2 年　物理　5 月課題　表紙

★提出時の注意★

※物理の初回授業に、担当の先生まで提出してください。
※このファイルをプリントアウトし、途中計算・解答を書き込んでください。
※プリントアウトできない場合は、**B5 のサイズの**ルーズリーフまたはレポート用紙に問題番号・途中計算・解答を書いてください。（問題は書いても書かなくても構いません。）
※必ず表紙をつけてください。
※表紙に学年・組・番号・氏名を書き、左上と右上をホッチキス止めしてください。（クリップは認めません。）

______年______組______番　　氏名__________________________

2 年　物理　練習問題　No.1

【1】次の各問に答えよ。(基本問題)

(1)

下流から上流の向きを正として，速度の合成の公式 $v = v_1 + v_2$ を用いる。静水に対する船の速度は 5.0m/s，流れの速度は－1.0m/s と表されるので，岸に対する船の速度 v〔m/s〕は，

$v = 5.0 + (-1.0) = 4.0$〔m/s〕　　<u>上流へ 4.0m/s</u>

(2)

右向きを正として，相対速度の公式 $v_{AB} = v_B - v_A$ を用いる。

$v_A = 1.0$〔m/s〕，$v_B = -5.0$〔m/s〕なので，求める相対速度 v_{AB}〔m/s〕は，

$v_{AB} = -5.0 - 1.0 = -6.0$〔m/s〕　　<u>左向きに 6.0m/s</u>

(3)

右向きを正として，等加速度直線運動の公式 $v = v_0 + at$ を用いる。$v = -20$〔m/s〕，$v_0 = 10$〔m/s〕，$t = 5.0$〔s〕なので，

$-20 = 10 + a \times 5.0$

$a = -6.0$〔m/s²〕　　<u>左向きに 6.0m/s²</u>

(4)

速度 v〔m/s〕を求めるには，等加速度直線運動の公式 $v = v_0 + at$ を用いる。$v_0 = 1.0$〔m/s〕，$a = 0.50$〔m/s²〕，$t = 2.0$〔s〕を代入すると，

$v = 1.0 + 0.50 \times 2.0 =$ <u>2.0〔m/s〕</u>

求める変位 x〔m〕は，公式$x = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$から，　　$x = 1.0 \times 2.0 + \frac{1}{2} \times 0.50 \times 2.0^2 = 3.0[\mathrm{m}]$

<u>3.0m</u>

(5)

速度 v〔m/s〕を求めるには，等加速度直線運動の公式 $v = v_0 + at$ を用いる。$v_0 = 1.0$〔m/s〕，$a = -0.50$〔m/s²〕，$t = 6.0$〔s〕を代入すると，

$v = 1.0 + (-0.50) \times 6.0 =$ <u>－2.0〔m/s〕</u>

求める変位 x〔m〕は，公式$x = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$から，　$x = 1.0 \times 6.0 + \frac{1}{2} \times (-0.50) \times 6.0^2 = -3.0[\mathrm{m}]$

<u>－3.0m</u>

(6)

変位 x〔m〕を求めるには，等加速度直線運動の公式 $v^2 - v_0^2 = 2ax$ を用いる。$v_0 = 2.0$〔m/s〕，$v = 3.0$〔m/s〕，$a = 0.50$〔m/s²〕を代入すると，　$3.0^2 - 2.0^2 = 2 \times 0.50x$　　<u>$x = 5.0$〔m〕</u>

【2】

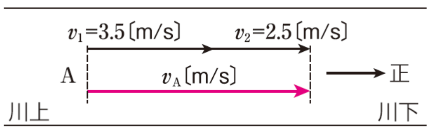
(1)　平均の速度は，$x-t$ グラフ上の 2 点を通る直線の傾きに相当する。求める平均の速度を$\overline{v}$〔m/s〕とすると，$\overline{v}$は，(2.0s，4.0m)，(4.0s，16.0m)の 2 点を通る直線の傾きに相当する。

$$\overline{v}=\frac{16.0-4.0}{4.0-2.0}=6.0〔\mathrm{m/s}〕$$

(2)　瞬間の速度は，その時刻における $x-t$ グラフの接線の傾きに相当する。求める瞬間の速度を v〔m/s〕とすると，これは時刻 2.0s におけるグラフの接線の傾きに相当する。接線は，(2.0s, 4.0m)，(4.0s，12.0m)の 2 点を通るので，　$v=\frac{12.0-4.0}{4.0-2.0}=4.0$〔m/s〕

