

2013年3月16日

プレチャレンジ at
宇都宮高校

大気圧を測る (2011年課題)



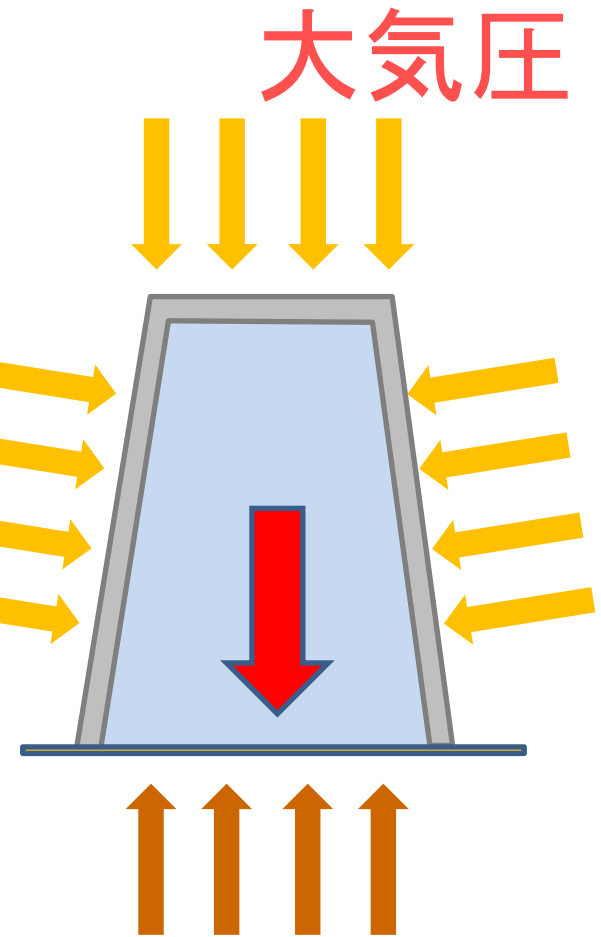
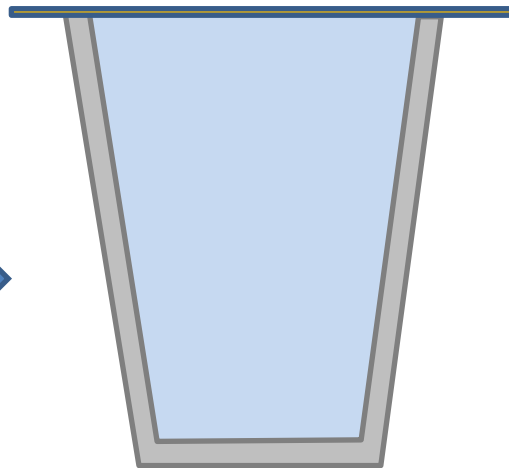
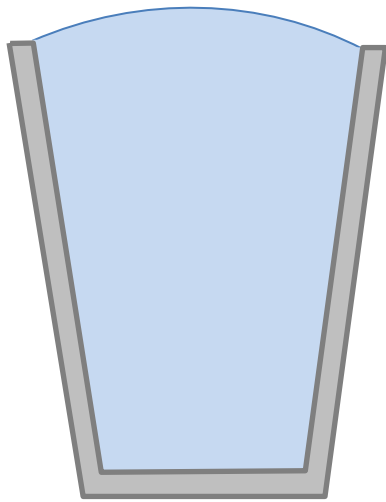
長谷川修司

