教科書　(注) 最後の答は、原則として3桁で記すことにする。

1.1 直線運動 (1)

P.3 [問1]　$v = \dfrac{x}{t} = \dfrac{2400\,m}{80\,s} = 30\,m/s = 30.0\,m/s$

$$v = \frac{30\,m}{1\,s} = \frac{0.030\,km}{\frac{1}{3600}\,h} = 108\,km/h$$

P.3 [問2]　$x = vt$ であるから、v-t グラフ(下図)の斜線部の面積が移動距離に相当する。下図では、時刻 t_1 から t_2 の間に等速度 v で進んだときの移動距離が斜線部の面積で表されている。

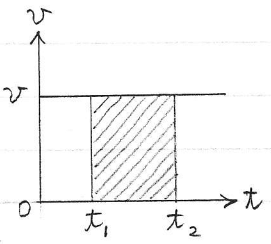


図1.3 の場合、3秒間では

$$x = vt = 5\,m/s \times 3\,s = 15\,m = 15.0\,m$$

進む。これは図1.2 の3秒のとき、移動距離15mであることに等しい。

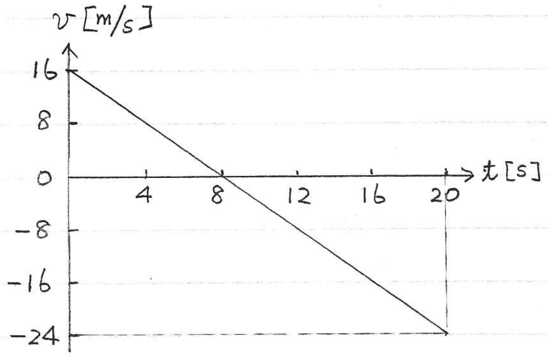
P.5 [問1]　$a = \dfrac{\Delta v}{\Delta t} = \dfrac{12\,m/s - 6\,m/s}{3\,s} = 2\,m/s^2 = 2.00\,m/s^2$

P.6 [問2]　$a = \dfrac{\Delta v}{\Delta t} = \dfrac{-6.0\,m/s - (+12\,m/s)}{6.0\,s} = -3.0\,m/s^2 = -3.00\,m/s^2$

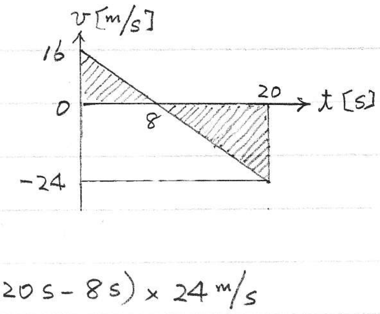
P.7 [問1]　P.7の例題では、東向きを正とすると

0 s で $+16\,m/s$、　20 s で $-24\,m/s$

となった。(加速度は一定)　よって、v-t グラフは下図のようである。



20秒間に通過した道のりは、下の概略図の斜線の面積で表される。(速度は絶対値(大きさ、速さ)で計算する)



$$\text{斜線部の面積} = \frac{1}{2} \times 8\,s \times 16\,m/s + \frac{1}{2} \times (20\,s - 8\,s) \times 24\,m/s$$
$$= 208\,m$$

教科書

1、1 直線運動 (2)

P.7 [問2] $v = v_0 + at = 10\,m/s + 2.0\,m/s^2 \times 5.0\,s = 20\,m/s = 20.0\,m/s$

$$x = v_0 t + \frac{1}{2}at^2 = 10\,m/s \times 5.0\,s + \frac{1}{2} \times 2.0\,m/s^2 \times (5.0\,s)^2 = 75\,m = 75\,m/s$$

P.7 [問3] $0s \sim 2s$: $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{6\,m/s - 0\,m/s}{2s - 0s} = 3\,m/s^2 = 3.00\,m/s^2$

$2s \sim 8s$: $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{6\,m/s - 6\,m/s}{8s - 2s} = 0\,m/s^2 = 0.00\,m/s^2$

$8s \sim 12s$: $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{0\,m/s - 6\,m/s}{12s - 8s} = -1.5\,m/s^2 = -1.50\,m/s^2$

図から、v-tグラフの直線と横軸で囲まれた部分（台形）の面積を計算する。

面積 $= \frac{1}{2}\left((8s - 2s) + (12s - 0s)\right) \times 6\,m/s = 54\,m = 54.0\,m$

P.8 問題[1]

1. $v = \frac{x}{t} = \frac{1200\,km}{7h - 0.25h} = 177.77\cdots\,km/h = 178\,km/h$ $\left(15\,min = \frac{15}{60}h = 0.25h\right)$

$v = \frac{1200\,km}{7h - 0.25h} = \frac{1200 \times 1000\,m}{6.75 \times 3600\,s} = 49.382\cdots\,m/s = 49.4\,m/s$

2. 電車の速さを v_1 とすると、

$$20\,m = (v_1 - 54\,km/h) \times 4s$$

が成り立つ。mをkmに、sをhに直すと、

$$0.020\,km = (v_1 - 54\,km/h) \times \frac{4}{3600}h$$

これを解くと

$$v_1 = 72\,km/h = 72.0\,km/h$$

$(= 20.0\,m/s)$

教科書

1.1 直線運動 (3)

P.8 問題 [1]

3. (a) $v_1 = a_1 t_1 = 0.8\,\mathrm{m/s^2} \times 50\,\mathrm{s} = 40\,\mathrm{m/s}$

$$= \frac{40\,\mathrm{m}}{1\,\mathrm{s}} = \frac{0.040\,\mathrm{km}}{\frac{1}{3600}\,\mathrm{h}} = 144\,\mathrm{km/h} \quad (= 40.0\,\mathrm{m/s})$$

(加速している間の文字の添字を1とした)

(b) $x_2 = v_1 t_2$ (等速の間の文字の添字を2とした. $v_2 = v_1$ である)

$$\therefore t_2 = \frac{x_2}{v_1} = \frac{10.8\,\mathrm{km}}{144\,\mathrm{km/h}} = 0.075\,\mathrm{h} = 0.075 \times 3600\,\mathrm{s} = 270\,\mathrm{s}$$

$$0\,\mathrm{m/s} = v_1 + a_3 t_3$$

$$\therefore t_3 = -\frac{v_1}{a_3} = -\frac{40\,\mathrm{m/s}}{-1\,\mathrm{m/s^2}} = 40\,\mathrm{s} = 40.0\,\mathrm{s}$$

よって, 所要時間は $t_1 + t_2 + t_3 = 50\,\mathrm{s} + 270\,\mathrm{s} + 40\,\mathrm{s} = 360\,\mathrm{s}$

(c) $x_1 = \frac{1}{2} a_1 t_1^2 = \frac{1}{2} \times 0.8\,\mathrm{m/s^2} \times (50\,\mathrm{s})^2 = 1000\,\mathrm{m} = 1\,\mathrm{km}$

$$x_3 = v_1 t_3 + \frac{1}{2} a_3 t_3^2 = 40\,\mathrm{m/s} \times 40\,\mathrm{s} + \frac{1}{2} \times (-1\,\mathrm{m/s}) \times (40\,\mathrm{s})^2$$

$$= 800\,\mathrm{m} = 0.8\,\mathrm{km}$$

(減速している間の文字の添字を3とした)

よって, 両駅間の距離は

$$x_1 + x_2 + x_3 = 1\,\mathrm{km} + 10.8\,\mathrm{km} + 0.8\,\mathrm{km} = 12.6\,\mathrm{km}$$

