

この授業(物理学IB)の方針

授業は moodle に載せてあるプリントと、その説明の動画を用いたオンデマンド授業です。プリントは各自で印刷して下さい。印刷せずに済ますことも可能ですが、練習問題等、プリントに書き込むことを想定していますので、印刷することが望ましいです。練習問題の解答や、授業で話す内容を赤字で書き込んだプリントも載せておきますので答え合わせ等に使って下さい。毎回、小テストがありますので、授業プリントを終えた後で必ずやって下さい。成績は、小テスト(10%)と、レポート(10%)、期末試験(80%)で決定する予定です。教科書は「物理学基礎」第5版です。これで予習・復習ができます。昨年度の授業プリントをこの授業のホームページで公開しています。予習等に使って下さい(moodle にリンクがあります)。わからないことや意見等があったら、気軽に moodle から知らせて下さい。

物理学の学び方

物理学は公式を暗記する学問ではない。

例: ボイル・シャルルの法則

物理学の学び方の説明のために取り上げただけ。テストには出ない。

$$\begin{array}{ccc} \text{気体の圧力} & \swarrow & \nwarrow \text{気体の体積} \\ & pV & \\ & \frac{pV}{T} = \text{一定} (nR) & \\ \nwarrow \text{気体の絶対温度} & & \end{array}$$

(一定の量の)気体の
圧力と絶対温度と体積の関係式

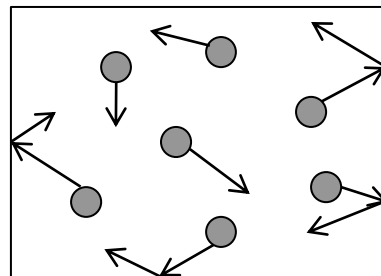
重要なのは公式を暗記することではなく、理解する(イメージできる)こと。
この場合、以下のようなことを理解すること。

(1) 気体のイメージ(気体の分子が容器の中で飛び回っている。)

(2) 温度とは分子運動の激しさのことである。

(3) 気体の圧力(容器の壁が気体から受ける力)は、
気体分子が壁に衝突する際の衝撃に由来する。

絶対温度は気体分子の
運動エネルギーの
平均値に比例(後で勉強)



するとボイル・シャルルの法則がイメージできる。

(例1) 温度が上がる(V は一定) = 気体の分子運動が激しくなる

→ 分子が壁に衝突する際の衝撃も大きくなる = 圧力が上がる

(例2) 気体を圧縮する(T は一定) = 気体の密度が高くなる。

(分子が衝突する回数も増える)

→ 壁に衝突する気体分子の数(単位面積あたりの)が増える = 圧力が上がる

公式は必要な時に本を見ればよい。理解していれば、すぐに公式を使えるし、応用もできる。

頻繁に用いる公式は、上のような理解をした上で記憶するのは良い。

風が無くても

公式は忘れ易いし、使う際に間違え易い。上のような理解は忘れにくい。

応用例: 熱の伝導、匂いの分散、ラジオメーターのしくみ(5ページ)

(単純に公式を記憶しただけでは、これらの理解に無力)

研究者になる人は
このような学び方でないと
前に進めない。
公式・教科書ない。

1.1 直線運動の速度、加速度と微分(p11)

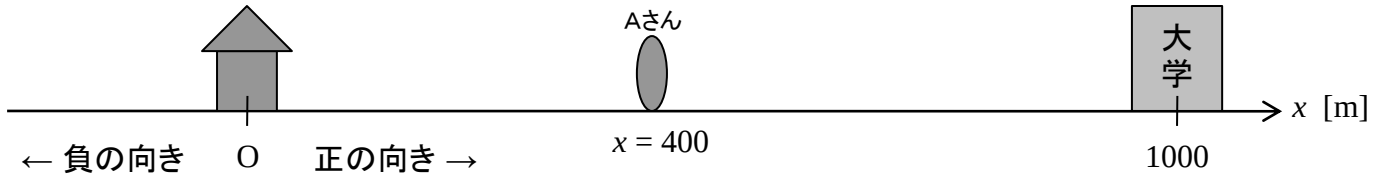
直線運動の例: Aさんが家から大学までの直線状の道を移動する場合

問題: Aさんの位置はどのように表現すればよいか?

