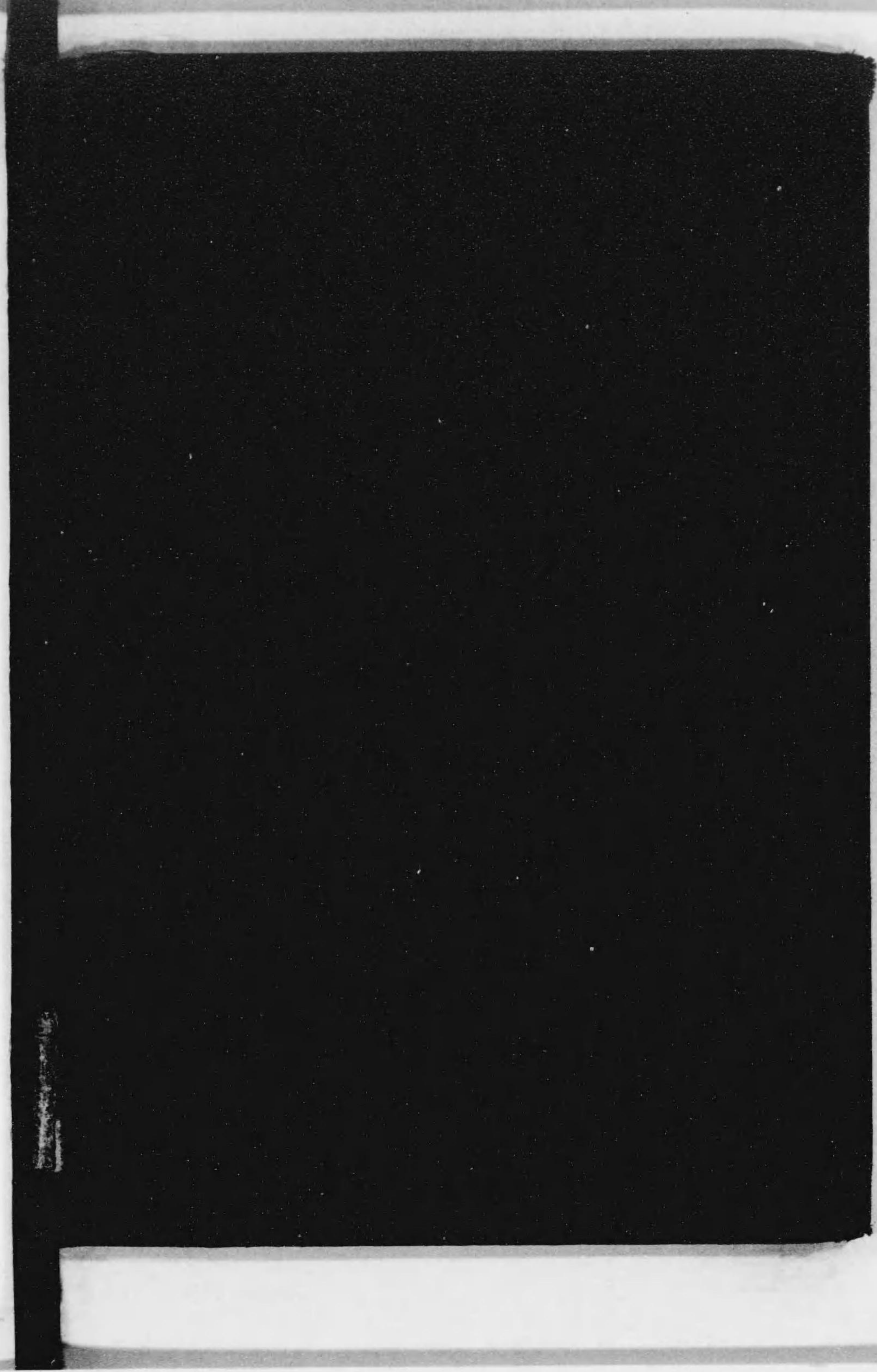


始



341
2031

341-2031A



最新
五業算術

山添豐著作

前鐵道院教習所講師
理化學研究所長

正
8.2.6
內交

豫習編ノ増補ニ就テ

數學ハ一切ノ材料カラ離レテ純粹ニ數ト云フ形式ノミノ關係ヲ研究スルモノデアアル。一本ノ筆ト一本ノ筆トヲ加ヘテ二本ノ筆トナルカラ、一ト一ト加ヘテ二トナルノデハナイ。一ト一ト加ヘテ二トナルカラ、一本ノ筆ト一本ノ筆トヲ加ヘテ二本ノ筆トナルノデアアル。

數學ノ法則ハ純粹ナ數ノ關係カラ來ルノデ、經驗カラ來ルノデハナイ。毫モ經驗ハナクトモ、數ノ眞理ハ何時デモ眞理デアアル。從テ數學ハ毫モ經驗ニ負フ所ナク、經驗ヲ可能ナラシムルノデアアル。數學デ認メラレタル眞理ガ未ダ世ニ見附カラヌトシテモ、見附カツタ場合ハ必ズ斯クカクナルベシト斷言シ得ルノデアアル。斯クテ數學ノ存立ハ毫モ科學ニ負フ所ハナイガ、科學ハ數學ニ負フノデアアル。斯ク科學及經驗以上ニ超越セル數學ハ他ヨリ何等ノ助ヲ借ラヌカラ、他ニ惑亂サル、事ハナイ。數學ノ法則ハ自身絶對ノ權威ヲ持ツテ居テ、絶對ニ正確デアアル。左レバーノ問題ニ對シ同ジ意義ノ下ニ二ノ答ハナク又其間何等ノ曖昧、瞞着ヲ許サズ。眞個ノ純粹正確其儘ヲ示スノデアアルカラ、純粹正確ナ考ヘヲ得ルノハ數學デアアルト斷言ガ出來ル。而シテ茲ニ又考フベキハ數學ト正反對

東京大学出版部

大塚實業社

豫習編ノ増補ニ就テ

ナルハ美デアル。例ヘハ圖書ノ如キ一ノ課題ニ就キ如何ニ描キ方アリ、精粗濃淡固ヨリ之ヲ擧ゲテ數ヘルコトガ出來スノミナラズ、其何レヲモ正當トスルコトモ又間違トスルコトモ出來ズ、其判定ハ人各々ノ鑑識ニ任セルヨリ外ニ致方ガナイ。其外正確デナクテハナラヌ國家ノ法律ノ如キモ時ト場所トニ從ツテ種々變遷更廢ナレルノデアル。況ンヤ法司諸々ノ見ル所ニ依ツテ罪ノ斷定ガ色々ニ更ルノデアルカラ、結局是モ純粹正確ノモノトハ斷言出來ナイ。

社會ノ進歩ハ科學ノ進歩ニ負フ所ガ大部分デアルガ、此科學ヲ解スルニハ、先ヅ理學ノ研究デアル。而シテ理學ノ研究ハ數學ノ力ニ負ハネバナラヌ。此意味ニ於テ數學ハ教科トシテ最も重要視セネバナラヌノデアル。然ラバ此重要ナル學科ノ教授方法ハ如何。今算術教授ノ新傾向ノミニ就テ述ブレバ次ノ如クデアル。

近時歐米ニ於テハ、初等數學教授ニ大改良ヲ加ヘテ、之ヲ一層心理的ニ且實際的ナラシメントスル運動ガ起ツクノデアル。即チ英國ニテハ Perry 運動アリ、獨乙ニテハ Kline 運動ガアル。

ペリー運動トハ John Perry 氏ノ熱心ナル數學教授改良

運動ヲ意味スルノデアル。氏ハ曾テ我國ノ工部大學ノ教授タリシコトアリ。現ニロンドンノ Royal College of Science ノ教授デアル。其考案ハ近著 Practical Mathematics 及ビ Elementary Practical Mathematic ニヨリ明ラカデアル。又クラインノ運動トハ數學教授改良案トシテ最も有力ナルモノデアルガ、同氏ハ數年前迄ハ獨乙ゲッチング大學ノ教授ヲ勤メテ居タ人デ非常ニ常識ニ富ミ、教授上ノ巧妙ヲ以テ世界ニ名ガ顯レテ居ルノミナラズ、萬國數學教授改良會ノ設立モ氏ノ力ニ基イタノデアル。氏ガ唱導スル初等數學教授法ノ要點ハ函數思想ヲ教授上ノ中心トシテ、數學ノ各分科ヲ相連絡結合シテ之ヲ一系統ノ下ニ教授セントスルノデアル。斯クシテ氏ハ數量ノ變化ニ關スル觀想力及空間ニ關スル想像力等ヲ涵養シ、最モ利便ニ且容易ニ實用問題ヲ解キ得ル能力ヲ與ヘントスルノデアツテ、函數的思想ノ骨子ハ次ノ如クデアル。

今二ツノ量アリテ、其一ツノ量ヲ變ズレバ、他ノ一ツノ量モ亦變ズルトキ一ツノ量ヲ他ノ量ノ函數ト云フ。一ツノ正方形ノ面積ハ其一邊ノ函數デアル。和、差、積、商等ハ二數ノ函數デアル。代價ハ物品ノ個數ノ函數デアル

左レバ函數ハ數ノ骨子ダト云フノデアアル。氏ノ説ハ實ニ自然ノ考デアアルノミナラズ、函數ノ變化ヲグラフニ表ハス事ニ由テ最モ直覺的ナラシムルノデアアル。故ニクライオン氏ノ流ヲ汲メル新主義ノ教授方法ハ殆ンドグラフヲ以テ充タサレテ居ル觀ガアル。

以上ノ兩教案ハ數學教授方法ノ新主義トモ云フベキモノニシテ互ニ經トナリ緯トナリテ種々有益利便ナル新案ガ色々ニ表ハサレテ來タノデアアル。

現ニ伯林市ノ國民學校ノ算術要目ハ量ノ變化ヲグラフニ表スコトニシテ居ル。即チ物品ノ價ノ變化、氣候ノ變化其他、地理、歴史、理科又ハ兒童ノ思想スル事象ニ就テ量ノ變化ヲグラフニ表スコトヲ獎勵シテ居ル。又上級生ニハグラフノミヲ用ヒテ應用問題ヲ解カシメ函數ノ知識ヲ養成セシメテ居ル。更ラニ近頃ハ算術ノ一部分ヲ淘汰シ、其代リニ方程式ノ思想ヲ加味スル傾向ヲ生ジテ來タ數年前ニ獨乙ノハンブルグノ學務局ヨリ獨乙全國ノ學校ニ對シ意見ヲ徵セシニ、不賛成ノ意ヲ表セシハ僅カニ三校ニ過ギナカッタトノ事デアアル。翻テ我國算術教授ノ現狀ヲ見ルニ我國中等及小學校ニ於ケル數學ノ教授要目ト獨乙ナドヨリ既ニ其出發點及經路ヲ異ニシテ居ルカラ、

小學校ノ算術ノ素養丈ケデハ逆モ科學ハ勿論、理學ヲ解スルコト能ハザルハ瞭ラカデアアル。然ラバ中學校ノ教授要目ハ如何ト云フニ兎角函數ハ高等ノ數學ニ屬スルモノトシテ之ヲ除外シ、中學ノ最終ニ於テノミ僅カニ三角函數ノ一ニヲ教授スルニ過ギナイ。夫故中學ヲ卒業後先ヅ理學ヲ更ラニ修メテカラノコトデ、學修ノ經濟上甚ダ迂遠デアアル。然ルニ理學、科學ニ於ケル函數ハ僅カ三角函數ノ眞數ノミノ教授デ足り、之ガ教授ハ其方法ニヨリテ敢テ至難デナイ。

茲ニ於テカ前陳ノ意見ヲ加味セル算術工學書ヲ中管教習所 檢車科、火夫科、機械科ニ試ミ豫想外ノ好結果ヲ得タカラ、我國情ニ適セシメンガ爲メ我國小學校ニ於ケル算術ノ教授細目ニ準據セル算術工學豫習編ヲ増補シタ次第デアアル。尙序ニ算術工學ノ豫習用以外ナル、我國ノ中等算術及之ヨリハ稍廣キ範圍ノ算術ヲ綜合的ニ附加シテ上梓シタノデアアル。終ニ臨ンデ本書ノ編輯ニ際シ、抱負ト實際教授及實地其他ニ付多大ノ便宜ト意見トヲ與ヘラレタル。

東京高等工業學校長坂田博士並ニ關係各教授及鐵道院中管教習所各講師ノ御誠意ヲ感謝シテ止マナイノデアアル

豫習編目次



第一章 緒論.....1—7

 數ノ代表..... 1

 式..... 2

 數ノ制限..... 3

 文字ノ應用並ニ其意義(值・公式・求積等)..... 5

第二章 四則應用問題ノ解キ方..... 8—17

 植木算..... 8

 歸一法..... 9

 旅人算..... 10

 鶴龜算・大小算..... 11

 過不足算・差額平分算..... 12

 年齡算..... 13

 河流算..... 14

第三章 諸等數..... 18—22

 弧度, 角度, 溫度..... 18

 內外度量衡..... 19

第四章 比及比例…………… 23—38

比……………	23
比例……………	26
正比例……………	28
反比例……………	30
*比例ノ應用……………	32
複比……………	35
複比例……………	36
複比例ノ應用……………	37

第五章 方程式…………… 39—51

緒論……………	39
方程式ノ作り方……………	40
方程式ノ解き方……………	44
方程式ノ應用……………	46
混合……………	48
配分及合資算……………	49

算 術 工 學

目 次

第一編 三角函數……………(1—9)

- 1, 勾配 2, 三角函數ノ意義 3, 函數ノ性質
4, 函數ノ値 5, 函數ノ値ノ性質 6, 三角函
數真數表ノ用法 7, 缺圓ノ面積 8, 缺圓壘ノ
體積 9, 三角函數ノ真數表

第二編 物 性……………(10—14)

- 1, 力, 摩擦 2, 質量 3, 基本單位
4, 物質ノ三態 5, 彈性 6, 擴散, 滲透
7, 吸收 8, 溶解

第三編 力 學……………(15—43)

第一章 固體ノ釣合……………(15—20)

- 1, 作用及反作用 2, 二力ノ合成 3, 三力以
上ノ合成及分解 4, 平行ニシテ方向一致セル二力
ノ合力 5, 平行ニシテ方向反對ナル二力ノ合力

6, 偶力 7, 剛體 = 働ク力

第二章 機械ノ要點……………(20—31)

1, 槓杆 2, 輪軸 3, 調車, 齒車 4, 滑車
5, 斜面 6, 螺旋 7, 摩擦 8, 機械ノ効率
9, 仕事 10, 工率(馬力, ワット)

第三章 流體……………(31—43)

1, アルキメーデスノ原理 2, 物體ノ浮沈
3, 比重及其測定法 4, 氣體ノ重サ 5, 大氣ノ壓力
6, 大氣ノ壓力ノ強サ 7, 氣體ノ體積ト壓力トノ關係
8, 空氣ポンプ 9, 吸上ポンプ
10, 押上ポンプ

第四編 熱……………(44—64)

第一章 熱……………(43—48)

1, 熱量 2, 比熱 3, 比熱ノ測定 4, 熱ノ傳導
5, 輻射

第二章 熱ノ作用……………(48—62)

1, 固體ノ膨脹 2, 液體ノ膨脹 3, 氣體ノ膨

脹 4, 氣體ノ體積ト溫度ト壓力トノ關係

5, 融解及融解熱 6, 蒸發(氣化) 7, 沸騰

8, 氣化熱 9, 液化

第三章 熱機關……………(62—64)

1, 蒸氣機關 2, 熱ノ仕事當量 3, 熱機關ノ有効率

附 錄

問 題 解 義

解 き 方 に 就 て

解義の方式は算術工學なる題意に適せざるも、取敢へず掲載して參考に資する事とせり。

第一章 緒論

1 數ノ代表

ニツノ數ヲ加フルニ順ヲ換ヘテモ和ハ變ラズ、例ヘバ

$$2+5=5+2, 3+4=4+3, 68+25=25+68,$$

左テ斯様ナル例ハ際限ナク多クアルガ故ニ斯カル例ヲ幾ツモ書クヨリハ寧ロニツノ中一方ヲ甲數、他ノ一方ヲ乙數ト書ケバ 甲數+乙數=乙數+甲數 トナリ、

更ニ甲數ノ代リニ a 、乙數ノ代リニ b ナル文字ヲ用ヒテ書クトキハ $a+b=b+a$

トナル、爰ニ a ハ 3デモ5デモ17デモ1234567ノ如キ大ナル數ニテモ其他如何ナル數ニテモ表ハスモノナリ、 b モ亦然リ、依テ次ノ法則ヲ得

a, b, c, \dots 等ノ文字ヲ以テ一般ナル數ヲ代表セシム

注意 文字ヲ以テ數ヲ代表セシムルハ、數ノ關係ヲ一般的ニ表ハスノ便利アルモノナリ。

凡テ辭ヲ交ヘズシテ數ヲ代表セル文字ト符號ト數字トノミヲ以テ表シタルモノヲ式ト云フ。

例題

1. 文字ヲ以テニツノ數ヲ表シ、其和ハ加ヘル順序ニ

ヨリテ變ラザルコトヲ式ニテ示セ.

2. ニツノ數ノ積ハ掛ケル順序ヲ換ヘテモ變ラザルコトヲ式ニテ表ハセ.

3. $a = 5$ ヲ加ヘタルモノハ $5 = a$ ヲ加ヘタルモノニ等シキコトヲ式ニテ書ケ.

4. 三日間ノ小使ニ初日ハ a 錢, 次ノ日ニ b 錢, 其次ノ日ニ c 錢ヲ使ヒタルトキハ三日間ニハ $(a+b+c)$ 錢使ヒタルコトナル. 此場合ニ於テ $a+b+c = a+c+b = b+c+a = c+b+a = b+a+c$ ナル式ヲ如何ニ解釋シ得ルカ.

2 式

1. 三ツノ a ヲ $3a$ ト書ク, 之ハ a ノ 3 倍 $a \times 3$ ニ於テ乘數ト被乘數トヲ交換シテ $3 \times a$ ト書キタル後, 乘號ヲ略シタルモノニシテ, 通例文字ト數トノ積ヲ書クニハ數ノ方ヲ先ニ書キ且乘號ヲ省クモノトス.

文字同士ノ積ヲ書クニモ乘號ヲ省キテ積ケサマニ書クモノトス. 例ヘバ a ト b トノ積ヲ ab , a ト b ト c トノ積ヲ abc ト書クガ如シ. 括弧ノ前ニ書クベキ乘號モ亦省クモノトス. 例ヘバ, a ト $b+c$ トノ積ヲ $a(b+c)$, 又 $a+b$ ト $a-b$ トノ積ヲ $(a+b)(a-b)$ ト書クベシ.

冪トハ例ヘバ a ヲ二ツ掛ケ合ハセル $a \times a$ ヲ a^2 ト書キテ a ノ平方又ハ二乗ト讀ミ, x ヲ三ツ掛ケ合ハセル $x \times x \times x$ ヲ x^3 ト書キ x ノ三冪(又ハ立方)ト讀ム其他之ニ倣フ.

冪根 トハ例ヘバ a^2 ハ a ヲ二ツ掛ケ合ハセタル數ニシテ.

$\sqrt{a^2}$ ハ a ナル數ヲ表ハシ, a^2 ノ二乗根(又ハ平方根)ト讀ム. 又 x ガ $x^3 = a$ ニ等シキトキハ $\sqrt[3]{a}$ ハ a ナル數ヲ表ハシ, x ノ三乗根(又ハ立方根)ト讀ム. 又 $\sqrt[4]{d}$ ハ同一ナ數四ツヲ掛ケ合ハスレバ d トナル數ナリ. 今假リニ d ガ 81 ヲ代表スルモノナルトキハ次ノ式ヲ得ベシ.

$$\sqrt[4]{d} = \sqrt[4]{81} = \sqrt[4]{3^4} = 3$$

割リ算ヲ表スニハ通例分數ノ形ヲ用ユ. 例ヘバ a ヲ b デ割リタルモノヲ $\frac{a}{b}$ ト書キ, $a+b$ ヲ $a+c$ デ割リタルモノヲ $\frac{a+b}{a+c}$ ト書クガ如シ.

II. 乘號ヲ省キテ書ケル積及 數ノ形ヲ用キテ書ケル商ハ唯一ツノ文字ノ如クニ取扱フベシ. 例ヘバ $a = b$ ト c トノ積ヲ加ヘタル和即 $a + (b \times c)$ ヲ $a + bc$ ト書キ, $a = c$ ヲ f ニテ割リタ 商ヲ加ヘタル和即 $a + (c \div f)$ ヲ $a + \frac{c}{f}$ ト書クガ如シ.

例 題

1. c ヨリ a ト b トノ差(a ハ b ヨリ大トス)ヲ引キタル殘ヲ括弧ヲ用ヒタルモノト用ヒザルモノトノ二々通リニ書ケ.
2. a ト 4 ト b トノ積ヲ書ケ.
3. a ト b トノ積ヲ c デ割リタル商ヲ書ケ.

3 數ノ制限

二數ノ大小ヲ示スニ 不等號 $>$ 又ハ $<$ ヲ二數ノ間ニ用ユ. 而シテ角ノ開キタル方ニアル數ガ大ニシテ角ノ尖リタル

方ニアル數ガ小ナル數ナリ。例ヘバ $3 > 2$, $3 < 5$ ニシテ,
又 a ヨリ大ナルトキハ $a > b$ 又ハ $b < a$ ト書クガ如シ。

第1節ニ於テ文字ハ如何ナル數ヲモ表スコトヲ説ケリ,
然レドモ差ノ場合ニ於テハ一定ノ制限アリ。其制限ハ a
ヨリ b ヲ引キタル差ト云ヘバ, $a > b$ ナルコト勿論ナリ。
故ニ差ハ $a - b$ ニテ表ハサル。

注意 $(a - b)$ ニ於テ $a < b$ ナルトキハ代數學ニアラザレバ
算術及本編ニ於テハ意味ヲナササルモノトス。

又或時ハ文字ヲシテ整數ノミヲ代表セシメタル上ニ尙
制限ヲ附スルコトアリ。例ヘバ a ト b トハ各々零ヨリ
迄ノ基數ヲ表スルモノトセバ零ヨリ99迄ノ整數ハ何レモ
 $10a + b$ ニテ表ハサル。又唯一ツノ文字例ヘバ m ヲ以テ零
ヨリ99迄ノ整數ヲ表スモノトシテモ可ナリ。然ルトキハ
 $10a + b$ ノ代リニ m ト書クベシ。

a ト b トハ俱ニ整數ヲ表スモノトセバ $\frac{a}{b}$ ハ分數ヲ表ス
又, 唯一ツノ文字例ヘバ n ヲ以テ分數ヲ表スモノ可ナリ。

例 題

1. 3デ割リ切レル一般ナル整數ヲ書ケ。
2. 整數ヲ順ニ列ベタルモノニ於ケル或數ノ兩隣ノ整數

ヲ書ケ。但或數ヲ a トス。

3. m ハ奇數ヲ表スモノトシ, m ニ最モ近キニツノ奇數
ヲ書ケ。

4. 5デ割レバ剩餘2ガ殘ル一般ナル整數ヲ書ケ。

4 文字ノ應用並ニ其意義

1. 文字ガ表ス數ハ總テ不名數ナリ, 文字ヲ用ヒテ名數
ヲ表スニハ文字ノ後ニ名ヲ附スベシ, 例ヘバ a 尺, b 錢ノ
如シ。一ツノ式ノ中ニアル名數ハ何レモ同一ノ單位ニテ
表ハサレタル數ニシテ, 長サ, 面積, 體積ハ相對應セル
單位ニテ表ハサレタル數ナリ。

例 縦10間, 横9間アル矩形ノ地所ノ面積ヲ求メヨ。

解 縦10間, 横9間ハ同一ノ單位ナルヲ以テ縦10間ト横9
間トノ積 $10 \times 9 = 90$ 平方間即チ90坪ナリ。

總テ矩形ノ面積ハ縦ト横トノ積ニシテ, 今縦ヲ a 間, 横ヲ
 q 間ニテ表ストキハ矩形ノ面積ハ ab ニテ表ハサル。故ニ
矩形ニ於テハ ab ヲ面積ヲ求ムル公式ト云ヒ, 其他必要ナ
ル事項ニ付數ノ關係ヲ文字ヲ以テ表ハセル式ヲ公式ト云
フ。

例 題

1. 平行四邊形及菱形ノ面積ハ底邊ト此邊ニ對スル高サ
トノ積ニ等シト云フ, 之ヲ式ニテ示セ。

2. 梯形ノ面積 = $\{ (上底 + 下底) \div 2 \} \times 高さ$, 之ヲ a, b, c ナル文字ヲ用ヒテ公式ヲ作レ.
3. 三角形ノ面積ハ底邊ト高さトノ積ノ半分ニ等シ, ト云フコトヲ式ニテ示セ.
4. 圓ノ半徑ヲ r 圓周率ヲ π トシテ次ノ式ヲ作レ.

$$\text{圓周} = \text{直徑} \times \text{圓周率}$$

$$\text{圓ノ面積} = \text{半徑} \times \text{圓周} \div 2 = \text{半徑}^2 \times \text{圓周率}$$

5. 縦 a 尺 横 b 尺, 高さ c 尺アル直方體ノ體積ハ如何.
6. 次ノ意味ヲ a, b, c , 等ノ文字ヲ用ヒテ式ヲ作レ.

角壙及圓壙ノ體積ハ底面ノ面積ト高さトノ積ニ等シ

角壙及圓壙ノ側面積ハ底面ノ周ト高さトノ積ニ等シ

角錐及圓錐ニ於テ

體積 = 底面積 \times 高さ $\div 3$, 側面積 = 底面ノ周 \times 斜高 $\div 2$

球ノ面積 = 圓周率 \times 直徑², 球ノ體積 = 圓周率 \times 直徑³ $\div 6$

II, 式ノ因數ノ中ニ數ガアルトキハ之ヲ眞ツ先キニ置クベキコトヲ既ニ説ケリ. (第二節參照) 此數ヲ殘リノ因數即文字ノミノ積ノ係數ト云フ. 例ヘバ式 $6ab$ ニ於テ 6 ハ a, b ノ係數ナリ. 文字ノミヨリ成レル式ニ於テハ係數ハ 1 ナリ. 但此 1 ハ書カザルモノトス. 例ヘバ ab ニ於ケル ab ノ係數ハ 1 ナリ.

圓周ノ公式 $2\pi r$ ヲ用ヒテ半徑 6 尺ナル圓周ヲ求ムルニハ

r ヲ 6 トシテ計算スルモノナリ. 此場合ニ於テ 6 ヲ r ノ數値ト云フ.

式ノ中ニアル文字ノ代リニ其數値ヲ置キ換ヘ, 次ニ演算ノ符號ガ示ス諸計算ヲ行ヒテ得タル數ヲ式ノ數値ト云フ又數値ヲ略シテ單ニ值ト稱フルコトアリ.

式ノ值ヲ算出スルニハ, 先ヅ各文字ノ代リニ夫々ノ數値ヲ置換ヘタル式ヲ書キテ後計算スベシ. 例ヘバ

$ad - bc$ ニ於テ $a=2, b=4, c=3, d=6$ ト置クトキハ此式ノ值ハ零トナル. $ad - bc = 2 \times 6 - 4 \times 3 = 0$.

注意 文字ノ代リニ數ヲ置キ換ヘル際ニ略シテアル乘號ヲ必ズ書キ添フベシ.

例 題

- $a=10$ ナルトキハ $3a$ ト a^3 トノ值各々如何,
- 平行四邊形及菱形ノ面積ノ公式 ah 平方尺ヲ算出セヨ. 但 a 尺 = 10 尺 h 尺 = 5 尺トス.
- 高さ h 尺, 底邊ノ長サ a 尺ナル三角形ノ面積ハ $ah \div 2$ 平方尺 ナリ, $a=3, h=5$ ナルトキ面積ハ如何.
- 球ノ體積ハ $\frac{4}{3}\pi r^3$ ナリ, $r=2$ 寸ナルトキ體積ハ如何.
- 圓ノ面積ハ πr^2 ナリ, $r=1$ 尺ナルトキハ面積幾何.
- $a=2, b=3, x=5, y=1$ 又 $a=1, b=7, x=3, y=2$ ト書キ其度々毎ニ $ax + by$ ノ值ヲ算出セヨ.

第二章 四則應用問題ノ解キ方

1. 植 木 算

例1. 長さ 160 間アル道ノ兩側ニ五間ヅ、隔テ、松ヲ植
エントス兩端ノモノヲモ併セテ幾株ヲ要スベキヤ。

解. 片側ニ植ユル株數ヲ計算スルニ假リニ一端ニ植ユル一株ヲ計算外ニ
置ケバ 5 間ニツキ 1 株ヅ、ノ割合ナルヲ以テ 160 間ノ中ニ 5 間ガ含マ
ル數ダケノ株數ヲ要ス。故ニ除法ニヨリテ $160 \div 5 = 32$ 之ニ一端ニ植ユ
ル一株ヲ加ヘテ 33 本ハ片側ノ數ナリ。

故ニ 總株數ハ $33 \times 2 = 66$ 株 答六十六株。

驗 $66 \div 2 = 33$ ハ片側ノ分ニシテ、一端ノ株ヲ除ケバ、他端ノ株
ヨリ 5 間ニツキ一株ノ割合ナルガ故ニ 5 間ヲ $(33 - 1)$ ダケ集メタル
 $5 \times (33 - 1) = 160$ 間ハ全距離ナリ。即チ 答ノ正シキヲ知レ。

例2. 前題ニ於テ 160 間ヲ a 間、5 間ヲ b 間ニテ表ストキ
ハ如何。

解. 片側ニ植ユル株數ヲ計算スルニ假リニ一端ニ植ユル一株ヲ計算外ニ
置ケバ b 間ニツキ一株ヅ、ノ割合ナルヲ以テ a 間ノ中ニ b 間ガ含マ
ル數ダケノ株數ヲ要ス。故ニ除法ニヨリテ $a \div b = \frac{a}{b}$ 之ニ一端ニ植ユル一株
ヲ加ヘテ $(\frac{a}{b} + 1)$ 本ハ片側ノ數ナリ

故ニ 總株數ハ $(\frac{a}{b} + 1) \times 2 = 2(\frac{a}{b} + 1)$ 株 答 $(\frac{a}{b} + 1)$ 株

注意 第二例題ノ答 $(\frac{a}{b} + 1)$ 株ニ第一例題ノ數即チ $a = 160$ 、 $b = 5$ ヲ代
入スル時ハ $2(\frac{160}{5} + 1) = 2(32 + 1) = 2 \times 33 = 66$ 即第一例題ノ答ヲ
得ベシ。

欠

欠

ニ對シテハ1個ニ付b錢ヲ與ヘ、破損シタルモノニ對シテハ一個ニ付c錢ノ罰金ヲ科ス。今此業ヲ終リテ所得d錢ナリキト云フ。破損セシ數ヲ問フ。

8. 甲ハ毎分a米、乙ハ毎分b米ヲ行クトセバ兩人ガc米ノ距離ヲ相向ヒテ同時ニ出發シテヨリ、各先方ニ達シ直グ引キ返シテ出會フ迄ニハ何分カ、ルカ。

9. 一反a圓トb圓トノ二種ノ反物若干反ノ代價合計c圓ナリ。若シ兩種ノ反數ヲ入レ替フルトキハ代價合計ハd圓トナルベシト云フ。各幾反ナルカ。但a<bナリトス

10. a人ノ兵士ニ對シテ一日一人b發ノ割ニテc日間分ノ彈丸ヲ備付アリシニ、d人ヲ他ヘ分遣セシニ付e發ヲ携帯セシメタリ。殘レル彈丸ヲ以テ殘兵ヲ尙幾日間支ヘ得ベキカ

11. 甲ハ現在a圓ヲ貯蓄シ翌月ヨリ毎月四圓宛貯蓄スルモノトス、乙ハ現在ノ貯蓄金高ハ甲ヨリb圓少ケレドモ翌月ヨリ6圓宛貯蓄シテ甲ノ貯蓄ニ等シカラシメントス。幾月ヲ要スルカ。又其時ノ貯蓄ノ兩人ノ合計ハ幾何ナルカ

答

$$\begin{array}{llll}
 1 \frac{ab}{2} \text{ 哩} & 2 \frac{2ab}{c} \text{ 人} & 3 2\{2(b+c)-a\} \text{ 圓} & 4 \frac{b(a+5)}{b-c} \text{ 錢} \\
 5 b(a-1) \text{ 間} & 6 \frac{5ab}{2} \text{ 人} & 7 \frac{ab-d}{b+c} \text{ 個} & 8 \frac{3c}{a+b} \\
 & & & 9 \left\{ c - \frac{a(c+d)}{a+b} \right\} \div (b-a) \text{ 反} \left[\frac{c+d}{a+b} - b \text{ 圓ノ反數} \right] \text{ 反} \\
 & & & 10 \frac{abc-e}{b(a-d)} \text{ 日} \\
 & & & 11 2(a+2b) \text{ 圓}
 \end{array}$$

第三章 諸 等 數

1. 弧 度, 角 度

圓周ヲ 360 = 等分シタルモノヲ一度ノ弧ト稱シ, 一度ノ弧ニ對スル圓ノ中心ニ於ケル角ヲ一度トス. 其名稱, 命位ハ次ノ如シ.

圓ノ全周ニ對スル中心ニ於ケル角=360 度,

1 度=60 分, 1 分=60 秒

度, 分, 秒ノ符號ハ數字ノ肩ニ(°) (') (")ヲ添ヘテ用ユ. 例ヘバ 12° 14' 20"ノ如シ.

90°ノ角ヲ直角, 90 度ノ弧ヲ象限ト稱ス.

2. 溫 度

溫度ヲ計ルニ用ユル器械ヲ寒暖計ト稱ス. 寒暖計ニ二種アリ次ノ如シ.

攝氏 ノ度盛ニ於テハ氷點ノ溫度ヲ零度, 沸騰點ノ溫度ヲ百度トシ, 氷點ト沸騰點トノ間ヲ 100 = 等分シタルモノヲ一度トス.

華氏 ノ度盛ニ於テハ氷點ヲ三十二度, 沸騰點ノ溫度ヲ二百十二度トシ, 氷點ト沸騰點トノ間ヲ 180 = 等分シタルモノヲ一度トス.