$(= 1.26 \times 10^4\,\mathrm{m})$

4. $v^2 - v_0^2 = 2ax$ の式で $v_0 = 0\,\mathrm{m/s}$

$$\therefore x = \frac{v^2}{2a} = \frac{(120\,\mathrm{m/s})^2}{2 \times 4\,\mathrm{m/s^2}} = 1800\,\mathrm{m}$$

教科書

1.2 運動の法則 (1)

P.10 [問1] ・電車の加速時に取り込んでいた電流を0にして加速をしなくなったとき、ほぼそのままの速度で進んで行く。

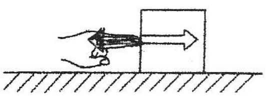
・電車が急停止すると、乗客がそれまで進んでいた方向に倒れそうになる。

・台車に乗せた荷物(特に軽い荷物)が、台車が急に動いたり止まったりしたとき荷崩れを起こす。

P.10 [問2] 慣性の法則により、石もそのままの速度を保つので、(c)の状態になる。

P.12 [問] $a=\dfrac{F}{m}=\dfrac{100\,N}{5\,kg}=20\,m/s^2=20.0\,m/s^2$

P.13 [問]

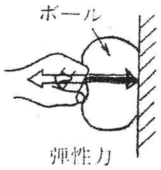


押す力

物体から指へ

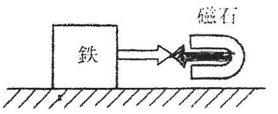
摩擦力

走者から地面へ



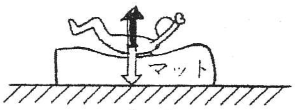
弾性力

手からボールへ



磁気力

鉄から磁石へ



重 力

マットから人へ
(マットがなくても重力は働いているので、人から地球へ の方がよい)

図 1.12 力

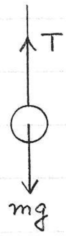
教科書

1、2 運動の法則 (2)

P.15 [問1] $F = ma = 29.4\,\mathrm{kg} \times 10\,\mathrm{m/s^2} = 294\,\mathrm{N}$

$$\frac{294\,\mathrm{N}}{9.8} = 30\,\mathrm{kgw} = 30.0\,\mathrm{kgw}$$

P.15 [問2] (a) 運動方程式は，加速度が 0 なので，上向きを正として



$$0 = T - mg$$

$$\therefore T = mg = 0.50\,\mathrm{kg} \times 9.8\,\mathrm{m/s^2}$$

$$= 4.9\,\mathrm{N}$$

$$= 4.90\,\mathrm{N}$$

(b) 運動方程式は，　$ma = T - mg$

$$\therefore \quad T = m(a+g) = 0.50\,\mathrm{kg} \times (1.0\,\mathrm{m/s^2} + 9.8\,\mathrm{m/s^2})$$

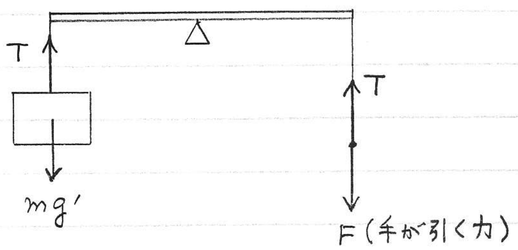
$$= 5.4\,\mathrm{N} = 5.40\,\mathrm{N}$$

(c) 運動方程式は，　$ma = T - mg$

$$\therefore \quad a = \frac{T}{m} - g = \frac{2.0\,\mathrm{N}}{0.50\,\mathrm{kg}} - 9.8\,\mathrm{m/s^2} = -5.8\,\mathrm{m/s^2}$$

下向きに，$5.80\,\mathrm{m/s^2}$ の加速度で運動する．

P.15 [問3] 月面上での重力加速度を g' とする．



$$F = T = mg' = 1\,\mathrm{kg} \times \frac{9.8\,\mathrm{m/s^2}}{6}$$

$$= 1.6333\cdots\,\mathrm{N} = 1.63\,\mathrm{N}$$

$$F = \frac{1.6333\,\mathrm{N}}{9.8} = 0.16666\cdots\,\mathrm{kgw}$$

$$= 0.167\,\mathrm{kgw}$$

教科書

1、2 運動の法則 (3)

P.16 [問] $g = G\dfrac{M}{R^2}$ より $M = \dfrac{gR^2}{G} = \dfrac{9.8\ \mathrm{m/s^2} \times (6.37\times10^6\ \mathrm{m})^2}{6.67\times10^{-11}\ \mathrm{N\cdot m^2/kg^2}}$

$= 5.9618 \cdots\cdots \times 10^{24}\ \mathrm{kg}$

$= 5.96 \times 10^{24}\ \mathrm{kg}$

P.17 問題[2]

1. $v^2 - v_0^2 = 2ax$ の式で $v = 0\ \mathrm{m/s}$ であるから、

$$a = -\frac{v_0^2}{2x} = -\frac{(300\ \mathrm{m/s})^2}{2\times0.080\ \mathrm{m}} = -5.625\times10^5\ \mathrm{m/s^2}$$

よって、平均の抵抗力 $F = ma = 0.030\,\mathrm{kg} \times (-5.625\times10^5\ \mathrm{m/s^2}) = -1.6875\times10^4\ \mathrm{N}$

したがって、平均の抵抗力の大きさは、$1.69\times10^4\ \mathrm{N}$

2. $a = \dfrac{v - v_0}{t}$, $a = \dfrac{F}{m}$ であるから、

$$\frac{v - v_0}{t} = \frac{F}{m}$$

$$\therefore\ v = \frac{Ft}{m} + v_0 = \frac{100\ \mathrm{N}\times0.8\ \mathrm{s}}{20\ \mathrm{kg}} + 10\ \mathrm{m/s} = 14\ \mathrm{m/s}$$

$a' = \dfrac{v' - v}{t}$ で $v' = 0\ \mathrm{m/s}$ であるから $a' = -\dfrac{v}{t} = -\dfrac{14\ \mathrm{m/s}}{2\ \mathrm{s}} = -7\ \mathrm{m/s^2}$

$$\therefore\ F = ma' = 20\,\mathrm{kg}\times(-7\ \mathrm{m/s^2}) = -140\ \mathrm{N}$$

よって、運動と反対方向に 140N の力を作用させればよい。

教科書

1.3 いろいろな直線運動 (1)

P.19 [問1]　$y=\frac{1}{2}gt^2=\frac{1}{2}\times 9.8\,m/s^2\times(3s)^2=44.1\,m$

$v=gt=9.8\,m/s^2\times 3s=29.4\,m/s$

P.19 [問2]　落下運動は等加速度直線運動であり，その加速度は重力加速度gである。そこで，P.6の(1.4)式でaをgに変えて，速度vの式が得られる。

$$v=v_0+at \longrightarrow v=v_0+gt$$

P.7の(1.5)式で変位xをyに，aをgに変えて，yの式が得られる。

$$x=v_0t+\frac{1}{2}at^2 \longrightarrow y=v_0t+\frac{1}{2}gt^2$$

P.7の(1.6)式でxをyに，aをgに変えると，

$$v^2-v_0^2=2ax \longrightarrow v^2-v_0^2=2gy$$

が得られる。

P.20 [問1]　(1.19)式　$v=v_0-gt$　で　$v=0$のとき　$t=T$とすると，

$$0=v_0-gT$$

$$\therefore T=\frac{v_0}{g}$$

(1.20)式　$y=v_0t-\frac{1}{2}gt^2$　に　$t=T=\frac{v_0}{g}$を代入すると，

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

となる。

P.20 [問2]　地上は$y=0$であるので，(1.20)式を用いて，

$$0=v_0t-\frac{1}{2}gt^2$$

$$\therefore \left(v_0-\frac{1}{2}gt\right)t=0$$

$$\therefore t=0,\ \frac{2v_0}{g}$$

$t=0$は投げ上げたときであるので，地上に落下するまでの時間は　$t=\frac{2v_0}{g}$

速度　$v=v_0-gt=v_0-g\left(\frac{2v_0}{g}\right)=-v_0$

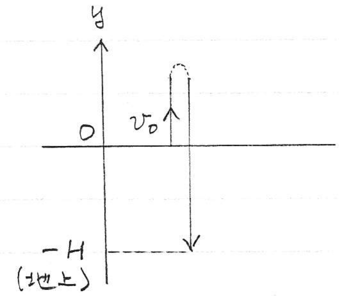
よって，速さは　v_0

1.3 いろいろな直線運動（2）

P.20 [問3]　$y = v_0 t - \frac{1}{2}gt^2$ の式で，砂袋を落としたときの気球の位置を $y=0$ とする．
そのときの地上からの高さを H，地上に砂袋が落ちるまでの時間を T とすると，