答の例: 家から大学の方へ向って 400 m 進んだ位置。

物理的な答の例: 直線状の道を x 軸にとり、座標 x で表す。
原点 O ($x = 0$) はどこでもよいが、ここでは家とする。 $x = 400$

都合のよい場所を
原点とする。



問題: Aさんの家から大学までの運動の様子をどのように表現すればよいか?

答の例: 大学に向かってゆっくり歩いていたが、途中で忘れ物に気付いて急いで取りに戻り...

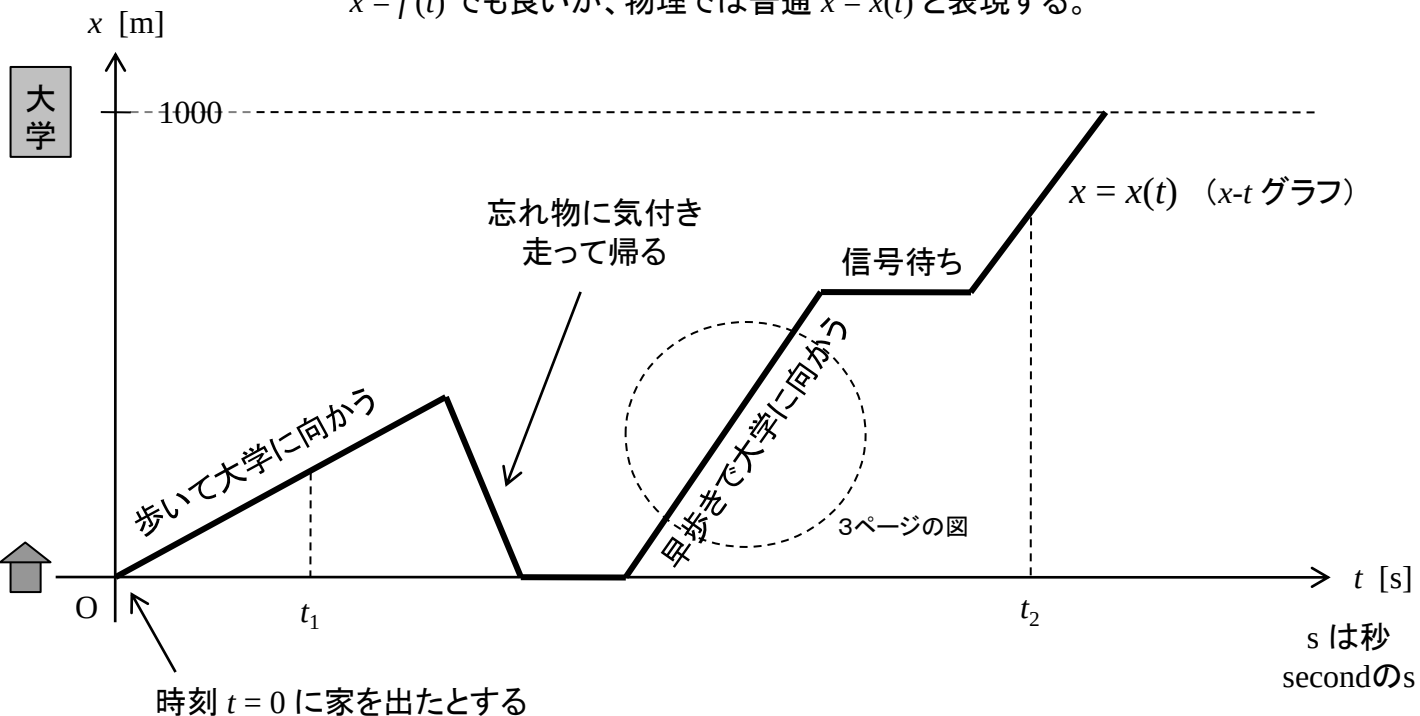
物理的な答の例: 横軸に時刻 t 、縦軸にAさんの位置 x を選んだ $x-t$ グラフで表現する。

(どんな複雑な運動でも表現できる。この図は後で述べる速度や加速度等の情報も含んでいる。)

