# 物理基礎

例題 1）長さが 4.0 m の紐をつかって四角形をつくる。その面積が最大になるような四角形の形、辺の長さを説明しなさい。（理由も説明すること！）

例題 2）長さが 50 m の橋がある。A さんは橋を 1.5 m/s で進む。B さんは A さんとは反対側から 1.0 m/s で、A さんと同時に進み始めた。二人が橋の上ですれ違うのは進み始めてから何秒後か。また、それは A さんがスタートしたところから何 m のところか。（求め方も説明すること！）

〇指数と有効数字

物理ではとても大きな数字や小さい数字を扱う。指数を使うと便利である。

例 $3.0\times10^{8}$

この部分は$1 \leq x < 10$の範囲になるようにする。ただし、
指数の数字が 1 と−1 になるときは$0.1 \leq x < 100$で OK

指数の部分の上の小さい数字は、
1 と−1 にならないようにする！

## 第１部　物体の運動とエネルギー

### 第１章　物体の運動

特にこの章では、物体が（　　　　　）、（　　　　　　）にあるのか、またどのくらいの（　　　　　）なのかを計算により予測する。

### 1　速度

～今回の物理量～

| 名称 | 記号 | 単位 |
|---|---|---|
| | | |
| | | |
| | | |

※これらの関係を式で表していく。

◆質問：「速さ」とは、何ですか？

（自分の考え）

（友達の考え）

（答え合わせ）「速さ」とは･･･

◆質問：「速さ」の求め方は？

○単位の変換

◆　72 km/h は何 m/s か。

◆15 m/s は何 km/h か。

◆　フォローアップドリルの1で練習してみよう！【要項】もちゃんとやること！

○速さと速度

「速さ」speed ・・・

「速度」velocity ・・・

速さ（スカラー）　　　　　　　　　速度（ベクトル）

※一直線上の場合（東西、南北、左右、上下など）は、どちらかを正、もう一方を負と定めて表現することができる。


①の速さは（　　　　　　）、②の速さは（　　　　　　）

①の速度は（　　　　　　　　　）、②の速度は（　　　　　　　　　）

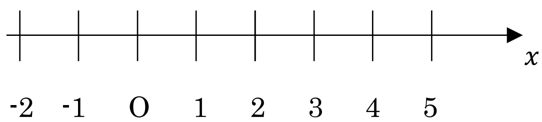
→　東向きを正、西向きを負と定めれば、

①の速度は（　　　　　　）、②の速度は（　　　　　　）と表すことができる。

※「速さ」がマイナスの値になることはない。

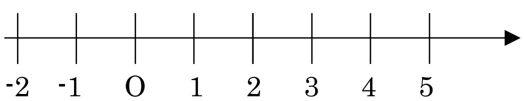
○変位と移動距離（道のり）

　変位・・・




このときの変位は（　　　　　　）である。

このときの移動距離（道のり）は（　　　　　　）である。




①の変位は（　　　）で座標は（　　　）である。②は変位も座標も（　　　）である。

◆p7 問２

$x$ 軸上の $x$=2.0 m の位置にあった物体が $x$ 軸上を運動し、$x$=−3.0 m の位置に移動した。この間の物体の変位の大きさは何 m か。また、変位の向きはどちら向きか。

◆p8 問３

東西方向の高速道路を、自動車 A は東向きに 20m/s、自動車 B は西向きに 25m/s の速さで走っている。東向きを正の向きとして、それぞれの速度を答えよ。

〇等速直線運動

等速直線運動･･･

| 等速直線運動の式 |
| --- |
| |

◆p9 問５

$x$ 軸上を正の向きに一定の速さ 3.0 m/s で運動している物体が、時刻 0 s に原点 O を通過した。時刻 0.80 s での物体の位置を求めよ。また、時刻 3.0 s から 5.0 s までの間の物体の変位を求めよ。

◆p9 問６

$x$ 軸上を負の向きに一定の速さ 2.0 m/s で運動している物体が、時刻 0 s に $x$=4.0 m の点を通過した。時刻 1.5 s での物体の位置を求めよ。