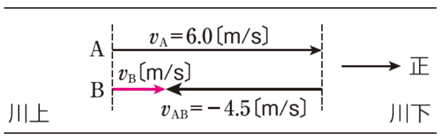
【3】

(1)　上流から下流の向きを正として，岸から見た A の速度を v_A〔m/s〕，静水の場合の A の速度を v_1〔m/s〕，流れの速度を v_2〔m/s〕とすると，$v_1=3.5$〔m/s〕，$v_2=2.5$〔m/s〕であり，各速度の関係は図のようになる。



$v_A=v_1+v_2=3.5+2.5=6.0$〔m/s〕　　<u>上流から下流の向きに 6.0m/s</u>

(2)　上流から下流の向きを正として，岸から見た B の速度を v_B〔m/s〕，A から見た B の速度を v_{AB}〔m/s〕とする。$v_A=6.0$〔m/s〕，$v_{AB}=-4.5$〔m/s〕であり，$v_{AB}=v_B-v_A$ の関係が成り立ち，これらの関係は図のようになる。



$-4.5=v_B-6.0$　　$v_B=1.5$〔m/s〕　　<u>上流から下流の向きに 1.5m/s</u>

【4】

(1)

加速度は，$v-t$ グラフの傾きに相当する。各区間における傾きを求める。

1 分 40 秒は 100 秒なので，AB 間の加速度 a_{AB}〔m/s²〕は，

$$a_{AB}=\frac{30-0}{100-0}=0.30〔\mathrm{m/s^2}〕$$　　<u>進行する向きに 0.30m/s²</u>

5 分は 300 秒，3 分は 180 秒なので，CD 間の加速度 a_{CD}〔m/s²〕は，

$$a_{CD}=\frac{0-30}{300-180}=-0.25〔\mathrm{m/s^2}〕$$　　<u>進行する向きと逆向きに 0.25m/s²</u>

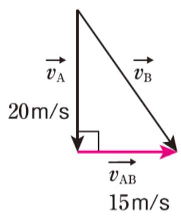
(2)

AD 間の距離は，$v-t$ グラフと時間軸とで囲まれた台形の面積に相当する。

台形 ABCD の面積を求める。BC 間の時間は 80 秒なので，

$$\frac{(80+300)\times 30}{2}=\mathbf{5.7\times 10^3}〔\mathrm{m}〕$$

【5】



地面に対する A，B の速度$\vec{v_A}$，$\vec{v_B}$と相対速度$\vec{v_{AB}}$は，図のように示される。$\vec{v_A}$と$\vec{v_{AB}}$は垂直であり，三平方の定理から，$\vec{v_B}$の大きさ v_B は次のように計算される。

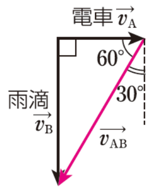
$v_B = \sqrt{{v_A}^2 + {v_{AB}}^2} = \sqrt{20^2 + 15^2}$

$= \sqrt{(4 \times 5)^2 + (3 \times 5)^2}$

$= 5\sqrt{4^2 + 3^2} = 5\sqrt{25} = 5 \times 5 =$ **25〔m/s〕**

【6】

地面に対する電車の速度を$\vec{v_A}$, 雨滴の速度を$\vec{v_B}$, 電車内の人から見た雨滴の相対速度を$\vec{v_{AB}}$として，これらの関係を図示する。このとき，$\vec{v_B} - \vec{v_A}$が鉛直方向となす角が 30° であることを利用し，三角比を用いて$\vec{v_B}$の大きさ(速さ v_B)を計算する。