$$-H = v_0 T - \frac{1}{2}gT^2$$

が成り立つ．（右の概略図参照）



$$\therefore\ H = -v_0 T + \frac{1}{2}gT^2$$
$$= -6.0\,\mathrm{m/s} \times 10\,\mathrm{s} + \frac{1}{2}\times 9.8\,\mathrm{m/s^2} \times (10\,\mathrm{s})^2$$
$$= 430\ \mathrm{m}$$

P.21 [問]　$F_0 = 1000\,\mathrm{kg重} = 1000\,\mathrm{kg} \times 9.8\,\mathrm{m/s^2} = 9800\,\mathrm{N}$

$$F_0 = \mu N$$
$$\therefore\ \mu = \frac{F_0}{N} = \frac{F_0}{mg} = \frac{9800\,\mathrm{N}}{1200\,\mathrm{kg}\times 9.8\,\mathrm{m/s^2}} = 0.83333\cdots = 0.833$$

P.22 [問1]　$x = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$ で，$x = 8.0\,\mathrm{m}$，$v_0 = 36\,\mathrm{km/h} = 10\,\mathrm{m/s}$，$a = -6.25\,\mathrm{m/s^2}$
であるから，

$$8.0 = 10t - \frac{1}{2}\times 6.25t^2 \qquad \text{（単位省略）}$$
$$\therefore\ 6.25t^2 - 20t + 16 = 0$$
$$\therefore\ (2.5t - 4)^2 = 0$$
$$\therefore\ t = \frac{4}{2.5} = 1.6\ \mathrm{s} = 1.60\ \mathrm{s}$$

P.22 [問2] (a)
- 車のタイヤと路面の間の摩擦がないと車は走らない．（その場でタイヤは空回りする）
- 鉄道も車輪と線路の間に摩擦がないと走らない．（その場で車輪は空回りする）
- 物を積み重ねたとき，摩擦がないと，少しでも斜めになったとき（水平からずれたとき），物は滑ってしまう．机や床の上に，水平をあまり気にせずに物を置けるのも，物と床面などの間に摩擦があるからである．
- その他，教科書の解答にあるように，摩擦によるブレーキなど．

(b)
- 教科書の解答にあるボールベアリングは，棒（車軸）などを滑らかに回転させるもので，摩擦が少ない方がよい．

教科書

1.3 いろいろな直線運動 (3)

P.22 問題 [3]

1. 最高点 $H = \dfrac{v_0^2}{2g}$ であるから, $v_0^2 = 2gH$

$$\therefore\ v_0 = \sqrt{2gH} = \sqrt{2 \times 9.8\,\mathrm{m/s^2} \times 15\,\mathrm{m}}\quad 17.146\cdots\,\mathrm{m/s} = 17.1\,\mathrm{m/s}$$

2. 地上を $y=0$, Aの初めの位置(高さ)を $y=h$ とする. 時間 t のときのAとBの位置をそれぞれ y_A, y_B とする. Bの初速を v_0 とし, 上向きを正とすると,

$$\begin{cases} y_A = h - \dfrac{1}{2}gt^2 \\ y_B = v_0 t - \dfrac{1}{2}gt^2 \end{cases}$$

AとBがぶつかるときは $y_A = y_B$ であるから,

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

$$\therefore\ t = \frac{h}{v_0} \qquad \text{----} ①$$

また, Bが最高点に達する時間が $\dfrac{v_0}{g}$ であることから(P.20 [問1]), Bが上昇中にAとぶつかる条件は,

$$0 < t \leqq \frac{v_0}{g} \qquad \text{-----} ②$$

である.

①, ② より

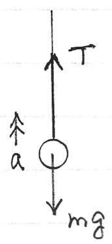
$$0 < \frac{h}{v_0} \leqq \frac{v_0}{g}$$

$0 < \dfrac{h}{v_0}$ はみたされているから, $\dfrac{h}{v_0} \leqq \dfrac{v_0}{g}$ を考える.

$$\therefore\ v_0^2 \geqq gh$$

$$\therefore\ v_0 \geqq \sqrt{gh} = \sqrt{9.8\,\mathrm{m/s^2} \times 49\,\mathrm{m}} = 21.913\cdots\,\mathrm{m/s} = 21.9\,\mathrm{m/s}$$

3. 運動方程式は



$$ma = T - mg$$

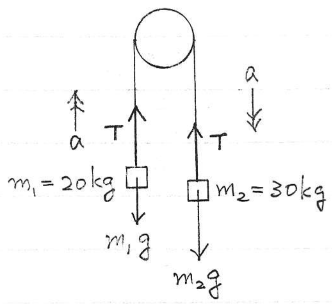
$$\therefore\ T = ma + mg = m(a+g) = 0.500\,\mathrm{kg} \times (2\,\mathrm{m/s^2} + 9.8\,\mathrm{m/s^2})$$
$$= 5.9\,\mathrm{N}$$
$$= 5.90\,\mathrm{N}$$

教科書

1、3 いろいろな直線運動 (4)

P.20 問題 [3]

4.



運動方程式

$$\begin{cases} 20kg\text{の物体：} m_1 a = T - m_1 g & \text{----①} \\ 30kg\text{の物体：} m_2 a = m_2 g - T & \text{----②} \end{cases}$$

①＋②

$$(m_1+m_2)a=(m_2-m_1)g$$

$$\therefore\ a=\frac{m_2-m_1}{m_1+m_2}g=\frac{30kg-20kg}{20kg+30kg}\times 9.8\,m/s^2$$

$$=1.96\,m/s^2$$

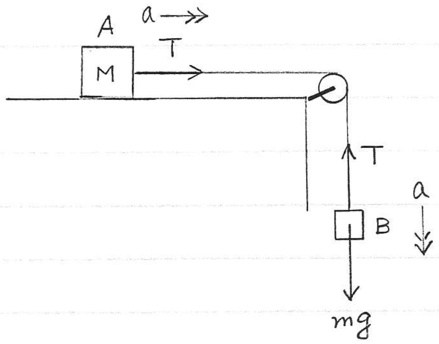
①より

$$T=m_1(a+g)=20kg\times(1.96\,m/s^2+9.8\,m/s^2)$$

$$=235.2N$$

$$=235N$$

P.21 5.



