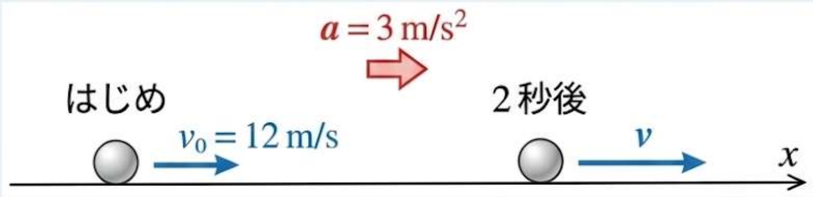
No.3 等加速度運動とv-tグラフ

1. 等加速度運動①　x軸上を正の加速度で等加速度直線運動する物体について、次の問いに答えよ。例題にならって状況を図示し、速度ベクトルを作図せよ。

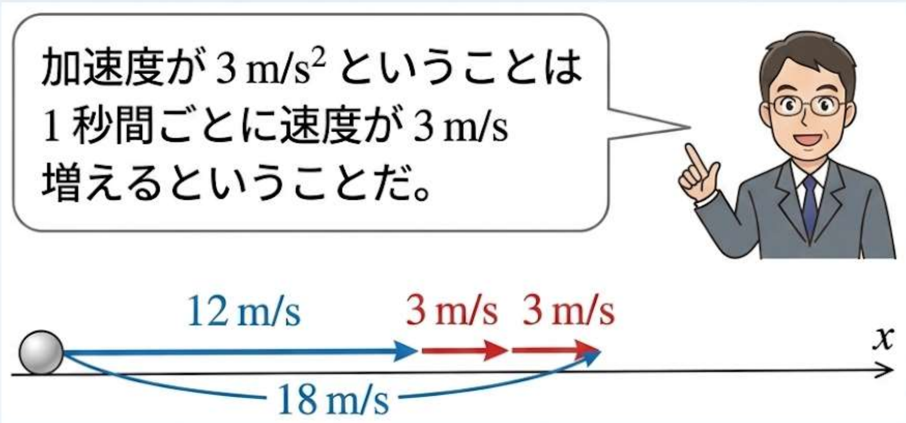
例題　加速度 **3 m/s²** のとき，初速度 **12 m/s** で原点を通過してから **2** 秒後の速度 v〔m/s〕を求めよ。

解



$a=3\ \mathrm{m/s^2}$，$v_0=12\ \mathrm{m/s}$，$t=2\ \mathrm{s}$　より

$v=v_0+at=12+3\times2=\mathbf{18\ m/s}$



(1) 加速度2m/s²のとき、初速度12m/sで原点を通過してから3秒後の速度 v [m/s]を求めよ。

(2) 静止していた物体が加速度3.5m/s²で運動をはじめた。4.0秒後の速度v[m/s]を求めよ。

(3) 初速度15m/sで原点を通過してから3.0秒後の速度が48m/sとなった。加速度a[m/s²]を求めよ。

(4) 初速度8.0m/sで原点を通過してから6.0秒後の速度が17.0m/sとなった。加速度a[m/s²]を求めよ。

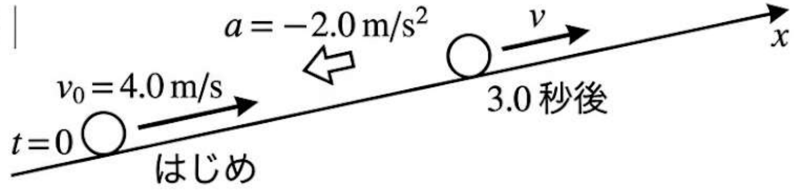
(5) 加速度3.0m/s²のとき、原点を通過してから7.0秒後の速度が35m/sとなった。初速度v_0[m/s]を求めよ。

(6) 加速度2.4m/s²のとき、原点を通過してから5.0秒後の速度が46m/sとなった。初速度v_0[m/s]を求めよ。

2. 等加速度運動② x軸上を負の加速度で等加速度直線運動する物体について、次の問いに答えよ。

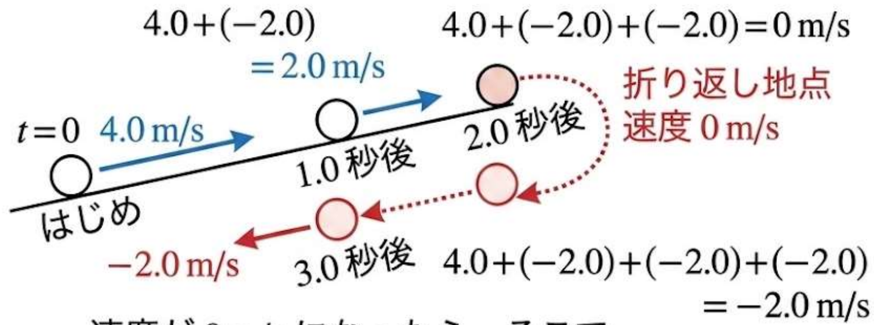
例題 物体は斜面にそった x 軸上を加速度 $-2.0\,\mathrm{m/s^2}$ で運動する。初速度 4.0 m/s で原点を通過してから 3.0 秒後の速度 v [m/s] を求めよ。

解答



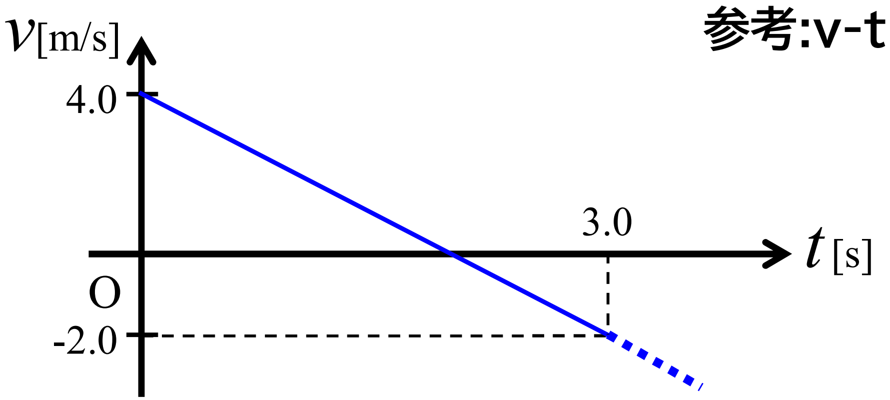
$a=-2.0\,\mathrm{m/s^2}$, $v_0=4.0\,\mathrm{m/s}$, $t=3.0\,\mathrm{s}$ より