攝氏ニテ零度ヨリ低キ溫度ヲ呼ブニハ零度下又ハ零下若干度ト唱フ, 溫度ノ度ヲ表スニハ數字ノ右ノ肩ニ(°)ヲ添フ, 例ヘバ 70 度ヲ 70°ト書ク.

氷點ト沸騰點トノ間ニ於ケル攝氏, 華氏何レカー方ノ度數ヲ他ノ度數ニ換算スルニハ, 攝氏ノ度數ニ 1.8 ヲ乗シタルモノニ 32°ヲ加ヘタルモノガ華氏ノ度數ニシテ, 華氏ノ度數ヨリ 32°ヲ引キタルモノヲ 1.8 ニテ割ルトキハ攝氏ノ度數トナルベシ.

例 題

1. 酒精ノ沸騰點ナル溫度華氏ノ百七十三度ヲ攝氏ノ度ニ直セ.

2. a° b' c"ヲ度及分ノ單名數ニ化セ.

3. 内外度量衡

長サニ於テ 鯨尺 1 尺=曲尺 1 尺 2 寸 5 分 ナリ.

又外國度量衡中ニテ英國度量衡ハ最モ廣ク本邦, 合衆國等ニ用ヒラル, 今其中ノ重要ナルモノハ次ノ如シ.

長サノ單位ノ名稱命位 1 吋^{インチ}=2.540 釐=8.382 分

12 吋^{フット}=1 呎=0.3048 米=1.006 尺

3 呎^{ヤード}=1 碼=0.9144 米=3.017 尺

22 碼^{チェイン}=1 鎖, 80 鎖^{マイル}=1 哩=1.609 浬=0.4098 里

量ノ名稱、命位ハ次ノ如シ。

10勺=1合, 10合=1升 10升=1斗 10斗=1石

1升=縦49分×横49分×深サ27分=64827立方分

土砂等ヲ量ルニハ立坪ヲ用ユ、立坪一坪ハ六尺立方

則チ 二百十六立方尺ナリ。

一立方尺ヲ才ト稱ス。

又我國ニ於テハ鐵道積貨物ニ限リ 100 立方尺ヲ噸ト稱ス

注意1. 船ノ容積、船積貨物ノ體積ヲ量ルニハ四十立方呎ヲ噸ト稱ス

注意2. 我國ニテ四十立方尺ヲ噸ト云フハ英國ノ四十(時ニハ四十二立方呎)立方呎ガ變化セシモノナリ。

衡ノ命位10厘=1分, 10分=1匁, 千匁ヲ一貫ト稱ス
又160匁ヲ1斤ト云ヒ, 120匁ヲ1兩ト云フ。

我國鐵道貨物ノ1噸ハ2240兩ナリ。

世界共通ナルグラム衡ノ補助單位ノ名稱命位ハ次ノ如シ

ミリグラム(厘)=0.001グラム

センチグラム(厘)=0.01グラム

デシグラム(分)=0.1グラム

グラム(瓦) = $\frac{4}{15}$ 匁=0.267匁

デカ瓦(疋)=10瓦

ヘクト瓦(疋)=100瓦

キログラム(疋)=1000瓦 = $\frac{4}{15}$ 貫=0.267貫。

注意 「キログラム」ヲ「キロ」又ハ基ト書クコトアリ。

船積貨物ノ如キハ佛噸ヲ用ユ、一佛噸ハ千疋ナリ。

各國ノ一海里ハ少シヅ、異ナレドモ大約十七町ナリ。

英國グレイン衡ノ名稱命位ハ次ノ如シ。

1「グレイン」=0.0648瓦=0.01728匁

437.5「グレイン」=1「オンス」=28.35瓦=7.56匁

16「オンス」 =1封=0.4536疋=0.121貫

2240封 =1噸=1.016佛噸=271貫

注意 英噸ト佛噸トハ殆ンド相等シ。

米國ニテハ2000封ヲ一噸ト稱シ、2240封ヲ長噸ト稱ス、
又一海里ハ6086呎ナリ。

例 題

1. 曲尺 a 寸ヲ鯨尺ニ、鯨尺 b 尺ヲ曲尺ニ換算セヨ
2. 合ヲ單位トシテ次ノ數ヲ表ハセ、a石3斗、b升c合
又升ヲ單位トシテ表セバ如何。
3. 次ノ數ヲ斤、兩及貫ノ名數ニテ表セ。
a匁 b貫c匁 又之ヲ噸ノ數ニテ表セ。
4. a瓦、b瓦ヲ疋ニテ示セ、又c疋ヲ厘ニテ示セ。
5. a時、b呎ヲ碼ニテ又c鎖、d碼ヲ哩ニテ示セ。

問 題

1. 或溫度ヲ攝氏及華氏ノ寒暖計ニテ測リシニ其度數ノ差ハ a 度ナリシト云フ、各々示度ハ何度ナリシヤ。
2. 四時 a 分ニ長針ト短針トガナス角ハ幾度ノ弧ニ對スルカ 但 $a < 20$ ナリトス。
3. 上野青森間ハ454哩 66 鎰ニシテ其汽車賃ハ c 錢ナリ、平均1哩ノ賃錢幾許ナルヤ。
4. a 瓦、2 グレイン、3 封ハ各幾匁ナルカ。
5. 水1立方呎ノ重サヲ7 貫560 匁トスルトキハ水 a 升ノ重サハ幾匁ナルカ。
6. 圓壙ノ高サ a 糶米突底面ノ半徑 b 糶米突ナルモノ、體積ヲ求メヨ。
7. 周圍 a 吋ノ車輪ハ b 間ヲ行ク間ニハ幾廻轉スベキヤ
8. 梯形ノ地面アリ、其底邊ハ a 間、 b 間ニシテ高サ c 呎ナリト云フ、其面積ヲ求メヨ。
9. 六角壙ノ底面積 a 平方寸、高サ b 尺ナリト云フ、體積ヲ求メヨ。
10. 角錐ノ底面積 a 平方寸、高サ h 尺ナリ、體積ヲ求メヨ

答

1. $\frac{a-32}{0.8}$ 度、 $\frac{1.8a-32}{0.8}$ 度、2. $\frac{240-11a}{2}$ 度、3. $\frac{40c}{18193}$ 錢、4. $\frac{4a}{15}$ 匁、
0.03456匁、363匁、5. $\frac{15120a}{31}$ 匁、6. πab^2 立方糶、7. $\frac{500b}{7a}$ 回轉、
8. $\frac{c(a+b)}{12}$ 坪、9. $10ab$ 立方寸、10. $\frac{10ah}{3}$ 立方寸、

第四章 比 及 比 例

比

1. 比ノ意義

甲數ガ乙數ノ幾倍ナルカノ關係ヲ甲數ガ乙數ニ對スル比ト云フ。

注意 商、整數、分數、小數ハ何レモ一ツノ數ナルモ比ハ二ツノ數ノ關係ニシテ一ツノ數ニアラズ。

甲數ヲ比ノ前項ト云ヒ、乙數ヲ其後項ト云フ。

例ヘバ 25ガ5ニ對スル比ヲ 25:5 又ハ $\frac{25}{5}$ 。

6人ガ3人ニ對スル比ヲ 6人:3人 又ハ $\frac{6人}{3人}$ ト書ク。此等ノ比ニ於テ、25、6人ハ比ノ前項ニシテ、5、3人ハ其後項ナリ。

注意 比ヲ割合トモ云ヒ、且用ユルコトアリ。又比ハ二ツノ不名數又ハ同名數ノ間ニハ成立チ、名數ト不名數トノ間或ハ異名數ノ間ニハ成立タズ。

2. 比ノ値

甲數ガ乙數ニ對スル比ノ値トハ、甲數ガ乙數ノ幾倍ニ當ルカヲ表ス數ナリ

例一 25:5ノ値ハ $\frac{25}{5}=5$ 答 5

例二 10人:15人ノ値ハ $\frac{10}{15}=\frac{2}{3}$ 答 $\frac{2}{3}$

比ノ値ヲ求ムルニハ、其比ノ前項ヲ後項ニテ割ルベシ

注意一 普通比ノ値ヲ單ニ比ト略稱ス。

注意二 比ノ値ハ不名數ナリ。

注意三 單位ノ異ナル同名數ノ比ヲ求ムルニハ、先ヅ其兩項ヲ同單位ノ數ニ化スベシ。

比ノ値ガ相等シキトキハ、其比ハ相等シ。

例ヘバ 5圓:3圓, 15人:9人, 5:3ノ値ハ、何レモ $\frac{5}{3}$ ナリ。故ニ此等ノ比ハ互ニ相等シ。

3. 比ト分數ト除法トノ比較。

例ヘバ 5:3(比) = $\frac{5}{3}$ (分數) = 5÷3(除法) 故ニ

比ノ値 = 前項 ÷ 後項 = 商 = 分數ノ値

前項 = 後項 × 比ノ値 = 被除數 = 分子

後項 = 前項 ÷ 比ノ値 = 除數 = 分母

4. 比ノ未知項ヲ求ムル法

例一 或數ノ六ニ對スル比ハ三分ノ一ナリ、此數ヲ求メヨ。

解 之レ前節ニヨリ前項ヲ求ムル問題ナリ。故ニ $6 \times \frac{1}{3} = 2$ 答 2

例二 8尺ノ幾尺ニ對スル比ガ五分ノ四トナルカ

解 8尺 + $\frac{4}{5}$ = 10尺 答 1丈

驗 8尺:10尺ノ値ハ $\frac{8}{10}=\frac{4}{5}$ ナリ。

5. 比ノ化法

比モ分數ノ如ク、其兩項ヲ同ジ數ニテ掛ケ、又ハ割ルモ其値ハ變ラズ。之ニ依リ、比ノ形ヲ變フルコトヲ得

例一 $\frac{2}{3}:\frac{3}{4}$ ヲ整數ニテ表ハスニハ、前後兩項ノ分

母3ト4トノ最小公倍數12ヲ兩項ニ乘ズベシ。即チ

$$\frac{2 \times 4}{12} : \frac{3 \times 3}{12} = 2 \times 4 : 3 \times 3 = 8 : 9 \quad \text{答 } 8 : 9$$

例二 48:36ノ兩項ヲ小サクスルニハ兩項ヲ其最大公約數12ニテ約除スベシ。

$$48 \div 12 : 36 \div 12 = 4 : 3 \quad \text{答 } 4 : 3$$

6. 反 比

甲數ガ乙數ニ對スル反比トハ、甲數ガ乙數ニ對スル比ノ前項ト後項トヲ轉換セル比ナ

例ヘバ 6:8ノ反比ハ 8:6ニシテ 5圓:6圓ノ反比ハ 6圓:5圓ナリ。

甲數ガ乙數ニ對スル反比ハ甲數ノ逆數ガ乙數ノ逆數ニ對スル比ニ等シ。

注意 反比ヲ又逆比ト云フ。反比ニ對シテ通常ノ比ヲ正比ト云フ。

例 題

1. 比ノ値 $\frac{5}{6}$ 、前項 $12\frac{1}{3}$ ナル比ノ後項ヲ問フ。
2. $[42ノ28ニ對スル反比、13ト\frac{4}{5}トノ反比\frac{5}{13}對\frac{11}{17}$ ノ反比各々幾何ナルカ。
3. 1里ト2哩半トノ比及1軒ト1.2里トノ比幾何ナルカ。
4. 一升ト一立方尺トノ比如何。
5. 1里1寸ノ割ニテ引キタル圖面上ノ長サト實際上ノ長サトノ比如何。

比 例

7. 比例ノ意義

第一數ノ第二數ニ對スル比ガ第三數ノ第四數ニ對スル比ニ等シキトキハ、此四ツノ數ハ比例ヲナスト云フ。

例ヘバ8ガ12ニ對スル比ノ値ハ $\frac{2}{3}$ ニシテ、16ガ24ニ對スル比ノ値モ亦 $\frac{2}{3}$ ナリ。故ニ8、12、16、24ハ比例ヲナス。之ヲ書キ表ハスニハ $8:12=16:24$ ニシテ此式

ヲ比例式ト云フ。

又之ヲ(8ガ12ニ對スル比ハ16ガ24ニ對スル比ニ等シ)ト讀ム。

比例ヲナス四ツノ數ヲ各々比例ノ項ト云ヒ、第一項ト第四項ヲ外項ト云ヒ、第二項ト第三項トヲ内項ト云フ。

8. 比例ノ性質

比例ノ内項ノ積ト外項ノ積トハ相等シ。

例ヘバ比例式 $8:12=16:24$ ニ於テ第一項ガ第二項ニ對スル比ノ値 $\frac{8}{12}$ ト第三項ガ第四項ニ對スル比ノ値 $\frac{16}{24}$ トニ 12×24 ヲ掛ケタル積ハ相等シ。即チ

$$\frac{8}{12} \times 12 \times 24 = \frac{16}{24} \times 12 \times 24 \quad \text{分母ヲ拂ヒテ } 8 \times 24 = 16 \times 12$$

此8、24ハ、外項ニシテ、12ト16トハ其内項ナリシナリ

9. 比例ノ未知項ヲ索ムル法

四ツノ比例數ノ中ニテ、其三ツノ數ヲ知リタルトキハ之ヨリ他ノ一數ヲ求メ得ベシ。此求ムル一ツノ數ヲ比例ノ未知項ト云ヒ、之ガ計算ヲ比例ヲ解クト云フ。

通例 x ヲ用ヒテ未知項ヲ表ス。

例 4反:3反=36圓: x ヲ解ケ

解 比例ノ内項ノ積ト外項ノ積トハ相等シキヲ以テ $4 \times x = 3 \times 36$ 即チ

x ハ之ニ 4 ヲ乗ズレバ 3×36 トナル數ナリ。

$$\text{故ニ } x = \frac{3 \times 36}{4} = 27 \text{ 圓} \quad \text{答 } 27 \text{ 圓}$$

$$\text{驗 } 4:3 = \frac{4}{3}, 36:27 = \frac{4}{3}$$

注意 名數ノ比ヲ含ム比例ヲ解クニハ、先ヅ、同一ノ單位ニ化シ次ニ名數ノ單位ノ名ヲ去リテ不名數トナシタル後運算スベシ。又本節ノ例ハ第三項ガ圓ヲ單位トスル名數ナルヲ以テ x モ亦圓ヲ單位トスル名數ナリ。故ニ求メ得タル 27 ニ單位ノ名圓ヲ附ケテ 27 圓ヲ答トス。

一ツノ未知項ガ外(又ハ内)項ナル時ハ内(又ハ外)項ノ積ヲ既知ノ外(又ハ内)項ニテ除スベシ。

例 題

次ノ比例ヲ解ケ

1. $x:12=4:36$
2. $28.5:36=x:80.6$
3. $7\frac{5}{8}:8\frac{5}{7}=12:x$
4. 4段1歩:2段2畝=9尺: x 尺
8. $1\frac{2}{5}$ 瓦: $2\frac{1}{3}$ 匁=25錢: x 1瓦=0.267匁

單 比 例

10. 正 比 例

二種ノ名數アリテ、其一方ヲ表ス名數ガ元ノ若干倍(又ハ若干分)トナルニ從ヒテ他ノ一方ヲ表ス名數モ元ノ同

ジ若干倍(又ハ若干分)トナルトキハ、此二種ノ名數ハ互ニ比例スト云フ。

例ヘバ一定ノ價ヲ有スル品物ヲ購入スルニ、其レニ支拂ヒタル金高ト品物ノ量トハ互ニ比例ス。即チ支拂金高ト品物ノ量トハ、其金高ガ元ノ二倍、三倍等トナルニ從ヒ、品物ノ量モ亦元ノ二倍、三倍等トナリ、又其金高ガ元ノ $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$ 等トナルニ從ヒ、其分量モ亦 $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$ 等トナル。故ニ互ニ比例スル二種ノ名數二組ノ間ニハ一方ノ同名數ノ比ヲ他ノ同名數ノ比ニ等シト置キタル比例ガ成立ツ。

例 一時間ニ 36 哩走ル急行列車ノ毎分ノ速サハ 48 鎖ニシテ、一時間ニ 22.2 哩走ル普通列車ノ毎分ノ速サハ 29.6 鎖ナリトスレバ一時間即チ一定時間ニ走ル距離ト毎分ノ速サトハ比例スルガ故ニ

$$36 \text{ 哩} : 22.2 \text{ 哩} = 48 \text{ 鎖} : 29.6 \text{ 鎖}$$

斯ク四ツノ數ガ比例ヲナストキハ、其三ツノ數ヲ知レバ他ノ一ツヲ求ムルコトヲ得。例ヘバ

1. 甲列車ガ 36 哩走ル間ニ乙列車ハ 22.2 哩走ルト云フ、若シ甲列車ノ速サガ毎分 48 鎖ナルトキハ乙列車ノ毎分ノ速サ如何。

解 36哩:22.2哩=48鎖:x鎖 $x = \frac{22.2 \times 48}{36} = 29.6$ 鎖

2. 前題ニ於テ乙列車ノ毎分ノ速サ 29.6 鎖ヲ與ヘ、甲列車ノ毎分ノ速サヲ求メヨ。

解 36哩:22.2哩=x鎖:29.6鎖 $x = \frac{36 \times 29.6}{22.2} = 48$ 鎖

比 例

1. 五分間ニ三哩ノ割ニテ一時間ニ幾哩行クヤ。
2. 18哩ヲ走ルニ 54分ヲ要スル汽車ガ 30.6哩ヲ走ルニ要スル時間ヲ問フ。
3. 毎時ノ速サ 14 哩ノ汽船ガ 224 哩航海スル間ニハ、毎時ノ速サ 14 哩ノ汽船ハ幾哩ヲ行クカ。
4. 石炭ヲ運搬スルニ四日半カ、リテ全體ノ九分ノ四ヲナセリ。残ヲ運搬スルニハ尙幾日ヲ要スルカ。

11. 反 比 例

二種ノ名數アリテ、其一方ヲ表ス名數ガ元ノ若干倍(又ハ若干分)トナルニ從ヒテ逆ニ他ノ一方ヲ表ス名數ガ元ノ同ジ若干分(又ハ若干倍)トナルトキハ、此二種ノ名數ハ互ニ反比例スト云フ。

例ヘバ一定距離ヲ運行スル列車ハ、其速サト先方ニ到着スル迄ニ要スル時間トハ、速サガ元ノ 2 倍、3 倍、4 倍

等トナルニ從ヒテ、時間ハ元ノ $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$ 等トナリ、速サガ元ノ $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$ 等トナルニ從ヒテ時間ハ元ノ 2 倍、3 倍、4 倍等トナル。即チ一定距離ノ運行ニハ速サト時間トガ互ニ反比例ス。

注意 互ニ反比例スルコトニ對シテ正比例スルコトヲ互ニ正比例スト云フコトアリ。

二組ノ名數ガ互ニ反比例スルトキハ、一方ノ第一數ガ第二數ニ對スル比ハ、他ノ一方ノ第一數ガ第二數ニ對スル反比ニ等シ

例ヘバ 36 哩ヲ行クニ毎分 48 鎖ヲ走ル列車ハ一時間ヲ要シ、毎分 36 鎖ヲ走ル列車ハ $1\frac{1}{3}$ 時間ヲ要スルガ故ニ毎分ノ速サト、先方ニ着スル迄ノ時間ノ長サトハ、互ニ反比例ス、故ニ 48 鎖:36 鎖= $1\frac{1}{3}$ 時:1 時。

依リテ二種ノ名數ガ互ニ反比例スル場合ニモ四ツノ比例數ノ中、三ツヲ知レバ他ノ一ツヲ求ムルコトヲ得

例 36 哩ヲ行クニ毎分 48 鎖走ル列車ハ一時間ヲ要スルト云フ。毎分 36 鎖走ル列車ハ何分ヲ要スベキヤ。

解 48 鎖:36 鎖=x 時:1 時, $x = \frac{48 \times 1}{36} = 1\frac{1}{3}$ 時

答 1 時 20 分間

例 題

1. 一俵五十六錢ノ炭八俵ト一俵六十四錢ノ炭幾俵トヲ交換スレバ損得ナキカ。
2. 幅四尺長サ九尺ノ壁紙ノ代リニ幅六尺ノ壁紙ハ幾尺ヲ要スルカ。
3. 馬三頭一週間分ノ糧ヲ以テ馬七頭ヲ幾日間飼養シ得ルカ。

12. 比例ノ應用

1. 京濱間十八哩ヲ五十分間ニ走ル割ニテ東京神戸間378哩ニ要スル時間ヲ問フ。

解 18哩ヲ50分間ニ走ルヲ以テ、18哩ノ二倍36哩ニハ50分ノ二倍100分ヲ要シ、18哩ノ三倍54哩ニハ50分ノ三倍150分ヲ要ス。

其他哩數ガ5倍、8倍等トナルニ從ヒテ時間モ亦5倍、8倍等トナリ、哩數ガ多クナレバナル程時間モ亦多クナル。故ニ哩數ノ比ハ時間ノ比ニ等シ依テ次ノ式ヲ得。

$$18 \text{ 哩} : 378 \text{ 哩} = 50 \text{ 分} : x \text{ 分} \quad x = \frac{378 \times 50}{18} = 1050 \text{ 分} = 17 \text{ 時間半}$$

注意 斯カル場合ニ於テハ哩數ハ時間ニ正比例又ハ比例スト云フ。

2. AB間a哩ヲb分間ニ走ル割ニテBC間c哩ニ要スル時間ヲ問フ。

解 a哩ヲb分間ニ走ルヲ以テ、a哩ノ二倍2a哩ニハb分ノ二倍2b分ヲ要シ、a哩ノ三倍3a哩ニハb分ノ三倍3b分ヲ要ス。

其他哩數ガ5a, 8a等トナルニ從ヒテ時間モ亦5b分8b分等トナリ。哩數ガ多クナレバナル程時間モ亦多クナル。故ニ哩數ノ比ハ時間ノ比ニ等シ。依テ次ノ式ヲ得 $a:c=b:x$, $x = \frac{bc}{a}$ 分

3. 映影ノ長サハ實物ノ長サニ比例スルモノナリ、今塔ノ高サヲ測ランガ爲メ長サa間ノ竿ヲ直立セシニ映影ノ長サb間アリ、塔ノ映影ノ長サハc間アリシト云フ。塔ノ高サヲ問フ。

解 x間ヲ塔ノ高サトセバ、b間ノ映影トc間ノ映影トノ比ハa間ノ高サトx間ノ高サトノ比ニ等シ。故ニ $b:c=a:x$ $x = \frac{ac}{b}$ 間ハ答ナリ。

4. 大工十六人が六十日間ニ仕上ゲ得ル仕事ヲ十二日間ニテ仕上グルニハ大工幾人ヲ要スルヤ。

解 12日ニテ仕上グルトキモ亦60日ニテ仕上グルトキモ仕事ノ量ニハ變リハナイ。唯々日數ガ少ナケレバ多人數ヲ要シ。日數ガ多ケレバ人数ハ少ナクテヨイコトナル。即チ日數ガ元ノ二倍、三倍……トナルトキハ人数ハ元ノ $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$ ……トナル。依テ日數ト人数トハ反比例ヲナス。故ニ次ノ式ヲ得。

$$12 : 60 = 16 : x, \quad x = \frac{16 \times 60}{12} = 80 \text{ 人ヲ要ス。}$$

5. 大工a人がb日間ニ仕上ゲ得ル仕事ヲc日間ニテ仕上グルニハ大工幾人ヲ要スルヤ。

解式 $c:b=a:x$, $x = \frac{ab}{c}$ 人

6. a日間ノ糧食ヲ蓄ヘタルb人ノ守備隊アリ、今c人ヲ減員シタリ、然ラバ殘リノ人員ヲ幾日間支ヘ得ベキカ

解 殘レル人数ハ(b-c)人ナリ。故ニ $b-c:b=a:x$ $x = \frac{ab}{b-c}$ 日

問 題

1. ニツノ矩形ノ地面アリ. 其坪數ハ相等シクシテ其奥行ノ比ハ $a:b$ ナリ. 奥行小ナル地面ノ間口ハ c 間ナリトセバ他ノ間口如何. 但 $a < b$ トス.
2. 茶 a 斤ト砂糖 b 斤トノ價相等シキトキ, 茶 c 斤ト砂糖幾斤トヲ交換スベキカ. 又茶 1 斤ノ價 d 錢ナルトキハ砂糖 1 斤ノ價ハ如何.
3. 徒歩ニテ一里ヲ歩ムニ a 分ヲ要シ, 自轉車ナラバ b 分ヲ要スルト云フ. c 里ヲ歩ム時間ニハ自轉車ハ幾里ヲ行クカ.
4. 若干工ニテ二十日間ニ仕上ゲ得ル仕事アリ. 之ヲ初メノ $\frac{a}{b}$ ノ人數ニテ仕上グルトキハ幾日延ビルカ.
5. 林檎 a 個ト梨子 b 個トハ其價相等シ. 又林檎 9 個ノ價十八錢ナリト云フ. 五十四錢ニテ買ヒ得ル梨子ノ個數如何.
6. 牛 a 頭又ハ馬 b 頭ヲ c 日間飼養スルニ足ル牧場アリ. 之ヲ牛 5 頭ト馬 8 頭ニテ幾日間ニテ食ヒ盡スカ.

答

$$1 \frac{ac}{b} \text{ 間 } 2 \frac{bc}{a} \text{ 斤, } \frac{ad}{b} \text{ 錢 } 3 \frac{ac}{b} \text{ 里 } 4 \frac{20(b-a)}{a} \text{ 日 } 5 \frac{27b}{a} \text{ 個}$$

$$6 \frac{abc}{8a+5b} \text{ 日}$$

複 比 例

6. 複 比

ニツ以上ノ比ノ前項ノ積ヲ前項トシ, 其後項ノ積ヲ後項トスル比ヲ, 此等ノ比ノ複比ト云フ.

例ヘバニツノ比 $2:3, 5:7$ ナルニツノ比ノ複比ハ $2 \times 5 : 3 \times 7 = 10 : 21$ 又ハ $\frac{2 \times 5}{3 \times 7} = \frac{10}{21}$ ナリ.

複比ニ對シテ普通ノ比ヲ單比ト云フ.

ニツ以上ノ比ノ複比ハ元ノ各々ノ比ノ値ノ積ニ等シ.

例一 カノ相等シキ甲乙二人ノ労働者アリ, 甲ハ日ニ 10 時間ヅ、六日間, 乙ハ日ニ 8 時間ヅ、二十日間僅キタリト云フ. 甲乙各々ガ成セル仕事ノ量ノ比如何.

解 甲ハ (10×6) 時間, 乙ハ (8×20) 時間働キシガ故ニ

兩人ガ成セル仕事ノ比ハ $(6 \times 10) : (20 \times 8)$ 即チ $60 : 160$ 約シテ $3 : 8$ ナリ.

又 日數ノ比ハ $6 : 20$ 即チ $3 : 10$

毎日ノ労働時間ノ比ハ $10 : 8$ 即チ $5 : 4$ 故ニ

仕事ノ比ハ $6 \times 10 : 20 \times 8 = 60 : 160$ 即チ $3 \times 5 : 10 \times 4 = 3 : 8$

依テ所要ノ仕事ノ比ハ, 日數ノ比ト毎日ノ労働時間ノ比トノ積即チ複比ニ等シ.

例二 酒三合ノ價ハ醬油五合ノ價ニ等シキトキ, 酒六合ガ醬油四合ニ對スル價ノ比ヲ求メヨ.

解 假リニ酒四合ノ價ニ付キテ考フルニ價ノ比ハ

同じ金高ニテ買ヒ得ル量ガ變ラヌトキハ買フベキ量ノ比ニ等シ。

故ニ 酒6合ノ價:酒4合ノ價=6合:4合

次ニ價ノ比ハ、買フベキ量ガ變ラヌトキハ同じ金高ニテ買ヒ得ル量ノ反比ニ等シ 故ニ

酒4合ノ價:醬油4合ノ價=5:3 故ニ

酒6合ノ價:醬油4合ノ價=6×5:4×3=5:2

依テ價ノ比ハ、同じ金高ニテ買ヒ得ル量モ、買フベキ量モ變ルトキハ買ヒ得ル量ノ反比ト買フベキ量ノ比トノ複比ニ等シ。

驗 酒一合ノ價:醬油一合ノ價=5:3

酒6合ノ價:醬油4合ノ價=5×6:3×4=5:2

例 題

- 1. ニツノ矩形ノ長サノ比ハ3:5, 幅ノ比ハ4:7ナルトキハ其面積ノ比如何.
2. 甲ノ車輪ガ四回轉スル間ニ乙ノ車輪ハ七回轉シ, 甲車輪ガ三回轉ニテ行ク距離ハ乙車輪ガ八回轉ニテ行ク距離ニ等シト云フ. 兩輪ノ行ク速サノ比如何.

7. 複 比 例

例ヘバ並酒三升ノ價ハ下等酒五升ノ價ニ等シク. 又並酒六升ノ價ハ五圓十錢ニシテ下等酒四升ノ價ハ二圓四錢ナリトセバ, 並酒六升ノ價ニ對スル下等酒四升ノ價ノ比ハ, 三升ニ對スル五升ノ反比ト, 六升ニ對スル四升ノ比

トノ複比ニ等シク前節ニヨリ 510 錢:204 錢トナル. 故ニ

5 升:3 升 } = 510 錢:204 錢 斯様ノ比例ヲ複比例ト
6 升:4 升 }

云ヒ, 複比例ニ對シテ普通ノ比例ヲ單比例ト云フ.

複比例ニ未知項ヲ含ムトキハ, 其内項(又ハ外項)ノ積ヲ既知ノ外項(又ハ内項)ノ積ニテ除シ, 之ヲ求ムルコトヲ得ベシ. 例ヘバ上ノ複比例ニテ下等酒四升ノ價ヲ未知項

トセバ 5 升:3 升 } = 510 錢:x, x = (3x4x510) / (5x6) = 204 錢
6 升:4 升 }

即チ下等酒四升ノ價二圓四錢ヲ得.

8. 複比例ノ應用

例 千百名ノ工夫ガ九十日間ニ軌道十哩ヲ布設スト云フ, 二千七百五十人ニテ軌道七十五哩ヲ布設スルニハ幾日ヲ要スルカ.