時刻を表す記号には t を用いる。time の t

時刻 t が決まるとAさんの位置 x も決まるので、位置 x は時刻 t の関数になっている。

$x = f(t)$ でも良いが、物理では普通 $x = x(t)$ と表現する。



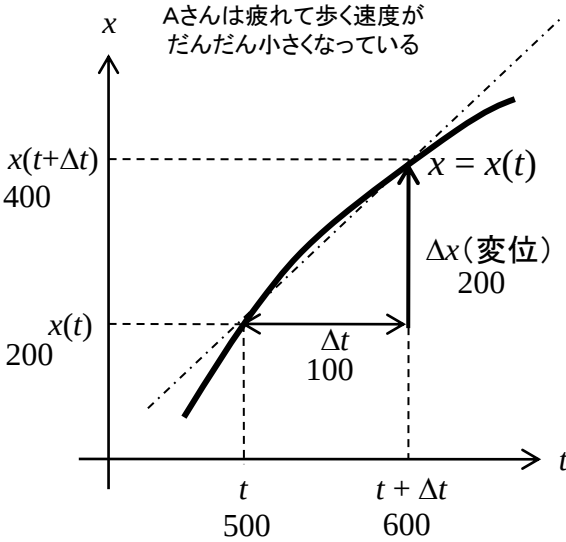
問題: 時刻 t_1 におけるAさんの速度と時刻 t_2 におけるAさんの速度ではどちらが大きいのか?

$x-t$ グラフにはAさんの運動に関するすべての情報(速度も)が表現されている。

平均速度

(教科書 p11)

前ページの図の  の部分



Δ: ギリシャ文字、デルタ
微小な量や変化量を表す
例 Δx: x の変化量

時刻 t における位置を $x(t)$, それから時間が Δt だけ時間が経過した後の時刻 $t+\Delta t$ での位置を $x(t+\Delta t)$ とするとき
 $\Delta x = x(t+\Delta t) - x(t)$ を時間 Δt での という。

$\Delta x > 0 \rightarrow x$ 軸の正の向きの運動 (前頁の上の図では右方向)

$\Delta x < 0 \rightarrow x$ 軸の負の向きの運動 (前頁の上の図では左方向)

(バー: 平均値であることを示す記号)

時刻 t から $t+\Delta t$ までの時間 Δt の平均速度 $\bar{v}$ は

$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x(t+\Delta t) - x(t)}{\Delta t} \quad \text{平均速度} = \frac{\text{変位}}{\text{時間}}$$

ふつう、速度を表す記号には v を用いる。
velocity の v

1 秒あたりの変位

問題: Aさんは時刻 $t = 500 \text{ s}$ に $x = 200 \text{ m}$ の位置にいて、
時刻 $t = 600 \text{ s}$ には、 $x = 400 \text{ m}$ の位置にいたとする。
 $t = 500 \sim 600 \text{ s}$ におけるAさんの平均の速度を求めよ。

$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{\text{ }}{\text{ }} = \text{ } \text{ [m/s]} \quad \begin{array}{l} \nearrow \text{メートル毎秒, メートル・パー・セカンドと読む} \\ \text{(1 s で m 変位すること)} \\ \text{単位時間} \end{array}$$

上の図 (x - t グラフ) の直線 の勾配が平均速度 (傾き)

国際単位系 (MKS単位系)

(教科書 p7)

大文字・小文字に注意

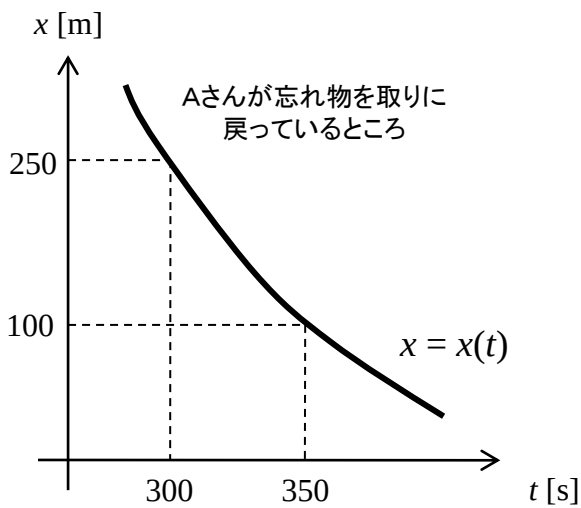
物理学では、長さ(位置、変位)の単位に , 質量の単位に , 時間の単位に を用いる。
M K S