$$v=v_0+at=4.0+(-2.0)\times3.0=\boxed{\mathbf{-2.0\,m/s}}$$



速度が 0 m/s になったら、そこで折り返し、その後、速度は負になる。

参考:v-t図



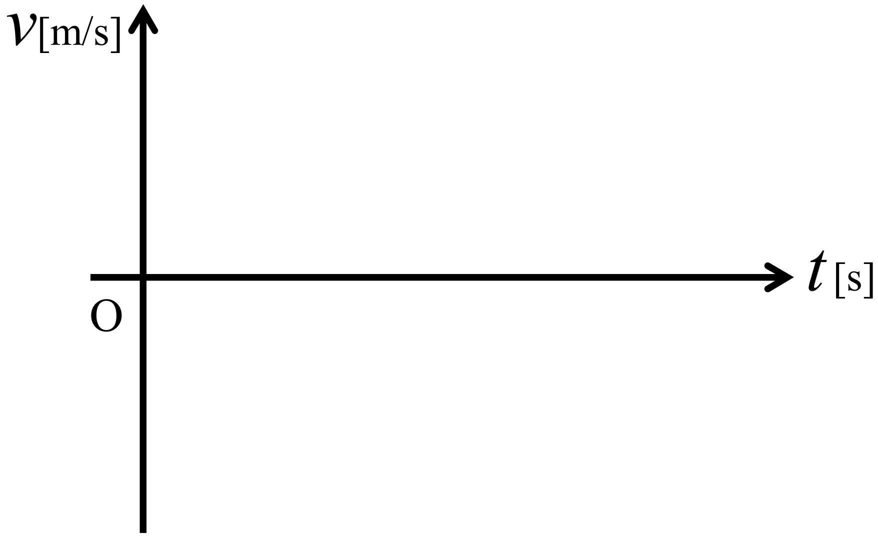
（1）物体は斜面にそったx軸上を加速度$-2.5\,\mathrm{m/s^2}$で運動する。初速度5.0m/sで原点を通過した。

（a）1.0秒後の速度v_1[m/s]を求めよ。

（b）2.0秒後の速度v_2[m/s]を求めよ。

（c）3.0秒後の速度v_3[m/s]を求めよ。

（d）v-t図を作成し、3.0秒後の移動距離と変位を求めよ。



移動距離　　　　　　変位

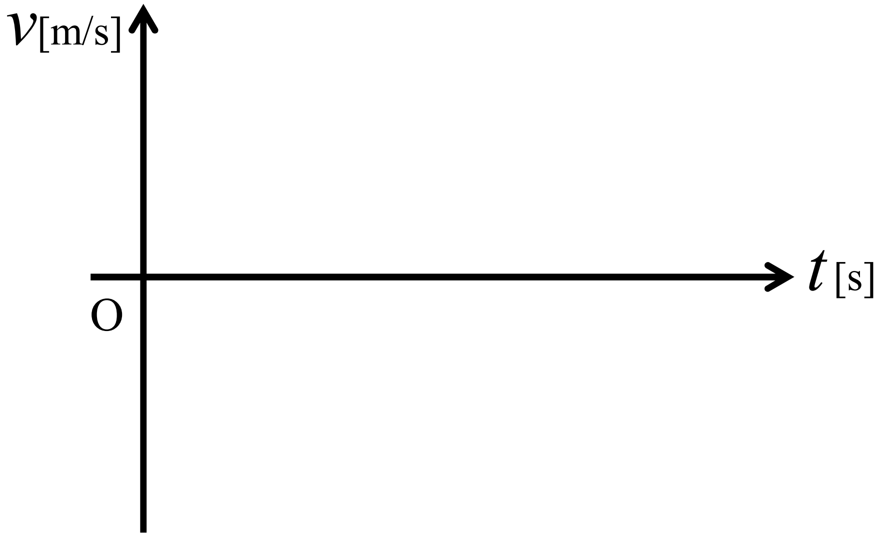
（2）物体は斜面にそったx軸上を加速度$-3.0\,\mathrm{m/s^2}$で運動する。初速度18m/sで原点を通過した。