解 求ムルモノハ日數ナリ, 今比例ヲ日數ニ就テ考フルニ, 哩數ガ多クナルニ比例シテ多クノ日數ヲ要ス. 故ニ日數ト哩數ハ正比例ス, 又人数ヲ多クスレバ日數ハ少ナクナル, 故ニ人数ハ日數ト反比例ス. 依テ次ノ比例式ヲ得

人 2750:1100 } 人 2750:1100 } = 90日:x
哩 10: 75 } 又ハ 哩 10: 75 }
日 x: 90 } x = (1100x75x90) / (2750x10) = 270日 答

問 題

1. a 人ノ大工ガ毎日 b 時間宛作業セバ c 日間ニ仕上
ゲ得ル建築アリ p 人ノ大工ニテ q 日間ニテ落成セシムル
ニハ、日ニ幾時間宛作業セシムレバ可ナルカ
2. 清酒ノ價ハ米價ニ比例スルモノナリ、米一石代 a
圓ノ時酒 12 樽ノ代金 b 圓ナラバ米一石ニ付 c 圓ノ時酒
七樽ノ代金ヲ問フ。
3. 二十臺ノ麥割器機ガ毎日九時間宛運轉シテ十五日
間ニ a 石ノ麥ヲ割ルト云フ。二十四臺ノ麥割機ヲ毎日
10 時間宛運轉セバ幾日ニ b 石ヲ割ルヤ。
4. 或距離ヲ行クニ a 時間ヲ要ス。今其距離ヲ $\frac{2}{3}$ ダケ
減ジ速度ヲ $\frac{1}{2}$ ダケ増セバ之ヲ行クニ要スル時間ヲ問フ。
5. 貨物 45 噸 77 哩ノ鐵道運賃 a 圓ノ割ニテ 75 噸、66
哩ノ運賃ヲ問フ。
6. 相接スル甲乙二齒車アリ、甲ノ齒ハ a 、乙ノ齒ハ
 b アリ、甲ガ c 分間ニ d 回轉セバ乙 e 分間ノ回轉數如何。

答

1. $\frac{abc}{PQ}$ 時間
2. $\frac{7bc}{12a}$ 圓
3. $\frac{45b}{4a}$ 日
4. $\frac{2a}{9}$ 時間
5. $\frac{10a}{7}$ 圓
6. $\frac{aed}{bc}$ 圓

第五章 方 程 式

1. 緒 論

凡テ等號ヲ用ヒテ二ツノ式ガ相等シキコトヲ表ス式ヲ
等式ト云ヒ、等號ノ右ニアル式ヲ等式ノ右邊、其左ニア
ル式ヲ左邊ト云フ。等式ニ於ケル兩邊ニ或同一ノ數ヲ加
ヘ又ハ減ズルモ、矢張り等式ナリ。例ヘバ等式 $a+b=c$
ニ於テ其兩邊ヨリ b ヲ引キテ $a=c-b$ ヲ得、又等式 $a-b$
 $=c$ ニ於テ其兩邊ニ b ヲ加ヘテ $a=c+b$ ヲ得。即チ等式
ニ於テ項ノ符號ヲ換ヘテ一邊ヨリ他ノ邊ヘ移スモ等式ハ
矢張り成リ立ツ。依テ 等式ニ於ケル一邊ノ或項ヲ他ノ
邊ヘ移スニハ其符號ヲ換ヘレバヨシ。

等式ニ於ケル或項ノ符號ヲ換ヘテ他ノ邊ヘ移スコトヲ
他邊ヘ移ス又ハ移項スト云フ。

同ジ數ヲ以テ等式ノ兩邊ニ掛ケ又ハ兩邊ヲ割ルモ等式
ハ矢張り成リ立ツ。例ヘバ $a=b$ ノ兩邊ニ c ヲ乘ズレバ
 $ac=bc$ トナリ、 $ac=bc$ ノ兩邊ヲ c ニテ割レバ $a=b$ トナ
ル。又 $ax=b$ ノ兩邊ヲ a ニテ割レバ $x=\frac{b}{a}$ ヲ得

或數ヲ以テ等式ノ兩邊ニ掛ケ又ハ割ルコトヲ等式ニ掛
ケ又ハ等式ヲ割ルト云フ。

例題

1. $18-4$ が $6+3+5$ に等シト置キタル等式ニ於テ4ヲ右邊へ6ト3トヲ左邊へ移シテ後其兩邊ノ値ヲ算出セヨ
2. 等式 $6+5-3=10-2$ ノ正否ヲ驗シテ後、左邊ニハ5ノミガ残ル様ニ移項シテ後右邊ノ計算ヲナセ。
3. $4+7 \times 8=60$ ノ正否ヲ確カメ、4ヲ右邊ニ移シ、兩邊ヲ7デ割リテ右邊ノ値ヲ計算セヨ。
4. $\frac{18}{6}+5=8$ ニ於テ5ヲ右邊へ移シ、兩邊ニ6ヲ掛ケテ後右邊ノ値ヲ計算セヨ。
5. $6 \times 4=9+3 \times 5$ ニ於テ4ノ代リニ $7-3$ ヲ置キ、又5ノ代リニ $12-7$ ヲ置キ、括弧ヲ去リテ後兩邊ノ値ヲ算出セヨ。
6. $2x+7=x+12$ ニ於テ7ヲ右邊へ x ヲ左邊へ移シテ x ノ値ヲ求メヨ。
7. $?x+6=x+10$ ニ於テ6ヲ右邊へ x ヲ左邊へ移シテ後兩邊ヲ x ノ係數ニテ割リテ x ノ値ヲ求メヨ。
8. $ax+b=cx+d$ ニ於テ cx ヲ左邊へ b ヲ右邊へ移シテ後兩邊ヲ x ノ係數デ割リテ x ノ値ヲ算出セヨ。

2. 方程式ノ作り方

二ツノ式ニ於テ其見懸ケハ相異ナレル式ヲシテ相等シ

カラシムト云フ意ヲ表ス等式ヲ方程式ト云フ。

例へバ $a+b$ ト $c+d$ トハ其見懸ケハ相異レル式ニシテ其間ニハ何等ノ關係モ無シ、今 $a+b$ ヲシテ $c+d$ ニ等シカラシムルコトヲ表ハスガ爲メニ書ケル $a+b=c+d$ ハ一ツノ方程式ナリ。元來 a, b, c, d 、ハ各々別々ニ如何ナル數ヲモ表ハスモノナレドモ、 $a+b$ ヲ $c+d$ ニ等シト置クニハ一ツノ目的ガアル。ソレハ四ツノ文字ノ中何レカ三ツハ如何ナル數ヲ表スモ可ナレド残りノ一ツハ必ず前ノ三ツニヨリテ定メルト云フ目的ナリ。此目的ヲ一層完全ナラシムルガ爲メニ何レカ三ツノ文字ヲ假リニ b, c, d トシ、残りノ一ツヲ a トス。然ルトキハ上ノ方程式ノ兩邊ヨリ b ヲ引ケバ $a=c+d-b$ トナル。乃 b, c, d ノ値ニ從ツテ a ノ値ガ定マルコト明カナリ。

例 1. 親ハ30歳子ハ13歳ナリ。親ノ歳ガ子ノ歳ノ二倍トナルハ幾年後ナルカ。ハ兎ニ角若干年ノ後ナルコトハ明カナレドモ、計算ノ後ニアラザレバ幾年後ナルカハ知ルコト能ハズ。

斯カル場合ニ於ケル所要ノ年數ハ定マリテハ居レドモ未ダ知ラザルナリ。此數ヲ未知數ト云フ。未知數ヲ表スニハ x, y, z 等ノ文字ヲ用キル。

偕テ上ノ問題ニ於テ所要ノ年數ヲ x ニテ表セバ、 x 年後ノ親ノ歳ハ $30+x$ ニテ、子ノ歳ハ $13+x$ ニテ表サル。而シテ子ノ歳 $13+x$ ノ二倍 $2(13+x)$ ハ親ノ歳 $30+x$ ニ相等

シカラシメタルコトヲ表ハシタル式 $2(13+x)=30+x$ ハ
一ツノ方程式ナリ。

例 2. 親ハ a 歳、子ハ b 歳ナリ。親ノ歳ガ子ノ歳ノ二
倍トナルハ幾年後ナルカ。ハ先ヅ此場合ニ於テハ $a > b$
ナルコト明カナリ。本題ハ例 1 ノ 30 ガ a 、13 ガ b トナリ
シニ過ギザルヲ以テ、全ク前ト同様ノ筋道ニヨリテ方程
式 $2(b+x)=a+x$ ヲ得ベシ。

此式ノ括弧ヲ外ヅセバ、 $2b+2x=a+x$ 。右邊ノ x ヲ移
項シテ $2b+x=a$ 、更ニ左邊ノ $2b$ ヲ移項シテ $x=a-2b$ ヲ
得ベシ。爰ニ a ト b トハ各々如何ナル數ヲ表スコトヲ得
レドモ、所要ノ未知數 x ニ對シテハ與ヘラレタル數即チ
知レテ居ル數ト看做サルベシ。

知レテ居ル數ト看做サルベキ數ヲ既知數ト云フ。既知
數ヲ表スニハ a 、 b 、 c 、 d 等ノ文字ヲ用ユ。

偕テ $x=a-2b$ ニ於テ $a=30$ 、 $b=13$ トセバ $x=4$ ヲ得
之レ例 1 ノ答ナリ。驗ミニ $2(13+x)=30+x$ ニ於テ x ヲ
 4 ト置ケバ $2(13+4)=30+4$ トナリ。此等式ノ兩邊ハ各
々 34 トナリ真ナルコトヲ知ル。

又方程式 $2(b+x)=a+x$ 即チ $2b+2x=a+x$ ニ於テ x ヲ
 $a-2b$ ト置ケバ $2b+2(a-2b)=a+(a-2b)$ 、括弧ヲ外ヅ

シテ $2b+2a-4b=a+a-2b$ 、各邊ヲ計算スルトキハ此等
式ノ兩邊ハ各々 $2a-2b$ トナリ其真ナルコトヲ知ル。方
程式 $2(13+x)=30+x$ ニ於ケル $x=4$ 又ハ方程式 $2(b+x)$
 $=a+x$ ニ於ケル $x=a-2b$ ノ如ク、方程式ノ中ニアル未
知數ノ代リニ數値或ハ既知ト看做スベキ值ヲ置キ換ヘテ
得ベキ等式ガ成リ立ツトキハ、此數値或ハ既知ト看做ス
ベキ值ハ方程式ニ適合スルト云ヒ、此值ヲ方程式ノ根ト
稱ヘ、又方程式ノ根ヲ求ムルコトヲ方程式ヲ解クト云フ

例 題

1. $3x=21$ ニ適合スル x ノ值ヲ求メヨ。
2. $\frac{x}{3}=6$ ヲ満足スル x ノ值ヲ求メヨ。
3. 前節ノ例題 2 ニ倣ヒ $6+x-3=10-2$ ナル方程式
ニ適スル x ノ值ヲ求メヨ。
4. 4 ニ或數ノ七倍ヲ加ヘタル和ハ 60 ニ等シト云フ。
或數ヲ問フ。
5. $3x+2=14$ ノ根ヲ求メヨ。
6. $x=10$ ガ方程式 $3x-9=x+11$ ヲ満足スルヲヲ驗セ
方程式ヲ應用シテ解クコトヲ得ベキ問題ヲ方程式ノ問
題ト云フ。此種類ノ問題ヲ解ク豫備トシテ事實ヲ式ニテ
表ハスヲ練習スベシ。

例題

1. x よりモ a ダケ小ナル數ヲ書ケ.
2. x ニ如何ナル數ヲ加フレバ y ヲ得ルカ.
3. 二數ノ差ガ 6 ニシテ小數ハ y ナリ. 大數如何.
4. 67 ハ x よりモ幾何ダケ大ナルカ.
5. 2 圓ヨリ x 錢ヲ引キタル殘高如何
6. 100 ヲ二ツノ部分ニ分ケ一部分ヲ x トセバ他ノ部分如何.
7. 1 反ニ付 a 圓ノ田地 x 町歩ノ價幾何ナルカ
8. a 里 b 町 c 間ヲ間ニ直セ.
9. 今後 a 年ノ後父ノ年齢ハ現今 b 歳ナル子ノ其時ノ年齢ノ三倍トナルト云フ. 父ノ現今ノ年齢如何.
10. 二十圓金貨 x 個, 10 圓金貨 $(x+4)$, 個五圓金貨 $3x$ 個此金高合計幾何ナルカ.

3. 方程式ノ解キ方

方程式ノ中ニ唯一ツノ未知數 x ノミアリテ $x^2, x^3, x^4,$ 等ガ無キモノヲ一次方程式ト云フ.

次ノ例ニ基キ一次方程式ノ解キ方ヲ練習スベシ.

例 1. $3x-7=x+19$ ニ適合スル x ノ値ヲ求メヨ.

解 兩邊ニ 7 ヲ加フレバ $3x=x+26$ トナル. 次ニ

兩邊ヨリ x ヲ引キテ $2x=26$ トナル. 次ニ

兩邊ヲ 2 デ割リテ $x=13$ トナル.

驗 $x=13$ ナルトキハ $3x-7=32, x+19=32$.

例 2. $3x+8=9x+5$ ヲ解ケ.

解 左邊ノ $3x$ ヲ右邊へ, 右邊ノ 5 ヲ左邊へ移セバ.

$$8-5=9x-3x \text{ 各邊ヲ計算シテ } 3=6x$$

兩邊ヲ x ノ係數 6 デ割リテ 答 $x=\frac{1}{2}$ ヲ得.

驗 $x=\frac{1}{2}$ ナルトキハ $3x+8=9\frac{1}{2}, 9x+5=9\frac{1}{2}$

例 3. $\frac{x}{3}+\frac{x}{4}+\frac{x}{6}=9$ ニ適スル x ノ値ヲ求メヨ.

解 $\frac{x}{3}+\frac{x}{4}+\frac{x}{6}$ ハ $(\frac{1}{3}+\frac{1}{4}+\frac{1}{6})x$ ニ等シキガ故ニ分數ノ寄セ算ニヨリテ 3 ト 4 ト 6 トノ公倍數 12 ヲ以テ方程式ニ掛クレバ $4x+3x+2x=108$ 即チ $9x=108$ 依テ $x=12$

例 4. $4(3x-2)-2(4x-3)=3(4-x)$ ヲ解ケ.

解 掛ケ算ヲ行ヒテ $(12x-8)-(8x-6)=(12-3x)$

括弧ヲ去リテ $12x-8-8x+6=12-3x$

x ノ項ヲ左邊へ他ヲ右邊へ移項シテ $12x-8x+3x=12+8-6$ 即チ $7x=14$ ヲ得. 兩邊ヲ 7 デ割リテ $x=2$ ヲ得.

以上ノ諸例ニ鑑ミテ次ノ法則ヲ得.

適當ニ移項シテ未知數ヲ含ム項ヲ一邊ニ, 既知數ノ項

ヲ他ノ邊ニ集メ、斯クシテ得タル方程式ノ各邊ニ於テ示サレタル計算ヲ行ヒタル後、未知數ノ係數ニテ方程式ノ兩邊ヲ割リテ未知數ノ値ヲ索ムベシ。

方程式ノ中ニ割リ算ガ表示サレテアルモ整除スルコトガ出來ヌ場合ニハ先ヅ兩邊ニ適當ナル數(通例ハ除數ノ最小公倍數)ヲ掛クベシ。斯クスルコトヲ分母ヲ拂フト云フ。又括弧ノアル場合ニハ先ヅ之ヲ去ルベシ。

例 題

1. $3x+23=78-2x$
2. $2x+3=5-(2x-1)$
3. $72(x-5)=63(5-x)$
4. $16x=38-3(4-x)$
5. $x+\frac{x}{2}+\frac{x}{3}=11$
6. $21(4x-5)=24(3x-5)+51$

4. 一次方式ノ應用

應用問題ヲ解クニハ先ヅ x ヲ以テ所要ノ數ヲ表シ、題意ヲ方程式ニテ書キ、之ヲ解キテ x ノ値ヲ求メ、之ヲ適當ニ解釋シテ答トスベシ。

例 1. 金 100 圓ヲ甲乙丙ナル三人ニ分ツニ乙ノ取前ハ甲ノ取前ヨリモ 10 圓ダケ多ク、丙ノ取前ハ甲乙兩人ノ取前ヲ合セタルモノニ等シカラシメントス。各々取前幾何ナルカ。

解 甲ノ取前ヲ x 圓トス。從テ乙ハ $(x+10)$ 圓、丙ハ x 圓 $+(x+$

10)圓 $=(2x+10)$ 圓ノ取前トナル。依テ三人ノ取前ハ x 圓 $+(x+10)$ 圓 $+(2x+10)$ 圓ニシテ題意ニ依リ $x+(x+10)+(2x+10)=100$
即チ $x+x+10+2x+10=100$, $4x=100-20$, $x=20$

答 甲ハ 20 圓、乙ハ 30 圓、丙ハ 50 圓ノ取前トナルナリ

注意 方程式ヲ解キテ $x=20$ ヲ得タルダケニテハ問題ヲ解キ得タルニハアラス。之ヲ解釋シテ取前ハ甲ハ 20 圓、乙ハ 30 圓、丙ハ 50 圓ト答フルヲ要ス。

例 2. 二間二尺ノ長サヲ二ツノ部分ニ分チ一ツノ部分ノ三倍ガ他ノ部分ノ四倍トナル様ニ分テ。

解 長キ部分ヲ x 尺トスレバ、短キ部分ハ $(14-x)$ 尺ナリ。題意ニヨリテ $3x=4(14-x)$, $3x=56-4x$, $3x+4x=56$, $x=8$

答 長キ部分一尺二寸 短キ部分一尺

注意 問題中ニ複名數ガアルトキハ之ヲ單名數ニ化シ、又單位ヲ異ニスル同種類ノ名數ハ先ヅ之ヲ同名ノ單名數ニ化シテ後式ヲ作ルベシ。又式ヲ解キテ x ノ値ヲ得タル後單名數ヲ複名數ニ直スベシ。

例 3. 鶴ト龜トノ頭數合セテ五十八、其足數ハ百五十ナリト云フ。鶴ト龜トノ頭數各々如何

解 鶴 58 羽ノ足數ハ 116 ニシテ 150 ニハ尙ホ 34 不足ス。今鶴一羽ト龜一疋トヲ交換スルトキハ足數ハ 2 ダケ増ス。

故ニ足數ヲ 34 ダケ増スニハ鶴 17 羽ニ代フルニ龜 17 疋ヲ以テセザル

ベカラズ。乃鶴41羽。龜17疋ハ答ナリ。以上ハ普通ノ解キ方ナリ。

方程式ニテ解クニハ先ツ龜ノ數ヲ x 。從テ鶴ノ數ヲ $58-x$ ニテ表シ

次ノ方程式ヲ作ル。 $4x+2(58-x)=150$

括弧ヲ去リテ $4x+116-2x=150$ 移項シテ $2x=150-116=34$ 。

2除シテ $x=\frac{34}{2}=17$ 依テ龜17疋。鶴41羽ノ答ヲ得ベシ。

以上ノ二タ通りノ解キ方ヲ對照スルニ。普通ノ解キ方ニテハ種々考ノ上ノ工夫ヲ要スレドモ。方程式ニテハ考ヘ方ニ於テハ極メテ簡單ニシテ且容易ナリ。

5. 混 合

混合トハ目的ノ價格或ハ割合ニ混合スル算法ナリ

例 1. 1升70錢ノ下等酒ト1升90錢ノ上等酒トヲ混合シテ1升78錢ノ酒5斗5升ヲ造ラントス。各々幾何ヲ混合スベキカ

解 1升70錢ノ酒ヲ x 升トセバ。1升90錢ノ酒ハ $(55-x)$ 升ナリ。

依テ次ノ方程式ヲ得。 $70x+90(55-x)=78 \times 55$ 。

括弧ヲ外ツセバ。 $70x+4950-90x=4290$ 。 移項シテ $660=20x$ 。

兩邊ヲ20ニテ割リテ $x=33$ 答 下等3斗3升上等 $55-33=2$ 斗2升

例 2. 一升八十錢ノ酒ニ水ヲ混ゼテ一升七十二錢ノ酒二斗四升ヲ造ルニ混合スベキ水ノ量如何

解 水ノ量ヲ x 升トセバ $80(24-x)=72 \times 24$

括弧ヲ外ツシテ $1920-80x=1728$ 即チ $192=80x$

80ニテ割リテ $x=2.4$

答 二升四合

例 3. 1瓦ノ價6錢。7錢。14錢ナル三種類ヲ混合シテ平均1瓦ニ付10錢ノモノ200瓦ヲ作ラントス。原料ヲ各々幾何ニスベキヤ。

但6錢ノト7錢ノトヲ3:2ニ取レ。

解 1瓦6錢ノモノヲ x 瓦トセバ。7錢ノモノハ $2x$ 瓦。14錢ノモノハ $(200-3x)$ 瓦トナル。依テ次ノ方程式ヲ得

$$6 \times x + 7 \times 2x + (200 - 3x) \times 14 = 10 \times 200$$

括弧ヲ外ツシテ計算スレバ $-38x + 2800 = 2000$

移項シテ $38x = 800$ 。38除シテ $x = \frac{400}{19} = \text{約 } 21$

答 6錢 $21 \times 3 = 63$ 瓦 7錢 $21 \times 2 = 42$ 瓦 14錢 $200 - 63 = 137$ 瓦

6. 配分及合資算

例 1. 金228圓ヲ甲乙丙ナル三人ニ3:5:11ナル比ニ分配セントス。各々ノ所得金高ヲ問フ

解 各々ノ所得ヲ $3x$ 。 $5x$ 。 $11x$ ニテ表ストキハ $3x+5x+11x=19x$ ハ228トナル。故ニ $19x=228$ 即チ $x=12$ 圓トナル。依テ各ノ所得ハ

甲ハ $12 \times 3 = 36$ 圓。乙ハ $12 \times 5 = 60$ 圓。丙ハ $12 \times 11 = 132$ 圓

例 2. 甲乙丙ノ三人合資ニテ商業ヲ營ミ。資本金トシテ。甲ハ千二百圓ヲ八ヶ月間。乙ハ千圓ヲ七ヶ月間。丙ハ二千圓ヲ五ヶ月間出セリ。利益金六百六十五圓ヲ如何ニ三人ニ分配スベキカ

解 出資者ノ受クベキ利益分配額ノ比ハ。出資額ノ比ト。期間ノ比ト

ノ複比=等シ、故=各々ノ所得ノ比ハ $1200 \times 8 : 1000 \times 7 : 2000 \times 5$

即チ $48 : 35 : 50$ 。而シテ $48 + 35 + 50 = 133$ 。ナルヲ以テ

$133x = 665$ ナル方程式ヲ得。之ヲ解キテ $x = 5$ 。依テ各ノ所得ハ

甲 $5 \times 48 = 240$ 圓 乙 $5 \times 35 = 175$ 圓 丙 $5 \times 50 = 250$ 圓

問 題

1. 甲乙丙三人ノ間ニ金 18 圓ヲ配分セシニ、乙ハ甲ノ二倍、丙ハ乙ノ三倍ヲ得タリト云フ。三人ノ取前各如何
2. 親ハ三十七歳子ハ十二歳ナリ、幾年ノ後親ノ年齢ガ子ノ年齢ノ二倍トナルカ。
3. 日ニ 6 里宛歩ム人ガ出立シタル後 8 日ヲ經テ日ニ 9 里宛歩ム人ガ始メノ人ヲ追フテ出立セリト云フ。後ノ人ガ幾日歩ミテ追ヒ付クベキカ。
4. 84 ヲ二ツノ部分ニ分チ一部分ノ三倍ガ他ノ部分ノ四倍トナル様ニセヨ。
5. 甲ハ乙ヨリ十五圓ダケ少ナク、丙ハ乙ヨリモ二十圓ダケ多ク出シ、甲乙丙三人ニテ合計百五十五圓ヲ出金セシト云フ。三人ノ出金高各々如何。
6. 整數ヲ順ニ書キ並ベタルモノニ於テ相連續セル三ツノ整數ノ和ガ 24 ナリト云フ。中央ノ數如何。

7. 偶數ノミヲ順ニ書キ列ベタルモノニ於ケル相連續セル三ツノ偶數ノ和ガ 36 ナリト云フ。此三ツノ偶數ノ中ニテ一番大ナル數ヲ求メヨ。

8. 金四千圓ニテ買ヒタル馬若干頭ノ中三分ノ二ダケハ一頭 180 圓ノ割、残りハ一頭 190 圓ノ割ニ賣リテ金四百圓ヲ利セリト云フ。馬疋ノ頭數如何。

9. 水ヲ以テ滿タサレタル同容積ノ樽二個アリ。一ツノ樽ヨリハ三升六合今一ツノ樽ヨリハ八升汲ミ出シタルニ、一ツノ樽ノ中ニハ今一ツノ樽ノ中ニ殘レル水ノ五倍ダケノ水ガ残り居レリト云フ。樽ノ容積如何。

10. 甲乙兩人所持金合計二十圓ナリ。甲ガ乙ヨリ 5 圓受取リタルガ爲メ甲ノ所持金ハ乙ノ所持ヨリハ三圓ダケ多クナリタリト云フ。最初甲ト乙トハ各々幾何ヲ所持セシカ。

11. 甲ハ五百圓ノ資本ニテ開業シ、四ヶ月ノ後乙ハ三百圓ヲ出シテ之ニ加ハリ、開業後半年間ニ利益百八十圓ヲ得タリ。此利益金ヲ如何ニ分配スベキカ。

答

1. 甲 2 圓、乙 4 圓、丙 12 圓 2. 13 年後 3. 16 日 4. 48, 36
5. 甲 35 圓、乙 50 圓、丙 70 圓 6. 7, 8, 9 7. 14 8. 24 頭 9. 9 升 1 合
10. 甲 6 圓 50 錢 乙 13 圓 50 錢 11. 甲 150 圓 乙 30 圓

豫習編問題解義

四 則

- 1 相向テ b 分毎 = 出發スルヲ以テ, $\frac{b}{2}$ 分毎 = 出會フコトナル. 又電車ノ毎分速サハ何レモ a 哩ナルヲ以テ $\frac{b}{2} \times a = \frac{ab}{2}$ 哩毎 = 摺レ違フ
- 2 a 里ノ往復ノ里程ハ $2a$ 里, b 人ノ往復ニテハ $2a \times b = 2ab$ 里. 之ヲ若干人 = 等分タルモノガ c 里ナリ. 故 = 人数ハ $\frac{2ab}{c}$ 人ナリ.
- 3 c 圓ハ a 圓ヲ預ケタルトキノ半分ヨリ b 圓少ナキヲ以テ $(c+b)$ 圓ハ a 圓ヲ預ケタルトキノ半分ナリ. 即チ a 圓預ケタルトキノ金高ハ $2(b+c)$ 圓ナリ. 依テ最初ノ半分ハ $\{2(b+c) - a\}$ 圓ナリ. 從テ最初ノ貯金ハ $2\{2(b+c) - a\}$ 圓ナリ.
- 4 $(a+5)$ 錢ハ $(b-c)$ 個ノ代金ナリ. 故 = 1個ノ代金ハ $\frac{a+5}{b-c}$ 錢ナリ. 依テ b 個ノ代金ハ $\frac{b(a+5)}{b-c}$ 錢ナリ.
- 5 樹ト樹トノ間隔ノ數ハ $(a-1)$ ナリ. 故 = 兩端ノ距離ハ $b(a-1)$ 間ナリ
- 6 此一隊ノ長サハ $2 \times b \times a = 2ab$ 尺, 從テ行進列數ハ $2ab \div 4 = \frac{ab}{2}$ 五人ナラビナルヲ以テ人数ハ $\frac{ab}{2} \times 5 = \frac{5ab}{2}$ 人
- 7 悉ク無難 = 運ビタリトセバ ab 錢. 然ル = $(ab-d)$ 錢ヲ減ジタリ. 之レ b 錢ヲ得ズシテ c 錢ヲ出シ, 破損一個 = 付 $(b+c)$ 錢ヲハガ積リタルガ爲メナリ. 故 = $\frac{(ab-d)}{b+c}$ 破損ノ數ナリ
- 8 兩人ニテ毎分 $(a+b)$ 米ヲ行ク. 而シテ兩人ノ行程合計ハ $3c$ 米. 故 = 出會フ迄ノ時間ハ $3c \div (a+b) = \frac{3c}{a+b}$ 分
- 9 $(c+d)$ 圓ハ a 圓ノモノト b 圓ノモノトノ反數合計宛ノ反數ノ代價ノ和ナリ. 故 = 合計反數ハ $(c+d) \div (a+b) = \frac{c+d}{a+b}$ 反. 次 = 假リ = 悉ク a 圓ノモノトセバ $a \times \frac{c+d}{a+b} = \frac{a(c+d)}{a+b}$ 圓ナリ. 然ル = $\left\{ c - \frac{a(c+d)}{a+b} \right\}$ 圓

多キハb圓ノ反物一反=付(b-a)圓宛ノ差ガb圓ノモノ、反數丈ケ積リタルガ爲メナリ、故= $\left\{ c - \frac{a(c+d)}{a+b} \right\} \div (b-a)$ 反ハb圓ノ反物ナリ、從テa圓ノ反數ハ $\left\{ \frac{c+d}{a+b} - \left\{ c - \frac{a(c+d)}{a+b} \right\} \div (b-a) \right\}$ 反ナリ

10. 貯藏セル彈丸ノ數ハ $a \times c \times b = abc$ 發一分遣除ヘ渡シタル殘リハ $(abc - e)$ 發之ヲ1人ニ割リ當ツレバ $(abc - e) \div (a - d) = \frac{abc - e}{a - d}$ 發之ヲ日數ニ割リ當ツレバ $\frac{abc - e}{a - d} \div b = \frac{abc - e}{b(a - d)}$ 日

11. 甲ハ乙ヨリb圓多キモ以後毎月ノ貯蓄高ニ於テ(6-4)圓少ナシ、之ニヨリテb圓ヲ追ヒ付カル、月數ハ $b \div (6 - 4) = \frac{b}{2}$ 月、此時ニ於ケル兩人ノ貯蓄高ノ和ハ $(a + 4 \times \frac{b}{2}) + (a - b + 6 \times \frac{b}{2}) = 2(a + 2b)$ 圓

諸等數

1. 氷點ヨリ示度迄ノ目盛ノ差ハ $(a - 32)$ 攝氏一度ノ昇降ハ華氏1.8度昇降ス、故ニ攝氏ノ度數ハ $(a - 32) \div (1.8 - 1) = \frac{a - 32}{0.8}$ 度、從テ華氏ノ度數ハ $\frac{a - 32}{0.8} \times 1.8 + 32 = \frac{1.8a - 32}{0.8}$ 度

2. 一時間ニハ長針ハ短針ヨリ多ク歩ム75分當ナリ、即チ長針ノ歩ム $\frac{55}{60} = \frac{11}{12}$ ハ短針ヨリ多ク歩ムコトナル、從テ長針ガa分當歩ム間ニハ短針ヨリ $\frac{11a}{12}$ 分當多ク歩ミタルコトナル、依テ四時a分ノトキ分當ノ間隔ハ $20 - \frac{11a}{12} = \frac{240 - 11a}{12}$ ナリ、而シテ1分當ハ6度ニ相當ス、故ニ所要ノ角度ハ $\frac{240 - 11a}{12} \times 6 = \frac{240 - 11a}{2}$ 度

3. 454 哩 66 鎊 $= \frac{18193}{40}$ 哩 故ニ1哩ノ賃錢ハ $c + \frac{18193}{40} = \frac{40c}{18193}$ 鎊

4. 1 瓦 $= \frac{4}{15}$ 匁 故ニa瓦 $= a \times \frac{4}{15} = \frac{4a}{15}$ 匁、 1 グレイン $= 0.01723$ 匁 故ニ2グレイン $= 0.03446$ 匁、 1 封 $= 121$ 匁 故ニ3封 $= 121 \times 3 = 363$ 匁

5. 水一立方呎ハ約15.5升 故ニ1升ノ日方ハ $\frac{7500}{15.5} = \frac{15120}{31}$ 匁

從テ所要ノ重サハ $\frac{15120a}{31}$ 匁

6. 6頁4例題ニヨリテ此圓錐ノ底面ノ面積ハ πb^2 ナリ、次ニ同6例題ニヨリテ此圓錐ノ體積ハ πab^2 立方寸ナリ

7. 1 吋 $= 8.4$ 分 故ニa吋 $= a \times 8.4 = 8.4a$ 分 又b間 $= 0.00b$ 分 依テ同轉數ハ $\frac{600b}{8.4a} = \frac{500b}{7a}$ 回轉

8. 1 呎 $= 1$ 尺 故ニc呎 $= c$ 尺 $= \frac{c}{6}$ 間、6頁例題2ニヨリテ梯形ノ面積ハ $\{(a+b) \div 2\} \times \frac{c}{6} = \frac{c(a+b)}{12}$ 坪

9. 6頁例題6ニヨリテ $a \times 10b = 10ab$ 立方寸

10. 6頁例題6ニヨリテ體積 $= a \times 10h + 3 = \frac{10ah}{3}$ 立方寸

比例

1. 坪數ハ相等シキヲ以テ、間口ハ奥行ノ比ニ反比例ス、故ニ求ムル間口ヲxニテ表ストキハ次ノ式ヲ得、 $a:b=x$ 間:c間即チ $x = \frac{a \times c}{b} = \frac{ac}{b}$ 間

2. 茶ト砂糖トノ同ジ金高ニテ買ヒ得ル斤數ノ比a:bハ交換スベキ斤數ノ比ニ等シ、故ニ $a:b=c:x$ $x = \frac{bc}{a}$ 斤

又茶ト砂糖トノ各1斤ノ價ノ比ハ a:bノ反比b:aナリ 故ニ砂糖1斤ノ價ヲxトセバ $b:a=d:x$ 即チ $x = \frac{ad}{b}$ 錢ナリ

3. 時間ハ速サニ反比例シ、速サハ行程ニ正比例ス、故ニ一定ノ距離即チc里ヲ歩ム時間ハ行程ニ反比例ス、依テ $b:a=c:x$ $x = \frac{ac}{b}$ 里

4. 日數ハ人數ニ反比例ス、今元ノ人數ヲ1トセバ、次ノ人數ハ $\frac{a}{b}$ トナル、依テ $\frac{a}{b}$ 人ニテ成シ得ル日數ヲxトセバ $\frac{a}{b} : 1 = 20 : x$ $x = 1 \times 20 \div \frac{a}{b} = \frac{20b}{a}$ 日、故ニ延ビル日數ハ $\frac{20b}{a} - 20 = \frac{20(b-a)}{a}$ 日

5. 先ヅ五十四錢ニテ買ヒ得ル林檎ノ數ヲ求ムル $= 18:54=9:x$ $x=27$ 個 之ヲ梨子ノ數ニ直セバ $a:b=27:y$ $y = \frac{27b}{a}$ 個

6. 牛馬各1頭1日ノ食量ノ比ハb:aナリ、而シテ日數ハ一日ノ食量ト反比例スルヲ以テ次ノ式ヲ得、 $a \times b : 5 \times b + 8 \times a = x \text{日} : c \text{日}$ 、即チ

$$x = \frac{abc}{8a+5b} \text{日ナリ。}$$

複比例

1. 一日ノ作業時間ヲ求ムル問題ナリ、而シテ人數ノ比ハ作業時間ノ比ニ反比例ス、即チ人數ハ作業時間ニ反比例ス、又日數ノ比ハ一日ノ作業時間ノ比ニ反比例ス、即チ日數ハ一日ノ作業時間ニ反比例ス、今xヲ以テ所要ノ作業時間ヲ表ス時ハ其比b時:x時ハa人:p人ノ反比p人:a人トc日:Q日ノ反比Q:cトノ二ツノ比即チ複比ニ比シ、依テ次ノ式ヲ得

$$\left. \begin{matrix} P \text{人} : a \text{人} \\ Q \text{日} : c \text{日} \end{matrix} \right\} = b \text{時} : x \text{時}, \quad x = \frac{abc}{PQ} \quad \text{答} \frac{abc}{PQ} \text{時間}$$

2. 酒7樽ノ代價ヲx圓トセバb:xハ米1石代ノ比a:cニ比例シ、又樽數ノ比12:7ニ比例ス、故ニb:xハ12:7トa:cトノ複比ニ等シ

依テ $\left. \begin{matrix} 12 : 7 \\ a : c \end{matrix} \right\} = b : x, \quad x = \frac{7bc}{12a} \quad \text{答} \frac{7bc}{12a} \text{圓}$

3. 日數ノ比15:xハ作業時間9:10ニ反比例シ、器械ノ臺數20:24ニ反比例シ、石數a:bニ正比例ス、故ニ $\left. \begin{matrix} 21 : 20 \\ a : b \end{matrix} \right\} = 15 : x$

$$x = \frac{15 \times 9 \times 20 \times b}{10 \times 24 \times a} = \frac{45b}{4a} \text{日} \quad \text{答} \frac{45b}{4a} \text{日}$$

4. 時間a:xハ、距離1:1- $\frac{2}{3}$ ニ比例シ、速度1:1+ $\frac{1}{2}$ ニ反比例ス、故ニ $\left. \begin{matrix} 1 : \frac{1}{3} \\ \frac{2}{3} : 1 \end{matrix} \right\} = a : x, \quad x = \frac{a \times \frac{1}{3} \times 1}{1 \times \frac{2}{3}} = \frac{2a}{9} \quad \text{答} \frac{2a}{9} \text{時間}$

5. 貨錢ハ噸數及哩數ニ比例ス、故ニ $\left. \begin{matrix} 77 : 66 \\ 45 : 75 \end{matrix} \right\} = a : x,$

$$x = \frac{75 \times 66 \times a}{45 \times 77} = \frac{10a}{7} \quad \text{答} \frac{10a}{7} \text{圓}$$

6. 回轉數ハ齒數ニ反比例シ、時間ニ正比例ス、故ニb:aトc:eトノ複

比ナリ、 $\left. \begin{matrix} b : a \\ c : e \end{matrix} \right\} = d : x, \quad x = \frac{aed}{bc} \quad \text{答} \frac{aed}{bc} \text{圓}$

方程式

1. 甲ノ取前ヲx圓トセバ、乙ノ取前ハ2x圓、丙ハ2x×3×6x圓、此三人ノ取前ノ和ハ18圓ナリ、故ニ次ノ方程式ヲ得

$$x + 2x + 6x = 18 \text{ 即チ } 9x = 18 \quad \text{兩邊ヲ } x \text{ノ係數 } 9 \text{ニテ割リテ } x = 2$$

答 甲2圓 乙ハ2×2=4圓 丙ハ4×3=12圓

2. 所要ノ年數ヲx年後トセバ、親ハ(37+x)歳、子ハ(12+x)歳トナル故ニ次ノ方程式ヲ得 37+x=2(12+x) 括弧ヲ去リテ 37+x=24+2x

移項シテ 37-24=2x-x 即チ x=13 答 13年後

驗 37+13=50. (12+13)×2=50

3. 後ニ出發セシ人がx日歩ミテ追ヒ付クトセバ、次ノ方程式ヲ得

$$9x = 6(8+x) \quad \text{括弧ヲ外ツシテ } 9x = 48 + 6x$$

移項シテ 3x=48 兩邊ヲ3除シテ x=16 答 16日

4. 大ナル部分ヲxトセバ、小ナル部分ハ84-xニシテ

次ノ式ヲ得 3x=4(84-x) 括弧ヲ外ツシテ 3x=4×84-4x

移項シテ 3x+4x=4×84 即チ 7x=4×84 兩邊ヲ7除シテ x=48

答 大ナル部分ハ48 小ナル部分ハ84-48=36

5. 乙ノ出金高ヲx圓トセバ、甲ハ(x-15)圓 丙ハ(x+20)圓トナル

依テ x+(x-15)+(x+20)=155 括弧ヲ去リテ

$$x+x-15+x+20=155 \text{ 即チ } 3x+5=155 \quad \text{移項シテ } 3x=150$$

3除シテ x=50 答 甲50-15=35圓 乙50圓 丙50+20=70圓

6. 中央ノ數ヲxトセバ、相連續セル三ツノ數ハx-1, x, x+1ニシテ

此三數ノ和ハ24ナリ、故ニ(x-1)+x+(x+1)=24

括弧ヲ外ツシテ x-1+x+x+1=24 即チ 3x=24

兩邊ヲ x ノ係數 3 ニテ割リテ $x=8$ 答 $8+1=9$, 8 , $8-1=7$

7. 三ツノ偶數ノ中ニテ最モ大ナル數ヲ x トセバ 次ノ偶數ハ $x-2$ ニシテ, 最小ナル偶數ハ $x-4$ ナリ. 故ニ $x+(x-2)+(x-4)=36$

括弧ヲ去リテ $x+x-2+x-4=36$ 即チ $3x-6=36$

移項シテ $3x=42$ 兩邊ヲ x ノ係數 3 ニテ割リテ $x=14$ 答 14

8. 頭數ヲ x トセバ 1 頭 180 圓ニテ賣リタル頭數ハ $\frac{2x}{3}$ 1 頭 190 圓ニ賣リタル頭數ハ $\frac{x}{3}$ ナリ. 依テ賣上金高ヲ二様ニ表シタル式ヲ相等シト置キタル (即チ方程式) 式ヲ得 即チ $\frac{2x}{3} \times 180 + \frac{x}{3} \times 190 = 4000 + 400$ 即チ $\frac{550}{3}x = 4400$, 兩邊ヲ $\frac{550}{3}$ ニテ割リテ $x=24$ 答 24 頭

9. x 升入ノ樽トセバ殘レル水量ハ一ツノ樽ハ $(x-3.6)$ 升ニシテ今一ツノ樽ハ $(x-8)$ 升ナリ. 故ニ $x-3.6=5(x-8)$

括弧ヲ去リテ $x-3.6=5x-40$ 移項シテ $40-3.6=5x-x$

即チ $36.4=4x$, x ノ係數ニテ割リテ $x=9.1$ 答 9 升 1 合入

10. 甲ノ最初ノ所持金ヲ x 圓トセバ 乙ハ $(20-x)$ 圓ナリ. 而シテ $(x+5)$ 圓ハ $[(20-x)-5]$ 圓ヨリ 3 圓多シ. 故ニ

$$(x+5)-3=[(20-x)-5] \text{ 又 } (x+5)=[(20-x)-5]+3 \text{ ナル式ヲ得.}$$

始メノ式ノ括弧ヲ去レバ $x+5-3=(20-x)-5$ 即チ $x+2=20-x-5$ 之ヲ

移項シ, 次ニ計算シテ, $2x=13$ ヲ得 故ニ $x=6.5$

答 甲 6 圓 50 錢 乙 $20-6.5=13$ 圓 50 錢

11. 利益分配ノ比ハ, 出資金高ノ比ト, 其期間ノ比トノ複比ニ等シ. 故ニ所得金ノ比ハ $500 \times 6 : 300 \times (6-4) = 5 : 1$ トナル.

