§2 プロセス

□1 自由落下の式を用いる.

求める速さをvとすると,

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

求める落下距離をyとすると,

$$y = \frac{1}{2}gt^2 = \frac{1}{2} \times 9.8 \times 1.0^2 = 4.9 \text{ m}$$

速さ 9.8 m/s , 落下距離 4.9 m

補足

鉛直下向きを正として考えるので,
速さと速度は同じ値になり, 落下距離と
変位も同じ値になるので, 自由落下の公式を
用いている。

□2も同様で鉛直投げ下ろしの式を用いる。

□2 鉛直投げ下ろしの式を用いる。

求める速さをvとすると,

$$v = v_0 + gt = 10 + 9.8 \times 2.0 = 29.6 \text{ m/s}$$

落下距離をyとすると,

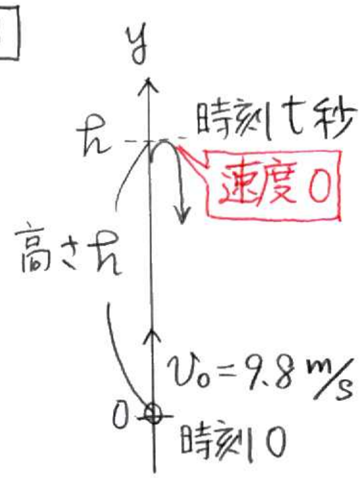
$$y = v_0 t + \frac{1}{2}gt^2 = 10 \times 2.0 + \frac{1}{2} \times 9.8 \times 2.0^2 = 39.6 \text{ m}$$

速さ 30 m/s , 落下距離 40 m

有効数字を考慮すると, 答のようになる。有効数字
について, 学ぶまでは, 29.6 m/s , 39.6 m でよい。

§2 プロセス

3



鉛直投げ上げの公式を用いる。

$v=v_0-gt$ より，最高点では $v=0$ なので，
求める時間を t とすると，

$0=9.8-9.8t$

$t=1.0\,\mathrm{s}$　　　1.0s後

有効数字を学ぶまでは1s後も可

最高点の高さを h とすると，

$y=v_0t-\frac{1}{2}gt^2$ より，

$h=9.8\times1.0-\frac{1}{2}\times9.8\times1.0^2$

$=4.9\,\mathrm{m}$　　　4.9m

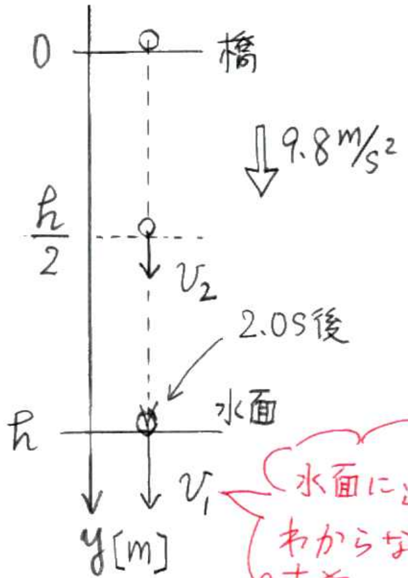
（高さの別解）

$v^2-v_0{}^2=-2gy$ より，

$0^2-9.8^2=-2\times9.8\times h$

$h=4.9\,\mathrm{m}$　　　4.9m

基例4



水面に達すると速さはわからなくなるので直前というようにしている

自由落下の式を用いる。

(1) $y=\frac{1}{2}gt^2$ より

$$h=\frac{1}{2}\times 9.8\times 2.0^2$$

$$=19.6\ \text{m}$$

$\underline{20\ \text{m}}$

有効数字を学ぶまでは19.6mでO.K.

(2) $v=gt$ に代入して

$$v_1=9.8\times 2.0=19.6\ \text{m/s}$$

$\underline{20\ \text{m/s}}$

同様に19.6 m/s でO.K.