(1) 運動方程式

$$\begin{cases} A\text{について：} Ma=T & \text{----①} \\ B\text{について：} ma=mg-T & \text{----②} \end{cases}$$

①＋②

$$(M+m)a=mg$$

$$\therefore\ a=\frac{m}{M+m}g$$

(2) ①より

$$T=Ma=\frac{Mm}{M+m}g$$

(3) $v=at=\dfrac{mgt}{M+m}$

$$x=\frac{1}{2}at^2=\frac{mgt^2}{2(M+m)}$$

教科書

1、4 運動量 (1)

P.24 [問1] 力積 $= F\Delta t = 3.5\,\mathrm{N} \times 6.0\,\mathrm{s} = 21\,\mathrm{N\cdot s}$

$mv' - mv = F\Delta t$ で 初速 0 m/s であるから $v = 0\,\mathrm{m/s}$

$\therefore\ mv' = F\Delta t = 21\,\mathrm{kg\cdot m/s}$

$$\therefore\ v' = \frac{21\,\mathrm{kg\cdot m/s}}{3.0\,\mathrm{kg}} = 7.0\,\mathrm{m/s}$$
$$= 7.00\,\mathrm{m/s}$$

P.24 [問2] 力積＝運動量の変化であるので，初めのボールの飛んで来た向きを正とすると，

$$\text{力積} = mv' - mv = m(v' - v) = 0.20\,\mathrm{kg} \times (-50\,\mathrm{m/s} - 35\,\mathrm{m/s})$$
$$= -17\,\mathrm{kg\cdot m/s}$$
$$= -17\,\mathrm{N\cdot s}$$

よって，力積の大きさは 17.0 N·s

力積 $= F\Delta t$ より $F = \dfrac{17\,\mathrm{N\cdot s}}{0.01\,\mathrm{s}} = 1700\,\mathrm{N}$

P.25 [問] 運動量保存則より

$$mv = (m + 2m)v'$$
$$\therefore\ v' = \frac{m}{3m}v = \frac{1}{3}v \quad [\mathrm{m/s}]$$

※ このような問題では，問題文中や答の[単位]は不要である ※

P.26 [問1] $e = \dfrac{v_1' - v_2'}{v_2 - v_1} = \dfrac{-1.0\,\mathrm{m/s} - 2.0\,\mathrm{m/s}}{-1.5\,\mathrm{m/s} - 2.5\,\mathrm{m/s}} = 0.75 = 0.750$

P.26 [問2] 弾性衝突であるので $e = 1 = \dfrac{v_A' - v_B'}{v_B - v_A}$

$v_B = 0$ であるので

$$\frac{v_A' - v_B'}{-v_A} = 1 \qquad \therefore\ v_A' - v_B' = -v_A \quad \text{----①}$$

一方，運動量保存則より

$$mv_A' + mv_B' = mv_A + mv_B$$

$v_B = 0$ より $mv_A' + mv_B' = mv_A$ $\therefore\ v_A' + v_B' = v_A$ ----②

① + ②

$$2v_A' = 0 \qquad \therefore\ v_A' = 0$$

② に代入して $v_B' = v_A$

(速度が交換している)

教科書

1.4 運動量 (2)

P.26 問題 [4]

1、運動量保存則より，弾丸の飛ぶ向きを正とすると，

$$MV' + mv' = 0 \qquad (\text{右辺は } MV + mv \text{ で } V = v = 0)$$

$$\therefore V' = -\frac{m}{M}v' = -\frac{0.030\,\text{kg}}{2.5\,\text{kg}} \times 720\,\text{m/s} = -8.64\,\text{m/s}$$

よって，反跳の速さは $8.64\,\text{m/s}$

運動量の変化は力積に等しいので，

$$\bar{F}\Delta t = MV'$$

$$\therefore \bar{F} = \frac{MV'}{\Delta t} = \frac{2.5\,\text{kg} \times (-8.64\,\text{m/s})}{0.40\,\text{s}} = -54\,\text{N} \qquad (\text{大きさは } 54.0\,\text{N})$$

2. 運動量保存則より

$$(m_1 + m_2)v' = m_1v_1 + m_2v_2$$

$$\therefore v' = \frac{m_1v_1 + m_2v_2}{m_1 + m_2} = \frac{3\,\text{kg} \times 6\,\text{m/s} + 7\,\text{kg} \times 1\,\text{m/s}}{3\,\text{kg} + 7\,\text{kg}} = 2.5\,\text{m/s}$$

初めと同じ向きに $2.50\,\text{m/s}$ の速さで進んだ.

3. 初めのBの速度を0として (Aも速度0)，Bについての運動量保存則は，

$$(M - m)V' + mv = 0$$

$$\therefore V' = -\frac{m}{M-m}v$$

つまり，Bは燃焼物と反対向きに $\frac{m}{M-m}v$ の速さに加速されることになる.

Aの速度は0のままであるから，AのBに対する速さは $\frac{m}{M-m}v$ である.

(Bから見て，後方に $\frac{m}{M-m}v$ の速さで進む)

※ $M \gg m$ とただし書きがあるので $\frac{m}{M-m}v \fallingdotseq \frac{m}{M}v$ でもよい ※

教科書

1.5 力学的エネルギー(1)

P.27 [問1] 引き上げる力Fは重力と逆向き(上向き)で,重力と大きさが等しい mg である.
よって, 仕事 $W = Fx = mgh$ [J]

P.27 [問2] $1\,\mathrm{kg}$重 $= 1\,\mathrm{kg} \times 9.8\,\mathrm{m/s^2} = 9.8\,\mathrm{N}$ であるから,
$1\,\mathrm{kg}$重$\cdot\mathrm{m} = 9.8\,\mathrm{N\cdot m} = 9.8\,\mathrm{J} = 9.80\,\mathrm{J}$

P.27 [問] 動いている物体を止めるように作用する力は負の仕事をしていると言える.
一般的に抵抗力と言われている力がそれで,摩擦力,空気や水などの
流体の抵抗力などが考えられる.

P.28 [問1]
$$P = Fv = 500\,\mathrm{N} \times 36\,\mathrm{km/h} = 500\,\mathrm{N} \times \frac{36000\,\mathrm{m}}{3600\,\mathrm{s}}$$
$$= 500\,\mathrm{N} \times 10\,\mathrm{m/s}$$
$$= 5000\,\mathrm{W}$$

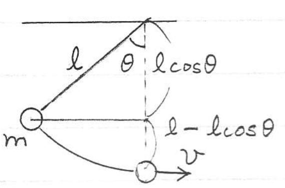
P.28 [問2]
$$P = \frac{Fx}{t} = \frac{mgh}{t} = \frac{50\,\mathrm{kg} \times 9.8\,\mathrm{m/s^2} \times 5.0\,\mathrm{m}}{4.0\,\mathrm{s}} = 612.5\,\mathrm{W} = 613\,\mathrm{W}$$

P.29 [問]
$$K = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times 500\,\mathrm{kg} \times (60\,\mathrm{km/h})^2 = \frac{1}{2} \times 500\,\mathrm{kg} \times \left(\frac{60000\,\mathrm{m}}{3600\,\mathrm{s}}\right)^2$$
$$= 6.9444\cdots \times 10^4\,\mathrm{J} = 6.94 \times 10^4\,\mathrm{J}$$

P.30 [問](上)
$$U = mgh = 20\,\mathrm{kg} \times 9.8\,\mathrm{m/s^2} \times 10\,\mathrm{m} = 1960\,\mathrm{J}$$
$$U = mgh = 20\,\mathrm{kg} \times 9.8\,\mathrm{m/s^2} \times (-5\,\mathrm{m}) = -980\,\mathrm{J}$$

P.30 [問](下)
$$U = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2} \times 5.0\,\mathrm{N/m} \times (0.20\,\mathrm{m})^2 = 0.1\,\mathrm{J} = 0.100\,\mathrm{J}$$

P.32 [問]



力学的エネルギー保存則より
$$mg(l - l\cos\theta) = \frac{1}{2}mv^2$$
$$\therefore v^2 = 2gl(1-\cos\theta)$$
$$\therefore v = \sqrt{2gl(1-\cos\theta)}$$