今甲ノ所得金ヲ $5x$ 圓トセバ, 乙ノ所得ハ x 圓トナリ. 次ノ式ヲ得 $5x+x=180$ 即チ $x=30$. 依テ甲ハ $30 \times 5 = 150$ 圓. 乙ハ $30 \times 1 = 30$ 圓

最新工業算術

三角函數

1. 勾配

勾配ヲ表ハスニ, 二タ通リアリ.

其一ツナル $\frac{\text{高サノ長サ}}{\text{斜邊ノ長サ}}$ ハ算術.

物理學, 土地測量等ニ用ヒ.

他ノ一ツナル $\frac{\text{高サノ長サ}}{\text{水平ノ距離}}$ ハ土木工事, 鐵道線路等ニ用ユ.



2. 三角函數ノ意義

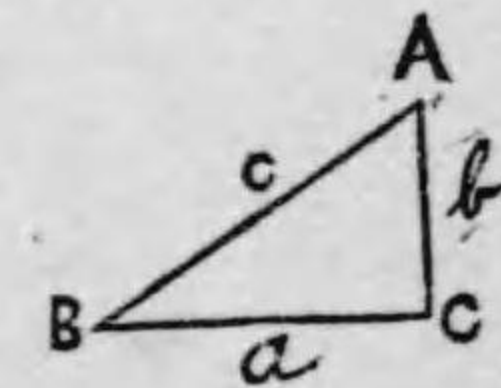
通例高サヲ b , 斜面ノ長サヲ c ,

水平ノ距離ヲ a ニテ表ハス.

$$\text{又 } \frac{b}{c} \text{ ヲ } \sin B, \frac{a}{c} \text{ ヲ } \cos B, \frac{b}{a} \text{ ヲ } \tan B, \frac{a}{b} \text{ ヲ } \cot B,$$

$$\frac{c}{a} \text{ ヲ } \sec B, \frac{c}{b} \text{ ヲ } \text{cosec} B, \text{ ト云ヒ, 此等ノ總テヲ三角函數}$$

ト云フ.



三角函数ノsin, cos, tan, cot, sec, cosec, ハa, b, c ナル三ツノ邊ノ長サノ中ニテ二邊ノ比ヲ表シ, Bハaトcトノ爲ス角ノ大サヲ表ス.

3. 三角函数ノ性質

作圖 Bヲ中心トシBDヲ半径トスル圓ヲ畫キ. 半径BD, BA, ヲ引キAC及BEハBDニ直角ナリトス.



説明 角ABDノ邊BD及ABノB點ヲ固定シ, ABヲ回轉シテBDニ接近セシムレバ角ABDハ漸次零ニ近ヅキ, A點ヨリBDヘ下セル垂線ACハ漸次零ニ近ヅキ, BCハ漸次ABニ等シクナル, 故ニ極限ニ於テ

$$\sin 0^\circ = 0, \cos 0^\circ = 1, \tan 0^\circ = 0$$

又角ガ小ナルニ從ヒテtanノ逆數cotハ漸次増大シテ際限ナシ.

即次ノ如シ, $\cot 0^\circ = \text{無窮大}$

同様ニ $\sec 0^\circ = 1, \text{cosec } 0^\circ = \text{無窮大}$.

次ニ角ABCガ増大シテAガA'ノ位置ニアルトキハ $A'C' > AC, BC' < BC$ ニシテ函数ハ變ズ, 則チ次ノ如シ.

角A'BC'ノ函数 角ABCノ函数

$$\sin B' > \sin B$$

$$\cos B' < \cos B$$

$$\tan B' > \tan B$$

$$\cot B' < \cot B$$

又角ABCガ増大シテABガEBニ重ナルトキハ $AB = AC, BC = 0$ トナリテ.

$$\sin 90^\circ = 1, \cos 90^\circ = 0, \tan 90^\circ = \text{無窮大}, \cot 90^\circ = 0,$$

4. 函数ノ値

角ガ増大シテ0°ヨリ90°ニ至ル間ニ於ケル函数ノ二三ヲ表ニ掲グレバ次ノ如シ.

高サニ 斜邊	sin	角	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°
		値	0	0.2598	0.5000	0.7071	0.8660	0.9659	1
左平ニ 斜邊	cos	角	90°	75°	60°	45°	30°	15°	0°
		値	0	0.2673	0.5774	1	1.7321	3.7321	無窮大
高サニ 水平	tan	角	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°
		値	0	0.2673	0.5774	1	1.7321	3.7321	無窮大
水平ニ 高	cot	角	90°	75°	60°	45°	30°	15°	0°
		値	0	0.2673	0.5774	1	1.7321	3.7321	無窮大

5. 函數ノ値ノ性質

前節ノ表ヲ熟視スルニ

$$\sin(45 \pm 15) = \cos(45 \mp 15)$$

$$\sin(45 \pm 30) = \cos(45 \mp 30)$$

トナリ, 其他ノ角ニ於テモ一般ニ

$$\sin(45 \pm x) = \cos(45 \mp x)$$

$$\tan(45 \pm x) = \cot(45 \mp x)$$

ナル關係アリ.

故ニ三角函數ノ真數表ニ於テハ 45° ヨリ小ナル角ノ函數ヲ載セ, 45° ヨリ大ナル角ノ函數ヲモ見ララルル如クス

6. 三角函數真數表ノ用法

例一 $\tan 34^\circ 50'$ ヲ求メヨ.

解 表ノ上列ノ \tan ト記セル行ノ數ノ中ニテ左行ナル $34^\circ 20'$ ト同列ノ數 0.6959 ヲ取リテ之ヲ所要ノ値トス

$$\text{即 } \tan 34^\circ 50' = 0.6959 \text{ 答}$$

例二 $\sin 46^\circ 20'$ ヲ求メヨ.

解 下列 \sin ト記セル行ノ數ノ中ニテ右行ナル $46^\circ 20'$

ト同列ノ數 0.7231 ヲ見出シ之ヲ所要ノ數トス(5節參照)

$$\text{即 } \sin 46^\circ 20' = 0.7234,$$

此値ハ又 $\cos 43^\circ 40' =$ 等シ. 何トナレバ

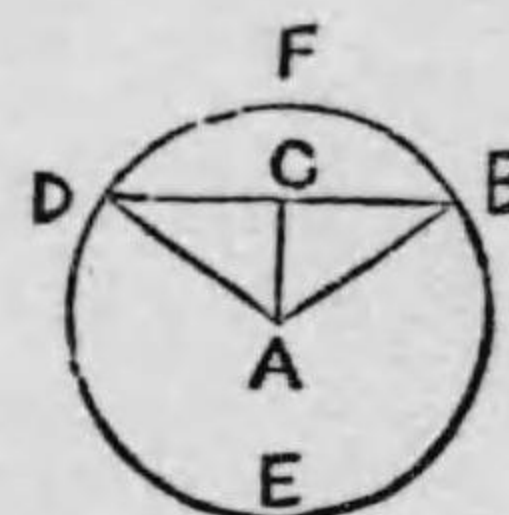
$$\sin(45^\circ + 1^\circ 20') = \cos(45^\circ - 1^\circ 20') \text{ ナレバナリ.}$$

三角函數ノ應用

7. 缺圓ノ面積

圖ニ於テ半徑 AB ガ 1 尺ニシテ角 $BAD = 120^\circ$ ナルトキ面積 $ADFB$, ABD , DFB 及 DEB ヲ求メヨ.

(A ヨリ DB へ引ケル垂線 AC ハ角 BAD ヲ二等キスルモノナリ.)



解1. 角 BAD ハ 120° ナルヲ以テ圓ノ面積ノ 360 分ノ 120 ナリ

$$\text{故ニ } 1^2 \times 3.1416 \times \frac{120}{360} = 1.0472 \text{ 平方尺}$$

$$2. A \text{ ヨリ } BD \text{ へ垂線 } AC \text{ ヲ引ケバ } AC = 1 \times \cos CAB = 1 \times \cos 60^\circ = 0.5 \text{ 故ニ } AC = 5 \text{ 寸}$$

$$CB = 1 \times \sin CAB = \sin 60^\circ = 1 \times 0.866 = 0.866 \text{ 尺}$$

$$\text{故ニ } ABD = 0.5 \times 0.866 = 0.433 \text{ 平方尺}$$

$$3. DFB = ADFB - ABD = 1.0472 - 0.433 = 0.6142 \text{ 平方尺}$$

4. $DEB = DEBF - DBF = 3.1416 - 0.6142 = 2.5274$
平方尺

8. 缺圓ノ體積

底面ハ前節ニ等シク、塔ノ長サハ五尺ナルトキ體積ヲ求メヨ。

解 前節ニヨリ DEBノ面積ハ 2.5274 平方尺ナリ。
故ニ體積ハ、 $2.5274 \times 5 = 12.637$ 立方尺。

9. 三角函數ノ眞數表

0°ヨリ1°迄及89°ヨリ90°ニ至ル眞數表

0'	高÷斜 高÷水平 水平÷高 水平÷斜				0
	$\frac{b}{c}$	$\frac{b}{a}$	$\frac{a}{b}$	$\frac{a}{c}$	
0	sin	tan	cot	cos	0
0 0	0.0000	0.0000	∞	1.0000	0 90
10	0.0029	0.0029	343.7737	1.0000	50
20	0.0058	0.0058	171.8854	1.0000	40
30	0.0087	0.0087	114.5887	1.0000	30
40	0.0116	0.0116	85.9398	0.9999	20
50	0.0145	0.0145	68.7501	0.9999	10
1 0	0.0175	0.0175	57.2900	0.9998	0 89
0'	cos	cot	tan	sin	0
	$\frac{a}{c}$	$\frac{a}{b}$	$\frac{b}{a}$	$\frac{b}{c}$	

前頁及本頁ノ見出シニハ、特ニ a, b, c ノ相互及斜面ノ長サ
水平ノ距離、高サノ關係ヲ掲ゲ、以テ初學者ノ參考ニ資セリ。

0'	高÷斜 高÷水平 水平÷高 水平÷斜				0
	$\frac{b}{c}$	$\frac{b}{a}$	$\frac{a}{b}$	$\frac{a}{c}$	
0	sin	tan	cot	cos	0
1 0	0.0175	0.0175	57.2900	0.9998	089
10	0.0204	0.0204	49.1039	0.9998	50
20	0.0233	0.0233	42.9641	0.9997	40
30	0.0262	0.0262	38.1885	0.9997	30
40	0.0291	0.0291	34.3678	0.9996	20
50	0.0320	0.0320	31.2416	0.9995	10
2 0	0.0349	0.0349	28.6363	0.9994	088
10	0.0378	0.0378	26.4316	0.9993	50
20	0.0407	0.0407	24.5418	0.9992	40
30	0.0436	0.0437	22.9038	0.9990	30
40	0.0465	0.0466	21.4704	0.9989	20
50	0.0494	0.0495	20.2056	0.9988	10
3 0	0.0523	0.0524	19.0811	0.9986	087
10	0.0552	0.0553	18.0750	0.9985	50
20	0.0581	0.0582	17.1693	0.9983	40
30	0.0610	0.0612	16.3499	0.9981	30
40	0.0640	0.0641	15.6048	0.9980	20
50	0.0669	0.0670	14.9244	0.9978	10
4 0	0.0698	0.0699	14.3007	0.9929	086
10	0.0727	0.0729	13.7267	0.9974	50
20	0.0756	0.0758	13.1969	0.9971	40
30	0.0785	0.0787	12.7062	0.9969	30
40	0.0814	0.0816	12.2505	0.9967	20
50	0.0843	0.0846	11.8262	0.9964	10
5 0	0.0872	0.0875	11.4301	0.9962	085
10	0.0971	0.0975	11.0594	0.9955	50
20	0.0929	0.0934	10.7119	0.9957	40
30	0.0958	0.0963	10.3854	0.9954	30
40	0.0987	0.0992	10.0780	0.9951	20
50	0.1016	0.1022	9.7881	0.9948	10
6 0	0.1045	0.1051	9.5144	0.9945	084
10	0.1074	0.1080	9.2553	0.9942	50
20	0.1103	0.1110	9.0098	0.9939	40
30	0.1132	0.1139	8.7769	0.9936	30
40	0.1161	0.1169	8.5555	0.9932	20
50	0.1190	0.1198	8.3450	0.9929	10
7 0	0.1219	0.1228	8.1443	0.9925	083
0'	cos	cot	tan	sin	0
	$\frac{a}{c}$	$\frac{a}{b}$	$\frac{b}{a}$	$\frac{b}{c}$	
	水平÷斜	水平÷高	高÷水平	高÷斜	

表数凡ノ数画角三

°	'	sin.	tan.	cot.	cos.	°	'	sin.	tan.	cot.	cos.	°	'
13	0	0.2250	0.2309	4.3315	0.9144	077	21	0	0.3584	0.3839	2.6051	0.9336	069
10	0.2278	0.2389	4.2747	0.9737	50	10	0.3611	0.3872	2.5826	0.9325	50		
20	0.2306	0.2370	4.2193	0.9730	40	20	0.3638	0.3906	2.5606	0.9315	40		
30	0.2334	0.2401	4.1653	0.9724	30	30	0.3665	0.3939	2.5386	0.9304	30		
40	0.2363	0.2432	4.1126	0.9717	20	40	0.3692	0.3973	2.5172	0.9293	20		
50	0.2391	0.2462	4.0611	0.9710	10	50	0.3719	0.4006	2.4960	0.9283	10		
14	0	0.2419	0.2493	3.0108	0.9703	076	22	0	0.3746	0.4040	2.4751	0.9272	068
10	0.2447	0.2524	3.9317	0.9696	50	10	0.3773	0.4074	2.4545	0.9161	50		
20	0.2476	0.2555	3.9136	0.9689	40	20	0.3800	0.4108	2.4342	0.9250	40		
30	0.2504	0.2586	3.9667	0.9681	30	30	0.3827	0.4142	2.4142	0.9239	30		
40	0.2532	0.2617	3.8208	0.9674	20	40	0.3854	0.4176	2.3915	0.9228	20		
50	0.2560	0.2648	3.7760	0.9667	10	50	0.3881	0.4210	2.3750	0.9216	10		
15	0	0.2588	0.2679	3.7321	0.9659	075	23	0	0.3907	0.4245	2.3550	0.9205	067
10	0.2616	0.2711	3.6891	0.9652	50	10	0.3934	0.4279	2.3360	0.9194	50		
20	0.2644	0.2742	3.6470	0.9644	40	20	0.3961	0.4314	2.3183	0.9182	40		
30	0.2672	0.2773	3.6059	0.9636	30	30	0.3987	0.4348	2.2993	0.9171	30		
40	0.2700	0.2805	3.5656	0.9628	20	40	0.4014	0.4383	2.2817	0.9159	20		
50	0.2728	0.2836	3.5261	0.9621	10	50	0.4041	0.4417	2.2637	0.9147	10		
16	0	0.2759	0.2867	3.4874	0.9613	074	24	0	0.4067	0.4452	2.2470	0.9135	066
10	0.2784	0.2899	3.4475	0.9605	50	10	0.4094	0.4487	2.2286	0.9124	50		
20	0.2812	0.2931	3.4124	0.9596	40	20	0.4120	0.4522	2.2313	0.9112	40		
30	0.2840	0.2962	3.3759	0.9588	30	30	0.4147	0.4557	2.1943	0.9100	30		
40	0.2868	0.2994	3.3402	0.9580	20	40	0.4173	0.4592	2.1775	0.9088	20		
50	0.2896	0.3026	3.3052	0.9572	10	50	0.4200	0.4628	2.1609	0.9075	10		
17	0	0.2924	0.3057	3.2709	0.9563	073	25	0	0.4226	0.4662	2.1445	0.9063	065
10	0.2952	0.3089	3.2371	0.9555	50	10	0.4253	0.4699	2.1283	0.9051	50		
20	0.2979	0.3121	3.2041	0.9546	40	20	0.4279	0.4734	2.1123	0.9038	40		
30	0.3007	0.3153	3.1716	0.9537	30	30	0.4305	0.4770	2.0965	0.9026	30		
40	0.3035	0.3185	3.1397	0.9528	20	40	0.4331	0.4806	2.0809	0.9013	20		
50	0.3062	0.3217	3.1084	0.9520	10	50	0.4358	0.4841	2.0655	0.9001	10		
18	0	0.3090	0.3249	3.0777	0.9511	072	26	0	0.4384	0.4877	2.0503	0.8988	064
10	0.3118	0.3281	3.0475	0.9502	50	10	0.4410	0.4913	2.0353	0.8975	50		
20	0.3145	0.3314	3.0178	0.9494	40	20	0.4436	0.4950	2.0204	0.8962	40		
30	0.3173	0.3346	2.9887	0.9483	30	30	0.4462	0.4986	2.0057	0.8949	30		
40	0.3201	0.3378	2.9600	0.9474	20	40	0.4488	0.5022	1.9912	0.8936	20		
50	0.3228	0.3411	2.9319	0.9465	10	50	0.4514	0.5059	1.9768	0.8923	10		
19	0	0.3256	0.3443	2.9042	0.9455	071	27	0	0.4540	0.5095	1.9626	0.8910	063
10	0.3283	0.3476	2.8770	0.9446	50	10	0.4566	0.5132	1.9486	0.8897	50		
20	0.3311	0.3508	2.8502	0.9436	40	20	0.4592	0.5169	1.9347	0.8884	40		
30	0.3338	0.3541	2.8239	0.9426	30	30	0.4617	0.5206	1.9210	0.8870	30		
40	0.3365	0.3574	2.7980	0.9417	20	40	0.4643	0.5243	1.9074	0.8857	20		
50	0.3393	0.3607	2.7725	0.9407	10	50	0.4669	0.5280	1.8940	0.8843	10		
20	0	0.3420	0.3640	2.7475	0.9397	070	28	0	0.4695	0.5317	1.8807	0.8829	062
10	0.3448	0.3673	2.7328	0.9387	50	10	0.4720	0.5354	1.8676	0.8816	50		
20	0.3474	0.3706	2.6985	0.9377	40	20	0.4746	0.5392	1.8546	0.8802	40		
30	0.3502	0.3739	2.6746	0.9367	30	30	0.4772	0.5430	1.8418	0.8788	30		
40	0.3529	0.3772	2.6511	0.9356	20	40	0.4797	0.5467	1.8291	0.8774	20		
50	0.3557	0.3805	2.6279	0.9346	10	50	0.4823	0.5505	1.8165	0.8760	10		
21	0	0.3584	0.3839	2.6051	0.9336	069	29	0	0.4848	0.5542	1.8040	0.8746	061
cos.	cot.	tan.	sin.			cos.	cot.	tan.	sin.				

表数凡ノ数画角三

°	'	sin.	tan.	cot.	cos.	°	'	sin.	tan.	cot.	cos.	°	'
29	0	0.4848	0.5543	1.8040	0.8746	061	37	0	0.6118	0.7536	1.3270	0.7986	053
10	0.4874	0.5581	1.7917	0.8732	50	10	0.6041	0.7581	1.3190	0.7969	50		
20	0.4899	0.5619	1.7796	0.8718	40	20	0.6065	0.7627	1.3111	0.7951	40		
30	0.4924	0.5658	1.7675	0.8704	30	30	0.6088	0.7673	1.3032	0.7934	30		
40	0.4950	0.5691	1.7556	0.8689	20	40	0.6111	0.7720	1.2954	0.7916	20		
50	0.4975	0.5735	1.7437	0.8675	10	50	0.6134	0.7766	1.2876	0.4893	10		
30	0	0.5000	0.5774	1.7321	0.8660	060	38	0	0.6157	0.7813	1.2799	0.7380	052
10	0.5025	0.5812	1.7205	0.8646	50	10	0.6180	0.7860	1.2723	0.7862	50		
20	0.5050	0.5851	1.7090	0.8631	40	20	0.6202	0.7907	1.2647	0.8444	40		
30	0.5075	0.5890	1.6977	0.8616	30	30	0.6225	0.7954	1.2572	0.7826	30		
40	0.5100	0.5930	1.6864	0.8601	20	40	0.6248	0.8002	1.2497	0.7808	20		
50	0.5125	0.5969	1.6753	0.8587	10	50	0.6271	0.8050	1.2423	0.7790	10		
31	0	0.5150	0.6009	1.6643	0.8572	059	39	0	0.6293	0.8098	1.2349	0.7771	051
10	0.5175	0.6043	1.6534	0.8557	50	10	0.6316	0.8146	1.2276	0.7753	50		
20	0.5200	0.6081	1.6426	0.8542	40	20	0.6338	0.8195	1.2203	0.7735	40		
30	0.5225	0.6125	1.6319	0.8526	30	30	0.6361	0.8243	1.2131	0.7716	30		
40	0.5250	0.6163	1.6212	0.8511	20	40	0.6383	0.8292	1.2059	0.7693	20		
50	0.5275	0.6208	1.6107	0.8496	10	50	0.6405	0.8342	1.1988	0.7679	10		
32	0	0.5299	0.6249	1.6003	0.8480	058	40	0	0.6429	0.8391	1.1918	0.7660	050
10	0.5324	0.6289	1.5900	0.8465	50	10	0.6450	0.8441	1.1847	0.7642	50		
20	0.5348	0.6330	1.5793	0.8450	40	20	0.6472	0.8491	1.1778	0.7623	40		
30	0.5373	0.6371	1.5697	0.8434	30	30	0.6494	0.8541	1.1708	0.7601	30		
40	0.5398	0.6412	1.5597	0.8418	20	40	0.6517	0.8591	1.1640	0.7585	20		
50	0.5422	0.6458	1.5497	0.8403	10	50	0.6539	0.8642	1.1571	0.7566	10		
33	0	0.5446	0.6494	1.5399	0.8387	057	41	0	0.6561	0.8693	1.1504	0.7547	049
10	0.5471	0.6536	1.5301	0.8371	50	10	0.6583	0.8744	1.1436	0.7528	50		
20	0.5496	0.6577	1.5204	0.8355	40	20	0.6604	0.8796	1.1369	0.7509	40		
30	0.5519	0.6619	1.5108	0.8339	30	30	0.6626	0.8847	1.1303	0.7490	30		
40	0.5544	0.6661	1.5013	0.8323	20	40	0.6648	0.8899	1.1237	0.7470	20		
50	0.5568	0.6703	1.4919	0.8307	10	50	0.6670	0.8951	1.1171	0.7451	10		
34	0	0.5592	0.6745	1.4826	0.8290	056	42	0	0.6691	0.9004	1.1106	0.7431	048
10	0.5616	0.6787	1.4733	0.8274	50	10	0.6713	0.9057	1.1041	0.7412	50		
20	0.5640	0.6830	1.4641	0.8258	40	20	0.6734	0.9110	1.0977	0.7392	40		
30	0.5664	0.6873	1.4550	0.8241	30	30	0.6755	0.9163	1.0913	0.7371	30		
40	0.5688	0.6916	1.4460	0.8225	20	40	0.6777	0.9217	1.0850	0.7353	20		
50	0.5712	0.6959	1.4370	0.8208	10	50	0.6799	0.9271	1.0786	0.7333	10		
35	0	0.5736	0.7002	1.4281	0.8192	055	43	0	0.6820	0.9325	1.0724	0.7314	047
10	0.5760	0.7046	1.4193	0.8175	50	10	0.6841	0.9380	1.0661	0.7294	50		
20	0.5783	0.7089	1.4106	0.8158	40	20	0.6862	0.9435	1.0609	0.7274	40		
30	0.5807	0.7133	1.4019	0.8141	30	30	0.6884	0.9490	1.0558	0.7254	30		
40	0.5831	0.7177	1.3934	0.8124	20	40	0.6905	0.9545	1.0517	0.7234	20		
50	0.5854	0.7221	1.3848	0.8107	10	50	0.6926	0.9601	1.0476	0.7214	10		
36	0	0.5878	0.7265	1.3764	0.8090	054	44	0	0.6947	0.9657	1.0435	0.7193	046
10	0.5901	0.7310	1.3680	0.8073	50	10	0.6967	0.9713	1.0395	0.7173	50		
20	0.5925	0.7355	1.3597	0.8056	40	20	0.6988	0.9770	1.0355	0.7153	40		
30	0.5948	0											

第二編

物 性

1. 力, 摩擦

物體ノ運動ヲ起シ, 或ハ運動ノ状態ヲ變化セシムルモ
ノハ力ナリ.

二物體ガ接觸セルママ互ニ運動セントスルトキ, 之ニ
反對シテ接觸面ニ働ク力ヲ摩擦ト云フ.

2. 質 量

小石ハ容易ニ投ゲ飛バスコトヲ得ルモ, 大盤石ハ動か
スコト能ハズ, 又水ニ浮ベル小サキ木片ハ自由ニ動カシ
得レトモ, 軍艦, 汽船ノ如キ大ナル物ニテハ, 蒸氣機關ノ
大ナル力ヲ要ス. 斯クノ如ク, 動かスニ要スル力ニ大小ノ
差アルハ, 物體ノ中ニ含マルル物質ノ量ノ多少ニ依レル
ナリ. 此物質ノ量ヲ質量ト云ヒ, 其多少ハ, 物體ノ運動
ヲ起シ, 或ハ運動ノ状態ヲ變ゼシムルニ要スル力ノ大小
ヲ以テ秤ル. 質量ノ單位ハ攝氏四度ノ蒸溜水一立方寸ノ
質量ヲ1瓦ト云フ.

例 題

1升ノ水ノ質量ハ幾瓦ナルカ. 又幾斤ナルカ.

3. 基本單位

長サ, 時及質量ノ三ツノ單位ハ, 總テノ他ノ量ノ單位
ノ基本ニ用ユ. 故ニ此三者ヲ基本單位ト云フ. 長サハ寸,
質量ハ瓦, 時ハ秒ヲ以テ單位トシ, 此等ノ諸單位ヲ組合
セテ用フル他ノ諸單位ヲC.G.S系ノ單位ト稱ス.

4. 物質ノ三體

物質ハ其状態ニヨリ, 固體, 液體, 氣體ノ三種ニ區別
スルコトヲ得ベシ. 固體ハ形狀及體積ヲ有シ, 其形ヲ變
ゼントスレバ抵抗アリ. 液體ハ一定ノ體積ヲ有シテ壓縮
スルコト難ケレドモ. 其形狀ハ容器ノママニ變化ス. 氣
體ハ常ニ容器ニ散滿シテ形狀體積共ニ不定ナリ.

以上ノ三種ハ物質固有ノ性質ニアラズシテ, 温度, 壓
力等ノ變化ヲ受ケテ其状態ヲ變化スルモノナリ.

5. 彈 性

固體ハ引キテ伸バシ, 又ハ壓シテ縮ムルコトヲ得レド
モ, 之ニ働ク力ヲ除ケバ再ビ舊態ニ復スベシ. 之ヲ曲ゲ,
或ハ振リテ放ストキモ亦然リ. 斯ノ如ク外力ノ爲メニ一

時形状，體積ノ變化ヲ起ス性質ヲ彈性ト云フ。

彈性アル物體ガ形状體積ノ變化ヲ受ケタルトキハ，物體ハ歪タリト云ヒ，其歪ガ或限度ヲ超ユレバ物體ハ全ク舊態ニ復スルコト能ハズ，永久ナル形ノ變化トナル。此限度ヲ彈性ノ限度ト云フ。

歪ト之ヲ起シタル力トノ間ニハ次ノ定律アリ。

彈性ノ限度内ニテハ之ヲ起シタル力ニ比例ス。

ゼンマイ秤ハ此理ニ依リテ作ラレタルモノニシテ，任意ノ方向ニ働ク力ノ大サヲ測ル，又其鋭敏ナルモノハ固體ノ比重ヲ測ルニ用ユルナリ。

例題

螺旋ノばねノ一端ヲ支ヘ，他端ニ100匁ノ物體ヲ吊ス時ハ，ばねノ長サ1尺4寸トナリ，更ニ150匁ノ物體ヲ吊シタルニ1尺6寸トナリタリトセバ物體ヲ吊サザル時ノ長サ幾何。

6. 擴散・滲透

水ノ上ニ靜カニアルコールヲ注ギテ，放置スルトキハ，重キ液ガ下層ニアルニ拘ラズ，時ヲ經レバ，二液互ニ相混ジテ，遂ニ全部ガ一樣ナル濃サノモノニナルベシ。斯

カル現象ヲ擴散ト云フ。

氣體ノ擴散ハ液體ニ比シテ殊ニ著シク，大氣中ニ混在スル窒素，酸素，炭酸瓦斯等ノ割合到ル所一樣ナルハ，此性質アルガ爲メナリ。

二種ノ液體若クハ氣體ガ，或種ノ隔壁(素燒，ゴム膜，動植物質ノ薄膜等)ヲ通ジテ擴散ノ行ハルル現象ヲ滲透ト云フ。

例題

1. 互ニ混合スル二液ヲ瓶ニ入レ，之ヲ振盪スルトキハ急ニ混合スルハ何故ナルカ。
2. 氣體ノ擴散ト生物ノ生活トノ關係如何。

7. 吸 收

氣體ガ液體中ニ擴散スルガ如キ作用ヲ吸收ト云フ。

實驗ニヨレバ，同一溫度ニ於ケル吸收ノ最大量ハ其液面ニ及ボス其氣體ノ壓力ニ正比例ス(ヘンリーノ定律)ラムネ，サイダー等ハ強壓力ヲ以テ多量ノ炭酸瓦斯ヲ水ニ吸收セシメタルモノナリ。

固體モ亦氣體ヲ吸收ス。木炭ガ能ク35倍容ノ炭酸瓦斯ヲ吸收スルガ如シ。

例題

衣類ニ附キタル蠟ノ汚點ハ其上ニ吸取紙ヲ置キ燒燬ニテ之ヲ撫ルトキハ、取り去ルコトヲ得ベシト云フ。其理由ヲ問フ。

8. 溶解

砂糖ノ塊ヲ水中ニ投ズレバ其形ヲ失フベシ斯ノ如キ現象ヲ溶解ト云ヒ、溶解ニヨリテ生ジタル液ヲ溶液ト云フ。溶液ヲ生ズル場合ニ、溶カス液ヲ媒液ト云ヒ、溶カサルモノヲ溶質ト云フ。

又砂糖ヲ水ニ溶カストキ、次第ニ砂糖ノ量ヲ増ストキハ、其一部ハ溶解セズシテ水中ニ残留スベシ。斯クノ如ク一定量ノ溶媒ニ溶ケ得ル溶質ノ量ニハ、一定ノ制限アリ。此制限ニ達シタル溶液ヲ飽和溶液ト云フ。

一定量ノ飽和溶液ハ溶媒及溶質ノ種類ニヨリ、尙温度ニヨリテ其割合ヲ異ニスルモノナリ。

氣體モ亦液體ニ溶解スルモノニシテ、氣體ノ溶解スル量ハ温度ニヨリテ異ナリ、温度一定ナレバ壓力ニ比例シテ増加スルモノナリ。

第三編

力學

第一章 固體ノ釣合

1. 作用及反作用

作用ト反作用トハ力ノ大サ相等シクシテ其方向反對ナルモノナリ。

例題

1. 深キ泥中ニ立チテ片足ヲ抜カントスルトキ、他ノ片足益々深く入ル理由如何。
2. 人ガ歩行スルトキノ作用及ビ反作用ヲ問フ。
3. 船中ニテ船ヲ押スモ、其作用ナキハ何故ゾ。

2. 二力ノ合成

圖ニ於テ $P=Q$ ナレバ釣合フ $P<Q$ ナレバ Q ノ方へ運動ヲ起ス。

$P<Q$ ニシテ $P+Q>R$ (合力)ナレバ一時運動ノ後三力ハ(A點ニ於テ)釣合フ。從テ分力 P +分力 Q =合成 R'

然ルニ $R'=R$ ($AE=R'$, $AD=R$)

故= PトQトノ作用ノ合力ハRニ等シ.