地面に対する電車の速度$\vec{v_A}$, 雨滴の速度$\vec{v_B}$, 電車内から見た雨滴の相対速度$\vec{v_{AB}}$は，図のように示される。このとき，v_A＝5.0〔m/s〕であり，ベクトルで描かれた三角形の内角($\vec{v_A}$と$\vec{v_{AB}}$とのなす角)が 60° となることを利用すると，

$v_B = v_A \tan 60° = 5.0 \times \sqrt{3}$

＝5.0×1.73＝8.65〔m/s〕　　**8.7m/s**

【7】

(1)　v－t グラフの傾きを求めると，　　$a = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{2.0-0}{4.0-0} =$ **0.50〔m/s²〕**

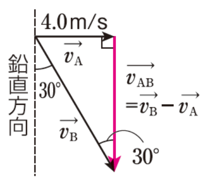
(2)　正の向きに最も遠ざかる時刻は，速度が正から負に変わるとき(v＝0 のとき)**t＝6.0〔s〕**である。

(3)　v－t グラフの面積は移動距離に相当する。t＝0～6.0〔s〕の間に，物体は正の向きに移動する。その距離 x_A〔m〕は，　$x_A = \frac{6.0 \times 2.0}{2} = 6.0$〔m〕

t＝6.0～8.0〔s〕の間に，物体は負の向きに移動する。その距離 x_B〔m〕は，　$x_B = \frac{(8.0-6.0) \times 2.0}{2} = 2.0$〔m〕

t＝8.0〔s〕における位置 x〔m〕は，　x＝x_A－x_B＝6.0－2.0＝**4.0〔m〕**

【8】



それぞれの速度は，図のように示される。ベクトルで描かれた直角三角形において，$\vec{v_B}$と$\vec{v_{AB}}$との間の角は 30° であり，v_A＝4.0〔m/s〕なので，

$v_B \sin 30°$ ＝v_A

$v_B \times \frac{1}{2} = 4.0$

v_B＝**8.0〔m/s〕**

【9】時間 t が与えられていないので，$v^2-v_0{}^2=2ax$ を用いて加速度を求める。また，最高点 P における速度は 0 となる。$v-t$ グラフを描くには，速度 v と時間 t との関係を式で表す。

(1)

点 O，Q における速度，OQ 間の変位の値を $v^2-v_0{}^2=2ax$ に代入する。

$(-4.0)^2-6.0^2=2\times a\times 5.0$　　$a=$ **−2.0〔m/s²〕**

(2)

点 P では速度が 0 になるので，$v=v_0+at$ から，$0=6.0-2.0\times t$　　$t=3.0$〔s〕　　3.0s 後

OP 間の距離は，$x=v_0t+\frac{1}{2}at^2$ から，

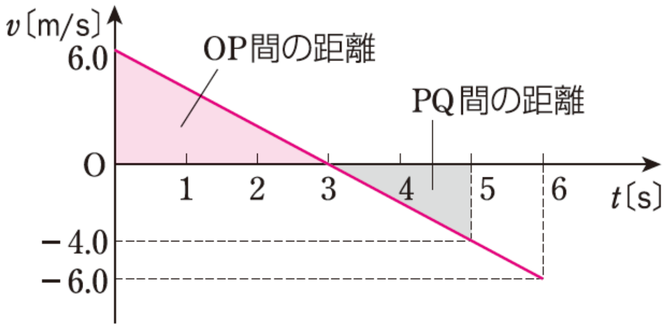
$x=6.0\times 3.0+\frac{1}{2}\times(-2.0)\times 3.0^2=\mathbf{9.0}$**〔m〕**

(3)

投げてから t〔s〕後の速度 v〔m/s〕は，

$v=v_0+at$ から，　$v=6.0-2.0t$

$v-t$ グラフは，図のようになる。



(4)

$v=v_0+at$ から，　$-4.0=6.0+(-2.0)\times t$

$t=5.0$〔s〕　　**5.0s 後**

ボールの移動距離は，$v-t$ グラフから，OP 間の距離と PQ 間の距離を足して求められ，

$\frac{6.0\times 3.0}{2}+\frac{(5.0-3.0)\times 4.0}{2}=\mathbf{13.0}$**〔m〕**

【10】次の各問に答えよ。(基本問題)

