

第1部 物体の運動とエネルギー

第1章 物体の運動

→ p.14~53

問1 電車の速さ v_A [m/s] は、

$$v_A = \frac{500 \text{ m}}{40 \text{ s}} = 12.5 \text{ m/s} \div 13 \text{ m/s}$$

短距離走者の速さ v_B [m/s] は、

$$v_B = \frac{100}{10} = 10 \text{ m/s}$$

よって、電車のほうが速い。

答 電車

問2 求める平均の速さを v とすると、

$$v = \frac{150 \text{ m}}{30 \text{ s}} = 5.0 \text{ m/s}$$

$$v = \frac{0.15 \text{ km}}{\left(\frac{30}{3600}\right) \text{ h}} = 18 \text{ km/h}$$

答 5.0 m/s, 18 km/h

問3 自転車の速さを v [m/s] とすると、

$$v = \frac{75 \text{ m}}{30 \text{ s}} = 2.5 \text{ m/s}$$

また、この自転車が 50 s 間に進む距離を x [m] とすると、

$$x = 2.5 \text{ m/s} \times 50 \text{ s} = 125 \text{ m} \div 1.3 \times 10^2 \text{ m}$$

答 2.5 m/s, $1.3 \times 10^2 \text{ m}$

問4 物体の速さを v [m/s] とすると、

$$v = \frac{24 \text{ m}}{12 \text{ s}} = 2.0 \text{ m/s}$$

答 2.0 m/s

問5 東向きを正とすると、自動車Aの速度は東向きだから 20 m/s、自動車Bの速度は西向きだから -25 m/s となる。

答 A : 20 m/s, B : -25 m/s

問6 求める変位を Δx [m] とすると、

$$\Delta x = 5.0 \text{ m} - 2.0 \text{ m} = 3.0 \text{ m}$$

答 3.0 m, x 軸の正の向き

問7 東向きを正として、求める平均の速度を $\bar{v}$ [m/s] とすると、

$$\bar{v} = \frac{200 \text{ m} - 50 \text{ m}}{20 \text{ s} - 10 \text{ s}} = 15 \text{ m/s}$$

答 15 m/s

問8 (1) A の速度を v_A [m/s]、B の速度を v_B [m/s]、C の速度を v_C [m/s] とすると、

$$v_A = \frac{6.0 \text{ m} - 3.0 \text{ m}}{2.0 \text{ s} - 1.0 \text{ s}} = 3.0 \text{ m/s}$$

$$v_B = \frac{5.0 \text{ m} - 3.0 \text{ m}}{3.0 \text{ s} - 1.0 \text{ s}} = 1.0 \text{ m/s}$$

$$v_C = \frac{5.0 \text{ m} - 6.0 \text{ m}}{3.0 \text{ s} - 2.0 \text{ s}} = -1.0 \text{ m/s}$$

答 A : 3.0 m/s, B : 1.0 m/s, C : -1.0 m/s

(2) A の速度 $v_A = 3.0 \text{ m/s}$ 、B の速度 $v_B = 1.0 \text{ m/s}$ 、C の速度 $v_C = -1.0 \text{ m/s}$ より、

$$x_A = 3.0 \text{ m/s} \times t [\text{s}] = 3.0t [\text{m}]$$

$$x_B = 2.0 \text{ m} + 1.0 \text{ m/s} \times t [\text{s}] = 2.0 \text{ m} + 1.0t [\text{m}]$$

$$x_C = 8.0 \text{ m} - 1.0 \text{ m/s} \times t [\text{s}] = 8.0 \text{ m} - 1.0t [\text{m}]$$

答 $x_A = 3.0t [\text{m}]$, $x_B = 2.0 \text{ m} + 1.0t [\text{m}]$, $x_C = 8.0 \text{ m} - 1.0t [\text{m}]$