日本物理学会 NPO 物理オリンピック日本委員会

Japan Physics Olympiad

JPhO

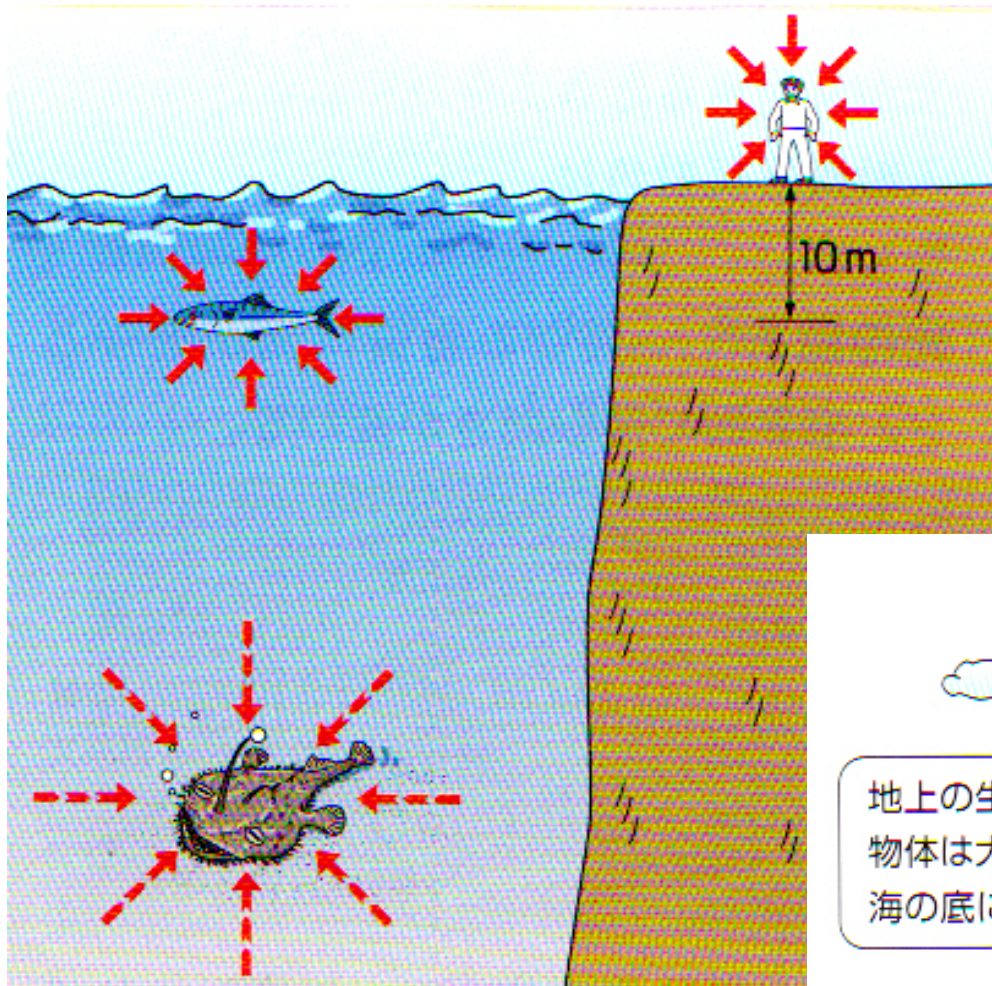
コップの水の実験



コップに水を入れる

ハガキを載せる

