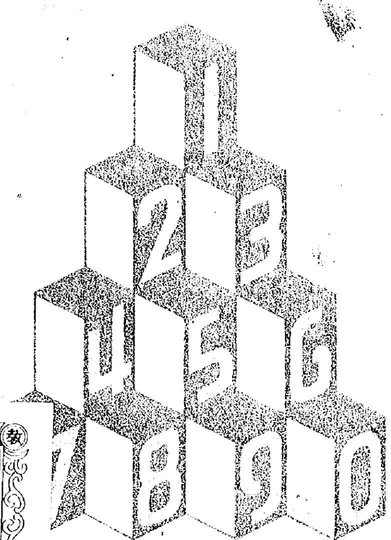
# 中等数学

## 第二学年用

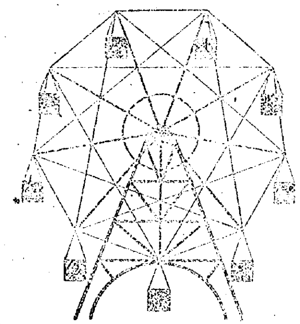
（1）



# 中等数学

第二学年用

（1）

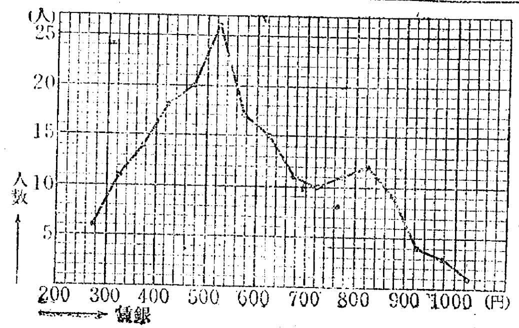


# 目　　次

## 賃 銀 の 統 計

**1.** 島田君は，家の近くにある食料品加工工場に働いている人たちの賃銀を調査した．次の表では，賃銀として，いろいろな手当などを除いた基本給をとってある．

| 賃　銀 (円) | 人　数 | 賃　銀 (円) | 人　数 |
|---|---|---|---|
| 250—300 | 6人 | 650—700 | 11人 |
| 300—350 | 11 | 700—750 | 10 |
| 350—400 | 14 | 750—800 | 11 |
| 400—450 | 18 | 800—850 | 12 |
| 450—500 | 20 | 850—900 | 9 |
| 500—550 | 26 | 900—950 | 4 |
| 550—600 | 17 | 950—1000 | 3 |
| 600—650 | 15 | 1000—1050 | 1 |



前ページの表で，賃銀を 250—300 としてあるのは，賃銀が 250 円以上 300 円未満であることを示している。

島田君は，この表をグラフに表わしてみた。前ページのグラフがそれである。

島田君は，どのように考えてこのグラフを作ったのだろう。また，それはなぜだろうか。

島田君は，グラフに二つの山のあることに氣がついた。このことから，次の三つのことを調べることにした。

(1)　この工場に働いている人たちを適当に分けて，おのおのについてグラフを作り，山が一つになるようにしてみる。

(2)　山が一つになったら，おのおのの平均の賃金が山のところの金額に近くなるだろう。

(3)　また，(1) のようなことを考えないで，そのまま全体の平均を計算したら，平均は，おそらく二つの山の中間にくるだろう。しかも，どちらかと言えば，左の山のところの金額に近いものになるだろう。

2. 島田君は，まず，(1) について調べてみることにした。そこで，左の山を作っている人たちと，右の山を作っている人たちとを，何か工場における仕事の種類などによって，分けることができないものかと考えた。

このような考えで調べてみて，左の山を作っているのは，工員の人たちであり，右の山を作っているのは，事務員の人たちであろうと見当がついた。



次の表は，工員と事務員とに分けて，賃銀を調べた結果を示したものである。

| 工員 | |
|---|---|
| 賃銀（円） | 人数 |
| 250—300 | 6人 |
| 300—350 | 11 |
| 350—400 | 14 |
| 400—450 | 16 |
| 450—500 | 19 |
| 500—550 | 25 |
| 550—600 | 17 |
| 600—650 | 15 |
| 650—700 | 10 |
| 700—750 | 7 |
| 750—800 | 5 |
| 800—850 | 2 |
| 850—900 | 2 |

| 事務員 | |
|---|---|
| 賃銀（円） | 人数 |
| 400—450 | 2人 |
| 450—500 | 1 |
| 500—550 | 1 |
| 550—600 | 0 |
| 600—650 | 0 |
| 650—700 | 1 |
| 700—750 | 3 |
| 750—800 | 6 |
| 800—850 | 10 |
| 850—900 | 7 |
| 900—950 | 4 |
| 950—1000 | 3 |
| 1000—1050 | 1 |

島田君は，上の表を作ってみて，二つの山がそれぞれ工員と事務員とで作られていることがはっきりわかった。

続いて，(2) について調べてみることにした。そこで，島田君は，上の表をグラフに書いてみたところが，そのグラフの形から，工員と事務員とに分けて賃銀の平均を計算すると，その平均は，それぞれの山のところの金額に近くなるだろう

ということがわかった。

島田君は，どんなことに気がついたのだろう。

島田君は，工員と事務員とに分けて，それぞれの平均の賃銀を計算して，上で気がついたことを確かめることにした。

平均を計算するには，工員・事務員のおのおのについて，賃銀を合わせたものを求めねばならない。このために，改めて各人の賃銀を調べることをしないで，前ページにある表を用いて計算する方法を考えている。どんな仕方が考えられるだろう。

例えば，工員のうちで 250円～300円の人が6人ある。この6人の賃銀の総和を求めるには，どうしたらよいか。また，そのわけを言え。

工員について，賃銀の総和を計算せよ。また，平均の賃銀を計算せよ。

この平均の賃銀を，前ページで作ったグラフに書き入れよ。島田君の予想が当たっているかどうか。

事務員についても，上と同じようにして平均の賃銀を計算し，グラフに書き入れよ。島田君の予想が当たっているかどうか。

更に，(3) について調べることにした。この工場に働いている人全体について，上と同じように調べてみよ。島田君の予想が当たっているかどうか。



この工場に働く人たちの賃銀を代表させる値として，三つのものが考えられる。その一つは平均である。

平　均……賃銀の総和を総人数で割ったもの

次には，賃銀と人数との関係を示すグラフにおける，山に当たる金額で，これを最頻値という。

最頻値……賃銀の頻度が最も大きいもの

最後に，中央値というものがある。

中央値……賃銀の多い人から順に並べて，その中央に当たる人の賃銀に等しい金額をとったもの

平均については，既に調べた。最頻値は，今までに作った表やグラフから直ちに求めることができる。それでは，中央値はどんな仕方で求めたらよいだろうか。各自に考えてみよ。

工員・事務員のおのおのについて，中央値を言え。

島田君は，中央値を見つけるために，次の表を作った。

工　　員

| 賃銀 | 250-300 | 300-350 | 350-400 | 400-450 | 450-500 | 500-550 | 550-600 | 600-650 | 650-700 | 700-750 | 750-800 | 800-850 | 850-900 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 人数 | 6 | 11 | 14 | 16 | 19 | 25 | 17 | 15 | 10 | 7 | 5 | 2 | 2 |
| 累積人数 | 6 | 17 | 31 | 47 | 66 | 91 | 108 | 123 | 133 | 140 | 145 | 147 | 149 |

事　務　員

| 賃銀 | 400–450 | 450–500 | 500–550 | 550–600 | 600–650 | 650–700 | 700–750 | 750–800 | 800–850 | 850–900 | 900–950 | 950–1000 | 1000–1050 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 人数 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 3 | 6 | 10 | 7 | 4 | 3 | 1 |
| 累積人数 | 2 | 3 | 4 | 4 | 4 | 5 | 8 | 14 | 24 | 31 | 35 | 38 | 39 |

1ページや3ページの表は，賃銀と，その賃銀を取っている人数とを示している。上の表では，累積人數として，賃銀が示されたもの以下である人数をも示している。前者を「分布表」といい，後者を「累積分布表」という。この二つを区別するために，特に前者を「度数分布表」ということがある。

上の二つの表をグラフに示した時，そのグラフを，それぞれ「分布図表」・「累積分布図表」という。

工員・事務員のおのおのについて，累積分布図表を作れ。

累積分布表や累積分布図表は，実際の数によって作ってもよいが，百分率によって作ってもよい。

工員・事務員のおのおのについて，百分率による累積分布表を作れ。また，累積分布図表を作れ。

実際の数によって作ったものと，百分率によって作ったものとをくらべ，百分率によって作ったものは，どんなところが便利であるかを考えてみよ。



累積分布表や累積分布図表によっても，最頻値を求めることができる。どんなことに着目すればよいだろうか。

累積分布図表の折れ線の勾配が急なところと，急でないところとでは，分布のようすがどんなに違うか。

**3.** 次の表は，昭和二年に，日本全國の7486工場に働いていた工員たち138,1931人の賃銀について調査した結果である。

| 賃銀 (一日平均) | 男 百分率 | 女 百分率 | 賃銀 (一日平均) | 男 百分率 | 女 百分率 | 賃銀 (一日平均) | 男 百分率 | 女 百分率 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0–40 銭 | 1.0 | 7.4 | 200–220 銭 | 7.7 | 0.4 | 380–400 銭 | 1.5 | — |
| 40–60 | 2.0 | 15.4 | 220–240 | 7.2 | 0.2 | 400–420 | 1.1 | — |
| 60–80 | 3.6 | 23.4 | 240–260 | 6.6 | 0.1 | 420–440 | 0.9 | — |
| 80–100 | 4.6 | 21.3 | 260–280 | 5.6 | 0.1 | 440–460 | 0.7 | — |
| 100–120 | 6.1 | 15.3 | 280–300 | 4.8 | 0.0 | 460–480 | 0.5 | — |
| 120–140 | 7.5 | 9.3 | 300–320 | 3.8 | — | 480–500 | 0.4 | — |
| 140–160 | 8.5 | 4.5 | 320–340 | 3.0 | — | 500以上 | 1.7 | — |
| 160–180 | 8.3 | 1.9 | 340–360 | 2.4 | — | — | — | — |
| 180–200 | 8.2 | 0.7 | 360–380 | 1.9 | — | — | — | — |

この表から，男子・女子に分けて分布図表を作って，これをくらべてみよ。

また，今までに調べた工場のものとくらべよ。

# 計算練習

**1.** 次の計算を暗算でせよ。

$8+(-3)+(-5)$　　$3+(-9)+4$

$4+(-5)+(-8)$　　$(-3)+4+(-9)$

$1.3+1.5+(-2.1)$　　$4.5+(-2.4)+3.5$

$\frac{1}{4}+\frac{1}{2}+\left(-\frac{3}{4}\right)$　　$\frac{2}{5}+\left(-\frac{4}{5}\right)+\left(-\frac{3}{5}\right)$

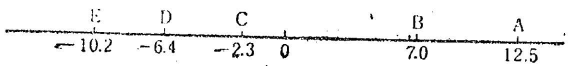
$\frac{2}{3}+\left(-\frac{1}{5}\right)+\left(-\frac{1}{3}\right)$　　$\left(-\frac{3}{4}\right)+\frac{5}{7}+\left(-\frac{1}{4}\right)$

**2.** 次の括弧の中にある一組の数の和を求めよ。

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| (31, | −18, | 25, | 18, | −25) |
| (4.5, | 7.8, | −2.1, | −6.5, | 5.4) |
| (0.21, | 0.52, | 0.48, | −0.32, | 0.16) |
| (5.1, | −7.4, | 6.3, | −2.5, | 4.5) |
| (240, | 140, | −350, | −110, | 450) |

**3.** 直線上にある二点の位置は，正の数，あるいは負の数で表わすことができる。二点の位置がそれぞれ $a$, $b$ で表わされている時，この二点間の距離を求める式を作れ。

次の直線上の二点をとり，上で作った式を用いて，その距離を計算せよ。






**4.** 次の計算をせよ。

$3+7-(-3)$　　$6-(-4)-8$

$4-5-(-7)$　　$8-(-2)+5$

$(-8.3)+6.4-(-2.8)$　　$(-7.2)-(-9.5)+4.2$

$9.3-(-8.6)+(-3.8)$　　$(-4.6)+9.7-(-8.2)$

$(-18)+(-49)+45$　　$93-(-28)-(-11)$

$(-24)-(-45)+78$　　$61-(-35)-(-19)$

$0.75-0.64-(-0.23)$　　$(-0.65)-(-0.32)-(-0.54)$

$\frac{1}{3}-\left(-\frac{1}{6}\right)+\frac{1}{2}$　　$\frac{3}{4}-\left(-\frac{1}{2}\right)-\left(-\frac{1}{8}\right)$

$\left(-\frac{4}{5}\right)+\left(-\frac{1}{6}\right)-\left(-\frac{7}{10}\right)$　　$\left(-\frac{3}{8}\right)-\left(-\frac{1}{4}\right)-\left(-\frac{2}{3}\right)$

**5.** 次の計算を暗算でせよ。

$(+2)(+3)$　　$(-3)(+2)$　　$(-5)(-2)$

$(+3)(+7)$　　$(-1)(+2)$　　$(-4)(-3)$

$(+6)(-8)$　　$(0)(-6)$　　$(-3)(-8)$

$(+0.2)(-0.3)$　　$(-0.3)(+0.7)$　　$(-0.5)(-0.4)$

$(+1.2)(-0.4)$　　$(-2.5)(+0.8)$　　$(-3.6)(-0.4)$

$\left(-\frac{1}{2}\right)\left(+\frac{1}{5}\right)$　　$\left(-\frac{1}{3}\right)\left(+\frac{1}{4}\right)$　　$\left(-\frac{1}{4}\right)\left(-\frac{1}{9}\right)$

