## ３章　問題解答

### ３－１　演習問題

１．

(1)　①速度

(2)　①加速度　②時刻 $t$ 秒における変位

(3)　①時刻 $t$ 秒における速度

２．

$$v = \frac{540\mathrm{km}}{3.0\mathrm{h}} = 1.8\times10^2\,\mathrm{km/h}$$ （答）

$$1.80\times10^2\,\mathrm{km/h} = \frac{1.80\times10^5\,\mathrm{m}}{60\times60\mathrm{s}} = 5.0\times10\mathrm{m/s}$$ （答）

３．

0～10 秒の平均の速度 $\bar{v}$ は，

$$\bar{v} = \frac{50-0}{10-0} = 5.0$$ （答）5.0 m/s

これは，下図の直線 L0 の傾きを求めていることに等しい。

時刻 5.0 秒における瞬間の速度 $v_1$，時刻 10 秒における瞬間の速度 $v_2$ は，それぞれ，x-t グラフの 5.0 秒，10 秒における接線 $L_1$，$L_2$ の傾きに等しい。図より，

$$v_1 = \frac{50-0}{7.8-2.1} = 8.77$$ （答）$v_1$=8.8m/s

$L_2$ の傾きは 0 であることから　（答）$v_2$=0

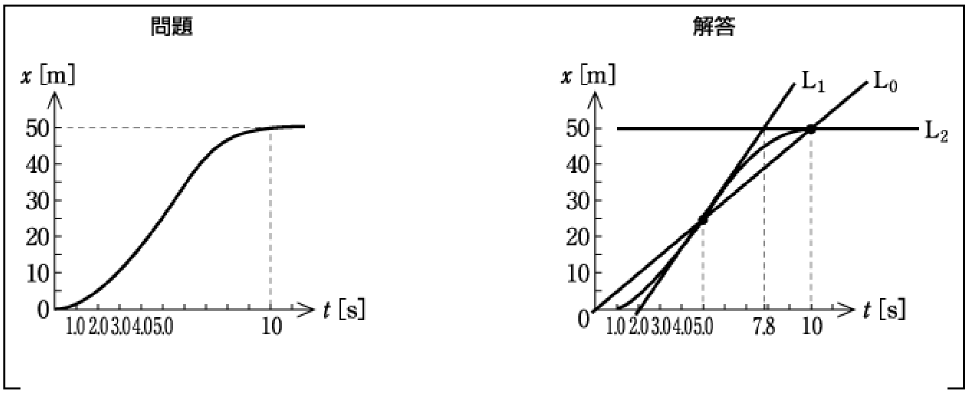


図3-1演問3問題解答

４．

速度の $x$ 成分 $y$ 成分を表すベクトル $\vec{v_x}$、$\vec{v_y}$ は次図のように表せる。

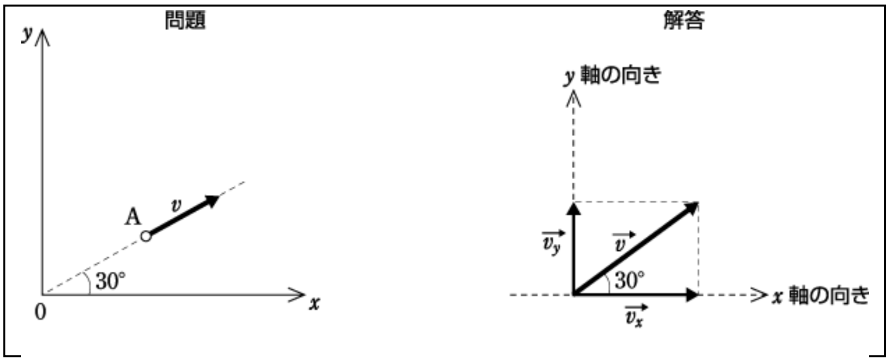


図3-01演問4問題解答

図より，$\vec{v_x}$、$\vec{v_y}$ の長さは

$$v_x = 6.0\times\cos30° = 6.0\times\frac{\sqrt{3}}{2} = 3.0\times1.73 = 5.19 = 5.2\text{m/s}$$ （答）