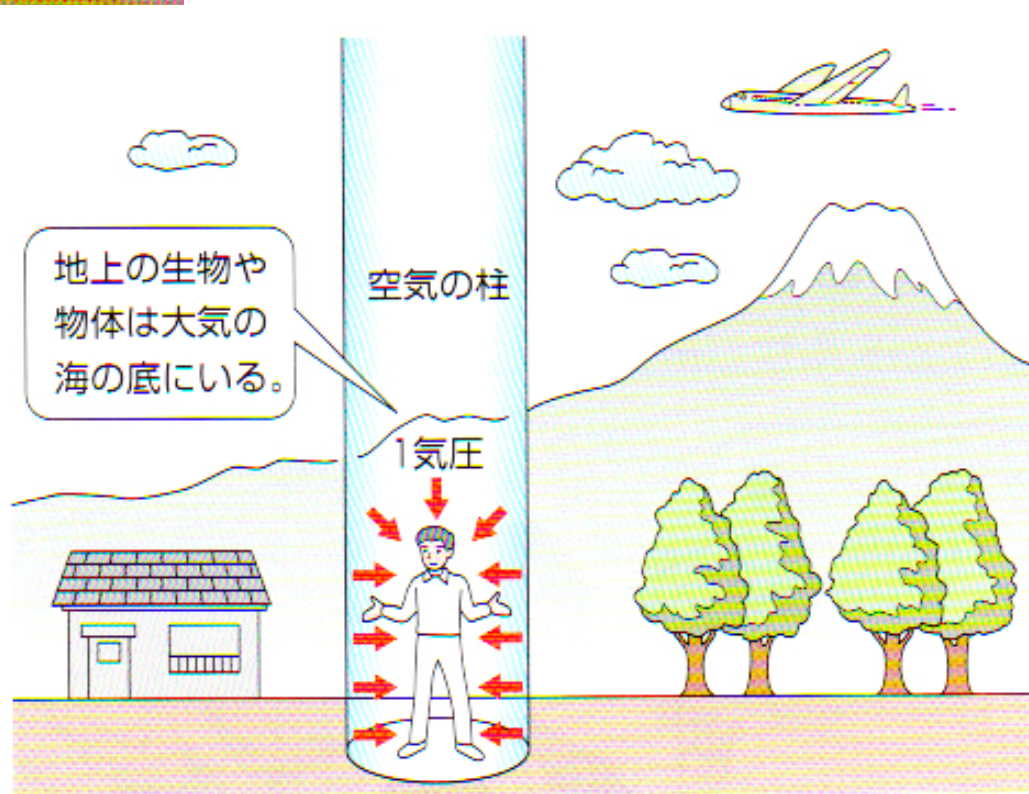
逆さまにして
ハガキを抑えて
いる手を離す



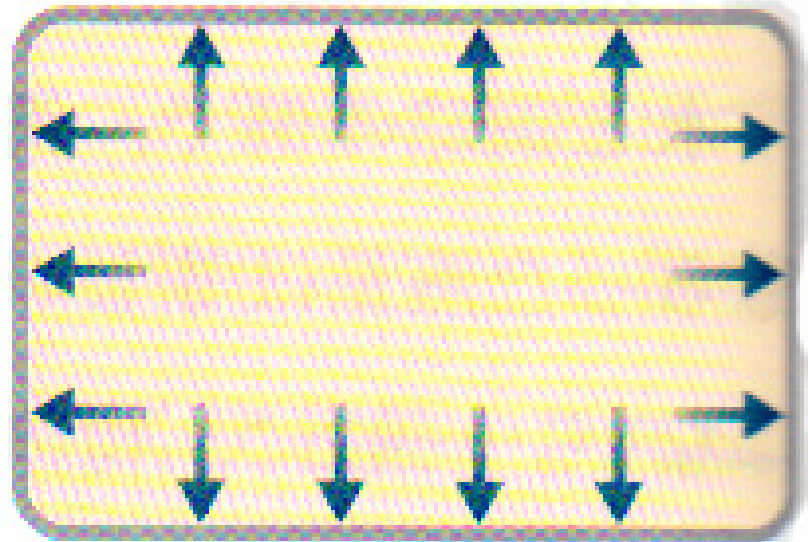
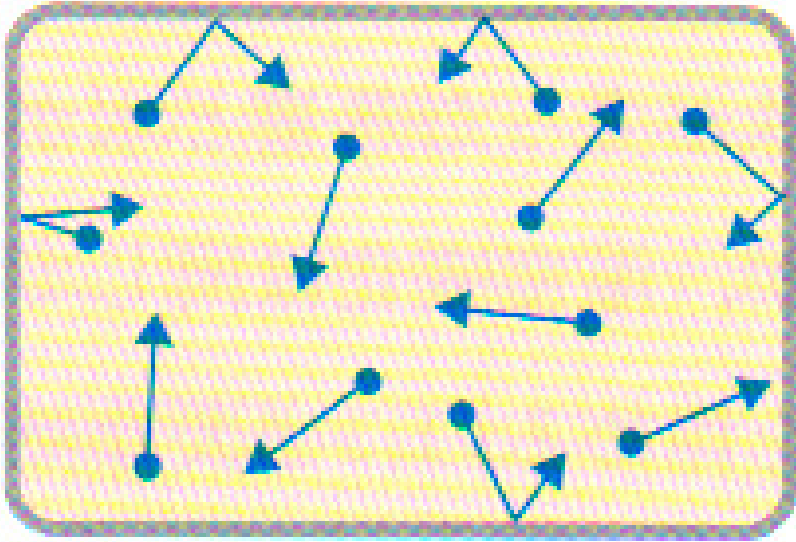
水圧

