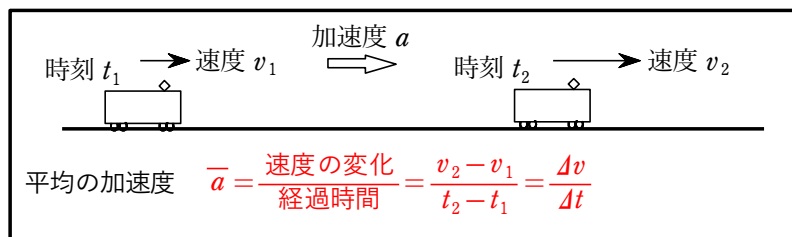


●加速度

加速度：単位時間あたりの速度の変化（記号： a 、単位： m/s^2 ）

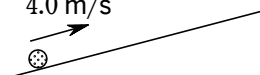


※加速度の向き

加速度も向きと大きさを持つベクトルであるため、正負で向きをあらわす。

- ・ 加速度が正 → 正の向きで速さが増している or 負の向きで速さが減っている
- ・ 加速度が負 → 正の向きで速さが減っている or 負の向きで速さが増している

例題1 右図のようになめらかな（まさつがない）斜面にそって小球を 4.0 m/s 運動させた。小球は時刻 0 s のとき、斜面上向きに 4.0 m/s 、
時刻 6.0 s のとき、斜面下向きに 2.0 m/s で運動した。斜面にそって上向きを正の向きとする。



(1) 小球は 0 s から 6.0 s の間、どのような運動をしたか。

(2) 0 s から 6.0 s 間の小球の加速度を求めよ。この間の加速度は一定であったとする。

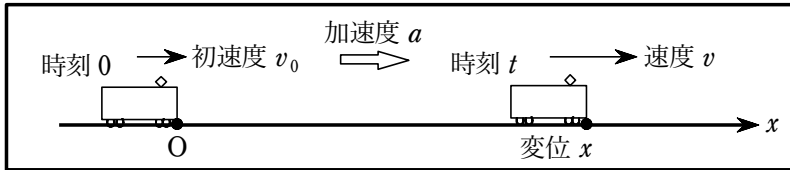
(1) はじめ斜面上向きに運動しながら減速し、最高点で一瞬静止した後、斜面下向きに速さを増しながら運動した。

$$(2) \quad a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{-2.0 - 4.0}{6.0 - 0} = \underline{\underline{-1.0 \text{ m/s}^2}}$$

●等加速度直線運動

等加速度直線運動：一直線上を一定の加速度で進む運動

最初 ($t=0$ [s]) のときの物体の位置を原点 O とする。物体が運動している向きを正として x 軸をとる。最初のを速度を v_0 [m/s] で表し、**初速度** という。その後、一定の加速度 a [m/s²] で運動し、時刻 t [s] のときの物体の変位を x [m] とする。



加速度 a は単位時間 (1 s) あたりの速度の変化を表すので、時間 t の間に速度は at だけ変化する。そのため、時刻 t のときの速度 v は、 $v = \text{初速度} + \text{速度変化}$ なので、

$$v = v_0 + at \quad \cdots \text{①}$$

となる。

等加速度直線運動の $v-t$ 図 (速度と時間のグラフ) は、右図のように、傾いた直線になり、その**傾きが加速度 a** を表す。また、**変位はグラフと t 軸で囲まれた部分の面積**と等しいので、

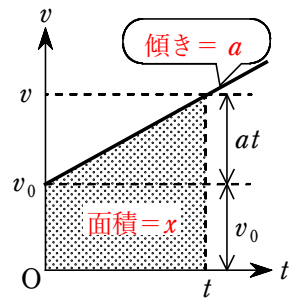
$$x = \text{長方形の面積} + \text{三角形の面積} = v_0 \times t + \frac{1}{2} \times t \times at$$

$$\text{よって、} \quad x = v_0 t + \frac{1}{2} at^2 \quad \cdots \text{②}$$

※この x は $t=0$ のときからの変位を表す。

$$\text{また、①、②式より } t \text{ を消去すると } \quad v^2 - v_0^2 = 2ax \quad \cdots \text{③}$$

が得られる。(導出方法は教科書 P.21 に載っています)



