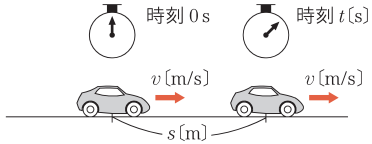
運動の表し方

1 速度

1 速さ　単位時間あたりの移動距離
(単位はメートル毎秒(記号 m/s)など)

$v=\dfrac{s}{t}$　　速さ〔m/s〕$=\dfrac{\text{移動距離〔m〕}}{\text{所要時間〔s〕}}$



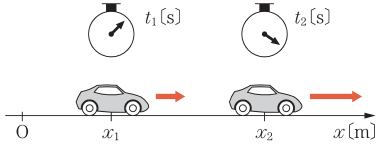
2 速度と変位　速度は速さ v に，運動の向きを合わせて考えた量。速度の大きさが速さである。また，位置の変化を変位といい，距離と向きを考える。

3 平均の速度と瞬間の速度

平均の速度　単位時間あたりの変位

$\bar{v}=\dfrac{\text{変位〔m〕}}{\text{所要時間〔s〕}}=\dfrac{x_2-x_1}{t_2-t_1}=\dfrac{\Delta x}{\Delta t}$

$\bar{v}$〔m/s〕：平均の速度



瞬間の速度　Δt〔s〕を 0 に近づけた極限

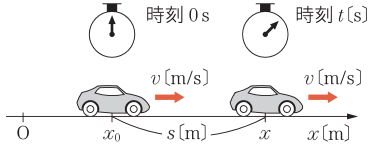
4 ベクトルとスカラー

ベクトル　大きさと向きをもつ量。例 変位，速度，加速度，力

スカラー　大きさのみをもつ量。負の値をとることもある。例 長さ，時間，温度

5 等速直線運動　直線上を一定の速さで進む運動。等速度運動ともいう。

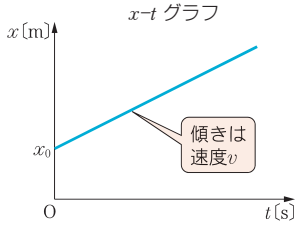
$x=x_0+vt$　　t〔s〕：時刻　v〔m/s〕：速度
x_0〔m〕：時刻 0 s における位置
x〔m〕：時刻 t〔s〕における位置

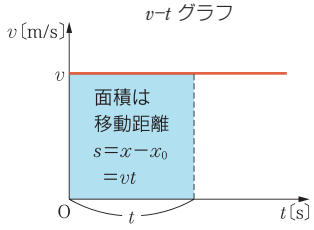


6 等速直線運動のグラフ

・x–t グラフの直線の傾きは速度を表す。

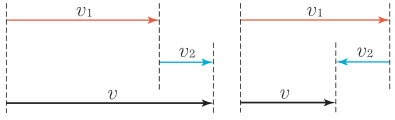
・v–t グラフの直線と t 軸で囲まれた面積は移動距離を表す。





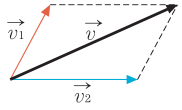
7 速度の合成と分解

・一直線上の速度の合成　$v=v_1+v_2$



・平面上での速度の合成 発展

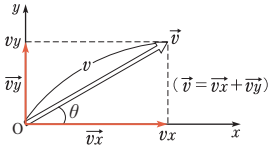
$\vec{v}=\vec{v_1}+\vec{v_2}$



・速度の分解 発展

$v_x=v\cos\theta$，$v_y=v\sin\theta$
$v=\sqrt{v_x^2+v_y^2}$
$\tan\theta=\dfrac{v_y}{v_x}$

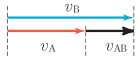
$\vec{v}$〔m/s〕：速度
v〔m/s〕：$\vec{v}$ の大きさ(速さ)
v_x〔m/s〕：$\vec{v}$ の x 成分
v_y〔m/s〕：$\vec{v}$ の y 成分



8 相対速度　観測者 A から見た相手 B の速度 $\vec{v_{AB}}$〔m/s〕を，A に対する B の相対速度という。A の速度が $\vec{v_A}$〔m/s〕，B の速度が $\vec{v_B}$〔m/s〕のとき，

