕事 W を数値で求め, 5.0 [s] 後の回転の運動エネルギー $K(5.0)$ に等しいことを確認せよ。

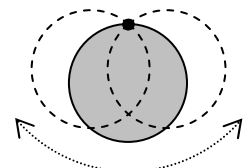
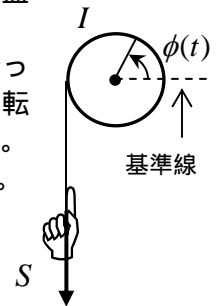
C... 問3 長さ a , 質量 M の一様な棒が、棒の端を通り棒に垂直な軸のまわりで回転する。慣性モーメント I を、重心のまわりの慣性モーメント $I' = (1/12)Ma^2$ と平行軸の定理から求めよ。

B ~ 問4 質量 M で半径 R の一様な円板を、円周上の点を通り円板に垂直な固定軸のまわりで振る。

C... 慣性モーメント I を平行軸の定理を用いて求めよ。重心のまわりの慣性モーメントは $I' = (1/2)MR^2$ である。

鉛直線からの振れ角を $\phi(t)$ として、固定軸のまわりでの回転の運動方程式を立てよ。

教科書 p.146 下段の式を用いて、周期 T を M, R, g を用いて表せ。振れ角は小さいとする。



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

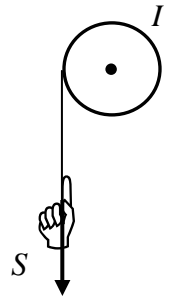
$$K =$$

貯蔵する運動エネルギーは , $K = 1[\text{kWh}] = 1 \times 10^3[\text{W}] \times 3600[\text{s}] =$ []

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

$$I' =$$

問 2

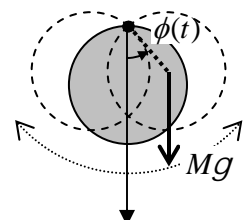


問 3 平行軸の定理より

$$I =$$

問 4 $I =$

$$T =$$



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。