気圧

1m²の面積にはたらく力の大きさ
=気圧、圧力



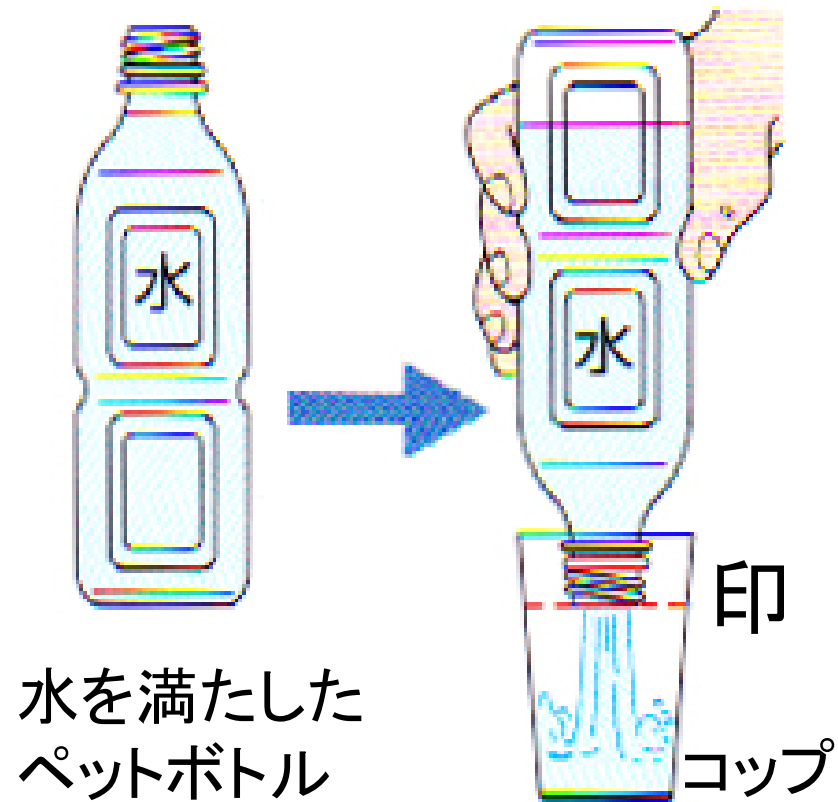
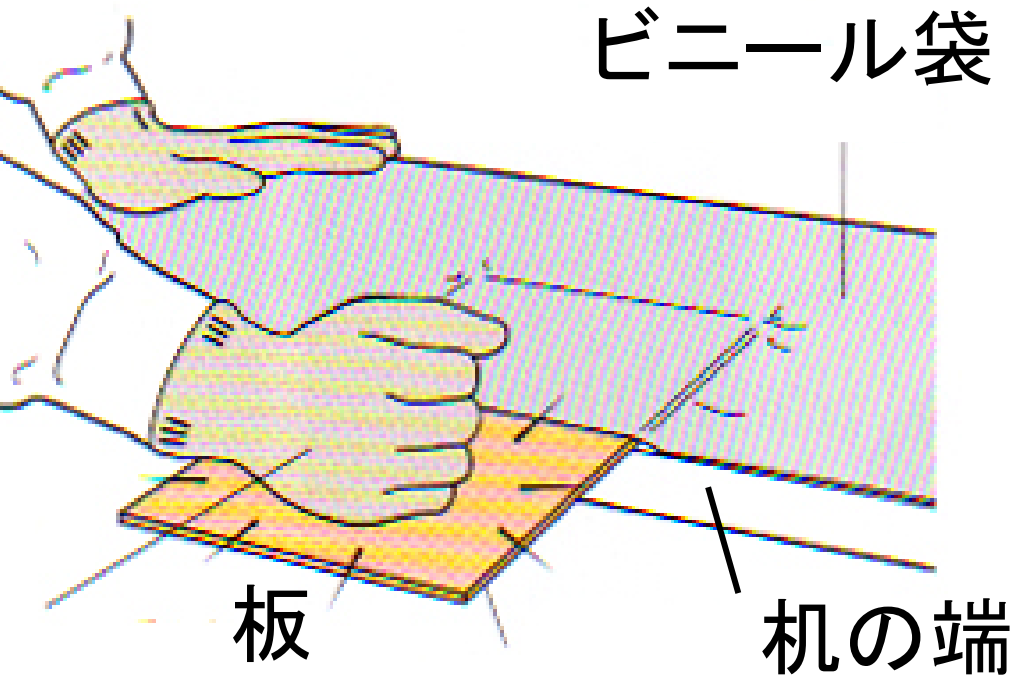
気圧が生じる理由