$$v_y = 6.0\times\sin30° = 6.0\times\frac{1}{2} = 3.0\text{m/s}$$ （答）

５．

流速を $\vec{v_1}$，船の速度を $\vec{v_2}$，川岸で静止している人から見た船の速さ $\vec{v}$ の関係は，$\vec{v} = \vec{v_1} + \vec{v_2}$ となる。$\vec{v_1}$ と $\vec{v_2}$ は互いに垂直であることから，

$$v = \sqrt{v_1^2 + v_2^2} = \sqrt{3.0^2 + 4.0^2} = 5.0\text{m/s}$$ （答）

６．

右向きを正とする。

(1)　3.0＝2.0＋4.0$a$　$a$＝0.25　（答）0.25m/s$^2$，右向き

(2)　－3.0＝2.0＋4.0$a$　$a$＝－1.25　（答）1.3m/s$^2$，左向き

７．

$x = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$ より，$100 = 0\times15 + \frac{1}{2}a\times15^2$　$a$＝0.888　（答）0.89m/s$^2$

$v = v_0 + at$ より，$v = 0 + 0.888\times15$　$v$＝13.3　（答）13m/s

８．

(1)　20＝5.0$a$　$a$＝4.0　（答）4.0m/s$^2$，東向き

(2)　$x = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$ より，$x = \frac{1}{2}\times4.0\times5.0^2 =$　（答）50m

(3)　$v^2 - v_0^2 = 2ax$ より，　$0^2 - 20^2 = 2a \times 80$　$a$＝－2.5　（答）2.5m/s$^2$，西向き

$v = v_0 + at$ より，　$0 = 20 + (-2.5)t$　$t$＝8.0　（答）8.0s

９.

上向きを正とする。

(1)　グラフより，時刻 2.0s で速度 0 になっていることがわかる。よって，

$0 = 19.6 + a \times 2$　$a$＝－9.8　（答）9.8 m/s$^2$，下向き

(2)　グラフより，運動の軌跡は下図のようになっていることがわかる。

（答）2.0s

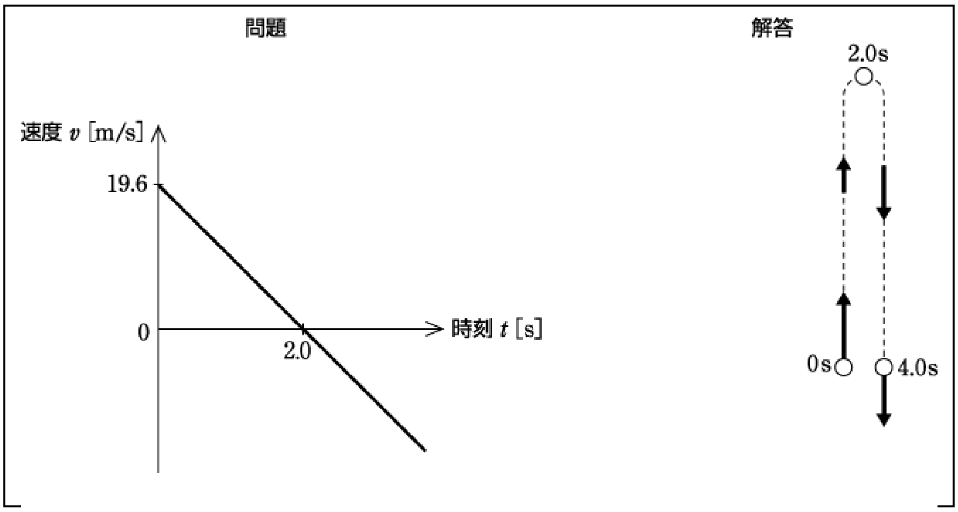


図3-01演問9問題解答

(3)　それぞれの時刻について，$x = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$ にあてはめる。

2.0s：$x = 19.6 \times 2.0 + \frac{1}{2} \times (-9.8) \times 2.0^2 = 20$　（答）20 m

3.0s：$x = 19.6 \times 3.0 + \frac{1}{2} \times (-9.8) \times 3.0^2 = 15$　（答）15 m

4.0s：$x = 19.6 \times 4.0 + \frac{1}{2} \times (-9.8) \times 4.0^2 =$　（答）0m

10.

