1

平均の速さ ⇒ $\dfrac{\text{移動距離}}{\text{経過時間}}$

瞬間の速さ ⇒ $\dfrac{\text{微小移動距離}}{\text{微小時間}}$ ⇒ x-tグラフの傾き $\left(\dfrac{dx}{dt}\right)$

(イ) t_0[s] で x_0[m] 移動

⇒ 平均の速さ $\bar{v} = \dfrac{x_0}{t_0}$ //

(ロ) 接線の傾きを求めると

$$v_{(t_1)} = \frac{x_1}{t_1 - t_2} \quad //$$

平均の加速度 ⇒ $\dfrac{\text{速度変化}}{\text{経過時間}}$

瞬間の加速度 ⇒ $\dfrac{\text{微小速度変化}}{\text{微小時間}}$ ⇒ v-tグラフの傾き $\left(\dfrac{dv}{dt}\right)$

(ハ) t_0[s] で v_0[m/s] 加速

⇒ 平均の加速度 $\bar{a} = \dfrac{v_0}{t_0}$ //

(ニ) 接線の傾きを求めると

$$a_{(t_1)} = \frac{v_1}{t_1 - t_2} \quad //$$

2

公式

$$\boxed{(\text{相対速度}) = (\text{見られる}) - (\text{見る})}$$

(イ) Aから見たB

⇒ Aに対するBの相対速度 のこと

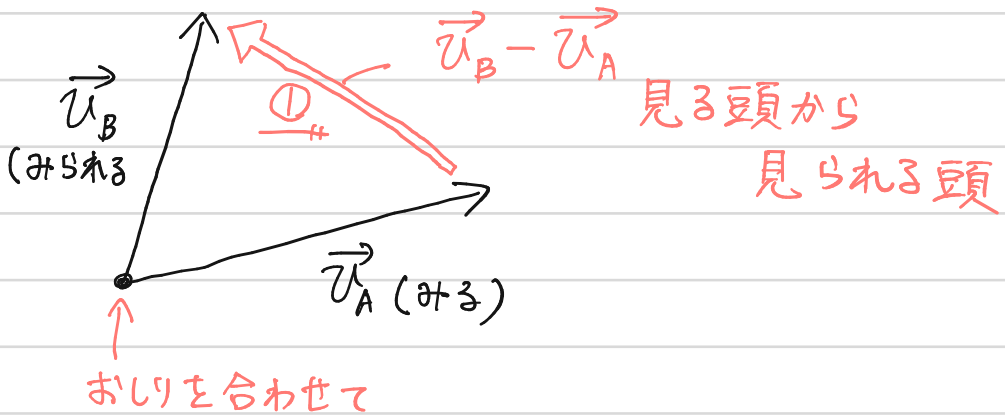
(ロ) (見られる) − (見る)

⇒ $v_B - v_A$

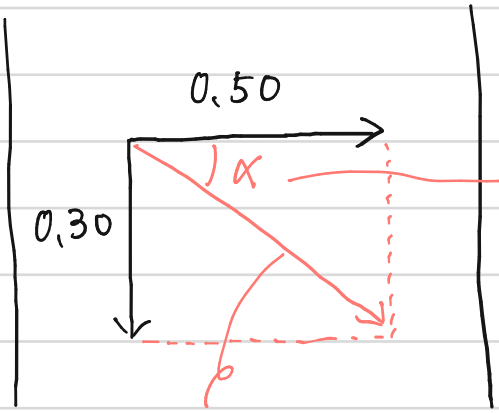
(ハ) (見られる) − (見る)

⇒ $v_A - v_B$

ベクトルの引き算



3 (1)



$\tan\alpha = \frac{0.30}{0.50} = \underline{0.60}$ (イ)

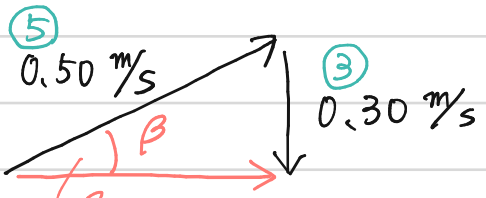
三平方の定理より

$\sqrt{0.50^2 + 0.30^2}$

$\fallingdotseq \underline{0.58\ \mathrm{m/s}}$ (ロ)

普通は$\sqrt{17}$が問題で与えられる。

(2) 合成後が真横になればよい



$v_{合成}$ 4

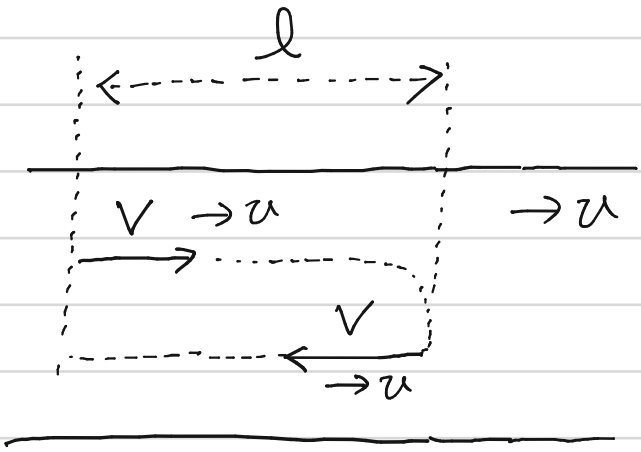
有名三角形の辺の比より 0.40 m/s

$\tan\beta = \frac{0.30}{0.40} = \underline{0.75}$ (ハ)

