

第3回 講義内容

2026/10/5

本日の配布物

- 03_Physics_contents.pdf このファイル Google classroom, web
今回は「資料 B 漱石『吾輩は猫である』関連資料」付.
- 03_Physics2026_Viewgraph.pdf スライド Google classroom, web
スライドファイル.
- 03_Physics_report1.pdf 講義中に配布 Google classroom, web
レポート課題. 締め切りは 10 月 31 日 (土) 22:59 .

本日の講義内容 (予定)

- §2.1 速度・加速度
- §2.2 いろいろな運動・いろいろな力
- §2.3 運動の法則

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.

- ガリレオ・ガリレイの業績
- アイザック・ニュートンの業績
- テーブルクロス引きの練習
- 今年のノーベル物理学賞受賞者 (10 月 7 日発表) の業績

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.

- 高さ 2000m の雲から、雨粒が 1 滴、初速ゼロで自由落下を始めた. 地表に到達するときの速さはどれだけか. 等加速度で落下するものとして、重力の加速度を 10 m/s^2 とする.
- 「自分の手の届くところで、隣の人に高さ $x \text{ cm}$ から消しゴムを落としてもらい、それを落ちる前に取る」という反射神経の測定を思いついた. 高さが 10cm, 20cm, 30cm のとき、何秒で反応したと言えるか. 重力の加速度を 9.8 m/s^2 とする.

計算問題でごめんなさい. 使う公式は次のもの

- 始めの位置を x_0 とする. 初速を v_0 とする. 加速度を一定で g とする. t 秒後の位置 $x(t)$ と速さ $v(t)$ は

$$x(t) = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} g t^2 \quad (1)$$

$$v(t) = v_0 + g t \quad (2)$$

2. 力学 2.2 いろいろな運動-いろいろな力

いろいろな運動 p33

- 運動1 等速直線運動
- 運動2 等加速度直線運動
- 運動3 鉛直方向の自由落下
- 運動4 放物運動 (水平投射)
- 運動5 単振動
- 運動6 放物運動 (斜め投射)
- 運動7 放物運動 (空気抵抗)
- 運動8 減衰振動
- 運動9 円運動

いろいろな力 p40

- 力1 重力
- 力2 張力
- 力3 抗力
- 力4 摩擦力
- 力5 弾性力
- 力6 万有引力
- 力7 遠心力・慣性力
- 力8 コリオリ力・偏向力
- 力9 圧力
- 力10 表面張力
- 力11 浮力

23

2. 力学 2.2 いろいろな運動-いろいろな力 教科書 p41

力1 重力

法則 地球表面での重力の大きさ

質量 m [kg] の物体には、重力加速度 $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ がはたらく。重力の大きさ W は、次のようになる。

$$W = mg \quad (2.29)$$

重力 $[N] = \text{質量} [kg] \times \text{重力加速度} [m/s^2]$

例 力は $[N]$ (ニュートン)。
重さには $[kg]$ (キログラム) も使う。
1 kg 重 = 9.8 N

図2 張力 図3 抗力

24

2. 力学 2.3 運動の法則 力を加えたと加速度が生じる

2.3 ニュートンの運動法則

ニュートンの運動法則

- 第1法則 慣性の法則 (law of inertia)
物体は慣性を持つ (そのまの運動状態を保とうとする)。力を加えなければ、物体は等速直線運動を行う。
- 第2法則 運動方程式 (equation of motion)
物体に力 F を及ぼすと、物体の質量 m に反比例した加速度 a が生じる。
- 第3法則 作用反作用の法則 (law of action-reaction)
物体に力 F を及ぼすと、同じ大きさで逆向きの反作用 $-F$ がその物体から及ぼされる。



ニュートンの運動方程式

第2法則を式で表すと次のようになる。力を F 、質量を m 、加速度を a とする。

$$F = ma \quad (2.4)$$

質量 m の単位は [kg]
加速度 a は $[m/s^2]$
力 F は $[N]$

25

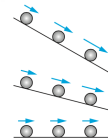
2. 力学 2.3 運動の法則 教科書 p48

第1法則：慣性の法則 (law of inertia)