力学のすべての単位はこの組み合わせで表現できる(組立単位) 例: 速度の単位は m/s

問題: 2 m/s (秒速 2 m) は何 km/h か? (時速何 km か?) h: hour

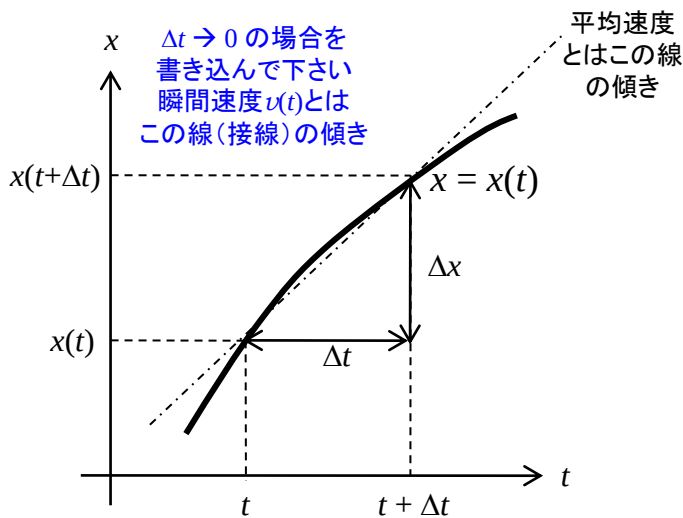
(物理では通常 m, kg, s を使う)

問題: 時刻 $t = 300 \text{ s}$ から $t = 350 \text{ s}$ における平均速度 $\bar{v}$ を求めよ。(注: 変位や速度は負の値にもなる。)



速度が負＝勾配(傾き)が負
「速さ」は単位時間あたりの移動距離なので
向きによらず、常に正
例: 車のスピードメータの値は速さ

瞬間の速度



時刻 t での速度(瞬間の速度) $v(t)$ は、
左の図で Δt を 0 に近づければ得られる

$$v(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{x(t+\Delta t) - x(t)}{\Delta t} = \frac{dx}{dt}$$

(これは関数 $x(t)$ の導関数 $\frac{dx}{dt}$ の定義と同じ)

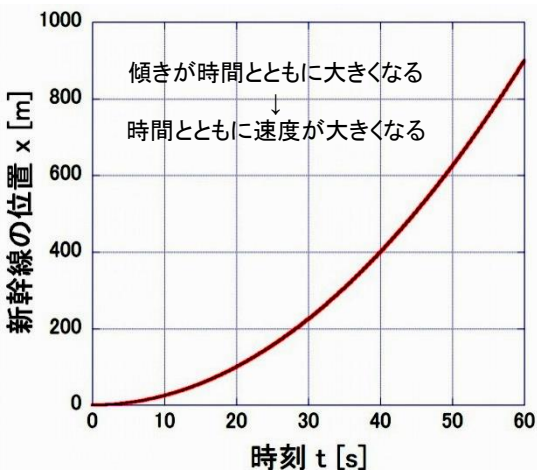
物体の速度 $v(t)$ は、物体の位置 $x(t)$ を
 t で微分して得られる導関数である。

(数学はこのような物理学にとって重要な道具である。)