（a）4.0秒後の速度v_1[m/s]を求めよ。

（b）8.0秒後の速度v_2[m/s]を求めよ。

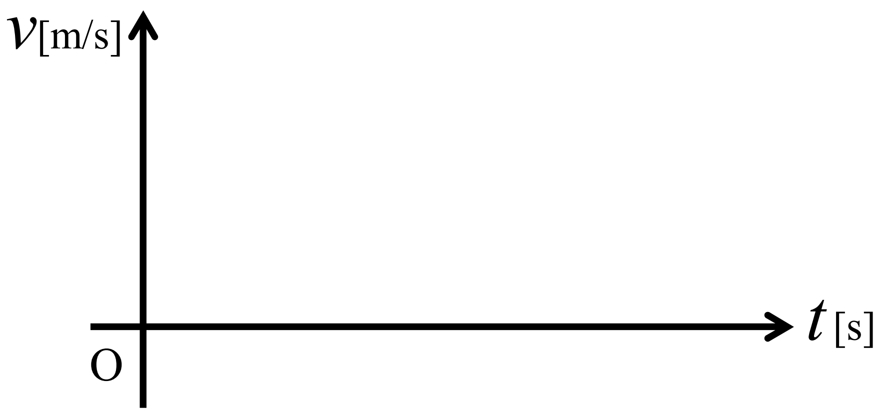
（c）12.0秒後の速度v_3[m/s]を求めよ。

（d）v-t図を作成し、12.0秒後の移動距離と変位を求めよ。

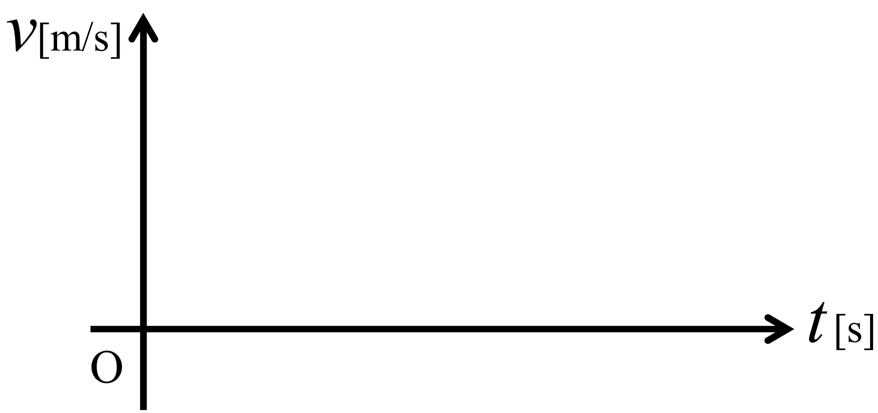


移動距離　　　　　　変位

（3） 初速度49m/sで原点を通過してから3.0秒後の速度が13m/sとなった。v-t図を作成し加速度a[m/s^2]を求めよ。

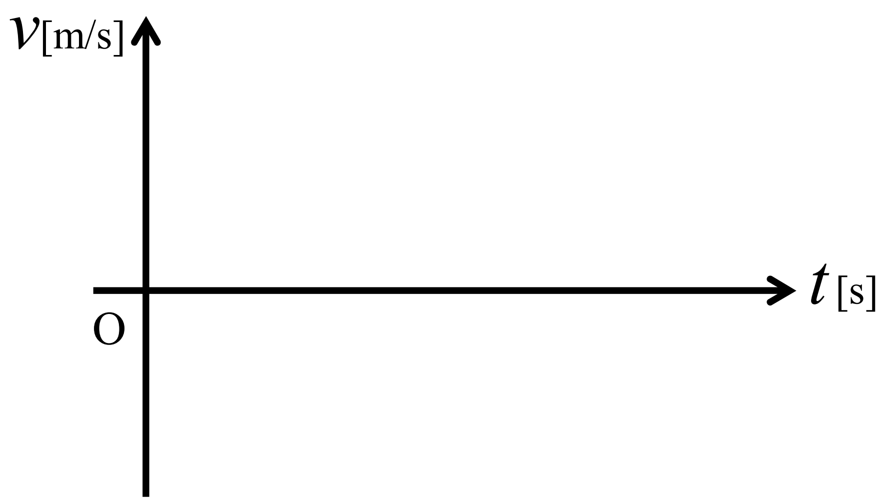


（4） 初速度8.0m/sで原点を通過してから4.0秒後に一瞬停止した。v-t図を作成し加速 a[m/s^2]を求めよ。



（5） 加速度ー6.0m/s^2のとき、原点を通過してから5.0秒後の速度が12m/sとなった。
v-t図を作成し、初速度v_0[m/s]を求めよ。

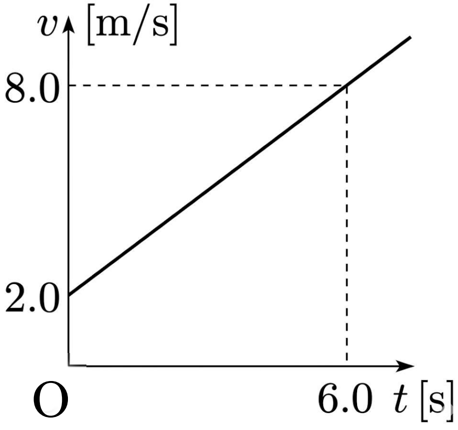
（6） 加速度ー1. 5m/s^2のとき、原点を通過してから4.0秒後の速度が－2.0m/sとなった。
v-t図を作成し、初速度v_0[m/s]を求めよ。



時間調整の問題：時間に余裕のある人は取り組んでください。

1 x軸上を一定の加速度で運動する物体について、次の問いに答えよ。ただし、原点Oをはじめに正の向きに通過する時刻をt=0[s]とする。また、変位や速度、加速度の向きは、符号で示せ。

（1）図は、物体Aの速度v[m/s]と時刻t[s]の関係を表したグラフである。



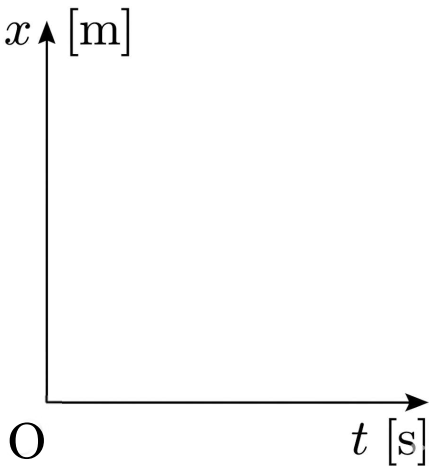
① Aの加速度を求めよ。

____

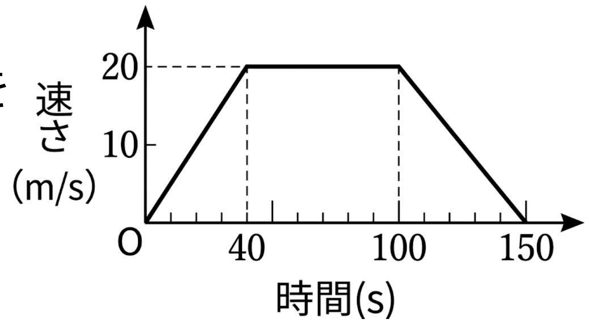
② t=8.0[s]でのAの原点Oからの変位を求めよ。

____

③ Aの原点Oからの変位x[m]と時刻t[s]の関係を表したグラフをかけ。ただし、0[s]≦t≦6.0[s]とし、t=2.0[s]、t=4.0[s]、t=6.0[s] でのxの値はグラフに記入すること。