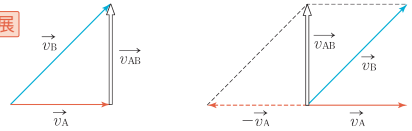
・一直線上の相対速度

$v_{AB}=v_B-v_A=v_B+(-v_A)$



・平面上での相対速度 発展

$\vec{v_{AB}}=\vec{v_B}-\vec{v_A}$



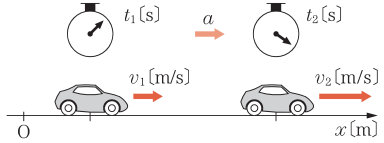
2 加速度

9 加速度　単位時間あたりの速度の変化
(単位はメートル毎秒毎秒(記号 m/s²)など)

平均の加速度

・一直線上での平均の加速度

$a=\dfrac{\text{速度の変化〔m/s〕}}{\text{所要時間〔s〕}}=\dfrac{v_2-v_1}{t_2-t_1}=\dfrac{\Delta v}{\Delta t}$

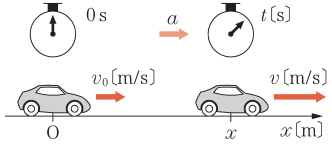


瞬間の加速度　Δt〔s〕を 0 に近づけた極限

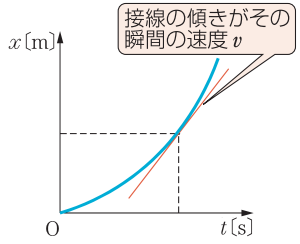
10 等加速度直線運動　直線上を一定の加速度で進む運動

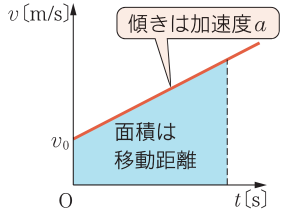
$v=v_0+at$
$x=v_0t+\dfrac{1}{2}at^2$
$v^2-v_0^2=2ax$

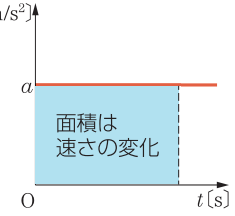
t〔s〕：時刻
v_0〔m/s〕：初速度
v〔m/s〕：時刻 t〔s〕における速度
a〔m/s²〕：加速度
x〔m〕：時刻 t〔s〕における変位



11 等加速度直線運動のグラフ







例題 4　等加速度直線運動　7 8 9 13 15

初め 8.0 m/s の速さで，一直線上を右向きに進んでいた物体が，時刻 $t=0$〔s〕に点 O を通過すると同時に等加速度直線運動を始めて，時刻 $t=4.0$〔s〕に左向きに 2.0 m/s の速さになった。