問9 川下に向かう向きを正の向きとして、求める船の速度を v [m/s] とすると、

$$v = 5.0 \text{ m/s} + 2.0 \text{ m/s} = 7.0 \text{ m/s}$$

答 川下に向かって 7.0 m/s

また、川下に向かう向きを正の向きとして、求める船の速度を v' [m/s] とすると、

$$v' = (-5.0 \text{ m/s}) + 2.0 \text{ m/s} = -3.0 \text{ m/s}$$

答 川上に向かって 3.0 m/s

問10 川の流れの速さを v [m/s]、静水時の船の速さを V [m/s] とする。

船が川上に向かうとき、川上に向かう向きを正の向きとして、

$$3.0 \text{ m/s} = V - v \quad \cdots \cdots \textcircled{1}$$

船が川下に向かうとき、川下に向かう向きを正の向きとして、

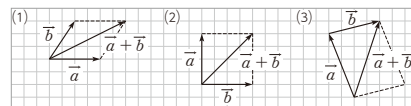
$$6.0 \text{ m/s} = V + v \quad \cdots \cdots \textcircled{2}$$

式①、②より、 $v = 1.5 \text{ m/s}$

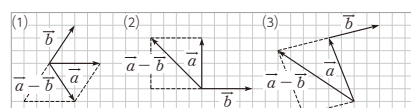
答 1.5 m/s

p.23 レベルUP ベクトルの扱い方と速度

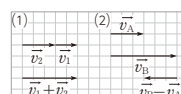
問 i



問 ii



問 iii



問 iv (1) $x:2, y:4$, 大きさ: $2\sqrt{5}$

(2) $x:-4, y:3$, 大きさ: 5

(3) $x:4, y:2$, 大きさ: $2\sqrt{5}$

問 11 東向きを正とする。A に対する B の相対速度 v_{AB} [km/s] は,

$$v_{AB} = 50 \text{ km/h} - 40 \text{ km/h} = 10 \text{ km/h}$$

C に対する B の相対速度 v_{CB} [km/s] は,

$$v_{CB} = 50 \text{ km/h} - 60 \text{ km/h} = -10 \text{ km/h}$$

〔答〕 東向きに 10 km/h, 西向きに 10 km/h

p.25 特集 相対速度 東, (a) 60, 30, 30, 東, 30,

(b) 30, 60, -30, 西, 30

(または 西, (a) -60, -30, -30, 東, 30,

(b) -30, -60, 30, 西, 30)

類題 1 北向きを正として, 求める速度を v [km/h] とすると,

$$-30 \text{ km/h} = v - 80 \text{ km/h} \quad \therefore v = 50 \text{ km/h}$$

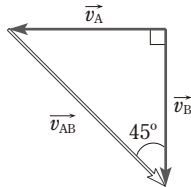
〔答〕 北向きに 50 km/h

類題 i A さんの速度を $\vec{v}_A$, 地面に対する風の速度を $\vec{v}_B$, A さんに対する風の速度を $\vec{v}_{AB}$ とすると, $\vec{v}_{AB} = \vec{v}_B - \vec{v}_A$ となる。

$\vec{v}_{AB}$ は北西の風だから, $\vec{v}_B$ となす角は 45° である。したがって, 図のような関係になり, $\vec{v}_B$ の大きさは 5.0 m/s , $\vec{v}_{AB}$ の大きさは,

$$5.0\sqrt{2} \text{ m/s} = 7.05 \cdots \text{ m/s} \div 7.1 \text{ m/s}$$

〔答〕 5.0 m/s , 7.1 m/s

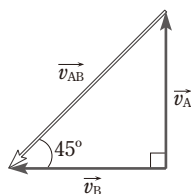


類題 ii 船 A の速度を $\vec{v}_A$, 船 B の速度を $\vec{v}_B$, A から見た B の速度を $\vec{v}_{AB}$ とすると,

$\vec{v}_{AB} = \vec{v}_B - \vec{v}_A$ となる。また, A と B の速さは同じだから, 図のような関係になる。したがって, $\vec{v}_{AB}$ は南西向きで, その大きさは,

$$10\sqrt{2} \text{ m/s} \div 14 \text{ m/s}$$

〔答〕 南西向きに 14 m/s



問 12 自動車 A の加速度の大きさを a_A [m/s²] とすると,

$$a_A = \frac{12 \text{ m/s}}{6.0 \text{ s}} = 2.0 \text{ m/s}^2$$

自動車 B の加速度の大きさを a_B [m/s²] とすると,

$$a_B = \frac{20 \text{ m/s} - 8 \text{ m/s}}{8.0 \text{ s}} = 1.5 \text{ m/s}^2$$