2 図は、電車がA駅を出てから直線状線路を通ってB駅に着くまでの、速さと時間の関係を示すグラフである。



（1）A駅を出てから40秒間に進んだ距離は何mか。

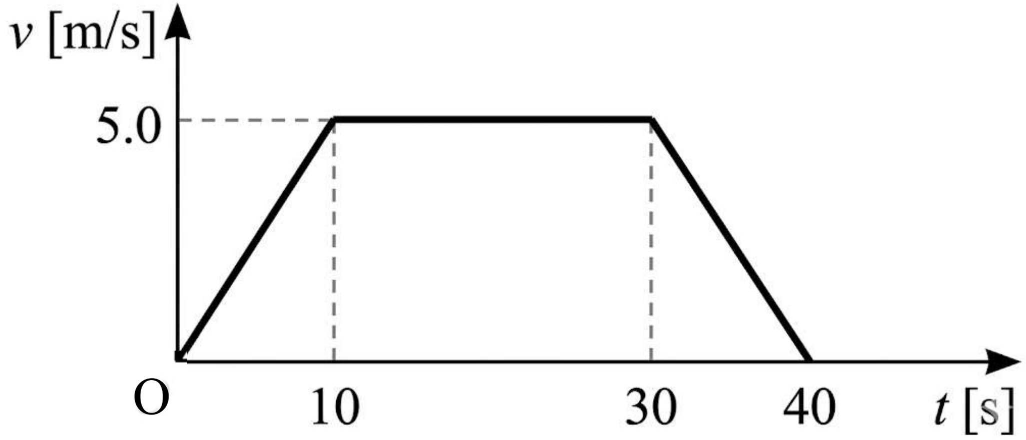
____

（2）A駅とB駅の距離は何mか。

____

（3）A駅を出てからB駅に着くまでの、加速度と経過時間の関係を示すグラフ（a-t図）をつくれ。

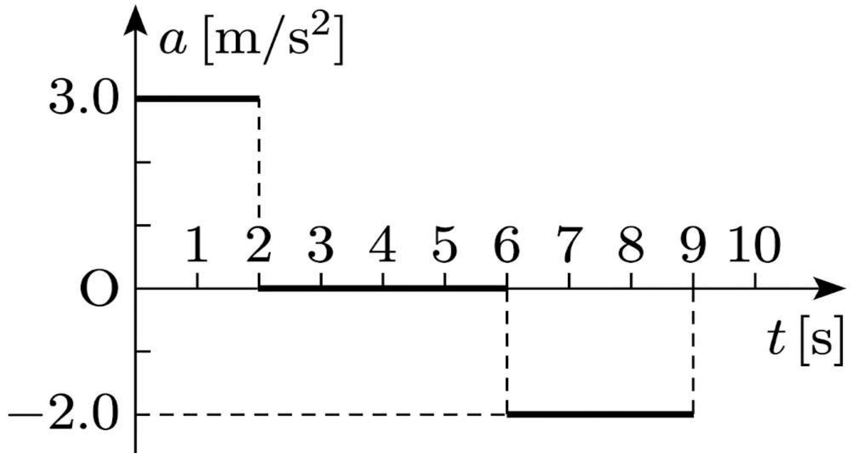
3 図は、エレベータが上昇するときの速度と時間の関係を表すv-t図である。



(1) この運動の、加速度と時間の関係を表すa-t図をつくれ。

(2) このエレベーターが40秒間に上昇した高さh[m]を求めよ。

4 図は、止まっていたエレベーターが上昇し、停止するまでの加速度a[m/s^2]の時間変化を表したグラフである。



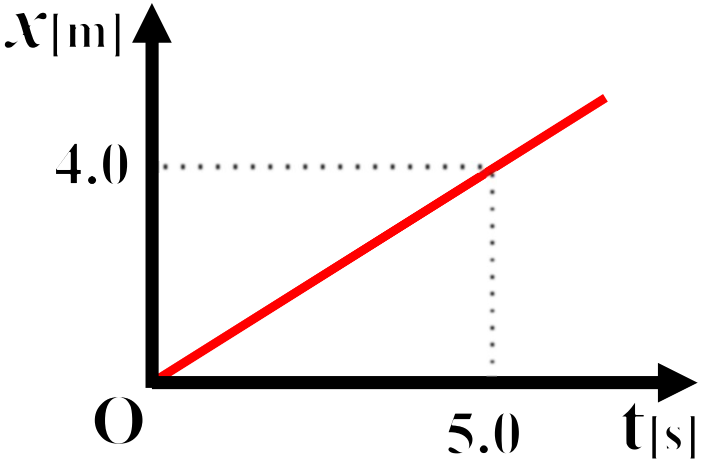
(1) この運動の、速度v[m/s]と時間t[s]との関係をグラフに表せ。

(2) 9.0秒間にエレベーターが上昇した高さhは何mか。

※前回のプリントを持ってない人用

例題1 x-t 図とv-t 図

図は一直線上を運動する物体の、移動距離x[m]と経過時間t[s]の関係を表したグラフ(x-t 図)である。



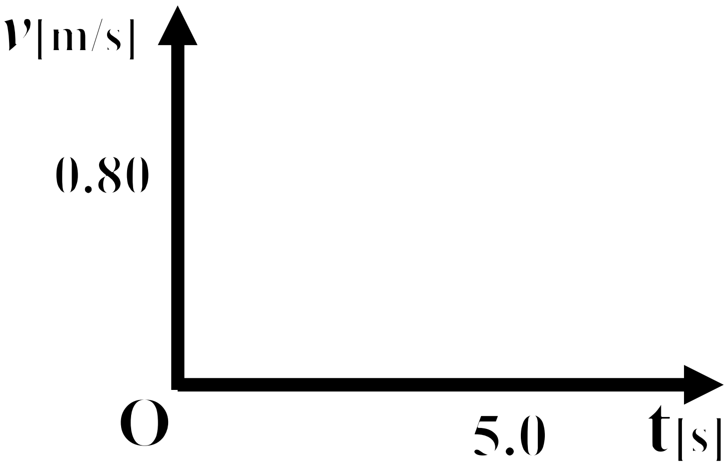
(1) この物体の速さは何m/s か。

x-t 図における直線の傾きが速さを表すので、

求める速さをv とすると、

(答) ______________________

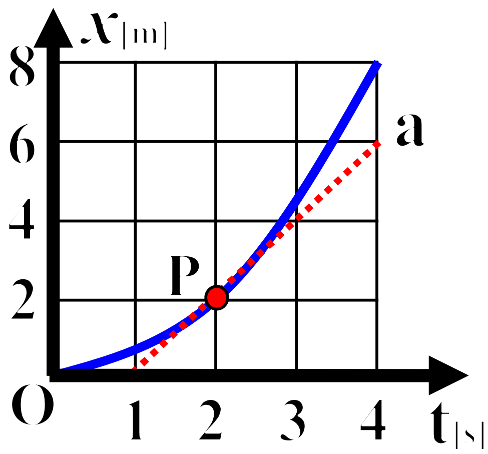
(2) 物体の速さ v [m/s] と経過時間 t[s]との関係を表すグラフ(x-t 図)をかけ。



物体の速さは0.80m/sで一定である。よって x-t 図は右の図のようになる。

例題2 平均の速度と瞬間の速度

図は、x軸上を運動する物体の位置x[m]と経過時間t[s]の関係を表している。図の直線aは、点Pにおける接線である。



(1) 時刻2.0~4.0秒の間の平均の速度vは何m/sか。

$\overline{v}=$ ―――― $=$

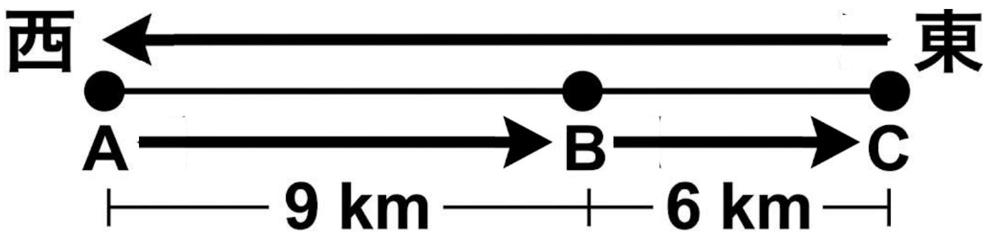
(2) 時刻2.0秒における瞬間の速度v は何m/sか。

$v=$ ―――― $=$

5. 平均の速度　東西にまっすぐにのびる線路でつながれたA駅・B駅・C駅がある。

　A駅で乗った電車は、5分後に9km離れたB駅に到着して1分間停車した後、B駅を出発し、4分後に6km離れたC駅に到着した。その後、自動車でC駅を出発し、線路と平行な道路を西向きに走り、20分後にA駅に戻った。次の問いに答えよ。