時刻 t での速度(瞬間速度) $v(t)$ は

x - t グラフにおける $x(t)$ の時刻 t での

微分とは傾きを求める作業

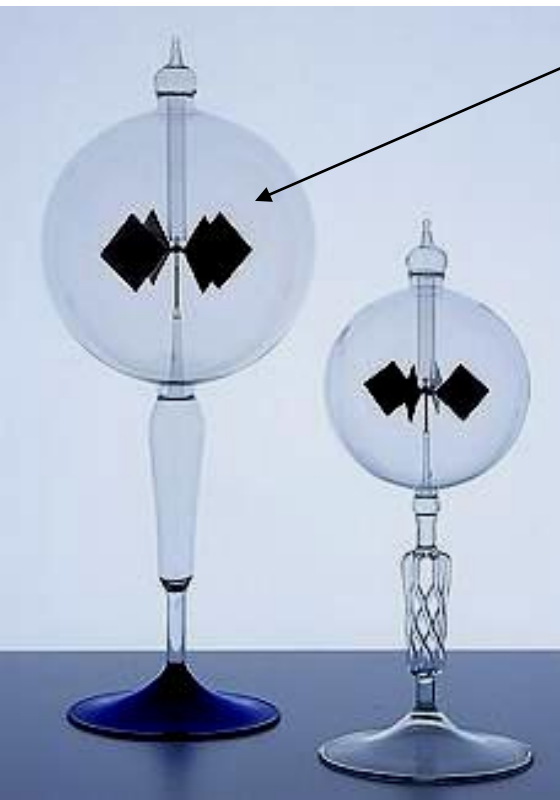


問題: 左図は $t = 0$ に駅($x = 0$)を発車した
新幹線の運動を表現している x - t グラフである。(線路は直線)
 $t = 40 \text{ s}$ における新幹線の速度(瞬間速度) $v(40)$ を図から
求めよ。(有効桁1桁で十分)

ラジオメーター

(毎回、講義の最後に講義とは直接関係ありませんが、興味深い物理の話をします。)

風車・かざぐるま: 風を当てると回転する。
ラジオメーター: 光を当てると回転する。

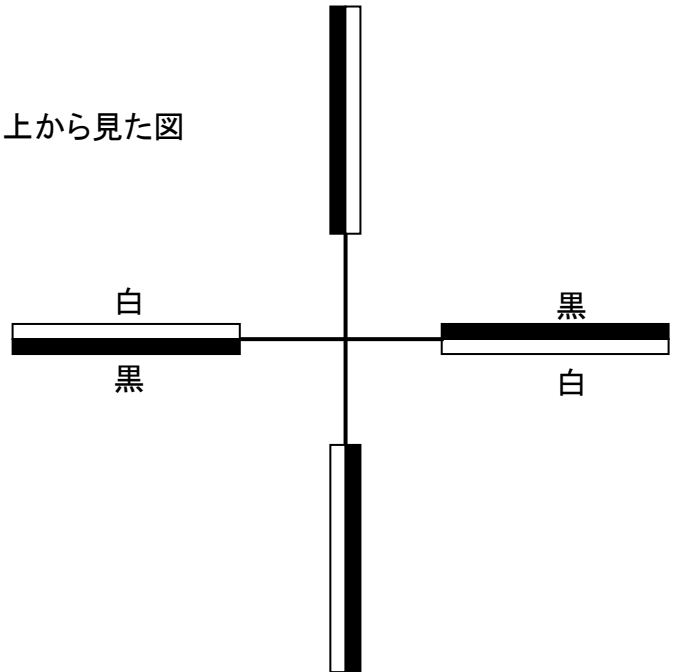


(3枚羽根でも回る)

4枚羽根で、それぞれの羽根は、片面が白く、片面が黒い
羽根の支柱は、摩擦が少なく、回転しやすいようになっている。

内部は低圧で真空に近いのですが、
完全な真空にすると、回らなくなる。

上から見た図



実験1: 電球の光をあててみる。

問題1: フィルターを通した電球の光をあてる。①青い光と②赤い光(赤外線を含む)では、どちらがよく回るでしょう？

実験2: 実際に①青い光と②赤い光(赤外線を含む)をあててみる。良く回るのは_____

実験3: ①青い光と②赤い光(赤外線を含む)を手にあててみる。暖かいのは_____

実験4: 同じ時間(10秒間)電球の光りをあてた2枚のフィルターの温度を放射温度計で測ってみる。

予想: 温度の高いのは、_____いフィルター。

透けた光が青い(赤い光を吸収)フィルター_____℃、透けた光が赤い(青い光を吸収)_____℃

問題: どのようなしくみで、回っているのでしょうか？興味のある人は次回の講義までに考えてみて下さい。次回の授業で解説します。

ヒント: プリントの1ページを見て下さい。ボイル・シャルルの公式を暗記してもこの問題には無力ですが(1, 2, 3)のような理解の仕方をすれば、このような問題にも応用できます。

復習したい人は、教科書を読むことを勧めます。章末問題 p22,23 もやってみて下さい。