力学

力学
（西欧16世紀～）

◆ 惑星の運動

◆ 地表での物体の運動

力学
（西欧16世紀～）

◆ 惑星の運動

- コペルニクス （ポーランド1473-1543）
  太陽中心の宇宙モデルから惑星の運動を説明
- ティコ・ブラーエ （デンマーク1546-1601）
  惑星の運動の精密観測（目視観測）
- ケプラー （ドイツ1571-1630）
  惑星の運動法則をみつける → ケプラーの法則

力学
（西欧16世紀～）

- ガリレオ・ガリレイ （伊 1564-1642）

• 軽いものも重いものも同じように落下する
• 落下運動は加速度が一定の運動
• 振り子の等時性

摩擦や抵抗の影響を取り除き、慣性を見つける

慣性 ： 押し続けなくても物体は運動を続ける

力学の完成

- ニュートン （英 1642-1727）

惑星の運動
地表での物体の運動
} 統一

- 運動の3法則
- 万有引力の法則

1．ニュートンの法則 （p41）

第1法則：慣性の法則
「物体に外部から作用する力の和がゼロのとき、
物体の速度は変わらない」

第2法則：運動の法則
「物体に外部から作用する力の和がゼロでないとき、
物体の速度が変わる（運動方程式）」

第3法則：
「物体Aから物体Bに力が及ぼされると、BからAにも
同じ大きさで逆向きの力が及ばされる（作用反作用の法則）」

2．万有引力の法則 （p58）

あらゆる物体の間には引力がはたらき、その大きさは
各々の質量積に比例し、距離の2乗に半比例する

力学

物体にはたらいている力

⬇

ニュートンの第2法則
（運動方程式）

⬇

運動

加速度

⬇

速度

⬇

位置

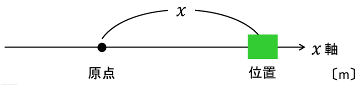
この2つを
関係づける

運動：
時間とともに物体の
位置が変わる現象
（変わらない＝静止状態）

位置（1次元：直線上）

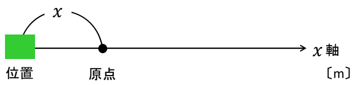
※質点
質量を持った点
回転、変形を無視できる場合

座標を設定して原点からの距離で表す。



位置 x

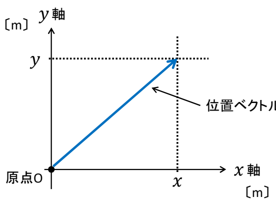
$x<0$ は反対向き



位置（2次元：平面上）

座標を設定して原点からの距離＋向きで表す

→ベクトル

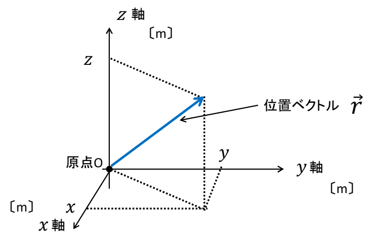


成分表示：$\vec{r}=(x,y)$　距離：$|\vec{r}|=\sqrt{x^2+y^2}\geq 0$

位置（3次元：空間）

座標を設定して原点からの距離＋向きで表す

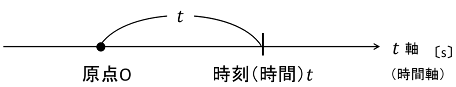
→ベクトル



成分表示：$\vec{r}=(x,y,z)$　距離：$|\vec{r}|=\sqrt{x^2+y^2+z^2}$

時間

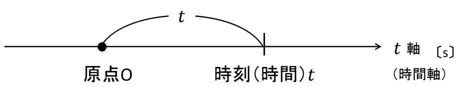
時刻 = 時間
経過時間 = 時間
} どちらも時間という



時刻の基準点からの経過時間＝時刻＝時間

時間

通常
$t<0$ は減点Oから見て過去、$t>0$ は未来