又PヲAB, QヲAC, RヲADニテ表ハシ. AB, ACヲ二邊

トセル平行四邊形ヲ作ルトキハ.

其對角線AEハADト一直線ヲナシ, AEハADニ等シ.

法則一 二力ノ合力ハ之ヲ表ハス二直線ヲ二邊トシ

テ力ノ方向ニ作レル平行四邊形ノ對角線ニテ表ス.

法則二 $\frac{P}{\sin a} = \frac{Q}{\sin b} = \frac{R}{\sin(a+b)}$ ニヨリテ對角線ヲ求

ムベシ.(三角ノ公

式ナルヲ以テ説明

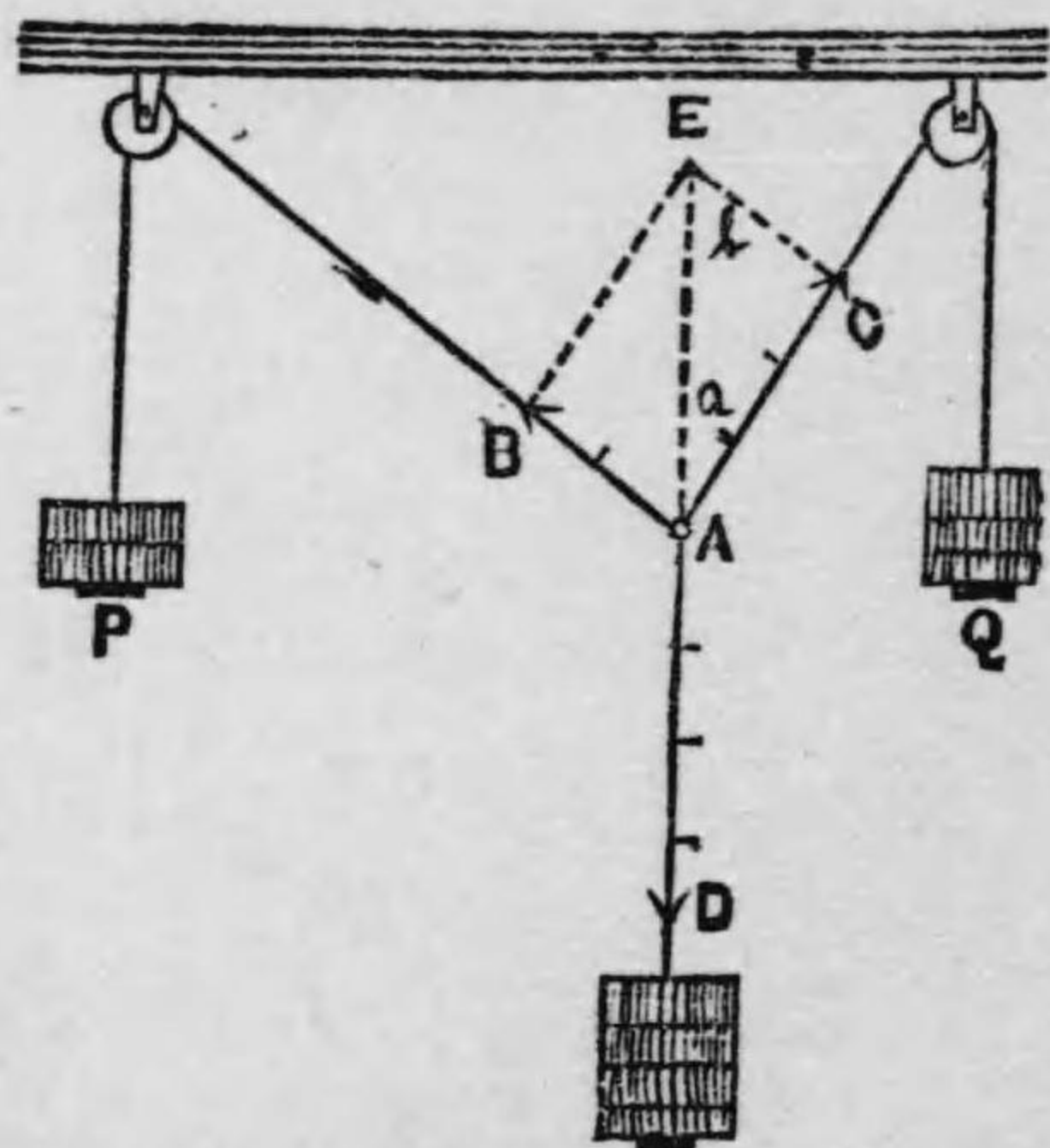
ハ略ス)

注意 三角形ノ三

ツノ角ノ和ハ常ニ

180°アルモノナ

リ.



例題

1. P, Q ナル二力が互ニ直角ニ作用スルトキ, 二力ノ合力ノ大サヲ求メヨ.

2. $\sin a, \sin b, P, Q$ ノ内三ツヲ知リテ残りノ一ツヲ求メヨ.

3. $P, \sin a, (又ハQ, \sin b)$ 及 $\sin(a+b)$ ヲ知リテ R ヲ求メヨ.

3. 三力以上ノ合成及分解

PトQトノ合力ハ $\frac{Q}{\sin BEF} = \frac{P}{\sin EBF} = \frac{EB}{\sin AEF}$ 則PトQトノ合力

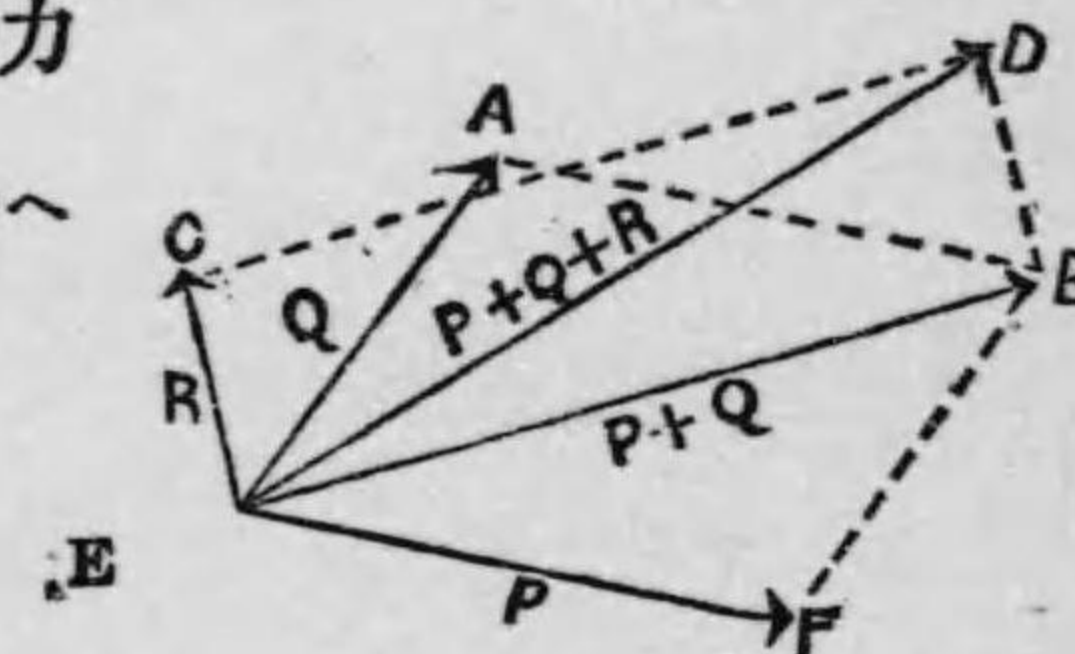
ヨリ得タル EB ノ値ナリ.

PトQトノ合力ト, Rトノ合力ハ $\frac{EB}{\sin DEC} = \frac{R}{\sin DEB} = \frac{ED}{\sin CEB}$ 則PトQトRトノ合力ヨリ得タルEDノ値ナリ.

注意 上ノ式ニヨリテ分力

ヲ求ムルコトヲ得ヘ

シ.



例題

1. 相等シキ三ツノ力が一點ニ作用シテ釣合フトキハ此三力ノ方向ノ關係如何.

2. P ナル力ヲ其兩側ニ於テ之レト60度ノ傾キヲナス二力ニ分解スレバ, 此二力ノ大サ如何.

3. 力Fヲ之レト60°及ビ30°ノ角ヲナス二力ニ分解セ

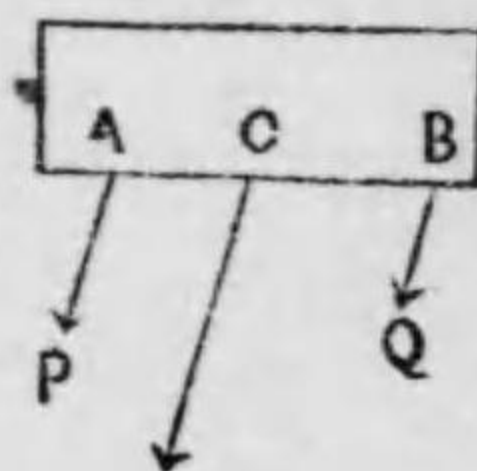
ヨ.

4. 平行ニシテ方向一致セルニカノ合力
 或剛體ノ二點 A, Bニニツノ平行力 AP, BQガ働ク合力
 ハ此ニカノ和ニ等シク, 其方向ハニカニ平行ナリ。

又此ノ合力ノ著力點 Cハ

$$AC:BC=BQ:AP$$

ニ適スル様ニ ABヲ分テタル點 Cナリ。



例題

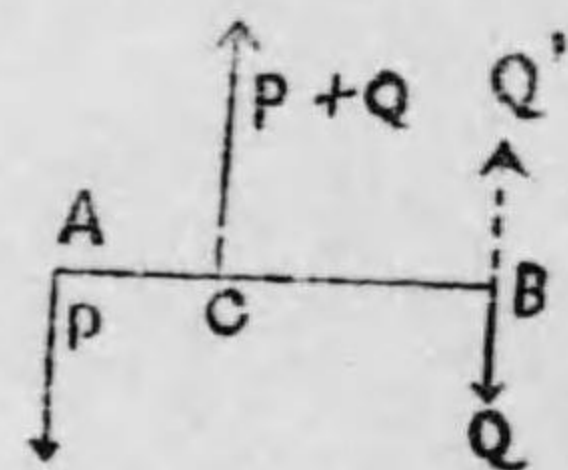
正三角形ノ三ツノ頂角ニ相等シキ三ツノ平行ナル力ガ
 同一方向ニ働クトキ, 其合力ノ働ク點及ビ其強サ如何。

5. 平行ニシテ方向反對ナルニカノ合力
 前節ニヨリ, 平行ニシテ同方向ナルニカ P, Qハ AC:CB
 =Q:Pナル條件ノ下ニ反對ノ方向ナル P+Qト釣合フベ
 シ。此場合ニ於テ Qハ Pト P+Qトノ合力 Q'ト釣合ヒタル
 コトナル。之レ Pト P+Qトノ合力ハニカノ差ガ大ナ
 ル力ノ方ニ向ヘル力ニシテ其著力點 B

ハ直線 ACヲ Cノ側ノ延長上ニ於テニ
 カノ比ニ等シキ點ナリ。

又 AC:CB=Q:Pナル關係ヨリ。

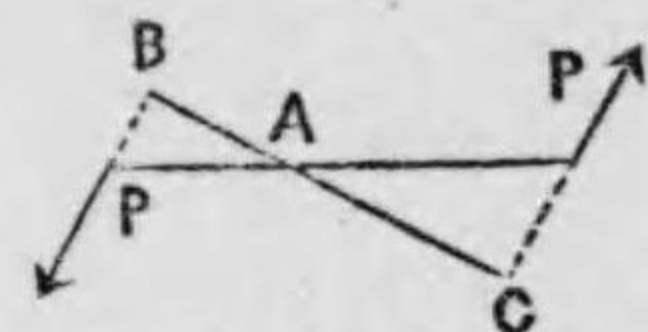
$$\frac{AC+CB}{CB} = \frac{P+Q}{P} \quad \text{即チ} \quad \frac{AB}{CB} = \frac{P+Q}{P}$$



6. 偶力

反對ノ方向ナルニ平行力(偶力)ガ相等シキ時ハ釣合ヲ
 保ツベキ力ハ何處ニモナシ(錐ヲモムガ如シ。)

偶力ガ其ノ著力點ヲ連ネタル
 直線上ノ任意ノ一點 Aニ關スル
 能率ハ、



$$AB \times P + AC \times P = (AB + AC) \times P = BC \times P \quad \text{ナリ。}$$

Aガ BCノ延長上ニアル場合モ亦同シ。

7. 剛體ニ働ク力

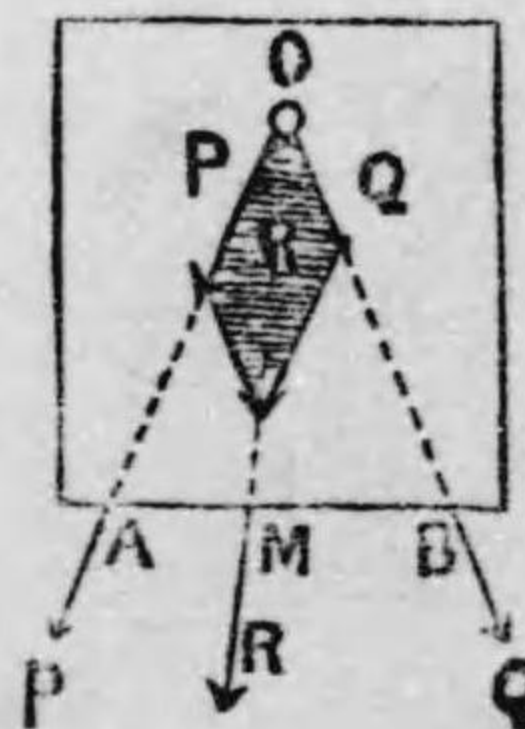
剛體ニ働ク力ハ, 其方向ト一致セル直線上何レノ點ニ
 著カスト見做シテモ其効果ハ變ラズ。

剛體ノ二點 A, Bニ作用スルニカ P, Qガ同一ノ平面上ニア
 ルトキハ, P, Qヲ延長シテ交點 Oヲ求メ, 合力 R(Rハ平
 行四邊形ノ對角線ノ長サ)ヲ求ムレバ P, Qニカノ作用ハ
 直線 OM(對角線ノ延長)中任意ノ一點 M

ニ作用スル一力 Rニ等シ。

$$R = \frac{P \times \sin(P \text{ト} Q \text{トノナス角})}{\sin(Q \text{ト} R \text{トノナス角})}$$

$$= \frac{Q \times \sin(P \text{ト} Q \text{トノナス角})}{\sin(P \text{ト} R \text{トノナス角})}$$



雜題

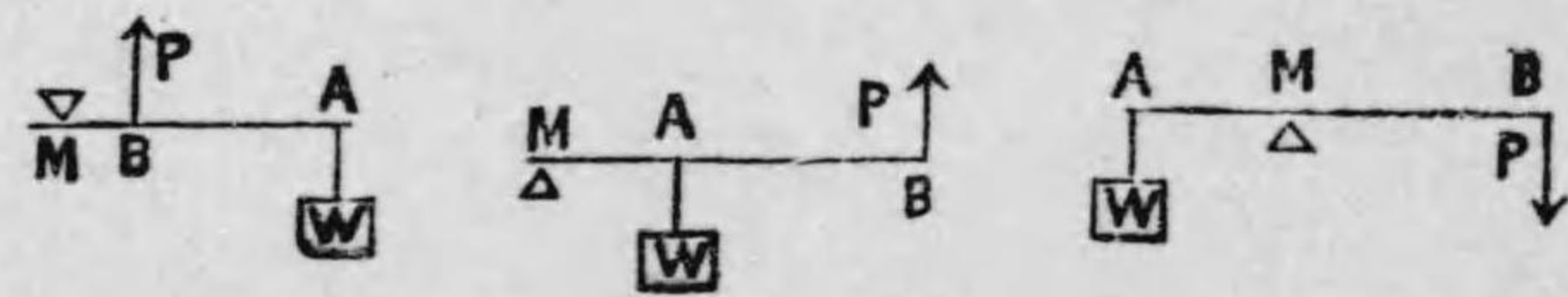
1. 同一ノ點ニ作用スルニツノ力P及ビQアリ.之レガ同一ノ方向ニ向フトキ,又反對ノ方向ニ向フトキノ合力各々如何.
2. 東ニ向ヒテ三疋,北ニ向ヒテ四疋,下ニ向ヒテ十二疋ノ力ヲ加フルトキハ其水平上ノ合力及全力各如何.
3. 毎時2里ノ速度ニテ流ルル水流ト直角ノ方向ニ毎時 $2\sqrt{3}$ 里ノ速度ニテ走ル汽船ノ實際ニ進行スル方向及ビ10分間ニ進行シタル距離幾里ナルカ.

第二章 機械ノ要點

1. 槓 杆

AB, BM, AM ハ屈撓セザル棒ニシテ重サナキモノト假定ス. Mハ支點, Bハ加フル力ノ著點則チ力點, AハBニ於ケル力ニ抵抗スル力ノ著點則チ重點トス. 又Pハ力ノ量, Wハ重サヲ表ハス. 然ルトキハMニ對シテA, Bノ能率相等シク, 其作用反對ナルトキハ何レモ釣合フ.

$$W:P = BM:AM, \quad P = W \times \frac{AM}{BM}$$



秤, 鉄, 釘拔, 船等ハ此理ヲ應用シタルモノナリ

例題

1. 長サ二尺重サ三百匁ノ挺子ノ兩端ニ, 二百匁及五百匁ノ物點ヲ吊シテ, 此挺子ヲ水平ナラシメントス, 支點ノ位置ヲ問フ.
2. 密度一樣ナラザル直桿ABアリ, 其重サWナリ. A端ヨリ4尺ノ點ヲ支ヘシニ直桿ハ水平ニ静止シタリ. 更ニA端ニ20貫目ノ重錘ヲ懸ケ, B端ニ4貫目ノ重錘ヲ懸ケテA端ヨリ3尺ノ點ヲ支ヘシニ直桿ハ水平ニ静止セリ. 然ラバ直桿ノ重サWハ何程ナルカ. 但直桿ノ長サハ10尺ナリ.
3. 長サ10尺アル等質ニシテ, 一樣ナル太サノ棒ノ一端ニ500匁ノ分銅ヲ掛ケ, 其端ヨリ1尺ノ所ヲ支フレバ, 其棒ハ水平ノ位置ヲ保ツトキ, 棒ノ重サハ幾許ナルカ.
4. 長サ12尺ノ棒ノ中央ヨリ1尺距リタル點ニ重サ24貫ノ荷物ヲ掛ケタルトキ, 其兩端ヲ支フルニ要スル力ヲ求メヨ. 但棒ノ目方ヲ算入セス.
5. 長サ5尺ノ棒ノ兩端ニ7貫及ビ3貫ノ物體ヲ吊シテ釣合ヘリト云フ, 支點ノ位置如何.
6. 甲乙二人ガ棒ニテ物體ヲ擔フトキ, 甲ト乙トノ分擔ノ比ヲ1:2ノ如クセントス, 何處ニ物體ヲ吊スベキカ.

7. 槓杆ノ支點ハ一端ヨリ 12.8 呎ノ所ニアリ. 300 瓦ノ分銅ハ支點ヨリ, 34.5 呎ノ所ニテ釣合ヘルトキ, 一方ニ吊サレタル物體ノ質量幾瓦ナルカ.

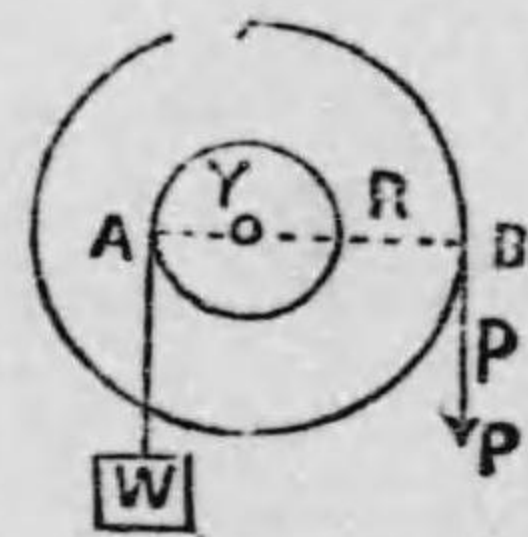
8. 長サ五尺ノ棒ノ一端ヲ臺ニテ支へ, 他端ニ 8 貫ノ力ヲ上方ニ作用セシムルトキハ, 棒ノ何處ノ點ニ 10 貫ノ荷ヲ吊セバ棒ハ釣合フベキカ, 但棒ノ重サハ無シトス.

9. 棒ノ兩端ヲ絲ニテ釣り, 其左端ヨリ全長ノ $\frac{2}{3}$ ノ所ニ 42 瓦ノ重サヲ懸クルトキハ, 絲ノ受クル張力各々幾瓦ナルカ.

10. 組織一樣ナル長サ五尺重サ 4 貫目ノ棒ノ一端ニ 3 貫目ノ物體ヲ吊ルシ, 其一端ヨリ 2 尺ノ處ニ支點ヲ設クルトキハ, 他端ハ何貫目ノ物體ヲ吊ルセバ棒ヲ水平ニ保チ得ルカ.

2. 輪 軸

輪Bハ軸Aニ固著シ, Oヲ共有ノ中心トシテ廻轉スル器械トス今Aニ卷キ付ケタル繩ノ端ニ重荷Wヲ吊ルシ, B點ニ力Pヲ加ヘテ之ニ釣ハシム, 此輪ト軸トノ半徑ヲR,rトセバ次ノ式ヲ得.



$$R:r = W:P \text{ 故ニ } P = W \times \frac{r}{R}$$

輪ノ代リニ射軸ヲモ用フ.

例 題

1. 輪軸ノ軸ト輪トノ直徑ノ比ヲ1:5トスレバ, 軸ニ吊サレタル20貫ノ物體ヲ引揚ゲントスルニハ輪ニ作用スベキ力如何.

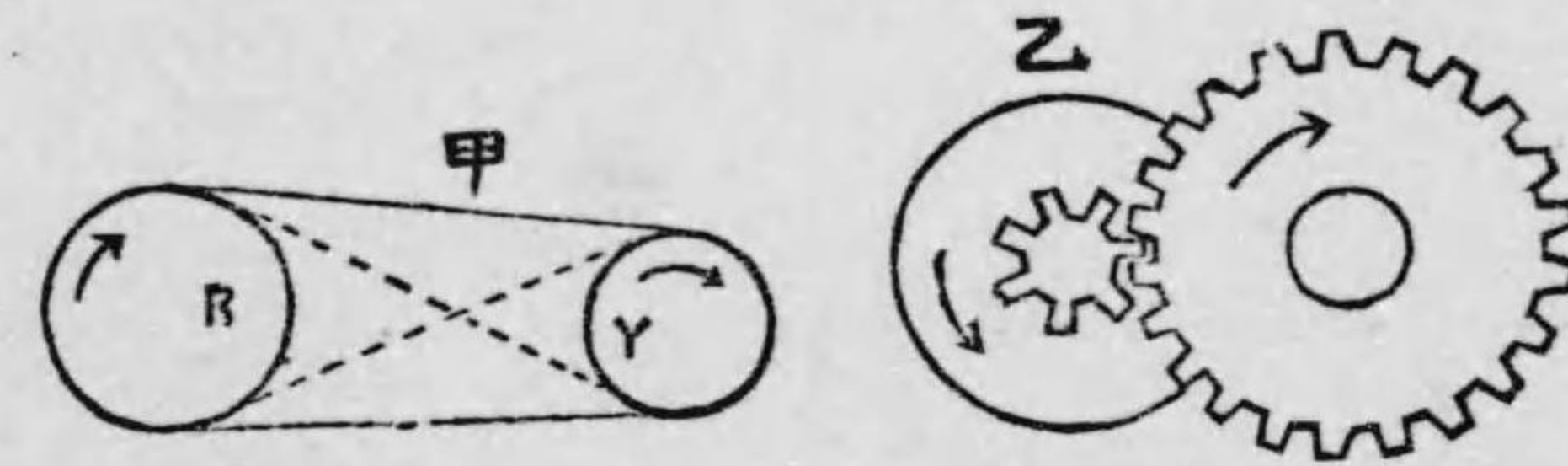
2. 等シキ力ノ二人ガ太サ一樣ナラザル棒ヲ捻ルニ細太何レノ端ヲ持ツヲ利トスルカ.

3. 槓杆ト輪軸トニヨリテ制動機ノ力ヲ計算セヨ.

3. 調 革, 齒 車

甲 回轉數ハ半徑ニ反比例ス.

乙 回轉數ハ齒數ニ反比例ス.



例 題

直徑1尺ナル甲輪サリ, 毎秒10廻轉ス, 此輪ト直徑2尺4寸ナル乙輪ノ軸(直徑6寸)トニ調革ヲ掛ケテ連絡ス. 今滑ベルコトナシニ廻轉スルモノトセバ乙輪ノ周ノ一點ノ速サ幾何ナルカ.

4. 滑車

甲 定滑車ハ力ヲ利セザルモ、力ノ方向ノ轉換ニ用ユ。
故ニ $W = P$ ナレバ釣合ヒ、

W 比 P ナレバ大ナル方ニ引カル。

乙 動滑車ハ其軸ニ重量 W ヲ吊ストキハ、綱ノ張力ハ $(W \div 2)$ ニテ釣合フガ故ニ力ヲ利スルニ用ユ。

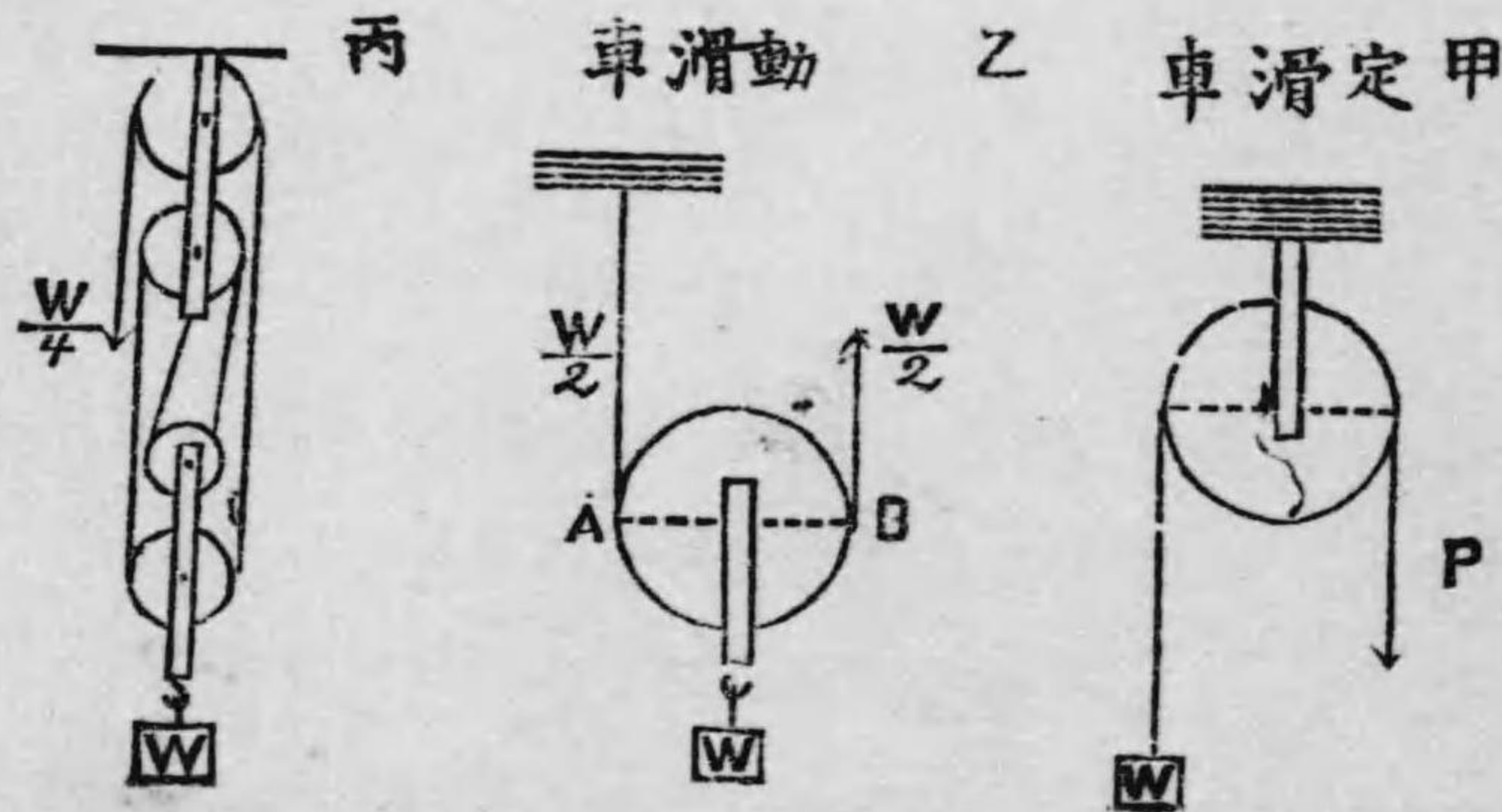
今假リ $W = 8$ 貫ナルトキハ、

綱ノ張力ハ $W \div 2 = 8 \div 2 = 4$ 貫ナリ。

丙 數個ノ動滑車ヲ連結スルトキハ力ヲ利スルコト動滑車1個ヲ増ス毎ニ力ハ二倍セラル。

則チ動滑車二個アルトキハ力ハ $2 \times 2 = 4$ 倍トナル。

故ニ一般ニ $W = 力 \times 2 \times 動滑車ノ數$ ナル關係アリ。



例題

滑車アリ、其絲ヲ1尺引キテ、鍾ガ2寸5分昇リタリト云フ。此滑車ニテ200匁ノ物體ヲ引キ上グルニ要スル力幾匁ナルカ。

5. 斜面

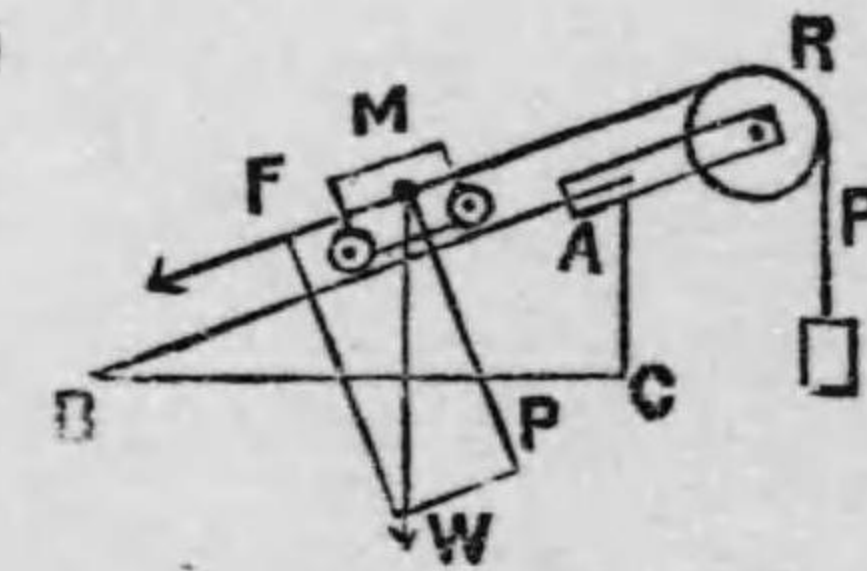
MW ハ重サ、 MF ハ MW ノ分力ニシテ上リ落ちル力、 MP ハ MF ト共ニ MW ノ分力ニシテ斜面 AB ニ垂直ナル力トス。然ルトキハ三角形 ABC ト三角形 MWF トガ相似形ナルヲ以テ幾何學ノ定理ニ

ヨリ次ノ關係アリ。

$$MF : MW = AC : AB \text{ 故ニ}$$

$$\text{滑ル力} = \frac{\text{高サ}}{\text{斜面ノ長サ}} \times \text{重サ}$$

トナル、故ニ高サガ斜面ノ長サニ對スル比ガ小ナル程、小ナル力ニテ大ナル重サト釣合フベシ。



例題

- 25間進メバ高サノ1間昇ル平滑ナル坂路ニ於テ100貫目ノ物體ヲ坂路ニ沿フテ支フルニ要スル力幾何。
- 傾斜セル線路上ニアル重サ135噸ノ列車ヲ支ヘンニハ0.75噸ノ重サニ等シキ力ヲ要スト云フ。此斜面ノ高