(1)

鉛直下向きを正にすると，1.0s 後の速度 v〔m/s〕は，自由落下の公式 $v=gt$ から，

$v=9.8\times 1.0=$ **9.8〔m/s〕**

落下距離 y〔m〕は，公式 $y=\frac{1}{2}gt^2$ から，　$y=\frac{1}{2}\times 9.8\times 1.0^2=$ **4.9〔m〕**

(2)

鉛直下向きを正にすると，2.0s 後の速度 v〔m/s〕は，鉛直投げおろしの公式 $v=v_0+gt$ から，

$v=10+9.8\times 2.0=29.6$〔m/s〕　　**30m/s**

落下距離 y〔m〕は，公式 $y=v_0t+\frac{1}{2}gt^2$ から，

$y=10\times 2.0+\frac{1}{2}\times 9.8\times 2.0^2=39.6$〔m〕　　**40m**

(3)

最高点に達するまでの時間を t〔s〕とする。最高点では速度が 0 になるから，鉛直投げ上げの公式$v = v_0 - gt$に，v＝0〔m/s〕，v_0＝9.8〔m/s〕を代入して，　0＝9.8－9.8t　　t＝1.0〔s〕　　**<u>1.0s 後</u>**

最高点の高さを h〔m〕とすると，公式$y = v_0t - \frac{1}{2}gt^2$から，$h = 9.8 \times 1.0 - \frac{1}{2} \times 9.8 \times 1.0^2$ =**<u>4.9〔m〕</u>**

(4)

水平投射では，小球は水平方向に等速直線運動をする。速度の水平成分の大きさは，初速のまま一定であり，**<u>5.0m/s</u>**

鉛直方向には自由落下と同じ運動をするので，公式 v＝gt に，t＝1.0〔s〕を代入して，

v＝9.8×1.0＝**<u>9.8〔m/s〕</u>**

(5)

斜方投射では，小球は水平方向に等速直線運動をするので，速度の水平成分は，初速度の水平成分と同じままである。したがって，水平成分の大きさは，

$v_0\cos\theta = 49\cos 30° = 49 \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 49 \times \frac{1.73}{2} = 42.3$　　**<u>42m/s</u>**

鉛直方向では，鉛直投げ上げと同じ運動なので，最高点での速度の鉛直成分の大きさは **<u>0m/s</u>** となる。

【11】

《Point》

①問題文の「静かに落とした」とは，初速度 0 で落下させたという意味である。

②ルートの計算では，ルートの中にある数値を，2 乗の積に整理できる場合がある。

(1)

t＝2.0〔s〕で水面に達するので，$y = \frac{1}{2}gt^2$から，　　$y = \frac{1}{2} \times 9.8 \times 2.0^2 = 19.6$〔m〕　　**<u>20m</u>**

(2)

t＝2.0〔s〕のときの速さは，v＝gt から，　　v＝9.8×2.0＝19.6〔m/s〕　　**<u>20m/s</u>**

(3)

時間 t が与えられていないので，v^2＝2gy の式を用いる。

$v = \sqrt{2 \times 9.8 \times \frac{19.6}{2}} = \sqrt{2 \times 9.8^2}$

$= 9.8\sqrt{2} = 9.8 \times 1.41 = 13.8$〔m/s〕　　**<u>14m/s</u>**

【12】

(1)

速度が 0 となるときが最高点になるので，求める時間 t〔s〕は，$v=v_0-gt$ から，

$0=9.8-9.8\times t$　　**$t=1.0$〔s〕**

求める高さを y_1〔m〕とすると，$y=v_0t-\frac{1}{2}gt^2$ から，　　$y=9.8\times1.0-\frac{1}{2}\times9.8\times1.0^2=\mathbf{4.9}$**〔m〕**

(2)

求める速さは，投げ上げてから 3.0s 後の速さである。$v=v_0-gt$ から，

$v=9.8-9.8\times3.0=-19.6$〔m/s〕　　**20m/s**

（負の符号は，速度が鉛直下向きであることを表している。）

(3)