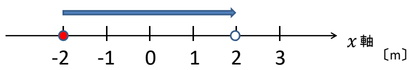


時刻の基準点からの経過時間＝時刻＝時間

運動

時間とともに物体の位置が変わる現象
（変わらない場合＝静止状態）

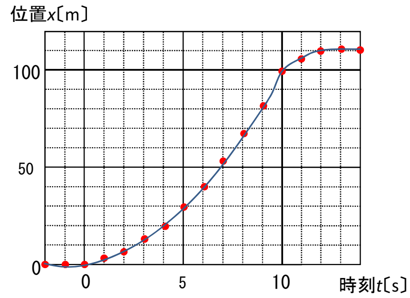
運動（1次元）の記述 = $x(t)$ （時刻の関数として表す）



例えば $x=t^2-2$ 　　t=0sで位置は -2 m
t=2sで位置は 2 m

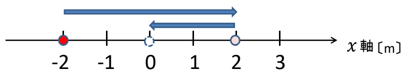
位置と時間のグラフ（x-t図）(直線上の運動）

$x=x(t)$



変位と移動距離

運動（1次元）の記述 = $x(t)$ （時刻の関数として表す）



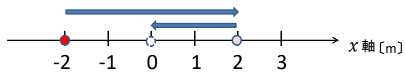
例えば　t_0で位置は -2 m
t_1で位置は 2 m　　($t_0<t_1<t_2$)
t_2で位置は 0 m

$x(t_1)$-$x(t_0)$:　時刻t_0からt_1までの変位（=4m）

時刻t_0からt_1までの移動距離は　4m

変位と移動距離

運動（1次元）の記述 = $x(t)$ （時刻の関数として表す）



例えば　t_0で位置は -2 m
t_1で位置は 2 m　　($t_0<t_1<t_2$)
t_2で位置は 0 m

時刻t_0からt_2までの変位　　$x(t_2)$-$x(t_0)$=2m

時刻t_0からt_2までの移動距離は　4m+2m=6m

平均速度、平均の速さ(直線上の運動）

- 平均の速度＝変位÷時間
- 平均の速さ＝移動距離÷時間

単位　m/s　,（km/h）

速度：ベクトル量 （大きさと向きを持った量）

速さ：スカラー量 （大きさ）

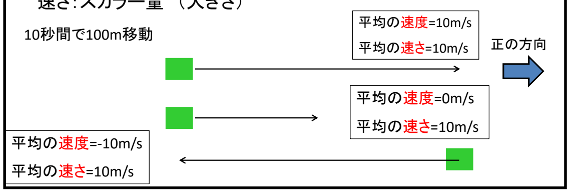
平均速度、平均の速さ(直線上の運動） 4/9

- 平均の速度＝変位÷時間
- 平均の速さ＝移動距離÷時間

単位　m/s　,（km/h）

速度：ベクトル量 （大きさと向きを持った量）

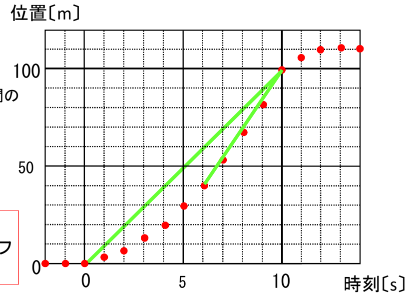
速さ：スカラー量 （大きさ）



平均速度、平均の速さ(直線上の運動)

スタートから10秒間の平均速度
＝100m/10s
＝10 m/s

時刻6sから4秒間の
平均速度
＝60m/4s
＝15 m/s

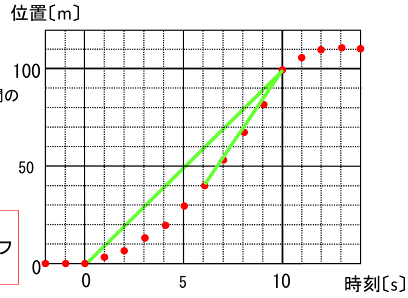


平均速度はその時間内のx-tグラフの傾き

瞬間の速度(直線上の運動)

スタートから10秒間の平均速度
＝100m/10s
＝10 m/s

時刻6sから4秒間の
平均速度
＝60m/4s
＝15 m/s



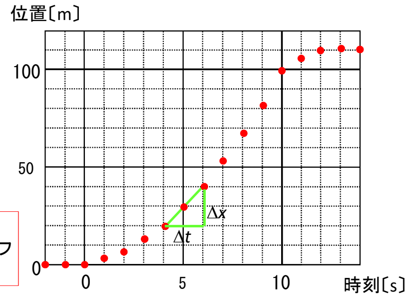
平均速度はその時間内のx-tグラフの傾き

瞬間の速度(直線上の運動)

Δt:時間　Δx: Δtの間の変位

平均の速度

$$=\frac{\Delta x}{\Delta t}$$



平均速度はその時間内のx-tグラフの傾き

瞬間の速度(直線上の運動)