サト長サトノ比ヲ求メヨ。但車輪ト線路トノ摩擦ナキモノトス。

3. 傾斜角30°ノ斜面上ニアル重サ58匁ノ物體ガ斜面ニ作用スル直壓力如何。

4. 水平ト30°ノ角ヲナセル斜面上ニ於テ重サ10斤ノ球ヲ轉落セシメザルニハ何程ノ力ヲ何レノ方向ニ働カシムベキカ。

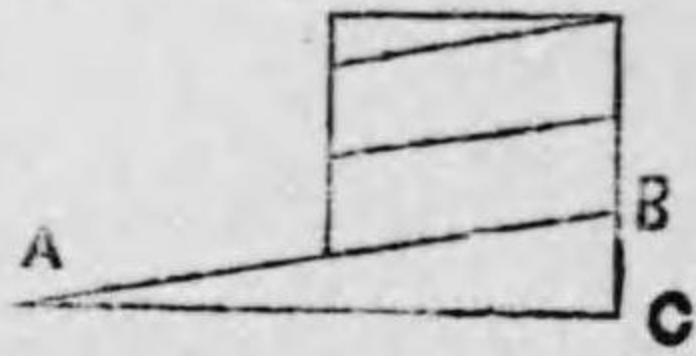
5. 高サ12米底ノ長サ35米ノ斜面上ニアル4.07貫ノ物體ガ斜面ニ作用スル直壓力ヲ問フ。

6. 螺旋

(甲) ACハ圓錐ノ周圍ノ長サハ、AB一捲ノ長サトスルトキハ、BCヲ歩ミト云フ。

今角BACヲaトスルトキハ次ノ關係アリ。 $BC = \sin a \times AB = \tan a \times AC$

$AC = \cos a \times AB = \cot a \times BC$ $AB = \frac{BC}{\sin a} = \frac{AC}{\cos a}$



(乙) ABナル棒ノ兩端ニ各Fナル力ヲ働カセ。之ヲ一回轉セシメタルトキ。螺旋ノ先端ニ於ケル壓力ヲPトシ。歩ミヲQトセバ。螺旋ノナス仕事ハP×Qナリ。又ABノ長サヲLトセバ螺旋ニ爲シタル仕事ハ棒ノ端ノ畫

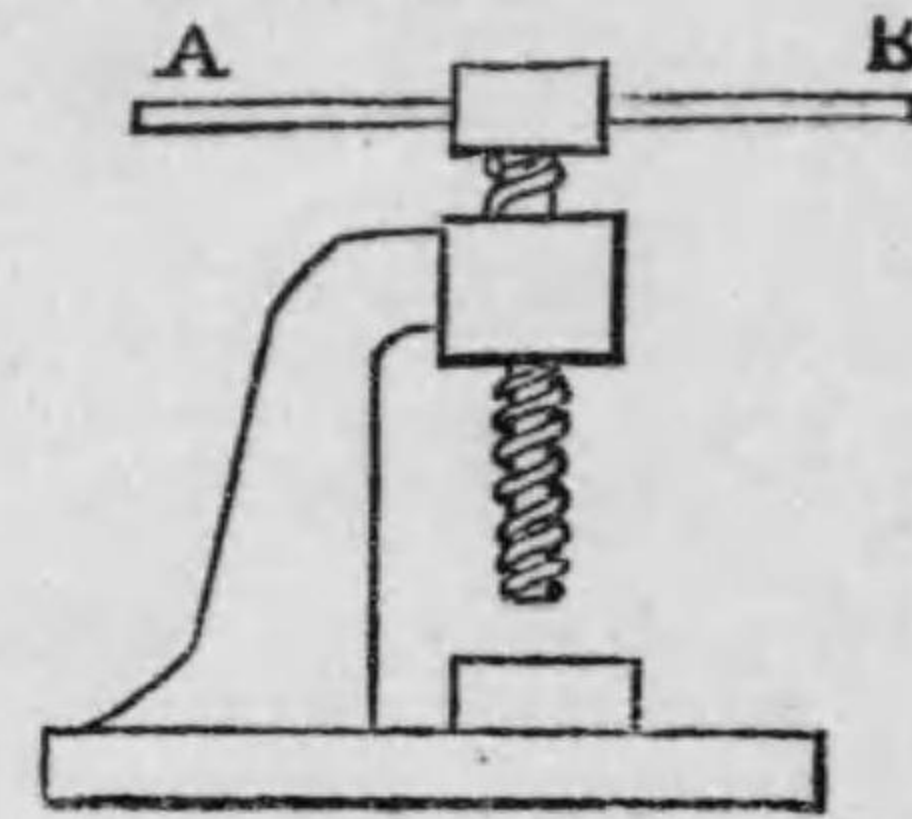
ク圓周ト、二倍ノFトノ積 $2 \times \pi \times L \times F$ ナリ。

故ニ仕事ノ原理ニヨリ

$$P \times Q = 2 \times \pi \times L \times F$$

即 $P = \frac{2 \times \pi \times L \times F}{Q}$

トナル。依テ棒ヲ長ク、歩ミヲ短クスル程力ヲ利スル事大ナリ。



例題

1. 歩ミ2寸。徑2寸ノ螺子アリ。之ニ1本ノ棒ヲ附シ。其端(螺子ノ中心ヨリ3尺ノ距離)ニ2貫ノ力ヲ作用セシムルトキ螺子ノ下端ニ及ボス壓力ハ何貫ニ等シキカ。

2. 歩ミ3分ノ螺旋壓縮器(プレスノ)射軸ノ長サ一尺ナリトス。射軸ニ5貫ノ力ヲ加フレバ幾何ノ壓力ヲ生ズルカ

3. 圓柱アリ。之ニ捻子山ノ如クニ糸ヲ狂キタルニ歩ミノ長サハ3寸ニシテ。歩ミニ對スル角度ハ30°ナリシト云フ。歩ミ五ツノ糸ノ長サ及圓柱ノ直徑ヲ求メヨ。

7. 摩擦

物體ヲ引クニ際シ。其物體ガ滑リ始ムル瞬時ニ於ケル抵抗力ヲ最大摩擦ト云フ。

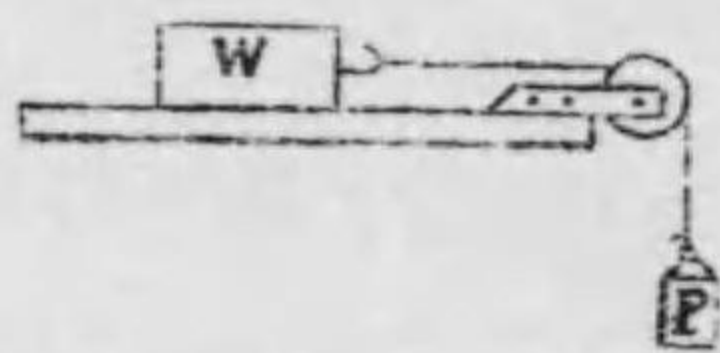
同種ノ表面ニ就テノ最大摩擦ハ

- (1) 接觸セル二面間ノ壓力ニ正比例ス。
- (2) 全壓力ガ等シケレバ、接觸面ノ廣狹ニハ關係ナシ

今Pヲ最大摩擦ノ力、Wヲ

接觸面ノ壓力トセバ摩擦係

數ハ $\frac{P}{W}$ ナリ



又物體ヲ引クニ際シ、其物體ガ現ニ滑リツツアル際ニ於ケル抵抗力ヲ動摩擦ト云フ。

故ニ 最大摩擦 > 動摩擦 ナル關係アリ。

例題

1. 水平面上ニ、12斤ノ物體アリ。此物體ニハ水平方向ナルP所ノ力働クモ、摩擦ノ爲メニ靜止ス。Pノ大サ幾所トナラバ物體ハ滑リ始メントスルカ。

但摩擦係數ハ0.14トス。

2. 15貫目ノ物體ヲ水平ナル粗面上ニ載セタルニ、兩接觸面ノ摩擦係數ハ0.5ナリ。今此物體ヲ引カンニハ幾何ノ力ヲ要スルカ。

3. 斜面上ニ80瓦ノ物體ヲ載セ、漸々其傾斜角ヲ増セシニ30度ニ達シタルトキ物體ハ滑リ始メタリ。此最大摩擦力如何。

4. 重サ100噸アル列車ヲ動カスニ800封度ニ當ル力ヲ要ス、此場合ニ於ケル摩擦係數ヲ求ム。

5. 重キ列車ヲ引クニハ、重キ機關車ヲ要スル理如何

6. 高サ3米、長サ5米ノ斜面アリ、今此斜面ニ沿フテ5 匁ノ物體ヲ引キ上ゲントスルニハ斜面ニ沿フテ幾匁ノ力ヲ要スルカ、但摩擦係數ヲ0.5トス。

7. 斜面上ニ2 匁ノ物體ヲ載セ、斜面ノ傾斜ヲ漸次増加シ30°ニ至リテ物體ハ滑リ始メタリ、物體ト斜面トノ間ノ最大摩擦力及ビ摩擦係數各如何。

8. 水平ト30°ノ角ヲナス斜面ノ上ニ5貫目ノ物體ヲ置キ、滑リ落ちザル場合如何。

9. 各種ノ制動機ノ力ヲ計算セヨ

8. 機械ノ効率

機械ニハ各部ニ摩擦アルガ爲メニ、働キノ一部則チ仕事ノ一部ハ之ガ爲メニ消費セララルモノナリ。

而シテ $\frac{\text{機械ノナス仕事ノ量}}{\text{外ヨリ之ニ施シタル仕事ノ量}}$ ヲ効率ト稱ス。

効率ハ機械ノ種類ニヨリテ異ナルベシ。

例ヘバ、挺子ハ95%乃至96%ニシテ、螺旋ト齒車トヲ組合セタルモノハ、力ヲ利益スルコト大ナルモ、其効率ハ22%乃至46%ナリ。

9. 仕事

力が或物体に働きた、之が力の方向に若干の距離を進むルトキ、又ハ物体が抵抗力に打ち勝て、其反対の方向に若干の距離を進むルトキハ、此力又ハ物体ハ、仕事を爲シタリト云フ、而シテ仕事ノ量ハ、力ト距離トノ積ニ、力ト距離トノ単位ヲ附シテ表ハス。

例一 3瓦ノ重力ガ或物体ヲ15種ダケ押し落ストキハ、3瓦ノ重力ハ其物体ニ $15 \times 3 = 45$ 瓦種ノ仕事ヲナス。

例二 真上ニ投ゲ上ゲラレタル物体ガ、5斤ノ重力ニ打ち勝テツ、6米ヲ進ミタルトキハ、其物体ハ $5 \times 6 = 30$ 斤米ノ仕事ヲナシタルナリ。

例題

1. 人力車夫ノ1時間ニナシタル仕事ヲ測レ。
2. 體重150封度ノ人が50封度ノ荷物ヲ負フテ水平面ト60°ノ角ヲナセル長サ20呎ノ梯子ヲ昇リシトキ、其人ノナシタル仕事ハ幾何ナルカ。

10. 工率 (馬力・ワット)

器械ガ或單位時間内ニ仕事ヲナス量即チ速サヲ工率ト云フ。

瓦斯、蒸氣ノ機關等ニ用ユル單位ハ馬力ニシテ、電氣

機關ニアリテハ「ワット」ヲ用ユ。而シテ

1馬力トハ每秒550呎封(毎分約4000貫尺)ノ工率ナリ。

1「ワット」トハ每秒千萬「エルグ」ノ工率ヲ云ヒ、1「エルグ」ハ1瓦種ノ工率ヲ云フ。

例題

1. 1時間ニ1000斤米ノ工率ヲ馬力ニ換算セヨ。
2. 1貫尺ヲ「エルグ」ニ換算セヨ。
3. 425斤米ヲ「エルグ」ニ換算セヨ。

第三章 流體

1. アルキメデスノ原理

液體中ニ没セル物體ハ、之ト同體積ノ液ノ重サダケ輕シ。

2. 物體ノ浮沈

物體ノ重サガ、之ト同體積ノ液ノ重サヨリ大ナルトキハ物體ハ沈ミ、等シキトキハ、物體ハ浮沈スルコトナク、液體中ノ隨所ニ留ルベシ。

又物體ノ重サガ、同體積ノ液體ヨリ輕キトキハ、物體ノ一部ハ液面ニ現ハレ、液中ニ没シタル部分ト同體積ノ液ノ重サガ、物體ノ重サニ等シクナルマデ液中ニ没スベシ。

3. 比重

種々ノ物質ノ重サヲ、其ト同體積ノ水ノ重サノ何倍若クハ何分ニ當ルカヲ示シタル數ヲ比重ト云フ。

或物質ノ比重ヲ測定スルコトハ、其物ノ純否若クハ其不純ノ程度ヲ知ルニ利用セラル。

固體ノ比重測定法

先ヅ其物ノ目方Wヲ知リ、次ニ其物ノ水中ニ於ケル目方W'ヲ知ル。即(W-W')ハ此物體ト同體積ノ水ノ目方ナリ。故ニ $\frac{W}{W-W'}$ ハ此物體ノ比重ナリ。

浮體ノ比重測定法

水ニ浮ブ物體Mニ於テハ其物ノ下部ニ、他ノ重キ物體Nヲ結ビ付ケ、而シテNノミヲ水中ニ沈メテ目方Pヲ求ムヘシ。

此際ニ於ケルMノ空氣中ノ目方ヲWトシ、Nノ水中ニテノ目方ヲXトセバ $P=W+X$ ナル關係アリ、次ニMモ亦水中ニ沈メテ目方Qヲ求ムレバ $Q=W+X-(Mニ働ク水ノ浮力)$ ナル關係ヲ生ズ、故ニ求ムル比重ハ $\frac{W}{P-Q}$ ナリ。

液體ノ測定法

比重瓶又ハ浮秤ト名ヅクル器ヲ用ヒテ測定シ得ルナリ

比重ノ表

イリヂウム.....22.4	蠟.....0.96
白金.....21.5	氷.....0.9167
金.....19.3	アルコール(15度).....0.7937
鉛.....11.3	エーテル(").....0.720
銀.....10.5	水銀.....(零度).....13.596
銅.....8.9	コルク.....0.24
真鍮.....8.1-8.6	海水.....1.02
鐵.....約7.8	石油.....0.85
亞鉛.....7.1	水銀.....13.596
硝子.....約3	空氣.....0.001293
アルミニウム.....2.7	水素.....0.0000896

例題

1. 半径24糎ノ鐵球ノ質量ハ幾瓦ナルヤ。
2. 長サ70糎直径0.8糎ノ圓筒ニ水銀幾瓦ヲ入レ得ベキカ。
3. 1立方尺ノ銅ノ重量ハ幾貫ナルカ。
但比重ヲ8.9トシテ計算セヨ。
4. 地球ノ平均半径ハ 6.37×10^8 糎ニシテ平均比重ハ5.6ナリ。其質量ハ幾瓦ナルカ。
5. 水銀中ニ沈ミ得ル金屬ノ名二三ヲ擧ゲヨ。

6. 比重 1.3ノ液2升ト，比重 1.5ノ液3升トヲ混合スルトキハ，混合液ノ比重幾何トナルヤ。
7. 體積60立方糎ノ鐵塊ヲ淡水中ニテ測ルトキ，又此ヲ海水中ニテ測ルトキ，其目方各々幾瓦ナルカ。
8. 比重 0.8重量144瓦ノ木片ニ鉛ノ錘ヲ附ケテ，全部ヲ水中ニ沈マシムルハ錘ノ重サヲ幾瓦トスベキカ。
但鉛ノ比重ヲ 11.3トス。
9. 比重 0.8重サ154瓦ノ木片ヲ全部水中ニ沈マシムルニ要スル力ヲ問フ。
10. 空氣中ニテ秤レバ58瓦，水中ニテ秤レバ46瓦ナル物體ノ體積及比重ヲ求メヨ。
11. 比重 8.4ナル固體147瓦ヲ取り，之レヲ比重 0.84ナル液體中ニ投ズル時，固體ガ排除スル液體ノ容積及重量ヲ求メヨ。
12. 100 瓦ノ物體ヲ水ヲ充シタル器中ニ投入シタルニ水ハ12立方糎ダケ流出シタリト云フ。此物體ノ比重如何
13. 縱30尺，横15尺ノ船ガ河水ニテ米ヲ積ミタル爲メニ3寸ダケ深ク沈ミタリト云フ。此米ノ重サヲ問フ。
但米1立方尺ノ重サハ7.42貫トス。
14. 重サ P 瓦ノ物體ヲ水中ニテ測リタルニ P_1 瓦トナ

- リ，次ニ他ノ液中ニテ測リタルニ P_2 瓦トナリシト云フ，此液ノ比重如何。
15. 海上ニ浮ベル氷塊アリ，其海面上ニ現ハルル部分ノ立積ハ1000立方尺ナリト云フ，氷塊ノ全立積ヲ求メヨ。
16. 11瓦ノ鉛片ニ體積幾何ノ「コルク」ヲ附着セバ浮沈セザルモノトナルベキカ。但シ鉛ノ比重ヲ 11，コルクノ比重ヲ 0.25，1瓦ヲ 3.75瓦トシテ計算セヨ。
17. 比重 0.8ノ木片ニシテ各稜ノ長サ15糎ノ立方體アリ，之ヲ水上ニ浮ベ其上ニ重サ23瓦ノ錘ヲ載スルトキハ水面ニ出デタル部分ノ高サ幾何ナルカ。
18. 比重 1.026 ナル海水中ニ木片ヲ投ジタルニ其高サノ $\frac{2}{3}$ ヲ水中ニ没シタリト云フ，木片ノ比重幾何ナルカ。
19. 比重 13.6ノ水銀 216 瓦ト同體積ノ或液 14.8瓦アリ此液ノ比重如何。
20. 鐵片アリ，之ヲ水ヲ充セル器中ニ入レタルトキ，其際溢レ出デタル水ヲ測リシニ10瓦アリタリ，更ニ之ヲ水銀中ニ入レタルニ78瓦ノ水銀ヲ排除シタリ，然ラバ鐵片ノ重サ，計積及ビ比重各々幾何。
21. 水柱30尺ノ高サノ壓力ハ幾瓦ナルカ。又此壓力ハ水銀柱幾尺ノ高サトナルカ

4. 氣體ノ重サ

丸底ノ「フラスコ」ニ少許ノ水ヲ入レテ沸騰セシメ、水蒸氣ヲ以テ空氣ヲ追ヒ出シ、フラスコ内ガ水蒸氣ノミヲ以テ充サレタキ、針金ヲ貫ケルゴム栓ヲ緊シク施シテ、之ヲ放冷スレバ、其内ノ水蒸氣ノ大部分ハ凝結シテ、フラスコ内ハ唯稀薄ナル水蒸氣ヲ以テ充タサルベシ、此時ノ重サヲ測リ、次ニ針金ヲ抜キテ、フラスコ内ニ空氣ヲ入レ、再ビ針金ヲ挿シテ、フラスコヲ秤量スレバ、前ヨリ其重サヲ増スベシ。之レフラスコ内ニ入りタル空氣ノ重サナリ。

(以上ノ實驗ニ於テ、フラスコノ冷却セルトキ、容易ニゴム栓ヲ抜キ能ハザルベシ。之レフラスコ内ニハ稀薄ナル水蒸氣ノミナルヲ以テ、壓力ハ極ク小ニシテ、唯外方ノミヨリ強キ壓力ヲ受クレバナリ。)



例題

空氣 1000 立方メートル 水銀 0.095 立方メートルノ重サ相等シト云フ、水銀ノ密度ヲ一立方糎ニ付 13.6 瓦トセバ空氣ノ密度ハ何ナルヤ。

5. 大氣ノ壓力

氣體ハ重サヲ有スルガ故ニ、大氣ノ下層ハ上層ヨリ壓力ヲ受ケ大氣ガ其中ニ存ズル物體ニ壓力ヲ及ボスコトハ恰モ液體ガ其中ニアル物體ニ壓力ヲ及ボスガ如シ。而シテ地表面ニ於ケル大氣ノ壓力ハ始メ深サ 10 米突ノ水底ニ於ケル壓力ニ等シ。

(實驗) 管ノ一端ヲ水中ニ入レテ他端ヲ吸フトキ、管中ニ水ノ昇リ來ルハ、管中ノ空氣ガ吸ヒ取ラルルタメ、大氣ノ壓力ニ水ガ壓シ上ゲラルルナリ。

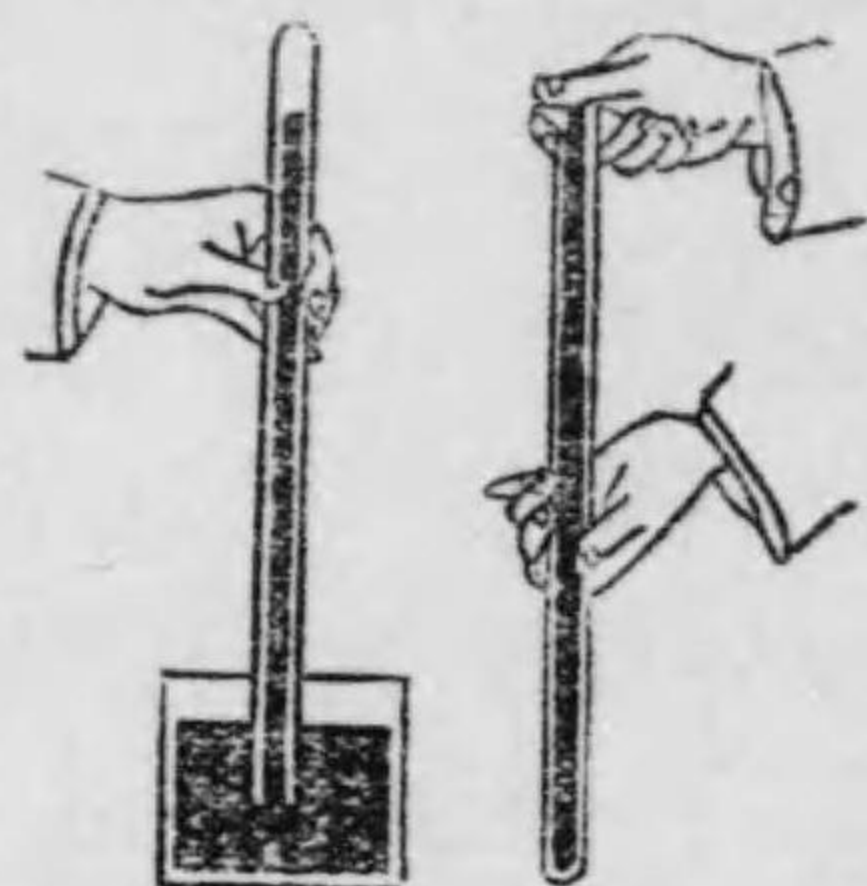
例題

1 立方尺ニ及ボス大氣ノ壓力ヲ貫ニテ示セ。

6. 大氣ノ壓力ノ強サ

長サ一尺突餘ノ一端閉チタル硝子管ニ水銀ヲ滿シ、指ニテ其口ヲ塞ギ、水銀ヲ入レタル器中ニ之ヲ倒立シ、指ヲ放テバ管中ノ水銀ハ下リテ、凡ソ 76 糎ノ高サニ至リテ止リ、管ノ上端ニハ真空ヲ生ズ(此真空ヲトリチエリーノ真空ト云フ) 斯ク水銀ガ管中ニ支ヘラルルハ、器内ノ水銀面ニ及ボス大氣ノ壓力ニ壓シ上ゲラレタル高サナレバ大氣ノ壓力ノ強サハ、76 糎ノ水銀柱ノ壓力ノ強サニ等シ

水銀ノ密度ハ 13.596 ナレバ、
 高サ 76 糎ノ水銀柱ノ壓力ノ強サ
 ハ $13.596 \times 76 = 1033.296$ 即約 103
 3.3 瓦ニシテ之ヲ一氣壓ト云フ。
 則一氣壓ハ每平方糎ニ對シ、
 凡ソ 1 糎ノ壓力ヲ及スモノナリ。



例題

1. 100 尋ノ海底ニ於ケル壓力ハ海面上ノ壓力ヨリ大ナルコト幾氣壓ナルカ。
2. 氣壓 750 托ナル時每一平方糎ニ及ボス壓力ヲ瓦ニテ算出セヨ。但水銀ノ比重ハ 13.596 トス。

7. 氣體ノ體積ト壓力トノ關係

氣體ハ壓力ヲ増セバ體積ヲ縮少シ、壓力ヲ減ズレバ之ヲ増大ス、今壓力 P_1 ノトキ、其體積ハ V_1 ナル氣體アリテ壓力ガ P_2 ニ變ジタルトキノ體積ヲ V_2 トセバ、此關係ヲ規定セル「ボイル」ノ定律ニヨリテ次ノ式ヲ得。

$$P_1 : P_2 = V_2 : V_1 \text{ 即チ } P_1 V_1 = P_2 V_2$$

依テボイルノ定律ハ次ノ如ク述ブルヲ得ベシ。

- A. 溫度一定ナレバ、氣體ノ體積ト壓力トハ反比例ス。
- B. 溫度一定ナレバ、一定量ノ氣體ノ體積ト壓力トノ相

乘積ハ一定ナリ。

圖ハ一端ニ活栓ヲ有スル刻度管 A ト硝子管 B トヲゴム管ニテ連ネタルモノナリ。

今 A 管ノ栓ヲ開キテ B 管ヨリ水銀ヲ注入シ、兩管ノ水銀面ガ同一水平面ニ達シタルトキ栓ヲ閉ヅ、此時 A 管内ノ空氣ノ體積ヲ V トシ、其壓力ヲ P トセバ壓力ト體積トノ相乘積ハ $P \cdot V$ ナリ。次ニ B 管ヲ引キ上ゲテ兩管ノ水銀面ノ差ヲ d ナラシムルトキ、A 管内ノ空氣ノ體積ガ V' トナリタリトセバ、其壓力ハ $P + d$ ナリ、故ニ此時ノ壓力ト體積トノ相乘積ハ $(P + d) V'$ ニシテ、且 $P \cdot V = (P + d) V'$ ナル關係アルベシ。



又 B 管ヲ下ゲテ、兩管ノ水銀面ノ差ヲ d' ナラシムルトキノ A 管ノ空氣ノ體積ヲ V' トセバ、其壓力ハ $(P - d')$ ニシテ、且 $P \cdot V = (P - d') V'$ ナル關係ガ成立ツベシ。

C. 氣體ノ密度ハ體積ニ反比例シ、氣體ノ體積ハ壓力ニ反比例ス、故ニ一定ノ溫度ニ於テハ氣體ノ壓力ハ密度ニ比例スベシ。

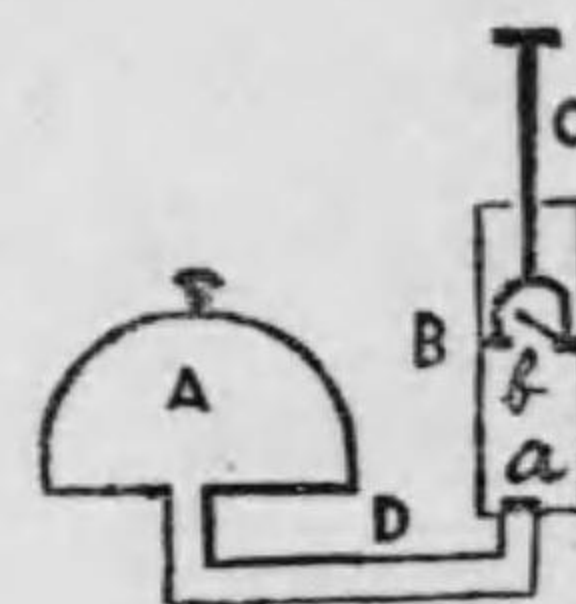
例題

1. 一氣壓ノトキ 100立ノ體積ヲ有スル空氣ハ水面下 10米ノ所ニ於テハ幾何立ノ體積トナルカ.
2. 水中5米ノ深サニ於ケル5立ノ體積ヲ有スル氣體ガ水面ニ浮ビ出デタルトキノ體積如何.
3. 自働車ノたいやガ膨ラカサレタルトキ 400立方寸ノ空氣アリトシ, 其中ノ空氣ノ壓力ガ一平方寸ニ付15貫ノ力ナリトセバ, 其中ニ入リシ空氣ハ通常空氣ノ幾何立方寸ナルカ.
4. 英國人「グレシャ」氏ハ輕氣球ニテ 10000米餘ノ高サニ達シタルガ, 其氣壓ハ僅カニ18極ナリシト云フ. 然ラバ此人ハ平地ニテ一回ニ吸ヒ込ムベキ空氣ノ量ヲ幾回ニ吸ヒ込ミシカ.
5. 壓力760托ノトキ體積立200方極ノ空氣アリ. 同溫度ニテ壓力400托ノトキノ體積ヲ求メヨ.

8. 空氣ポンプ

圖ニ於テAハ鐘, Bハ活塞Cヲ有スル圓筒. DハA及Bヲ通ズル管. a及bハ上方ニノミ開ク辨, cヲ引キ上グルトキハ辨bハ大氣ノ壓力ヲ受ケテ閉ヂ, 其圓筒内ノ壓力ハ減ズ故ニA内ノ空氣ハa辨ヲ開キテ圓筒部ニ來ル, 而シテ活塞

ヲ押し下グルトキハ. 底部ノ辨aハ閉ヂテ辨bハ其壓力ノ爲メニ開キB筒内ノ空氣ハ外部ニ流出ス, 依テ活塞ヲ反覆上下スルトキハA内ノ空氣ヲ排除スルコトヲ得.



例題

1. 空氣ポンプノ鐘内ノ體積ヲV, 活塞ノ上下スル圓筒内ノ體積ヲV', 鐘内ノ空氣ノ密度ヲD, 活塞ヲn回上下シタル後ノ鐘内ノ空氣ノ密度ヲD'トセバ
- $$D' = \left(\frac{V}{V + V'} \right)^n \times D \text{ナルコトヲ證セヨ.}$$
2. さいふをんノ曲リ目ガ水面ヨリ34尺以上ノ高サニアルトキハ, 水ハ流出セザルコトヲ證セヨ.
 3. 空氣ポンプノ活塞ヲ上下スルトキ圓筒ノ下部ニ其長サノ $\frac{2}{3}$ ヲ殘セバ其排氣ノ極限如何.