求める高さは，投げ上げてから 3.0s 後の y 座標の大きさである。$y=v_0t-\frac{1}{2}gt^2$ から，

$y=9.8\times3.0-\frac{1}{2}\times9.8\times3.0^2=-14.7$〔m〕

これは，屋上を原点としたときの地面の y 座標である。したがって，**ビルの高さは 15m**

《Point》

y 軸の原点を地面にとるとは限らない。屋上を原点にとって，鉛直上向きを正としているので，地面の座標は負の値で表される。

【13】投げ出した位置を原点とし，水平右向きに x 軸，鉛直下向きに y 軸をとる。小球の運動は，x 方向では等速直線運動，y 方向では自由落下と同じ運動をする。

(1)

地面の y 座標は 19.6m であるから，$y=\frac{1}{2}gt^2$ を用いて，　　$19.6=\frac{1}{2}\times9.8\times t^2$　　$t^2=4.0$

$t=\pm2.0$〔s〕　　$t>0$ なので，$t=-2.0$〔s〕は解答に適さない。したがって，**2.0s**

(2)

地面に達するまで，小球は，水平方向に速さ 14.7m/s の等速直線運動をする。

$x=v_xt=14.7\times2.0=29.4$〔m〕　　**29m**

(3)

鉛直方向の速度の成分 v_y は，　　$v_y=gt=9.8\times2.0=$**19.6〔m/s〕**

小球の速さ v〔m/s〕は，水平方向と鉛直方向の速度を合成し，その大きさとして求められる。

$v=\sqrt{{v_x}^2+{v_y}^2}=\sqrt{14.7^2+19.6^2}$

$=\sqrt{(4.9\times3)^2+(4.9\times4)^2}=4.9\sqrt{3^2+4^2}$

$=4.9\times5=24.5$〔m/s〕　　**25m/s**

【14】小球は，x 方向には速さ 20cos30°〔m/s〕の等速直線運動をし，y 方向には初速度 20sin30°〔m/s〕の鉛直投げ上げと同じ運動をする。最高点に達したとき，小球の速度の鉛直成分は 0 であり，投げ上げてから地面に達するまでの時間は，最高点に達するまでの時間の 2 倍となる。

(1)

速度の x 成分，y 成分は，

$v_x = 20\cos 30° = 20 \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 10\sqrt{3}$

$= 10 \times 1.73 = 17.3$〔m/s〕　**<u>17m/s</u>**

$v_y = v_0 \sin\theta - gt = 20\sin 30° - 9.8 \times 0.20$

$= 20 \times \frac{1}{2} - 1.96 = 8.04$〔m/s〕　**<u>8.0m/s</u>**

位置の x 座標，y 座標は，

$x = v_x t = 17.3 \times 0.20 = 3.46$〔m〕　**<u>3.5m</u>**

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

$= 20\sin 30° \times 0.20 - \frac{1}{2} \times 9.8 \times 0.20^2$

$= 1.80$〔m〕　**<u>1.8m</u>**

(2)

求める時間は，$v_y = 0$ となるときであり，$v_y = v_0 \sin\theta - gt$ から，

$0 = 20\sin 30° - 9.8 \times t$　　$t = 1.02$〔s〕　**<u>1.0s</u>**

(3)

水平方向には等速直線運動をし，地面に達するまでに(2)で求めた時間の 2 倍かかるので，

$x = v_x t = 17.3 \times (1.02 \times 2) = 35.2$〔m〕　**<u>35m</u>**

【15】

(1)

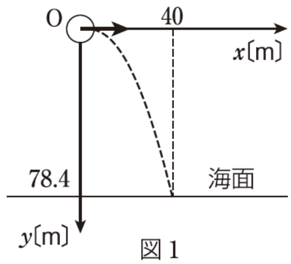


図 1

投げ出した位置を原点とし，水平右向きに x 軸，鉛直下向きに y 軸をとる(図 1)。小球の鉛直方向の運動は自由落下と同じなので，海面に達するまでの時間を t〔s〕とすると，公式 $y = \frac{1}{2}gt^2$ に，海面の座標 $y = 78.4$〔m〕を代入して，