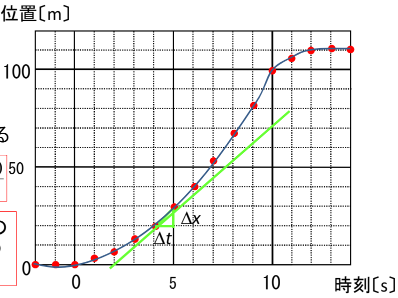
Δt:時間　Δx: Δtの間の変位

平均の速度

$$=\frac{\Delta x}{\Delta t}$$

$\Delta t \to 0$ を考える

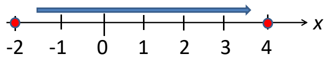
$$v(t) = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{dx(t)}{dt}$$



瞬間の速度はその瞬間のx-tグラフの接線の傾き

瞬間の速度(直線上の運動)

ある時刻における位置



位置 x[m] を時刻 t [s]の関数として　x=x(t)　とする。

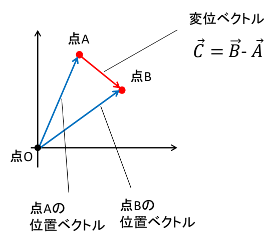
例えば　$x(t) = t^2 - 2$

瞬間の速度は　$v(t) = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{d(t^2-2)}{dt} = 2t$　〔m/s〕

時刻 t=3s での瞬間の速度は、 $v(3)$ =6　m/s

位置ベクトルと変位ベクトル(平面上の運動)

位置ベクトル:原点(基準点)からの位置を表すベクトル
変位ベクトル:位置がどれだけ変化したかを表すベクトル



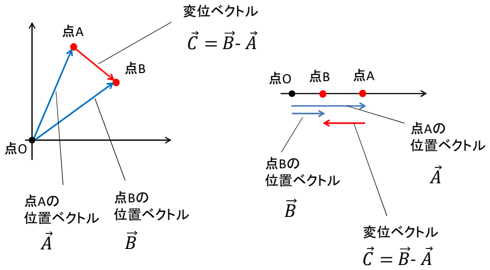
$\vec{C} = \vec{B} - \vec{A}$

$\vec{A}$　$\vec{B}$

あらゆる時刻における位置ベクトル $\vec{r}(t)$

位置ベクトルと変位ベクトル(平面上の運動)

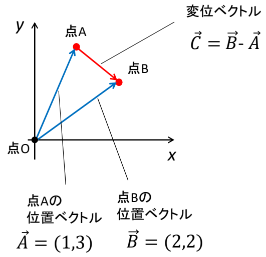
位置ベクトル：原点（基準点）からの位置を表すベクトル
変位ベクトル：位置がどれだけ変化したかを表すベクトル



あらゆる時刻における位置ベクトル $\vec{r}(t)$

位置ベクトルと変位ベクトル(平面上の運動)

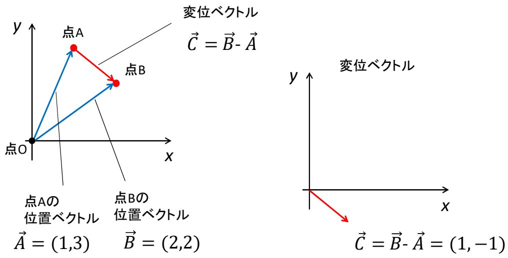
位置ベクトル：原点（基準点）からの位置を表すベクトル
変位ベクトル：位置がどれだけ変化したかを表すベクトル



あらゆる時刻における位置ベクトル $\vec{r}(t)$

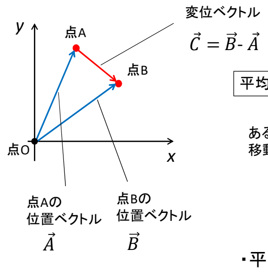
位置ベクトルと変位ベクトル(平面上の運動)