　なお、有効数字については考えなくてよい。



【例題】 A駅からB駅までの電車の平均の速度は、何km/hか。また、それは何m/sか。

解 1 km＝1000 m，1 min＝$\frac{1}{60}$ h，1 min＝60 s なので，

$9 \div \frac{5}{60} = 108$〔km/h〕　　$9000 \div 300 = 30$〔m/s〕

東向きに 108 km/h，東向きに 30 m/s

(1) B駅からC駅までの電車の平均の速度は何km/hか。また、それは何m/sか。

km/h、　　　　m/s

(2) A駅からC駅までの、停車を含む電車の平均速度は何km/hか。また、それは何m/sか。

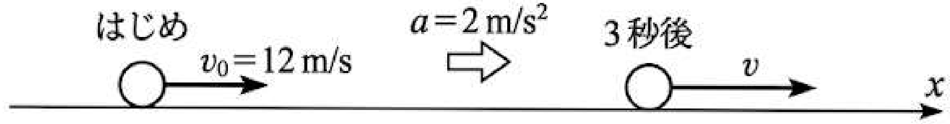
km/h、　　　　m/s

(3) C駅からA駅までの、自動車の平均の速度は何km/hか。また、それは何m/sか。

km/h、　　　　m/s

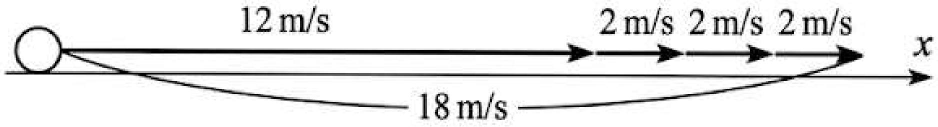
1

(1)

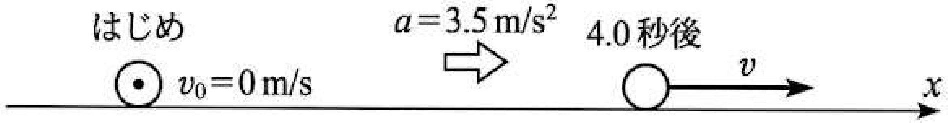


$a=2$ m/s^2, $v_0=12$ m/s, $t=3$ s より

$v=v_0+at=12+2\times3=$ **18 m/s**

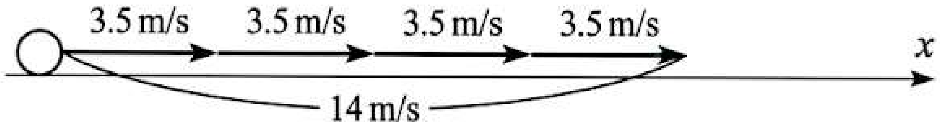


(2)

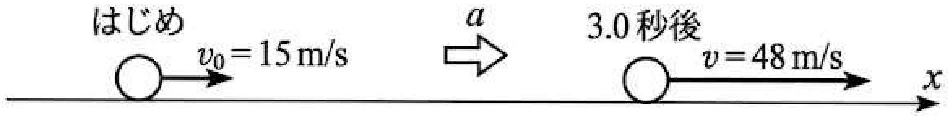


「静止していた」とあるので，初速度 $v_0=0$ m/s と読みとれる．また $a=3.5$ m/s^2, $t=4.0$ s より

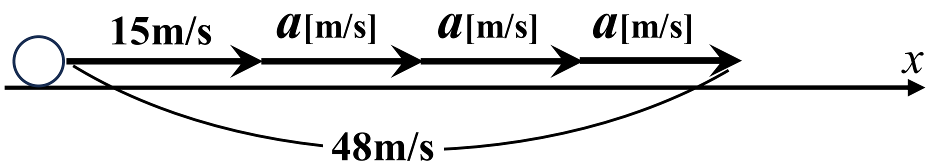
$v=v_0+at=0+3.5\times4.0=$ **14 m/s**



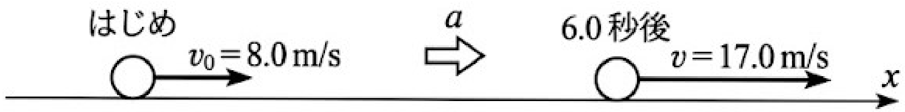
(3)



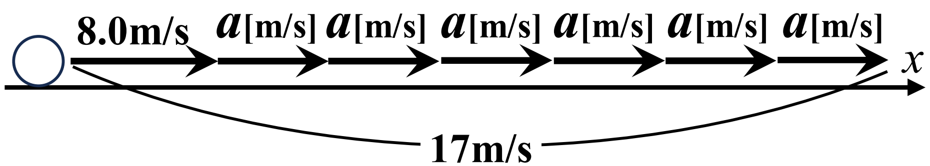
$v_0=15$ m/s, $t=3.0$ s, $v=48$ m/s を $v=v_0+at$ に代入して　$48=15+a\times3.0$　　よって　$\boldsymbol{a=11}$ **m/s^2**



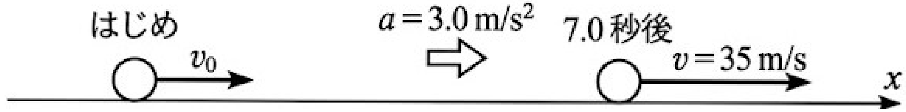
(4)



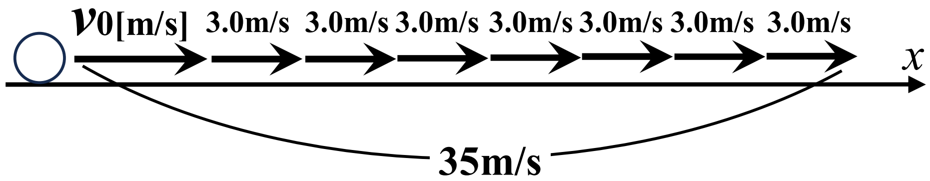
$v_0=8.0$ m/s, $t=6.0$ s, $v=17.0$ m/s を $v=v_0+at$ に代入して　$17.0=8.0+a\times6.0$　よって　$\boldsymbol{a=1.5}$ **m/s^2**