〇等速直線運動のグラフ

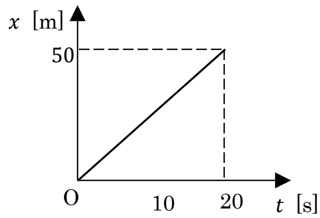
☆ポイント
グラフから読み取ろう！！

① $x-t$ 図の傾きは（　　　　　　　　　　）と等しい。

② $v-t$ 図の面積は（　　　　　　　　　　）と等しい。

※これは等速直線運動でなくても、どんな運動でも成り立つ。

◆ 図は、一直線上を運動する物体の、移動距離$x$と経過時間$t$の関係をグラフに表したものである。このグラフの区間における、物体の速さは何 m/s か。




◆p10 問７

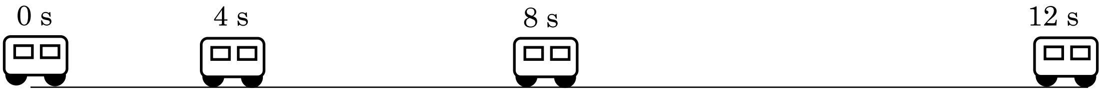
図５の $x$-$t$ グラフで表される 2 つの物体 A、B の運動を考える。A と B は互いに衝突することなくすれ違うことができるものとして、次の問いに答えよ。

(1)　時刻 $t$ [s]における A、B の位置$x_A$[m]、$x_B$ [m]をそれぞれ表せ。

(2)　A と B がすれ違うのはいつか。

◆ フォローアップドリルの$\boxed{2}$で練習してみよう！

〇平均の速度と瞬間の速度




平均の速度は（　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　）

A：区間①では

B：区間②では

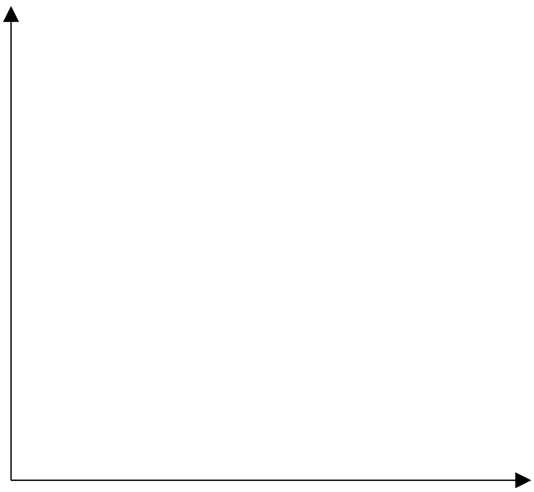
C：区間③では

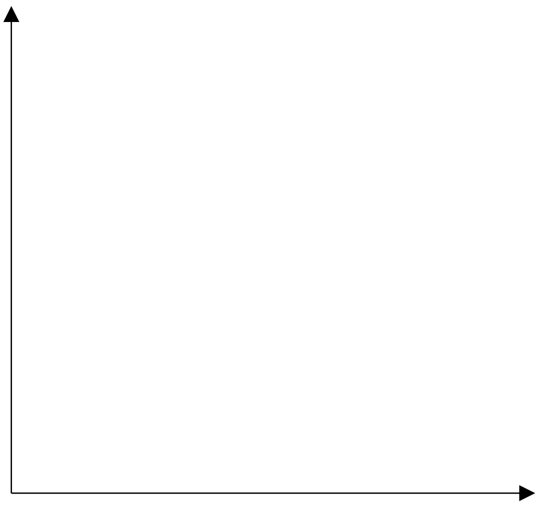
D：区間①+②では

E：全体では

平均の速度

グラフに描いてみよう！





区間を狭めて、$\Delta t$をきわめて小さくしていくと、平均の速度は（　　　　　　　　　　）となる。これは、グラフの（　　　　　）の傾きから求めることができる。

◆p7 問１

A 駅を出発した電車が 80 s 後に 1.2 km 離れた B 駅に到着した。このときの電車の平均の速さは何 m/s か。また、それは何 km/h か。

◆p8 問４

止まっていた自動車が東向きに移動して、10 s 後には止まっていたところから 50 m、20 s 後には 200 m の位置を走っていた。東向きを正として、動き出して 10 s 後から 20 s 後の平均の速度を求めよ。

◆　一直線の道路上にある 36 m 離れた場所へ、30 秒かけて歩き、すぐに折り返して、走って 10 秒でもとの場所にもどった。行きと帰りの平均の速さはそれぞれ何 m/s か。また、往復の間の平均の速さは何 m/s か。