位置ベクトル：原点（基準点）からの位置を表すベクトル
変位ベクトル：位置がどれだけ変化したかを表すベクトル



あらゆる時刻における位置ベクトル $\vec{r}(t) = (x(t), y(t))$

位置ベクトルと速度ベクトル



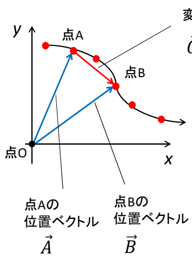
平均速度=変位ベクトル÷所要時間

ある物体が t〔s〕で点Aから点Bまで
移動したとすると

$$\vec{v} = \frac{\vec{C}}{t} = \frac{\vec{B}-\vec{A}}{t}$$

・平均速度の向きは変位の向き

位置ベクトルと速度ベクトル



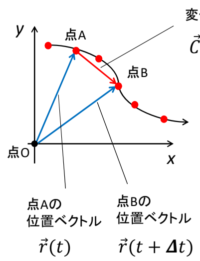
平均速度=変位ベクトル÷所要時間

ある物体が t〔s〕で点Aから点Bまで
移動したとすると

$$\vec{v} = \frac{\vec{C}}{t} = \frac{\vec{B}-\vec{A}}{t}$$

・平均速度の向きは変位の向き

位置ベクトルと速度ベクトル



平均速度=変位ベクトル÷所要時間

ある物体が t〔s〕で点Aから点Bまで
移動したとすると

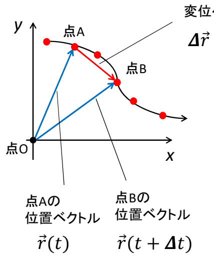
$$\vec{v} = \frac{\vec{C}}{t} = \frac{\vec{B}-\vec{A}}{t}$$

・平均速度の向きは変位の向き

位置ベクトルと速度ベクトル

変位ベクトル

$$\Delta\vec{r} = \vec{r}(t+\Delta t) - \vec{r}(t)$$



平均速度=変位ベクトル÷所要時間

ある物体がΔt〔s〕で点Aから点Bまで
移動したとすると

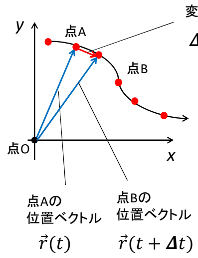
$$\vec{v} = \frac{\vec{r}(t+\Delta t)\ - \vec{r}(t)}{\Delta t}$$