$\left(+\frac{3}{4}\right)\left(-\frac{1}{2}\right)$　　$\left(+\frac{3}{5}\right)\left(-\frac{1}{3}\right)$　　$\left(-\frac{2}{3}\right)\left(-\frac{3}{4}\right)$

**6.** 次の計算の結果の符号を言え。

$(+1)(-1)(+1)$　　$(+1)(-1)(-1)$

$(-1)(+1)(-1)(-1)$　　$(-1)(-1)(-1)(-1)$

**7.** 次の括弧の中にある一組の数の積を求めよ。

| | |
|---|---|
| $(3,\ -2,\ -4)$ | $(-6,\ 3,\ -5)$ |
| $(2,\ -7,\ 4)$ | $(5,\ 4,\ -3)$ |
| $(-9,\ 8,\ -6)$ | $(-3,\ 2,\ -9)$ |
| $(0.5,\ -0.6,\ -0.9)$ | $(-0.2,\ -0.8,\ -0.7)$ |
| $(12,\ -11,\ -14)$ | $(-32,\ 45,\ 24)$ |
| $(42,\ -15,\ 38)$ | $(-27,\ -71,\ -35)$ |
| $(-58,\ 23,\ 49)$ | $(-15,\ -38,\ 87)$ |

**8.** 次の計算を暗算でせよ。

| | | |
|---|---|---|
| $(+8)\div(-2)$ | $(-4)\div(+5)$ | $(-6)\div(-2)$ |
| $(+12)\div(-4)$ | $(-24)\div(-6)$ | $(-15)\div(+4)$ |
| $(+18)\div(-0.9)$ | $(-12)\div(+0.2)$ | $(-14)\div(-0.7)$ |
| $\left(+\frac{1}{2}\right)\div\left(-\frac{1}{4}\right)$ | $\left(-\frac{5}{6}\right)\div\left(+\frac{1}{3}\right)$ | $\left(-\frac{4}{7}\right)\div\left(-\frac{1}{21}\right)$ |
| $\left(-\frac{1}{3}\right)\div\left(-\frac{1}{6}\right)$ | $\left(+\frac{7}{12}\right)\div\left(-\frac{1}{4}\right)$ | $\left(-\frac{3}{5}\right)\div\left(-\frac{2}{25}\right)$ |

**9.** 次の計算をせよ。

| | |
|---|---|
| $16\times(-2)\div4$ | $(-24)\times3\div(-9)$ |
| $36\div(-9)\times3$ | $(-12)\div(-6)\times(-4)$ |
| $(-121)\div(-11)\times13$ | $(-144)\times27\div(-24)$ |
| $(-0.42)\div0.21\times(-0.53)$ | $0.72\div(-0.36)\times0.56$ |
| $\frac{4}{7}\div\left(-\frac{8}{21}\right)\div\frac{3}{5}$ | $\left(-\frac{2}{9}\right)\div\frac{3}{4}\div\left(+\frac{8}{27}\right)$ |
| $\left(-\frac{5}{24}\right)\times\frac{9}{10}\div\left(-\frac{9}{8}\right)$ | $\frac{2}{3}\div\frac{1}{2}\times\left(-\frac{3}{4}\right)$ |



**10.** 次の式を簡単にせよ。

| | | |
|---|---|---|
| $3a+2a$ | $7a+4a$ | $5a+8a$ |
| $5a-2a$ | $3a-a$ | $4a-7a$ |
| $5.5x+2.5x$ | $3.7x+2.3x$ | $6.5x+2.4x$ |
| $3.5x-2.5x$ | $1.8x-2.3x$ | $5.3x-0.7x$ |
| $\frac{2}{3}y+\frac{1}{3}y$ | $\frac{3}{4}y+\frac{1}{2}y$ | $\frac{7}{8}y+\frac{3}{4}y$ |
| $\frac{3}{8}y-\frac{1}{8}y$ | $\frac{5}{6}y-\frac{1}{2}y$ | $\frac{2}{5}y-\frac{4}{5}y$ |

**11.** 次の式を簡単にせよ。

| | |
|---|---|
| $2x-5+3x-8$ | $5x+7-3x-9$ |
| $8a+3b-2a+5b$ | $-6a+5b+7a-8b$ |
| $2.4a-3.6-1.5a+2.6$ | $4.3a-2.5+5.8a-7.2$ |
| $\frac{2}{3}x-\frac{1}{2}y-\frac{1}{2}x+\frac{2}{3}y$ | $\frac{3}{4}x+\frac{1}{2}y-\frac{2}{3}x-\frac{3}{4}y$ |

**12.** 次の計算をせよ。

| | | |
|---|---|---|
| $x\times x^2$ | $x^3\times x$ | $x^2\times x^2$ |
| $(-x)x^2$ | $x^3(-x)$ | $(-x^2)(-x^3)$ |
| $(-2x)(2x)$ | $(-2x)^2$ | $-(2x)^2$ |
| $(2a)(3b)$ | $(-2a)(3b)$ | $(3a)(-2b)$ |
| $(ab)(-ab)$ | $(-ab)(-ab)$ | $(a^2b)(b)$ |
| $x\div x$ | $2x\div x$ | $2x^2\div x$ |
| $x^2\div(-x)$ | $(-x^2)\div x$ | $(-x^2)\div(-x)$ |
| $2ab\div(-a)$ | $(-2ab)\div2b$ | $(-2ab)\div(-ab)$ |

**13.** 次の式に当てはまる $a$ の値を求めよ。

$25a=60$　　$64a=24$　　$17a=68$

$1.2a=-84$　　$0.8a=-24$　　$3.5a=-77$

$-3.8a=1.9$　　$-5.2a=2.6$　　$-4.8a=3.6$

$\frac{1}{6}a=\frac{2}{3}$　　$\frac{1}{5}a=\frac{4}{7}$　　$\frac{1}{3}a=\frac{3}{5}$

$\frac{2}{3}a=-\frac{4}{21}$　　$-\frac{3}{5}a=\frac{12}{25}$　　$-\frac{2}{7}a=-\frac{6}{21}$

**14.** 次の式に当てはまる $x$ の値を求めよ。

$x-4=9$　　$x+2=7$　　$x+8=3$

$8-x=5$　　$7-x=9$　　$6-x=4$

$x+4\frac{1}{2}=7\frac{3}{4}$　　$x-\frac{3}{4}=1\frac{1}{2}$　　$1\frac{3}{7}+x=\frac{5}{7}$

$3x+1=10$　　$9x+6=-3$　　$5x-6=24$

$\frac{x}{3}+2=6$　　$-\frac{x}{5}+2=8$　　$6-\frac{2}{3}x=-12$

$-0.12x-0.45=0.03$　　$0.34-0.17x=0.51$　　$0.38x+0.08=-0.11$

**15.** 括弧の前に書いた数は，その数を括弧で括られたもの全体にかける。このことに注意して，次の式に当てはまる $x$ の値を求めよ。

$3(x+4)=18$　　$4(7-x)=28$　　$12(x-4)=72$

$4.5(x+1.2)=7.2$　　$1.4(2.3-x)=2.1$　　$3.6(2x-4.1)=1.8$

$\frac{2.7(x-4.5)}{2}=8.1$　　$\frac{4.2(3.6+x)}{2}=6.3$　　$\frac{3.4(2.4-x)}{2}=5.1$



**16.** 一辺が $a\,cm$ の正三角形の周の長さはどれだけか。また，一辺が $a\,cm$ の正方形の周の長さはどれだけか。これを式に書け。

**17.** 毎時 $a\,km$ の速さで3時間歩き，次にまた，2時間歩いた。全体でどれだけ歩いたか，これを式に書け。

**18.** $40\,km$ ある道を $a$ 時間で歩いた。平均1時間にどれだけ歩いたか。また，この速さで3時間歩くと，どれだけ行くか。これを式に書け。

**19.** 矩形の二辺が，それぞれ $a\,cm$, $b\,cm$ であると，周の長さはどれだけか。これを式に書け。

**20.** 横が $a\,cm$，縦が $b\,cm$ の矩形の面積を $A\,cm^2$ とすると，A は $a, b$ のどんな式で表わされるか。

**21.** 一辺が $a\,cm$ の正方形の面積を $A\,cm^2$ とすると，A は $a$ のどんな式で表わされるか。

**22.** 半径 $r\,cm$ の円の周を $p\,cm$，その面積を $S\,cm^2$ とする。$p$ は $r$ のどんな式で表わされるか。また，S は $r$ のどんな式で表わされるか。

**23.** 上底 $a\,m$，下底 $b\,m$ で，高さが $h\,m$ の梯形の土地がある。この面積を $S\,m^2$ とすると，S はどんな式で表わされるか。

**24.** 底面の半径が $r\,cm$，高さが $h\,cm$ の円筒の体積を $V\,cm^3$ とすると，V は $r, h$ のどんな式で表わされるか。

**25.** 毎時 $h\,km$ の速さで $t$ 時間歩いた距離を $S\,km$ とする。S を $h, t$ で表わす式，及び $h$ を S, $t$ で表わす式を書け。

# 運 動 と 安 定

## I. 運　動

**1.** 私たちの見るものの多くは，動いているとみられる。しかし，動いているとみられるものを，動いていないと考えたり，動いていないとみられるものを，動いていると考えたりすると，すじみちの明らかになる場合がある。

例えば，太陽は動いているように見えるが，動いていないとし，また，地球は動いていないように見えるが，動いているとする方が，すじみちがたつとされている。このように考えることがあるので，動いているとか，動いていないとか言う時には，何に対して動いているとか，動いていないとか言うようにしなければならない。いわば，私たちの見るのは見かけの運動であるから，運動しているとか，いないとか言う場合には，何に対してであるかを，はっきりことわってかからなければならない。

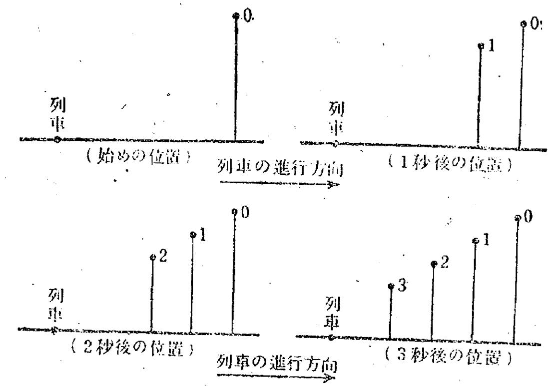
**2.** あるものを運動しているとみなした時，その運動のようすを書き表わす場合にもまた，何に対する運動を書き表わすかによって，その運動のようすが違ってくる。

例えば，雨が鉛直に降っている場合について考えてみよう。この時には，雨が鉛直に降っているにもかかわらず，走っている列車の窓からは，あたかも雨が斜めに降っているように



見える。そして，列車の速さが増すにつれて，ますます斜めに降ってくるように見える。

次の図は，一滴の雨が，列車の中からどのように見えるかを説明したものである。なお，これを説明する時には，列車に乗っている人は，列車やその中にあるものが，全く動かないと考えていることに注意するがよい。




上の図で，0 は，雨滴を見始めた時の，雨滴の位置とする。

まず，列車内にいる人から見た雨滴の1秒後の位置について調べよう。

1 秒間に，列車は地面に対してある距離だけ進むし，雨滴は始めの位置からある距離だけ鉛直に落ちる。したがって，列車内の人が自分の位置の変わったことを考えなければ，この人は，あたかも雨滴が始めの位置よりも，1 秒間に列車の

進む距離だけ手前に來たように見る。また，雨滴が1秒間に落ちる距離だけ始めの位置よりも低くなっているように見る。

前ページの図で，1 秒後の位置は，この関係を示したもので，1 は列車内から見た，雨滴の 1 秒後の位置を示したものである。

雨滴を最初に見た時の，雨滴の位置は，どこに当たるか。この人はこの雨滴を最初に見た時の位置に，そのままいるものと考えているが，その位置はどこか。これらを前ページの図について說明せよ。

雨滴が1秒後に見られる位置について調べたと同じようにして，2 秒後，3 秒後における雨滴の位置について調べよ。

上で調べたことを基にして，列車の窓からは，雨があたかも斜めに降るように見えるわけを說明せよ。

また，列車の速さが增すにつれて，雨がますます斜めに降るように見えるわけを說明せよ。

**3.** 列車の速さを知って，雨滴の落ちる速さを求めるにはどうするか。その方法を言え。但し，雨は鉛直に降っているものとする。

時速 $40km$ で走っている列車の窓から，雨滴が鉛直方向と $30°$ だけ傾いて見えた。この時の雨滴の落ちる速さを，図に書いて求めよ。但し，雨は鉛直に降っているものとする。

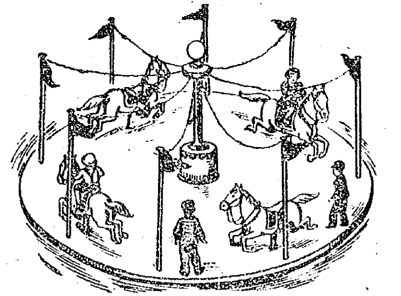
**4.** 列車に乘っている人が，車中で往復運動をしたとする。この人は，地面に対してどんな運動をしたことになるか。



列車は時速 $36km$ で走り，この人は車内を時速 $3.6km$ の速さで歩いたとして，この人の地面に対する運動を図に示せ。

また，この人が列車の進行方向に向かって歩いた時の，地面に対する速さを言え。この人が列車の進行方向と逆に歩いた時の地面に対する速さはどうか。

**5.** 次の図に示したのは，メリーゴーラウンドである。これに乘っている子供が，緣のところからまっすぐに中心に向かって歩くとすると，この子供は，板の上で，板に対して直線運動をするが，地面に対して直線運動をしないことは明らかである。



円板の地面に対する投影図を書き，その周上に一点Oをとり，これを子供が歩き始める時の位置とし，子供が中心に行き着くまでに，メリーゴーラウンドが4回轉するとして，次のことを調べよ。