(3) $v^2=2gy$ に代入して,

$$v_2^2=2\times 9.8\times\frac{19.6}{2}$$

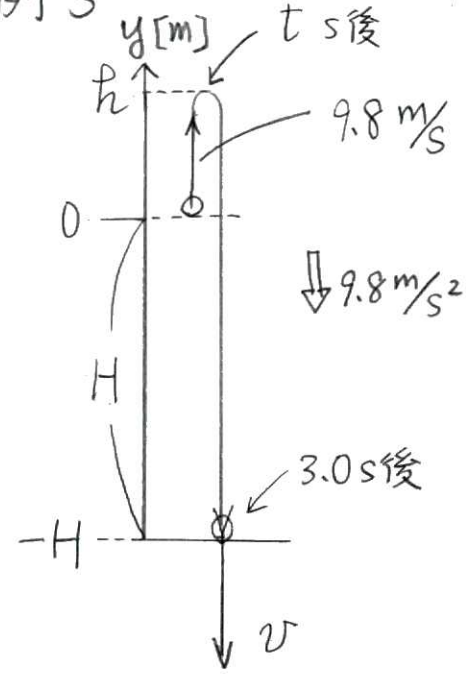
$$=\frac{19.6^2}{2}$$

v_2 は速さなので正

$$v_2=\frac{19.6}{\sqrt{2}}=\frac{19.6\sqrt{2}}{2}=9.8\times 1.41=13.8\cdots\ \text{m/s}$$

$\underline{14\ \text{m/s}}$

基例5



鉛直投げ上げの式を用いる。

(1) 最高点では速度が0になるので，

$v = v_0 - gt$ に代入して

$0 = 9.8 - 9.8 \times t$

$t = 1.0\,\mathrm{s}$　　<u>1.0s</u>

$y = v_0 t - \frac{1}{2}gt^2$ に代入して，

$h = 9.8 \times 1.0 - \frac{1}{2} \times 9.8 \times 1.0^2$

$= 4.9\,\mathrm{m}$

<u>4.9m</u>

(2) $v = v_0 - gt$ に代入して，

$v = 9.8 - 9.8 \times 3.0$

$= -19.6\,\mathrm{m}$　　速さは <u>20m</u>

(3) $y = v_0 t - \frac{1}{2}gt^2$ に代入して，

$-H = 9.8 \times 3.0 - \frac{1}{2} \times 9.8 \times 3.0^2$

$= 9.8 \times 3.0 \times (1 - 1.5)$

$H = 9.8 \times 3.0 \times 0.5$

$= 14.7\,\mathrm{m}$　　<u>15m</u>

基28

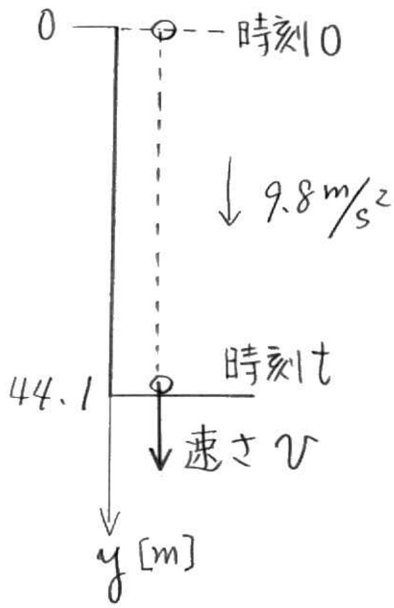
「静かに」とは「初速度0」を意味する.
自由落下の式を用いる。

ビルの高さをhとすると, 落下距離もhである。

$$h = \frac{1}{2} \times 9.8 \times 4.0^2 = 78.4\ m$$

78 m

基29



地面に達する直前の小球の速さ

地面に達すると速さは一瞬で変化して求めようがなくなるので，このような表現をする。

実際の計算は，地面はないものと考えて，地面に達した瞬間の速さを求めます。

(1)(2) 求める時間をt，速さをvとする。自由落下の式に代入すると，

$v = gt \longrightarrow v = 9.8t$ ---- ①

$y = \frac{1}{2}gt^2 \longrightarrow 44.1 = \frac{1}{2} \times 9.8 \times t^2$ … ②