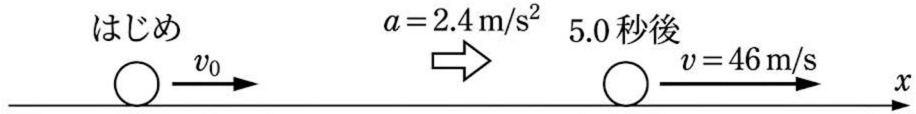
(5)



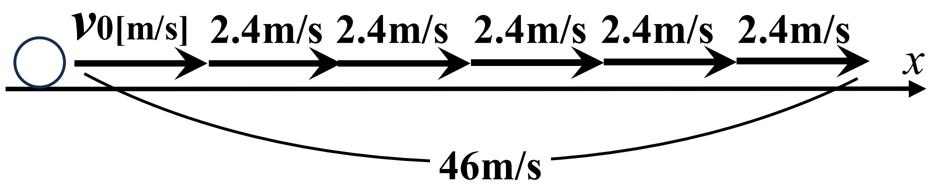
$a=3.0$ m/s^2, $t=7.0$ s, $v=35$ m/s を $v=v_0+at$　に代入して　$35=v_0+3.0\times7.0$　　よって　$v_0=$ **14 m/s**



(6)



$a=2.4$ m/s^2, $t=5.0$ s, $v=46$ m/s を $v=v_0+at$ に代入して　$46=v_0+2.4\times5.0$　　よって　$v_0=$ **34 m/s**



2 (1) $a=-2.5\,\mathrm{m/s^2}$, $v_0=5.0\,\mathrm{m/s}$ である。

(a) $t=1.0\,\mathrm{s}$ では　$v=v_0+at$ より

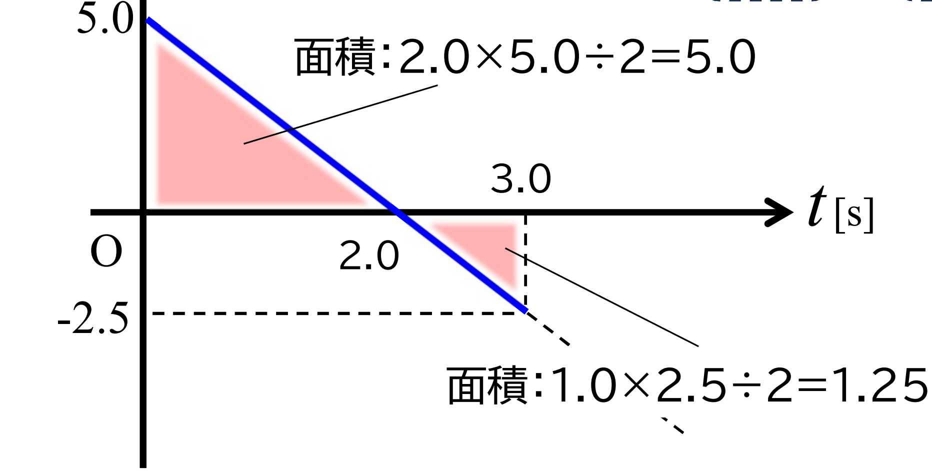
$v_1=5.0+(-2.5)\times1.0=\mathbf{2.5\,m/s}$

(b) $t=2.0\,\mathrm{s}$ では $v_2=5.0+(-2.5)\times2.0=\mathbf{0\,m/s}$

(c) $t=3.0\,\mathrm{s}$ では $v_3=5.0+(-2.5)\times3.0=\mathbf{-2.5\,m/s}$

(d) 移動距離は、v-t図で囲まれた2つの三角形の面積の和  + 

変位は、v-t図で囲まれた2つの三角形の面積の差  − 



移動距離　：5. 0＋1. 25＝6. 25≒6. 3m

変位　　　：5. 0−1. 25＝3. 75≒3. 8m

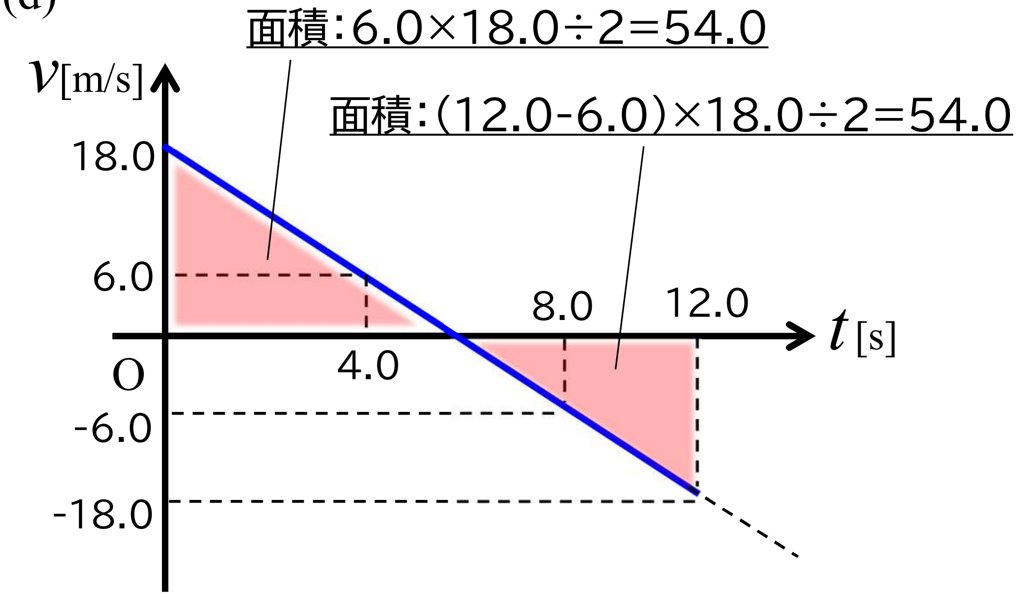
(2) $a=-3.0\,\mathrm{m/s^2}$, $v_0=18\,\mathrm{m/s}$ である。

(a) $t=4.0\,\mathrm{s}$ では　$v_1=18+(-3.0)\times4.0=\mathbf{6\,m/s}$

(b) $t=8.0\,\mathrm{s}$ では　$v_2=18+(-3.0)\times8.0=\mathbf{-6\,m/s}$

(c) $t=12.0\,\mathrm{s}$ では $v_3=18+(-3.0)\times12.0=\mathbf{-18\,m/s}$

(d)