教科書

1.5 力学的エネルギー(2)

P.32 問題[5]

1. $P = 0.75 \times \frac{mgh}{t} = 0.75 \times \rho \times \frac{V}{t} \times g \times h = 0.75 \times 1000\,\mathrm{kg/m^3} \times 5\,\mathrm{m^3/s} \times 9.8\,\mathrm{m/s^2} \times 10\,\mathrm{m}$

$$= 3.675 \times 10^5\ \mathrm{W}$$
$$= 3.68 \times 10^5\ \mathrm{W}$$

P.33 2. 地上10mを $y = 0\ \mathrm{m}$ とする.

$$y = v_0 t - \frac{1}{2} g t^2 = 24\,\mathrm{m/s} \times 3\,\mathrm{s} - \frac{1}{2} \times 9.8\,\mathrm{m/s^2} \times (3\,\mathrm{s})^2$$
$$= 27.9\ \mathrm{m}$$

よって,地上からの高さ $h = 27.9\,\mathrm{m} + 10\,\mathrm{m} = 37.9\,\mathrm{m}$

地面を基準にした位置エネルギー $U = mgh = 0.050\,\mathrm{kg} \times 9.8\,\mathrm{m/s^2} \times 37.9\,\mathrm{m}$

$$= 18.571\ \mathrm{J} = 18.6\ \mathrm{J}$$

$$v = v_0 - gt = 24\,\mathrm{m/s} - 9.8\,\mathrm{m/s^2} \times 3\,\mathrm{s}$$
$$= -5.4\ \mathrm{m/s}$$

よって,運動エネルギー $K = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} \times 0.050\,\mathrm{kg} \times (-5.4\,\mathrm{m/s})^2$

$$= 0.729\ \mathrm{J}$$

3. (a) $U = \frac{1}{2} k x^2 = \frac{1}{2} \times 50\,\mathrm{N/m} \times (0.10\,\mathrm{m})^2 = 0.25\,\mathrm{J} = 0.250\,\mathrm{J}$

(b) 力学的エネルギー保存則より

$$\frac{1}{2} k x^2 = \frac{1}{2} m v^2$$
$$\therefore\ v^2 = \frac{k x^2}{m}$$
$$\therefore\ v = \sqrt{\frac{k}{m}}\, x = \sqrt{\frac{50\,\mathrm{N/m}}{0.50\,\mathrm{kg}}} \times 0.10\,\mathrm{m}$$
$$= 1\ \mathrm{m/s}$$
$$= 1.00\ \mathrm{m/s}$$

4. 力学的エネルギー保存則より

$$\frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} k x^2$$
$$\therefore\ x^2 = \frac{m}{k} v^2$$
$$\therefore\ x = \sqrt{\frac{m}{k}}\, v$$

教科書

1.5 力学的エネルギー (3)

P.32 問題[5] (続)

P.33 5. 運動量保存則より

$$MV' + mv' = 0$$

$$\therefore V' = -\frac{m}{M}v' = -\frac{0.020\,\mathrm{kg}}{1.5\,\mathrm{kg}} \times 820\,\mathrm{m/s}$$

$$= -10.933\cdots\ \mathrm{m/s}$$

よって，反跳の速さは 10.9 m/s

ピストルと弾丸の運動エネルギーは

$$\frac{1}{2}MV'^2 + \frac{1}{2}mv'^2 = \frac{1}{2}\times 1.5\,\mathrm{kg}\times(10.9\,\mathrm{m/s})^2 + \frac{1}{2}\times 0.020\,\mathrm{kg}\times(820\,\mathrm{m/s})^2$$

$$= 6.8131\cdots\times 10^3\,\mathrm{J} = 6.81\times 10^3\,\mathrm{J}$$

弾丸の運動エネルギーは，上式第2項 $\frac{1}{2}mv'^2 = 6.724\times 10^3\,\mathrm{J}$

よって，弾丸には $\frac{6.724\times 10^3\,\mathrm{J}}{6.8131\times 10^3\,\mathrm{J}} = 0.98692\cdots = 98.7\,\%$ のエネルギーが

与えられた。

6. 力学的エネルギー保存則より

$$mg(h + x) = \frac{1}{2}kx^2$$

$$\therefore x^2 - \frac{2mg}{k}x - \frac{2mgh}{k} = 0$$

$$\therefore x = \frac{mg}{k} \pm \sqrt{\left(\frac{mg}{k}\right)^2 + \frac{2mgh}{k}}$$

$x > 0$ であるから，

$$x = \frac{mg}{k} + \sqrt{\left(\frac{mg}{k}\right)^2 + \frac{2mgh}{k}}$$

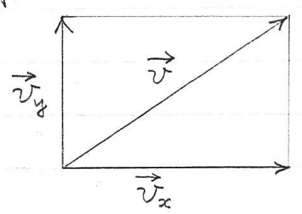
$$= \frac{mg + \sqrt{(mg)^2 + 2kmgh}}{k}$$

※ 小球は，静止するまでに $h + x$ だけ落下する。※

教科書

1.6 平面・空間での運動 (1)

P.37 [問]



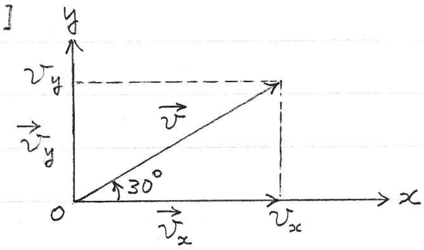
$$\vec{v} = \vec{v}_x + \vec{v}_y$$

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{(30\,\mathrm{m/min})^2 + (20\,\mathrm{m/min})^2}$$

$$\fallingdotseq 36.055\cdots\,\mathrm{m/min} = 36.1\,\mathrm{m/min}$$

$$(= 0.601\,\mathrm{m/s})$$

P.38 [問]

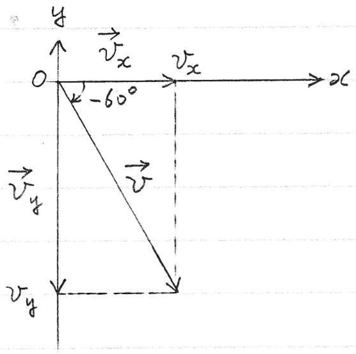


$$v_x = v\cos 30^\circ = 10\,\mathrm{m/s} \times \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$= 8.6602\cdots\,\mathrm{m/s} = 8.66\,\mathrm{m/s}$$

$$v_y = v\sin 30^\circ = 10\,\mathrm{m/s} \times \frac{1}{2}$$

$$= 5\,\mathrm{m/s} = 5.00\,\mathrm{m/s}$$



$$v_x = v\cos(-60^\circ) = 10\,\mathrm{m/s} \times \frac{1}{2}$$

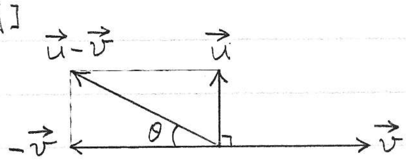
$$= 5\,\mathrm{m/s} = 5.00\,\mathrm{m/s}$$

$$v_y = v\sin(-60^\circ) = 10\,\mathrm{m/s} \times \left(-\frac{\sqrt{3}}{2}\right)$$

$$= -8.6602\,\mathrm{m/s}$$

$$= -8.66\,\mathrm{m/s}$$

P.39 [問]