30 m の幅を 0.40 m/s で横切るので

$t = \frac{30}{0.40} = \underline{75\ \mathrm{s}}$ (ニ)

4 (1)



くだるときは $V+v$ [m/s] ⇒ $t=\dfrac{l}{V+v}$

のぼるときは $V-v$ [m/s] ⇒ $t=\dfrac{l}{V-v}$

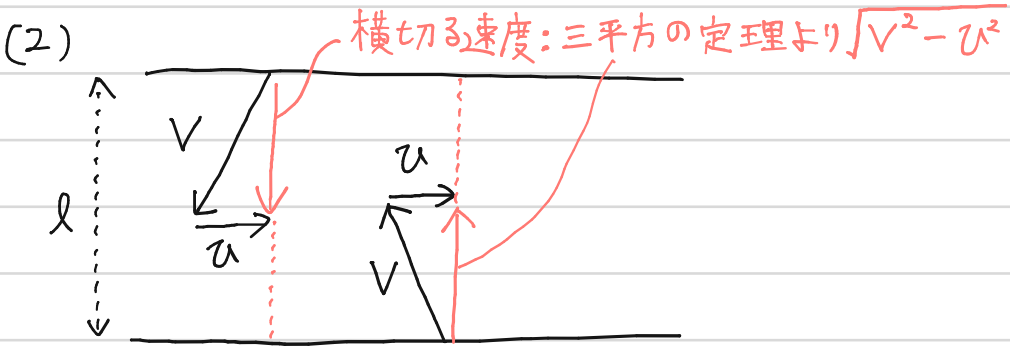
往復で

$$t_1=\frac{l}{V+v}+\frac{l}{V-v}$$

$$=\frac{l(V-v)+l(V+v)}{(V+v)(V-v)}$$

$$=\frac{2lV}{V^2-v^2}$$

(2)



往復で $2l$ のキョリを $\sqrt{V^2-v^2}$ で進むので

$$t_2=\frac{2l}{\sqrt{V^2-v^2}}=\frac{2l\sqrt{V^2-v^2}}{V^2-v^2}$$

(3) t_1 と t_2 の分子をくらべると

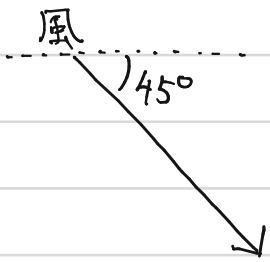
$\boxed{t_1}$ $2lV$

$\boxed{t_2}$ $2l\sqrt{V^2-v^2}$

$\sqrt{V^2-v^2}$ は V より小さいので

$t_2<t_1$

5

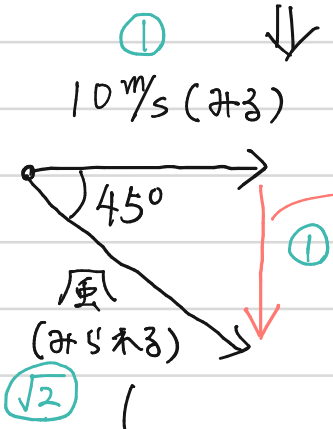


自転車 10 m/s → 真北から風が吹いていると感じる

⇓

自転車から見た風の相対速度が真北からの速度になっている。

⇓



自転車から見た風(見られる − 見る)
1:1:√2 の三角形なので
大きさ 10 m/s

↳ 地面から見た風
1:1:√2 の三角形なので
大きさ $10\sqrt{2} \fallingdotseq 14$ m/s

$\boxed{6}$

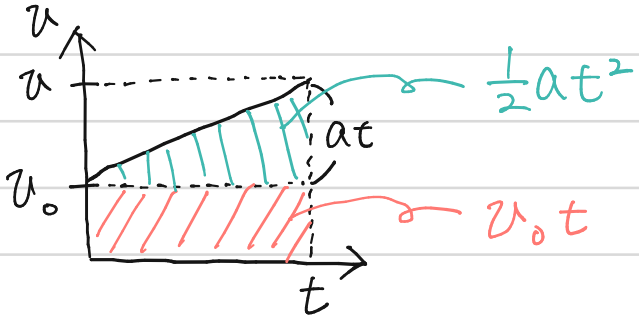
(イ) 加速度の定義「1sでの速度変化」より

$$a = \frac{v - v_0}{t} \quad /\!/ (イ)$$

(ロ) これを変形して

$$v = v_0 + at \quad /\!/ (ロ)$$

(ハ) $v-t$グラフの面積が移動距離



合計して

$$x = v_0 t + \frac{1}{2}at^2 \quad /\!/ (ハ)$$

(ニ) (ロ)を変形して

$$t = \frac{v - v_0}{a}$$

(ハ)に代入して

$$x = v_0 \cdot \frac{v - v_0}{a} + \frac{1}{2}a\left(\frac{v - v_0}{a}\right)^2$$