$78.4 = \frac{1}{2} \times 9.8t^2$　　$t^2 = 16$　　$t > 0$ なので，**<u>$t = 4.0$〔s〕</u>**

(2)

小球の水平方向の運動は，初速度 v_0〔m/s〕と同じ速度の等速直線運動である。公式 $x = vt$ で，$x = 40$〔m〕，$v = v_0$〔m/s〕，$t = 4.0$〔s〕を代入して，　$40 = v_0 \times 4.0$　　**<u>$v_0 = 10$〔m/s〕</u>**

(3)

海面に達する直前の小球の速度の水平成分 v_x〔m/s〕と鉛直成分 v_y〔m/s〕をそれぞれ求める。水平方向の運動は，等速直線運動なので，v_xは一定であり，　$v_x = v_0 = 10$〔m/s〕

鉛直方向の運動は自由落下なので，公式 $v = gt$ に，$v = v_y$〔m/s〕，$g = 9.8$〔m/s²〕，$t = 4.0$〔s〕を代入し，

$v_y = gt = 9.8 \times 4.0 = 39.2$〔m/s〕

小球の速度はこれらの速度成分を合成したもので，図 2 の$\vec{v}$のようになる。$\vec{v}$と水平方向とのなす角を θ としたとき，

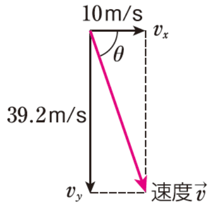


図 2

$\tan\theta = \frac{v_y}{v_x} = \frac{39.2}{10} = 3.92$　　**<u>3.9</u>**

【16】

(1)

点 P を原点とし，水平右向きに x 軸，鉛直上向きに y 軸をとる(図)。鉛直方向の運動は鉛直投げ上げと同じであり，最高点では速度の鉛直成分が 0 となる。鉛直投げ上げの公式 $v = v_0 - gt$ で，$v_0 = 19.6$〔m/s〕，$v = 0$〔m/s〕から，最高点に達するまでの時間 t_1〔s〕は，

$0 = 19.6 - 9.8 \times t_1$　　**<u>$t_1 = 2.0$〔s〕</u>**

また，最高点の高さ y〔m〕は，鉛直投げ上げの公式$y = v_0 t - \frac{1}{2}gt^2$で，$v_0 = 19.6$〔m/s〕，$t = t_1 = 2.0$〔s〕から，

$y = 19.6 \times 2.0 - \frac{1}{2} \times 9.8 \times 2.0^2 = 19.6$〔m〕　　**<u>20m</u>**

(2)

小球の水平方向の運動は等速直線運動なので，速度の水平成分は初速度の水平成分と同じであり，**<u>10m/s となる。</u>**

また，小球が Q に達するまでの時間 t_2〔s〕は，鉛直投げ上げの公式$y = v_0 t - \frac{1}{2}gt^2$で，$y = 0$〔m〕，$v_0 = 19.6$〔m/s〕として，

$0 = 19.6t_2 - \frac{1}{2} \times 9.8 \times {t_2}^2$　　$t_2(t_2 - 4) = 0$　　$t_2 = 0,\ 4$

$t_2 = 0$ は投げ上げたときなので不適である。　$t_2 = 4.0$〔s〕

これを$v = v_0 - gt$に代入すると，求める速度の鉛直成分 v は，

$v = 19.6 - 9.8 \times 4.0 = -19.6$[m/s]　　**<u>鉛直下向きに 20m/s</u>**

(3)

PQ 間の距離を x〔m〕とすると，水平方向の運動は等速直線運動なので，公式 $x = vt$ に $v = 10$〔m/s〕，$t = 4.0$〔s〕を代入する。

$x = 10 \times 4.0 =$ **<u>40〔m〕</u>**

【17】

(1)

問題図から，$\underline{\boldsymbol{V_x = V_0\cos\theta}}$，$\underline{\boldsymbol{V_y = V_0\sin\theta}}$