多数の空気分子(酸素分子、窒素分子など)が絶え間なく衝突して力を及ぼしている。これが圧力(気圧)。

上空は空気が希薄なので、分子の数が少ない=気圧が低い

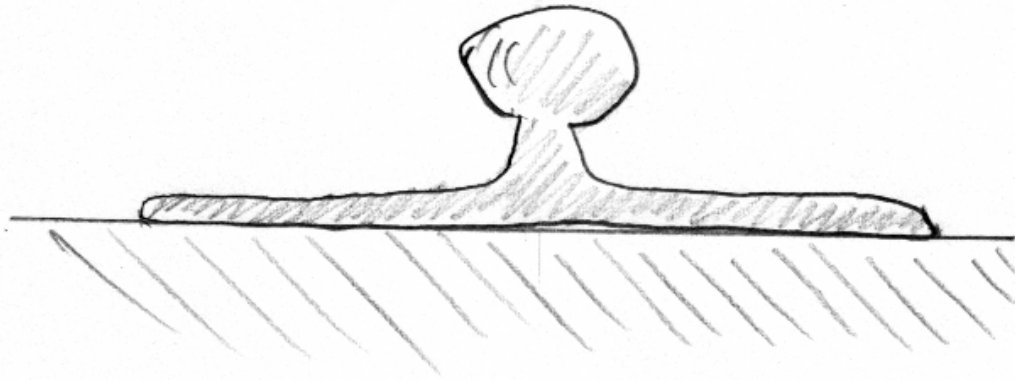
大気圧を実感する実験



板をゆっくりたたくと
ビニール袋が持ち上がるが、
すばやくたたくと...