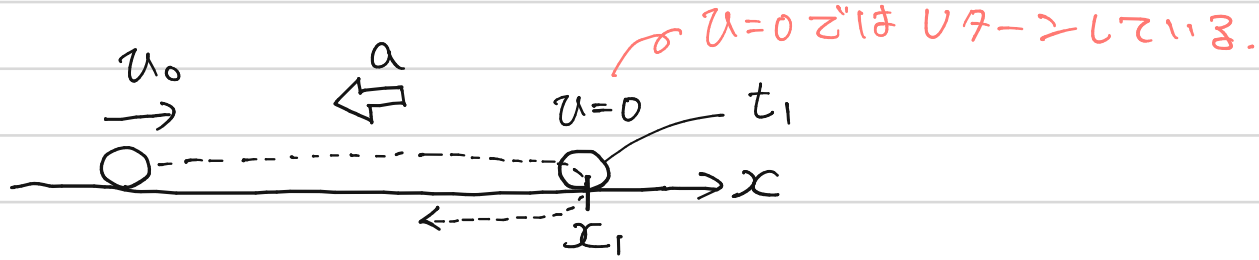
$$x = \frac{v_0 v - v_0^2}{a} + \frac{v^2 - 2vv_0 + v_0^2}{2a}$$

$$x = \frac{v^2 - v_0^2}{2a}$$

$$\Rightarrow \quad v^2 - v_0^2 = 2ax \quad /\!/ (ニ)$$

6 続き

(ホ)



$\boxed{t_1}$ $v = v_0 + at$ より

$$0 = v_0 + (-a)t$$

$$\therefore t = \frac{v_0}{a} \quad //(ホ)$$

(ヘ)

$\boxed{x_1}$ $x = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$ より

$$x_1 = v_0 \cdot \frac{v_0}{a} + \frac{1}{2}(-a)\left(\frac{v_0}{a}\right)^2$$

$$x_1 = \frac{v_0^2}{a} - \frac{v_0^2}{2a}$$

$$\therefore x_1 = \frac{v_0^2}{2a} \quad //(ヘ)$$

$\boxed{(ヘ)\text{別解}}$

※ v-tグラフの面積より

$$x_1 = \frac{1}{2} \cdot v_0 \cdot t$$

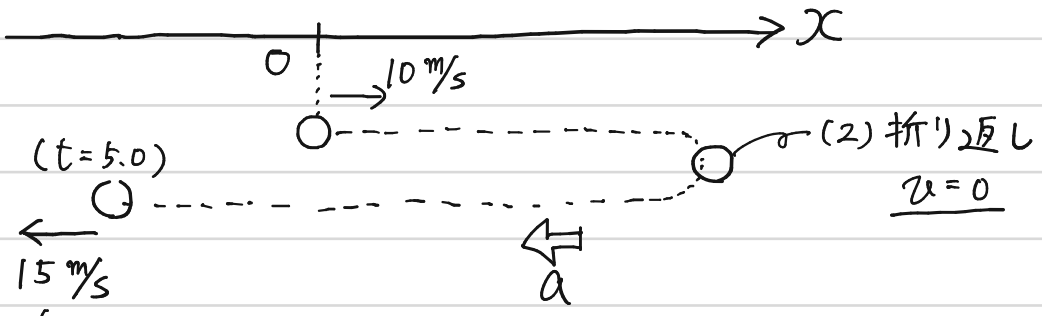
$$\Rightarrow x_1 = \frac{1}{2} \cdot v_0 \cdot \frac{v_0}{a} = \frac{v_0^2}{2a} \quad //$$

※ $v^2 - v_0^2 = 2ax$ より

$$0 - v_0^2 = 2(-a)x_1$$

$$\therefore x_1 = \frac{v_0^2}{2a} \quad //$$

7



10 m/s より大きいので
原点Oより左側にくると分かる。

(1) $v = v_0 + at$ より

$-15 = 10 + a \cdot 5.0$

$\therefore a = \underline{-5.0\ \mathrm{m/s^2}}$ (左向きに 5.0 m/s²)

(2) 折り返し点では $v=0$ となる

$v = v_0 + at$ より

$0 = 10 + (-5.0)t$

$\therefore t = \underline{2.0\ \mathrm{s}}$

(3) $x = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$ より

$x = 10 \cdot 2.0 + \frac{1}{2} \cdot (-5.0) \cdot 2.0^2$

$x = 20 - 10$

$\therefore x = \underline{10\ \mathrm{m}}$

(4) $x = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$ より

$x = 10 \cdot 5.0 + \frac{1}{2} \cdot (-5.0) \cdot 5.0^2$

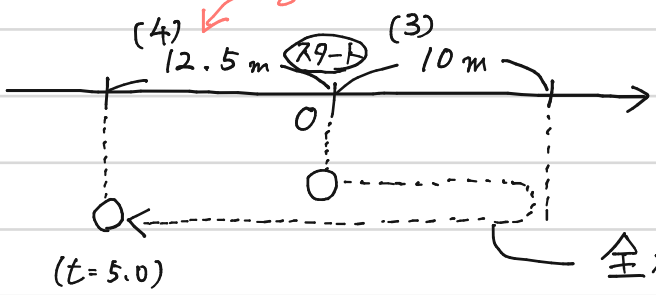
$x = 50 - 62.5$

$\therefore x = -12.5 \fallingdotseq \underline{-13\ \mathrm{m}}$

7 続き

(5) ここまでの情報を図にすると

(4)で求めたものは変位 x（始めと終わりの位置の差）

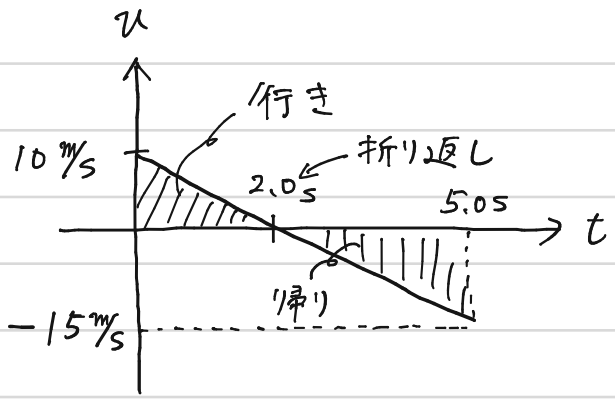


全移動距離は

$10\,m + 10\,m + 12.5\,m$

$= \underline{32.5\,m}$ (≒ 33 m)

※ ひーとグラフを用いて考えることもできる.