(1)　子供が歩き始めてから，円板が1回轉，2回轉，3回轉，4 回轉すると，子供はそれぞれどこに來るか。

(2)　子供が歩き始めてから，円板が $\frac{1}{4}$ 回轉，$\frac{1}{2}$ 回轉，$\frac{3}{4}$ 回轉すると，子供はそれぞれどこに來るか。

(3)　子供が歩き始めてから，円板が1回轉して，更に $\frac{1}{4}$

回轉，$\frac{1}{2}$回轉，$\frac{3}{4}$回轉すると，子供はどこに來るか。

(4)　子供が歩き始めてから，円板が2回轉して，更に$\frac{1}{4}$回轉，$\frac{1}{2}$回轉，$\frac{3}{4}$回轉すると，子供はどこに來るか。

(5)　子供が歩き始めてから，円板が3回轉して，更に$\frac{1}{4}$回轉，$\frac{1}{2}$回轉，$\frac{3}{4}$回轉すると，子供はどこに來るか。

(6)　上にとった点を結んでみよ。どんな曲線が出來たか。

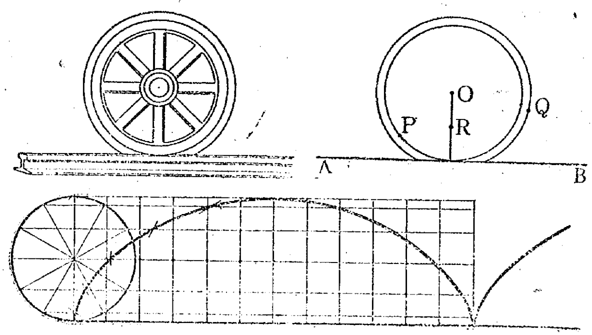
**6.**　列車が直進している時でも，列車の各部は，必ずしも地面に対して直線運動をしているとはいえない。

(1)　車輪の軸は，地面に対してどんな運動をするか。

(2)　車輪の上の点は，地面に対してどんな運動をするか。

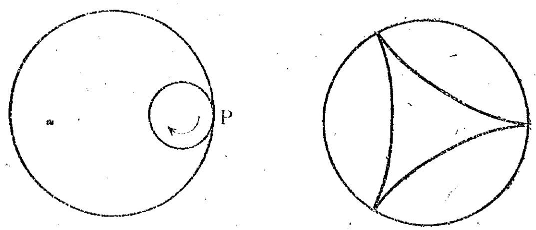
次の図は，列車が走っている時，車輪の外輪の周上の点Pが，どんな線に沿って運動するかを示したものである。

この図の書き方を説明せよ。

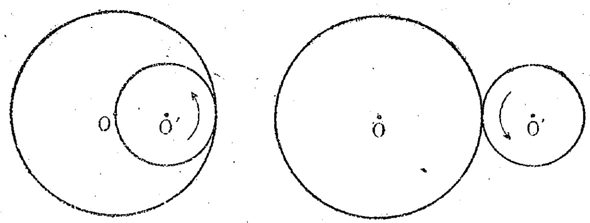





**7.**　円の周に沿って，他の一つの円がこれに接しながら滑らないように轉がる時，その円の中心は一つの円の周に沿って運動する。しかし，円周上の点は，このような簡單な図形の上を運動しないことは明らかである。次の右の図は，この点の動いた跡を書いたもので，これは，大きな円と小さな円との半径の比が 3:1 の場合についてである。この図の書き方を説明せよ。



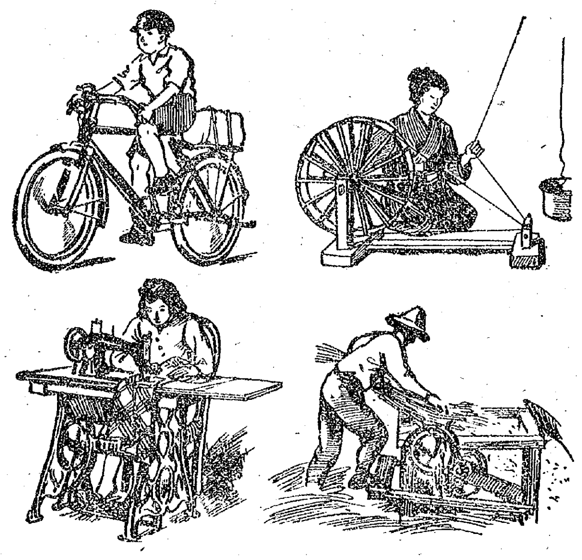

上の図の模型を作り，これを動かして，図に示したような形が出來ることを確かめよ。円の大きさの割合を変えると，いろいろな図形が出來る。どんなものが出來るか。これを図に書いて調べよ。また，模型を作って確かめよ。



8. 舟を河の流れと直角の向きに向けてこぎ出しても，舟は流れのために押し流される。したがって，舟は水面に対して斜めの方向に進むことになる。この理由を図に書いて説明せよ。

## II. 運動の傳達

1. 物を動かすには力がいる。その力のもとになるものに，いろいろなものがあるが，最も原始的なものは人の力である。



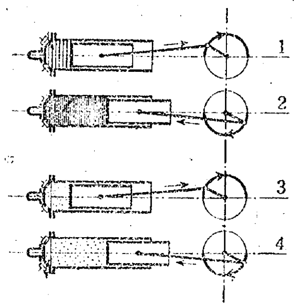
また，蒸氣機関車・石油発動機のように，氣體の圧力を利



用する往復運動がもとになっているものがあり，モーターによる回轉運動がもとになっているものもある。このほか，ばねや水車がもとになっているものもある。

以上のほかに，まだどんなものがあるか。身のまわりにあるいろいろな機械について調べてみよ。

2. 物を動かすもとになるものの運動は，そのままでは，目的にかなった運動でない場合が多い。例えば，ミシンや稲こき機などでは，円弧に沿っての運動を，直線上の往復運動に変えたり，回轉運動に変えたりする。このように，もとになる運動を，目的にかなった運動にするような仕掛けが考えられている。また，一方，運動の傳達の仕方が考えられなければならない。これは，直線上の往復運動として運動を傳達して行くよりも，調べ車や歯車を用いて，回轉運動として，運動を傳達して行く方が便利だからである。ミシンなどでは，往復運動を回轉運動に直して，再び往復運動に変えるような仕掛けになっている。

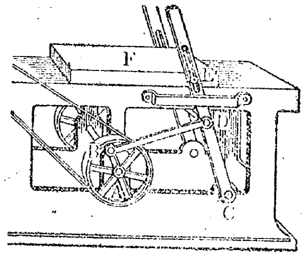



石油発動機などで，往復運動が，どのような仕掛けで円運動に変わるか。右の図について調べよ。

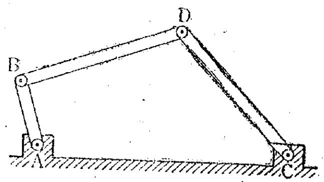
また，円運動を往復運動に変える仕掛けも考えられる。これは，印刷機などで，

印刷された紙を取って行く時などに用いられる。

右の図は，この仕掛けを示したものである。これは，下の図に示したような仕掛けとみられる。




この図で，3 本の棒は，B, D で自由に動くことができるように留めてあり，また，A, C の位置は固定している。B が A のまわりに回轉運動をすると，D は C のまわりに往復運動をする。




この図のような模型を作って，これを確かめよ。また，これを図に書いて調べる方法を考えよ。

稲こき機は，上の場合と反対に，往復運動を回轉運動に変えるものであるといえる。稲こき機の概略の形を書いて，そのわけを説明せよ。また，稲こき機で，A, C に当たるところはどこか。AB, CD に当たるものはどれか。稲こき機があったら，動かして調べてみよ。

## III. 力と運動

**1.** 物に力が加わらなければ，その物は，そのままの状態



にあると考えられる。

例えば，車が平地にある時，これを押したり引いたりなどして力を加えなければ，車はそのままの位置で靜止している。言い換えれば，靜止している物に力が加わらなければ，その物は靜止したままでいる。これは，昔から誰も疑わなかったことであろう。

また，運動をしている物に，その運動を妨げるような力が加わらなければ，その物は，その運動をどこまでも続ける。それ故，滑らかな板の上で球を轉がすと，板と球との間にはたらく摩擦力が小さければ小さいほど，球はますます遠くまで轉がり続けるだろうと考えられる。

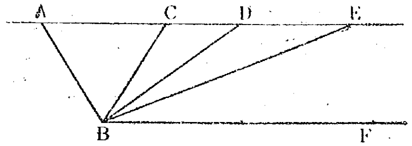
このようなことは，古い時代からすでに考えられていたものと思われるが，はっきり言い表わされるようになったのは，レオナルド＝ダ＝ビンチからである。けれども，摩擦や抵抗の全くない場合に，どのように運動が継続されるかについては，言い及ばなかった。これがガリレーに至って始めて，次のように考えられ，正しく推論された。

今，われわれが物を斜面に沿って落し，その時に得た速度でこれと違った傾きの斜面に沿って昇らせるとすれば，鉛直方向の高さがもとと同じになるまで昇らなければならない。

もし，これ以上の高さにまで昇ったとすれば，われわれは，重さを利用して物をもとの高さよりも高いところに上げることができることになる。これができないことは明らかである。

また，これと反対に，始めの高さよりも低ければ，これを逆にして，物をもとの高さよりも高いところに上げることができることになり，前と同じことになる。

そこで，次のような斜面を考える。まず，A から斜面 AB に沿って物を落として，斜面 BC に沿って昇らせる。次には，BC より




傾きの小さい斜面 BD に沿って，その次には更に傾きの小さい斜面 BE に沿って昇らせる。このようにして，斜面の傾きをだんだん小さくして行って，水平面 BF に近づけるものとする。斜面の傾きが小さくなるにつれて，速度の減り方が少なくなる。したがって，最も傾きの小さい水平面上を運動させれば，速度が同じで，いつまでも同じ運動を続けるだろうとガリレーは考えた。

ガリレー以前でも，静止している物はいつまでも静止しているが，ただ，力が作用した時に始めて運動すると考えられていた。しかし，どんな運動をしている物でも，力が絶えず加えられないならば，外部から妨げるような力が加わらなくても，ついには運動しなくなるだろうと考えられていた。ところが，ガリレーはこれに反して，運動する物は，それに力が加えられなければ，その速さも方向も変わらないとした。

これが普通に慣性の法則といわれるものである。慣性の法



則から明らかなことは，力がはたらかなければ，運動の速度に変化がなく，力がはたらいて始めて速度に変化が起るということである。言い換えると，速度に変化の起るのは，力が作用するからである。

これをニュートンは，プリンチピアという本に，次のような形でまとめて書いた。

(a)　すべての物は，力によってその状態を変えさせられない限り，静止または一様な直線運動の状態を保つ。

(b)　力とは，物にはたらいてその運動状態を変えさせる努力である。

(c)　運動の変化は，作用する力に比例し，力がはたらく直線の向きに起る。

(a) は慣性の法則について述べたものであり，(b) は (a) と共に力の意味を定めたものである。また，(c) は力をわれわれの肉体的な感じから引き離して，普通の量のように，はかる方法を示したものである。これを運動の法則という。

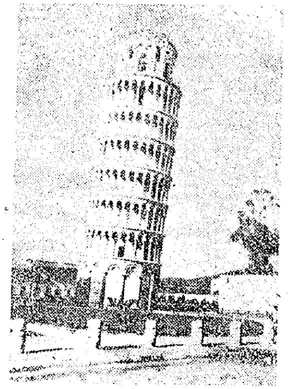
**2.** ガリレーは，慣性の法則から物の落ちる運動について調べた。

物を手放すと，その物は落ちて行く。これは，今まで静止していたものが運動を始めるのであるから，その物に力がはたらいていると考えられ，その物を支えている人は，その力と反対方向に引き上げる力を加えていると考えられる。

ニュートンは，すべての二つの物の間には，力がはたらいていると考えて，この力を「万有引力」と名附けた。また，物が落ちるのも，地球とその物との間に万有引力がはたらくからであるとし，その時にはたらく力を，特に「重力」と名附けた。

ガリレー以前には，重い物ほど早く落ちるように考えた。アリストテレスは，重さの割合が 10:1 であると，同じ高さのところから落しても，重い方が地面に着いた時，軽い方はその $\frac{1}{10}$ しか落ちないと考えた。

これが正しくないことは，ガリレー以前から，実験によって氣づいていたが，これをはっきりさせたのは，ガリレーであると言われている。



ピサの斜塔

彼は，ピサの斜塔から，半ポンドの砲丸と百ポンドの砲丸とを同時に落してみたが，後者は2,3インチ先になって落ちたに過ぎなかった。これによって，アリストテレスの説が正しくないことを確かめたと言われる。なお，ガリレーは，上の実験における落下時間の相違を空氣の抵抗によるものと考え，「もし，抵抗を除くことができたならば，すべての物は同じ速さで落ちるだろう。」と言った。



更に，慣性の法則を基にして，手放して落ちるすべての物について速度の変化が同じであるとした。特に，物を手放して落とした時，その速さは時間に比例して変わるとした。次に，ガリレーの考え方を示そう。


