

[第 1 2 回目] 実体振り子と平行軸の定理

今日の授業の目標

慣性モーメントの例 (重心の周りで回転)

質量 M で長さ L の一様な棒 (回転軸が重心を通過して棒に垂直) $I_G = \frac{1}{12} ML^2$

質量 M で半径 R の一様な円板 (回転軸が重心を通過して円板に垂直) $I_G = \frac{1}{2} MR^2$

質量 M で半径 R の一様な球 (回転軸が球の重心を通る) $I_G = \frac{2}{5} MR^2$

平行軸の定理 (実際の回転運動 = 固定軸のまわりの重心の回転 + 重心のまわりの剛体の回転)

$I = I_G + Ma^2$	ボルダの振り子: $I = \frac{2}{5} Mr^2 + M(l+r)^2$
------------------	--

実体振り子 周期 $T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{Mgd}}$ 学習到達目標 (6)

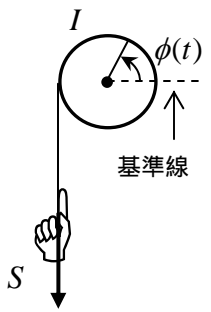
実体振り子(剛体振り子)の原理を理解できる。

次回予定 [第 1 3 回目] 剛体のころがり運動とまとめ

レポート問題 第 1 2 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 右の図のように、慣性モーメント I で半径 a の円盤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 ω 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 $t=0$ で $\omega(0)=0$ とする。 B...
- B... 滑車の回転の運動エネルギー K を I, ω で表せ。 $S = 10 \text{ N}, I = 0.50 \text{ kg}\cdot\text{m}^2, a = 0.30 \text{ m}$ のとき、 $t = 5.0 \text{ s}$ 後の角速度 $\omega(t=5)$ と滑車の回転の運動エネルギー K を数値で求めよ。
- B... の結果から、回転角 $\phi(t)$ の解を求めよ。初期条件 $t=0$ で $\phi(0)=0$ であるとする。
- B... と同じ値を用い、 $t = 5.0 \text{ s}$ 後の回転角 $\phi(t=5)$ 、5 秒間に引いた糸の長さ $L(5)$ 、その間に張力がした仕事 $W(5)$ を数値で求めよ。

問 2 長さ L 、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ときの、慣性モーメント I を次の方法で求めよ。

- B... 重心のまわりの慣性モーメント $I_G = \frac{1}{12} ML^2$ と平行軸の定理を用いて。 C... 定義から計算。

問 3 ボルダ振り子について考える。

- A... 慣性モーメント I の実体振り子の回転の運動方程式を書け。 [式(2.68)]
- B... 全質量 M の一様な剛体球 (半径 r) の慣性モーメント $I = \frac{2}{5} Mr^2$ と、平行軸の定理 (式 2.76) を用いて、長さ l の針金でつるしたボルダ振り子の慣性モーメント I を求めよ。
- B... の回転運動の解から実体振り子の周期 T を求めよ。
- B... との結果から、重力加速度の大きさ g を T, M, l, r を用いた式で表せ。
- B... ボルダの振り子の実験から g を決めるためには、何を測定すればよいか書け。

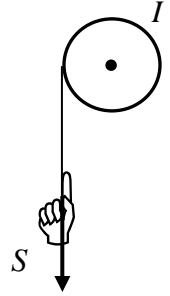
問 4 質量 M で半径 R の一様な円板を、円周を通り円板に垂直な固定軸のまわりで振らせる慣性モーメント I を平行軸の定理を用いて求めよ。重心のまわりの慣性モーメントは

$I_G = \frac{1}{2} MR^2$ である。 振れ角が小さい場合、周期 T を M, R, g を用いた式で表せ。

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



問 2 平行軸の定理より

$$I =$$

単位長さ当りの棒の密度を $\lambda = \frac{M}{L}$ [kg/m] とおくと, 微小区間 dx の質量は $dm = \lambda dx$ と表せるので, 慣性モーメント I は,

$$\begin{aligned} I &= \sum m_i x_i^2 = \int_0^L dm \cdot x^2 = \int_0^L \lambda dx \cdot x^2 \\ &= \frac{M}{L} \int_0^L x^2 dx = \end{aligned}$$

問 3

$$I =$$

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。