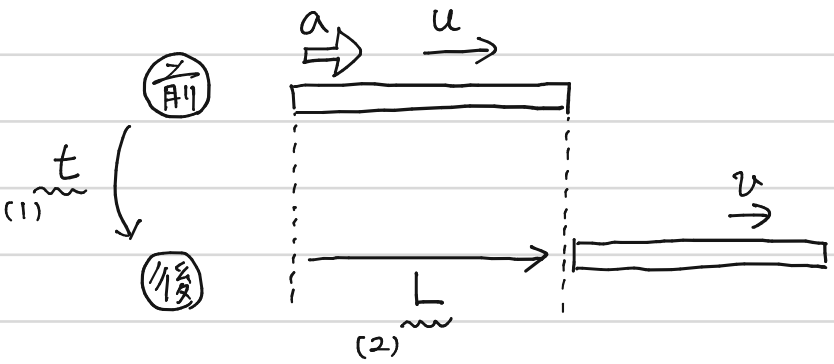
左図の面積から移動距離を求めると.

(行き) = 10 m

(帰り) = 22.5 m

⇒ 合計 $\underline{32.5\,m}$

8 前後の作図をきちんと行い情報を正しくつかもう



(1) t [s] で u [m/s] から v [m/s] に加速している.

$v = v_0 + at$ より

$$v = u + at$$

$$\therefore t = \frac{v-u}{a}$$

(2) t [s] で L [m] 進んでいる.

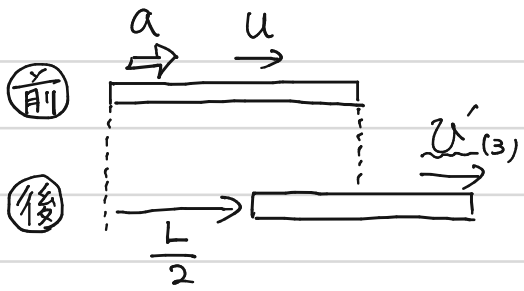
$v^2 - v_0^2 = 2ax$ より

$$v^2 - u^2 = 2aL$$

$$\therefore L = \frac{v^2-u^2}{2a}$$

※ $x = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$ でも出せる

(3) 図を書き直そう



$v^2 - v_0^2 = 2ax$ より

$$v'^2 - u^2 = 2a \cdot \frac{L}{2}$$

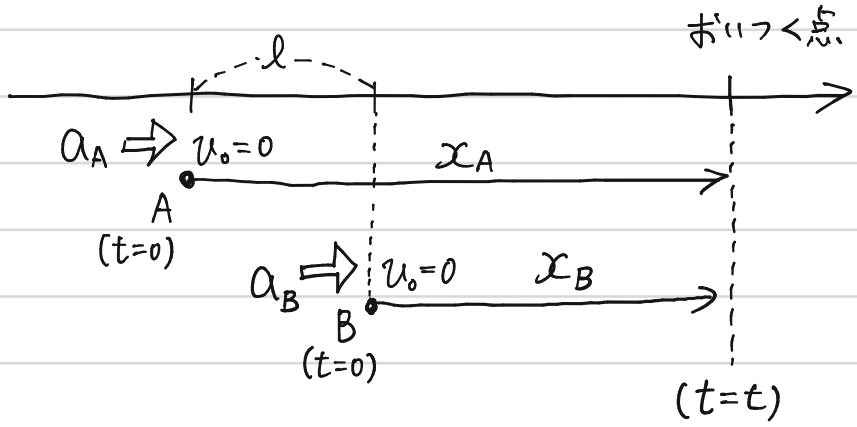
$L = \frac{v^2-u^2}{2a}$ を代入

$$v'^2 - u^2 = 2a \cdot \frac{v^2-u^2}{4a}$$

$$\Rightarrow v'^2 = \frac{v^2+u^2}{2}$$

$$\therefore v' = \sqrt{\frac{v^2+u^2}{2}}$$

$\boxed{9}$ 2物体の情報がまざらないように図にしよう.