Qに対するPの相対速度は,

$$\vec{w} = \vec{u} - \vec{v}$$

その大きさは

$$w = \sqrt{u^2 + v^2} = \sqrt{(10\,\mathrm{m/s})^2 + (20\,\mathrm{m/s})^2}$$

$$= 22.360\cdots\,\mathrm{m/s} = 22.4\,\mathrm{m/s}$$

$$\tan\theta = \frac{u}{v} = \frac{10\,\mathrm{m/s}}{20\,\mathrm{m/s}} = \frac{1}{2}$$

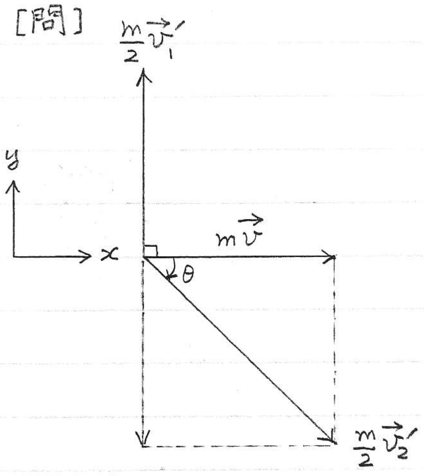
$$\therefore\ \theta = 26.565\cdots^\circ$$

$$= 26.6^\circ$$

教科書

1、6 平面・空間での運動 (2)

P.40 [問]



x, y を左図の向きにとる。

運動量保存則は、

$$\begin{cases} x\text{方向}:\ \frac{m}{2}v_2'\cos\theta = mv & \text{----①} \\ y\text{方向}:\ \frac{m}{2}v_1' - \frac{m}{2}v_2'\sin\theta = 0 & \text{----②} \end{cases}$$

②より $\frac{m}{2}v_2'\sin\theta = \frac{m}{2}v_1'$ ----②′

①^2+②′^{2}より

$$\frac{1}{4}v_2'^2 = v^2 + \frac{1}{4}v_1'^2$$

$$\therefore\ v_2' = 2\sqrt{v^2 + \frac{1}{4}v_1'^2}$$

$$= 2\sqrt{(5.0\,\mathrm{m/s})^2 + \frac{1}{4}(10\,\mathrm{m/s})^2}$$

$$= 14.142\cdots\ \mathrm{m/s}$$

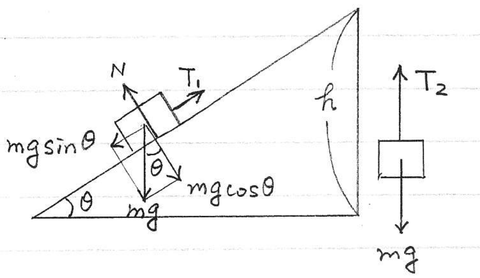
よって、速さは 14.1 m/s.

$$\tan\theta = \frac{-\frac{m}{2}v_1'}{mv} = -\frac{v_1'}{2v} = -\frac{10\,\mathrm{m/s}}{2\times5.0\,\mathrm{m/s}} = -1$$

$$\therefore\ \theta = -45^\circ$$

よって、上図の $\theta = 45.0^\circ$ の向きに進む。

P.41 [問]



(N は斜面からの垂直抗力で
N = mgcosθ である。
詳しくは、P.43「(c) 斜面上にある物体の運動」参照)

斜面に置かれた物体にかかる重力 mg を、斜面方向と斜面に垂直な方向に分解すると、斜面方向の成分は $mg\sin\theta$ である。
この力と逆向きの力をかけて物体を斜面に沿って引き上げるとき、移動距離は $\frac{h}{\sin\theta}$ である。したがって、このときの仕事は

$$mg\sin\theta \times \frac{h}{\sin\theta} = mgh$$

となり、鉛直方向に引き上げたときの仕事に等しい。

教科書

1.6 平面・空間での運動(3)

P.42 [問1]
$$\begin{cases} x = u_0 t & \cdots\cdots ① \\ y = \dfrac{1}{2}gt^2 & \cdots\cdots ② \end{cases} \quad (1.43)$$

①より $t = \dfrac{x}{u_0}$

②に代入
$$y = \frac{1}{2}g\left(\frac{x}{u_0}\right)^2$$
$$\therefore y = \frac{g}{2u_0^2}x^2$$

P.42 [問2] (a) $y = \frac{1}{2}gt^2$ より $t = \sqrt{\dfrac{2y}{g}} = \sqrt{\dfrac{2 \times 19.6\,m/s}{9.8\,m/s^2}} = 2\,s = 2.00\,s$

(b) $x = u_0 t = 15\,m/s \times 2\,s = 30\,m = 30.0\,m$

(c) $v_x = u_0 = 15\,m/s$

$v_y = gt = 9.8\,m/s^2 \times 2s = 19.6\,m/s$

$\therefore v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{(15m/s)^2 + (19.6\,m/s)^2} = 24.681\cdots m/s = 24.7\,m/s$

P.42 [問3] まず、地上に達するまでの時間を求める。

$y = \frac{1}{2}gt^2$ より $t = \sqrt{\dfrac{2y}{g}} = \sqrt{\dfrac{2 \times 98\,m}{9.8\,m/s^2}} = 4.4721\cdots m/s = 4.47\,m/s$

次に水平距離を求める。

$x = u_0 t = 100\,km/h \times 4.4721\,s = \dfrac{100000\,m}{3600\,s} \times 4.4721\,s = 124.22\cdots m$

したがって、124m手前から落下させればよい。

水平方向には飛行機と物資は同じ速さで進むので、水平方向の相対速度は0 m/sである。
よって、飛行機から見ると物資は自由落下しているように見える。

P.42 [問4] x方向は変わらず、y方向のみ正が負になり、負が正になる。式(1.43)の場合、gが−gになる。したがって

$v_x = u_0 \qquad x = u_0 t$

$v_y = -gt \qquad y = -\frac{1}{2}gt^2$

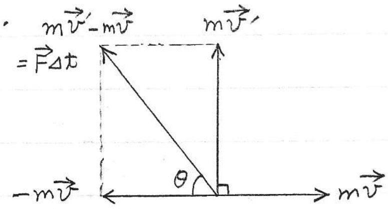
となる。

教科書

1、6 平面・空間での運動 (4)

P.52 問題[6] 1.～7.

1.



運動量の変化は力積に等しいので、

$$m\vec{v}'-m\vec{v}=\vec{F}\Delta t$$

$m\vec{v}'$ と $m\vec{v}$ の間の角度は90°なので、

$$F\Delta t=\sqrt{(mv')^2+(mv)^2}$$

$$=\sqrt{(0.40\,\mathrm{kg}\times 16\,\mathrm{m/s})^2+(0.40\,\mathrm{kg}\times 12\,\mathrm{m/s})^2}$$

$$=8\ \mathrm{kg\cdot m/s}=8\ \mathrm{N\cdot s}=8.00\ \mathrm{N\cdot s}$$

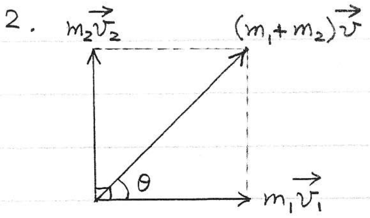
$$\cos\theta=\frac{mv}{F\Delta t}=\frac{0.40\,\mathrm{kg}\times 12\,\mathrm{m/s}}{8\ \mathrm{N\cdot s}}=0.6$$

$$\therefore\ \theta=53.130\cdots{}^\circ$$

したがって、最初の方向に対して $180^\circ-53.130^\circ=126.87^\circ=127^\circ$ の角度で打たれた。

$$\overline{F}=\frac{F\Delta t}{\Delta t}=\frac{8.0\ \mathrm{N\cdot s}}{0.025\ \mathrm{s}}=320\ \mathrm{N}$$

2.