ペットボトルの口をコップの
印の位置に逆さに立てると
コップから水はこぼれるか？

吸盤

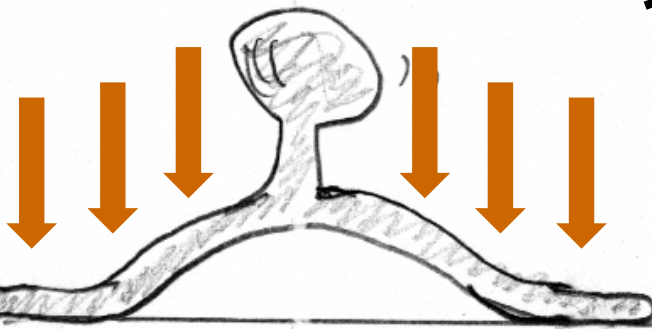


F_0



吸盤が耐えられる最大の力 F_0
= 大気圧による力
= 大気圧 \times 吸盤の面積

P_0 S

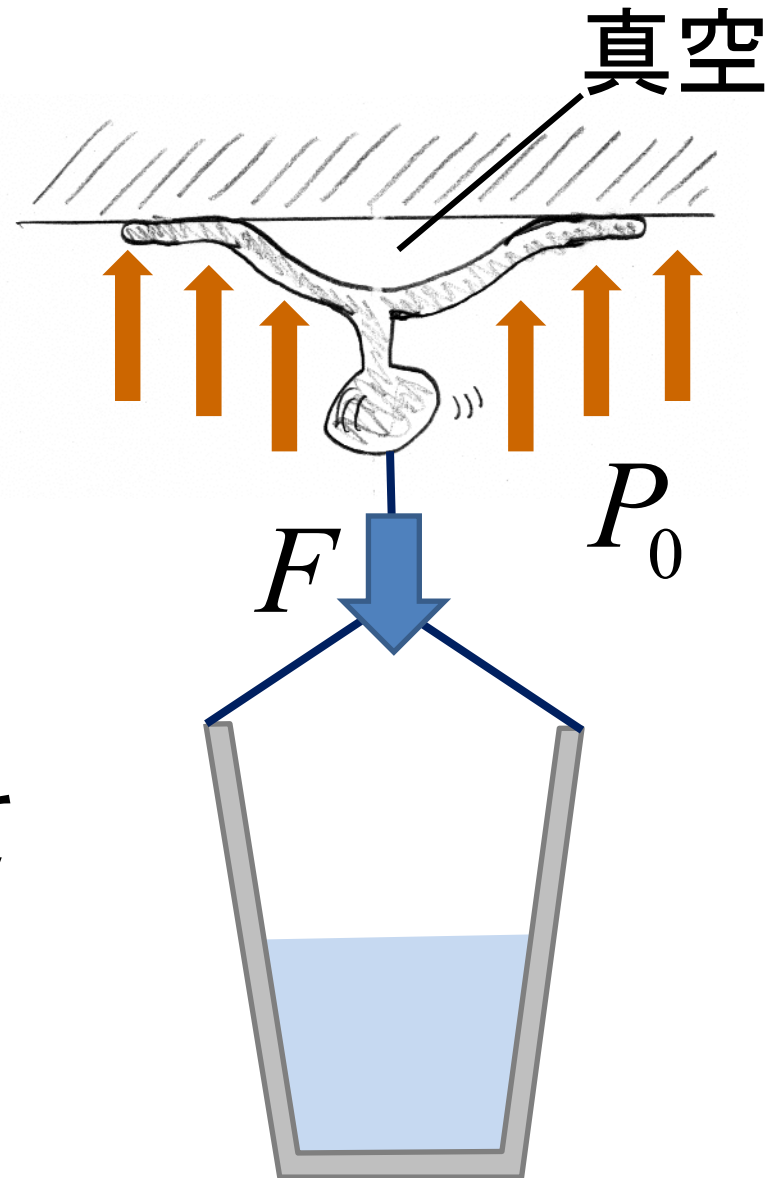


$$F_0 = P_0 \times S$$

吸盤にバケツをつるす実験

$$F = P_0 \times S$$

吸盤を引きはがす
最大の力 F_0 を測定して
大気圧 P_0 を求めよう。



大気圧

圧力 = 1 m² あたりにはたらく力
気圧 = 気体分子による圧力



$$1 \text{ 気圧} = 1013 \text{ hPa (ヘクトパスカル)}$$
$$= 101300 \text{ Pa (パスカル)}$$

ヘクト = 100 のこと

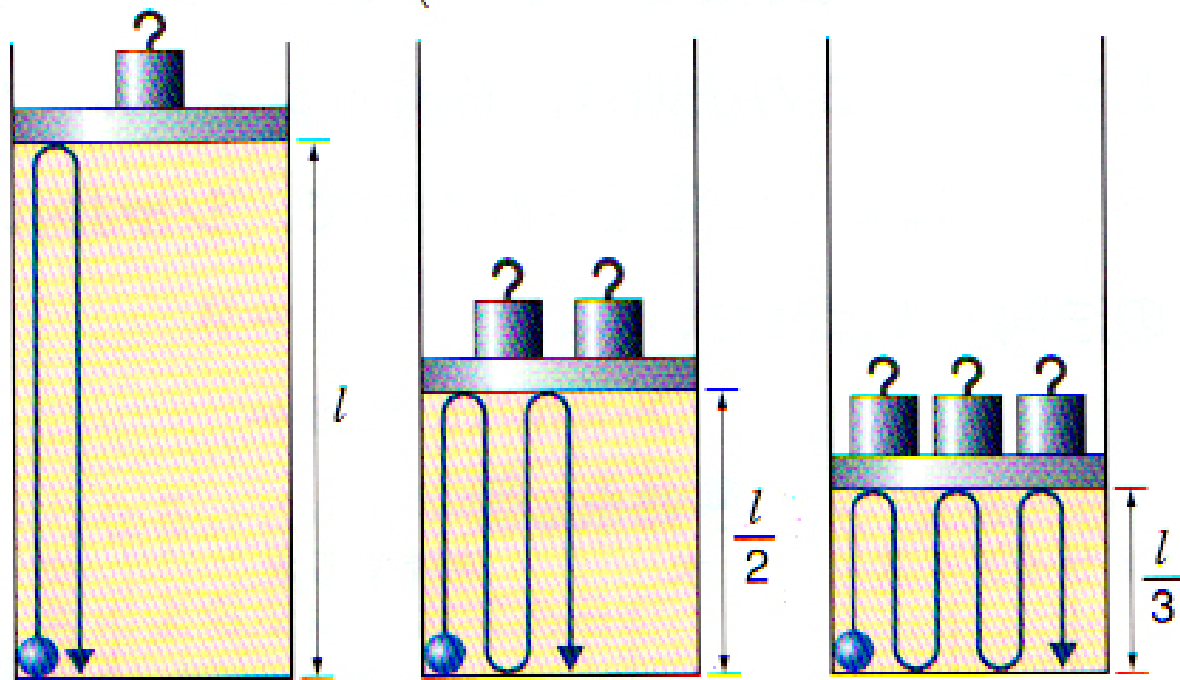
$$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$$