点Oで手放した物の運動について考える。点Aに來た時の，始めとの速さの変化（始めの速さが0であるから，Aにおける速さといってよい）は，OからAに來るまでの時間だけ重力がはたらいたからである。しかも，重力は同じ大きさでたえまなくはたらいている。また，ある時までに重力で得た作用はその時に依然残っていて作用している。今，落ちる速さを $v$，そこまでにかかった時間を $t$ で書き表わすことにすると，次の等式が成り立つ。

$$v=ct \quad (c\text{ は比例定数})$$

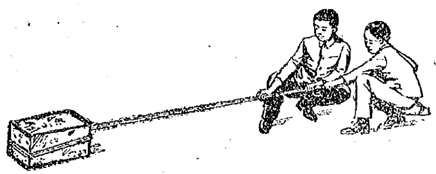
この比例定数 $c$ は，物の重さによって変わるものでなく，また，抵抗がないとすれば，物の形その他のものに全く関係の無いものである。

ガリレーの考え方について，各自に調べてみよ。

3. 今までに考えたのは，物に一つの力だけがはたらく場合であった。ここでは，二つ以上の力がはたらく場合について考えよう。

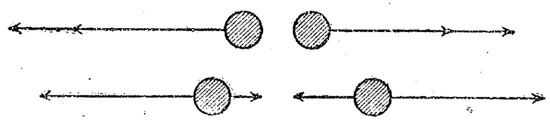
二つの力が同じ直線上にはたらく場合には，どうなるか。

例えば，右の図のように，甲，乙2人がそれぞれ20 $kg$，35 $kg$ の力で重い石を引けば，石は何キログラムの力で引かれるか。



力を図に示すには，力が作用している点から，その方向に直線を引いて，その長さを力の大きさに比例させ，その先端に矢じるしを附ける。

(1)　下の図は，石を引いている2人の力を，それぞれ矢じるしで書いたものである。矢の長さは，力の大きさ 10 $kg$ について，1 $cm$ の割合で書いてある。



おのおのの場合について，石がどの方向に，どんな大きさの力で引かれるかを考え，その力の大きさを図に示せ。

二つ以上の力が一点Oにはたらいている時，それを一つの力に置き換えて考えることができる，この置き換えられた力を，もとの力の「合力」という。

したがって，もとの力が物にはたらいた場合と，合力だけがはたらいた場合とでは，その物は同じ運動を起すことになる。

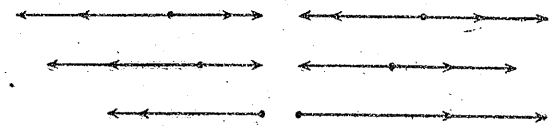


(2)　(1) の各場合について，二つの力を正の数・負の数で表わしてみよ。また，その合力を正の数・負の数で表わしてみよ。

合力を表わす数は，もとの力を表わす数と，どのような関係にあるか。

同じ直線上にはたらいている力の合力を，計算で求める方法を言え。

(3)　下の図は，一点にはたらいている力を，矢じるしで表わしたものである。矢の長さは，力の大きさ 10 $kg$ について，1 $cm$ の割合に書いてある，おのおのの場合について，合力を計算で求めよ。また，これを図に表わせ。



一直線上に，二つの力がはたらいている時，その大きさが同じで，向きが反対である場合には，この二つの力が一つの物にはたらくと，その物に力がはたらいていないのと同じことになる。言い換えると，このような一組の力が静止している物にはたらいても，その物は依然静止している，また，運

動している物にはたらいても，その物は速さを変えることなく，もとの速さで運動を続ける。このような一組の力は，「つり合っている」という。

(4)　つり合っている二つの力がある。これを正の数・負の数で表わすと，それらの数はどんな関係にあるか。

(5)　一直線上にはたらく幾つかの力がつり合っているとする。これを正の数・負の数で表わすと，それらの数はどんな関係にあるか。

(6)　$a, b$ を正の数・負の数とする。$a+(-b)$ を $a-b$ としてよいことを，力の考えを用いて説明してみよ。

(7)　石を引く時，摩擦力はどのような方向にはたらくか。

(8)　画板の上で木片を引き出す時，木片の重さが $x\,g$，摩擦の大きさが $y\,g$ の時，次の等式が成り立つとする。

$$y=0.35x$$

木片の重さを 100 $g$ として，次のことを調べよ。

(a)　10 $g$ の力で引いた時，その木片は動き出すか。また，その時，木片にはたらいている力のつり合いを図に示せ。この時の摩擦の大きさはどれだけといえばよいか。

(b)　20 $g$，30 $g$，40 $g$ の力で引いた時について，上と同じようなことを調べよ。

(c)　35 $g$ の力で引いた時についても，上と同じようなことを調べよ。



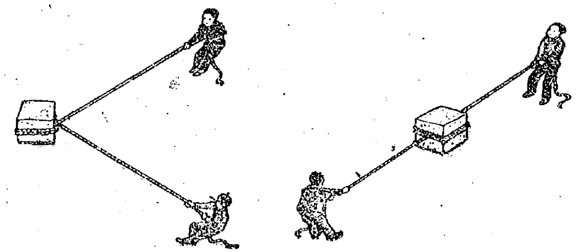
(d)　上で調べたことから，引く力が大きくなればなるほど，摩擦力は大きくなると考えられる。

引き出す時の摩擦係数は，どんなものであるといえるか。

物を引き出す時，力を加えて行って物が動き出すまでは，大きさは加えた力の大きさに等しく，向きが反対である力が，その物にはたらいているとみられる。この力を「摩擦力」という。最も大きな摩擦力を「最大摩擦力」といい，この時の摩擦係数を「最大摩擦係数」という。第一学年の時に調べた摩擦係数は，この最大摩擦係数のことである。

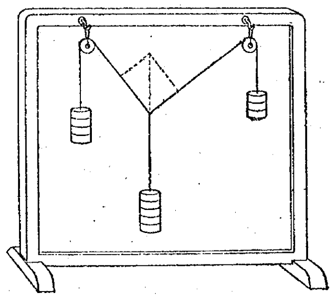
4.　力が一直線上にはたらかない場合について調べよう。

甲，乙 2 人が，共に 40 $kg$ の力で，重い石を同時に引いている。2 人が，始め同じ向きに引くと，何キログラムの力で引くことになるか。



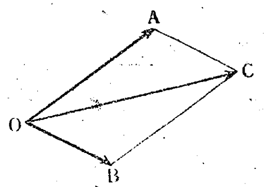
2人が，引く向きの違いをだんだん大きくして行くと，石を引く力はどのように変わって行くか。2人が反対方向に引く場合と，同じ方向に引く場合とをくらべて考えよ。

上で考えたことを，実験で確かめる方法を考えよ。



右の図は，力が一直線上にはたらいていない時，その合力の大きさと向きとを実験で調べる方法を示したものである。

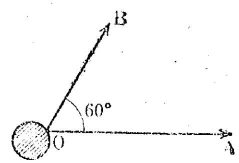
二つの滑車に掛けた錘の重さを，二つの力の大きさとする時，眞中の錘の示す力の大きさは，二力の合力の大きさと，どんな関係にあるか。但し，滑車には摩擦はないものとする。



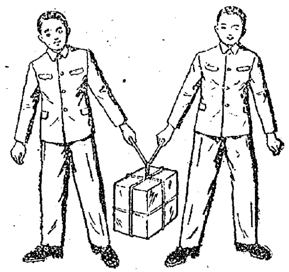

一つの物に二つの力がはたらいているとする。右の図で，OA，OB はその二つの力を表わすものとし，OA，OB を二辺とする平行四辺形の対角線を OC とすると，OC はこの二つの力の合力を表わす。



(1)　右の図は，石を引く2人の力を示したもので，矢の長さ $1\,cm$ が $10\,kg$ の力に当たる。石はどの向きに何キログラムの力で引かれることになるか。これを図に書いて求めよ。

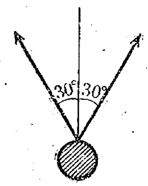


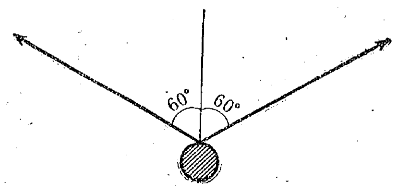

また，角 AOB の大きさを変えると，引く力はどのように変わるか。図に書いて調べよ。



(2)　一つの荷物を2人でさげる時，2本のひもの間の角が大きい時と小さい時とでは，どちらが楽にさげられるか。実際にためしてみよ。また，図に書いて調べよ。

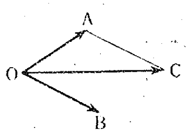
(3)　重さ $30\,kg$ の荷物を，2人でさげる時，ひもの向きが下の左の図のような場合には，1人は何キログラムの力を出さなくてはならないか。また，右の図のような場合にはどうか。これを図に書いて調べよ。

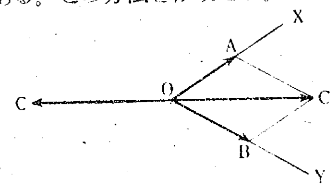


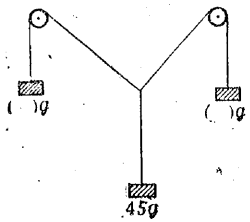
(4)　下の左の図で，OA と OB は，一つの物に同時にはたらく二つの力を示したものである。A から OB の向きに平行線を引き，その上に C をとって，AC の長さを OB の長さに等しくすると，OC は OA, OB で示される二つの力の合力を示す。このわけを言え。

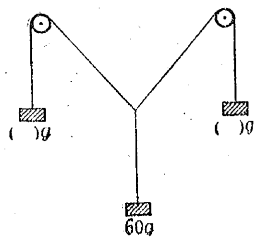
また，下の右の図では，三つの力がつり合っているとする。OC はそのうちの一つの力を示し，OX, OY は他の二つの力の向きを示す。この図は，OX, OY の向きの二つの力を求める方法を示したものである。この方法を説明せよ。



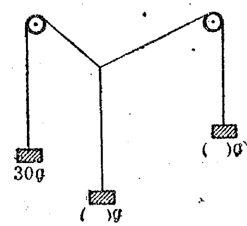



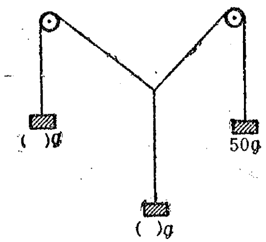

(5)　次の図で，欠けているところの重さを，図に書いて求めよ。



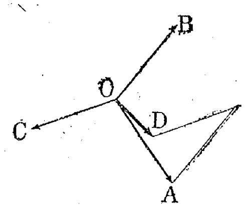


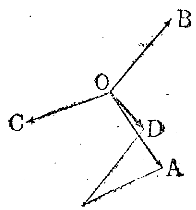



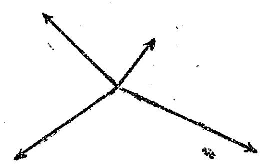

(6)　下の図は，三つの力の合力を求める方法を示したものである。この方法を説明せよ。

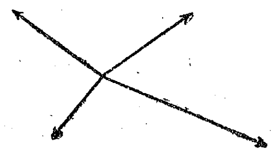
また，合力は，力を加え合わせる順序には関係がない。これを説明せよ。

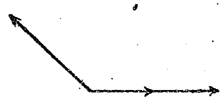


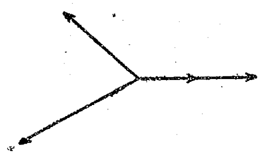




(7)　次の図は，一つの物に同時にはたらく力を示したものである。これらの合力を図に書け。

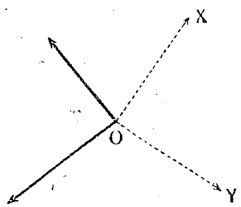


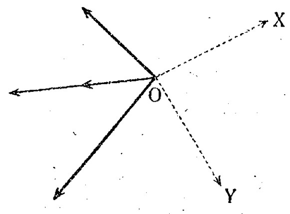






(8)　一つの物に幾つかの力がはたらいていて，つり合っているとする。下の図は，そのうちの幾つかの力と，二つの力の向きOX, OYとを示したものである。この二つの向きの力の大きさを，図に書いて求めよ。




**5.** 重い石を綱で引く時，引く力の大きさが同じであると，綱のどの部分を持って引いても，石は同じように運動する。したがって，力のはたらく場所が，その力を示す直線上のどこにあっても，力のはたらきは同じである。

力がはたらく点を「作用点」という。力には，その大きさ，向き及び作用点が考えられる。これを「力の三要素」という。

力の作用は，その作用点を，作用する力の向きを示す直線上のどこに移しても，変わらない。



同じ平面上にはたらく力で，力の向きが平行である場合には，その力の作用点を移しても，今までの方法では合力を求めることができない。

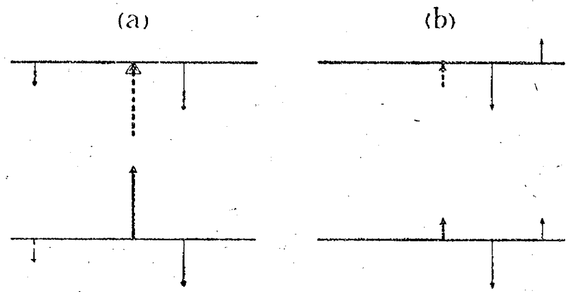
例えば，天びんで物を運ぶ時，どれくらいの力がいるかなどを計算することはできない。ここでは，このような場合の合力の求め方を考えよう。