3つの式のうち独立なのは2つなので，最初の2つの式をかけばよい。

物理ではまず式を並べてしまうことが多い

3つめの式が有効な場合もある。

②より，$t^2 = \frac{44.1}{4.9} = 9.0$

$t = \pm 3.0\,\mathrm{s}$　題意より $t > 0$

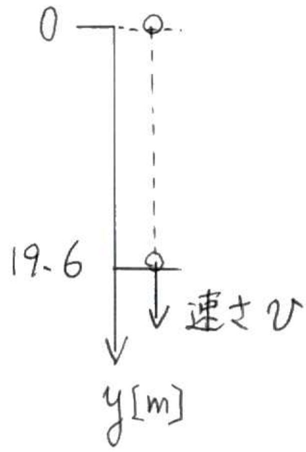
したがって $t = 3.0\,\mathrm{s}$

tを①へ代入して

$v = 9.8 \times 3.0 = 29.4\,\mathrm{m/s}$

(1) 3.0s　(2) 29m/s

基30



自由落下の3番目の式が有効な例です。もちろん，遠回りになりますが，1番目，2番目の式を連立させて解くこともできます。

自由落下の式 $v^2 = 2gy$ より，

$v^2 = 2 \times 9.8 \times 19.6$

$v^2 = 19.6^2$ となり，速さ$v>0$ なので

$v = 19.6$ m/s　　　$\underline{20\ \text{m/s}}$

遠回りの解き方も示しておきます。（誤りではありません）

地面に達するまでの時間をt，その直前の速さをvとすると，

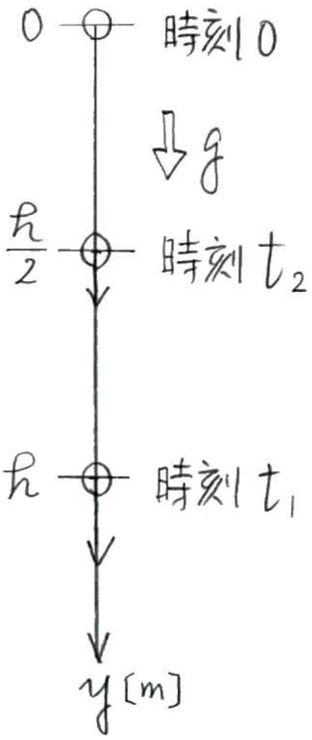
$v = 9.8t$ ----①

$19.6 = \frac{1}{2} \times 9.8 \times t^2$ ----②

②より $t^2 = \frac{19.6}{4.9} = 4.0$　　$t>0$ なので，$t = 2.0$ s

tを①へ代入して　$v = 9.8 \times 2.0 = 19.6$ m/s　　$\underline{20\ \text{m/s}}$

基31



(1) 自由落下の式 $y=\frac{1}{2}gt^2$ より,

$$h=\frac{1}{2}gt_1^2$$

$t_1^2=\frac{2h}{g}$, $t_1>0$ なので

$t_1=\sqrt{\frac{2h}{g}}$ [s]　　$\underline{\sqrt{\frac{2h}{g}}\ [\mathrm{s}]}$

数値の後の単位は[ ]をつけませんが,文字式の後の単位は[ ]でくくります。

物理量を表す文字はイタリック(斜体)で,単位を表す文字はローマン(立体)で書く約束です。

(2) 同様に

$\frac{h}{2}=\frac{1}{2}gt_2^2$, $t_2>0$ より $t_2=\sqrt{\frac{h}{g}}$ [s]　　$\underline{\sqrt{\frac{h}{g}}\ [\mathrm{s}]}$

(3) 求める時間は t_1-t_2 である。

$$t_1-t_2=\sqrt{\frac{2h}{g}}-\sqrt{\frac{h}{g}}=(\sqrt{2}-1)\sqrt{\frac{h}{g}}\ [\mathrm{s}]$$

