

第5回 講義内容	2024/10/21
-----------------	-------------------

配布物

- 05_Physics_contents.pdf このファイル Google classroom, web
 - 05_Physics2024_Viewgraph.pdf スライド Google classroom, web
- スライドファイルは、当日朝に配布します。

講義内容 (予定)

- §2.6 回転する運動
向心力と円運動, 遠心力と見かけの力
静止衛星, 無重量状態
潮汐力

本日の復習課題例

こんなことを観たり, 調べたり, 考えてもらったら面白いかな, という程度のおまけ.

- 潮の干満は月による重力が影響しているが, 1日に2回干満があるのはなぜか.
- 台風(低気圧)の風の方向は, どちら向き? 北半球と南半球でどう違う?

次回の予習項目

こんなことを調べてもらったら面白いかな, という程度の課題.

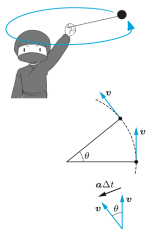
- 鉄の船が浮くのはなぜ?
- 風呂上がりの髪はバタッとくっつくが, プールの中で髪はさらさらと別れてなびく. 同じ水の影響なのに どうして違うのか.

レポート

第3回の講義のときに, レポート課題(第1回)『寺田寅彦〇〇〇を読んで』を出しました. 締め切りは10月31日(木) 22:59です.

2.力学 2.6 回転する運動 2.6.1 円運動 教科書 p75

円運動



公式 円運動と向心力

円運動をしている物体には, 円の中心方向に向心力がはたらいていることになる. 物体の質量を m , 回転速度を v , 回転半径を r とする.

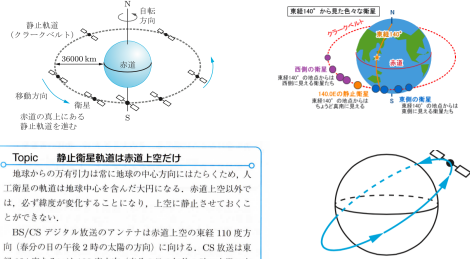
- 円運動するための中心方向の加速度を向心加速度という. 大きさは幾何学的に, $\frac{v^2}{r}$ となる.
- したがって, 向心力の大きさは, $F = m \frac{v^2}{r}$ となる.
- 円運動しているときは, 物体にはたらく力の総和が向心力になっていて, 運動方程式は次式になる.

$$m \frac{v^2}{r} = \text{中心方向の力の和} \quad (2.64)$$

円運動を一周するのに要する時間を**周期**といい, T [s] で表す. 円周は, $2\pi r$ だから,

$$T = \frac{2\pi r}{v}$$

身近な技術 **静止衛星とは** 教科書 p77



Topic 静止衛星軌道は赤道上空だけ

地球からの万有引力は常に地球の中心方向にはたらくため, 人工衛星の軌道は地球中心を含んだ大円になる. 赤道上空以外では, 必ず傾度(傾斜角)が変化することになり, 上空に静止させておくことができない.

BS(デジタル放送のアンテナ)は赤道上空の東経 110 度方向(春分の日午後2時の太陽の方向)に向ける. CS(放送は東経 124 度あるいは 128 度方向(春分の日午後1時の太陽の方向)に向ける. どちらも衛星のある方向である.

2. 力学) 2.6 回転する運動 教科書 p78

見かけの力:遠心力

法則 遠心力

回転運動している人の立場で考えると、回転の外向きに遠心力を受けるように感じる。その大きさ F は、物体の質量 m 、回転の速さを v 、回転半径を r とすると、 $F = m \frac{v^2}{r}$ となる。

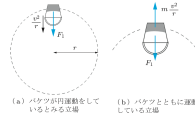
- 遠心力のように、見ている人の立場によって、あつたりなかったりする力を慣性力という。