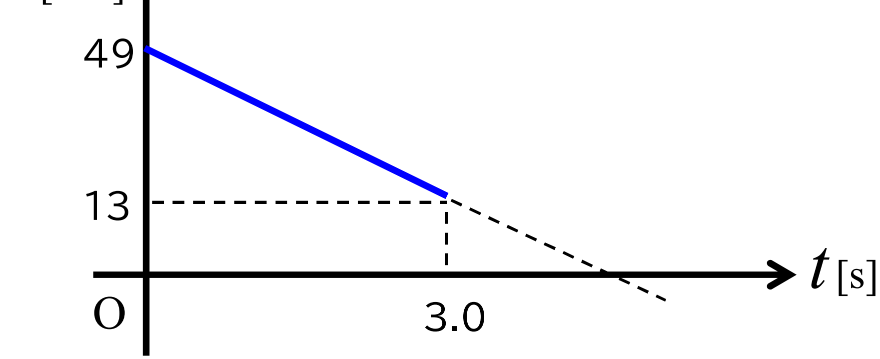
移動距離　：54. 0＋54. 0＝ 108.0m

変位　　　：54. 0−54. 0＝　0m

(3) $v_0=49\,\mathrm{m/s}$, $t=3.0\,\mathrm{s}$, $v=13\,\mathrm{m/s}$ より

$13=49+a\times3.0$　　よって　$a=\mathbf{-12\,m/s^2}$

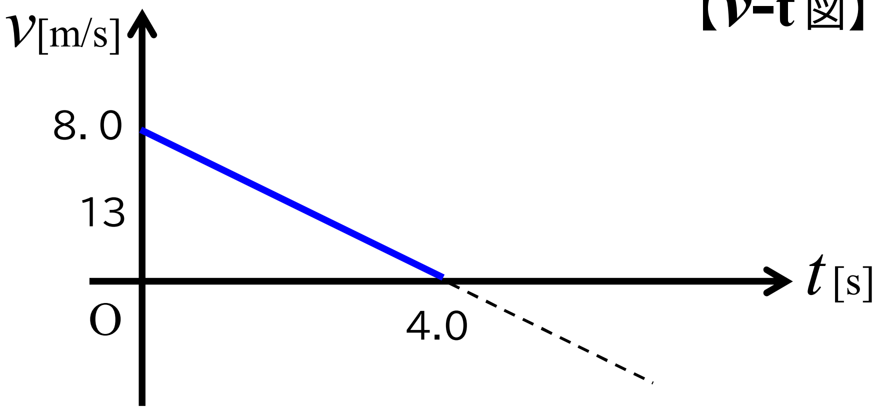
【v-t 図】



(4) $v_0=8.0\,\mathrm{m/s}$，$t=4.0\,\mathrm{s}$，$v=0\,\mathrm{m/s}$ より

$0=8.0+a\times4.0$　　よって　$a=\mathbf{-2.0\,m/s^2}$

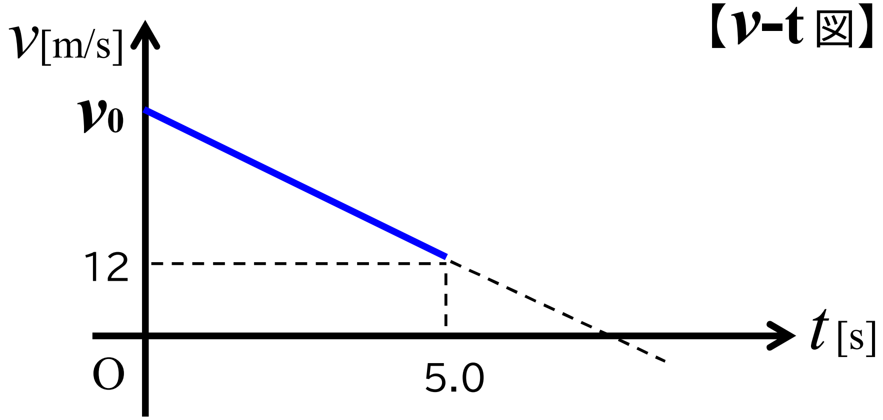
【v-t 図】



(5) $a=-6.0\,\mathrm{m/s^2}$，$t=5.0\,\mathrm{s}$，$v=12\,\mathrm{m/s}$ より

$12=v_0+(-6.0)\times5.0$　　よって　$v_0=\mathbf{42\,m/s}$

【v-t 図】

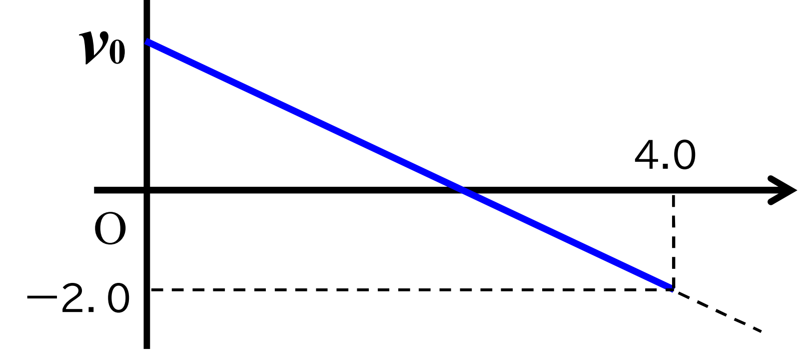


(6) $a=-1.5\,\mathrm{m/s^2}$，$t=4.0\,\mathrm{s}$，$v=-2.0\,\mathrm{m/s}$ より

$-2.0=v_0+(-1.5)\times4.0$　　よって　$v_0=\mathbf{4.0\,m/s}$

v-t 図は右上

【v-t 図】



時間調整の問題

1

(1)①　$a=\dfrac{(+8.0)-(+2.0)}{6.0-0}=\dfrac{+6.0}{6.0}=+1.0[\mathrm{m/s^2}]$

答　$+1.0\,\mathrm{m/s^2}$

②　変位を $x\,[\mathrm{m}]$ として，

$x=(+2.0)\times8.0+\dfrac{1}{2}\times(+1.0)\times8.0^2$

$=(+16)+(+32)=+48[\mathrm{m}]$

答　$+48\,\mathrm{m}$

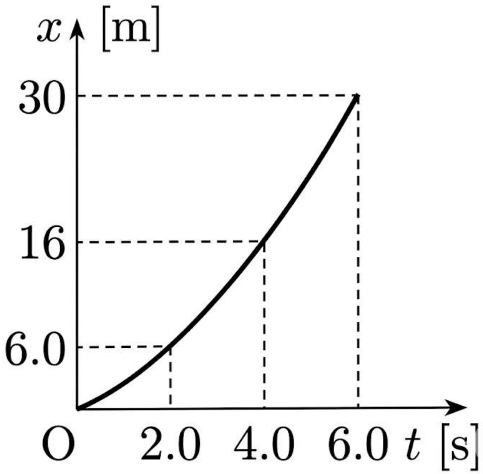
③　時刻 $t\,[\mathrm{s}]$ と変位 $x\,[\mathrm{m}]$ の関係は，$x=2.0t+\dfrac{1}{2}t^2$