〔答〕 A : 2.0 m/s^2 , B : 1.5 m/s^2

問 13 x 軸の正の向きを正とし, 求める平均の加速度を a [m/s²] とすると,

$$a = \frac{1.0 \text{ m/s} - 6.0 \text{ m/s}}{3.0 \text{ s} - 1.0 \text{ s}} = -2.5 \text{ m/s}^2$$

〔答〕 x 軸の負の向きに 2.5 m/s^2

問 14 東向きを正とし, 自動車の加速度を a [m/s²] とすると,

$$a = \frac{20 \text{ m/s} - 10 \text{ m/s}}{5.0 \text{ s}} = 2.0 \text{ m/s}^2$$

〔答〕 東向きに 2.0 m/s^2

問 15 加速している間に進んだ距離を x [m] とすると,

$$x = 10 \text{ m/s} \times 4.0 \text{ s} + \frac{1}{2} \times 3.0 \text{ m/s}^2 \times (4.0 \text{ s})^2$$

$$= 64 \text{ m}$$

〔答〕 64 m

問 16 求める加速度の大きさを a [m/s²] とすると,

$$7.0 \times 10^3 \text{ m} = \frac{1}{2} \times a \times (1.0 \times 10^2 \text{ s})^2$$

$$\therefore a = \frac{2 \times 7.0 \times 10^3 \text{ m}}{1.0 \times 10^4 \text{ s}^2} = 1.4 \text{ m/s}^2$$

最高速度の大きさを v [m/s] とすると,

$$v = 1.4 \text{ m/s}^2 \times 1.0 \times 10^2 \text{ s} = 1.4 \times 10^2 \text{ m/s}$$

〔答〕 1.4 m/s^2 , $1.4 \times 10^2 \text{ m/s}$

問 17 (1) 列車が進む向きを正として, 列車の加速度を a [m/s²] とすると,

$$(20 \text{ m/s})^2 - 0^2 = 2 \times a \times 400 \text{ m}$$

$$\therefore a = -0.50 \text{ m/s}^2$$

〔答〕 進む向きと逆向きに 0.50 m/s^2

(2) 求める時間を t [s] とすると,

$$0 = 20 \text{ m/s} + (-0.50 \text{ m/s}^2) \times t \quad \therefore t = 40 \text{ s}$$

〔答〕 40 s

問 18 最も離れたときの時刻を t [s] とし, 斜面に沿って上向きを正とすると,

$$0 \text{ m/s} = 2.0 \text{ m/s} - 2.5 \text{ m/s}^2 \times t$$

$$t = \frac{2.0 \text{ m/s}}{2.5 \text{ m/s}^2} = 0.80 \text{ s}$$

元の位置に戻った時間は, $0.80 \text{ s} \times 2 = 1.6 \text{ s}$

〔答〕 0.80 s, 1.6 s

類題 2 (1) 例題 2 の(3)より, A の位置 x_A [m] と B の位置 x_B [m] は,

$$x_A = 5.0 \text{ m/s} \times t \quad \cdots \cdots ①$$

$$x_B = \frac{1}{2} \times 0.50 \text{ m/s}^2 \times t^2 \\ = 0.25 \text{ m/s}^2 \times t^2 \quad \cdots \cdots ②$$

A と B との間の距離を x [m] とすると,

$$x = x_A - x_B \quad \cdots \cdots ③$$

式③に式①と式②を代入すると,

$$x = 5.0 \text{ m/s} \times t - 0.25 \text{ m/s}^2 \times t^2 \\ = -0.25 \text{ m/s}^2 \times (t - 10 \text{ s})^2 + 25 \text{ m}$$

したがって, x は図のような放物線となり, $t = 10 \text{ s}$ のとき x は最大となる。

〔答〕 10 s

(1)〔別解〕 時刻 t [s] における A の速度 $v_A = 5.0 \text{ m/s}$, B の速度 $v_B = 0.50 \text{ m/s} \times t$

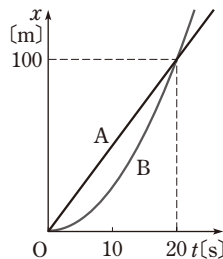
よって, B に対する A の相対速度 v_{BA} [m/s] は,

$$v_{BA} = v_A - v_B = 5.0 \text{ m/s} - 0.50 \text{ m/s} \times t \\ = 0.50 \text{ m/s} \times (10 \text{ s} - t)$$