9. 吸上ポンプ

圓筒Aト其活塞B及ビ圓筒ノ下底ト活塞トニ上方ニノミ開キ得ル辨a及bアリ, 今cニヨリテBヲ引キ上グレバ大氣ノ壓力ノ爲メ辨aハ閉ヂ圓筒内ノ壓力ハ減ズ故ニ水ハ大氣ノ壓力ノ爲メニ辨bヲ開



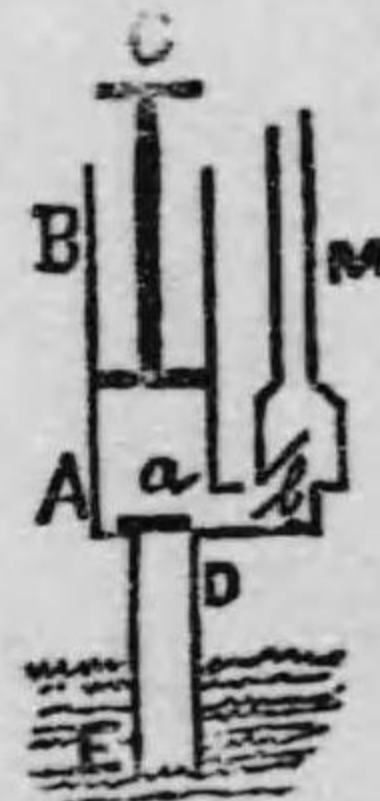
キテ管Dヨリ圓筒内ニ入ル。次ニ活塞ヲ押シ下グレバ、
 辨bハ壓力ノ爲メニ閉チ辨aハ開キテ水ハ活塞ノ上ニ出
 ズ。之レヲ反覆スルニ從テ水ハ圓筒Aノ口ヨリ流出ス、

例題

壓力76糎ノトキ1.7ノ比重ヲ有スル液ヲ吸上ポンプニ
 テ幾何ノ高サニ揚ゲ得ルヤ。

10. 押揚ゲポンプ

圓筒A, 其活塞Bト其圓筒ノ下部ノ側壁ヨリ支管ヲ出
 シ。而シテ圓筒ノ底部ト支管Mノ底部ニ辨a及bアリテ、
 上方ニノミ開ク、今cニヨリテ活塞Bヲ引キ上グレバ、大
 氣ノ壓力ノ爲メ辨aハ開キbハ閉チ、水ハ管Dヨリ圓筒内
 ニ入ル。次ニ活塞ヲ押シ下グレバ、辨aハ
 閉チ、圓筒内ノ水ハ辨bヲ開キテ支管M内
 ニ押上ゲラル。之ヲ上下反覆スルトキハ、
 cニ作用スル力ニヨリテ支管ヨリ高ク押シ
 出サル。大氣ノ壓力ハ水柱ノ10.33米=34
 尺ニ等シキヲ以テ水面Eヨリaマテ34尺以
 内ナラバ圓筒内ニ昇ル。若シ34尺以上ニ達スレバ水ハ昇
 ラズ。



雜題

1. 輕氣球ノ袋ガ絹布張リノ球ニシテ、空虛ノ時ノ重
 サ62.5斤アリ、今之ニ比重(空氣ニ對シ) $\frac{1}{13}$ ナル不純水
 素ヲ充タストキ、此輕氣球ハ幾何ノ重サヲ揚ゲ得ルカ。
 但絹布一平方米ノ重サヲ0.25斤トシ、空氣1立方米ノ重
 サヲ1.29斤トス。
2. 輕氣球ノ袋ニ水素瓦斯ヲ充タシテ、直徑10米ノ球
 トナストキハ幾斤ノ重サヲ揚ゲ得ルカ。
 但シ袋ノ重サハ1平方米ニ付キ250瓦、空氣ノ重サハ1
 立方糎ニ付キ0.0013瓦、空氣ハ水素ノ重サノ13倍トス。
3. 500噸ノ水ヲ20呎ノ高サニアル水桶ニ汲ミ上ゲタ
 リ。其仕事ハ幾呎封度ナルカ。此仕事ヲナスニ5時間ヲ
 要シタリ。其工率(工程)幾馬力ナルカ。小數二位迄算出
 セヨ。但1馬力ハ每秒550呎封度トス。
4. 水車アリ1分毎ニ1000立方尺ノ水重ガ通過スルト
 キ、此水車ノ出シ得ベキ馬力幾何。但水一立方尺=7.48
 貫、1馬力=毎分4000貫尺トス。

第四編

熱

第一章 熱

1. 熱量

熱量ノ多少ヲ示スニ用フル單位ハ、水ノ1瓦ヲ溫度一度ダケ上昇セシムルニ要スル熱量ニシテ、之ヲ「カロリー」ト云フ。m瓦ノ水ヲt度昇ラシムルニハ $m \times t$ カロリーノ熱ヲ要スルナリ。

カロリーノ單位ガ小ニ過ギテ不便ナル時ニハ其千倍ヲ單位ニ取リテ之ヲ大カロリート呼ブ。

2. 比熱

或物質ノ1瓦ヲ1度ダケ溫度ヲ昇ラシムルニ要スル熱量ヲ、其物質ノ比熱ト云フ。

或物質ノ比熱ト其質量トノ積ヲ其熱容量ト云フ。

温マルニ要スル熱量及冷ユルニ出ス熱量ハ熱容重ニ比例ス。

湯タンポノ効力ノ大ナルハ水ノ比熱ノ大ナルニ依ル。

例 題

1. 鐵ノ溫度ヲ100度上昇セシムルニ要シタル熱度ヲ

以テ之ト同量ノ鉛ト水トハ各々幾度上昇セシメ得ルカ。

2. 90°ニ熱シタル銀塊150瓦アリ。之ヲ20°ノ水中ニ入レテ30°ノ溫度ニナサントス。幾瓦ノ水ヲ要スルカ。但シ溫度ハ攝氏トシ、銀ノ比熱ヲ0.057トス。

3. 銅250瓦、鐵550瓦トヲ混合シタル合金ヲ15°ヨリ35°迄溫度ヲ昇スニ幾何ノ熱量ヲ要スルカ。但比熱ハ銅0.093鐵0.11トス。

4. 0°ノ水330瓦中ニ或溫度ノ鐵塊15瓦ヲ入レタルニ兩者ノ溫度1°トナリタリト云フ。鐵ノ最初ノ溫度ヲ問フ。

5. 或容積ノ水銀ノ溫度ヲ1度上昇セシムルニ要スル熱量ト、同容積ノ水ノ溫度ヲ1度上昇セシムルニ要スル熱量トヲ比較セヨ。但水銀ノ密度ハ13.6、比熱ハ0.033トス。

3. 比熱ノ測定

物體ノ比熱ヲ測定スルニハ、其質量ヲ計リテ之ヲ或溫度ニ高メ、質量及溫度ノ知レタル冷水中ニ投ジ、物體ト水トガ同溫度トナリタル後、又其溫度ヲ計ルヘシ。

今其算出法ヲ示セバ次ノ如シ。

$$\text{比熱} = \frac{\text{水 量} \times (\text{物體ト水ト混合後ノ溫度} - \text{冷水ノ溫度})}{\text{物體量} \times (\text{物體ノ溫度ヲ高メタル時ノ溫度} - \text{混合後ノ溫度})}$$

比熱ノ表 (單位カロリー)

アルミニウム	..... 0.214	水	..... 1.000
鐵	..... 0.114	氷, 石油	..... 0.497
銅	..... 0.094	空氣	..... 0.24 (定壓)
鉛	..... 0.031	水蒸氣	..... 0.48 (同上)
金, 白金	..... 0.032	亞鉛, 眞鍮	..... 0.96
銀	..... 0.057	酒精	..... 0.55
硝子	..... 0.19餘	ニッケル	..... 0.1
水銀	..... 0.033	錫	..... 0.05
アルコール	..... 0.602	エーテル	..... 0.547

例題

1. 温度 75°ノ鐵 10 瓦ヲ, 温度 6°ノ水銀 80 瓦中ニ投入スルトキハ, 兩者ノ温度幾度トナルカ. 但シ鐵及ビ水銀ノ比熱ヲ夫々 0.11 及ビ 0.033 ナリトス.
2. 甲乙二物質ノ比熱ハ夫々 0.09, ト 0.21ニシテ其密度ノ比ハ 3:2ナリト云フ. 甲乙同容積ヲ等シキ温度ダケ上昇セシムルニ要スル熱量ノ比如何.
3. 温度華氏 122°ノ或金屬 1350 瓦ヲ温度攝氏 0°ノ水 540 立方糎ト混合セシニ混合後ノ温度攝氏 10トナリタリト云フ. 其金屬ノ比熱ヲ問フ.
4. 温度 98°, 質量 20 瓦ノ銅塊ヲ温度 5°, 質量 50 瓦ノ

水ノ中ニ投シタルニ水ノ温度 3° 昇リタリト云フ. 銅ノ比熱如何.

4. 熱ノ傳導

同一物體中ノ温度ヲ異ニスル二部分ノ間, 若シクハ温度ヲ異ニシテ互ニ接觸セルニ物體ノ間ニ熱ガ移ルコトヲ熱ノ傳導ト云フ.

傳導ノ良否ハ, 物質ニヨリテ大差アリ. 良ク熱ヲ導クモノヲ稱シテ熱ノ良導體ト云ヒ, 然ラザルモノヲ熱ノ不良導體ト云フ. 金屬ハ一般ニ熱ノ良導體ナレドモ其中ニモ優劣アリ. 木材, 毛, 絹, コルク, 綿, 氣體, 液體等ハ不良導體ナリ.

熱ノ傳導ノ良否ノ割合ヲ數字ニテ示セバ次ノ如シ.

熱ノ傳導ノ割合

銀	..... 100	水	..... 0.13
銅	..... 89.1	硝子	..... 0.046—0.063
亞鉛	..... 27.5	絹	..... 0.018
鐵	..... 13.7—17.4	コルク	..... 0.011
眞鍮	..... 13.7—27.5	空氣	..... 0.005
洋銀	..... 6.4— 9.2		

5. 輻射

太陽ノ熱ガ地球ニ達スルガ如ク、其中間ノ物質ノ仲介ヲ受クルコトナシニ、熱ガ他ニ移ル作用ヲ輻射ト云フ。輻射熱ハ光ト同様ニ直進スルヲ以テ、之ヲ通サヌ物體ノ後方ニハ影ヲ投ズ。日蔭ノ涼シキハ之ガ爲ナリ。

輻射熱ガーツノ物體ニ當レバ、其物質ニヨリテ、A. 之ヲ通過スルカ。B. 其ノ面ヨリ反射スルカ。C. 其物體ニ吸収セラレテ之ヲ温ムルカ スルモノナリ。

第二章 熱ノ作用

1. 固體ノ膨脹

溫度一度ノ變化ニヨリテ、或固體ノ長サヲ増減スル量ヲ元ノ長サニテ割リタル商ヲ、其固體ノ線膨脹係數ト云ヒ、之ヲ體積ニ就キテ得タル結果ヲ、其固體ノ體膨脹係數ト云フ。

或固體ノ線膨脹係數ヲ a トセバ、其零度ノ時ノ長サ L_0 ト t_1 度及 t_2 度ノ長サ L_1 、 L_2 トノ關係ハ次ノ如シ。

$$L_1 = L_0(1 + at_1) \dots\dots\dots(1)$$

$$L_2 = L_1\{1 + a(t_2 - t_1)\} \dots\dots\dots(2)$$

a ノ値ハ略ボ次表ノ如シ。

線膨脹係數

アルミニウム	0.000023	白金	0.000009
亞鉛	0.000029	ガラス	0.000009
真鍮	0.000019	鉛	0.000030
銀	0.000019	銅	0.000017
鐵	0.000012	金	0.000015

體膨脹係數ハ線膨脹係數ノ三倍ニ當ル。立方體ニ就テ之ヲ試ミルニ、零度ニ於テ一邊ノ長サ L_0 ナルモノハ t 度ニ於テ $L_0(1+at)$ トナリ、其立積ハ、

$$L_0^3(1+at)^3 = L_0^3(1 + 3at + 3a^2t^2 + a^3t^3)$$

ナリ。 a ノ二乗及三乗ノ項ヲ度外視スレバ、求ムル立積ハ $L_0^3(1+3at)$ トナル。即體膨脹係數ヲ B ニシテ表セバ

$$B = 3a \text{ ナリ。}$$

例題

1. 0° ノトキ長サ5尺、幅3尺ノ鐵板ハ溫度 40° トナラバ其面積ハ幾平方尺トナルベキカ。

2. 攝氏 0° ノ溫度ニ於テ比重7.82ナル鐵アリ。此鐵ノ膨脹係數ヲ0.0000123ナリトセバ 200° ノ溫度ノトキニ於テハ比重幾何トナルカ。

3. 90度ニ熱シタル銀塊 150 瓦アリ之ヲ20度ノ水中ニ入レテ30度ノ温度ニナサントス幾瓦ノ水ヲ要スルカ、但シ銀ノ比熱ヲ 0.057 トス.

4. 鐵ニテ造リタル一升樽ハ零下 5 度ノ温度ノトキト 35°ノトキト其容積ノ差如何.

5. 15°ノ温度ノ時ノ長サ 11 碼ノ鐵棒アリ. 0°ノ温度ニ於ケル長サ如何.

6. 長サ 5 米ノ鐵棒 AB ト亞鉛棒 CD トヲ並置シ、鐵棒ノ A 端ト亞鉛棒ノ C 端トヲ一所ニ固定シ、之レヲ 15°ヨリ 30°迄熱スルトキハ鐵棒ノ B 端ト亞鉛棒ノ D 端トノ距離幾何トナルカ.

7. 東京新橋ヨリ神戸三ノ宮ニ至ル鐵道ノ長サ約 375 哩ナリ. 夏期最高温度ト冬期最低温度トノ差ヲ攝氏 100 度トスレバ幾何ノ差ヲ生ズルコト、ナルカ.

8. 0°ニ於テ直径 6.01 糎ノ鐵球ヲ内部ノ直径 6 糎ノ銅ノ圓環ノ上ニ載セ置カバ、兩者ノ温度攝氏幾度トナラバ鐵球ハ銅環ヲ通過シ得ルカ.

2. 液體ノ膨脹

液體ノ膨脹係數ハ一般ニ温度ノ高マルニ從ヒテ其値ヲ増スモノナレドモ、殊ニ水ハ不規則ナル體積變化ヲ爲ス.

例ヘバ四度以下ニ於テハ温度ニ反比例シ、四度以上例ヘバ 99 度ヨリ 100 度ニナル時ノ膨脹係數ハ 9 度ヨリ 10 度ニナル時ノ膨脹係數ノ約十倍ナリ. 故ニ固體ノ場合トハ異ナリテ、一般ニ通ズベキ膨脹係數ヲ示スコトハ殆ンド無意義ノコトナリ.

水ノ體積

(種々ノ温度ニ於テ)

液體ノ膨脹

(下ニ示セル丈ケノ温度ノ上昇ニ就キ)

0度.....1.00012	水.....0.043	0-100度
4度.....1.00000	オリーブ油...0.080	0-100度
10度.....1.00025	石油.....0.100	0-100度
20度.....1.00169	アルコール...0.097	0-80度
30度.....1.00419	エーテル.....0.054	0-33度
50度.....1.01189	水銀.....0.018	0-100度
100度.....1.04311		

例題

1. 攝氏四度ノ水 1 立方センチ米ノ重量ハ一瓦アリトス. 然ルトキハ攝氏 90 度ニ於ケル水 340 立方センチメートルノ重量ヲ問フ.

2. 攝氏 4°ノ水 50 立ノ質量ハ幾何ナルカ.

3. 水ハ攝氏4度ニ於テ密度1ニシテ0度ニテハ0.99987ナリ。然ラバ0度ニテ1瓦ノ水ノ體積ハ幾何ナルカ。

3. 氣體ノ膨脹

氣體ハ固體、液體ニ比スレバ著シク膨脹シ易シ。定壓力ノ下ニ膨脹スル氣體ニ就キゲールサツク氏ガ實驗上ヨリ發見セシ次ノ定律アリ。

凡テ定壓力ノ氣體ハ、溫度一度昇ル毎ニ、其零度ニ於ケル體積ノ273分ノ1ツツ膨脹ス。

例 題

1. 空氣ニ3000氣壓ノ壓力ヲ加ヘテ其密度ヲ水ト等シカラシムルモ液化セザル理如何。
2. 8疊間(高サ一間半)ノ空氣溫度ヲ20度高メンニハ幾何量ノ熱量ヲ要スルカ。但シ空氣ノ壓力ハ不變ニシテ其一立ノ平均質量1.29瓦トシ、比熱ヲ0.2375トス。

4 氣體ノ體積ト溫度ト壓力トノ關係

溫度 0° 、壓力一氣壓ノ氣體ノ體積ヲ V トシ、其壓力ヲ一定ニシテ溫度ヲ t° ニ變ズレハ、其體積ハ $V \cdot (1 + \frac{t}{273})$ ナリ。

今溫度ハ元ノ儘ニシテ、壓力ガ p 耗トナリタリトセバ、其體積 v ハ $pv = 760v_0(1 + \frac{t}{273})$ ナリ。

此式ニヨリ、

(A) 標準溫度(0°)、標準壓力(760耗)ニ於ケル氣體ノ體積ヲ知リテ、他ノ溫度、他ノ壓力ニ於ケル體積ヲ算出スルコトヲ得ベシ。

(B) Aト反對ニ、與ヘラレタル溫度ト壓力トヲ有スル氣體ノ體積ヲ知レバ、之ヲ標準狀態ニ於ケル體積ニ換算スルコトヲ得ベシ。

例 題

1. 溫度 0° 、壓力76耗ノ空氣1立ノ重サ1.293瓦ナリ。溫度10壓力73耗ノトキ500立方耗ノ重サ幾何ナルカ。
2. 溫度 0° 、壓力3氣壓ノトキ1000立ノ容積ヲ有スル炭酸瓦斯ノ質量ハ幾瓦ナルカ。
3. 溫度攝氏23度壓力700耗ニ於ケル空氣2立ヲ壓力760耗1800立方耗トナサンニハ、其溫度ヲ幾度ニスベキカ。
4. 定壓ヲ受クル 0° ノ空氣ヲ $\frac{1}{2}$ ノ體積トナスニハ、之レヲ何度迄冷却スベキカ。
5. 溫度 0° 、壓力760耗ノトキ若干立ノ瓦斯アリ。今其

温度ヲ18度ニ高メ、而シテ其體積ヲ不變ナラシメントス。壓力ヲ幾何ニスベキカ。

6. 温度0°一氣壓ニ於ケル水素1立ノ重サハ0.0896瓦ナリ。温度75度一氣壓ニ於ケル2.5立ノ水素ノ重サハ幾何ナルカ。

7. 空氣ハ攝氏0°ニシテ一氣壓ノトキ、一立ノ質量ハ1.2932瓦ナリ。同温度ニテ500耗ノトキ一立ノ質量如何又一氣壓ニテ30°ノトキハ如何。

8. 攝氏0°ニ於テ1000立ノ體積ヲ有スル氣體ガ一定ノ壓力ヲ受ケテ攝氏200度ニ上昇シタルトキハ體積幾立トナルカ。

9. 壓力760耗、體積1000立方糎ノ空氣ハ何度ノ温度ニ於テ1瓦ノ質量トナルカ。但空氣ハ0°一氣壓ニ於テ0.0012932瓦ノ密度ヲ有スルモノトス。

5. 融解及融解熱

固體ガ熱ノ爲メニ液體トナルコトヲ融解ト云フ。又固體ガ熱ヲ得テ融解シ始ムル時ノ温度ハ、各物質ニ就キテ夫々一定ナリ。此ノ温度ヲ融解點ト云フ。

融解點ニアル物質1瓦ヲ、温度ヲ高ムルコトナク、固體ヨリ液體ニ變ズルニ要スル熱量ヲ、其物質ノ融解熱ト

云フ。二、三ノ物質ノ融解點及ビ融解熱ノ熱量ヲ擧グレバ左ノ如シ。

融解點及ビ融解熱

	融解點	融解熱
イリヂウム	2330度	—
白金	1775度	27. (カロリー)
銅	1083度	—
金	1062度	—
銀	961度	21.
亞鉛	415度	28.
鉛	328度	6.
錫	230度	13.
氷	0度	80.
水銀	零下39度	2.8

例題

1. 0°ノ氷100瓦ヲ15°ノ水240瓦中ニ投入スルトキハ其結果如何。

2. 100立方尺ノ氷ガ水ニ融解シタル體積幾何ナルカ但氷ノ比重ハ0.92ナリ。

3. 温度0°ノ大ナル氷塊ノ凹處ニ80度ノ水200立方

糖ヲ注入スレバ幾何ノ氷ヲ融解シ得ルカ。

4. 0°ノ氷500瓦ヲ融解シテ30°ノ水トナスニ要スル熱量ヲ問フ。

5. 0°ノ氷20瓦ヲ50°ノ水110瓦中ニ入レタルニ氷ハ全ク融解シテ温度30°トナレリト云フ。氷ノ融解潜熱幾何ナルカ。

6. 攝氏0°ノ氷100瓦ト0°ノ水100瓦トノ混合物アリ、之ヲ熱シテ温度30°トナラシムルニハ幾何ノ熱量ヲ要スルカ。

7. 攝氏100度、比熱0.09ナル洋銀80瓦ヲ零度ノ氷塊中ニ穿テタル孔ノ中ニ入ルルトキハ幾瓦ノ氷ヲ融解スルカ。

8. 銅100瓦ノ温度ヲ攝氏50度ダケ上昇セシメ得ル熱ニテ0度ノ氷何瓦ヲ融解シ得ルカ。

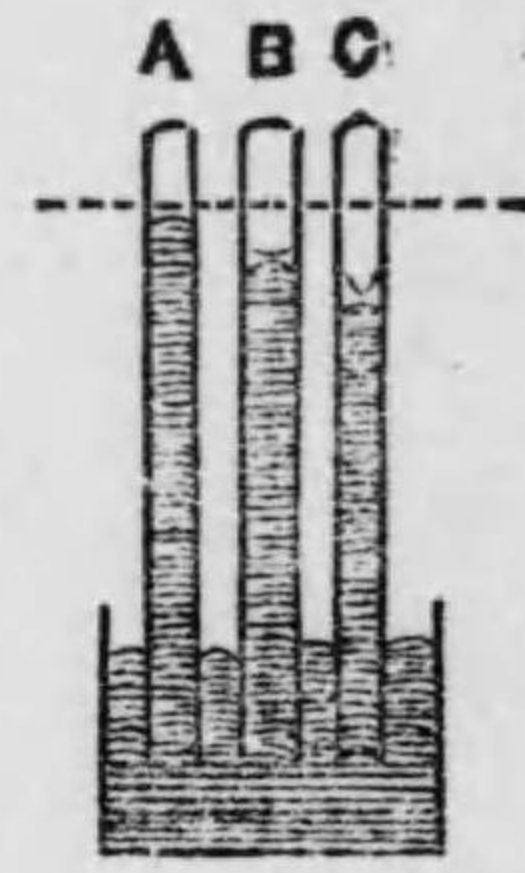
6. 蒸發(氣化)

液體ガ氣體ニナルコトヲ蒸發又ハ氣化ト云ヒ、生ジタル氣體ヲ蒸氣ト云フ。

今水銀槽中ニA, B, Cナル硝子管ヲ立テ、各々其上端ニトリチユリーノ真空(三編三章六節大氣ノ壓力ノ強サ參照)ヲ作り其B管ニハ水、C管ニハ酒精ヲ各少量宛送

入スルニB, C兩管ノ水銀頭ハ降リテ温度20度ニ於テハA管ニ比シ低キコトB管ハ17耗, C管ハ44耗トナルベシ。

此降下ハ水銀頭上ニ少量ノ液體ガ殘レルガ爲メニアラズシテ、真空中ニ發生シタル蒸氣ノ壓力ニヨリ、温度一定セル間ハ水銀柱ノ高サニ變化ナク、殘存セル液量ニ増減ナシ。



試ミニ此二管ヲ傾ケテ、蒸氣ノ占ムル場所ヲ減ジテモ、水銀柱ノ高サニ變リナク、過量ノ蒸氣ハ化シテ液體トナル斯ノ如ク一定温度ノトキ、一定ノ場所ニハ、充タシ得ル蒸氣ノ量即チ壓力ニ最大ノ極限アリ、此極限ヲ其液體ノ最大張力ト云ヒ、斯カル状態ノ蒸氣ヲ飽和蒸氣ト云ヒ、壓力ヲ飽和壓力ト云フ。

飽和壓力ハ温度ト共ニ上昇スルモノナリ。今二三ノ液體ニ付飽和壓力即チ最大張力ヲ表ニテ示セバ次ノ如シ。

最大張力ノ表

温度	アルコール	エーテル	水
0(度)	12.24(耗)	184.39(耗)	4.58(耗)
10	23.77	286.83	9.18

20	44.00	432.78	17.41
30	78.06	634.80	31.56
40	133.42	—	54.97
50	219.82	—	92.17
60	350.2	—	149.21
70	540.9	—	233.79
80	—	—	355.47
90	—	—	525.00
100	—	—	760.00
120			2 氣壓
144			4 氣壓

7. 沸騰

液體ヲ熱スレバ、溫度ノ昇ルト共ニ其表面ヨリ蒸發量愈々増シ、一定溫度ニ達スレバ、遂ニハ器底ニ接シタル所ヨリモ亦盛ニ蒸氣ヲ發生スルニ至ル。此現象ヲ沸騰ト云ヒ。此溫度ヲ沸騰點ト云フ。

沸騰ハ蒸氣ノ飽和壓力ガ液面ニ加ハル外壓ニ等シキトキニ起ルモノナリ。而シテ水蒸氣ハ100度ニ於テ76種ノ最大張力アリ。故ニ水ハ一氣壓ノトキニ100度ニ於テ沸

騰スベシ。

今二三ノ物質ノ一氣壓ノ下ニ於テノ沸騰點ハ次表ノ如シ。

液體ノ沸騰點

無水炭酸	零下 78度	醋酸	118度
アンモニヤ	同 38"	石炭酸	186"
エーテル	35"	水銀	357"
アルコール	78"	硫黃	447"
揮發油	80"	亞鉛	1040"
水	100"		

8. 氣化熱

液體ハ、沸騰ヲ始メテヨリ後ハ、如何ニ火力ヲ加フルトモ、毫モ溫度ハ昇ラズ。之レ全ク液體ヲ氣化スルガ爲ニノミ費セバナリ。或液體ノ1瓦ヲ氣化スルニ要スル熱量ヲ其物體ノ氣化熱ト云フ。

氣化熱ノ表

(沸騰點ニ於テ) (單位カロリー)

水	536.	液狀アンモニヤ	297.
アルコール	202.	酒精	210.
エーテル	91.	水銀	62.

9. 液 化

氣體ヲ適度ニ冷却スルカ、又ハ壓力ヲ加フルトキハ液化ス。

例ヘバ水蒸氣ハ加フル壓力ニ比例シテ密度ヲ増シ。尙壓力ヲ増ストキハ遂ニ飽和蒸氣トナリテ、水蒸氣ノ一部ハ液化スベシ。

又壓力ヲ加フル代リニ、或溫度ニ冷却スルトキハ其密度ガ其溫度ニ對スル最大密度トナルニ至リテ飽和蒸氣トナリ、更ニ冷却スレバ、水蒸氣ノ一部ハ又液化シ始ムベシ。

一般ニ氣體ヲ液化セシムルニハ、其溫度ヲ下ゲ、之ニ壓力ヲ加ヘザルベカラズ。然レドモ如何程強キ壓力ヲ加フルモ、或定溫度以上ニ於テハ決シテ液化セザルナリ。此ノ溫度ヲ臨界溫度ト云ヒ、臨界溫度ニ於テ液化セシムルニ要スル壓力ヲ臨界壓力ト云フ。各氣體ノ臨界溫度及臨界壓力ハ左ノ如シ。

物質	臨界溫度	臨界壓力
水	365°	196氣壓
アムモニヤ	130°	114 "
炭酸ガス	32°	75 "

酸素	-118°	50氣壓
空氣	-140°	39 "
窒素	-146°	33 "
水素	-234°	20 "

例 題

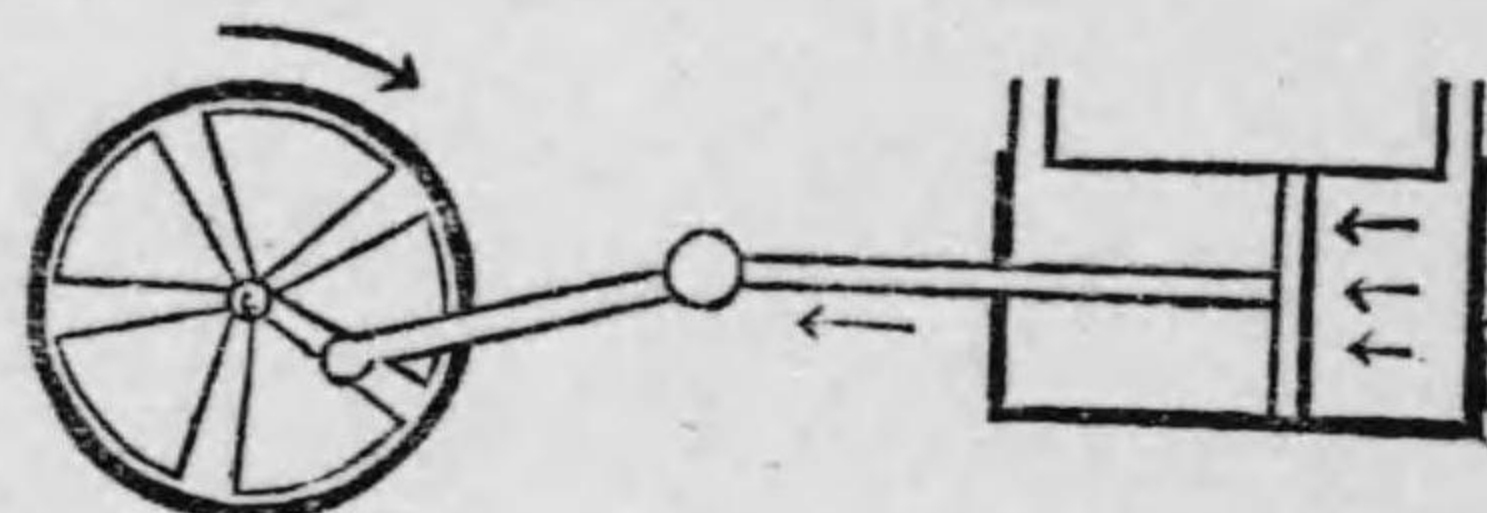
- 20度一升ノ水(約800瓦)ニ100度ノ水蒸氣ヲ通シテ100度ノ湯ニセントス。液ノ量ハ幾何増スベキカ。
- 水槽中ニ重量2400斤、溫度15°ノ水アリ。100°ノ水蒸氣幾斤ヲ注入セバ、水ノ溫度40度トナルヤ。但100°ノ水蒸氣1斤ノ潜熱ヲ536斤カロリートス。
- 攝氏0°ノ水100瓦ト、0°ノ氷75瓦トヨリナレル混合物ニ攝氏100°ノ水蒸氣幾瓦ヲ加フレバ攝氏30度ノ水ヲ得ベキカ。但水ノ氣化熱ハ536カロリーニシテ氷ノ融解熱ハ80カロリートス。
- 攝氏100度ノ水蒸氣5瓦ヲ20度ノ水500瓦ノ中ニ入レシニ其溫度26度トナレリ。水ノ氣化熱ヲ求メヨ。
- 攝氏0°ノ氷89瓦ヲ100度ノ水蒸氣45瓦中ニ投ズルトキハ其結果如何。
- 100度ノ水蒸氣2.5瓦ヲ10度ノ水1000瓦中ニ入ルレバ、水ノ溫度幾何トナルカ。

7. 1 疋ノ水ハ温度 20 度ニ於テ幾立方尺ノ場所ヲ飽和シ得ルカ。

第三章 機關熱

1. 蒸氣機關

水蒸氣ノ張力ハ温度ノ上昇ニ隨ヒテ増スモノニシテ、例ヘバ温度 170 度ニ達スルトキハ、壓力ハ約 8 氣壓トナル。即一平方寸ヲ押スカハ凡ソ 20 貫ニ達ス。故ニ斯カル水蒸氣ヲ圓筒内ニ導クトキハ、活栓ヲ押し出スカハ、活栓ノ面積ニ比例シテ其力ヲ増スモノナリ。



例 題

- 10 馬力ノ蒸氣機關ニテハ 1 秒間ニ幾立方尺ノ水ヲ 10 呎ダケ揚ゲ得ルカ。
- 通常ノ機關車ノ有効率ハ $\frac{6}{100}$ ナリ。毎時 1 噸ノ石炭ヲ消費スル蒸氣機關ハ幾馬力ヲ生ズルヤ。
但 1 瓦ノ石炭ハ 8000 カロリーノ熱ヲ生ジ、1 噸ハ 1016 疋ナリ。

2. 熱ノ仕事當量

器械ガ摩擦ノ爲メニ運轉ヲ遅クスルトキハ、其部分ニ熱ヲ生ズ。之レ機械ノ働キガ熱ニ變遷シタルタメナリ。上ノ反對ニ熱ガ機械ノ働キニ變遷スル例ハ蒸氣機關、瓦斯機關等ノ熱機關ナリ。是ニ於テ幾許量ノ機械的働キガ幾許量ノ熱ニ相當スベキカノ問題ヲ生ズ。ジュール氏ノ實驗ニヨレバ 427 疋米 (4.19×10^7 エルグ) ノ仕事ガ丁度一大カロリーノ熱ニ相當スルコトヲ發見セリ。

又ヒルン氏ガ直接蒸氣機關ニ就キテノ實驗ニヨレバ、蒸氣ガ活栓ヲ押し動かサヌ以前ニ於テ有スル熱量ト、之ヲ動かシタル後ニ於テ有スル熱量ヲ比スレバ、中途ニ於テ輻射其他ノ原因ニ依リテ失フ所ノ熱量ヲ計算ニ入レテモ、前者ハ後者ヨリ大ナリ。其差ハ、蒸氣ガ活栓ニ向テ爲ス仕事ノ大ナル程大ニシテ、426 疋米ノ仕事ガ丁度此差ノ一大カロリーニ當ルト云フ。

例 題

40000 馬力ノ蒸氣機關ヲ有スル汽船ガ毎時 24 哩ノ速度ニテ馳スルト云フ。然ラバ此汽船ノ水ヲ押スカハ幾何ナルカ？

3. 熱機關ノ有効率

1 カロリーノ熱ハ、約四百三十瓦米ノ仕事ヲ爲シ得レドモ、現時ノ蒸氣機械ハ、燃料ノ燃燒ノ爲ニ生ジタル熱量ノ内、百分ノ九十四乃至九十五ヲ、外ニ發散スルヲ以テ、有効ニ使用セラルルハ、僅カニ百分ノ五乃至六ニ過ギズ。全熱量ニ對シ、有効ニ使用セラルル熱量ノ割合ヲ、其機關ノ有効率ト云フ。瓦斯機關ノ有効率ハ、蒸氣機關ヨリハ大ナレドモ、百分ノ十五以上ニ達スル能ハズ。

例 題

15 分間ニ 2500 疋カロリーツ、ノ熱量ヲ蒸氣機關ニ供給シツ、アリ。今此熱量ノ $\frac{1}{20}$ ガ仕事ニ變ズルモノトスレバ此機關ノ工率ハ幾馬力ナルカ。但熱ノ仕事當量ハ 1 疋カロリーニ 3100 呎封度、1 馬力ニ 550 呎封度毎秒トス。

最新工業算術

解 義

第二編 物 性

質 量

圖 1 升ノ容積ハ $49 \times 49 \times 27 = 64827$ 立方分

1 瓦ノ水ノ容積ハ $3.3^3 = 35.937$ 立方分

故ニ 1 升ハ $\frac{64827}{35.937} = 1804.6$ 瓦 又 1 瓦 = $\frac{4}{15}$ 匁

故ニ 1 升ハ $\frac{64827}{35.937} \times \frac{4}{15} = \text{約} 482$ 匁

彈 性

圖 ふつくノ注則ニヨリ彈性ノ際限以内ニ於ケル彈性體ノ變化ハ之レニ作用スル力ニ比例ス。故ニ 100 匁ノ物體ヲ吊シタル時ノ伸長ヲ x 寸トセバ $(150 - 100) : 100 = (16 - 14) : x$ 、
故ニ $x = 4$ 寸 依ツテ物體ヲ吊サバルキノ長サハ $14 - 4 = 10$ 寸 = 1 尺ナリ。

擴 散. 滲 透

1. 圖 二液ノ接觸面が大ナレバナリ。

2. 圖 植物ハ空氣中ニ擴散スル炭酸瓦斯ヲ吸收シテ、醱菜ヲ空氣中ニ擴散セシメ、又動物ハ空氣中ヨリ酸素ヲ吸收シテ、炭酸瓦斯ヲ空氣

中ニ擴散ス。斯ク動物ト植物トハ瓦斯ノ擴散ニヨリテ互ニ其發生スル瓦斯ヲ交換ス。

吸 收

罎ハ燒炭ノ熱ノ爲メニ熔ケテ液體ニ化シ、其ノ液體ハ毛管現象ニヨリテ吸取紙ニ吸收セラルレバナリ。

第三編 力 學

第一章 固體ノ釣合

作用及反作用

- 1. 片足ヲ引キ上ゲントスルトキハ此ノ反作用ハ他ノ足ヲ下方ニ引キ下ケルニ等シ：故ニ益々深ク入ルナリ。
- 2. 人が歩行セントスルトキ人が地面ヲ後ニ押ス作用ヲナシ、其ノ反作用トシテ地面ハ人ヲ前方ニ押ス：故ニ人ハ前進スルナリ。
- 3. 作用ト反作用トハ全ク相等シク、且ツ其ノ方向反對ナルヲ以テ、他ヨリ力ノ作用ヲ受ケザルニ等シ、故ニ船ハ押サレズ。

力ノ合成

- 1. 合力ノ法則ニヨリ、合力ノ大サハ二邊ヲ二力ニテ表ハセル直角三角形ノ斜邊ニ等シ、故ニ $\sqrt{P^2+Q^2}$ トナル。
- 2. $P = \frac{Q}{\sin b} \times \sin a, Q = \frac{P}{\sin a} \times \sin b$
 $\sin a = \frac{P}{Q} \times \sin b, \sin b = \frac{Q}{P} \times \sin a$
- 3. $R = \frac{P}{\sin a} \times \sin(a+b) = \frac{Q}{\sin b} \times \sin(a+b)$

三力以上ノ合成及分解

- 1. 三ツノ力が相等シクシテ、釣合フキハ二力ノ合力ハ他ノ一ツノ力ト釣合ハザルベカラズ、從テ他ノ一ツノ力ト他ノ二力トハ 120 度ノ角ヲナス方向ニ作用スレバヨシ。
- 2. PO ヲ與ヘラレタル力、PQ ト PR トヲ分解シタル二力トセバ力ノ中斜法ニヨリ三角形 POR 及ビ三角形 POQ ハ正三角形トナル。故ニ $Q=R=P$ 。
- 3. AC ヲ與ヘラレタル力 F トシ、AB ハ AC ト 30°, AD ハ AC ト 60° ノ角ヲナス二ツノ直線トス。又 C ヨリ AD ニ平行ニ CB, AB ニ平行ニ CD ヲ引キ、平行四邊形 ABCD ヲ畫ケバ AD 及ビ AB ハ求ムル二ツノ分力ナリ。又此二力ノ大サハ
 $AB = F \times \cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2} \times F \quad AD = F \times \cos 60^\circ = \frac{1}{2} \times F$

平行ニシテ方向一致セル二力ノ合力

A, B, C ノ三ツノ頂角ニ働ク力ヲ夫々 P, Q, R トセバ Q, R ノ合力即チ Q+R ガ BC ノ中點 D ニ於テ働クニ等シ、故ニ P ト Q+R トハ A, D ノ兩點ニ働クニ等シキヲ以テ AD ヲ 2:1 ノ反比ニ分ツ點 O = P+Q+R ノ合力ガ働ク。故ニ此點ハ中線ノ交リ即重心ナリ。

雜 題

- 1. 同一ノ方向ニ向フキノ合力ハ二力ノ和 P+Q ニシテ、反對ノ方向ニ向フキハ二力ノ差 P-Q ナリ。
- 2. 水平上ノ合力ハ $\sqrt{9+16}=5$ 觔 全合力ハ $\sqrt{25+144}=13$ 觔
- 3. AB ヲ水流、AC ヲ汽船ノ速度トセバ力ノ平行四邊形ニヨリ汽船

ノ實際ノ進行スル方向ハ AD ナリ,

又 $\tan \angle BAD = \frac{2\sqrt{3}}{2} = \sqrt{3}$

故ニ $\angle BAD = 60$ 度 即チ水流ト 60° ノ下流ニ進行ス: 又其ノ

速度ハ $\sqrt{2^2 + (2\sqrt{3})^2} = 4$ 里. 故ニ 10 分間ニハ $4 \times \frac{1}{6} = \frac{2}{3}$ 里.