運動量保存則より

$$(m_1+m_2)\vec{v}=m_1\vec{v}_1+m_2\vec{v}_2$$

$m_1\vec{v}_1\perp m_2\vec{v}_2$ であるから、

$$(m_1+m_2)v=\sqrt{(m_1v_1)^2+(m_2v_2)^2}$$

$$\therefore\ v=\frac{\sqrt{(m_1v_1)^2+(m_2v_2)^2}}{m_1+m_2}$$

$$=\frac{\sqrt{(0.200\,\mathrm{kg}\times 300\,\mathrm{m/s})^2+(0.100\,\mathrm{kg}\times 600\,\mathrm{m/s})^2}}{0.200\,\mathrm{kg}+0.100\,\mathrm{kg}}$$

$$=282.84\cdots\ \mathrm{m/s}=283\ \mathrm{m/s}$$

$$\tan\theta=\frac{m_2v_2}{m_1v_1}=\frac{0.100\,\mathrm{kg}\times 600\,\mathrm{m/s}}{0.200\,\mathrm{kg}\times 300\,\mathrm{m/s}}=1$$

$$\therefore\ \theta=45^\circ=45.0^\circ$$

教科書

1.6 平面・空間の運動 (5)

P.52 問題[6] (続き)

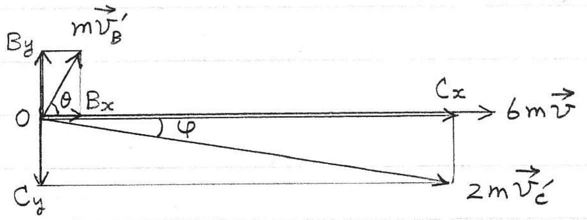
3. 物体Aの運動量 $3m \times 2\vec{v} = 6m\vec{v}$

物体Bの運動量 $m \times \vec{v_B}' = m\vec{v_B}'$ $(v_B' = v)$

物体Cの運動量 $2m \times \vec{v_c}' = 2m\vec{v_c}'$

$\vec{v}$ と v_B' の間の角度 $\theta = 60°$

これらを図示すると下図のようになる.



$mv_B = mv$ であるから,

$OB_x = mv\cos\theta = mv\cos 60° = \frac{1}{2}mv$

$OB_y = mv\sin\theta = mv\sin 60° = \frac{\sqrt{3}}{2}mv$

よって, 運動量保存則より

$OC_x = 6mv - OB_x = \frac{11}{2}mv$

$OC_y = OB_y = \frac{\sqrt{3}}{2}mv$

$(\vec{OB_x} \perp \vec{OB_y}$, $\vec{OB_x}$ と $\vec{OC_x}$ は $6m\vec{v}$ の方向, $\vec{OC_y} \perp \vec{OB_x}$ である$)$

したがって, 物体Cの運動量 $2m\vec{v_c}'$ は, 上図のように描ける.

$2m\vec{v_c}'$ の大きさは $\sqrt{OC_x^2 + OC_y^2} = \sqrt{\left(\frac{11}{2}mv\right)^2 + \left(\frac{\sqrt{3}}{2}mv\right)^2} = 5.5677\cdots mv = 5.57mv$

$$\tan\varphi = \frac{OC_y}{OC_x} = \frac{\frac{\sqrt{3}}{2}mv}{\frac{11}{2}mv} = \frac{\sqrt{3}}{11}$$

$\therefore \varphi = 8.9482\cdots° = 8.95°$

4. (a) 力学的エネルギー保存則より

$$\frac{1}{2}kx^2 = mgh$$

$$\therefore x = \sqrt{\frac{2mgh}{k}}$$

(b) 力学的エネルギー保存則より

$$\frac{1}{2}kx'^2 = mgh + \frac{1}{2}mv^2$$

$$\therefore v = \sqrt{\frac{kx'^2}{m} - 2gh}$$

(続く)

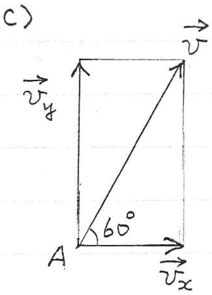
教科書

1、6 平面・空間の運動 (6)

P. 52 問題 [6] (続き)

4. (続き)

(c)



点Aを飛び出したときは、左図のように水平方向の速度 $\vec{v}_x$ と鉛直方向の速度 $\vec{v}_y$ に分解できる。
60°斜め投げ上げと同じであるから、最高点でも $\vec{v}_x$ はそのままであり鉛直方向の速度は 0 である。
よって、力学的エネルギー保存則より

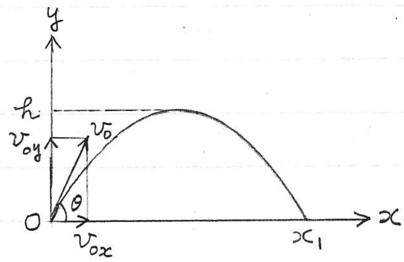
$$\frac{1}{2}mv^2 = mg(h'-h) + \frac{1}{2}mv_x^2$$

$v_x = v\cos 60° = \frac{1}{2}v$ であるから

$$\frac{1}{2}mv^2 = mgh' - mgh + \frac{1}{2}m\left(\frac{1}{2}v\right)^2$$

$$\therefore \quad h' = \frac{3v^2}{8g} + h$$

5.



$$x_1 = v_{0x}t \qquad \therefore v_{0x} = \frac{x_1}{t} = \frac{120\,\mathrm{m}}{4.0\,\mathrm{s}} = 30\,\mathrm{m/s}$$

着地点では $y = 0 = v_{0y}t - \frac{1}{2}gt^2$

$$\therefore \quad v_{0y} = \frac{1}{2}gt = \frac{1}{2} \times 9.8\,\mathrm{m/s^2} \times 4.0\,\mathrm{s} = 19.6\,\mathrm{m/s}$$

$$\therefore v_0 = \sqrt{v_{0x}^2 + v_{0y}^2} = \sqrt{(30\,\mathrm{m/s})^2 + (19.6\,\mathrm{m/s})^2}$$

$$= 35.835\cdots\,\mathrm{m/s} = 35.8\,\mathrm{m/s}$$

最高点では鉛直方向の速度は 0 m/s であるから、その時刻を t_2 とすると

$$0 = v_{0y} - gt_2$$

$$\therefore \quad t_2 = \frac{v_{0y}}{g} = \frac{19.6\,\mathrm{m/s}}{9.8\,\mathrm{m/s^2}} = 2\,\mathrm{s}$$

よって、最高点 $h = v_{0y}t_2 - \frac{1}{2}gt_2^2 = 19.6\,\mathrm{m/s} \times 2\,\mathrm{s} - \frac{1}{2} \times 9.8\,\mathrm{m/s^2} \times (2\,\mathrm{s})^2$

$$= 19.6\,\mathrm{m}$$

※ 投げ上げの角度 θ は

$$\tan\theta = \frac{v_{0y}}{v_{0x}} = \frac{19.6\,\mathrm{m/s}}{30\,\mathrm{m/s}} = 0.65333\cdots$$

$$\therefore \quad \theta = 33.157\cdots° = 33.2°$$

よって、上図は正しい図とはいえない

※

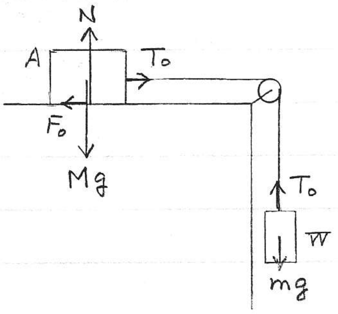
教科書

1、6 平面・空間での運動(7)

P.52 問題[6](続き)

P.53 6. Aの質量をM, Wの質量をmとする.

