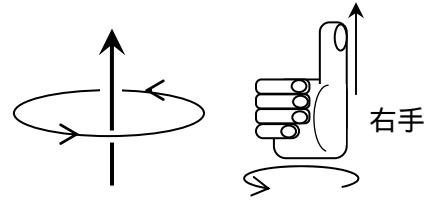


[第4回目] 角運動量 1

考える内容

- ・ 回転運動を表すには? 運動方程式を変形
- 今日の授業の目標

角運動量 (ベクトル): 回転運動のいきおい



$$\vec{l} = \vec{r} \times \vec{p} = \vec{r} \times (m\vec{v}) \quad \text{単位 [kg \cdot m^2/s] = [J \cdot s]} \quad (l = rp \sin \theta = rmv \sin \theta)$$

ベクトルの向き: 回転軸の向き (回転方向に右ねじを回すと進む向き)

回転の運動方程式 $\frac{d\vec{l}(t)}{dt} = \vec{N}(t)$ (力のモーメントが作用すると角運動量に変化する)

角速度 $\omega = \frac{d\phi}{dt}$ 単位 [rad/s] (ϕ は回転角) $\left[\text{角速度ベクトル } \vec{\omega} = \omega \vec{e}_z \right]$

速さとの関係: $v = r\omega$ 角運動量は $l = rmv = mr^2\omega$

学習到達目標 (2) 角運動量と力のモーメントの関係がわかる。

次回予定 [第5回目] 角運動量 2 (教科書 91~93 ページ, 87~89 ページ)

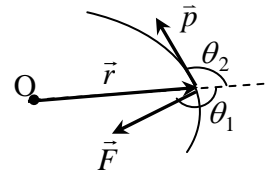
レポート問題 第4回目 (右側の半分の解答用紙を切り取って提出しなさい)

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!

B... 問1 教科書 82 ページの演習問題 1 を答えよ。ただし, (c) 「 \vec{F} のモーメント \vec{N} の向き」と向きは... , 「大きさは時間的に一定か? 一定か?」に訂正。

問2 原点 O のまわりを回転運動している質量 m の質点がある。質点の位置ベクトルを \vec{r} , 速度を \vec{v} , 質点に作用する力を \vec{F} とする。 \vec{r} と \vec{F} がなす角を θ_1 , \vec{r} と \vec{v} がなす角を θ_2 とする。

B... 力のモーメント \vec{N} を外積を用いて表し, その大きさ N を, r と F と θ_1 を用いて表せ。



A... 運動量 \vec{p} を m と \vec{v} の式で表せ。また, 運動量の単位を答えよ。

B... 角運動量 \vec{l} を, \vec{r} と \vec{p} の外積を用いて表し, その大きさ l を, r と p と θ_2 を用いて表せ。また, 角運動量の単位を答えよ。

B... それぞれが図に示した向きの場合, \vec{N} と \vec{l} の向きをそれぞれ, \odot または \otimes で表せ。

B... 回転の運動方程式を, 角運動量 $\vec{l}(t)$ と力のモーメント $\vec{N}(t)$ を用いた形で書け。

A... 質点の運動方程式を, 運動量 $\vec{p}(t)$ と力 $\vec{F}(t)$ を用いた形で書け。

問3 地球は 24 時間かけて地軸のまわりを 1 回転 (2π [rad] 回転) する (地球の自転という)。

B... 地球が自転する角速度の大きさ ω を求めなさい。(単位は rad/s)

B... 地球は 1 秒間で ω [rad] だけ回転する。地球の赤道半径を r として, 赤道上に立っている人間が 1 秒間で移動する距離すなわち速さ v を, r と ω の式で表せ。

B... 地球の赤道半径を $r = 6400$ km として, 赤道上に立っている人間の速さ v を数値で求めよ。

B... 人間の体重が $m = 60$ kg のとき, 赤道上の人間の角運動量の大きさ l を数値で求めよ。

A... 太陽が東から上って西に沈むのは, 地球の自転のためである。北極側から見たとき, 地球の自転は, 時計回りか, 反時計回りか。(図を書いて考えよ。)

B... の結果から, の角運動量ベクトル \vec{l} の向きを求めよ。[北か南か。右ねじが進む向き]

C... 問4 惑星 A が太陽のまわりを楕円運動する。最も遠い距離を r_1 , 最も近い距離を r_2 とする。太陽からの万有引力のモーメント $\vec{N}(t)$ を求めよ。また, 惑星の角運動量 $\vec{l}(t)$ は一定か?

$r_1 / r_2 = 2$ のとき, 速さの比 v_1 / v_2 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 a) $r =$ [], $\vec{r}(t)$ の向きは [], $\vec{F}(t)$ の向きは []

b) $\vec{r}(t)$ と $\vec{F}(t)$ の角は [rad] で、時間的に []

c) \vec{N} の向きは時間的に [], 大きさは時間的に []

d) 大きさ $N =$ [], \vec{N} の向きは _____ 軸の _____ の向き

e) $\vec{r}(t)$ の向きを 1 [rad] 変えるためにする仕事は $w =$ []

問 2 $\vec{N} =$ _____ , 大きさ $N =$ _____ $\vec{p} =$ _____ 単位 [_____]

$\vec{l} =$ _____ , 大きさ $l =$ _____ 単位 [_____]

\vec{N} の向き : [] , \vec{l} の向き : []

問 3 $\Delta t = 24$ [h] = _____ [s] の間に、

地球は $\Delta\phi = 2\pi$ [rad] だけ回転する。 $\omega = \frac{\Delta\phi}{\Delta t} =$ [_____]

$v =$

$v =$ [_____]

$l =$ [_____]

北向き・南向き

 どちらか選ぶ

問 4 _____ だから、 $\vec{N}(t) =$

したがって、 $\vec{l}(t)$ は 一定である・一定にはならない 。

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。