・平均速度の向きは変位の向き

位置ベクトルと速度ベクトル

変位ベクトル

$$\Delta\vec{r} = \vec{r}(t+\Delta t) - \vec{r}(t)$$



平均速度=変位ベクトル÷所要時間

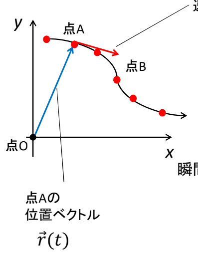
ある物体がΔt〔s〕で点Aから点Bまで
移動したとすると

$$\vec{v} = \frac{\vec{r}(t+\Delta t)\ - \vec{r}(t)}{\Delta t}$$

・平均速度の向きは変位の向き

位置ベクトルと速度ベクトル

速度ベクトル



平均速度=変位ベクトル÷所要時間

ある物体がΔt〔s〕で点Aから点Bまで
移動したとすると

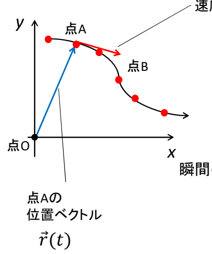
瞬間の速度

$$\vec{v} = \frac{\vec{r}(t+\Delta t)\ - \vec{r}(t)}{\Delta t}$$

・平均速度の向きは変位の向き

位置ベクトルと速度ベクトル

速度ベクトル



平均速度=変位ベクトル÷所要時間

ある物体がΔt〔s〕で点Aから点Bまで
移動したとすると

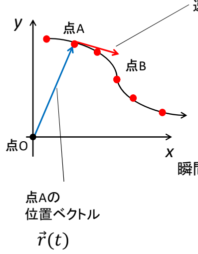
瞬間の速度

$$\vec{v} = \frac{\vec{r}(t+\Delta t)\ - \vec{r}(t)}{\Delta t}$$

・瞬間の速度の向きは軌跡の
接線の向き

位置ベクトルと速度ベクトル

速度ベクトル



平均速度=変位ベクトル÷所要時間

ある物体がΔt〔s〕で点Aから点Bまで
移動したとすると

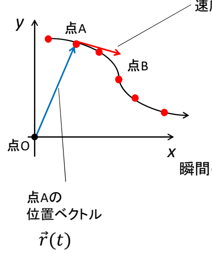
瞬間の速度

$$\vec{v}(t) = \frac{d\vec{r}(t)}{dt}$$

・瞬間の速度の向きは軌跡の
接線の向き

位置ベクトルと速度ベクトル

速度ベクトル



平均速度=変位ベクトル÷所要時間

ある物体がΔt〔s〕で点Aから点Bまで
移動したとすると

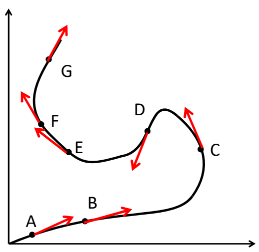
瞬間の速度

$$\vec{v}(t) = \frac{d\vec{r}(t)}{dt}$$

$$= \left(\frac{dx(t)}{dt}, \frac{dy(t)}{dt}\right)$$

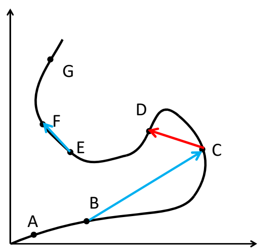
問1

図のように，原点OからABCDEFGの経路を通って物体が運動した．それぞれの点は一定時間間隔で測定した物体の位置である．
(1) それぞれの点での瞬間の速度ベクトルの向きを図示しなさい



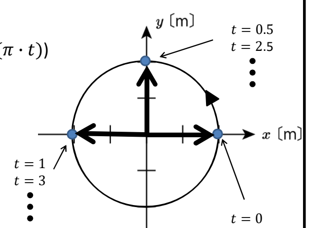
問1

(2) CD間の平均速度ベクトルの向きを図示しなさい．
(3) また，それぞれの区間の平均速度を比べたとき，一番平均速度の大きい区間は BC である．また一番遅い区間は EF である．



問2

$\vec{r}(t) = (2.0\cos(\pi \cdot t),\ 2.0\sin(\pi \cdot t))$



$$\vec{v}(t) = \frac{d\vec{r}(t)}{dt} = (-2.0\pi\sin(\pi \cdot t), 2.0\,\pi\cos(\pi \cdot t))$$

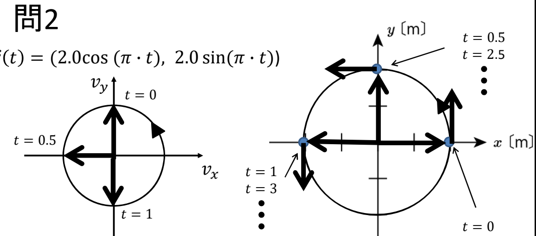
$\vec{v}(0) = (-2.0\pi\sin(\pi \cdot 0), 2.0\pi\cos(\pi \cdot 0)) = (0, 2\pi)$

$\vec{v}(0.5) = (-2.0\pi\sin(\pi \cdot 0.5), 2.0\pi\cos(\pi \cdot 0.5)) = (-2\pi, 0)$

$\vec{v}(1.0) = (-2.0\pi\sin(\pi \cdot 1), 2.0\pi\cos(\pi \cdot 1)) = (0, -2\pi)$

問2

$\vec{r}(t) = (2.0\cos(\pi \cdot t),\ 2.0\sin(\pi \cdot t))$



$$\vec{v}(t) = \frac{d\vec{r}(t)}{dt} = (-2.0\pi\sin(\pi \cdot t), 2.0\,\pi\cos(\pi \cdot t))$$

$\vec{v}(0) = (-2.0\pi\sin(\pi \cdot 0), 2.0\pi\cos(\pi \cdot 0)) = (0, 2\pi)$

$\vec{v}(0.5) = (-2.0\pi\sin(\pi \cdot 0.5), 2.0\pi\cos(\pi \cdot 0.5)) = (-2\pi, 0)$

$\vec{v}(1.0) = (-2.0\pi\sin(\pi \cdot 1), 2.0\pi\cos(\pi \cdot 1)) = (0, -2\pi)$

加速度

- 加速度（ベクトル量）

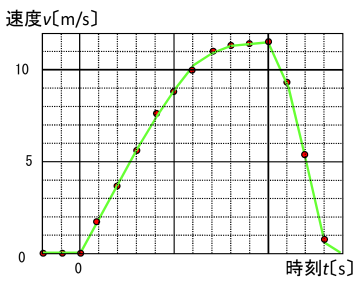
速度の大きさや向きが1秒間でどれだけ変わるかを表す

速度の向きが変わるとき
速度の大きさが変わるとき → その変わる割合が加速度

平均加速度＝速度変化÷時間
（→ 速度変化＝平均加速度×時間）

単位 m/s²　$\frac{[\mathrm{m/s}]}{[\mathrm{s}]} = [\mathrm{m/s^2}]$

v-t グラフと加速度(直線上の運動)



v-t グラフと加速度(直線上の運動)