まとめましょう

$\underline{(\sqrt{2}-1)\sqrt{\frac{h}{g}}\ [\mathrm{s}]}$

基32

ヒント通り $v^2=2gy$ の公式を使うと簡単

自由落下の式から

$$v^2 = 2\times 9.8\times 1.0\times 10^3$$

速さ $v>0$ なので，

$$v = \sqrt{19.6\times 10^3}$$

$$= \sqrt{1.96\times 10^4}$$ → 10の偶数乗にする

→ $1.96 = 1.4^2$

$196 = 14^2$

他に $0.49 = 0.7^2$

$49 = 7^2$

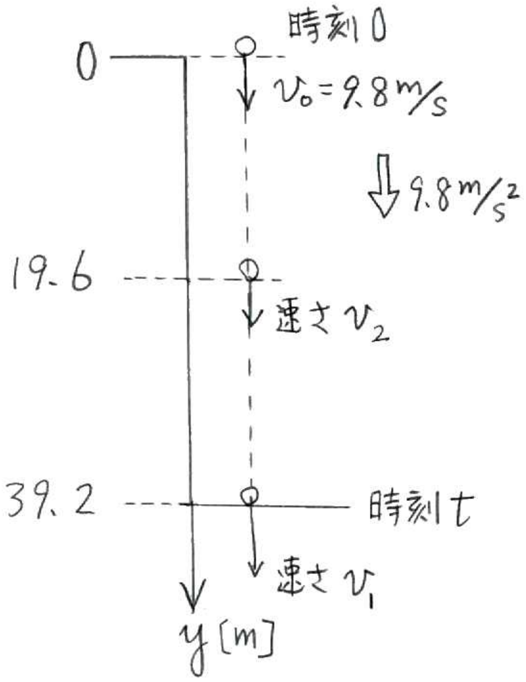
知っておくべきです．

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

1.4×10^2 m/s

有効数字を学ぶまでは，
140 m/s でもかまいません．

基33　図を描いて解き方をわかりやすくしましょう。



鉛直投げ下ろしの式を用いる。
図のように文字をおく。

(1)　$y=v_0t+\frac{1}{2}gt^2$ より，

$39.2=9.8t+\frac{1}{2}\times9.8\times t^2$

$8=2t+t^2$

$t^2+2t-8=0$

$(t+4)(t-2)=0$

省いてよい部分

$t>0$ なので

$t=2.0$ s　　$\underline{2.0\text{ s}}$

(2)　$v=v_0+gt$ より　$v_1=9.8+9.8\times2.0=29.4$ m/s　$\underline{29\text{ m/s}}$

(3)　$v^2-v_0^2=2gy$ より

$v_2^2-9.8^2=2\times9.8\times19.6$

$v_2^2=9.8^2+4\times9.8^2=5\times9.8^2$

$v_2>0$ なので

$v_2=\sqrt{5}\times9.8=2.23\times9.8=21.8$ m/s　　$\underline{22\text{ m/s}}$

有効数字を学ぶまでは $9.8\sqrt{5}$ m/s でよい

(1)(2)の別解

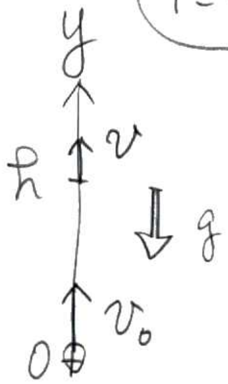
(2)を先にする。$v_1^2-9.8^2=2\times9.8\times39.2$ から $v_1=9.8\times3=29.4$ m/s

$\underline{29\text{ m/s}}$

(1)へ戻って　$29.4=9.8+9.8\times t$ から $t=2.0$ s　$\underline{2.0\text{ s}}$

基34

鉛直投げ上げの式を用いる。イメージをつくるために図も描きます。



これぐらいの図でO.K.