ゆえに, $t < 10 \text{ s}$ のとき, $v_{BA} > 0$ で, B に対して A は遠ざかる。 $t > 10 \text{ s}$ のとき, $v_{BA} < 0$ で, B に対して A は近づく。

A と B との間の距離が最も大きくなるのは, 相対速度が 0 になるときで, $t = 10 \text{ s}$

(2) A と B の x - t グラフは, 上の式①, ②より, 右のようになる。



類題 3 (1) 小球が再び原点を通過する時刻を t' [s] とすると,

$$0 \text{ m} = 0.60 \text{ m/s} \times t' + \frac{1}{2} \times (-0.20 \text{ m/s}^2) \times t'^2$$

よって, $0 = 0.10 t' (6.0 \text{ s} - t')$

$t' \neq 0 \text{ s}$ より, $t' = 6.0 \text{ s}$

このときの小球の速度を v [m/s] とすると,

$$v = -0.20 \text{ m/s}^2 \times 6.0 \text{ s} = -0.60 \text{ m/s}$$

〔答〕 6.0 s, -0.60 m/s

(2) 時刻 t [s] のときの, 小球の速度 v [m/s] と位置

x [m] は以下の式で表せる。

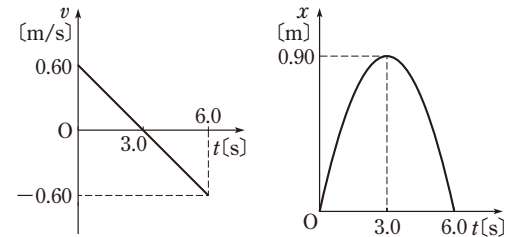
$$v = 0.60 \text{ m/s} - 0.20 \text{ m/s}^2 \times t$$

$$x = 0.10 \text{ m/s}^2 \times t (6.0 \text{ s} - t)$$

また, 時刻が 0 s と 6.0 s のとき, それぞれの値は以下ようになる。

$t = 0 \text{ s}$ のとき, $v = 0.60 \text{ m/s}$, $x = 0 \text{ m}$

$t = 6.0 \text{ s}$ のとき, $v = -0.60 \text{ m/s}$, $x = 0 \text{ m}$

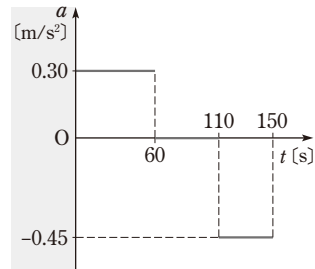


問 19 列車の加速度 a [m/s²] を求めると,

$$0 \sim 60 \text{ s} : a = \frac{18 \text{ m/s} - 0 \text{ m/s}}{60 \text{ s} - 0 \text{ s}} = 0.30 \text{ m/s}^2$$

$$60 \sim 110 \text{ s} : a = \frac{18 \text{ m/s} - 18 \text{ m/s}}{110 \text{ s} - 60 \text{ s}} = 0 \text{ m/s}^2$$

$$110 \sim 150 \text{ s} : a = \frac{0 \text{ m/s} - 18 \text{ m/s}}{150 \text{ s} - 110 \text{ s}} = -0.45 \text{ m/s}^2$$



$t = 0 \sim 60 \text{ s}$ での時刻 t [s] のときの列車の位置 x [m] を求めると,

$$-\frac{1}{2} \times 0.30 \text{ m/s}^2 \times t^2 = -0.15 \text{ m/s}^2 \times t^2$$

$t = 60 \text{ s}$ のときの列車の位置は,

$$-0.15 \text{ m/s}^2 \times (60 \text{ s})^2 = -540 \text{ m}$$

$t = 60 \sim 110 \text{ s}$ での時刻 t [s] のときの列車の位置 x [m] を求めると,

$$x = 18.0 \text{ m/s} \times (t - 60 \text{ s}) + (-540 \text{ m}) \\ = 18.0 \text{ m/s} \times t - 540 \text{ m}$$