3 つとも覚える

等加速度直線運動の 3 公式

$$v = v_0 + at \quad \cdots \text{①}$$

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

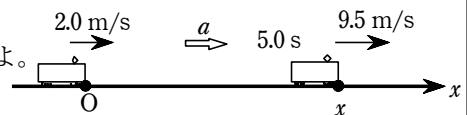
$$v^2 - v_0^2 = 2ax \quad \cdots \text{③}$$

わかっている値を代入すると
求めたい値だけが文字で残る
公式を使う。

例題 2 右向きに 2.0 m/s で運動していた電車が、一定の加速度 a で運動し、5.0 s 後に右向きに 9.5 m/s になった。

(1) このときの加速度 a の向きと大きさを求めよ。

(2) この間の電車の変位 x を求めよ。



(1) **右向きを正**とする。

a を求めたいので、 a が入っている公式 3 つとも使える可能性があるが、わかっている値は、

$v_0=2.0\text{ m/s}$ 、 $v=9.5\text{ m/s}$ 、 $t=5.0\text{ s}$ の3つなので、わかっていない x が必要な②、③の公式は使えない。そのため、①の公式 $v=v_0+at$ より、

$$9.5=2.0+a \times 5.0 \quad a=\frac{9.5-2.0}{5.0}=\frac{7.5}{5.0}=+1.5\text{ m/s}^2 \quad \text{よって、右向き } 1.5\text{ m/s}^2$$

(2) x を求めたいので、 x が入っている公式②、③が使える可能性がある。わかっている値は、 $v_0=2.0\text{ m/s}$ 、 $v=9.5\text{ m/s}$ 、 $t=5.0\text{ s}$ 、 $a=1.5\text{ m/s}^2$ の4つなので、②、③どちらでも x を求めることができる。

$$\text{②の公式} \quad x=v_0 t+\frac{1}{2}at^2=2.0 \times 5.0+\frac{1}{2} \times 1.5 \times 5.0^2=10+18.75=28.75 \div +29\text{ m}$$

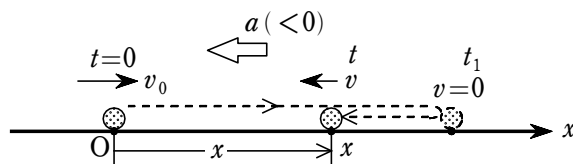
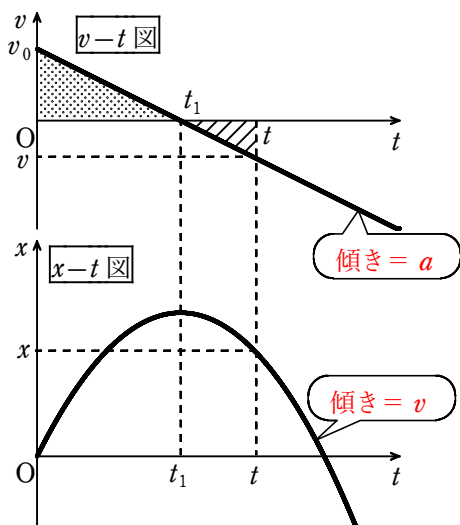
よって、右向き 29 m

または、③の公式 $v^2-v_0^2=2ax$ より

$$9.5^2-2.0^2=2 \times 1.5 \times x \quad x=\frac{90.25-4.0}{2 \times 1.5}=\frac{86.25}{3.0}=28.75 \div +29\text{ m}$$

※加速度が負の等加速度直線運動

はじめ正の向きで減速して一瞬静止し、その後負の向きに速さを増しながら動く運動



$v-t$ 図

t 軸より上の部分の面積=正の方向の変位

t 軸より下の部分の面積=負の方向の変位

時刻 t の時の変位

$$x = \text{上の面積} - \text{下の面積}$$

物体が x 軸正の向きに最もはなれる時刻 t_1 は、速度が 0 ($v=0$) になるとき

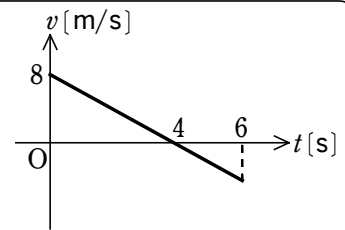
$$v=v_0+at \quad \text{より} \quad 0=v_0+at_1 \quad \boxed{t_1=-\frac{v_0}{a}}$$

