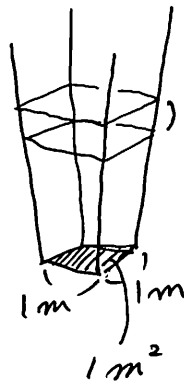


。高地・高空での気圧

高度が高くなるほど上に集まる空気が減るから気圧は下がるはず。



ここでの空気の密度を ρ とする
(kg/m^3)

この部分のにかかる圧力は ← 重力加速度

$$\Delta P = \rho \cdot 1 \times \Delta z \cdot g$$

加わるわけだから。

Δz m だけ上にいくとよって

生じる圧力低下は。

$$\Delta P = -\rho \Delta z g$$

ということになる。

で、この ρ は「何と」。

(「重力加速度」
9.8 m/s^2 程度)

気体の状態方程式 $PV = nRT$ を変形すると

単位体積あたりの
気体分子 mol 数 $\rightarrow \left(\frac{n}{V} \right) = \frac{P}{RT}$

空気の分子量を M とすると、これが 1 mol の質量で g を表示するとき

kg を表示するには $M/1000$ kg になる。この $\frac{n}{V}$ 倍したやつ...

求めるべき $\rho = \frac{M}{1000} \cdot \frac{n}{V} = \frac{M}{1000} \cdot \frac{P}{RT}$ とする。

これをさっきの式

$\Delta P = -\rho \Delta z g$ 代入!

$\Delta P = -\frac{M}{1000} \cdot \frac{P}{RT} \Delta z g$

ここで $\Delta z \rightarrow 0$ とし書き直すと。

$$dP = -\frac{MgP}{1000RT} dz$$

(dナベカというのは
限りなく0に近い変化の
のミナナベカ!)

右辺のうで、 M は 29、 g は 9.8、 R は 8.31 で定数、

(454) (m/s²)

あとの T (絶対温度) は上空に行くほど低くなるだけ。

ここは一定 (0°C, 273K) ということにして、 P はどんな z の式?

表現できるかというのが問題。

けいさんしやう(1) 富士山頂(3776m)の気圧は何hPa?

$$P = 1013 \times e^{-\frac{9.8 \times 29 / 1000}{8.31 \times 273} \times 3776} \doteq 1013 \times 0.623$$

$$\doteq 631 \text{ hPa}$$

631 hPaだから、地表の2/3くらい。

マッターホルン直近のゴルトクラート(3100mくらい)で
走ったら、体が重かった。3000弱ってどんだけ低圧が
確かにいってたいね。

けいさんしやう(2)

じゃ、エベレスト(8848m)では?

$$P = 1013 \times e^{-\frac{9.8 \times 29 / 1000}{8.31 \times 273} \times 8848} \doteq 1013 \times 0.330$$

$$\doteq 334 \text{ hPa}$$

334 hPaというと地表の1/3くらい。

これはもう普通の呼吸してたら酸素不足で死ぬレベル!
島崎三歩 10ネエ!



けいさんしやう(3)

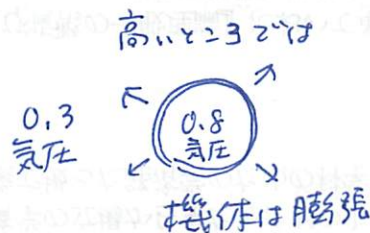
飛行機 だっただ? (1万m)

$$P = 1013 \times e^{-\frac{9.8 \times 29 / 1000}{8.31 \times 273} \times 10000} \doteq 1013 \times 0.286$$