$t = 110 \text{ s}$ のときの列車の位置は,

$$18.0 \text{ m/s} \times 110 \text{ s} - 540 \text{ m} = 1440 \text{ m}$$

$t = 110 \sim 150 \text{ s}$ での時刻 t [s] のときの列車の位置 x [m] を求めると,

$$x = \frac{1}{2} \times (-0.45 \text{ m/s}^2) \times (t - 110 \text{ s})^2$$

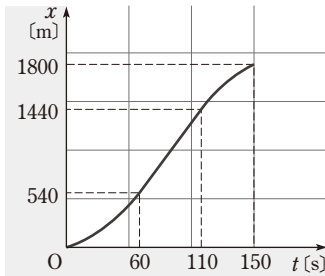
$$+ 18.0 \text{ m/s} \times (t - 110 \text{ s}) + 1440 \text{ m}$$

$$= -0.225 \text{ m/s}^2 \times t^2 + 67.5 \text{ m/s} \times t - 3262.5 \text{ m}$$

$t = 150 \text{ s}$ のときの列車の位置は、

$$-0.225 \text{ m/s}^2 \times (150 \text{ s})^2 + 67.5 \text{ m/s} \times 150 \text{ s} - 3262.5 \text{ m}$$

$$= 1800 \text{ m}$$



問 20 求める時間を $t[\text{s}]$ とすると、

$$4.9 \text{ m} = \frac{1}{2} \times 9.8 \text{ m/s}^2 \times t^2$$

$$t^2 = \frac{2 \times 4.9 \text{ m}}{9.8 \text{ m/s}^2} = 1.0 \text{ s}^2 \quad t > 0 \text{ より, } t = 1.0 \text{ s}$$

求める速さを $v[\text{m/s}]$ とすると、

$$v = 9.8 \text{ m/s}^2 \times 1.0 \text{ s} = 9.8 \text{ m/s}$$

〔答〕 1.0 s, 9.8 m/s

問 21 (1) 求める速さを $v[\text{m/s}]$ とすると、

$$v = 5.0 \text{ m/s} + 9.8 \text{ m/s}^2 \times 2.0 \text{ s} = 24.6 \text{ m/s}$$

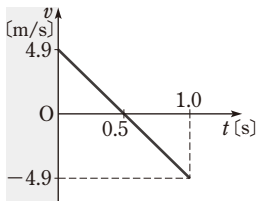
$$\div 25 \text{ m/s} \quad \text{〔答〕 } 25 \text{ m/s}$$

(2) 求める高さを $y[\text{m}]$ とすると、

$$y = 5.0 \text{ m/s} \times 2.0 \text{ s} + \frac{1}{2} \times 9.8 \text{ m/s}^2 \times (2.0 \text{ s})^2$$

$$= 29.6 \text{ m} \div 30 \text{ m} \quad \text{〔答〕 } 30 \text{ m}$$

類題 4 (1) $v = 4.9 \text{ m/s} - 9.8 \text{ m/s}^2 \times t$ となる。



(2) 求める時刻を $t[\text{s}]$ とする。鉛直上向きを正として、

$$0 \text{ m} = 4.9 \text{ m/s} \times t - \frac{1}{2} \times 9.8 \text{ m/s}^2 \times t^2$$

$$t \neq 0 \text{ s より, } t = 1.0 \text{ s}$$

また、初めの位置に戻るときの速度を $v[\text{m/s}]$ とすると、

$$v = 4.9 \text{ m/s} - 9.8 \text{ m/s}^2 \times 1.0 \text{ s} = -4.9 \text{ m/s}$$

〔答〕 1.0 s, 鉛直下向きに 4.9 m/s

(3) 物体の高さについては、最高点に達する時刻の前後で対称的である。投げ上げてから 0.30 s 後は、

最高点に達する 0.20 s 前なので、同じ高さを通過する時刻は、

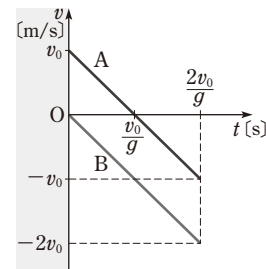
$$0.50 \text{ s} + 0.20 \text{ s} = 0.70 \text{ s} \quad \text{〔答〕 } 0.70 \text{ s}$$