$t=2.0[\mathrm{s}]$ のとき，$x=2.0\times2.0+\dfrac{1}{2}\times2.0^2=+6.0[\mathrm{m}]$

$t=4.0[\mathrm{s}]$ のとき，$x=2.0\times4.0+\dfrac{1}{2}\times4.0^2=+16[\mathrm{m}]$

$t=6.0[\mathrm{s}]$ のとき，$x=2.0\times6.0+\dfrac{1}{2}\times6.0^2=+30[\mathrm{m}]$

答



2

（1） 0秒から40秒までの グラフが t 軸と囲む面積を

求めて $\frac{1}{2}40\times20=4.0\times10^2\mathrm{m}$

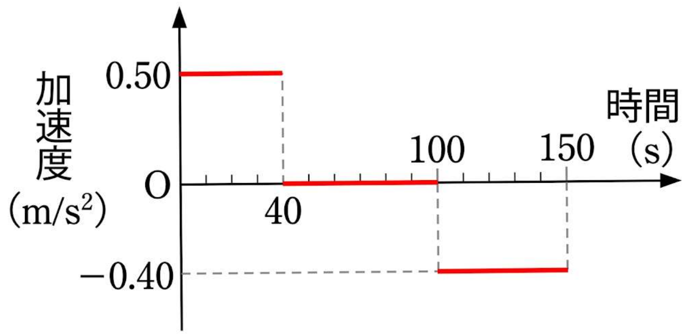
（2）（1）と同様にして $\frac{1}{2}\times\overset{\text{上底}}{(60}+\overset{\text{下底}}{150)}\times\overset{\text{高さ}}{20}=\overset{\text{台形部分の面積}}{2.1\times10^3\mathrm{m}}$

（3） $v-t$ 図の直線の傾きから加速度を求める。

$0\sim40\mathrm{s}$ ： $\frac{20}{40}=0.50\mathrm{m/s^2}$

$40\sim100\mathrm{s}$ ： $0\mathrm{m/s^2}$ （等速直線運動）

$100\sim150\mathrm{s}$ ： $\frac{0-20}{50}=-0.40\mathrm{m/s^2}$　答えは下図



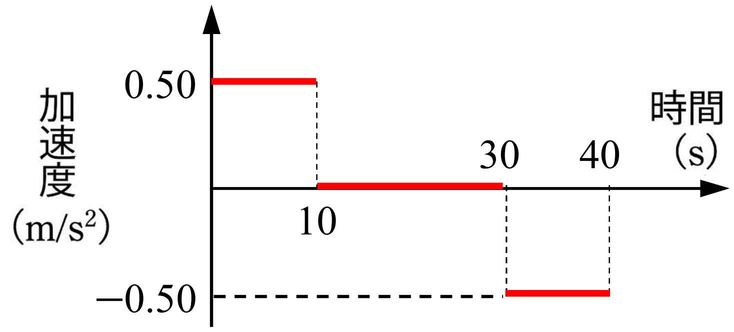
3

（1） v-t 図の直線の傾きから加速度を求める。

$0\sim10\mathrm{s}$ ： $\frac{5.0}{10}=0.50\mathrm{m/s^2}$

$10\sim30\mathrm{s}$ ： $0\mathrm{m/s^2}$ （等速直線運動）

$30\text{-}40\mathrm{s}$ ： $\frac{0-5.0}{10}=-0.50\mathrm{m/s^2}$　答えは下図



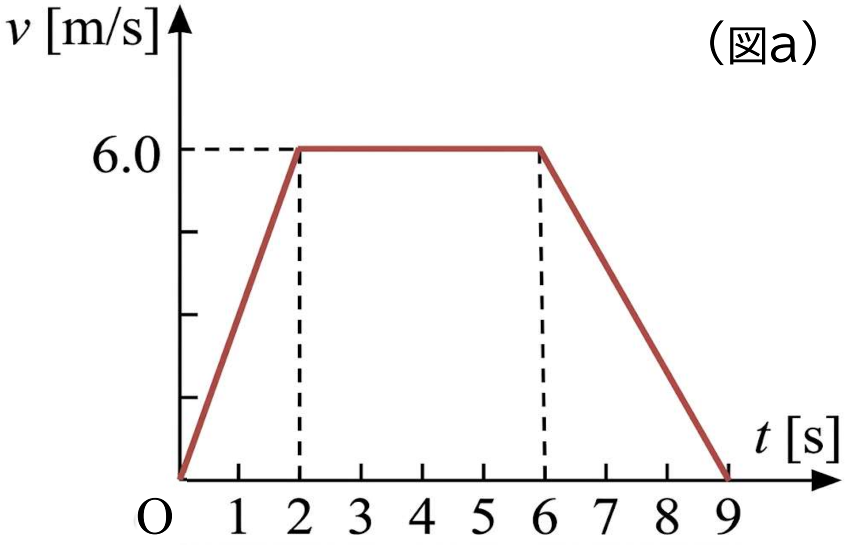
（2） v-t 図のグラフとt軸で囲まれた台形の面積を求める。

$\frac{1}{2}\times(20+40)\times5.0=\mathbf{1.5\times10^2m}$

4

(1) v–t 図（図a）

- 0 ～ 2.0s 間：初速度 0m/s，傾き（加速度）3.0m/s^2 の直線
- 2.0 ～ 6.0s 間：$t=2.0$s での速度
  $v=at=3.0\times2.0=6.0\text{m/s}$
  より，$v=6.0$m/s，傾き 0m/s^2 の直線
- 6.0 ～ 9.0s 間：$t=6.0$s での速度 6.0 m/s，傾き -2.0m/s^2 の直線



(2) $v-t$ 図（図 a）の台形の面積がエレベーターのーターの上昇した高さ h を表す。

$$h=\frac{1}{2}\times(4.0+9.0)\times6.0=39\text{m}$$

5. 平均の速度

(1) 1 km＝1000 m，1 min＝$\frac{1}{60}$ h，1 min＝60 s なので，

$6\div\frac{4}{60}=90$〔km/h〕　　$6000\div240=25$〔m/s〕

答 東向きに 90 km/h，東向きに 25 m/s

(2) A 駅から C 駅までの距離は，9＋6＝15〔km〕
かかった時間は，5＋1＋4＝10〔分〕

$15\div\frac{10}{60}=90$〔km/h〕　　$15000\div600=25$〔m/s〕

答 東向きに 90 km/h，東向きに 25 m/s

(3) $15\div\frac{20}{60}=45$〔km/h〕　　$15000\div1200=12.5$〔m/s〕

答 西向きに 45 km/h，西向きに 12.5 m/s