$$10 \text{ N} = 1 \text{ kg}$$

$$1 \text{ 気圧} = 101300 \text{ N/m}^2$$
$$= 10130 \text{ kg/m}^2$$

$$= 10.13 \text{ t/m}^2 = 1.013 \text{ kg/cm}^2$$

ボイルの法則



気体の圧力は分子の衝突による。

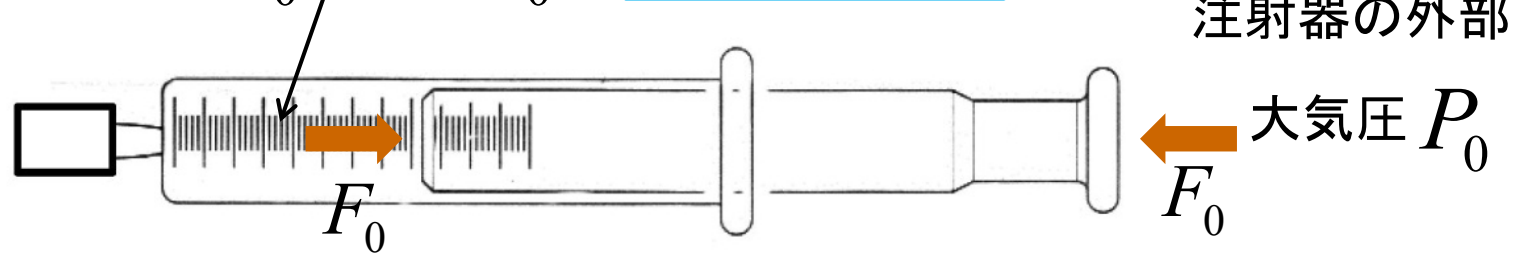
$$P \times V = c \text{ (一定値)} \quad P = \frac{c}{V}$$