問 22 物体Aは鉛直投げ上げ、物体Bは自由落下だから、物体Aの速度 $v_A[\text{m/s}]$ 、物体Bの速度 $v_B[\text{m/s}]$ は、鉛直上向きを正、重力加速度の大きさを $g[\text{m/s}^2]$ として、

$$v_A = v_0 - gt \quad v_B = -gt$$

また、 $v_A = 0$ のとき、 $t = \frac{v_0}{g}[\text{s}]$ となり、グラフは

以下ようになる。



類題 i 物体Aと物体Bは鉛直方向には自由落下と同じ運動をし、水平方向には等速度運動をする。

Aが地面に達するまでの時間を $t[\text{s}]$ とすると、

$$2.0 \text{ m/s} \times t = 1.2 \text{ m} \quad \therefore t = 0.60 \text{ s}$$

Aが地面に達するまでの時間とBが地面に達するまでの時間は同じである。よって、求める距離を $x[\text{m}]$ とすると、

$$x = 5.0 \text{ m/s} \times 0.60 \text{ s} = 3.0 \text{ m} \quad \text{〔答〕 } 3.0 \text{ m}$$

類題 ii (1) 最高点では鉛直方向の速度が0になる。

鉛直上向きを正として、投げ出した点から最高点までの高さを $h[\text{m}]$ とすると、

$$(0 \text{ m/s})^2 - (9.8 \text{ m/s} \times \sin 30^\circ)^2 = 2 \times (-9.8 \text{ m/s}^2) \times h$$

$$\therefore h = 1.225 \text{ m}$$

したがって、最高点の地面からの高さは、

$$1.225 \text{ m} + 9.8 \text{ m} = 11.025 \text{ m} \div 11.0 \text{ m}$$

〔答〕 11.0 m

(2) 求める時間を時間を $t[\text{s}]$ とする。鉛直上向きを正とすると、

$$-9.8 \text{ m} = (9.8 \text{ m/s} \times \sin 30^\circ) \times t$$

$$-\frac{1}{2} \times 9.8 \text{ m/s}^2 \times t^2$$

$$\text{整理すると, } (t - 2.0 \text{ s})(t + 1.0 \text{ s}) = 0$$

$$t > 0 \text{ より, } t = 2.0 \text{ s}$$

〔答〕 2.0 s 後

- (3) 水平方向には等速度運動をする。よって、求める距離を x [m] とすると、

$$x = 9.8 \text{ m/s} \times \cos 30^\circ \times 2.0 \text{ s} = 16.9 \cdots \text{ m} \doteq 17 \text{ m}$$

答 17 m

p.52 章末問題

- 1** (1) エレベーターが動き出してから 5.0 s 後に速度は最大となる。鉛直上向きを正として 5.0 s 後の速度を v [m/s] とすると、

$$v = 1.2 \text{ m/s}^2 \times 5.0 \text{ s} = 6.0 \text{ m/s} \quad \text{答} \quad 6.0 \text{ m/s}$$

- (2) 最後の 6.0 s 間の加速度を a [m/s²] とすると、

$$0 \text{ m/s} = 6.0 \text{ m/s} + a \times 6.0 \text{ s}$$

$$\therefore a = -1.0 \text{ m/s}^2$$

よって、求める加速度の大きさは、1.0 m/s²

答 1.0 m/s²

- (3) 初めの 5.0 s 間、次の 10 s 間、その後の 6.0 s 間に、エレベーターが上昇した距離をそれぞれ x_1 [m], x_2 [m], x_3 [m] とすると、 $[x = vt]$,

$$[x = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2] \text{ より、}$$

$$x_1 = 0 \text{ m/s} \times 5.0 \text{ s} + \frac{1}{2} \times 1.2 \text{ m/s}^2 \times (5.0 \text{ s})^2 = 15 \text{ m}$$

$$x_2 = 6.0 \text{ m/s} \times 10 \text{ s} = 60 \text{ m}$$

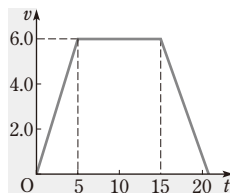
$$x_3 = 6.0 \text{ m/s} \times 6.0 \text{ s} + \frac{1}{2} \times (-1.0 \text{ m/s}^2) \times (6.0 \text{ s})^2 = 18 \text{ m}$$