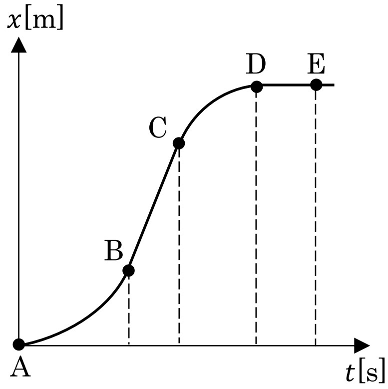
◆　図は、一直線上を運動する物体の、位置$x$と経過時間$t$の関係をグラフに表したものである（$x-t$図）。次の⑴～⑷に該当するのはどの区間か。AB、BC、CD、DE の中から選べ。

⑴　速度が０

⑵　速度が正で一定

⑶　しだいに速くなっている

⑷　しだいに遅くなっている



平均の速度と瞬間の速度の違いを説明しなさい。

一番説明が上手だった人は

さん

〇速度の合成

(1)　一直線上の場合


☆合成速度

※向きに注意

◆p11 問８

流れのない水に対して 5.0 m/s の速さで進む船がある。この船が、地面に対して 2.0 m/s の速さで流れる川を、川下に向かって進む場合の船の速度はどちら向きに何 m/s か。また、同じ船が川上に向かって進む場合の船の速度はどちら向きに何 m/s か。

◆p11 問９

ある速さで流れる川を、地面から見て 3.0 m/s の速さで川上に向かって進む船がある。この船が進む向きを変えて川下に向かって進むと、地面から見て 6.0 m/s の速さであった。この川の流れの速さは何 m/s か。

⑵　平面の場合

～　　　～　　　～

～　　　　～

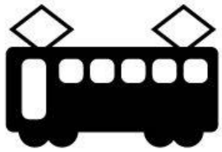
作図のポイント

◆p13 問Ａ

流れのない水に対して 5.0 m/s の速さで進む船で、地面に対して 3.0 m/s の速さで流れる川を流れに垂直な方向に横切る。このとき、流れに垂直な方向に船が進む速さは何 m/s か。また、図の角 $\theta$ は何度か、三角関数表（p247）で調べて答えよ。

〇相対速度

⑴　一直線上の場合



☆相対速度

⑵　平面の場合

◆p15 例題 1

東向きに 60 km/h の速さで進む電車 A がある。次の問いに答えよ。

(1)　東向きに 80 km/h の速さで進む自動車 B を A から見ると、B はどちら向きに何 km/h の速さで進むように見えるか。

(2)　西向きに 50 km/h の速さで進むバイク C を A から見ると、C はどちら向きに何 km/h の速さで進むように見えるか。

◆p17 例題 A

風がなく、雨滴が鉛直下向きに降っているとき、10 m/s の速さで水平に走っている電車の中から外を見たところ、図のように、雨滴が鉛直方向に対して 60°の角をなして前方から降ってくるように見えた。このとき、地上に対して雨滴が落下する速さは何 m/s か。

◆　フォローアップドリルの$\boxed{3}$で練習してみよう！

## $\boxed{2}$　加速度

人と電車が競争したら、どちらが先にゴールするだろうか。

速度が変化する場合について考えよう。

例）A さん　⇨　　　　　　　　B さん　⇨

速度の変化量（　　　　　　　　）　　速度の変化量（　　　　　　　　）

要した時間（　　　　　）　　要した時間（　　　　　）

| 加速度とは･･･ |
|---|
| |

A さんの加速度は　　　　　　　　B さんの加速度は

～新しい物理量～

| 名称 | 記号 | 単位 |
|---|---|---|
| | | |

| ☆加速度の定義 |
|---|
| |

◆p18 問 10

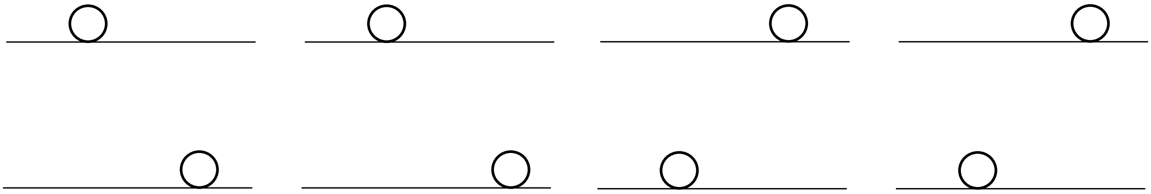
自動車 A は、動き始めて 6.0 s 後に 12 m/s の速さになった。また、8.0 m/s の速さで進んでいた自動車 B は、加速して 8.0 s 後に 20 m/s の速さになった。A と B の加速度の大きさはそれぞれ何 $m/s^2$ か。