大気圧の測定

注射器の内部

体積 V_0 大気圧 P_0

$$P_0 \cdot V_0 = c$$

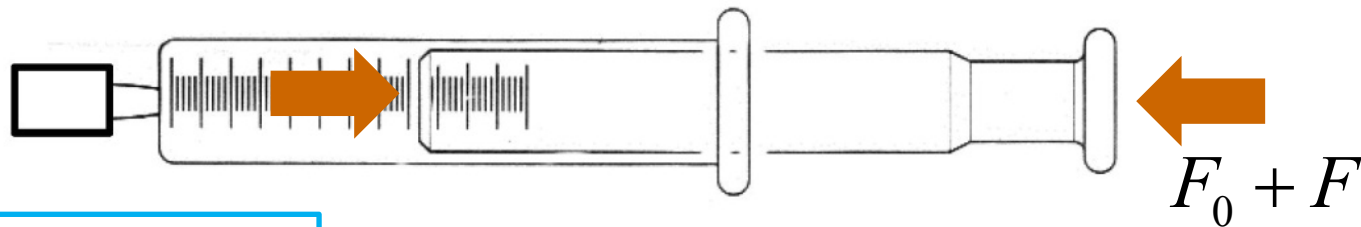


ピストンにはたらく力 $F_0 = P_0 \times S$

S : 注射器の
断面積

ピストンを力 F で押す

体積 V 圧力 P

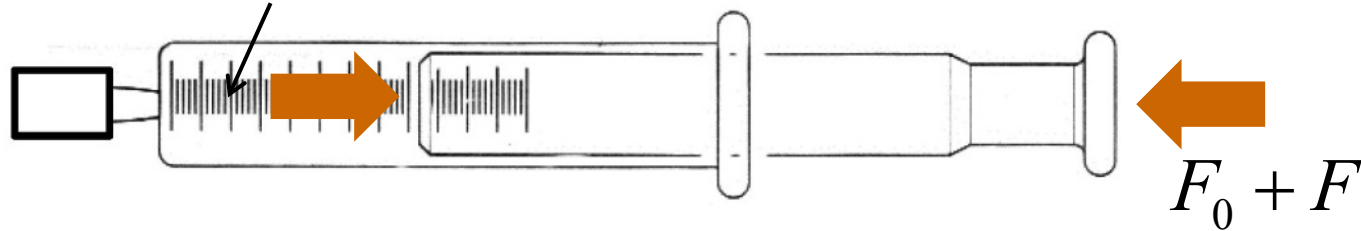


$$P \cdot V = c$$

大気圧の測定

ピストンを力 F で押す

注射器の内部 体積 V 圧力 P



$$F_0 = P_0 \times S$$

$$P \times S = F_0 + F$$

$$P \times S = P_0 \times S + F$$

ここでボイルの法則 $P \times V = c$
(一定値)

$$\frac{c}{V} \times S = P_0 \times S + F$$

$$\rightarrow P = \frac{c}{V}$$

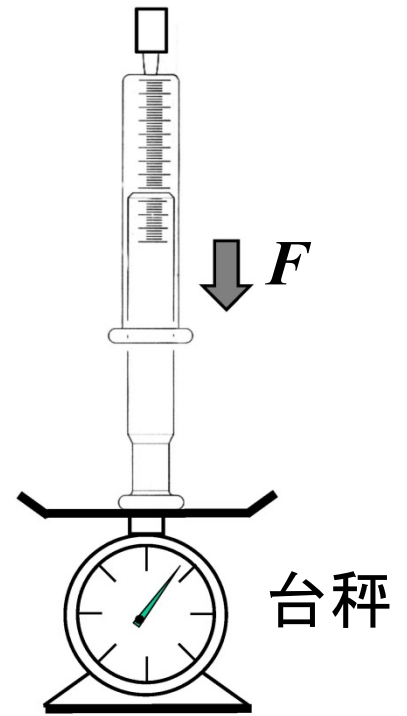
$$\rightarrow F = \frac{c \times S}{V} - P_0 \times S$$

縦軸 F 横軸 $\frac{1}{V}$ のグラフを描くと、その y 切片が $-P_0 \cdot S$

$\rightarrow P_0$ が求まる

測定データ

$$V_0 = 100 \text{ ml}$$



V (ml)	100	90	80	70	60	50	40	30
F (kg)	0							
F (N)	0							
$1/V$ (ml^{-1})	0.01							

測定データ

$$V_0 = 100 \text{ ml}$$

F(kg)	1.3	1.9	4.1	6.4	9.6	14.2	21.5
F(N)	12.7	18.6	40.2	62.7	94.1	139	211
V(ml)	90	80	70	60	50	40	30
1/V (ml ⁻¹)	0.0111	0.0125	0.0143	0.0167	0.0200	0.0250	0.0333

$$S = 50 \text{ ml} / 53 \text{ mm} = 9.43 \text{ cm}^2$$

切片

$$P_0 \times S = 95N$$

$$S = 9.4cm^2$$



$$P_0 = \frac{95N}{9.4cm^2} = \dots$$