$x = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$ より

$$x_A = 0 + \frac{1}{2}a_A t^2 \qquad x_B = 0 + \frac{1}{2}a_B t^2$$

$\boxed{図}$ より

$$x_A - x_B = l$$

x_A, x_B を代入して

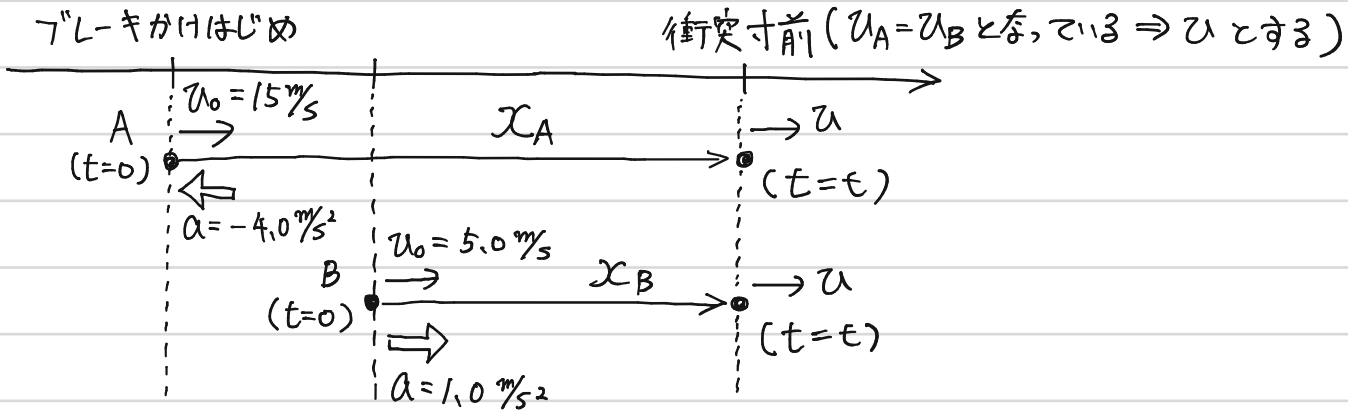
$$\frac{1}{2}a_A t^2 - \frac{1}{2}a_B t^2 = l$$

$$t^2\left(\frac{a_A - a_B}{2}\right) = l$$

$$t^2 = \frac{2l}{a_A - a_B}$$

$$\therefore\ t = \sqrt{\frac{2l}{a_A - a_B}}$$

10 2物体の情報がまざらないように図にしよう.



(1) $v=v_0+at$ で、A, Bで成り立つ関係式を作る

A $v=15+(-4.0)t$

B $v=5.0+1.0t$

2式を連立して

$$15+(-4.0)t=5.0+1.0t$$
$$5t=10$$
$$t=\underline{2.0\,s}$$

(2) $t=2.0$ s とわかったので $x=v_0t+\frac{1}{2}at^2$ で

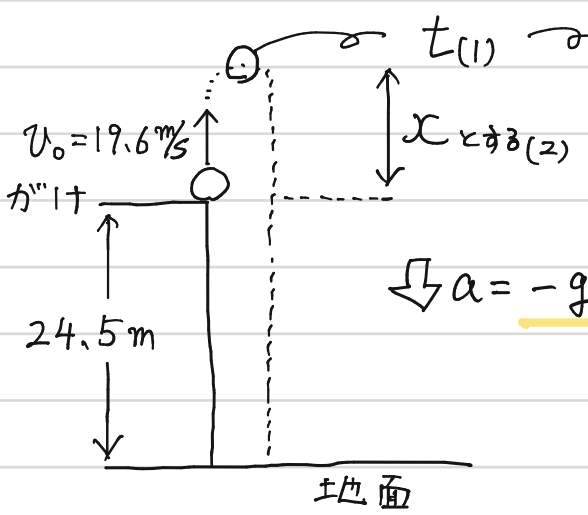
x_A, x_B を求めると

$$x_A=15\cdot2.0+\frac{1}{2}\cdot(-4.0)\cdot2.0^2$$
$$=22\,m$$
$$x_B=5.0\cdot2.0+\frac{1}{2}\cdot(1.0)\cdot2.0^2$$
$$=12\,m$$

はじめのキョリは x_A-x_B なので

$$22-12=\underline{10\,m}$$

11



⇩ $a=-g$ (上向き正)

初速度の向きを正とするのが一般的

(1) 上向きを正として $v=v_0+at$ の式を立てると

$$0=19.6+(-9.8)t$$

$$\therefore\ t=\underline{2.0s}$$

(2) $x=v_0t+\frac{1}{2}at^2$ より

$$x=19.6\cdot2.0+\frac{1}{2}\cdot(-9.8)\cdot2.0^2$$

$$x=39.2-19.6$$

$$x=19.6m$$

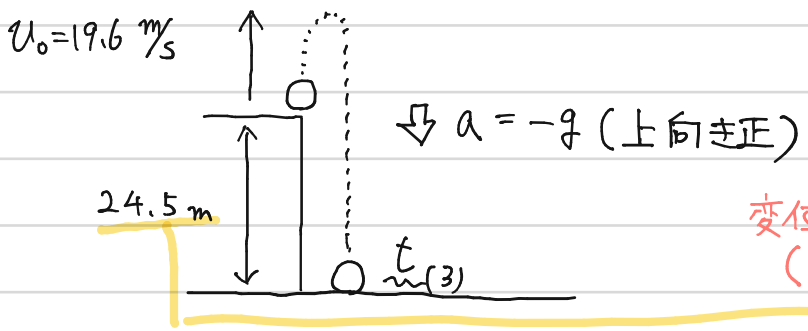
⇓

地面からの高さは、がけの高さをたして

$$24.5+19.6=\underline{44.1m}$$

III 続き

(3) ちがう状況を考えるので図を書き直そう。



$a = -g$ (上向き正)

変位xは始めと終わりの位置の差
(今回は 24.5m 下 ⇒ −24.5m)

