

第 7 回 講義内容

2025/11/4 (Tue)

レポートについて

レポート「寺田寅彦エッセイ」，多くの力作を楽しく読みました。

配布物

- | | | |
|--------------------------------|--------|-----------------------|
| ● 07_Physics_contents.pdf | このファイル | Google classroom, web |
| 次のページに力学・流体部分の要点確認があります。 | | |
| ● 07_Physics2025_Viewgraph.pdf | スライド | Google classroom, web |

講義内容（予定）

- §3.3 流体の動き
粘性 (viscosity)，流体中の抵抗，揚力：飛行機はなぜ飛ぶか，乱流
- §4.1 温度
物質の三態，圧力鍋，融解熱・気化熱，過冷却現象，熱の伝わり方
- §4.2 気体の法則

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。

- 乱流を観測しよう．カルマン渦をつくろう．
- 高気圧と低気圧，前線のしくみを確かめよう．

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。

- エントロピーという言葉，どういう場面で使う？
- 魔法瓶（サーモ）のしくみ，冷蔵庫が冷えるしくみ

レポート・お知らせ

- レポート課題（第2回）は，11月17日に課題を発表し，12月28日(日) 22:59 締め切りとする予定です。

3. 流体 3.3 流体の動き

教科書 p102

3.3.2 揚力:飛行機はなぜ飛ぶか

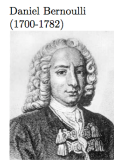
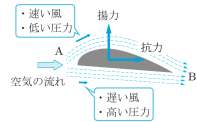
法則 ベルヌーイの定理

流体の粘性が少なくて流れが定常な場合、その流れに沿って「単位体積あたりの運動エネルギーと圧力の和」は一定に保たれる。

これはエネルギー保存則の一種だが、数式で示すと次のようになる。

$$P + \frac{1}{2}\rho v^2 = \text{一定} \quad (3.5)$$

この式は、流速 v が大きいと流体からの圧力 P が小さくなり、流速が小さいと圧力が大きくなることを示している。



33

【身近な技術】

ピッチャーの投げたボールが、カーブを描く理由

教科書 p102

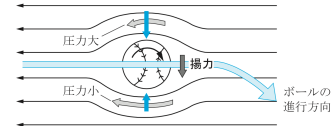


図1 カーブの振り方 図2 カーブに働く「マクスウェル」(文王、2008より)

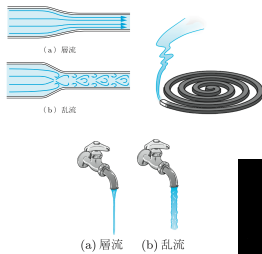
http://www.bunnet.jp/world/html/20_11/518_ouryou/index.html

36

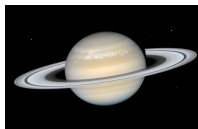
3. 流体 3.3 流体の動き

教科書 p105

3.3.3 乱流



Leonardo da Vinci (1452-1519)



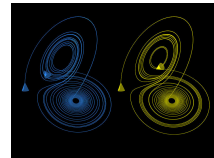
37

バタフライ効果 butterfly effect

教科書 p105

カオス力学系で生まれた言葉で、極めて小さな初期条件の差が、やがては無視できない大きな差となる現象のこと。

In chaos theory, the butterfly effect is the sensitive dependence on initial conditions, where a small change at one place in a deterministic nonlinear system can result in large differences to a later state.



「北京で蝶が羽ばたくと、ニューヨークで嵐が起る」

「アマゾンで1匹の蝶の羽ばたきが、遠く離れたシカゴに大雨を降らせる」



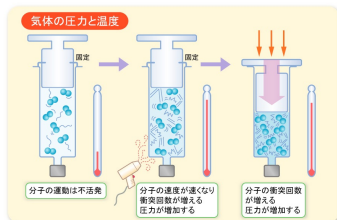
Edward Norton Lorenz (1917-2008)

http://en.wikipedia.org/wiki/Butterfly_effect

40

4. 熱と気体 熱エネルギー

4.1 温度は何で決まるのか



温度=分子の運動の激しさ (=運動エネルギー)