○加速度の向き

加速度はベクトル量であり、向きがある。加速度の向きは、速度の変化の向きに等しい。

右向きを正として、次の４つの場合の加速度を求めてみよう。

(1)　　　　　　　　(2)　　　　　　　　(3)　　　　　　　　(4)



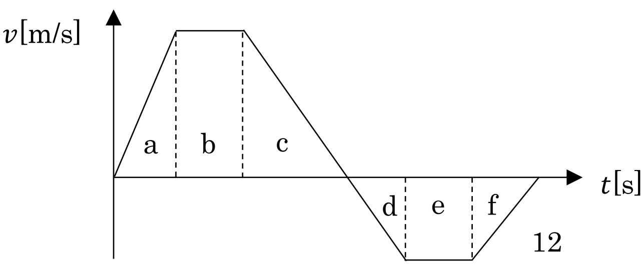
◆p19 問 11

$x$ 軸上を運動する物体の速度が、時刻 1.0 s には 6.0 m/s、時刻 3.0 s には 1.0 m/s であった。時刻 1.0 s から 3.0 s の間の平均の加速度は、どちら向きに何 m/s² か。

◆ 次の問いに答えよ。

図は、一直線上を運動する物体の速度$v$と経過時間$t$の関係をグラフに表したものである（$v-t$図）。区間ａ～ｆについて、次の(1)～(3)に該当するものをすべて選べ。

(1)加速度が０　　　(2)加速度が正　　　(3)加速度が負



☆ポイント
グラフから読み取ろう！！
①　$v-t$ 図の傾きは（　　　　　　　　　　　）と等しい。
　※これはどんな運動でも成り立つ。

（復習）
　$x-t$ 図の（　　　　　　）は（　　　　　　　　　　）と等しい。
　$v-t$ 図の（　　　　　　）は（　　　　　　　　　　）と等しい。

〇等加速度直線運動
例）斜面を小球が転がるとき
速度と時間の関係をグラフに表すと、$v-t$ 図は以下のようになる。

（　　　　　　　）は$v-t$ 図の（　　　　　）で表される。
このグラフは、（　　　　　）が一定なので、加速度も一定であることが分かる。

（　　　　　　　　　　　　　　　　　）･･･一直線上を一定の加速度で進む運動。
・時刻０s での（つまりスタート時の）速度を（　　　　　　　）という。記号は（　　　）と書く。速度は、$t$秒間で（　　　　　）だけ変化するので、時刻$t$[s]での速度は
（①　　　　　　　　　　　　）となる。

◆p20 問 12
東向きに速さ 10 m/s で進んでいた自動車が一定の加速度で速さを増し、5.0 s 後に東向きに 20 m/s の速さになった。このときの自動車の加速度はどちら向きに何 $m/s^2$ か。

・時刻$t$[s]での変位を求めよう。

変位は（　　　　　　　　　）の（　　　　　　）で求められる。

面積から、変位は（②　　　　　　　　　　　　　　　　　）となる。

①の式からは（　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　）が分かる。

②の式からは（　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　）が分かる。

この２つの式から$t$を消去すると、$x$と$v$の関係が分かる。

計算すると、（③　　　　　　　　　　　　　　　　　　　）となる。

～計算～

☆等加速度直線運動の３つの式

◆p21 問 13

速さ 10 m/s で進んでいた自動車が、3.0 m/s$^2$ の一定の大きさの加速度で速さを増しながら 4.0 s 間進んだ。この間に自動車は何 m 進んだか。

