

第5回 講義内容

2025/10/20

配布物

- 05_Physics_contents.pdf このファイル Google classroom, web
 - 05_Physics2025_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？

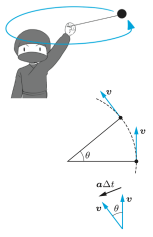
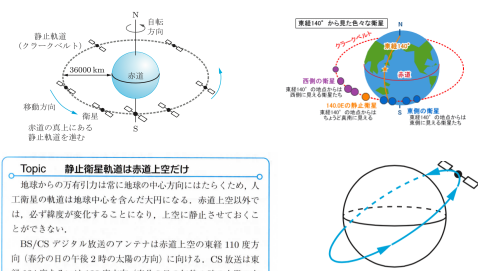
次回の予習項目

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？
- 風呂上がりの髪はベタッとくっつくが，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（金）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	【身近な技術】 静止衛星とは 教科書 p77
運動9 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， $T = \frac{2\pi r}{v}$	 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，必ず緯度が変化することになり，上空に静止しておくことができない。 BS/CS 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、物体の質量を 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。

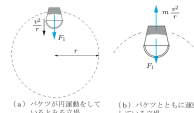
- 遠心力のように、見ている人の立場によって、あったりなかったりする力を慣性力という。



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。

- バケツを回し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。はたらく力は、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速向きに力（遠心力 $m \frac{v^2}{r}$ ）がはたらくてつりあっている、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

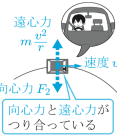
車がカーブするとき、どちらに力がかかる？

外から見人（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。

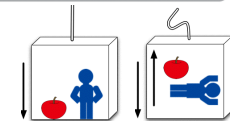
27

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。



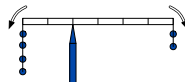
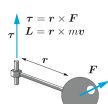
2. 力学 》 2.6 回転する運動 》 2.6.3 角運動量保存則 教科書 p83

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

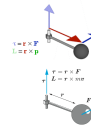
2. 力学 》 2.6 回転する運動 》 2.6.3 角運動量保存則 教科書 p83

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



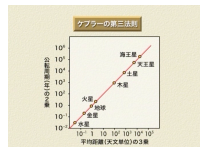
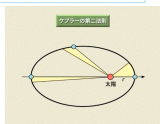
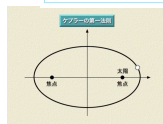
ケプラーによる惑星の運動法則 (1609 年, 1619 年)

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軸半径（長軸の長さの半分） R の3乗の比 T^2/R^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つに重なってれば円になる。円は特殊な楕円である。



44