(2)

v_xは初速度の x 成分と同じであり，　$\underline{\boldsymbol{v_x = V_0\cos\theta}}$

v_yは鉛直投げ上げの公式 $v = v_0 - gt$ を用いて，$v_0 = V_y = V_0\sin\theta$ から，

$\underline{\boldsymbol{v_y = V_0\sin\theta - gt}}$

(3)

位置の座標 x を求めるには, 等速直線運動の公式 $x = vt$ を用いて, $v = v_x = V_0\cos\theta$ から，　$x = V_0\cos\theta \times t = V_0t\cos\theta$

位置の座標 y を求めるには，鉛直投げ上げの公式$y = v_0t - \frac{1}{2}gt^2$を用いて，$v_0 = V_y = V_0\sin\theta$ から，

$y = V_0\sin\theta \times t - \frac{1}{2}gt^2 = V_0t\sin\theta - \frac{1}{2}gt^2$　　$\boldsymbol{\left(V_0t\cos\theta, V_0t\sin\theta - \frac{1}{2}gt^2\right)}$

(4)

最高点では $v_y = 0$ である。(2)で求めた v_y の式を用いて，時刻 t_1 は,

$v_y = V_0\sin\theta - gt$　　$0 = V_0\sin\theta - gt_1$　　$t_1 = \frac{V_0\sin\theta}{g}$

最高点の座標 x_1 は，(3)で求めた x の式に t_1 を代入して求められる。

$$x_1 = V_0t_1\cos\theta = V_0 \times \frac{V_0\sin\theta}{g} \times \cos\theta$$

$$= \frac{{V_0}^2\sin\theta\cos\theta}{g} = \frac{{V_0}^2\sin2\theta}{2g}$$

また，最高点の座標 y_1 は，(3)で求めた y の式に t_1 を代入して,

$$y_1 = V_0 \times t_1\sin\theta - \frac{1}{2}g{t_1}^2$$

$$= V_0 \times \frac{V_0\sin\theta}{g} \times \sin\theta - \frac{1}{2}g\left(\frac{V_0\sin\theta}{g}\right)^2 = \frac{{V_0}^2\sin^2\theta}{2g}$$

(5)

再び地面に落下したときは $y = 0$ なので，$y_2 = 0$ となる。(3)で求めた y の式に $y = y_2 = 0$，$t = t_2$ を代入すると，時刻 t_2 は,

$$0 = V_0t_2\sin\theta - \frac{1}{2}g{t_2}^2 = t_2\left(V_0\sin\theta - \frac{1}{2}gt_2\right)$$

$t_2 = 0$ は投げ上げたときなので，解答に適さない。$t_2 = \frac{2V_0\sin\theta}{g}$

また，(3)で求めた x の式に $x = x_2$，$t = t_2 = \frac{2V_0\sin\theta}{g}$を代入すると，座標 x_2 は,

$$x_2 = V_0t_2\cos\theta = V_0 \times \frac{2V_0\sin\theta}{g} \times \cos\theta$$

$$= \frac{2{V_0}^2\sin\theta\cos\theta}{g} = \frac{{V_0}^2\sin2\theta}{g}$$

【18】

小球Aの落下距離は，自由落下の公式を用いて求める。また，小球Bの高さは，鉛直投げ上げの公式を用いて求める。両者が衝突した地点では，$y_A + y_B = h$ の関係が成り立っており，(1)，(2)の結果を利用する。

(1)

落下距離 y_A は，$y_A = \frac{1}{2}gt^2$

(2)

高さ y_B は，$y_B = v_0 t - \frac{1}{2}gt^2$

(3)

衝突した地点では，$y_A + y_B = h$ の関係が成り立つ。(1)，(2)の結果を用いて，

$$\frac{1}{2}gt^2 + v_0 t - \frac{1}{2}gt^2 = h \qquad t = \frac{h}{v_0}$$

これを(2)の y_B の式に代入して，

$$y = v_0 \times \frac{h}{v_0} - \frac{1}{2}g \times \left(\frac{h}{v_0}\right)^2 = h - \frac{gh^2}{2{v_0}^2}$$