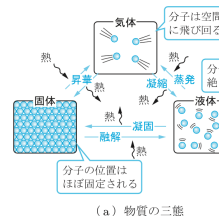
<http://ikonet2.jst.go.jp/contents/cp0200a/contents/30302.html>

44

4. 熱と気体 4.1 温度 4.1.2 物質の三態

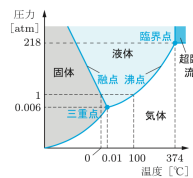
教科書 p113

物質の三態



(a) 物質の三態

Keywords: 蒸発 (気化)・凝縮 (液化)・凝固 (固化)・融解 (液化)・昇華 (気化・固化)



(b) 水の状態図

Keywords: 融点, 沸点, 臨界点, 三重点

52

4. 熱と気体 4.2.1 気体の法則

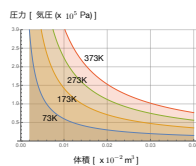
教科書 p120

ボイルの法則

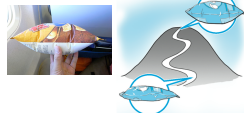
● ボイルの法則

温度を一定にすると、気体の体積 V は、圧力 P に反比例する。

$$PV = \text{一定}$$



Boyleの法則
山の上でボートチップスの袋が膨らむ。



60

4. 熱と気体 4.2.1 気体の法則

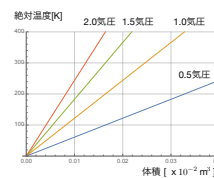
教科書 p120

シャルルの法則

● シャルルの法則

圧力を一定にすると、気体の体積 V は、絶対温度 T に比例する。

$$\frac{V}{T} = \text{一定}$$



Charlesの法則
お湯が熱くと鍋の蓋が浮き上がる。



61

講義の要点 1 (力学・流体)

本講義を振り返り、理解しておいて欲しいことを問題形式でまとめておきます。

第 2 章 力学 — つりあいと運動

速度, 加速度

- 物理において、加速度が重要な理由は何か。加速度運動と等速運動の例を挙げよ。
- 放物運動は等加速度運動（上下方向）と等速度運動（水平方向）の組み合わせであることを図を用いて説明せよ。

力のつりあい, 重心

- 摩擦力がなかったら、世の中どうなるか。
- ゴムひもでバンジージャンプを行うとき、どのような上下運動になるか。グラフを用いて説明せよ。
- 妊婦の女性が、そっくり返って立つ理由は何か。綱渡りの人は、なぜ棒を持つのか。

ニュートンの運動法則

- (a) 慣性の法則, (b) 運動方程式, (c) 作用反作用の法則。それぞれを例を挙げて説明せよ。
- 運動方程式で力をゼロとすれば加速度はゼロになる。つまり、慣性の法則を再現するが、ニュートンの運動法則として、慣性の法則が独立している理由は何か。
- 月へ行くロケットの打ち上げは多段式の大きなものだが、月から帰還するときは、燃料をほとんど必要としない。その理由を説明せよ。

万有引力の法則と重力による運動

- 万有引力の法則を説明せよ。月が地球に落下してこない理由は何か。
- ボールを斜めに投げ上げると放物線を描くが、これは理想的な場合である。実際には空気抵抗があり、速度に応じてボールは抵抗力を受ける。実際のボールの軌跡は放物線に比べてどのようなカーブになるか説明せよ。

保存則という考え方

- (a) 力学的エネルギー保存則, (b) 運動量保存則, (c) 角運動量保存則。それぞれを例を挙げて説明せよ。

回転する運動

- 遠心力は「見かけの力」と言われるが、どういうことか。上下に回転するバケツの水の運動を 2 つの立場で説明せよ。
- 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。
- フィギュアスケートのスピンを速くするには、どのような工夫をすればよいか。
- 静止衛星とは何か。
- 台風（低気圧）の風の方向をコリオリの力を使って説明せよ。

第 3 章 流体 — 連続体の運動

流体の性質

- 流体とは何か。流体の性質（圧力、表面張力、浮力など）を 1 つあげ、具体的に説明せよ。
- 浮力のしくみを説明せよ。
- 熱気球が飛ぶ原理を説明せよ。

動く流体

- 空気抵抗、水流の抵抗に対する身の回りに見られる工夫を挙げよ。
- 飛行機が飛ぶ原理を説明せよ。