天びんを肩にかついで，これを水平にしたい時，前と後との荷物の重さが同じ場合には，天びんのどこを肩にかければよいか。また，荷物の重さが違う場合にはどうか。

これを実験で調べるにはどうすればよいか。その方法を考えよ。

二つの力の方向が平行である時，これを「平行力」という。幾つかの平行力がはたらいている時，これらと全く同じ作用をする一つの力を，それらの平行力の「合力」という。

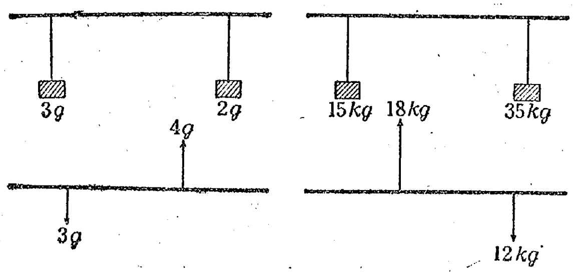
二つの平行力は，てこに作用する二つの力と考えられる。その合力の作用点は，てこの支点に当たる。このわけを言え。




平行力の合力の大きさは，もとの力の大きさとどんな関係にあるか。また，その作用点は，もとの力の作用点や大きさとどんな関係にあるか。

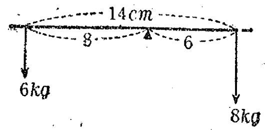
二つの平行力の合力の大きさは，平行力の向きが同じである場合には，その大きさの和に等しい。また，向きが反対である場合には，その大きさの差に等しい。

(1)　次の図に示したおのおのの場合の合力を求めよ。





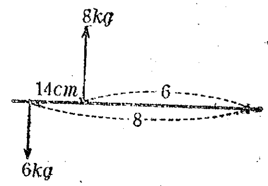

(2)　次は，平行力の合力の作用点を求める方法を示したものである。この方法を説明せよ。




8 : 6＝4 : 3

6 kg の力の作用点から，合力の作用点までの距離

$14\times\frac{4}{4+3}=8$　(cm)



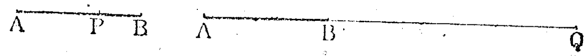

8 : 6＝4 : 3

6 kg の力の作用点から，合力の作用点までの距離

$14\times\frac{4}{4-3}=56$ (cm)

直線の一部で，二つの点を両端とする部分を「線分」という。その両端が A, B である時，その線分を AB と書き表わす。

下の左の図で，AB 上に一点 P をとると，AP と PB との向きが同じである。また，AB の延長上に一点 Q をとると，AQ と QB との向きが反対である。前者の場合に，P は AB を「内分する」といい，AP:PB を「内分比」という。また，後者の場合には，Q は AB を「外分する」といい，AQ : QB を「外分比」という。

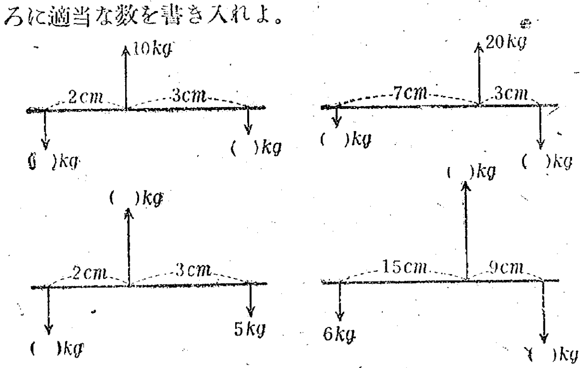


(3)　二つの平行力がある。その力を正の数・負の数で表わしたとする。その合力を示す数は，もとの力を示す数と，どんな関係にあるか。

線分を分ける内分比を正の数で表わし，外分比を負の数で表わすことができる。そのわけを考えよ。また，この符号と合力の作用点の位置とは，どんな関係にあるといえるか。

まず，(2) の各場合について調べてみよ。

(4)　次の図は，一つの力と，これにつり合う平行力の向きと作用点とを示したものである。この図で欠けているところに適当な数を書き入れよ。




**6.**　二つの平行力が，その大きさが同じで，向きが反対であると，今までの仕方では，合力の作用点を求めることができない。

このような一組の力が作用すると，物はどのようになるか。



実際にためしてみよ。

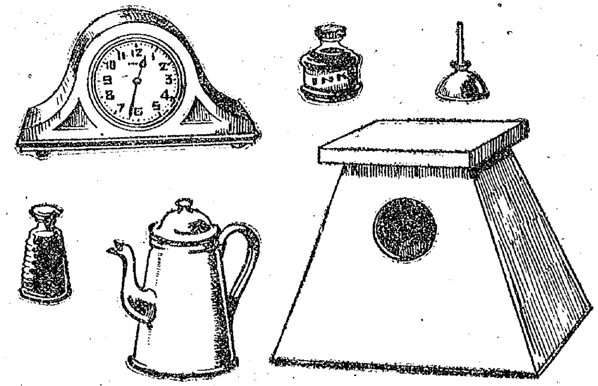
大きさが同じで，向きが反対である一組の力を「偶力」という。一つのものに偶力が作用すると，その二つの作用点を両端とする線分のまん中の点を中心として回轉する。

ねじをまわす時，または，いろいろなハンドルをまわす時，どんな力を加えているかを考えよ。

## IV. 重心と安定

**1.**　(1) いろいろな形の物を見ると，梯形のものが多い。その梯形の底面が長いほど，その物は落ち着いていて，なかなか倒れにくいように見える。

次の図にある物は，どの方向から力を加えた時，最も倒れ

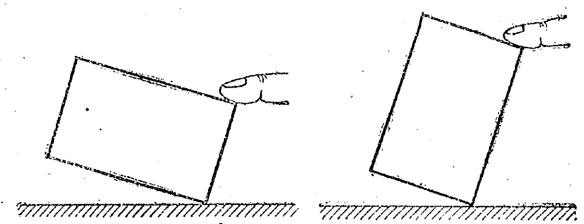


やすいか。

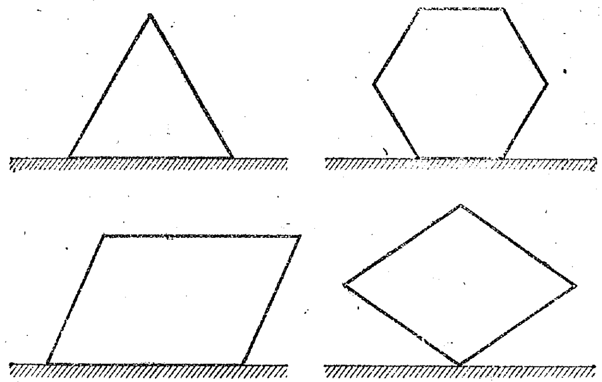
梯形の底が長ければ長いほど倒れにくいことはわかるが，どのようになった時に倒れるかを調べてみよう。

マッチ箱に，次の図のような力を加えた時，どんな位置に来た場合に倒れるか。各自にためしてみよ。

そして，どんな位置に来た時に倒れたかを図に示せ。



また，次のような形の板を作って，上の実験をしてみよ。





今までに調べてきた結果をまとめると，どんな場合に倒れるといえるか。

物の重さは，一つの点に集まっていると考えられる。この点をその物の「重心」という。

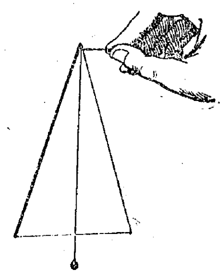
重心に重力がはたらいていると考えられる。

(2)　いろいろな物の重心の在り場所を調べるには，どうしたらよいか。その方法を考えよ。

普通の三角形や梯形の重心を求めるにはどうしたらよいか。また，円の重心を求めるにはどうしたらよいか。

上で調べた物について，重心の位置と，その物が倒れる直前の位置との関係について調べてみよう。

そのために，まず，いろいろな物の重心の求め方を考えることにしよう。



右の図は，三角形の重心の位置を求める方法を示したものである。

まず，錘を附けた糸を，針に結び附けよ。

次に，三角形の板の頂点に近いところに針を突き刺し，三角形が自由に動けるように，穴をゆるくしておいて，

図のようにつるせ。

糸と三角形とが動かなくなったら，糸の通ったところを三角形の上に記せ。

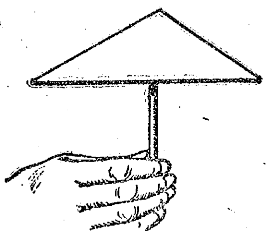
更に，三角形のいろいろなところに針を刺して，上と同じようなことを調べよ。

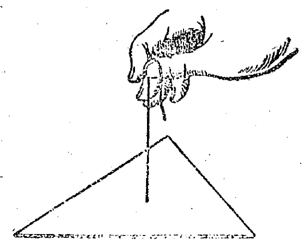
こうして引いた直線は，だいたい一点に集まる。この点が三角形の重心である。このわけを考えてみよ。

今度は，この三角形を，倒れるまで傾けてみよ。そして，この三角形が倒れる直前の位置と，その重心の位置との関係を調べよ。

また，次のような方法でも，重心は求められる。

厚紙に三角形を書いて切り抜き，下の図のように立てた鉛筆の上に水平に支えてみよ。三角形がちょうどうまくのった時に，鉛筆の当たっているところを，ひもでつるしてみよ。





この点が三角形の重心である。前に求めた重心の位置と一致することを確かめよ。

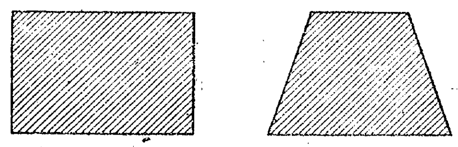


以上で，三角形についての重心の位置の求め方がわかった。この方法を用いて，いろいろな物の重心の位置の求め方を考えることにしよう。

(3)　四角形の重心の位置を求めよ。

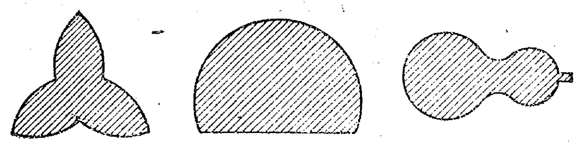
(4)　また，次のような，底の長さと高さとがそれぞれ等しい矩形と梯形とを作って，重心の位置を求めよ。

次に，梯形が矩形よりも倒れにくいことを，実際に確かめてみよ。



(5)　対称形の重心はどこにあるといえるか。今までに調べた対称形について確かめよ。

また，下の図のような形の重心を求めて，上でわかったことを確かめよ。



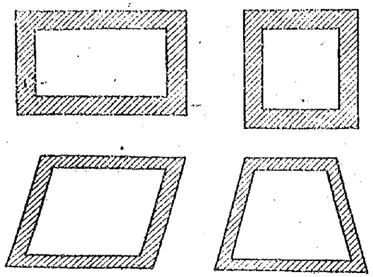
(6)　次の形をした板の重心を言え。

正方形　　正六角形　　正八角形　　円

(7)　対称軸が二つある薄い板の重心は，その二つの軸の

交点である。このわけを説明せよ。

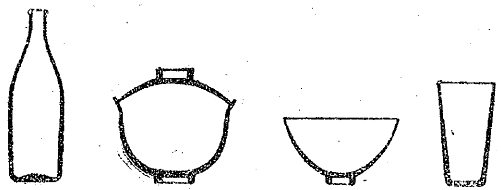
(8)　丸い輪の重心はどこにあるか。また，今求めた点が重心であることを確かめるには，どうしたらよいか。その方法を考えよ。



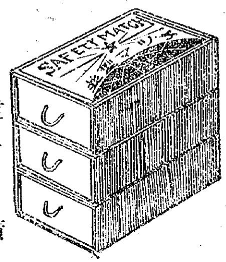
(9)　右の図のような形をしたわくの重心を言え。

次に，その点が重心であることを確かめてみよ。

**2.**　(1) 物によっては，底の狭い方が使いやすいし，形も



きれいに見えるものがある。このような場合には，底の方を厚くしてある。




底の方を厚くすると，底の部分が重くなって倒れにくくなる。このわけを調べてみよう。

マッチ箱三つを，右の図のように積



み重ねて，これをのりで附けよ。

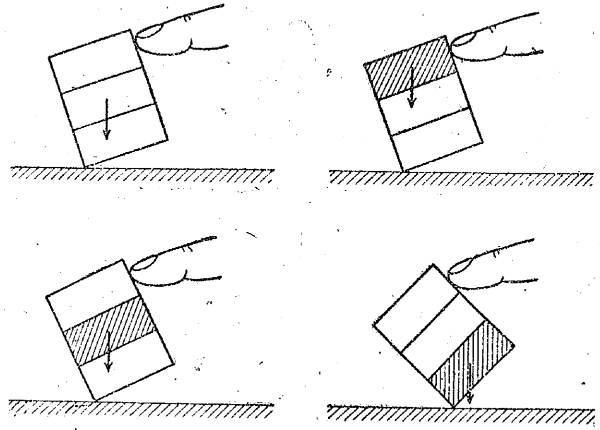
まず，この物の重心の位置を言え。

次に，一番上にある引き出しに砂を一ぱい入れて，重心の位置を探してみよ。

また，この重心の位置と，砂を入れない時の重心の位置とをくらべてみよ。重心の位置が，始めより高くなったか。低くなったか。

続いて今度は，中の引き出しに砂を一ぱい入れて，重心の位置を探してみよ。重心の位置は，今までの場合と，どんなに変わったか。

更に，一番下の引き出しに砂を一ぱい入れて，上と同様のことを調べよ。



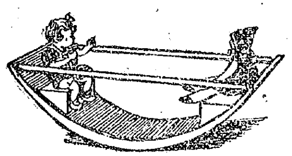
以上四つの場合について，横から押して最も倒れにくいのは，どの場合か。実際にためしてみよ。