地面におちるとき、変位 $x = -24.5$m

$x = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$ より

$$-24.5 = 19.6t + \frac{1}{2}(-9.8)t^2$$

−4.9で割る

$$0 = -4.9t^2 + 19.6t + 24.5$$

$$0 = t^2 - 4t - 5$$

$$0 = (t-5)(t+1)$$

$\therefore\ t = 5.0$ または -1.0

時刻は正の値となるので

$t = 5.0$ s

$v = v_0 + at$ より

$$v = 19.6 + (-9.8)\cdot 5.0$$

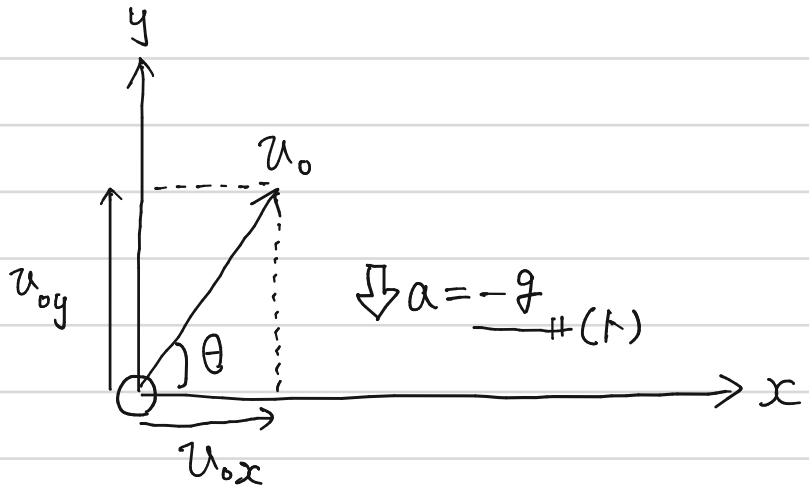
$v = -29.4$ m/s (下向きに 29.4 m/s)

12 斜方投射

⇒ 鉛直方向は重力があるので加速度運動

⇒ 水平方向は力がないので等速度運動（ひが一定）

向きを分けることで計算が可能になる



≪x方向≫

(イ) $v_{0x} = v_0 \cos\theta$　(ロ) $a = 0$　(ハ) 等速度運動

(ニ) 初速度 v_{0x} のまま変化しないので

$$v_x = v_0 \cos\theta$$

(ホ) $x = vt$ より

$$x = v_0 \cos\theta \cdot t$$

≪y方向≫

(ヘ) $v_{0y} = v_0 \sin\theta$　(ト) $a = -g$　(チ) 等加速度運動

(リ) $v = v_0 + at$ より

$$v_y = v_0 \sin\theta + (-g)t$$

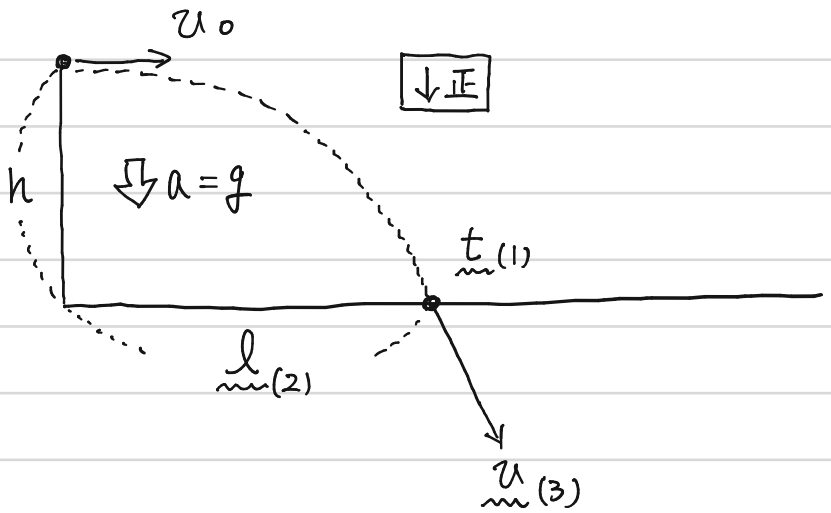
$$\Rightarrow v_y = v_0 \sin\theta - gt$$

(ヌ) $x = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$ より

$$y = v_0 \sin\theta \cdot t + \frac{1}{2}(-g)t^2$$

$$\Rightarrow y = v_0 \sin\theta \cdot t - \frac{1}{2}gt^2$$

13 水平投射は下向きを正とすることが多い



(1) 鉛直の情報 h がわかっているので鉛直の運動で考える ⇒ 等加速度運動

$x = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$ より

$h = 0 + \frac{1}{2}gt^2$

鉛直の運動なので $v_0 = v_{0y} = 0$ となる

$\therefore t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$ //

(2) 時間 t がわかったので水平の運動から l を求める.
等速運動なので $x = vt$ となる.