まず 静止摩擦係数μを求める.



$F_0 = \mu N = \mu Mg$

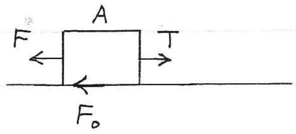
また, $F_0 = T_0 = mg$

$\therefore \mu Mg = mg$

$\therefore \mu = \dfrac{m}{M} = \dfrac{0.3\,\mathrm{kg}}{1\,\mathrm{kg}} = 0.3$

$= 0.300$

次に, Aが右に動かないための条件を求める.



(MgとNは省略)

$F + F_0 \geqq T$

$\therefore F \geqq T - F_0 = mg - \mu Mg$

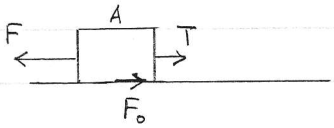
$= (m - \mu M)g$

$= (0.4\,\mathrm{kg} - 0.3 \times 1\,\mathrm{kg}) \times 9.8\,\mathrm{m/s^2}$

$= 0.98\,\mathrm{N}$

$= 0.980\,\mathrm{N}$

さらに, Aが左に動かないための条件を求める.



$F \leqq T + F_0 = mg + \mu Mg$

$= (m + \mu M)g$

$= (0.4\,\mathrm{kg} + 0.3 \times 1\,\mathrm{kg}) \times 9.8\,\mathrm{m/s^2}$

$= 6.86\,\mathrm{N}$

以上から, 右にも左にも動かない条件は,

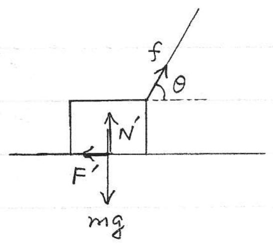
$0.980\,\mathrm{N} \leqq F \leqq 6.86\,\mathrm{N}$

教科書

1、6 平面・空間での運動 (8)

P.52 問題 [6] (続き)

P.53 7.



床からの垂直抗力を N'，動摩擦力を F'，加えた力を f とすると，

$$N' + f\sin\theta = mg$$

$$\therefore F' = \mu' N' = \mu'(mg - f\sin\theta) \quad \cdots\cdots ①$$

一方，物体は等速で移動したので，

$$F' = f\cos\theta \quad \cdots\cdots ②$$

①，② より

$$\mu'(mg - f\sin\theta) = f\cos\theta$$

$$\therefore f = \frac{\mu' mg}{\cos\theta + \mu'\sin\theta} = \frac{0.50 \times 2.0\,kg \times 9.8\,m/s^2}{\cos 60^\circ + 0.50\sin 60^\circ}$$

$$= 10.503 \cdots\cdots N = 10.5N$$

物体は鉛直方向には運動していないので，鉛直方向の力，すなわち，重力，垂直抗力，加えた力の鉛直成分のした仕事は 0 J である。

加えた力の水平成分のした仕事は，

$$f\cos\theta \cdot x = 10.503N \times \cos 60^\circ \times 10\,m = 52.515\,J = 52.5J$$

である。加えた力の鉛直成分の仕事は 0 J なので，加えた力のした仕事は 52.5 J である。

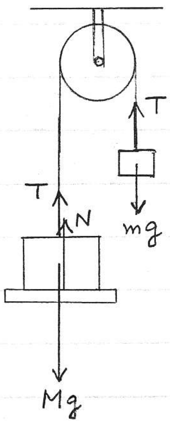
動摩擦力は，加えた力の水平成分と逆向きに等しい大きさの力を 10m 加えていたので，動摩擦力のした仕事は，−52.5 J となる。

教科書

第1章　力と運動

P.59　練習問題[A]

1.



(a) 力のつり合いを考える.

1kgのおもりについて,　$Mg = T + N$　……①

0.4kgのおもりについて,　$mg = T$　……②

②より　糸の張力 $T = mg = 0.4\,\mathrm{kg} \times 9.8\,\mathrm{m/s^2} = 3.92\,\mathrm{N}$

①より　板がささえる力 $N = Mg - T = 1\,\mathrm{kg} \times 9.8\,\mathrm{m/s^2} - 3.92\,\mathrm{N}$
$= 5.88\,\mathrm{N}$

(b) 板を外すと N がなくなり, T が T′になったとする.

運動方程式は,　1kgのおもりについて,　$Ma = Mg - T'$　……③

0.4kgのおもりについて,　$ma = T' - mg$　……④

③+④

$$(M+m)a = (M-m)g$$

$$\therefore \quad a = \frac{M-m}{M+m}g = \frac{1\,\mathrm{kg} - 0.4\,\mathrm{kg}}{1\,\mathrm{kg} + 0.4\,\mathrm{kg}} \times 9.8\,\mathrm{m/s^2} = 4.2\,\mathrm{m/s^2}$$
$$= 4.20\,\mathrm{m/s^2}$$

③より

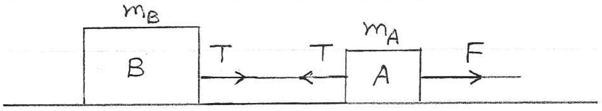
$$T' = M(g-a) = 1\,\mathrm{kg} \times (9.8\,\mathrm{m/s^2} - 4.2\,\mathrm{m/s^2}) = 5.6\,\mathrm{N}$$
$$= 5.60\,\mathrm{N}$$

教科書

第1章　力と運動

P.59　練習問題 [A]

2. (a)



運動方程式は，

$$\begin{cases} A\text{について} & m_A a = F - T & \cdots\cdots ① \\ B\text{について} & m_B a = T & \cdots\cdots ② \end{cases}$$

①＋②

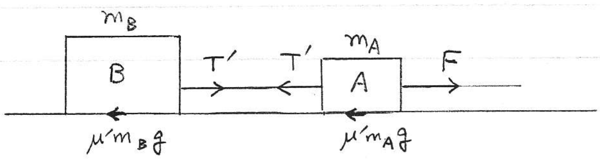
$$(m_A + m_B)\,a = F$$

$$\therefore \quad a = \frac{F}{m_A + m_B} = \frac{49\ \mathrm{N}}{1.0\ \mathrm{kg} + 2.5\ \mathrm{kg}} = 14\ \mathrm{m/s^2} = 14.0\ \mathrm{m/s^2}$$

②より

$$T = m_B a = 2.5\ \mathrm{kg} \times 14\ \mathrm{m/s} = 35\ \mathrm{N} = 35.0\ \mathrm{N}$$

(b)



運動方程式は

$$\begin{cases} A\text{について} & m_A a' = F - T' - \mu' m_A g & \cdots\cdots ③ \\ B\text{について} & m_B a' = T' - \mu' m_B g & \cdots\cdots ④ \end{cases}$$

③＋④

$$(m_A + m_B)\,a' = F - \mu'(m_A + m_B)\,g$$

$$\therefore \quad a' = \frac{F - \mu'(m_A + m_B)g}{m_A + m_B} = \frac{49\ \mathrm{N} - 0.35 \times (1.0\ \mathrm{kg} + 2.5\ \mathrm{kg}) \times 9.8\ \mathrm{m/s^2}}{1.0\ \mathrm{kg} + 2.5\ \mathrm{kg}}$$

$$= 10.57\ \mathrm{m/s^2} = 10.6\ \mathrm{m/s^2}$$

④より

$$T' = m_B(a' + \mu' g) = 2.5\ \mathrm{kg} \times (10.57\ \mathrm{m/s^2} + 0.35 \times 9.8\ \mathrm{m/s^2}) = 35\ \mathrm{N}$$

$$= 35.0\ \mathrm{N}$$