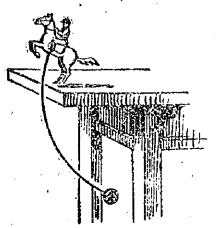
一般に，底の形が同じ時は，どんな場合に倒れにくいといえるか。

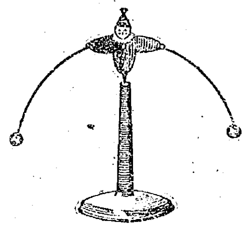
上で調べたことを基にして，茶わんやコップの倒れにくいわけを言え。

また，シーソー・おきあがりこぼし・やじろべえが倒れにくいわけを考えよ。

そのために，まず，それらの模型を作って，重心の位置を探してみよ。





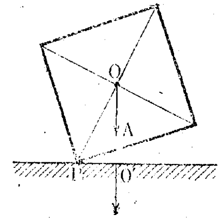


(2) マッチ箱三つを積み重ねたものについて，引き出し



に何も入れない場合と，中の引き出しに砂を一ぱい入れた場合とでは，重心の底面からの高さは変わらないが，後者の方が倒れにくい。このわけを調べよう。

右の図で，OA は板の重力を示す。この重力がはたらいているので，板はPを中心として回轉しようとするのである。




ここに，力 OA がPを中心として，板を回轉させようとする回轉能は，どれだけと考えればよいかを，調べてみよう。

図に見るように，作用点を O′ に移してみれば，PからOAにおろした垂線の長さPO′が，力OAが板をPのまわりに回轉させる時の腕となる。

---

力XがPのまわりの回轉運動を起させる時，Pから力Xを示す矢におろした垂線の長さを $r$ とすると

$$X \times r$$

を，「力Xの点Pのまわりの回轉能」という。

---

上の図のような位置にある板を支える力の大きさを計算して，これを図に示せ。但し，力は，頂点のところで，対角線に垂直に加えるものとする。

これらのことから，重心の高さが同じでも，重い物ほど倒

れにくいわけを説明せよ。

物の安定について，今までに調べたことをまとめると，次のようになる。

(a)　重さが同じで，重心の高さが等しい物では，底面の廣いほど倒れにくい。

(b)　重さが同じで，底面の廣さが等しい物では，その重心が低いほど倒れにくい。

(c)　重心の高さが等しくて，底面の廣さも等しい物では，重いほど倒れにくい。

(3)　普通の物は，大きく傾けると，通例，重心の底面からの高さが小さくなるものである。しかし，おきあがりこぼしのようなものでは，反対に，重心の高さが高くなる。このようなものは，まだほかにないだろうか。

また，このようなものを見つけるには，どんなことに着目すればよいか。

球のようなものでは，どう動かしても，重心の高さが変わらない。このようなものは，まだほかにないだろうか。

また，このようなものを見つけるには，どんなことに着目すればよいか。

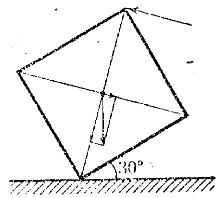
(4)　一辺が 20 *cm* の正方形の薄い板があって，その重さは 540 *g* である。これを，次ページの図に示したように，床と 30° 傾いた位置に支えるものとする。



この時，下の図に示したように，床に接している頂点と向かい合っている頂点で，対角線に垂直な力で支えるものとすると，支える力の大きさはどれだけか。

上と同じ大きさの板で，重さが 1 *kg* である時，前と同じようにして支えるものとすると，どれくらいの力がいるか。

(5)　前問で，板の一辺を床に接して置いて，右の図に示したような位置にまで動かしたとする。この人は，重心を持ち上げるために，どれだけの仕事をしたことになるか。これを計算してみよ。




(6)　同じ大きさの立方体があって，その密度の割合は，1:2 であるとする。この二つをつぎたして直方体を作ったとすると，その重心はどこに來るか。

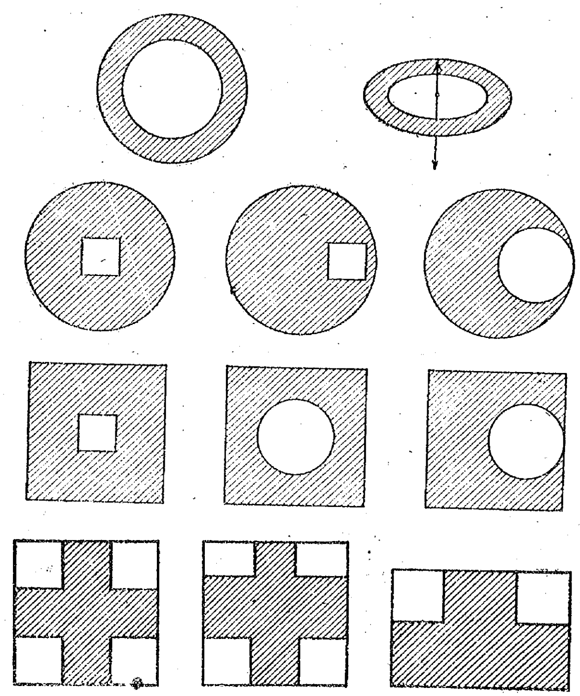
二つの立方体に，重力が別々にはたらいたとして，その合力を求めよ。特に，その合力の作用点はどこかを考えよ。これを基にして重心の位置を調べよ。

(7)　(6)でわかったことを基にして，マッチ箱をつぎたして出來た引き出しに砂を入れた場合に，砂を入れた引き出しの位置によって，重心の位置が変わるようすを調べよ。

(8)　次ページの図に示したように，円・正方形・矩形の形をした薄い板から，それらの形を切り抜くと，その殘りの

物の重心はどこになるか。これを図に示せ。

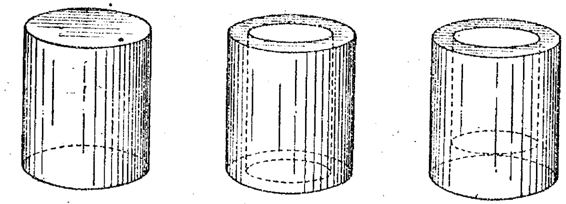
その残りの物にはたらく重力は，もとの物にはたらく重力と，切り抜いた部分にはたらく重力と向きが反対で大きさが等しい力との，合力である理由を考えよ。



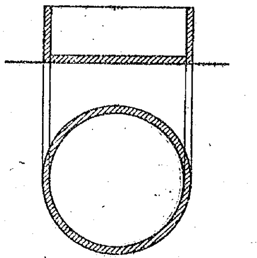
(9)　次ページの図に示したような物の，重心の位置を求



めよ。



(10)　右に示したのは，円筒状の入れ物の投影図である。この入れ物の重心の位置を求めよ。直円柱の体積は，底面積と高さとをかけ合わせたものに等しいことを用いよ。



また，この入れ物に水を入れると，重心の位置は，どのように変わるか。この入れ物の密度を 0.4 とし，水の密度を 1 として，計算せよ。

この入れ物に水を入れた場合は，水を入れない場合にくらべて倒しにくいか。また，倒しやすいか。これを調べよ。

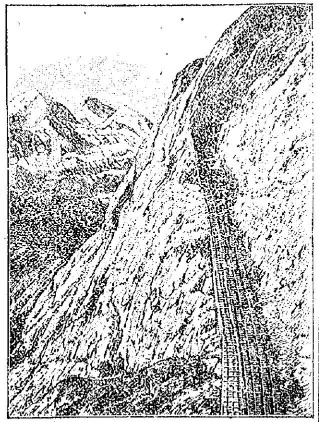
各自も，このような形の物に水を入れて，いろいろに調べてみよ。

**3.** (1)　物を動かすのに，いろいろな方法が考えられる。それらのうち，簡単な方法については，既に，第一学年の時に調べた。ここでは，斜面を利用する方法について，考えることにしよう。

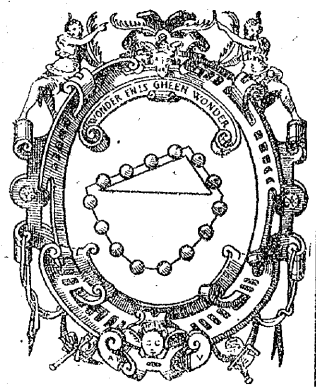
重い物を高いところへ運ぶのに,直接,綱などを用いて引き上げるよりも，斜面を利用する方が樂である。

坂道を車で運ぶのは，この例で，登山鉄道も斜面の利用とみられる。

右の図は，フランスからスイスに通ずる鉄道を示したもので，世界で一ばん高いところにある鉄道である。



斜面については，古くから考えられていたが，これを明らかにしたのは，オランダのステヴィンであるといわれている。




彼は，三角形のプリズムの一つの面を水平に置いて，右の図のように球をつないだ輪を掛けたものを考えた。

球は同じ重さで，同じ隔たりをおいてつないであり，全部で 14 箇であった。また，球



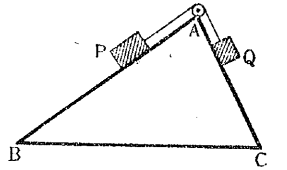
ののっている二辺のうち,一方の長さは,他方の長さの2倍であった。

これに輪を掛けた時に，ちょうど,前者に4箇,後者に2箇の球がのった。

ステヴィンは，このように掛けると，鎖は動かないから，その二つの斜面の上にある球は，つり合っていると考えたのである。

この，ステヴィンの考え方は，次のようにまとめることができる。

三角形ABCの一辺BCを水平にして置き，他の二辺AB, ACの上にのせられた重さP及びQを，糸でつないだ時に，この二つの重さP, Qがつり合ったとすると，その重さは，斜めになっている二辺の長さに比例する。



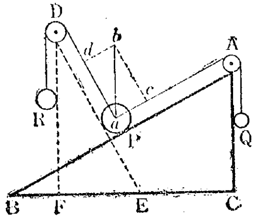

言い換えると，その関係は，次の等式にまとめることができる。

$$P:Q=AB:AC$$

(2) ステヴィンは，これを基にして，合力を求める方法を説明した。

次ページの上の図は，ステヴィンの考え方を示したものである。

図で，斜面 ABC について考えると，$ab$ が P の重さを示すものとすると，Q の重さは $ac$ で表わされる。また，斜面 EDF について考えると，R の重さが $ad$ で表わされる。

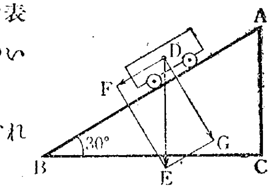



このわけを考えよ。

(3)　今日では，力について調べるのに，合力を求める方法を基にするのが普通である。

故に，今度は前に述べたステヴィンの考えを，この方法を基にして調べてみよう。

(a)　右の図は，どんなことを表わしているか。この図について説明せよ。




(b)　DE, DF, DG は，それぞれどんな力を示しているか。

(c)　三角形 DEF と三角形 ABC とが，相似であることを確かめよ。

(d)　上で調べたことを基にして，DE と DF, DE と DG との割合を，直角三角形 ABC の辺の割合として書き表わせ。

また，DE と直角三角形 ABC の辺の割合とを用いて，DF, DG を求める式を書け。

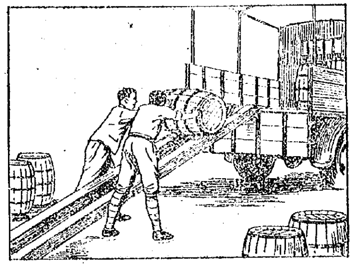


(e)　上で調べたことを基にして，55 ページにある等式が成り立つわけを説明せよ。

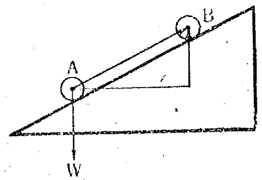
(4)　斜面の勾配が 45° の時，その斜面の上に置いてある車が，下へ轉がり落ちようとする力の大きさを，図に書いて求めよ。まず，摩擦がないものとして考えよ。次に，最大静止摩擦係数を 0.01 として考えよ。

斜面の上にある物と，その斜面との間にはたらく摩擦力の大きさは，斜面を押す力の大きさと，摩擦係数との積として定まる。

(5)　重さが 60 *kg* のたるを，右の図のように，木を渡して轉がして上げると，どれくらいの力がいるか。木の勾配を 20° として，図に書いて求めよ。



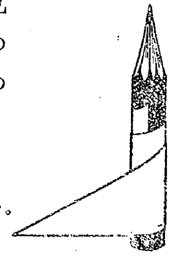
(6)　重さ W*g* の物を，斜面に沿って引き上げる時と，まっすぐに持ち上げる時とは，仕事の量に変わりがない。

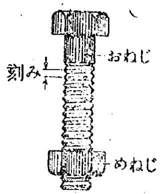



このわけを説明せよ。

(7)　ねじは，どんなところに使われているか。

直角三角形の紙を，右の図のように，丸い棒に巻き附けよ。この時，直角三角形の斜辺は，どんな形になるか。その形とねじの形とをくらべてみよ。

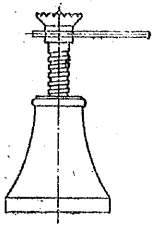





左の図は，あるねじを，実物大に書いたものである。このねじを1回まわすと，ねじはどれだけ進むか。3回まわすとどうか

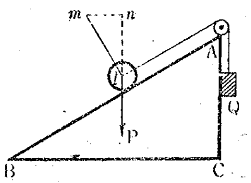
(8)　ねじは斜面の一つと考えられる。これを説明せよ

(9)　右の図のような機械は，重い物を持ち上げる時に用いられるもので，ねじをまわすために，鉄の棒が附けてある。



ねじの中心から400 $mm$ のところで，棒を直角に押してねじをまわすと，押し上げる力Wは，棒を押す力Fの何倍か。ねじの刻みを4 $mm$ として，摩擦を考えに入れないで計算せよ

(10)　ガリレーは，てこの考えを用いて，斜面の上にある物を引き上げる力を計算した。




右の図で，$lm$ はPに附いていて斜面に垂直な棒とし，これが$m$を中心としてまわるものとした。

Pは斜面に沿って轉がり落ちようとする。このために，棒



$lm$ は $m$ のまわりに回轉しようとする。この回轉能を計算せよ。また，Qは，Pを斜面に沿って引き上げようとする。このために，上と同じように，棒 $lm$ は $m$ のまわりに回轉しようとする。この回轉能を計算せよ。