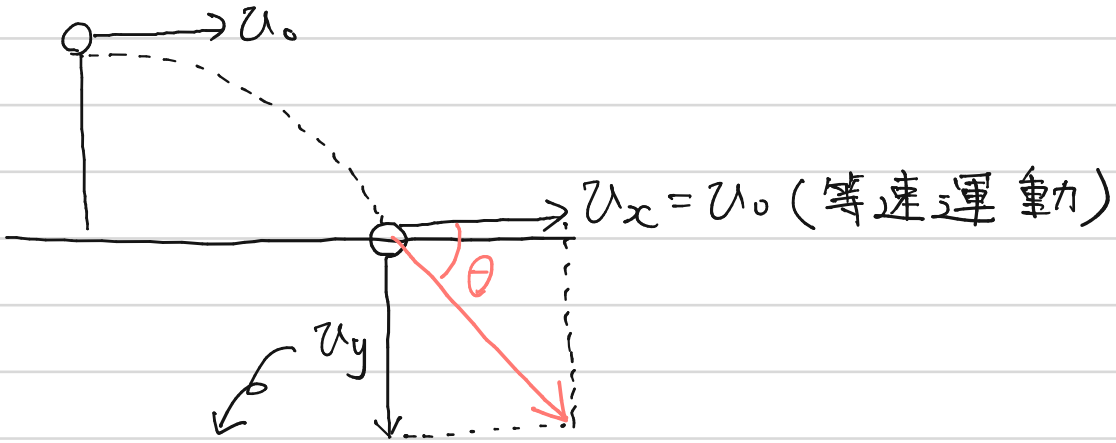
$x = vt$ より

$l = v_0 \cdot \sqrt{\frac{2h}{g}}$

$\therefore l = v_0\sqrt{\frac{2h}{g}}$ //

13 続き

(3) 時間 t を利用してそれぞれの速さをだす

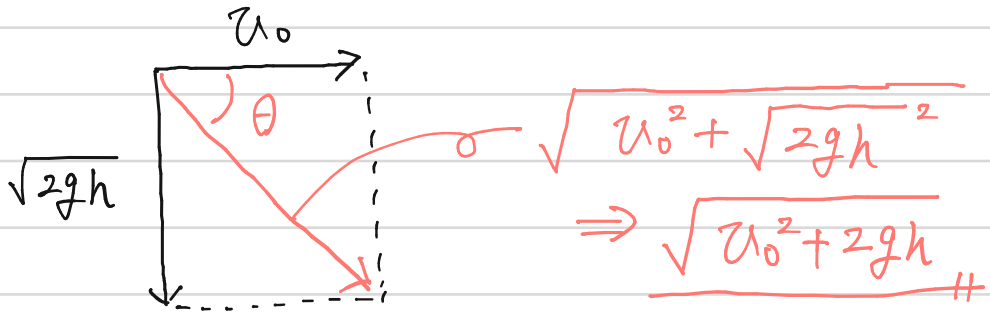


$v = v_0 + at$ より

$v_y = 0 + g \cdot \sqrt{\frac{2h}{g}}$

$\therefore v_y = \sqrt{2gh}$

三平方の定理でベクトルを合成する。



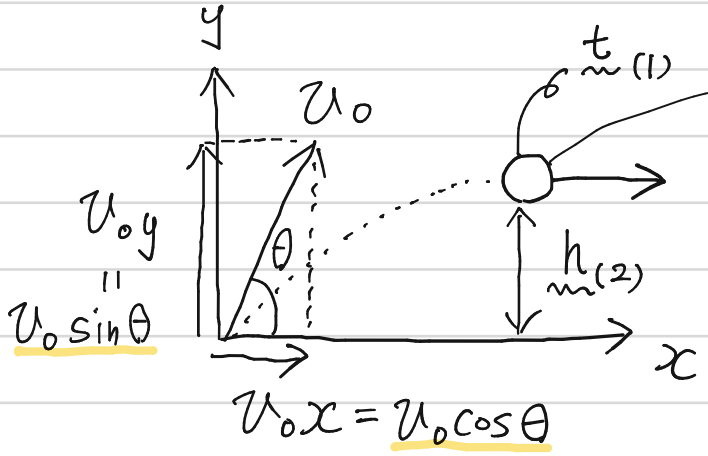
$\sqrt{v_0^2 + \sqrt{2gh}^2}$

$\Rightarrow \sqrt{v_0^2 + 2gh}$ //

(4) 上図より $\tan\theta$ を求めると

$$\tan\theta = \frac{\sqrt{2gh}}{v_0} \quad //$$

14 斜方投射では上向きを正とすることが多い



最高点では $v_y = 0$
(水平の速度だけ残る)

⇩ $a = -g$

指示をされなくても
＿＿＿の部分を
自分で書きだすことが必要

(1) 鉛直の情報 $v_y = 0$ がわかっているので
鉛直方向の運動から考える。

$v = v_0 + at$ より

$$0 = v_0 \sin\theta + (-g)\cdot t$$

$$\therefore\ t = \frac{v_0 \sin\theta}{g}$$

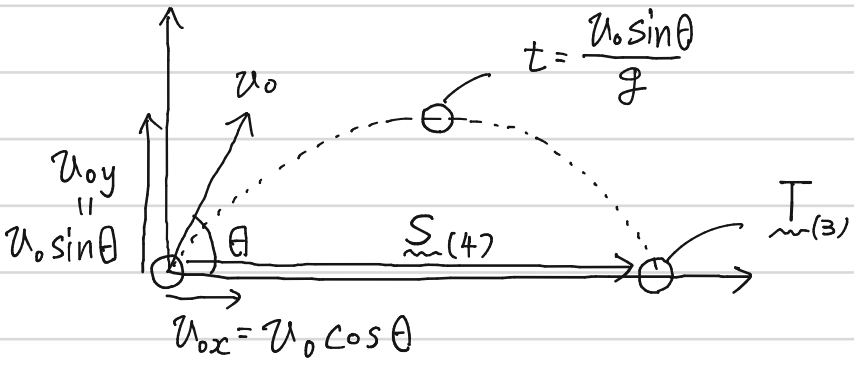
(2) 鉛直の情報 h を求めたいので鉛直の運動から考える。

$x = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$ より

$$h = v_0 \sin\theta \cdot \frac{v_0 \sin\theta}{g} - \frac{1}{2}\cdot(-g)\cdot\left(\frac{v_0 \sin\theta}{g}\right)^2$$

$$\Rightarrow\ h = \frac{v_0^2 \sin^2\theta}{g} - \frac{v_0^2 \sin^2\theta}{2g} = \frac{v_0^2 \sin^2\theta}{2g}$$

(3) 状況が変わったので図をかき直す



運動の対称性より $T = 2t$

$$\therefore T = \frac{2v_0 \sin\theta}{g}$$

$\boxed{\text{(3)別解}}$ 鉛直方向の変位が0となる時刻がTなので

$x = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$ より

$$0 = v_0 \sin\theta \cdot T + \frac{1}{2}\cdot(-g)\cdot T^2$$

$$0 = T\left(v_0 \sin\theta - \frac{1}{2}gT\right)$$

$\Rightarrow T = 0$ または $\frac{2v_0 \sin\theta}{g}$ $\quad \therefore T = \frac{2v_0 \sin\theta}{g}$

(4) 水平方向の情報Sを求めたいので水平方向の運動から考える.