(1)　加速度の大きさと向きを求めよ。

(2)　物体が点 O から右に最も離れるときの時刻と点 O からの変位を答えよ。

(3)　時刻 4.0 s における物体の位置はどこか。

SP 問題文を読み解く。

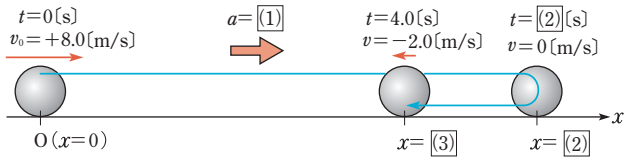
1　「初め 8.0 m/s の速さ」→初速度の大きさが 8.0 m/s

2　「(初め)右向きに進んでいた」→右向きを正(＋)として考える。

3　「等加速度直線運動」→$v=v_0+at$，$x=v_0t+\frac{1}{2}at^2$，$v^2-v_0^2=2ax$ を利用する。

4　「時刻 4.0 s に左向きに 2.0 m/s の速さ」→$t=4.0$〔s〕で速度 $v=-2.0$〔m/s〕

SP 問題の状況を図にする。



センサー 3
正の向きを決める。

初めの運動の向きを正の向きとするとよい。

センサー 4
等加速度直線運動の問題では，どの式を用いるかがポイント。

未知の物理量と既知の物理量を明確にすると，用いるべき式が決まる。

センサー 5
①折り返し点では，
→$v=0$，x 最大
②出発点に戻ったとき，
→$v=-v_0$，$x=0$

注　②が成り立つのは等加速度直線運動の場合のみ。

解答　右向きを正とする。

(1)　求める加速度を a〔m/s²〕とする。初速度が $v_0=+8.0$〔m/s〕，$t=4.0$〔s〕で速度が $v=-2.0$〔m/s〕だから，

$-2.0=8.0+a\times4.0$ ← $v=v_0+at$

$4.0a=-10$　　ゆえに，$a=-2.5$〔m/s²〕

ここで，右向きを正としたから，負の符号は左向きを表す。

答　加速度の大きさは 2.5 m/s²，向きは左向き

(2)　求める時刻を t〔s〕とする。右に最も離れた瞬間の速度は 0 だから，$v=0$ として，

$0=8.0-2.5t$ ← $v=v_0+at$　　ゆえに，$t=3.2$〔s〕

また，求める位置を x_1〔m〕として，

$0^2-8.0^2=2\times(-2.5)x_1$ ← $v^2-v_0^2=2ax$

ゆえに，$x_1=12.8\fallingdotseq13$〔m〕

答　3.2 s，点 O より右へ 13 m の位置

(3)　求める位置を x_2〔m〕として，

$x_2=8.0\times4.0+\frac{1}{2}\times(-2.5)\times4.0^2$ ← $x=v_0t+\frac{1}{2}at^2$

$=12$〔m〕

答　点 O より右へ 12 m の位置

STEP 2

解答編 p.4〜7

必解 1　等速直線運動　x 軸上を正の向きに一定の速さで運動している物体が，時刻 $t=0$〔s〕に $x=3$〔m〕の位置を，時刻 $t=8$〔s〕に $x=7$〔m〕の位置を通過した。

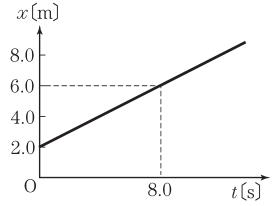
(1)　$t=0$〔s〕から $t=8$〔s〕の間の変位はいくらか。

(2)　物体の速さはいくらか。

(3)　物体が $x=5$〔m〕の位置を通過するときの時刻はいくらか。

ヒント　$x=x_0+vt$ を用いる。

必解 2　等速直線運動　右図は，x 軸上を運動する物体の位置 x〔m〕と時刻 t〔s〕の関係を表したものである。



(1)　物体の速さはいくらか。

(2)　縦軸に速度 v〔m/s〕，横軸に時刻 t〔s〕をとって物体の運動を表すグラフを描け。

(3)　時刻 $t=15$〔s〕における物体の位置 x〔m〕を求めよ。

ヒント　(1)　x–t グラフの傾きは速度である。　(3)　$x=x_0+vt$ を用いる。

必解 3　速度の合成　風が吹いていないときに，地面と平行に 6.0 m/s の速さで飛ぶことができる模型飛行機がある。この模型飛行機を，地面と平行に吹く向かい風の中を飛ばすと，8.0 s 間で地面と平行に 28 m 飛んだ。向かい風の速さはいくらか。

ヒント　向かい風が吹いているときの模型飛行機の速さに着目する。　センサー 3

4　発展　速度の合成　静水上を速さ 5.0 m/s で進むことができる船がある。この船で，流速 3.0 m/s，幅 100 m の川を垂直に横切るためには，船首をどの向きに向ければよいか。また，このとき，対岸に渡るのに要する時間はいくらか。　センサー 1

ヒント　ベクトル図を作図して考える。

必解 5　相対速度　東向きに 60 km/h の速さで走る自動車 A に乗っている人が，同じ向きに 80 km/h の速さで走っている自動車 B を見ると，どちら向きにいくらの速さで動いているように見えるか。また，B から A を見るとどうなるか。　センサー 3

ヒント　例えば，東向きを正として考えると，相対速度 $v<0$ なら v の向きは西向き。

6　発展　相対速度　風が吹いていないとき，12 m/s の速さで走っている自動車の中の人には，雨が鉛直方向と 60° の角をなして降っているように見えた。雨滴が落下する速さはいくらか。ただし，雨滴は一定の速度で落下しているものとする。

ヒント　(相対速度)＝(相手の速度)－(観測者の速度)にあてはめて考える。