◆p21 問 14

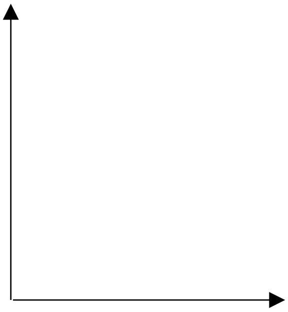
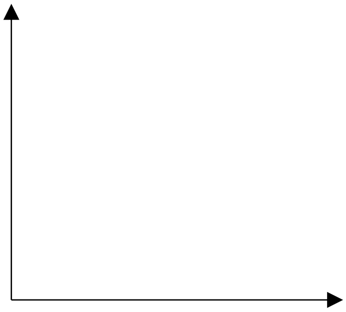
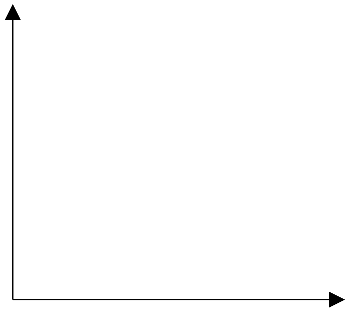
停止していたリニアモーターカーが直線軌道上を一定の大きさの加速度で走り出し、$1.0 \times 10^2$ s 間に 7.0 km 走って最高速度に達した。最高速度に達するまでの加速度の大きさはいくらか。また、最高速度の大きさはいくらか。

| |
|---|
| ３つの式を使い分けるポイントを自分なりにまとめよう。<br><br>一番説明が上手だった人は<br>さん |

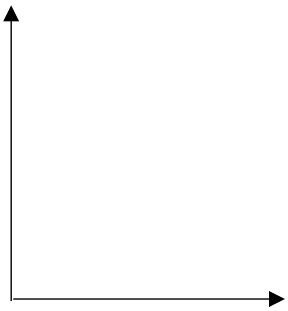
チャレンジ！

〇等速直線運動のグラフ（復習）

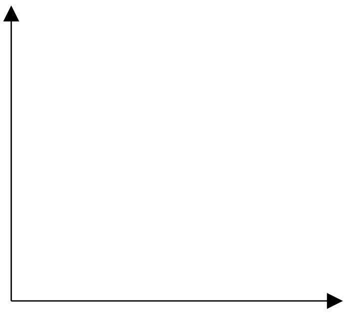
等速直線運動では速度が変わらないので、（　　　　　　　）である。

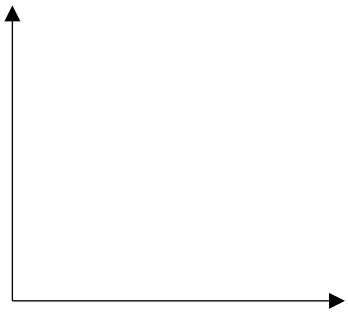
〇加速度が正の等加速度直線運動



式

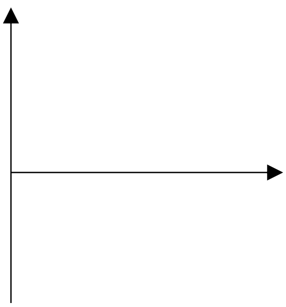


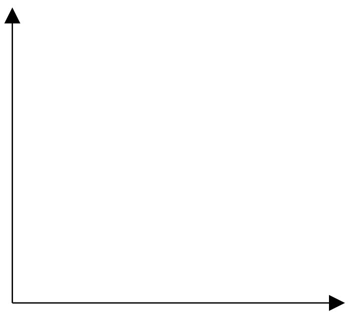
式



〇加速度が負の等加速度直線運動

斜面を上向きに物体が転がる運動について考えよう。初めは前進しながら速さが減少していき、やがて一瞬（　　　　　　）となる。その後は後退しながら速さが増していく。





☆ポイント

◆p22 問 15

20 m/s の速さで直線軌道を走っていた列車が､ブレーキをかけて一定の加速度で減速し、400 m 進んだところで停止した。この列車の加速度の向きと大きさを求めよ。また、ブレーキをかけ始めてから停止するまでの時間を求めよ。

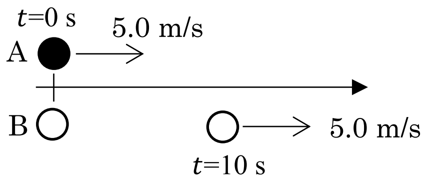
◆p23 問 16

時刻$t$=0 s になめらかな斜面に沿って上向きに速さ 2.0 m/s で小球を打ち出したところ、斜面に沿って下向きに大きさ 2.5 m/s$^2$ の加速度で等加速度直線運動をして、元の位置に戻った。打ち出した位置から最も離れたときの時刻と、元の位置に戻ったときの時刻をそれぞれ求めよ。