動き出してから止まるまでにエレベーターが上昇した距離を x [m] とすると、

$$x = x_1 + x_2 + x_3 = 93 \text{ m}$$

答 93 m

解説 1 問題文で示された内容を v - t グラフに表すと考えやすい。鉛直上向きを正とすると、右のようになる。



- (1) エレベーターは、時刻 5.0 s に速さの最大値に達する。

- (2) 加速度を v - t グラフの傾きから求めると、

$$a = \frac{0 \text{ m/s} - 6.0 \text{ m/s}}{21 \text{ s} - 15 \text{ s}} = -1.0 \text{ m/s}^2$$

となる。ただし、この設問では加速度の向きは問われていないので、大きさのみ答える。

- (3) v - t グラフと t 軸とで囲まれた台形の面積を求める。

- 2** 都市 A から都市 B へ飛ぶときの速さを v_1 [km/h] とすると、

$$v_1 = 900 \text{ km/h} - 100 \text{ km/h} = 800 \text{ km/h}$$

よって、都市 A から都市 B へ飛ぶときに要する時間を t_1 [h] とすると、

$$4000 \text{ km} = 800 \text{ km/h} \times t_1 \quad \therefore t_1 = 5.00 \text{ h}$$

同様に、都市 B から都市 A へ飛ぶときの速さを v_2 [km/h] とすると、

$$v_1 = 900 \text{ km/h} + 100 \text{ km/h} = 1000 \text{ km/h}$$

都市 B から都市 A へ飛ぶときに要する時間を t_2 [h] とすると、

$$4000 \text{ km} = 1000 \text{ km/h} \times t_2 \quad \therefore t_2 = 4.00 \text{ h}$$

よって、都市 A から都市 B へ飛ぶときの時間は、都市 B から都市 A へ飛ぶときよりも 1.00 時間すなわち 60.0 分だけ長くなる。 **答** 60.0 分

解説 2 都市 A から B に向けて飛ぶとき、都市 B から A に向けて飛ぶときの、ジェット機の地球(地面)に対する速度を求めてから、それぞれの場合の所要時間を求める。

- 3** (1) 物体の加速度を a [m/s²] とすると、グラフの傾きより、

$$a = \frac{0 \text{ m/s} - 4.0 \text{ m/s}}{10 \text{ s} - 0 \text{ s}} = -0.40 \text{ m/s}^2$$

答 -0.40 m/s²

- (2) 物体の x 座標が最も大きくなるのは速度が 0 m/s になるとき、すなわち時刻が 10 s のときである。このときの x 座標を x_1 [m] とすると、

$$x_1 = 4.0 \text{ m/s} \times 10 \text{ s} + \frac{1}{2} \times (-0.40 \text{ m/s}^2) \times (10 \text{ s})^2 = 20 \text{ m} \quad \text{答} \quad 10 \text{ s}, 20 \text{ m}$$

- (3) グラフから、時刻が 0~10 s までは x 軸の正の向きに進み、10~15 s までは x 軸の負の向きに進むことがわかる。時刻が 15 s のときの物体の位置を x_2 [m] とすると、

$$x_2 = 4.0 \text{ m/s} \times 15 \text{ s} + \frac{1}{2} \times (-0.40 \text{ m/s}^2) \times (15 \text{ s})^2 = 15 \text{ m}$$

よって、10~15 s の間に物体が動いた距離 s [m] は、

$$s = x_1 - x_2 = 5 \text{ m}$$

したがって、0~15 s までの間に物体が移動した距離(道のり)を L [m] とすると、

$$L = x_1 + s = 25 \text{ m} \quad \text{答} \quad 25 \text{ m}$$

解説 3 (1) v - t グラフの傾きから求めるか、

$[v = v_0 + at]$ の式から求める。

- (2) 物体が運動の向きを変えるのは $v = 0$ となるときで、そのとき正の向きの変位が最大となる。

- (3) 時刻 10 s から 15 s までの間は、物体は負の向き

に運動することに注意する。

- 4 (1) 求める時間を t [s] とすると、小物体 A が水面に達するのにかかる時間は $t+1.0$ s と表される。橋の上から水面までの距離を x [m] とすると、等加速度直線運動の式より、A と B それぞれについて、

$$x = 0 + \frac{1}{2} \times (9.8 \text{ m/s}^2) \times (t+1.0 \text{ s})^2$$

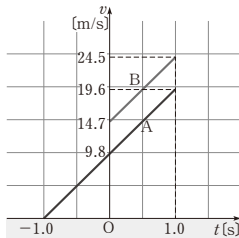
$$x = 14.7 \text{ m/s} \times t + \frac{1}{2} \times (9.8 \text{ m/s}^2) \times t^2$$