(1)　0～50s，50～120s，120～170s，それぞれの時間における加速度を求める。

0～50s：$a = \frac{20-0}{50-0} = 0.40$

50～120s：0

120～170s：$a = \frac{0-20}{170-120} = -0.40$

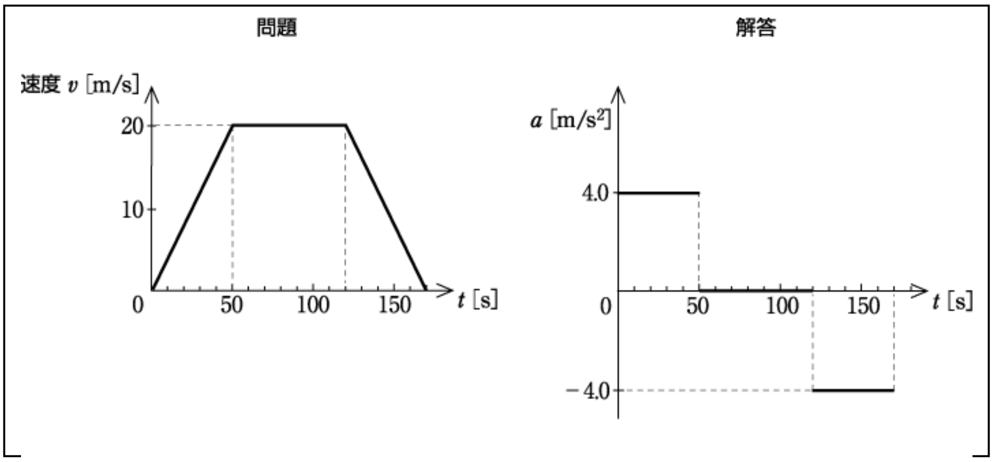


図3-01演問10問題解答

(2)　時刻 100s, 170s までの $v$-$t$ グラフと $t$ 軸に囲まれた部分の面積をそれぞれ求める。

100s：$x=(100+50)\times 20\times\frac{1}{2}=1500$　　（答）1.5×$10^3$m

170s：$x=(170+70)\times 20\times\frac{1}{2}=2400$　　（答）2.4×$10^3$m

## 3－2　演習問題

１．

$v=gt=9.8\times 3.0=29.4$　　29m/s（答）

$x=\frac{1}{2}gt^2=\frac{1}{2}\times 9.8\times 3.0^2=44.1$　　44m（答）

２．

$19.6=\frac{1}{2}gt^2$　　$t=\sqrt{\frac{19\times.6}{9.8}}=2\,\overset{2}{.}$　　（答）

３．

(1) 0m/s

(2) 20m/s 鉛直下方

(3) $20=gt$　$t=\frac{20}{9.8}=2.04$　2.0s（答）

４．

水平方向は速度が変化しない。鉛直方向は，鉛直方向は初速度 0，加速度 $g$ の運動になる。よって，2.0 秒後の速さは，

$$v_y = 9.8 \times 2.0 = 19.6$$

となる。よって，20m/s となり，これらをグラフに表すと下図のようになる。

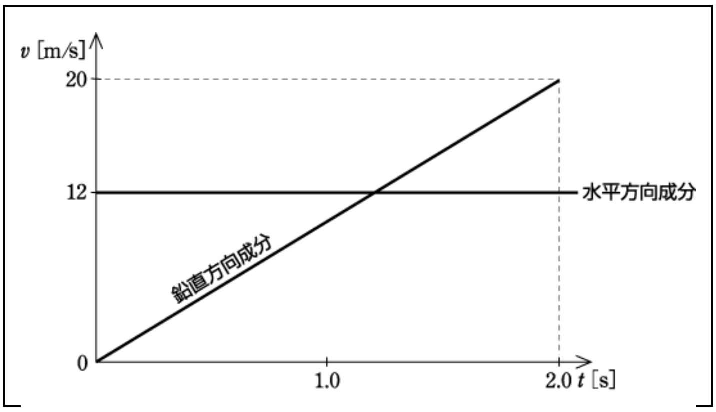


図3-02演問4解答

５．

(1)　10m/s　（答）

鉛直方向の速さ $v_y$ は，$v_y = 9.8 \times 1.0 = 9.8$　（答）

(2)　水平移動距離 x は，$x = 10 \times 5.0 = 50$　（答）

落下距離 y は，$y = \frac{1}{2} \times 9.8 \times 5.0^2 = 122.5$　$1.2 \times 10^2$m（答）

６．

(1)　$t = \frac{19.6}{9.80} = 2.00\mathrm{s}$　（答）

(2)　投げ上げた点から最高点までの鉛直方向の距離 $h$ は，

$$h = 19.6 \times 2.0 - \frac{1}{2} \times 9.80 \times 2.0^2 = 19.6 \quad 19.6 + 58.8 = 78.4\mathrm{m}$$（答）

(3)　投げ上げた点を原点，鉛直上方を正とし，式 3-10 の $v^2 - v_0^2 = 2ax$ にあてはめる。ただしこの場合 $x$ は，投げ上げた点からの鉛直方向の変位となる。

$v^2 - 19.6^2 = 2 \times (-9.80) \times (-58.8)$　$v = 39.2\mathrm{m/s}$（答）

7．