◆ フォローアップドリルの$\boxed{4}$、$\boxed{5}$、$\boxed{6}$で練習してみよう！

◆p24 例題２

図のように、小球Ａは $x$ 軸上を正の向きに 5.0 m/s の速さで等速直線運動をし、時刻$t$=0 s に原点 O を通過する。また、原点 O にあった小球 B は、時刻$t$=0 s から等加速度直線運動を初め、$t$=10 s のとき、$x$ 軸の正の向きに 5.0 m/s の速さであった。次の問いに答えよ。




(1) A、B の運動を表す$v-t$グラフをそれぞれ描け。

(2) $t$=10 s での、A、B の位置をそれぞれ求めよ。

(3) B が A に追いつく時刻と、そのときの位置を求めよ。

◆p24 類題２

例題２の小球 A、B の運動について、次の問いに答えよ。

(1) 0 s≦$t$≦20 s の間で、A と B との間の距離が最も大きくなるのはいつか。

(2) A、B の運動を表す$x-t$グラフをそれぞれ描け。

◆p25 例題３

$x$ 軸上の原点 O から、時刻$t$=0 s に $x$ 軸の正の向きに初速度の大きさ 0.60 m/s で小球を打ち出したところ、時刻$t$=2.0 s に$x$=0.80 m の位置を $x$ 軸の正の向きに通過した。小球は等加速度直線運動をするものとして、次の問いに答えよ。

(1)　この小球の加速度を求めよ。

(2)　小球が再び$x$=0.80 m の位置を通過する時刻と、そのときの速度を求めよ。

◆p25 類題３

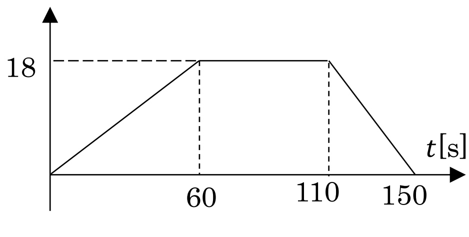
例題３の小球の運動について、次の問いに答えよ。

(1)　小球が再び $x$ 軸上の原点 O を通過する時刻と、そのときの速度を求めよ。

(2)　時刻 0 s から 6.0 s までの$v-t$グラフと$x-t$グラフをそれぞれ描け。

◆p25 問 17

右の図は、ある列車が A 駅を出発してから B 駅に到着するまでの$v-t$グラフである。この列車が A 駅を出発してから B 駅に到着するまでの列車の加速度$a$と位置$x$の時間変化を表すグラフをそれぞれ描け。



## 3　落体の運動

・物体が落下するとき、（　　　　　　）が異なる物体でも同じ加速度で落下する。その加速度は、常に（　　　　　　　　　）である。
→物体が落下するときは、（　　　　　　　）の（　　　　　　　　　　　　）である！

この加速度を（　　　　　　　　　　）といい、（　　　　）で表す。
単位は（　　　　　　　　　　　　　　）である。

落体の運動を、次の５つに分類して考える。

①　自由落下

・物体を（　　　　　　）にはなして落下させる。
→（　　　　　　　　）の落下運動。

②　鉛直投げ下ろし

・物体を下向きに投げ下ろして落下させる。物体は加速していく。

③　鉛直投げ上げ

・物体を上向きに投げ上げて落下させる。一度上昇したあと最高点で折り返し落下する。

④　水平投射

・物体を水平方向に投げ出す。水平方向に進みながら落下する。

⑤　斜方投射

・物体を斜めの方向に投げ出す。水平投射も斜方投射も放物線を描く。

①　自由落下

自由落下は、初速度が（　　　　）の等加速度直線運動である。加速度の値は（　　　　　）なので、等加速度直線運動の式は以下のようになる。
※$y$座標は下向きにとる。

☆等加速度直線運動の３つの式

$$v = v_0 + at$$

$$x = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$$

$$v^2 - v_0^2 = 2ax$$

⇨

☆自由落下の３つの式