

物理学基礎 I [総合]

2009年度 第10回

医学部保健学科 (看護学、作業療法学専攻)

名古屋大学理系基礎科目

2009年6月26日





- ・前回、荷物を持っていても仕事をしないなら下に置いた方がよいと書いたが、持ち上げるとき仕事をすると思ったので、なにか台の上に置こうと思った
- ・それも正解。

- ・食事などをしてエネルギーを体内にためても私の場合ゼロになり、保存の法則はちっとも感じることができません

- ・小学校や中学校のころの理科はまだ生活の身近なことばかりで、大好きでした

物質の状態

- ・物質の3相：固体、液体、気体

固体（結晶） 固体（アモルファス物質） 液体や気体



- ・第4の相：プラズマ

- ・原子が電子と原子核に分解してばらばらになっている
- ・例：炎、稲妻の中、プラズマテレビの中など

密度

- ・密度：単位体積あたりの質量

- ・体積V, 質量Mの物質の密度 ρ

- ・密度の単位：kg/m³

$$\rho = \frac{M}{V}$$

- ・いろいろな物質の密度

物質	密度 (kg/m ³)
空気 (20°C, 1 気圧)	1.21
水	0.971 × 10 ³
水 (20°C, 1 気圧)	0.998 × 10 ³
海水 (20°C, 1 気圧)	1.024 × 10 ³
血液	1.060 × 10 ³
鉄	7.9 × 10 ³
水銀	13.6 × 10 ³
地球 (平均値)	5.5 × 10 ³
太陽 (平均値)	1.4 × 10 ³

圧力

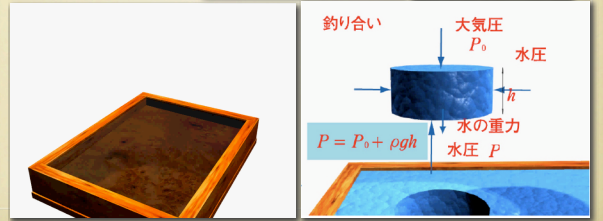
- ・ 圧力：単位面積あたりに加わる力
 - ・ 面積 A に力 F が加わる時の圧力 P
 - ・ 圧力の単位：パスカル $\text{Pa} = \text{N}/\text{m}^2$

$$P = \frac{F}{A}$$

- ・ ヘクトパスカル $\text{hPa} = 100 \text{ Pa}$
 - ・ 気圧の単位としてよく使われる
 - ・ 1気圧 = 1 atm = 1013 hPa

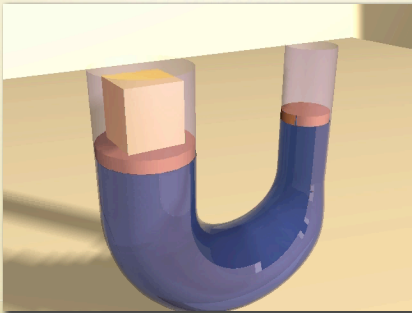
水の深さと水圧

- ・ 力の釣り合いから圧力を求める
 - ・ 面積 A , 高さ h の部分を取り出して考える
 - ・ 大気圧 P_0 , 体積 Ah , 質量 ρhA , 重力 ρgAh
 - ・ 力の釣り合い $PA = P_0 A + \rho gAh$ $P = P_0 + \rho gh$



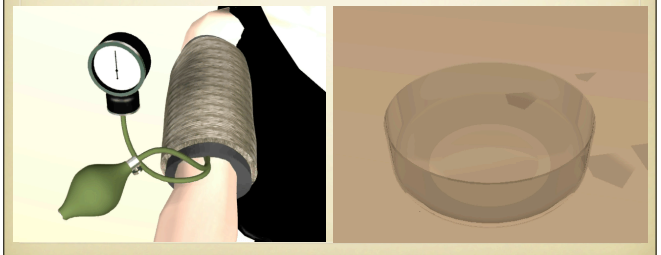
圧力の性質

- ・ 圧力が同じなら力は面積に比例
 - ・ 油圧ポンプの原理：小さい力で重いものを持ち上げる



圧力を測る

- ・ 医療の現場では、水銀の圧力を単位にする
 - ・ mmHg：水銀柱ミリメートル
 - ・ 水銀が何mm持ち上げられるかを表す単位
 - ・ 安全性の観点からPaへ移行は控えられている



水銀柱ミリメートル

- ・ 水銀柱ミリメートル mmHg
 - ・ 水銀の密度： $\rho = 13595 \text{ kg}/\text{m}^3$
 - ・ 重力加速度： $g = 9.80665 \text{ m}/\text{s}^2$
 - ・ $P = \rho gh$ より $h [\text{m}] = P/(\rho g) = 7.50067 \times 10^{-6} P [\text{Pa}]$
 - ・ mmで表すと $1 \text{ mmHg} = 7.50067 \times 10^{-3} \text{ Pa}$
- ・ 1気圧
 - ・ 1気圧 = 1013 hPa = 759.82 mmHg
 - ・ つまり1気圧で水銀柱は約76cmの高さ