(1)　$20=\frac{1}{2}gt^2$　　$t=\sqrt{\frac{20\times 2}{9.8}}=2.02$　　2.0 s　(答)

(2)　$x=10\times 2.0=20\mathrm{m}$　　(答)

8．

(1)　速度の水平方向成分 $v_x$ は，$v_x=20\times\cos 30°=17.3$

鉛直方向成分 $v_y$ は，$v_y=20\sin 30°-9.8\times 0.50=5.1$

1 秒後の速度の速さ $v$ は，$v=\sqrt{v_x^2+v_y^2}=\sqrt{299.29+26.01}=18.0$　　18m/s　(答)

(2)　最高点では鉛直方向の速度が 0 になることから，

$0=20\sin 30°-9.8t$　　$t=1.02$

高さ $h$ は，$h=20\sin 30°\times t-\frac{1}{2}\times 9.8\times t^2$　$t=1.02$　　4.9m (答)

水平距離 $x$ は，$x=20\cos 30°\times 1.02$　　18m (答)

(3)　最高点を境に運動は対象となることから，再び地上にもどるまでの時間，水平到達距離，ともに(2)の 2 倍となる。よって，

$1.02\times 2=2.04$　2.0 s　(答)　　$17.6\times 2=35.2$　35m (答)

9．

(1)　最高点に達する時刻 $t$ とおくと，

$0=19.6\times\sin 30°+(-9.80)t$　したがって，$t=1.00$　(答)

(2)　投げ上げた場所から最高点までの高さを $h$ とおくと，

$h=19.6\times\sin 30°\times t+\frac{1}{2}\times(-9.80)\times t^2=9.80\times 1.00-\frac{1}{2}\times 9.80\times(1.00)^2=4.90$

よって，地上からの高さは，$4.90+39.2=44.10$　(答)

(3)　投げ上げた点を $y$ 軸の原点としているため，地面の位置は－39.2m となる。地上に達する時刻を $t$' とおくと，

$-39.2=9.80t'+\frac{1}{2}\times(-9.80)t'^2$

$\frac{1}{2}(-9.80)(t^2-2t-8.00)=0$

$t^2-2t-8.00=0$

$(t-4.00)(t+2.00)=0$

$t=4.00,\ t=-2.00$

4.00 s 後　(答)

10．

　初速度を $v_0$，最高点までの時間を $t_1$ とおく。

x 軸の運動より，　$30 = v_0 \cos 50° \times 2t_1$

y 軸の運動より，　$0 = v_0 \sin 50° - 9.8t_1$　　$t_1 = \dfrac{v_0 \sin 50°}{9.8}$

したがって

$$v_0 = \frac{30}{\cos 50° \times 2t_1} = \frac{30 \times 9.8}{\cos 50° \times 2 \times v_0 \sin 50°}$$

$$v_0{}^2 = \frac{30 \times 9.8}{0.766 \times 2 \times 0.643} \qquad v_0 = 17.2 \qquad 17\text{ r}（答）$$