鉛直投げ上げの式に代入して，

$$v^2 - v_0^2 = -2gh$$

$$v = \pm\sqrt{v_0^2 - 2gh}$$

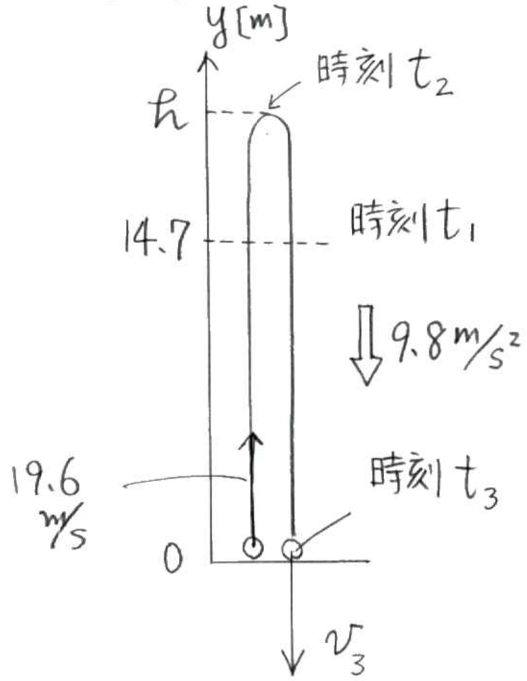
上昇と下降で速度vは正負の値をとる。

速さは，$\underline{\sqrt{v_0^2 - 2gh}}$

問題文に単位がついていないときは，答にも単位はつけない。

基35

鉛直投げ上げの式を用いる。図のように文字をおく。



(1) $y = v_0 t - \frac{1}{2}gt^2$ に代入して,

$14.7 = 19.6\,t_1 - \frac{1}{2} \times 9.8 \times t_1^2$

$5 = 4t_1 - t_1^2$

$t_1^2 - 4t_1 + 3 = 0$

$(t_1 - 1)(t_1 - 3) = 0$

$t_1 = 1.0\,s,\ 3.0\,s$

1.0 s, 3.0 s　2回通過する

(2) 最高点では $v = 0$ なので,

$v = v_0 - gt$ に代入して

$0 = 19.6 - 9.8 \times t_2$　　$t_2 = 2.0\,s$　　2.0 s

(3) $y = v_0 t - \frac{1}{2}gt^2$ に t_2 を代入して,

$h = 19.6 \times 2.0 - \frac{1}{2} \times 9.8 \times (2.0)^2 = 19.6\,m$　　20 m

(4) $y = v_0 t - \frac{1}{2}gt^2$ に代入して,

$0 = 19.6\,t_3 - \frac{1}{2} \times 9.8 \times t_3^2$

$0 = 4t_3 - t_3^2$

$t_3^2 - 4t_3 = 0$

$t_3(t_3 - 4) = 0$　,　$t_3 > 0$ なので $t_3 = 4.0\,s$　　4.0 s

$v = v_0 - gt$ に t_3 を代入して

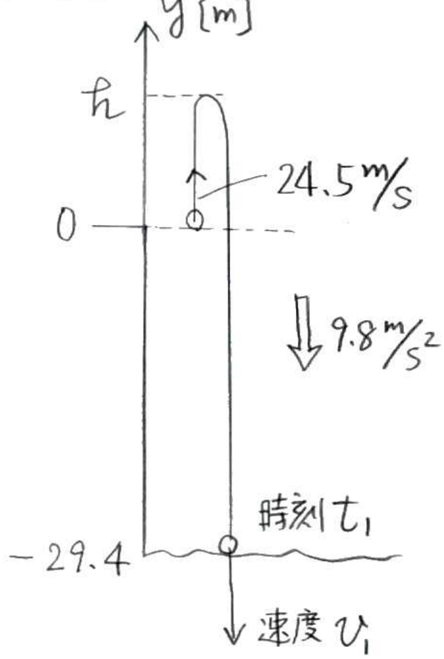
$v_3 = 19.6 - 9.8 \times 4.0 = -19.6\,m/s$　　鉛直下向きに 19.6 m/s