平均加速度＝速度変化÷時間

t=6での瞬間の加速度

平均加速度

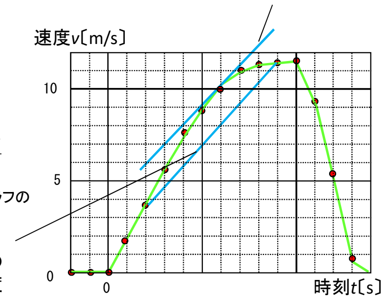
$$\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

瞬間の加速度

$$a = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{dv}{dt}$$

瞬間の加速度はv-tグラフの接線の傾き

2～9秒間の平均加速度



瞬間の加速度(直線上の運動)

ある時刻における位置

位置 x を時刻 t の関数として表す $x=x(t)$

例えば　$x=t^2$ -2

・時刻 t=3 での瞬間の速度は、

$$v(3) = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{dx(t)}{dt} = \left[\frac{d(t^2-2)}{dt}\right]_{t=3} = [2t]_{t=3} = 6\text{m/s}$$

・時刻 t=3 での瞬間の加速度は、

$$a(3) = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{dv(t)}{dt} = \left[\frac{d(2t)}{dt}\right]_{t=3} = [2]_{t=3} = 2\ \text{m/s}^2$$

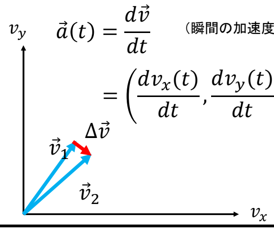
加速度ベクトルと速度ベクトルの変化

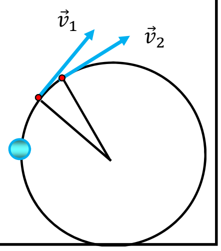
- 加速度ベクトル＝速度ベクトルの変化
  速度の向きが変わる(大きさは同じ)＝加速度

$$\Delta\vec{v} = \vec{v}_2 - \vec{v}_1 \qquad \bar{\vec{a}}(t) = \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}$$ (平均加速度)

$$\vec{a}(t) = \frac{d\vec{v}}{dt}$$ (瞬間の加速度)

$$= \left(\frac{dv_x(t)}{dt}, \frac{dv_y(t)}{dt}\right)$$





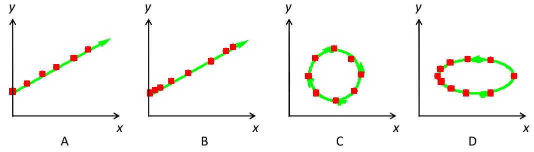
問　直線上を運動している物体の位置 x が時間 t の関数として

$$x(t) = \frac{1}{2}a_0 t^2 + v_0 t + x_0$$

と表せるとき t=0 での位置、速度、加速度を求めよ。
ただし、a_0, v_0, x_0 は時間によらない定数とする。

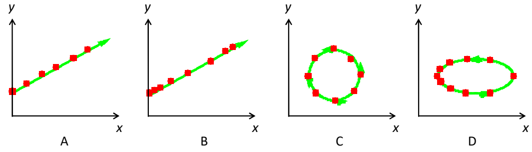
問3

下の図(A～D)は平面上で運動する物体の位置を，
一定時間間隔で記録した図である．

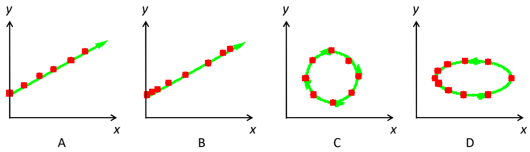


問3

下の図(A～D)は平面上で運動する物体の位置を，
一定時間間隔で記録した図である．
(1)速度一定の運動をしているのは　A　である．
(2)速さ一定の運動をしているのは　A　と　C　である．



(3)速度の向きが変化しているのは C と D である.
(4)加速度が0の運動をしているのは A である.
(5)加速度の大きさは変化するが，向きが変化していないのは
ない
(6)加速度の大きさが一定の運動をしてるのは
A と C である.



直線上を運動している物体の位置 x が時間 t の関数として

$$x(t) = \frac{1}{2}a_0t^2 + v_0t + x_0$$

4・10

と表せるとき t=0 での位置、速度、加速度を求めよ。
ただし、a_0, v_0, x_0 は時間によらない定数とする。

速度 $v(t) = \dfrac{dx(t)}{dt} = a_0t + v_0$

加速度 $a(t) = \dfrac{dv(t)}{dt} = a_0$

より t=0 での 位置 $x(0) = x_0$

速度 $v(0) = v_0$

加速度 $a(0) = a_0$

力学

物体にはたらいている力
↓
ニュートンの第2法則
（運動方程式）
↓
運動
加速度
↓
速度
↓
位置

この2つを
関係づける

力学

物体にはたらいている力
↓
ニュートンの第2法則
（運動方程式）
↓
運動
加速度
↓
速度
↓
位置

この2つを
関係づける

微分 微分 積分 積分

（加速度 ➡ 速度）

$$a(t) = \frac{dv(t)}{dt} \Rightarrow \int a(t)\,dt = \int \frac{dv(t)}{dt}dt \Rightarrow \int a(t)\,dt = \int dv$$