上の二つの回轉能が等しいとして，P，Qの割合を計算してみよ。また，この割合は，直角三角形ABCの辺の割合とどんな関係にあるかを調べよ。

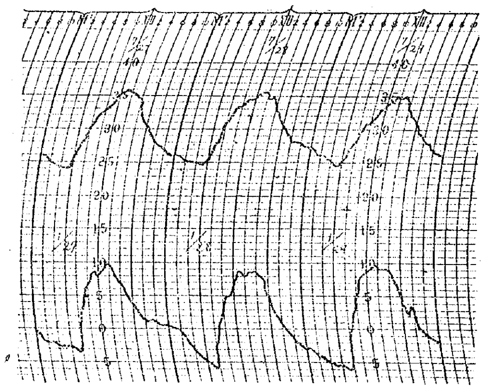
# 種々の問題

**1.** 毎時20海里の速さで，北方に進んでいる汽船Aがある。ある時刻に，汽船Aからちょうど北方10海里にあった汽船Bを，それから15分後に汽船A上から観測したら，北東6海里にあった。

汽船Bはまっすぐに進んでいるものとして，海面上における実際の進行方向と速さとを，図に書いて求めよ。

また，汽船Bは，汽船Aからはどんな向きに進むように見えるか。これを図に書いて調べよ。

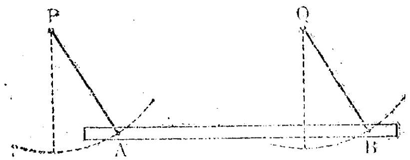
**2.** 右のグラフは，毎年の東京の氣温を示すグラフで，自動裝置によって書かれたものである。



このグラフは，どんな運動が組み合わされて出來たものと考えられるか。この運動について說明せよ。



**3.** 右の図は，遊動円木の構造の概略を示したものである。この図で，PA, QBは，それぞれP及びQを中心として一様な速さで，90°だけ振動するものとする。

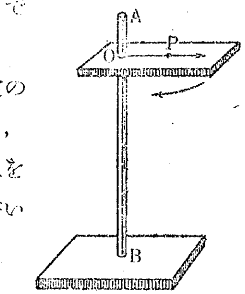



この時，人がAからBまで一様な速さで進むと，この人は地面に対して，どんな運動をするか。次の各場合について，その運動のようすを図に示せ。

(1) 人がAからBまで進む間に，PAが1往復する場合

(2) 人がAからBまで進む間に，PAが2往復する場合

**4.** Oを中心として，一様な速さで回轉する細長い板がある。




この板の上を点Pが，Oから一定の速さである一つの向きに動き出すと，この点Pは，Oに対してどんな線上を運動することになるか。その図を書いてみよ。

また，この板が，右の図のように，Oを通る軸ABに沿って，回轉しながら一定の速さで降りる時には，Pはどんな線を書くことになるか。次の場合について，それを投影図に書け。まず，その概略の形を図に書いて

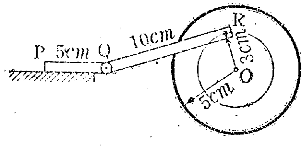
からとりかかれ。

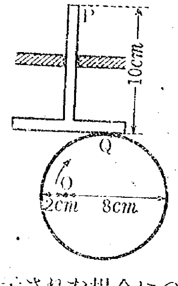
Pの速さ毎秒 2 *cm*，　板の降下速度毎秒 4 *cm*，

板の回轉速度毎秒2回，ABの長さ 20 *cm*

5. 次の二つの図は，いずれも回轉運動を，直線的な往復運動に変える裝置を示したものである。

この両方の場合に，円板がいずれも，Oを軸にして同じ速さで回轉した時，P

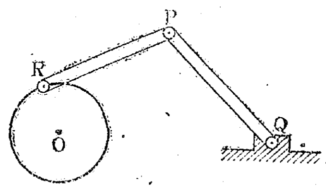



はどんな運動をするか。寸法が上の図に示された場合について，円板の回轉角を横軸，Pの[illegible]からの距離を縦軸にとって，この運動をグラフに書け。

また，このグラフを用いて，Pの速さの変わり方を調べよ。

6. 右の図は，印刷機などに使われる仕掛けを示したもので，回轉運動を円弧運動に変えるのに役立つ。




円板がOを軸として一様な速さで回轉する時，Pはどんな範囲にわたって運動することができるか。上の図に示された場合について，これを図に示せ。また，運動のようすをグラフに書いて，Pの速さの変



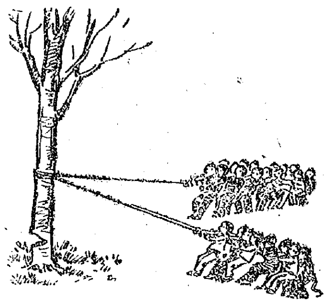
わり方をも調べよ。

なお，PQの長さを変えた場合やPRの長さを変えた場合について，Pの運動はどうなるかを調べよ。

7. 大きな石を，60 *kg* と 45 *kg* の二つの力で引く場合に，この二つの力の間の角をいろいろに変えると，石にはたらく力の大きさはどのように変わるか。角の大きさと力の大きさとの関係をグラフに書き表わせ。

また，この石の重さが約 100 *kg* である時，引く力の間の角をなるべく大きくして，この石を動かしたとすると，どれだけの角度にまでしてよいか。但し，石と地面との靜止摩擦係数を約 0.85 として計算せよ。

8. 校庭の大木を切り倒すのに，その木に綱を附けて，二方向から引くことにした。

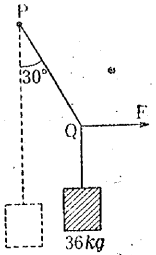


一方は，南の方向から12人で引き，他方は，それより約60°東の方向から9人で引くと，木はどの方向に倒れることになるか。但し，各人の力は，だいたい同じものとして考えよ。

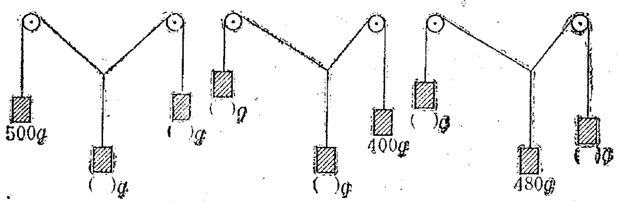
9. 重さ 36 *kg* の物を，綱でP点につるし，綱の途中のQ点に水平な力Fを加えて，綱が鉛直線と30°になるまで引き

上げた。この時，綱にかかっている力及びFの大きさを求めよ。

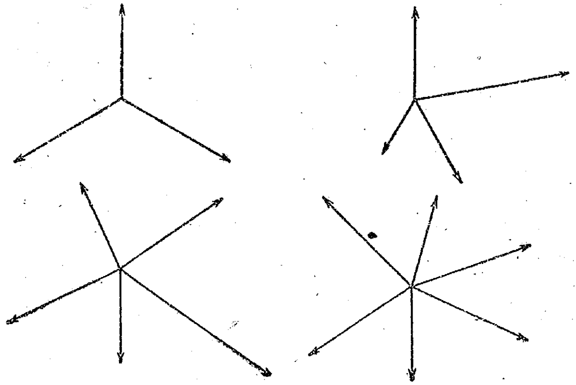
また，鉛直線との角度が変わると，Fの大きさがどのように変わるかを調べよ。




**10.** 次の図は，三つの錘を滑車に掛けてつり合ったところを示す。この図の欠けているところに適当な数を書き入れよ。



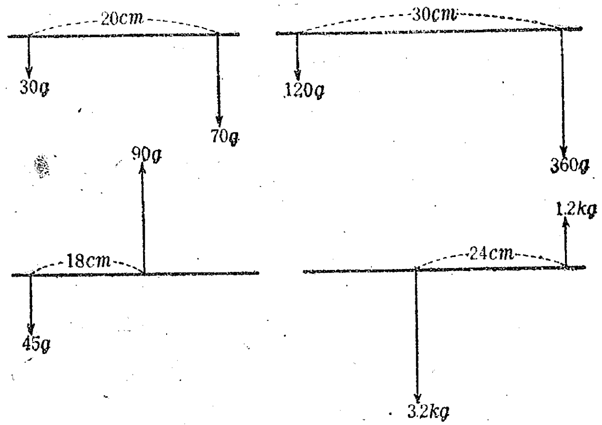

**11.** 次の図のように，一つの点に多くの力が作用している。





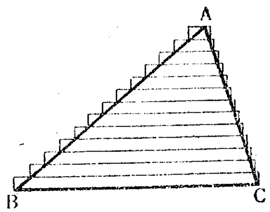
これらの力とつり合わせるには，どんな力を加えればよいか。その力を求めて，図に書き入れよ。

**12.** 次の図は，1本の棒に二つの平行な力がはたらいているようすを示す。おのおのの場合について，その合力の作用点の位置と大きさとを計算し，それを図に示せ。




**13.** 三角形ABCの重心を，次のようにして求めよ。

(1) BCに平行な直線で，右の図のように多くの部分に分け，おのおのの部分を矩形とみて，その重心に当たるところにしるしを付けよ。この点はだいたいどんな線の上に並ぶか。



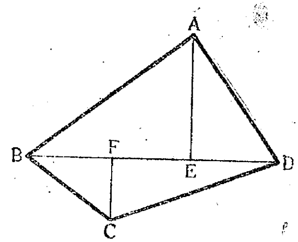
(2)　次に，平行線の数をふやし，それに應じて重心の位置にしるしを附けて行くと，ついには，その点はどんな線の上に並ぶと考えられるか。これから，三角形の重心はどんなところにあるといえるか。

(3)　AC に平行な線を引いても，上と同じようなことがいえる。これを基にして，この三角形の重心の位置を考えよ。

ここで考えた重心と，今までのように実験によって求めた重心とをくらべよ。

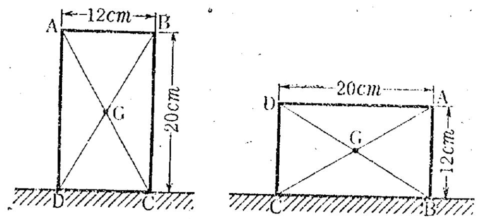
(4)　一般の三角形について，その重心の求め方を言え。

**14.**　右の図のような四辺形の板 ABCD があつて，A, C から対角線 BD におろした垂線の長さの割合は 2:1 である。




三角形 ABD, CBD の重心をそれぞれ図に示せ。また，それから四辺形の重心の位置を計算し，これを図に示せ。

**15.**　重さが 1.2 $kg$ ある厚さの一樣な矩形の板を，下の図のように，二通りに置いた場合について，次のことを調べよ。



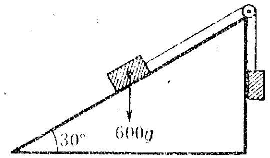



(1)　頂点Aに，対角線ACに直角な力を加えて，これを少し持ちあげるには，どれだけの力を加えなければならないか。

(2)　上のような力を加えてこの板を起してしまうには，それぞれどれだけの仕事をしなければならないか。

また，このことから，どちらの方が安定であるといえるか。

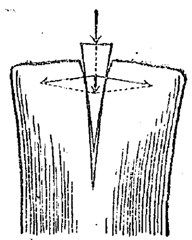
**16.**　水平面と 30° の傾きをなす斜面上に，600 $g$ の物体を置き，右の図のように，滑車を通して錘をつるす。この物体と斜面との最大靜止摩擦係数を 0.60 として，次のことを調べよ。




(1)　物体の重さによって，斜面を押す力はどれだけか。また，滑り落ちようとする力はどれだけか。

(2)　物体が滑り落ち始めるのは，錘の重さがどれくらいの時か。また，物体が引き上げられるのは，錘の重さがどれだけの時からか。

**17.**　右の図は，くさびを用いると，力をどんなに利するかを示したものである。このものについて，次のことを調べよ。



(1)　くさびを打ち込む力は，木にどのように作用するか。

(2)　くさびの作用を，斜面やねじの作用とくらべよ。

# 計算練習

**1.** 次の計算を暗算でせよ。

| | |
|---|---|
| $5+(-4)+(-9)$ | $4+(-10)+5$ |
| $2.4+2.6+(-3.2)$ | $5.6+(-3.5)+4.6$ |
| $\frac{1}{3}+\frac{1}{2}+\left(-\frac{2}{3}\right)$ | $\frac{3}{8}+\left(-\frac{1}{8}\right)+\left(-\frac{5}{8}\right)$ |
| $\frac{1}{4}+\left(-\frac{1}{6}\right)+\left(-\frac{1}{12}\right)$ | $\left(-\frac{5}{6}\right)+\frac{3}{4}+\left(-\frac{7}{24}\right)$ |

**2.** 次の括弧の中にある一組の数の和を求めよ。

(42, −27, 36, 19, −50, −1.4)
(5.6, 8.9, −3.2, −7.6, 6.5, −2.4)
(−0.43, 0.64, 0.59, −0.54, 0.38, −0.21)
(7.4, −9.5, 7.3, −1.8, 2.6, −3.7)
(350, 180, −640, −210, 970, −430)

**3.** 次の計算をせよ。

| | |
|---|---|
| $(-2.4)-(-6.3)+4.8$ | $8.1-(-5.3)-7.9$ |
| $490+(-830)-(-260)$ | $(-620)+450-(-970)$ |
| $(-0.56)-(-0.29)-(-0.82)$ | $0.76-(-0.83)+(-0.51)$ |
| $\frac{1}{2}-\left(-\frac{3}{8}\right)+\frac{1}{4}$ | $\frac{2}{3}-\left(-\frac{1}{4}\right)+\left(-\frac{5}{6}\right)$ |
| $\left(-\frac{9}{11}\right)+\left(-\frac{1}{3}\right)-\left(-\frac{7}{9}\right)$ | $\left(-\frac{1}{4}\right)-\left(-\frac{5}{8}\right)-\left(-\frac{9}{20}\right)$ |