問題中に正の向きは定義されていないので向きは,ことばで示している。

(4)の別解　学んできた知識から,$t_3 = 2t_2 = 4.0\,s$

同じ高さでは速さは同じなので,$v_3 = -v_0 = -19.6\,m/s$

基36



図のように文字をおく。鉛直投げ上げの式を用いる。

(1) $y = v_0 t - \frac{1}{2}gt^2$ へ代入して,

$$\underbrace{-29.4}_{4.9\times 6} = \underbrace{24.5}_{4.9\times 5}\,t_1 - \underbrace{\frac{1}{2}\times 9.8}_{4.9}\times t_1^2$$

$$t_1^2 - 5t_1 - 6 = 0$$

$$(t_1 - 6)(t_1 + 1) = 0$$

$t_1 > 0$ なので, $t_1 = 6.0\,\mathrm{s}$ 　 6.0 s

(2) $v = v_0 - gt$ に代入して,

$$v_1 = 24.5 - 9.8 \times 6.0$$
$$= 24.5 - 58.8 = -34.3\,\mathrm{m/s}$$

速さは 34 m/s

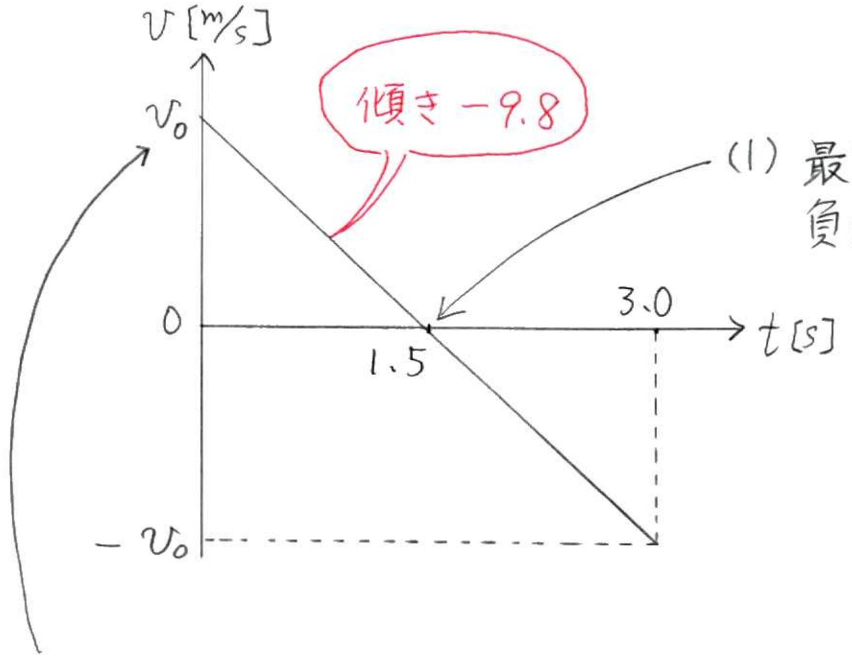
(3) $v^2 - v_0^2 = -2gy$ に代入する。最高点では $v = 0$ である。

$$0 - 24.5^2 = -2 \times 9.8 \times h$$

$$h = \frac{24.5 \times \overbrace{24.5}^{4.9\times 5}}{2 \times \underbrace{9.8}_{4.9\times 2}} = \frac{24.5 \times 5}{4} = 30.6\cdots\,\mathrm{m}$$