法則 ニュートンの運動法則 (第1法則)：慣性の法則
物体は慣性をもつ (そのまの運動状態を保とうとする)。力を加えなければ、物体は等速直線運動を行う。

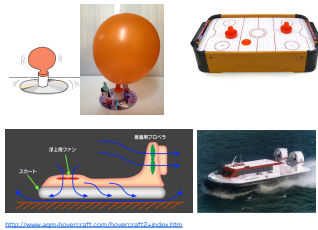


斜面に球を置いて手をはなすと、球は加速しながら転がり落ちる。斜面の角度を急にすれば加速は一層速くなる。一方で斜面の上向きにボールを放つとボールは減速してゆく。この場合も減速は斜面の角度に依存する。それでは、水平面ならば、ボールはどのように動くだろうか。→加速も減速もせず、そのままの運動を保ち続けると考えるのが自然である。 (『天文対話』1632年)



26

2. 力学 2.3 運動の法則 CDホバークラフトで実験しよう



<http://www.gutenberg.jp/CD/How/How.html>

30

2. 力学 2.3 運動の法則 教科書 p50

第2法則：運動の法則 (equation of motion)

法則 ニュートンの運動法則 (第2法則)：運動方程式
物体に力 F を及ぼすと、物体の質量 m に反比例した加速度 a が生じる。

$$F = ma$$

2つ以上の力が加わっていたとしても、その合力で加速度が決まる。

$$\sum_i F_i = ma$$

【少し高級な疑問】

第2法則があれば、第1法則はいらない？

31

【少し高級な疑問】 教科書 p50

第2法則があれば、第1法則はいらない？

Advanced 第1法則は不要か？
力がつきあって、合力がゼロであるときを考えよう。

$$\sum_i F_i = 0$$

この式は、 $a = 0$ となり、加速度がゼロであることを意味する。積分すると、この場合の物体の速度は、 $v = \text{一定}$ となり、等速直線運動することになる。

期待する読者は、「それでは、ニュートンの運動方程式は、慣性の法則も含んでいるので、慣性の法則は不要ではないか」と心懸されるかもしれない。だが、慣性の法則が第1法則として君臨しているのには、相応の理由がある。

ニュートンは、まず慣性の法則を宣言して、「力がはたらかない場合には、等速直線運動をする参照系 (慣性座標系) を考えよう」と密かにメソッドを述べているのだ。要約には地球は自転しているし、太陽のまわりを公転している。私たちが実験しても、本当に正確に「力がはたらかない」世界はありえない。しかし、まず、理想的な参照系を一つ宣言してしまえば、後は自由に数学を使って議論することが可能になる。慣性座標系を定義することが、第1法則の本質の意味だったのである。