**4.** 次の計算を暗算でせよ。

| | | |
|---|---|---|
| $(+1)(+6)$ | $(-1)(+5)$ | $(+3)(-7)$ |
| $(+3)(+5)$ | $(+4)(-3)$ | $(-6)(-2)$ |
| $(+5)(-4)$ | $(-8)(+6)$ | $(+7)(-4)$ |
| $(+2)(+8)$ | $(-1)(+7)$ | $(-3)(-9)$ |
| $(+0.5)(-0.2)$ | $(0)(-0.4)$ | $(-0.4)(-0.6)$ |
| $(+1.3)(0)$ | $(-2.6)(+0.7)$ | $(-4.8)(-0.9)$ |
| $\left(+\frac{2}{3}\right)\left(-\frac{3}{5}\right)$ | $\left(-\frac{1}{6}\right)\left(+\frac{3}{8}\right)$ | $\left(-\frac{3}{4}\right)\left(-\frac{2}{5}\right)$ |
| $(+4)\div(+2)$ | $(+9)\div(-3)$ | $(-8)\div(-4)$ |
| $(-6)\div(+3)$ | $(+10)\div(-5)$ | $(-12)\div(-1)$ |
| $(-10)\div(+2)$ | $(-12)\div(-6)$ | $(+4)\div(-1)$ |
| $(+0.8)\div(-4)$ | $(-1.5)\div(+3)$ | $(-3.2)\div(-8)$ |
| $(-0.12)\div(+0.3)$ | $(+3.5)\div(-0.7)$ | $(-2.4)\div(-0.6)$ |
| $(+1.8)\div(-0.9)$ | $(0)\div(+3.4)$ | $(-1)\div(-2.5)$ |
| $\left(+\frac{1}{4}\right)\div\left(-\frac{1}{2}\right)$ | $\left(-\frac{3}{5}\right)\div\left(+\frac{6}{7}\right)$ | $\left(-\frac{3}{4}\right)\div\left(-\frac{3}{8}\right)$ |

$\left(+\frac{2}{3}\right)\div\left(-\frac{1}{6}\right)\div\left(-\frac{2}{5}\right)$   $\left(+\frac{5}{12}\right)\div\left(+\frac{4}{6}\right)\div\left(-\frac{1}{2}\right)$

**5.** 次の括弧の中にある一組の数の積を求めよ。

| | |
|---|---|
| (2, −5, −7) | (−8, 4, −6) |
| (0.8, −0.5, −0.9) | (−0.2, −0.7, −0.6) |
| (1.3, 2.7, −8.5) | (−3.6, −7.4, −4.1) |
| (−1, −2, +3, −4) | (−8, 0, +6, −5) |

**6.** 次の計算をせよ。

| | |
|---|---|
| $(-840)\div(-24)\times16$ | $(-645)\times28\div(-42)$ |
| $(-0.76)\div0.38\times(-0.45)$ | $0.81\div(-0.27)\times0.96$ |
| $\frac{5}{9}\times\left(-\frac{3}{10}\right)\times\frac{6}{17}$ | $\left(-\frac{3}{4}\right)\div\frac{3}{20}\div\left(-\frac{8}{25}\right)$ |
| $\left(-\frac{9}{42}\right)\times\frac{7}{27}\div\left(-\frac{5}{12}\right)$ | $\frac{20}{37}\div\left(-\frac{10}{51}\right)\times\left(-\frac{2}{3}\right)$ |
| $\frac{3}{8}\div\left(-\frac{3}{4}\right)\times\frac{5}{12}$ | $\left(-\frac{4}{7}\right)\times\frac{8}{15}\div\frac{2}{21}$ |
| $\frac{7}{24}\times\left(-\frac{8}{15}\right)\div\left(-\frac{3}{28}\right)$ | $\left(-\frac{5}{12}\right)\div\frac{3}{14}\div\left(-\frac{8}{35}\right)$ |

**7.** 次の式を簡單にせよ。

| | |
|---|---|
| $2a+7a$ | $-8b+3b$ |
| $3x-5x$ | $-3y-4y$ |
| $2a+5a-3a$ | $6b-2b-3b$ |
| $-x-3x-7x$ | $2y-4y+3y$ |
| $2x-3+4x+5$ | $4x-2-3x+5$ |
| $5a-b+2a+2b$ | $3a-4b-5a+2b$ |
| $\frac{3}{4}a-\frac{1}{2}b+\frac{1}{4}a-\frac{3}{4}b$ | $\frac{1}{5}a-\frac{2}{5}b-\frac{1}{10}a+\frac{3}{10}b$ |
| $x-\frac{1}{4}y-\frac{2}{3}x-\frac{3}{8}y$ | $-\frac{2}{3}x+\frac{3}{4}y+\frac{5}{6}x-\frac{1}{2}y$ |

**8.** $m$ が正の数または負の数の場合に、次の式が成り立つ。

$$m(a+b)=ma+mb$$

$m$, $a$, $b$ にいろいろな数を入れて、これを確かめよ。



**9.** 前問の関係を用いて、次の式の括弧をはずせ。

| | | |
|---|---|---|
| $3(a+b)$ | $-4(a+2b)$ | $5(a-2b)$ |
| $-8(3a-2b)$ | $2.5(3x+6)$ | $-4.6(7-3x)$ |
| $\frac{1}{3}(6x-3y)$ | $-\frac{3}{4}(2x+8y)$ | $\frac{2}{5}(10x+15y-20)$ |

**10.** 括弧をはずすと、括弧の中にあった項の符號はどのようになるか。括弧の前に正の数がある時について言え。また、負の数がある時について言え。

上のことに注意して、次の式の括弧をはずせ。また、それを簡單な式にせよ。

| | |
|---|---|
| $2(x+1)-3$ | $2(x-1)+3$ |
| $2x+3(x-4)$ | $8x-2(3x+5)$ |
| $2(2a-b)-3(a-b)$ | $2(3a+b)-3(2a-b)$ |
| $3-2(3-4x)+7(x-2)$ | $\frac{1}{2}(x-2y)-\frac{3}{4}(2x+4y)$ |
| $3(2+3x)-4(2x-1)$ | $5x-2(1+2x)-3(x-3)$ |

$-0.5(x-2y)+1.2(2x+3y)$

$1.8(x-2y)-0.2(2x+4y)+1.5(3x+2y)$

$\frac{1}{4}(2x+y)-\frac{1}{2}(x-4y)-\frac{3}{4}(3x-2y)$

**11.** 次の計算をせよ。

| | | |
|---|---|---|
| $5a\times(-4)$ | $7x\times(+3)$ | $-3a\times(+4)$ |
| $-2a\times(-2)$ | $3a\times(+4b)$ | $-x\times(+3n)$ |
| $3y\times(-2x)$ | $5x\times(-2n)$ | $4a\times(-6b)$ |

$3x \times 1.3x^2$　　$-4m^3 \times 5m$　　$5b \times (-2b^2)$

$4x^2 \times (-2x^2)$　　$4x^2 \times 2x^2$　　$4x^2 \times (-2x)^2$

$(3m^3)(2m^2)$　　$(2x)(-3y^3)$　　$(-4m^3)(2n^2)$

$(4m^5)(5m)$　　$(5x^3y^7)(2xy)$　　$(-3mn)(0)$

$(-3x^2y)(2xy^2)$　　$(5x^5y^2)(3xy^3)$　　$(-3p^5)(-p)^3$

$\dfrac{ab}{r^2} \times \dfrac{2\pi r}{a}$　　$\pi r^2 h \times \dfrac{ab}{r^2}$　　$kpq \times \dfrac{q^2}{p^2}$

$\dfrac{x^2y}{z} \times \dfrac{z^2}{x}$　　$\dfrac{5x^3y}{3z} \times \dfrac{9z}{xy^3}$　　$\dfrac{7x^3y}{3z} \times 6xyz$

**12.**　次の計算をせよ。

$6x \div 3$　　$(-5x) \div 5$　　$4x \div (-2)$

$20x^6y \div (-4xy)$　　$(-4x^5) \div (-2x^2)$　　$(-20b^4) \div (-4b)$

$20x^2y^3 \div 5xy^2$　　$\left(-\dfrac{1}{2}mn^2\right) \div \dfrac{1}{2}m$

$\left(-\dfrac{3}{4}x^3y^2\right) \div \left(-\dfrac{1}{2}xy\right)$　　$15m^3n^3 \div (-3m^2n)$

$\left(-\dfrac{2}{3}mn^2\right) \div \dfrac{4}{5}m^2n$　　$5ab^3c^2 \div 2a^2b^2c^2$

$\dfrac{(xy)^2}{z} \div \dfrac{xy}{z^3}$　　$\dfrac{abc}{r^2} \div \dfrac{ab^2}{r}$　　$\dfrac{9lm^2}{4n} \div \dfrac{3l^2m}{2n^2}$

$\dfrac{16a^3}{3xy} \div \dfrac{-20a}{xy}$　　$\dfrac{(3x)^2}{4y^2} \div \dfrac{3x^2}{(-2y)^2}$　　$\dfrac{abx^2}{cy} \div \dfrac{b^2cx}{y^3}$

**13.**　次の計算をせよ。

$12x \times (-3y) \div 9xy$　　$\left(-\dfrac{3}{5}ab\right) \times \dfrac{2}{7}a^2 \div \dfrac{4}{21}b^2$

$\dfrac{xy}{z} \div \dfrac{x^2y}{z^2} \times \dfrac{x^2y^2}{z^3}$　　$\dfrac{5ab}{r^2} \div \left(\dfrac{-3a^2b}{r^2}\right) \times \dfrac{6ab^2}{r^2}$



**14.**　下の右の列に書いてある式は，左の列に書いたことがらを計算する公式を示したものである。右の列の公式に，左の列のことがらに対応する番号を附けよ。

| | | |
|---|---|---|
| (1) | 正方形の面積 | $S=\dfrac{1}{2}(a+b)h$ |
| (2) | 正方形の周の長さ | $S=6a^2$ |
| (3) | 矩形の面積 | $S=\dfrac{1}{2}ab$ |
| (4) | 矩形の周の長さ | $S=a^2$ |
| (5) | 三角形の面積 | $S=2(ab+ac+bc)$ |
| (6) | 三角形の周の長さ | $S=ab$ |
| (7) | 梯形の面積 | $S=\pi r^2$ |
| (8) | 円の周 | $V=a^3$ |
| (9) | 円の面積 | $V=abc$ |
| (10) | 立方体の体積 | $V=\pi r^2 h$ |
| (11) | 立方体の全表面積 | $l=a+b+c$ |
| (12) | 直方体の体積 | $l=4a$ |
| (13) | 直方体の全表面積 | $l=2(a+b)$ |
| (14) | 円筒の体積 | $l=2\pi r$ |

**15.**　次の各式から，$t$ を求める式を作れ。

$d=4.5t$　　$l=101+0.003t$

$d=vt$　　$l=l_0+\alpha t$

**16.**　次の公式から，$h$ を求める式を作れ。

$S=ah$　　$S=\dfrac{1}{2}ah$　　$S=\dfrac{(a+b)h}{2}$

$V=\pi r^2h$　　$V=\frac{1}{3}sh$　　$V=\frac{\pi}{3}r^2h$

**17.** 次の等式に當てはまる $x$ の値を言え。

$2x+3=5$　　$4x-8=10$

$3.5x-4.8=0.4$　　$5.6-3.2x=4.4$

$1.5x-2.3=4.0-3.5x$　　$2.4-4.8x=5.5x+3.0$

$\frac{1}{3}x+\frac{5}{12}=\frac{1}{6}+\frac{1}{4}x$　　$1\frac{3}{5}-\frac{4}{15}x=\frac{2}{3}x+2\frac{1}{3}$

$2(x+3)-4=5$　　$8(2-5x)+2x=4$

$4(x-8)-7(2x+5)=4(x+7)$

$\frac{3}{4}(2x-5)-\frac{2}{5}(3x+4)=\frac{7}{10}(8-x)$

**18.** 梯形の上底及び下底がそれぞれ $4cm$, $5.5cm$ で，面積が $19cm^2$ であると，その高さはどれだけか。梯形の面積を求める公式から計算せよ。

**19.** 底辺の長さが $1.8m$ で，高さが $2.1m$ の平行四辺形と面積の等しい三角形がある。その底辺の長さが $3m$ であると，高さは幾らか。

**20.** あるところで上空の氣温をはかったら，地上 $9000m$ ぐらいのところまでは，だいたい $1000m$ 昇るごとに $6°$ ずつ低くなって行くことがわかった。

地表の氣温が $28°$ である時に，溫度が $7°$ になるのは，高さおよそ何キロメートルのところか。高さを $xkm$ とし，等式を作って考えてみよ。


中　等　数　学

第二学年用

(1)

昭和22年 4 月18日印刷 同日飜刻印刷
昭和22年 4 月22日発行 同日飜刻発行

〔昭和22年 4 月22日　文部省檢查済〕





APPROVED BY MINISTRY
OF EDUCATION
(DATE Apr. 18, 1947)

著作兼発行者　文　部　省

東京都千代田区神田岩本町三番地
飜刻発行者　中等學校教科書株式會社
代表者　阿部眞之助

東京都新宿区市谷加賀町一丁目十二番地
印刷者　大日本印刷株式會社
代表者　佐久間長吉郎

発行所　中等學校教科書株式會社