$$\doteq 289 \text{ hPa}$$

見たことないけど、飛行機で緊急時に酸素マスクが
降りてくるのは、即酸素不足だから。

機内は、0.8気圧くらいに加圧されているけど、大体2000m
くらいの気圧なので、離陸・着陸のときは耳がパンになる。



地上にありたさ



このとき
金属疲労
がにおこる。

● 圧力の単位

$$1 \text{ hPa} = 100 \text{ Pa}$$

1 Paは 1m²あたり1Nの力が
かかる圧力。

$$1 \text{ mb}$$

$$1 \text{ N} = \frac{1}{9.8} \doteq 0.102 \text{ kg重}$$

で、地表の気圧の1気圧は、 $101325 \text{ Pa} (= 1013.25 \text{ hPa})$ 。← これは101325
計算したよ。

これは 1 m^2 あたり $\frac{101325}{9.8} \div 10339 \text{ kg}$ 重。

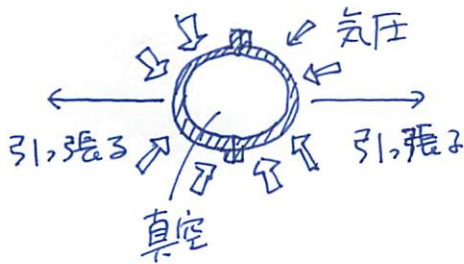
つまり10t超!

(何kg重いのよ このせいよ?!)

● この山がど山ほど力か 実感する 実験

「マグデブルグの半球」1650年代

真空ポンプの発明者
ゲーリクが実施。

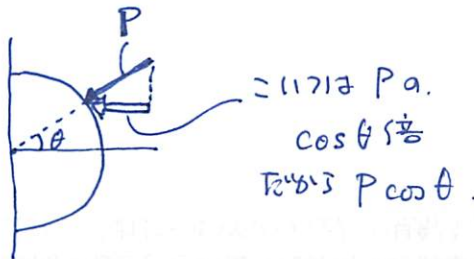


半球を離すのにどれだけの力が必要か?

半球の断面を描いてみよ。こんな半球。



で、圧力Pは円弧に直角にかか
わけたけど、半球を押しつけている力は
その水平方向の成分になるわけ。



これは $P \cos \theta$ の
倍
だから $P \cos \theta$ 。

いちおう書いておくと、弧度法っていうのは
角度を表現するのよ。対応する円弧が
半径の何倍か、で表す方法のよ。
360°だったの、円周 = $2\pi r$ だったの、 2π
90°だったの、 $\frac{\pi}{2}$ 、2とかんじ。

これを半円分、合計するよ。

$$\begin{aligned} \int_{\text{半円分}} P \cos \theta \, dl &= \int_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}} P \cos \theta \, r \, d\theta = \int_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}} P r \cos \theta \, d\theta \\ &= P r \int_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}} \cos \theta \, d\theta \\ &= P r \left[\sin \theta \right]_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}} \\ &= P r (1 - (-1)) = 2 P r \end{aligned}$$



つまり、
この力がどうも水平方向に ぶかっというよ

$2r$ (↑ ↓) P と考えよう OK. ということになる。

だから 半球の合わせ面の円の面積 πr^2 に対して片側から P 、で $P \pi r^2$ 、
両側から 押しよすわけだから、 $2 P \pi r^2$ となる。

で、この合わせてできた真空玉を引く距離を2. 両側に8頭の馬を
つないで引く張ったとようやくできた、らしい。

1頭あたり、90kg重の力が出せたとしたら、 $8 \times 2 = 16$ 頭分、1440kg重、

だいたい $2\pi r^2 \times 10339 = 1440 \text{ kg重}$ として考えたら、

(1気圧)

$$r^2 \div 0.02218$$

$$r \div 0.15.$$

ということ、半球は半径が0.15m. つまり

大体直径30cmくらいなってる。

つまり1馬力は75kgの物体を1秒で1m動かす仕事率だ、って。

これは馬の最高出力のことじゃないからな。

以上が、第1章の大体の内容なのだけど、積分やら微分方程式やら
その中で
(「ガ」コ「チャ」ン「タ」ン「バ」ン「ド」) 出てきてうーっ、ってのもある。

だけど、これを避けたら、どうしたって統計力学に手が出ないし、
本当はそんなに難しいことではないから、なんとかこの機会に
手になんておいておくれ。

- ・ ~の範囲で合計する、というのが、なんで積分って話になるのか。

- ・ その積分って計算は、なんで微分の逆演算になるのか。

というのは各自調べてね。