例 $a(t) = a_0$ ：一定（等加速度運動）

$$\int a_0\,dt = \int dv$$

$$a_0t + C_0 = v + C_1$$

$$a_0t + C = v \qquad (C = C_0 - C_1)$$

t=0で $v = v_0$ とすると $c = v_0$

$$\boxed{v = v_0 + a_0t}$$

例 $a(t) = 3t$

$$\int 3t\,dt = \int dv$$

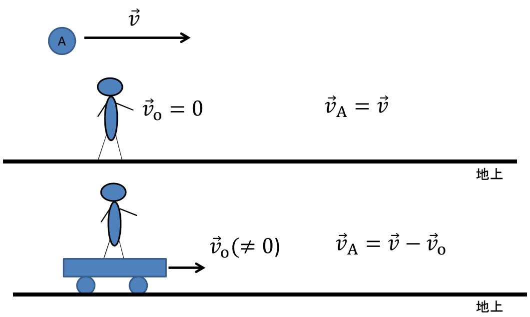
$$\frac{3}{2}t^2 + C_0 = v + C_1$$

$$\frac{3}{2}t^2 + C = v$$

t=0で $v = v_0$ とすると

$$\boxed{v = v_0 + \frac{3}{2}t^2}$$

相対速度 （P39）



（加速度 ➡ 速度）

$$a(t)=\frac{dv(t)}{dt} \Rightarrow \int a(t)\,dt=\int \frac{dv(t)}{dt}dt \Rightarrow \int a(t)\,dt=\int dv$$

例 $a(t)=a_0$:一定（等加速度運動）

$$\int a_0\,dt=\int dv$$

$$a_0t+C_0=v+C_1$$

$$a_0t+C=v \qquad (C=C_0-C_1)$$

t=0で $v=v_0$ とすると $c=v_0$

$$\boxed{v=v_0+a_0t}$$

例 $a(t)=3t$

$$\int 3t\,dt=\int dv$$

$$\frac{3}{2}t^2+C_0=v+C_1$$

$$\frac{3}{2}t^2+C=v$$

t=0で $v=v_0$ とすると

$$\boxed{v=v_0+\frac{3}{2}t^2}$$

（速度 ➡ 位置）

$$v(t)=\frac{dx(t)}{dt} \Rightarrow \int v(t)\,dt=\int \frac{dx(t)}{dt}dt \Rightarrow \int v(t)\,dt=\int dx$$

例 $a(t)=a_0$:一定　t=0で$v=v_0$

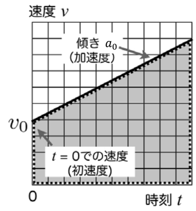
$$\boxed{v=v_0+a_0t}$$

$$\int (v_0+a_0t)\,dt=\int dx$$

$$\frac{1}{2}a_0t^2+v_0t+C=x$$

t=0で $x=x_0$ とすると $c=x_0$

$$\boxed{x=x_0+v_0t+\frac{1}{2}a_0t^2}$$



	等加速度直線運動	等速直線運動
1. 加速度　a:	$a=a_0(=一定)$	$a=0\,\mathrm{m/s^2}$
2. 速度　v:	$v=v_0+a_0t \quad \left(a=\frac{v-v_0}{t}\right)$	$v=v_0=一定$
3. 位置　x:	$x=x_0+v_0t+\frac{1}{2}a_0t^2$	$x=x_0+v_0t$
4. 移動距離　s:	$s=x-x_0=v_0t+\frac{1}{2}a_0t^2$	$s=x-x_0=v_0t$

$v_0=$初速度$(t=0$での速度$)$　　$x_0(t=0$での位置$)$

問4.

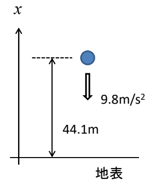
地球表面付近で、すべての物体は下向きに約9.8m/s²で加速して運動する。（重力加速度）

地表から高さ44.1mの位置にある物体を静かに放したところ、物体は下方向に運動した。（ただし、上向きを正の方向とする。）

① 物体を放してから2秒後の物体の速度は何m/sか？

② 物体を放してから2秒後の物体の位置は地表から何mの高さか？

③物体を放してから地表に着くまでの時間は何秒か？



問4.