物体がはじめの位置 (原点 O 、 $x=0$) に戻ってくる時刻 t_2 は、

$$x=v_0 t+\frac{1}{2}at^2 \quad \text{より} \quad 0=v_0 t_2+\frac{1}{2}at_2^2 \quad at_2^2+2v_0 t_2=0 \quad t_2(at_2+2v_0)=0$$

$$t_2=0, -\frac{2v_0}{a} \quad t_2>0 \text{ なので、} \quad \boxed{t_2=-\frac{2v_0}{a}} \quad (\text{ただし、} a<0)$$

例題3 グラフは一直線上を運動する物体の速度 v [m/s] と時刻 t [s] の関係を表したものである。物体は時刻 0 s のときに原点 O ($x=0$) を通過した。右向きを正とする。



- (1) この物体の加速度 a [m/s²] を求めよ。
- (2) $t=2.0$ [s] のときのこの物体の変位を求めよ。
- (3) この物体が原点 O から右向きに最もはなれる時刻とそのときの変位を求めよ。
- (4) $t=6.0$ [s] のときのこの物体の変位を求めよ。
- (5) $t=0$ から 6.0 [s] のまでの間のこの物体の道のりを求めよ。

(1) 加速度は $v-t$ 図の傾きで示されるので、 $a = \frac{0-8}{4-0} = -2.0$ [m/s²]

加速度はベクトルなので向きと大きさを答える。－は左向きであることを示すので、答えは
左向き 2.0 m/s²

(2) $x = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$ より、 $x = 8 \times 2.0 + \frac{1}{2} \times (-2.0) \times 2.0^2 = 16 + (-4.0) = +12$ m

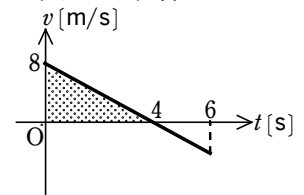
変位はベクトルなので向きと大きさを答える。＋は右向きであることを示すので、答えは
右向き 12 m

- (3) 速度が正である $0 \sim 4$ s の間、この物体は正の向き（右向き）に動く。 $4 \sim 6$ s の速度が負である間、この物体は負の向き（左向き）動く。よって、この物体が右向きに最も離れるのは、速度が 0 （正から負に変わる）になるときである。よって、求める時刻は **4.0 s**

変位は $x = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$ より、 $x = 8 \times 4.0 + \frac{1}{2} \times (-2.0) \times 4.0^2 = 32 + (-16) = +16$ m

変位はベクトルなので向きと大きさを答える。＋は右向きであることを示すので、答えは
右向き 16 m

別解) 変位は $v-t$ 図の面積で表されるので、求める変位は右図の網掛け部分の三角形の面積 $\frac{1}{2} \times 4 \times 8 = 16$ m と等しい。 t 軸より上の

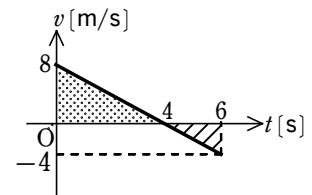


部分の面積は正の向き（右向き）の変位なので、求める変位は、**右向き 16 m**

(4) $x = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$ より、 $x = 8 \times 6.0 + \frac{1}{2} \times (-2.0) \times 6.0^2 = 48 + (-36) = +12$ m

＋は右向きであることを示すので、答えは **右向き 12 m**

別解) 変位は $v-t$ 図の面積で表される。 t 軸より上の部分の面積 $\frac{1}{2} \times 4 \times 8 = 16$ m は正の向き（右向き）の変位を示す。



また、 t 軸より下の部分の面積 $\frac{1}{2} \times (6-4) \times 4.0 = 4.0$ m は負の向き（左向き）の変位を示すので、求める変位は $16 - 4.0 = +12$ m。＋は右向きを示すので、**右向き 12 m**

- (5) (4)の別解で $v-t$ 図の面積から、 $0 \sim 4$ s では 16 m、 $4 \sim 6$ s では 4.0 m 動いているので、求める道のりは、 $16 + 4.0 = \mathbf{20\ m}$