例題 8.9

血管内の血圧が120(mmHg)の患者に点滴を行う。薬の溶液の密度は血液に近い1050(kg/m³)であるとき、溶液をどのくらいの高さに上げておかなければならないか？水銀の密度を13600(kg/m³)とする。

解説 看護、医学系必須の問題。ただし、針などで水の粘性による力が働くので実際の値とは異なる。

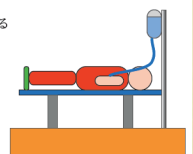
水銀の密度を ρ_c とし、その上がる高さを h_c とすると、血圧は

$\rho_c g h_c$ となる。これが薬の圧力 $\rho g h$ と等しくなるため

$\rho_c h_c = \rho h$ となる。よって

$$h = \frac{(13600 \text{ (kg/m}^3\text{)}) \times (0.12 \text{ (m)})}{1050 \text{ (kg/m}^3\text{)}} = 1.55 \text{ (m)}$$

実際には、針を通るときの圧力と調節弁の圧力を考えると、もっと低い位置でよい。



point
釣り合いとして考えると簡単。

流体

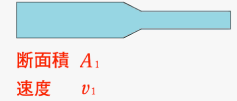
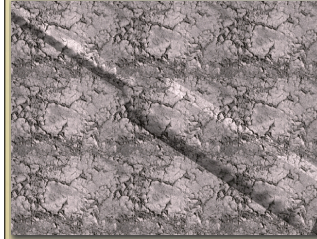
- ・ 整流と乱流



連続の式

- ・ 一秒あたりに管を流れる量は同じ
 - ・ 速度 v_1 で断面積 A_1 の管を流れる流体が、速度 v_2 で断面積 A_2 の管へ流れ込む場合を考える
 - ・ 一秒あたりに流れる量 $A v$ は同じ
 - ・ 管が狭いほど速く流れる

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$



例題 8.18

血液が血管の、血栓がある位置を通過する。

- (1) 一番狭くなった位置での流量は広い場所に比べてどうなるか？
- (2) 一番狭くなった位置での速度は広いところでの速度に比べるとどうなるか？



解説 連続の式を用いるというより、感覚でしっかり理解しておくこと。

- (1) 単位時間あたりに貫く流量が同じである。
- (2) 流量が同じであり、面積が狭くなるので流れの速度は速くなる。

ベルヌーイの方程式

- ・ ベルヌーイの方程式：

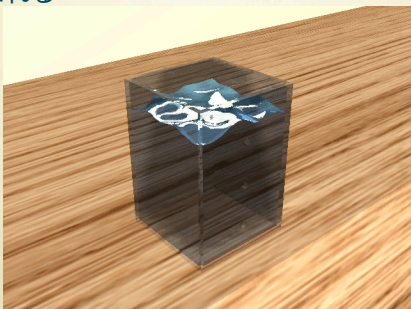
- ・ 流体についてのエネルギー保存則
- ・ 次の量は一定

$$P + \frac{1}{2} \rho v^2 + \rho g y$$

- ・ P : 圧力、 ρ : 密度、 v : 速度、 g : 重力加速度、 y : 高さ
- ・ 証明は略すが、重要な性質：
 - ・ 高いところほど圧力が減る ← 当たり前
 - ・ 速度が大きいと圧力が減る ← 覚えておいて損はない！

ベルヌーイ方程式で説明できる例

- ・ 圧力の高いところから噴出すると速い速度が生まれる



ベルヌーイ方程式で説明できる例

- ・ 流体の速度が増すと圧力が減る
 - ・ 翼の揚力、カーブするボール



例題 8.27



駅のプラットフォームで白線の近くで電車を待っていると通過電車が通り過ぎた。このとき、近くにいる人にはどのような力が働くか？

解説 経験した人も多いと思う。

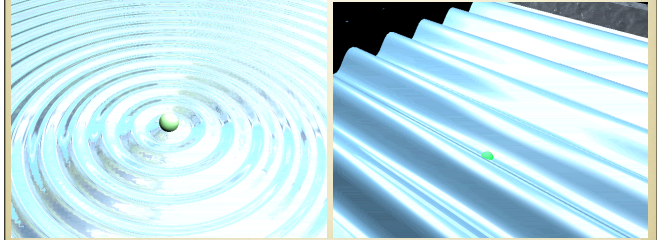
電車の近くの空気は速い。よって気圧が下がり、電車に引き込まうとする力が働く。



198

波

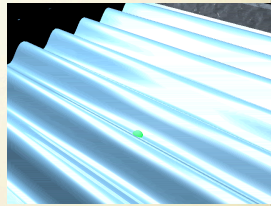
- ・ 波とは、エネルギーの流れ
 - ・ 物質は移動しない
 - ・ 例：水面の波：水自体は移動せず振動するだけ
- ・ 媒質：振動を伝える物質のこと



横波と縦波

・ 横波：

- ・ 波の進行方向と垂直に振動
- ・ 例：
 - ・ ひもを伝わる波
 - ・ 電波など



・ 縦波：

- ・ 波の進行方向と平行に振動
- ・ 例：
 - ・ バネを伝わる波
 - ・ 音波など

