

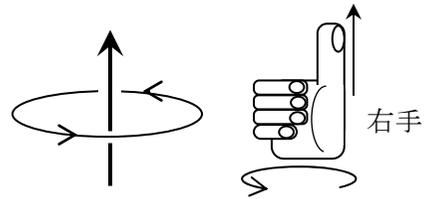
[第8回目] 角運動量と回転の運動方程式 1

《考える内容》

・ 回転運動を表すには? 運動方程式を変形する

《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



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

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 $\ell = rmv = mr^2\omega$

学習到達目標 (4) **角運動量と力のモーメントの関係がわかる。**

次回予定 [第9回目] 角運動量と回転の運動方程式 2 (教科書 113 ページから 115 ページまで)

 レポート問題 第8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 本日の授業で学んだことで、重要と思うことを文章でまとめよ。(部分的になら式もよい。)

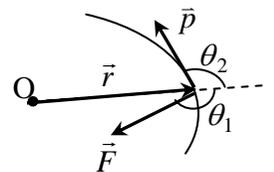
☆... 問2 本日の授業で学んだ内容を用いた問題を自分で1問作り、それを答えよ。(答えが出せないような難しい問題を作ってもよいが、途中までは自分で考えて解くこと。裏・別紙解答可)

問3 原点 O のまわりを回転運動している質量 m の粒子がある。粒子の位置ベクトルを \vec{r} 、速度を \vec{v} 、粒子に作用する力を \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... ① 力のモーメント \vec{N} を、外積を用いて表せ。その大きさ N を、 r と F と θ_1 を用いて表せ。

A... ② 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... ③ 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... ④ 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... ⑤ 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... ⑥ 1つの粒子の運動方程式を、運動量 $\vec{p}(t)$ と力 $\vec{F}(t)$ を用いた形で書け。

B... 問4 ① 回転するコマの角運動量 \vec{l} の向きを示せ。  ② コマに作用する軸の周りの力のモーメント \vec{N} の向きを示せ。 

☆... 問5 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... ① 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... ② 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... ③ 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... ④ 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... ⑤ 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... ⑥ ⑤の結果から、④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]

6月10日(土) 3時限に補講 教室はD0311 → 6月15日(木) 休講

中間テスト直しのめ切: 6月20日(火) 17:00まで

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 問題：

答：

問 3 ① $\vec{N} =$ _____ , 大きさ $N =$ _____ ② $\vec{p} =$ _____ 単位 [_____]

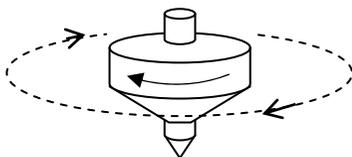
③ $\vec{l} =$ _____ , 大きさ $l =$ _____ 単位 [_____]

④ \vec{N} の向き : , \vec{l} の向き :

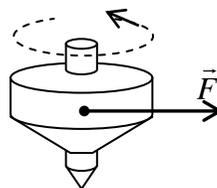
⑤

⑥

問 4 ①



②



☆... 問 5 ① $\Delta t = 24$ [h] =

[s]の間に,

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

② $v =$ _____

③ $v =$ _____ [_____]

④ $l =$ _____ [_____]

⑤

⑥ 北向き・南向き ←どちらか選ぶ

☆このレポートをやるのに _____ 時間 _____ 分,

それ以外に力学2の予習復習を _____ 時間 _____ 分した。