25

2. 力学) 2.6 回転する運動 教科書 p78

見かけの力:遠心力



例1 水の入ったバケツを上下に円運動させる。勢いよくまわせば、水はバケツから流れ落ちずにぐるぐる回る。

- バケツを握っている人の立場では、水はバケツと共に円運動をしている。はたらいっている力は、人がバケツを回す手の力 F_1 である。だから運動方程式は

$$m \frac{v^2}{r} = F_1 \quad (2.66)$$

- バケツ内の水の立場では、水はバケツ内に静止している。バケツは中心方向に向心力 F_1 で引っ張られているが、水はその中で静止しているので逆向きに力 (遠心力 $m \frac{v^2}{r}$) がはたらいてつりあっている。と考える。だから、運動方程式は (つりあいの式であり)

$$m \cdot 0 = F_1 - m \frac{v^2}{r} \quad (2.67)$$

26

2. 力学) 2.6 回転する運動 教科書 p79

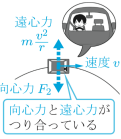
車がカーブするとき、どちらに力がかかる？

外から見ると (静止系) 車は円運動



向心力を受けて、円運動している。

車内の人 (加速度系) 運動なし



向心力と遠心力がつり合っている。

27

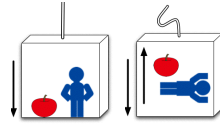
2. 力学) 2.6 回転する運動 教科書 p79

見かけの力:遠心力

一般化して、「慣性力」

法則 慣性力

加速度 a で動いている人の立場で運動を考えると、物体 (質量 m) の運動には、その加速度と逆向きに大きさ $-ma$ の慣性力を加えて考えないとつじつまが合わない。遠心力は慣性力の一つである。



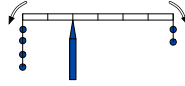
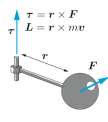
2. 力学) 2.6 回転する運動) 2.6.3 角運動量保存則 教科書 p83

トルク=回転させようとする力

トルクと角運動量

回転運動させようとする力をトルク、回転運動の運動量を角運動量という。

$$\begin{aligned} (\text{トルク } \tau) &= (\text{回転半径 } r) \times (\text{力 } F) \\ (\text{角運動量 } L) &= (\text{回転半径 } r) \times (\text{運動量 } mv) \end{aligned}$$



トルク (torque) は、回転モーメントとも呼ばれる

41

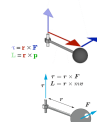
2. 力学) 2.6 回転する運動) 2.6.3 角運動量保存則 教科書 p83

角運動量=回転運動の運動量

トルクと角運動量

回転運動させようとする力をトルク、回転運動の運動量を角運動量という。

$$\begin{aligned} (\text{トルク } \tau) &= (\text{回転半径 } r) \times (\text{力 } F) \\ (\text{角運動量 } L) &= (\text{回転半径 } r) \times (\text{運動量 } mv) \end{aligned}$$



トルク=回転させようとする力
角運動量=回転している運動量

43

【物理】 ケプラーによる惑星の運動法則

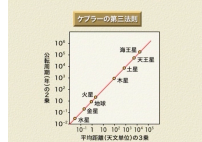
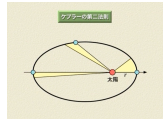
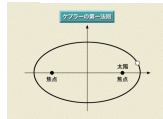


ケプラーによる惑星の運動法則 (1609年, 1619年)

- 第1法則 楕円軌道の法則
惑星は太陽を1つの焦点とする楕円軌道を描く。
- 第2法則 面積速度一定の法則
太陽と惑星を結ぶ線分が単位時間に描く扇形の面積 (面積速度) は、惑星それぞれについて一定である。
- 第3法則 調和の法則
惑星の公転周期 T の2乗と、惑星の描く楕円の長半径 a (長軸の長さの半分) a の3乗の比 T^2/a^3 は、惑星によらず一定である。



図2.13 楕円は2つの焦点から糸を張り、ペンで一周すると描ける形である。焦点が1つに重なって円になる。円は特殊な楕円である。



44