$x = vt$ より

$$S = v_0 \cos\theta \cdot T = v_0 \cos\theta \cdot \frac{2v_0 \sin\theta}{g}$$

$$= \frac{2v_0^2 \sin\theta \cos\theta}{g}$$

模範解答では
(5)のために
$\sin 2\theta = 2\sin\theta\cos\theta$ を
用いて変形している

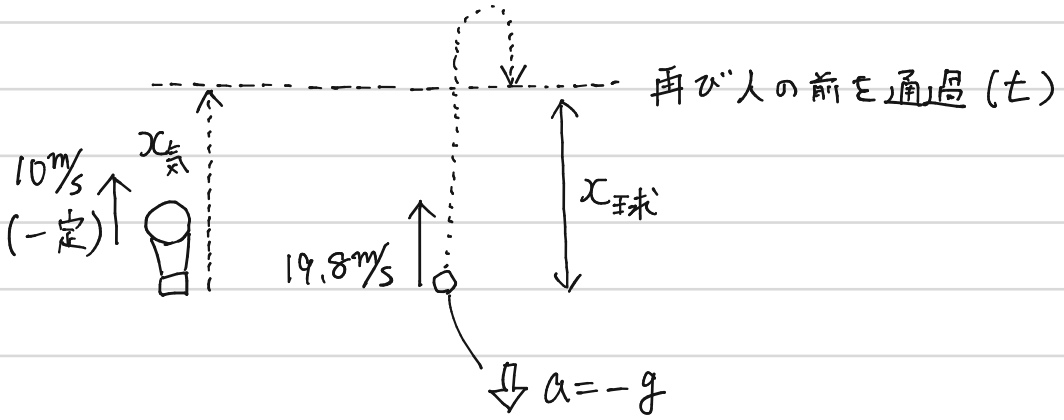
$$= \frac{v_0^2 \sin 2\theta}{g}$$

(5) $S = \frac{v_0^2 \sin 2\theta}{g}$ が最大となる θ は $\sin 2\theta = 1$ となる θ である.

よって $\theta = 45°$

※ $S = \frac{2v_0^2 \sin\theta\cos\theta}{g}$ のままだと最大値がだしづらいので $\sin 2\theta$ に変形している。

15 「気球に対して」というのは気球から見て、という意味である。
気球から見て 9.8 m/s で上に進んでいる速度ということは
気球の速度 10 m/s より 9.8 m/s 速い 19.8 m/s で投げた
ということである。
これをふまえて作図する。



(1)・球の方が初速度が大きいことから、上図のような
軌道と推測できる
・$x_{気} = x_{球}$ という関係が図からわかる。
・$x_{球}$ は変位なので ⇣ の動き全体の長さではない ことに注意する。

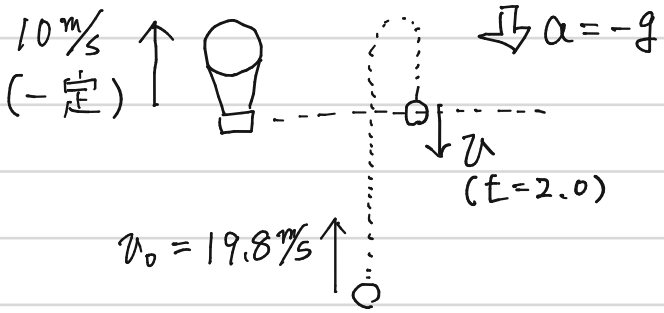
$\boxed{x_{気}}$ $x = vt$ より
$x_{気} = 10t$ …①

$\boxed{x_{球}}$ $x = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$ より
$x_{球} = 19.8t + \frac{1}{2}(-9.8)t^2$
$\Rightarrow x_{球} = 19.8t - 4.9t^2$ …②

$x_{気} = x_{球}$ に①、②を代入して
$10t = 19.8t - 4.9t^2$
$\Rightarrow 0 = -4.9t^2 + 9.8t$
$\Rightarrow 0 = t(-t + 2)$
$t = 0$ または 2.0
$t > 0$ なので $t = \underline{2.0\,s}$

15 続き

(2) 地面から見たときの速度を図にしてみる.



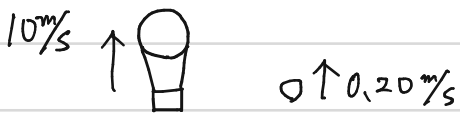
ここでvを求めると

$v = v_0 + at$ より

$v = 19.8 + (-9.8) \cdot 2.0$

$= \underline{0.20\ m/s}$ // (3)の答え

正の値なのでまだ上昇中で頂点につく前に気球が追いつく形だったとわかる.



気球から見た球の速度は(見られる)−(見る)より

$0.20 - 10 = -9.8\ m/s$ (<u>下向きに9.8m/s</u>//)