32

2. 力学 2.3 運動の法則 教科書 p50

第2法則：運動の法則

力を加えると

重力 (万有引力)
摩擦力 (抵抗力)
抗力
弾性力
張力
浮力
大気圧の力
電気力
磁石の力

大ききだけでなく、向きを含めて成り立つ

$$\vec{F} = m \vec{a}$$

加速度が生じる

運動がわかる！

速度がわかる
位置がわかる

34

「ダムダム弾」の箇所

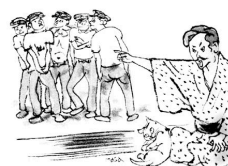
今吾輩が記述するベースボールはこの特別の場合に限らるるベースボール即ち攻城的砲術である。これからダムダム弾を発射する方法を紹介する。直線に布かれたる砲列の中の一人が、ダムダム弾を右の手に握って播粉木の所有者に抛りつける。ダムダム弾は何で製造したか局外者には分らない。堅い丸い石の団子のようなものを御鄭寧に皮でくるんで縫い合せたものである。前申す通りこの弾丸が砲手の一人の手中を離れて、風を切って飛んで行くと、向うに立った一人が例の播粉木をやっと振り上げて、これを敲き返す。たまには敲き損なった弾丸が流れてしまう事もあるが、大概はポカンと大きな音を立てて弾ね返る。その勢は非常に猛烈なものである。神経性胃弱なる主人の頭を潰すくらいは容易に出来る。砲手はこれだけで事足るのだが、その周囲附近には弥次馬兼援兵が雲霞のごとく付き添っている。ポカーンと播粉木が団子に中あたるとや否やわー、ぱちぱちちと、わめく、手を拍うつ、やれやれと云う。中ったろうと云う。これでも利かねえかと云う。恐れ入らねえかと云う。降参かと云う。これだけならまだしもであるが、敲き返された弾丸は三度に一度必ず臥竜窟邸内へころがり込む。これがころがり込まなければ攻撃の目的は達せられぬのである。ダムダム弾は近來諸所で製造するが随分高価なものであるから、いかに戦争でもそう充分な供給を仰ぐ訳に行かん。大抵一隊の砲手に一つもしくは二つの割である。ポンと鳴る度にこの貴重な弾丸を消費する訳には行かん。そこで彼等はたま拾と称する一部隊を設けて落弾を拾ってくる。落ち場所がよければ拾うのに骨も折れないが、草原とか人の邸内へ飛び込むとそう容易くは戻って来ない。だから平生ならなるべく労力を避けるため、拾い易い所へ打ち落すはずであるが、この際は反対に出る。目的が遊戯にあるのではない、戦争に存するのだから、わざとダムダム弾を主人の邸内に降らせる。邸内に降らせる以上は、邸内へ這入って拾わなければならん。邸内に這入るもっとも簡便な方法は四つ目垣を越えるにある。四つ目垣のうちで騒動すれば主人が怒り出さなければならん。しからずんば兜を脱いで降参しなければならん。苦心のあまり頭がだんだん禿げて来なければならん。

今しも敵軍から打ち出した一弾は、照準誤たず、四つ目垣を通り越して桐の下葉を振り落して、第二の城壁即ち竹垣に命中した。随分大きな音である。ニュートンの運動律第一に曰くもし他の力を加うるにあらざれば、一度び動き出したる物体は均一の速度をもって直線に動くものとす。もしこの律のみによって物体の運動が支配せらるるならば主人の頭はこの時にイスキラスと運命を同じくしたであろう。幸にしてニュートンは第一則を定むると同時に第二則も製造してくれたので主人の頭は危うきうちに一命を取りとめた。運動の第二則に曰く運動の変化は、加えられたる力に比例す、しかしてその力の働く直線の方角において起るものとす。これは何の事だか少しくわかり兼ねるが、かのダムダム弾が竹垣を突き通して、障子を裂き破って主人の頭を破壊しなかったところをもって見ると、ニュートンの御蔭に相違ない。しばらくすると案のごとく敵は邸内に乗り込んで来たものと覚しく、「ここか」「もっと左の方か」などと棒でもって笹の葉を敲き廻る音がする。すべて敵が主人の邸内へ乗り込んでダムダム弾を拾う場合には必ず特別な大きな声を出す。こっそり這入って、こっそり拾っては肝心の目的が達せられぬ。ダムダム弾は貴重かも知れないが、主人にからかうのはダムダム弾以上に大事である。この時のごときは遠くから弾の所在地は判然している。竹垣に中った音も知っている。中った場所も分っている、しかしてその落ちた地面も心得ている。だからおとなしくして拾えば、いくらでもおとなしく拾える。ライブニッツの定義によると空間は出来得べき同在現象の秩序である。いろはにほへとはいつでも同じ順にあらわれてくる。柳の下には必ず鱒がいる。蝙蝠に夕月はつきものである。垣根にボールは不似合かも知れぬ。しかし毎日毎日ボールを人の邸内に抛り込む者の眼に映ずる空間はたしかにこの排列に慣れている。一眼見ればすぐ分る訳だ。それをかくのごとく騒ぎ立てるのは必竟ずるに主人に戦争を挑む策略である。



丸山定夫 (主人、珍野苦沙弥)
(吾輩)

徳川夢声 (迷亭)
藤原釜足 (他智東風) 北沢彪 (水島菊月)



<http://neko.koyama.mond.jp/?day=20070423>