海面からは, $30.6 + 29.4 = 60.0\,\mathrm{m}$ 　 60 m

基37　冊子の解答とは異なるやり方で v-t グラフから解いてみましょう。



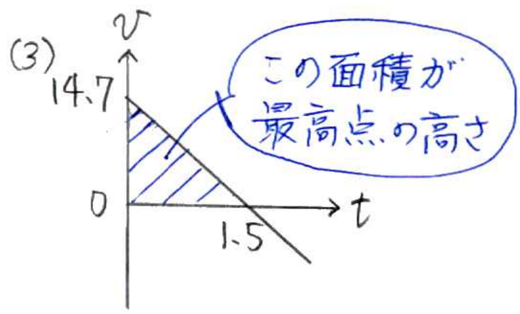
(1) 最高点で速度が正から負に変わる。→ 速度0

<u>1.5 s</u>

(2) グラフから　$v_0 - 9.8 \times 1.5 = 0$ なので

$v_0 = 14.7$ m/s　　<u>15 m/s</u>

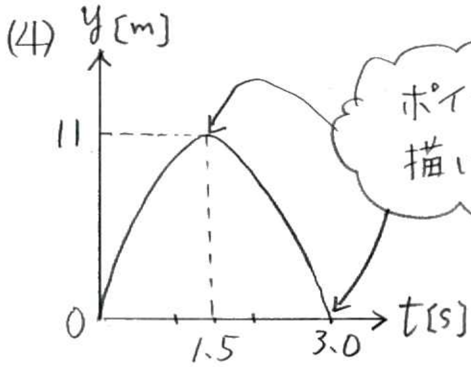
(3)



$\frac{1}{2} \times 1.5 \times 14.7$

$= 11.0 \cdots$ m　　<u>11 m</u>

(4)

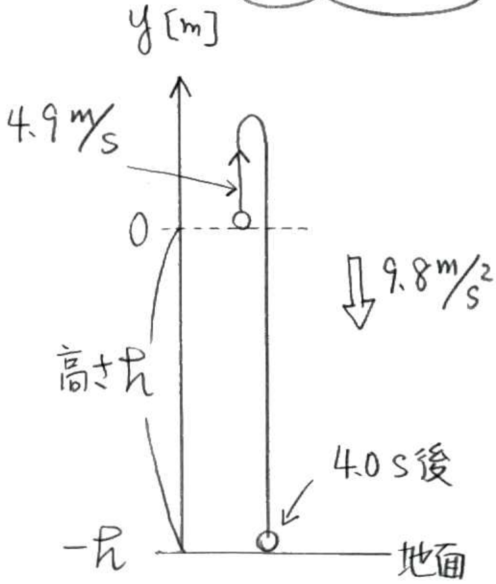


ポイントだけ押えて描いた図

冊子の解答のように放物線の式から描いてもいいです。

基38

「気球から静かに落下させる」というのは，地表から見ると，気球と同じ速さで投げ上げたということになる。



鉛直投げ上げの式 $y = v_0 t - \frac{1}{2} g t^2$ より，

$$-h = 4.9 \times 4.0 - \frac{1}{2} \times 9.8 \times 4.0^2$$

$$-h = 4.9 \times 4.0 \times (1 - 4.0)$$

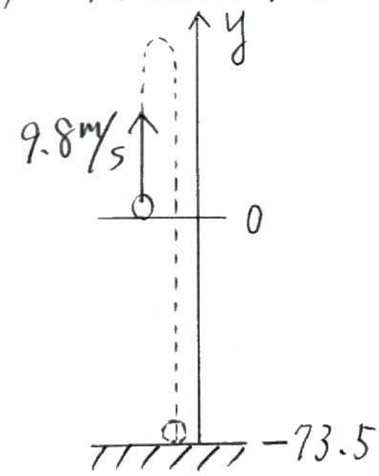
$$h = 4.9 \times 12 = 58.8\ \mathrm{m}$$

59 m

基39

気球から静かに小球を落下させたということは，気球と同じ速度の初速度をもつということです。

(1) 初速度 9.8 m/s の投げ上げ運動なので，



$y = v_0 t - \frac{1}{2} g t^2$ の式に代入して，

$$-\underset{15}{\cancel{73.5}} = \underset{2}{\cancel{9.8}}\,t - \underset{1}{\cancel{\tfrac{1}{2}\times 9.8}}\times t^2$$

$$t^2 - 2t - 15 = 0$$

$$(t-5)(t+3) = 0$$

$t > 0$ なので　$t = 5.0\,\mathrm{s}$　<u>5.0 s 後</u>

(2) $v = v_0 - gt$ の式に代入して

$v = 9.8 - 9.8 \times 5.0$

$= -39.2\,\mathrm{m/s}$　速さは <u>39 m/s</u>