よって、

$$t = 1.0$$

〔答〕 1.0 s

(2)



- 5 気球から落下させた小物体は、地面にいる人には、大きさ 4.9 m/s の初速度で鉛直上向きに投げ上げられたように見える。鉛直上向きを正として、この物体が最高点に達するまでの時間を t_1 [s] とすると、

$$0 \text{ m/s} = 4.9 \text{ m/s} - 9.8 \text{ m/s}^2 \times t_1 [\text{s}]$$

$$\therefore t_1 = 0.50 \text{ s}$$

最高点の地面からの高さを h [m] とすると、地上からの高さが 98 m のところから運動していることに注意して、

$$h = 98 \text{ m}$$

$$+ \left\{ 4.9 \text{ m/s} \times 0.50 \text{ s} - \frac{1}{2} \times 9.8 \text{ m/s}^2 \times (0.50 \text{ s})^2 \right\}$$

$$= 99.2 \cdots \text{ m} \div 99 \text{ m}$$

一方、地表に物体が達するまでに要する時間を t_2 [s] とすると、地上からの高さ 98 m のところに原点 ($y=0$) をとると、

$$-98 \text{ m} = 4.9 \text{ m/s} \times t_2 - \frac{1}{2} \times 9.8 \text{ m/s}^2 \times t_2^2$$

$$\text{整理すると、} (t_2 - 5.0 \text{ s})(t_2 + 4.0 \text{ s}) = 0$$

$$t_2 > 0 \text{ より、} t_2 = 5.0 \text{ s}$$

また、このときの物体の速度を v [m/s] とすると、

$$v = 4.9 \text{ m/s} - 9.8 \text{ m/s}^2 \times 5.0 \text{ s}$$

$$= -44.1 \text{ m/s} \div -44 \text{ m/s}$$

〔答〕 99 m, 5.0 s, 鉛直下向きに 44 m/s

解説 5 この小物体の運動を地面から見ると、地面からの高さ 98 m の位置から鉛直上向きに速さ 4.9

m/s で投げ上げたように見える。地面からの高さ 98 m の位置を原点 ($y=0 \text{ m}$) とし、鉛直上向きに y 軸をとると、最高点の y 座標 h [m] は、

$$(0 \text{ m/s})^2 - (4.9 \text{ m/s})^2 = -2 \times 9.8 \text{ m/s}^2 \times h$$

からも求められる。ゆえに、求める最高点の高さ H [m] は、 $H = 98 \text{ m} + h$ として求められる。

また、小物体が地面に達するのは、 $y = -98 \text{ m}$ となるときである。

p.53 思考力を鍛える

- 1 (1) 各区間の時間は全て 0.10 s であるので、各区間の移動距離=テープの長さ を、時間 0.10 s で割って、瞬間の速さを求める。

時刻 [s]	0~0.10	0.10~0.20	0.20~0.30	0.30~0.40	0.40~0.50	0.50~0.60	0.60~0.70	0.70~0.80
時刻の中央値 [s]	0.050	0.15	0.25	0.35	0.45	0.55	0.65	0.75
瞬間の速さ v [m/s]	2.1	2.5	3.0	3.4	3.7	4.1	4.5	4.9

- (2) (1)で求めた時刻の中央値を横軸に、各区間の瞬間の速さを縦軸にとりグラフを描く。点がほぼ直線上に並ぶので、できるだけ多くの点の近くを通るように直線を引く。テープの途中を時刻 0 s としているため、原点を通らない。

〔答〕 ③

- (3) $v-t$ グラフの傾きが加速度を示す。(2)で描いたグラフより、速度は時間とともに増加するが、傾き一定の直線であるので物体の加速度は一定である。①は正しく、②は誤っている。

加速度は物体にはたらく合力に比例する。加速度が一定であるので合力は一定である。③は誤りで、④が正しい。

〔答〕 ①, ④