

[第9回目] 単振り子

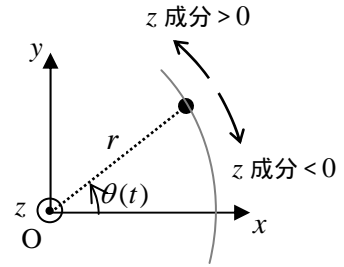
今日の授業の目標 回転の運動方程式の応用

z軸のまわりでの回転の運動方程式

$$\frac{dl_z(t)}{dt} = N_z(t)$$

回転半径  $r$  が一定ならば,  $l_z(t) = mr^2\omega(t)$  より

$$mr^2 \frac{d\omega(t)}{dt} = N_z(t)$$



(z軸は裏から表へ向かう向き)

単振り子 (質量  $m$ , 糸の長さ  $R$ , 振れ角  $\theta$ )

回転の運動方程式  $mR^2 \frac{d\omega(t)}{dt} = N_z(t)$  { 角速度:  $\omega(t) = \frac{d\theta(t)}{dt}$  }

重力のモーメント:  $N_z(t) = -R \cdot mg \cdot \sin\theta(t)$ ,

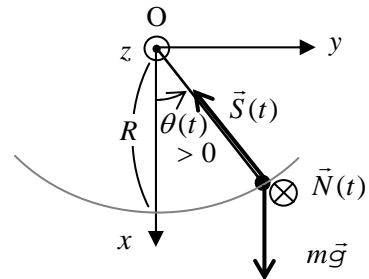
参考 慣性モーメント:  $I = mR^2$

振動が微小  $|\theta(t)| \ll 1$  [rad] の場合

一般解  $\theta(t) = A \cos(\Omega t + \alpha)$

角振動数  $\Omega = \sqrt{\frac{g}{R}}$  [rad/s]

周期  $T = \frac{2\pi}{\Omega} = 2\pi \sqrt{\frac{R}{g}}$  [s]



学習到達目標 (5) 回転の運動方程式から単振り子の運動を理解できる。

次回予定 [第10回目] 角運動量保存則 (教科書 123~125 ページ)

\*\*\*\*\*

レポート問題 第9回目 (右側の半分の解答用紙を切り取って提出下さい)

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!

B... 問1 z軸のまわりでの回転の運動方程式を, 角運動量のz成分  $l_z(t)$  と力のモーメントのz成分  $N_z(t)$  を用いた形で書け。

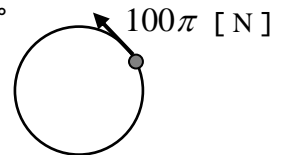
粒子の回転半径  $r$  が変化しない場合, の回転の運動方程式を, 角速度  $\omega(t)$  を用いた形に変形せよ。

問2 水平面に置かれた半径10.0 [m] の円形のレール上を, 質量5.0 [kg] の粒子が運動する。粒子には, 一定の大きさ40.0 [N] の力が, レールの接線に沿って上から見て反時計回りに回転させる向きに働いている。  $t=0$  のときに, 粒子の回転角は  $\phi(0) = 0$  [rad], 角速度は  $\omega(0) = 0$  [rad/s] であった。鉛直上向きをz軸の正の向きとする。

B... 力のモーメントのz成分  $N_z(t)$  を求めよ。

B... 粒子の回転の運動方程式を立て, 角加速度  $d\omega(t)/dt$  を求めよ。

B... 角速度  $\omega(t)$ , 回転角  $\phi(t)$  の特解を求めよ。



A... 問3 関数電卓などを使って次の量を計算せよ。(有効数字3桁で求めよ)

$\theta = 1^\circ$  のときの  $\sin\theta$        $1^\circ$  を [rad] 単位で表せ       $\theta = 1$  [rad] のときの  $\sin\theta$   
 1 [rad] を度 ( $^\circ$ ) 単位で表せ。       $\theta = 0.1$  [rad] のときの  $\sin\theta$

B... 問4 教科書 122 ページ演習問題 B の問題 2 (a)~(f)までを答えよ。[d-1]は各自確認し記入不要。]

B... 問5  $g = 9.80$  [m/s<sup>2</sup>] として, 糸の長さが  $R = 150$  [cm] の振り子の周期  $T$  を数値で求めよ。

切を必ず守ること

解答用紙 (授業 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  $N_z(t) =$  [ ]

問 3  $\omega(t) =$  [ rad/s ],  $\phi(t) =$  [ rad ]  
 $\sin 1^\circ =$   $1^\circ =$  [ rad ]  $\sin 1 =$   
 $1 \text{ rad} =$  °  $\sin 0.1 =$

問 4 (a)  $\theta_0 =$  [ rad ],  $\omega_0 =$  [ ] (ヒント:  $l_z(t)$  は微分を使って表す)

(b) b-1)  $N_z(t) =$  [ ]

b-2)  $l_z(t) =$  [ ]

b-3) 回転の運動方程式 より,

$$\frac{d^2\theta(t)}{dt^2} = \quad (c) \frac{d^2\theta(t)}{dt^2} =$$

(d)

$$\theta(t) = A \cos( [ ] \cdot t + \alpha ) \text{ [ rad ]}$$

d-2)  $\omega(t) =$  [ ]

(e)

$$A \cos \alpha = , A \sin \alpha = , \text{ e-1) } A = [ ] , \alpha = [ \text{ rad } ]$$

e-2)  $\theta(t) =$  (f)  $T =$  [ ]

問 5  $T =$

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。