地球表面付近で、すべての物体は下向きに約9.8m/s²で加速して運動する。（重力加速度）

地表から高さ44.1mの位置にある物体を静かに放したところ、物体は下方向に運動した。（ただし、上向きを正の方向とする。）

① 物体を放してから2秒後の物体の速度は何m/sか？

物体を放した瞬間の時刻 t を 0 とする。

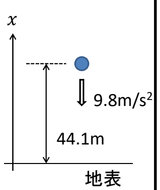
$$a=\frac{dv}{dt} \Rightarrow -9.8=\frac{dv}{dt} \Rightarrow -\int 9.8\,dt=\int dv$$

$$\Rightarrow -9.8t+C=v$$

静かに放した ➡ t=0でv=0 ➡ C=0

$-9.8t=v$ ➡ $v=-9.8\times 2=-19.6$

よって $\boxed{v=-19.6\,\mathrm{m/s}}$



問4.

地球表面付近で、すべての物体は下向きに約9.8m/s²で加速して運動する。（重力加速度）

地表から高さ44.1mの位置にある物体を静かに放したところ、物体は下方向に運動した。（ただし、上向きを正の方向とする。）

② 物体を放してから2秒後の物体の位置は地表から何mの高さか？

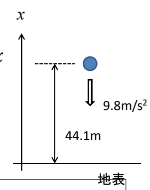
①より

$$v=\frac{dx}{dt}=-9.8t \Rightarrow -\int 9.8t\,dt=\int dx$$

$$\Rightarrow x=-\frac{1}{2}\times 9.8t^2+C$$

t=0でx=44.1m ➡ C=44.1m

$$x=44.1-\frac{1}{2}\times 9.8t^2 \Rightarrow \boxed{x=44.1-\frac{1}{2}\times 9.8\times 2^2=24.5\mathrm{m}}$$



問4.

地球表面付近で、すべての物体は下向きに約9.8m/s²で加速して運動する。
（重力加速度）

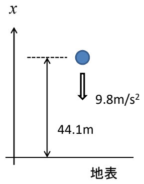
地表から高さ44.1mの位置にある物体を静かに放したところ、物体は下方向に運動した。
（ただし、上向きを正の方向とする。）

③物体を放してから地表に着くまでの時間は何秒か？

$$x = 44.1 - \frac{1}{2} \times 9.8t^2$$

$$0 = 44.1 - \frac{1}{2} \times 9.8t^2$$

$$\boxed{t = \sqrt{\frac{2 \times 44.1}{9.8}} = 3\mathrm{s}}$$

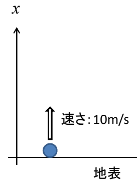


問5.

物体を地表から真上に速さ10m/sで放り上げた。
（ただし、上向きを正の方向とする。）

① 物体を放り上げてから2秒後の物体の速度は何m/sか？

② 物体を放り上げてから2秒後の物体の位置は地表から何mの高さか？



問5.

物体を地表から真上に速さ10m/sで放り上げた。
（ただし、上向きを正の方向とする。）

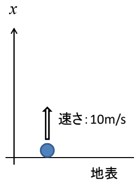
① 物体を放り上げてから2秒後の物体の速度は何m/sか？

$$a = \frac{dv}{dt} \Rightarrow -9.8 = \frac{dv}{dt} \Rightarrow -\int 9.8\,dt = \int dv$$

$\Rightarrow$ $-9.8t + C = v$

$\Rightarrow$ $v = -9.8 \times t + 10$ （t=0でv=10m/s）

$\Rightarrow$ $v = -9.8 \times 2 + 10 = -9.6\mathrm{m/s}$



問5.

物体を地表から真上に速さ10m/sで放り上げた。
（ただし、上向きを正の方向とする。）

② 物体を放り上げてから2秒後の物体の位置は地表から何mの高さか？

$$v = \frac{dx}{dt} = -9.8t + 10$$

$\Rightarrow$ $x = -\frac{1}{2} \times 9.8t^2 + 10t + C$

$\Rightarrow$ $x = -\frac{1}{2} \times 9.8t^2 + 10t$ （t=0でx=0）

$\Rightarrow$ $x = -\frac{1}{2} \times 9.82^2 + 10 \times 2 = 0.4\mathrm{m}$