第二章 機械ノ要點

槓 杆

- 1. 支點ヲ D, DB = x 尺トセバ CD = (1-x) 尺トナル,
故ニ力ノ能率ニヨリ $500x = 200(2-x) + 300(1-x)$
故ニ $x = 0.7$ 尺 即 B 端ヨリ 7 寸ノ所ヲ支フレバ水平ニ釣合フ.
- 2. AC = 4 尺トセバ C 點ヲ支ヘテ棒ハ水平ニ釣合ヒ,
AB ノ重心ハ C 點ナリ. 故ニ力ノ能率ニヨリ
 $20 \times 3 = (4-3) \times W + (10-3) \times 4$ ヲリ $W = 32$ 貫ヲ得.
- 3. 棒ノ重心ハ其中點 O ニアリ, 故ニ棒ノ目方ヲ W 匁トセバ W ハ
O ニ作用ス, A-1 尺-4 尺-O-5 尺-B
故ニ力ノ能率ニヨリ $500 \times 1 = 4 \times W$ 故ニ $W = 125$ 匁.
- 4. 棒ノ中央ハ兩端ヨリ 12 尺+2=6 尺ノ點ナルヲ以テ, 荷物ヲ掛ケル
點ハ一端ヨリ 6-1=5 尺ナリ;
故ニ一端ヲ支フル力ヲ x 貫トセバ $5x = 7$ 故ニ (12-x)
故ニ $x = 10$ 貫 他ノ一端ハ 2+10=14 貫ノ力ヲ要ス.
- 5. 7 貫目ノ物體ヲ吊セル一端ヨリ, 支點迄ノ距離ヲ x 尺トセバ, 力ノ
能率ニヨリ $7x = 3 \times (5-x)$ 故ニ $x = 1.5$ 即チ 一尺五寸.
- 6. 槓子ノ理ニヨリテ, 棒ヲ 1:2 ノ反比ニ分テバ, 重サノ分擔ハ 1:2
トナリテ, 乙ノ方ヨリ棒ノ 3 分ノ 1 ノ處ニ吊スベシ.

- 7. 物體ノ質量ヲ x 瓦トセバ, 槓子ニ於ケル力ノ能率ニヨリ
 $12.8x = 300 \times 34.5$, 故ニ $x = 808$ 瓦.
- 8. 槓子ノ理ニヨリテ臺ニテ支ヘタル一端ヨリ 10 貫ノ荷ヲ吊スベキ
點迄ノ距離ヲ x 尺トセバ $10x = 5 \times 8$ 故ニ $x = \frac{40}{10} = 4$ 尺
臺ヨリ 4 尺離レタル點ニ物體ヲ吊セバ棒ハ水平ニ釣合フ.
- 9. 棒ニ重サナキモノトセバ, 絲ノ張力ノ比ハ (1:2);
左端ノ絲ノ張力 = $42 \times \frac{1}{3} = \frac{42}{3} = 14$ 瓦ノ力
他端ノ絲ノ張力 = $42 \times \frac{2}{3} = \frac{42 \times 2}{3} = 28$ 瓦ノ力
- 10. AB ヲ棒トセバ其ノ重心ハ其中點 O ナリ,
故ニ其ノ重サ 4 貫ハ O 點ニ作用ス; 波ニ求ムル重サヲ x 貫ト
セバ, 槓子ノ能率ノ理ニヨリ,
 $3 \times 2 = 0.5 \times 4 + 3x$ $6 - 2 = 3x$ 故ニ $x = \frac{4}{3} = 1.33$ 貫

輪 軸

- 1. 輪ニ作用スベキ力ノ大サヲ x 貫トスレバ槓子ノ力ノ能率ニヨリ
 $20 \times 1 = 5x$ 故ニ $x = 4$ 貫
故ニ 4 貫ノ物體ヲ引揚ケルト等シキ力ヲ要ス.
- 2. 力ノ能率ハ直徑ノ比ニ比例スルヲ以テ太キ方ヲ持ツガ利アリ.

調 革 齒 車

- 齒輪數ハ其ノ直徑ニ反比例スルヲ以テ, 乙輪ノ軸ノ齒輪數ヲ x トセ
バ $6:10 = 10:x$ 故ニ $x = \frac{10 \times 10}{6} = \frac{50}{3}$
從テ乙輪ノ周ノ一點ノ速サヲ V 尺トセバ,
 $V = 2.4 \times 3.1416 \times \frac{50}{3}$ 故ニ $V = 125.664$ 尺.

滑 車

1. 滑車ニナス仕事ト、滑車ノナス仕事トハ相等シキヲ以テ、

$$100x = 25 \times 200 \quad \text{故ニ} \quad x = 50 \text{ 匁 答}$$

即チ 50 匁ノ物體ヲ上ケルト等シキ力ヲ要ス。

斜 面

1. 圖 $\sin \theta = \frac{1}{25}$; 今之レヲ支フルニ要スル力ヲ P トセバ

$$P = 100 \times \frac{1}{25} = 4 \text{ 貫目}$$

2. 圖 線路ノ長サヲ l トシ其ノ長サニ對スル高サヲ h トセバ、

$$135 \times \frac{h}{l} = 0.75 \quad 135h = 0.75l$$

$$\text{故ニ} \quad h:l = 0.75:135 = 1:180$$

故ニ 180 分ノ 1 ノ勾配ナリ。

3. 圖 直壓力ヲ p 匁ノ力トセバ

$$p = 58 \times \sin 60^\circ = 58 \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 29 \times 1.41 = 40.9 \text{ 匁ノ力}$$

4. 圖 OP ヲ轉落ノ力、 O ヲ物體ノ重心トセバ、

OP ニ等シクシテ反對ノ方向ニ働ク力ヲ O 點ニ作用セシムベシ。

而シテ OP ノ大サハ $10 \text{ 斤} \times \sin 30^\circ = 5 \text{ 斤}$ ナリ。

5. 圖 高サ 12 米ニ對スル斜面ノ長サヲ l 米トセバ、

$$l^2 = 12^2 + 35^2 \quad \text{故ニ} \quad l = \sqrt{12^2 + 35^2} = 37 \text{ 米}$$

故ニ求ムル直壓力ヲ F 貫トセバ $F = 4.07 \times \frac{35}{37} = 3.85 \text{ 貫ノ力}$ 。

螺 旋

1. 圖 ねじノ直徑 = $2 \text{ 寸} \times 2 = 4 \text{ 寸}$

從テ其ノ周ノ長サ = $4 \text{ 寸} \times 3.1416$

3 尺ノ距離ニ 2 貫ノ力作用スルトキノ周ニ於テ

$$\frac{30 \times 2 \times \pi \times 2}{2 \times 2 \times \pi} = 2 \text{ 貫} \times (30 + 2) = 30 \text{ 貫ノ力ノ作用スルニ等シ;} \quad \text{答}$$

而シテ其ノ歩ニ二寸ナルヲ以テ、求ムル力ノ大サヲ F 貫トセバ

$$\text{歩ニ: 周} = 30:F \quad F = 30 \times \frac{4 \times 3.1416}{2} = \frac{30 \times 4 \times 3.1416}{2}$$

故ニ $F = 188.5 \text{ 貫ノ壓力}$

2. 圖 螺旋ニ加フル力ト螺旋ノ先端ニ現ヘル力トノ比ハ螺旋ノ歩ニト周トノ比ニ等シキ故次ノ比例式ヲ得。

$$3:31 = 5:x \quad x = \frac{31 \times 5}{3} = 51.666 \text{ 貫}$$

3. 圖 一ト歩ニノ糸ノ長サハ $\frac{1}{\sin 90^\circ} \times 3 = 6 \text{ 寸}$ 、故ニ歩ニ五ツニテハ、

$$6 \times 5 = 30 = 3 \text{ 尺}$$

又圓柱ノ周ヲハ $\cot 90^\circ \times 3 = 1.732 \times 3 = 5.1963 \text{ 寸}$

故ニ直徑ハ $5.1963 + 3.1416 = 1 \text{ 寸} 6 \text{ 分} 5 \text{ 厘餘}$ 。

摩 擦

1. 圖 此二物體間ノ最大摩擦力ハ $12 \times 0.14 = 1.68 \text{ 听}$

故ニ P ノ力ガ 1.68 听以上ナラバ滑リ出ス。

2. 圖 水平面上ニアリテ兩接觸面ノ摩擦力ナクレバ、之レヲ引クニハ殆

ソド力ヲ要セズ、然レモ摩擦係數ハ 0.5、

故ニ $15 \times 0.5 = 7.5 \text{ 貫目ノ重サ}$ 取ル力ヲ要ス。

3. 圖 P ヲ物體、 $\angle A$ ヲ 30° AB ヲ斜面トセバ、

重力ヲ AB ニ垂直ト平行ナル Q ト R トノ二力ニ分解セバ

$$\frac{Q}{R} = \frac{BC}{AB} = \frac{1}{2}; \quad Q \text{ ハ其最大摩擦力}$$

即チ $80 \times \frac{1}{2} = 40 \text{ 瓦}$ ナリ。

4. 圖 摩擦係數ハ全壓力ニテ最大摩擦力ヲ除シタル商ナリ。

$$\text{故ニ} \quad \frac{800}{5240 \times 100} = \frac{1}{280} \quad \text{答}$$

- 5. 重き列車ハ軌道ト車輪トノ間ノ摩擦力大ナルヲ以テ、之レヲ引クニ大ナル力ヲ要ス、由テ機關車ノ摩擦力ハ列車ノ摩擦力ヨリモ大ナルヲ要ス。故ニ機關車ヲ重クシテ其ノ摩擦力ヲ大ナラシム。
- 6. 斜面ノ理ニヨリ斜面ト物體トノ間ニ摩擦ナキモノトセバ之ヲ支フルニ足ル力ハ $5 \times \frac{3}{5} = 3$ 匁; 然ルニ二物體間ノ最大摩擦力ハ $5 \times 0.5 = 2.5$ 匁; 故ニ求ムル力ハ $3 + 2.5 = 5.5$ 匁以上ノ力ナリ。
- 7. 斜面ニ沿フテ作用スル重力ヲ P トセバ $P = 2 \times \sin 30^\circ$
故ニ $P = 1$ 匁 重力 依テ最大摩擦力ハ $2 - 1 = 1$ 匁ノ重力
又摩擦係數ハ $\frac{1}{2} = 0.5$
- 8. 物體ト斜面トノ最大摩擦力ト 5 貫目ノ力ハ斜面ニ沿フ分力トガ相殺サレタル也。即チ分力ハ $5 \times \sin 30^\circ = 2.5$ 貫; 故ニ最大摩擦力ガ 2.5 貫ヨリモ大ナル場合ニハ物體ハ落チズ。

仕事

- 1. 車夫ガ車ヲ引ク爲メニ要スル力ヲ F 貫トシ、1 時間 n 里行キタリトセバ、其ノ仕事ノ量ハ $n \times F$ 貫里、即チ力ノ大サト距離トノ相乘積ニテ測ル。
- 2. 此人ノ體重ト荷物トノ重サノ和ハ $150 + 50 = 200$ 封度而シテ此梯子ノ高サハ $20 \times \sin 60^\circ = 20 \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 10\sqrt{3}$ 呎;
故ニ此人ノナシタル仕事ハ、
 $200 \times 32 \times 10\sqrt{3} = 64000\sqrt{3} = 64000 \times 1.73 = 110720$ 呎封度

工率

- 1. 1 馬力 = 550 呎封度, $1 \text{ 米} = \frac{100}{30.48}$ 呎 $1 \text{ 匁} = \frac{1000}{453.6}$ 封度
故ニ $1000 \text{ 匁米} = \frac{100}{30.48} \times \frac{1000}{453.6} \times 1000$ 呎封度

從テ 1000 匁米ノ工率ヲ x 馬力トセバ

$$x = \frac{100 \times 1000}{30.48 \times 453.6} \times 1000 \div 550 \div 3600 = 0.03 \text{ 馬力}$$

- 2. 1 貫目 = $\frac{15}{4}$ 匁 = 3750 瓦 $1 \text{ 尺} = \frac{1000}{33}$ 匁;
故ニ $1 \text{ 貫尺} = 3750 \times \frac{1000}{33} \times 980 = 111.36 \times 10^6$ えるぐ強ナリ。
- 3. $425 \text{ 匁} = 425 \times 1000$ 瓦,
故ニ $425 \text{ 匁米} = 980 \times 425 \times 10^6$ えるぐ = 4165×10^7 えるぐ

アルキメデスノ原理

物體ノ浮沈 比重及其測定法

- 1. 鐵球ノ體積 = $24^3 \times \pi \times \frac{4}{3}$ 故ニ鐵球ノ質量ハ
 $24^3 \times \pi \times \frac{4}{3} \times 7.8 = 4514.6544$ 瓦 約 451.4 匁
- 2. 長サ七〇匁直徑〇.八匁ノ圓筒ノ體積ハ
 $\{0.4\}^2 \times 3.1416 \times 70 = 35.18592$ 立方匁ナリ 而シテ水銀一立方匁ノ目方ハ十三.六瓦アル故ニ所要ノ瓦數ハ $13.6 \times 35.19 = 478.6$ 瓦弱ナリ
- 3. $1 \text{ 立方尺} = \frac{1000000}{3.3^3}$ 立方匁 然ルニ銅 1 立方匁ノ重量ハ 8.9 瓦;
 $8.9 \times \frac{1000000}{35.937} = \frac{8900000}{35.937}$ 瓦; 故ニ求ムル重量ヲ x 貫トセバ
 $x = \frac{8900000}{35.937} \times \frac{4}{15000} = \frac{8900 \times 4}{35.937 \times 15} = \frac{35600}{539.055} = 66.04$ 貫
即チ約 66 貫ナリ;
- 4. 地球ノ體積ヲ V 立方匁トセバ
 $V = (6.37 \times 10^8)^3 \times \pi \times \frac{4}{3}$
而シテ 1 立方匁ノ質量ハ 5.6 瓦. 故ニ地球ノ質量ヲ m 匁トセバ
 $m = 5.6 \times 6.37^3 \times 10^{24} \times 3.1416 \times \frac{4}{3}$
 $= 5.6 \times 258.474853 \times 10^{24} \times 1.0472 \times 4$

$$\begin{aligned}
 &= 1447.4591768 \times 10^{24} \times 4.1888 \\
 &= 6063.11699977934 \times 10^{24} \\
 &= 606311699977984 \times 10^{14} \text{ 瓦} \\
 &= 60631.17 \times 10^{14} \text{ 瓩}
 \end{aligned}$$

5. 水銀中ニ沈ムルモノハ其比重水銀ノ比重ヨリ大ナルモノナリ、即チ「イリザウム」白金、金ノ類ナリ。
6. 混合液 2+3=5 升ノ目方ノ割合ハ $1.3 \times 2 + 1.5 \times 3$ 、故ニ求ムル比重ヲ x トセバ $x = \frac{1.3 \times 2 + 1.5 \times 3}{5} = 1.42$
7. 液體中ニ物體ヲ測ルトキハ、物體ト同容積ノ液ノ目方ダケ減ズ、故ニ 鐵ノ比重=7.8、海水ノ比重=1.025 トセバ
淡水中ニテ測リタル目方ハ $(7.8-1) \times 60 = 408$ 瓦;
海水中ニテ測リタル目方ハ $(7.8-1.025) \times 60 = 406.5$ 瓦。
8. 木片ノ體積ハ $144 \div 0.8 = 180$ 立方瓩、依テ水ノ浮力ハ 180 瓦、又水中ニ於ケル一立方瓩ノ鉛ノ重サハ $11.3-1 = 10.3$ 瓦、故ニ錘ノ重サハ $(180-144) \times \frac{11.3}{10.3} = 39.16$ 瓦 即チ約 40 瓦ノ錘。
9. 此木片ト同容積ノ水ノ浮力ハ $154 \div 0.8 = 192.5$ 瓦; 之ヲ押シ沈ムルニハ木片ノ重サト之レニ作用スル力トノ和ガ 192.5 瓦ナルヲ要ス; 故ニ求ムル力ハ $192.5 \text{ 瓦} - 154 \text{ 瓦} = 38.5 \text{ 瓦}$ ノ力。
10. 水ノ浮力ハ $58-46 = 12$ 瓦、1 瓦ハ一立方瓩;
故ニ物體ノ體積ハ 12 立方瓩; 又其ノ物體ノ比重ハ $\frac{58}{12} = 4.83$ 。
11. 147 瓦ノ固體ノ容積ハ $147 \div 8.4 = 17.5$ 立方瓩;
故ニ固體ガ排除スル液ノ容積ハ 17.5 立方瓩;
水一立方瓩ハ 1 瓦、故ニ 液ノ重量ハ $1 \text{ 瓦} \times 17.5 \times 0.84 = 14$ 瓦
12. 此物體ト同容積ノ水ノ目方ハ 12 瓦; 故ニ物體ノ比重ヲ d トセバ、

$$d = \frac{100}{12} \text{ 故ニ } d = 8.33$$

13. 船ノ面積ハ $30 \times 15 = 450$ 平方尺;
米ヲ積ミタル爲メニ排除シタル水ノ容積ハ、
 $450 \times 0.3 = 135$ 立方尺;
水 135 立方尺ノ浮力ト米ノ重量トハ相等シ、
故ニ米ノ重サハ $7.42 \times 135 = 1001.7$ 貫 即チ約 1000 貫。
14. 物體ヲ液體中ニテ測ルトキハ物體ト同容積ノ液ノ目方ダケ減ズ; 故ニ物體ト同容積ノ水ノ目方ハ $P-P_1$ 勿ニシテ物體ト同容積ノ液ノ目方ハ $P-P_2$ 勿;
故ニ液ノ比重ハ $\frac{P-P_2}{P-P_1}$ ナリ。
15. 氷塊ノ目方ト、氷塊ノ排除シタル海水ノ目方トハ相等シ;
故ニ氷塊ノ全立積ヲ v 立方尺トセバ、
 $0.917v = 1.026 \times (v-1000)$ 即チ $v = 9413$ 立方尺弱
16. 此鉛片ノ水中ニ於テノ重サハ $11 \text{ 勿} \times (11-1) = 10$ 勿
即チ $3.75 \times 10 = 37.5$ 瓦; 又こゝろ 1 立方瓩ヲ水中ニ入ルハトキハ其浮力ハ $1 \times (1-0.25) = 0.75$ 瓦、
故ニ鉛片ニ附着スベキ、こゝろノ體積ヲ x 立方瓩トセバ
 $37.5 = 0.75x$ 故ニ $x = 50$ 立方瓩。
17. 此木片ノ重サハ $15 \times 15 \times 15 \times 0.8 = 2700$ 瓦
故ニ錘ヲ載セタルトキノ重サハ $2700 + 23 = 2723$ 瓦
依テ之レニ等シキ水ノ重サヲ排除スルヲ以テ、水中ニ投入シタル部分ハ $2723 \div (15 \times 15) = 12.1$ 瓩
水上ニ出アタル部分ノ高サハ $15 - 12.1 = 2.9$ 瓩
18. 此物體ノ體積ヲ V 、比重ヲ x トセバ其ノ重サハ Vx 、又此物體ガ排除スル海水ノ重サハ $\frac{2}{3}V \times 1.026$ ナリ;

而シテあるきめですノ原理ニヨリ此兩者ノ重サハ相等シ;
 故ニ $Vx=1.062 \times \frac{2}{3}V$; 依テ $x=\frac{1.026+2}{8}=0.681$ 答

19. 同容積ノ液ノ重サハ其密度ニ比例スルヲ以テ、液ノ比重ヲ x トセバ $216:14.8=13.6:x$ $x=\frac{14.8 \times 13.6}{216}=0.907$

20. 鐵片ノ排除セル水ハ 10 瓦ナルヲ以テ鐵片ト同容積ノ水ハ 10 立方寸即チ此鐵片ノ體積ハ 10 立方寸ナリ; 而シテ鐵片ノ排除シタル水銀ノ重サハ鐵片ノ重サニ等シ;
 故ニ 78 瓦; 又鐵片ノ比重ヲ x トセバ $10x=78$ 故ニ $x=7.8$

21. 30 尺ハ $\frac{30}{3.3}$ 米ニ等シク、1 瓦ハ $\frac{4}{15}$ 匁; 故ニ求ムル壓力ハ
 $\frac{3000}{3.3} \times \frac{4}{15} = 242.4$ 匁、又水銀ノ比重ハ 13.596;
 依テ水銀柱ノ高サハ $\frac{30}{13.596} = 2.21$ 尺ニ

氣體ノ重サ

1 立方寸 = 1000000 立方糎 故ニ空氣 1000 立方寸ニ等シキ水銀ノ重サ $13.6 \times 0.095 \times 1000000 = 1292000$ 瓦
 故ニ空氣一立方寸ノ重サ $\frac{1292000}{1000000000} = 0.001292$ 瓦.

大氣ノ壓力

1 平方寸ニ及ボス壓力ハ 76×13.596 瓦 然ルニ 1 平方尺ハ
 $\frac{10000}{3.3^2} = \frac{10000}{10.89}$ 平方寸
 故ニ求ムル壓力ハ $76 \times 13.596 \times \frac{10000}{10.89} \times \frac{4}{15} = 253$ 匁.

大氣ノ壓力ノ強サ

1. 1 尋ハ 6 尺、100 尋 = 6×100 尺 = $\frac{60000}{3.3}$ 糎;
 故ニ之レヲ水銀柱ノ高サニ化スレバ $\frac{60000 \times 1.025}{33 \times 13.596}$ 糎;
 故ニ 100 尋ノ深サニ於ケル壓力ハ $\frac{60000 \times 1.025}{33 \times 13.596 \times 76} = 24$ 匁

即チ二十四氣壓.

2. 水銀 1 立方寸ノ重サハ $1 \times 13.596 = 13.596$ 瓦.
 故ニ 750 糎ノ高サノ水銀柱ノ壓力ハ
 $13.596 \times 75 = 1019.7$ 瓦

氣體ノ體積ト壓力トノ關係

1. ぼいるノ法則ニヨリ、 $PV=P'V'$ 今 $P=1$ 氣壓
 $V=100$ 立ニシテ P' ハ水中 10 米ノ處ナルヲ以テ水ノ壓力約一氣壓ナリ、之レニ水面ノ大氣ノ壓力一氣壓ヲ加フレバ 10 米下ノ水中ノ壓力ハ二氣壓トナル.

即 $P'=2$ 氣壓 故ニ $1 \times 100 = 2 \times V'$ $V'=50$ 立
 即チ體積ハ 50 立トナル.

2. 水柱 10 米ノ高サ約一氣壓ニ等シ、故ニ 5 米ノ深サニ於ケル壓力ハ半氣壓ニ等シ;
 依テぼいるノ法則ニヨリ、 $1:1.5=5:x$ 、即 $x=7.5$ 立.

3. 通常氣壓ニ於テ 1 平方寸ニ及ボス壓力ハ 76×13.596 瓦ノ力
 然ルニ 1 平方寸 = $\frac{100}{3.3^2}$ 平方糎、故ニ 1 平方寸ニ及ボス壓力ハ
 $76 \times 13.596 \times \frac{100}{3.3^2} \times \frac{4}{15} = 2.5$ 匁ノ力

依テ 15 匁ノ力ハ通常空氣ノ $15 \div 2.5 = 6$ 即チ約 6 倍ノ壓力.
 ぼいるノ法則ニヨリ氣體ノ體積ト壓力トハ反比例ス、

故ニたいやノ中ニ入リシ空氣ノ體積ハ通常空氣ノ 6 倍ナリ
 依テ求ムル體積ハ $400 \times 6 = 2400$ 立方寸.

4. 平地ニ於ケル氣壓ハ通常氣壓 76 糎トセバ、18 糎ノ氣壓ハ

通常氣壓ノ $\frac{18}{76} = \frac{9}{38}$ 從テ平地ニ於テ 1 回ニ吸ヒ込ムベキ空氣ノ

容積ヲトセバ 18 種ノ氣壓ニ於テ吸込ム空氣ノ容積ハ $\frac{9v}{38}$
 故ニ $v \div \frac{9}{38} = 4.2$ 即チ約 4 回ニテ平地ニ於ケル 1 回分ノ空氣ヲ
 吸込ムナリ。

5. 圓 ぼいるノ法則ニヨリ、氣體ノ體積ハ其ノ受クル壓力ニ反比例ス；
 故ニ求ムル體積ヲ立方體トセバ $400 : 760 = 200 : v$
 故ニ $v = 380$ 立方尺。

空 氣 ポ ン プ

1. 圓 活塞ヲ一回上下シタル後ノ鐘内ノ空氣ノ密度ハ圓筒内ノ空氣ノ一
 部ハ排除セラレ殘ル鐘内ノ空氣ハ圓筒中ニ擴ガリ $(\frac{v}{v+v'}) \times D$
 トナル；更ニ一回活塞ヲ上下スルトキハ其ノ時ノ空氣ノ密度ハ
 $(\frac{v}{v+v'}) \times D$ ；トナル 依テ之レヲ n 回上下スルトキハ鐘内ノ空
 氣ノ密度ハ $(\frac{v}{v+v'})^n \times D$ ；故ニ $D' = (\frac{v}{v+v'})^n \times D$ 。
2. 圓 水柱ノ高サ 34 尺ハ約 1 氣壓ニ等シ故ニ其差 3 尺以上トナレバ大
 氣ノ壓力ト釣合フガ爲メニ上部ニ眞空ヲ生ズルモ水ハ流出セズ；
 故ニさいふをんノ有效ナルハ其ノ差ハ 34 尺以下ノ場合ニ限ル。
3. 圓 竈意ニヨレバ一回活塞ヲ下シテ上ゲタルキノ圓筒内ノ壓力ハ $\frac{2}{3}$ 氣
 壓ナリ故ニ次ギニ活塞ヲ下スキハヤハリ圓筒ノ下部ニ其長サノ $\frac{2}{3}$
 ナ殘ス迄ハ圓筒内ノ氣壓ハ一氣壓トナラズ即チ外氣ノ壓力ト釣リ
 合ハザルヲ以テ瓣ハ上ニ押シ開カレズ從ツテ空氣モ排出サレズ故
 ニ此排氣ノ極限ハ圓筒ノ下部ニ其長サノ $\frac{2}{3}$ ナ殘ス迄ニ活塞ヲ一回
 上下スルノミナリ。

吸 上 ポ ン プ

圓 水銀柱 76 種ノ壓力ト大氣ノ壓力トハ相等シ；故ニ比重 1.7 ノ液柱ノ
 壓力ハ大氣ノ壓力ト釣合フマテ揚ケルコトヲ得。

依テ其ノ高サハ $76 \times \frac{13.596}{1.7} = 607$ 種。

雜 題

1. 圓 輕氣球ノ面積ハ $62.5 \div 0.25 = 250$ 平方米。故ニ此氣球ノ半徑ヲ
 米トセバ、 $4\pi r^2 = 250$ 故ニ $r = \sqrt{\frac{250}{4\pi}}$ 依テ此輕氣球ノ容積ハ
 $\frac{4\pi}{3} \times (\sqrt{\frac{250}{4\pi}})^3$ 立方米、從テ空氣ノ浮力ト水素ノ重サトノ差ハ
 $1.29 \times (1 - \frac{1}{13}) \times (\sqrt{\frac{250}{4\pi}})^3 \times \frac{4\pi}{3} = 442.5$ 庇
 即チ此輕氣球ハ $442.5 - 62.5 = 380$ 庇ノ重サマテヲ揚ゲ得ベシ。
2. 圓 球ノ面積ハ $10^2 \times \pi$ 平方米、球ノ容積ハ $\frac{10^3 \times \pi}{6}$ 立方米、
 空氣 1 立方米ノ重サハ $0.0013 \times 100^3 = 1300$ 瓦、
 從テ水素 1 立方米ノ重サハ $1300 \times \frac{1}{13} = 100$ 瓦；
 袋ノ重サハ $250 \times 10^2 \times \frac{22}{7}$ 瓦；故ニ輕氣球ノ揚ゲ得ベキ重サヲ
 P トセバ $P = (1300 - 100) \times \frac{10^3 \times 22}{6 \times 7} - 250 \times 10^2 \times \frac{22}{7} = 550000$
 瓦即チ 550 庇。
3. 圓 求ムル仕事ヲ W トセバ $W = 2240 \times 500 \times 20$
 故ニ $W = 22400000$ 呎尺度 又工率ヲ P トセバ、
 $P = \frac{22400000}{5 \times 550 \times 3600}$ 故ニ $P = 2.26$ 馬力。
4. 圓 毎分ノ工率ハ 7.48×1000 實尺；
 故ニ求ムル馬力ハ $\frac{7.48 \times 1000}{4000} = 1.87$ 馬力。

第四編 熱

第一章 熱

比 熱

1. 鐵ノ比熱 0.114 カロリ - 鉛ノ比熱 0.031 カロリ -
水ノ比熱ハ 1.00 カロリ - ナル故ニ同量ノ鉛ハ
 $100^\circ \times \frac{0.114}{0.031} = 367.8^\circ$ ヲケ昇ラシ得ル。又同量ノ水ハ、
 $100^\circ \times \frac{114}{1000} = 11.4^\circ$ ヲケ昇ラシ得ル。蓋シ比熱ト昇ラシ得ルキ温度
トハ反比例ヲナスル故ナリ。
2. 所要ノ水ノ瓦數ヲ x トス、シカラバ次ノ式ヨリ
 $150 \times (90 - 30) \times 0.057 = (30 - 20) \times x \quad 9000 \times 0.057 = 10x$
 $x = 51.3$ 瓦。
3. 銅ヲ 1° ヲケ昇スニ要スル熱量ハ 0.093×250 カロリ - ニシテ鐵ヲ
 1° ヲケ昇スニ要スル熱量ハ 0.11×550 カロリ - ;
故ニ $35 - 15 = 20$ 度昇スニ要スル熱量ハ、
 $(0.093 \times 250 + 0.11 \times 550) \times 20 = 1675$ カロリ -
4. 鐵ノ最初ノ温度ヲ t° トセバ、鐵ノ失ヒタル熱量ハ
 $(t - 1) \times 0.11 \times 15$ カロリ - ニシテ、水ノ得タル熱量ハ
 $(1 - 0) \times 330$ カロリ - ナリ; 此ノ兩者ノ熱量ハ相等シキヲ以テ、
 $(t - 1) \times (0.11 \times 15) = 330$ 故ニ $t = 201^\circ$
5. 或容積ノ水ノ質量ヲ x 瓦トセバ、同容積ノ水銀ノ質量ハ、 $13.6x$ 瓦
ナリ; 又 x 瓦ノ水ヲ 1 度上昇セシムルニ要スル熱量ハ x 瓦カロリ
-; 13.6 瓦ノ水銀ヲ 1 度上昇セシムルニ要スル熱量ハ 13.6×0.033
瓦カロリ -; 故ニ其ノ比ハ、 $1 : 0.4488 = 1250 : 561$ 。

比 熱 ノ 定 測

1. 平均シタルトキノ温度ヲ t° トセバ、鐵ノ失ヒタル熱量ハ
 $0.11 \times (75 - t) \times 10$ カロリ -、水銀ノ得タル熱量ハ
 $0.033 \times (t - 6) \times 80$ カロリ -、此二ツノ熱量ハ相等シカルベキ
ヲ以テ $0.11 \times (75 - t) \times 10 = 0.033 \times (t - 6) \times 80$ 、
 $9.834 = 0.374t$ 故ニ $t = \frac{9.834}{0.374} = \text{約 } 26^\circ$
2. 甲乙兩物質ノ容積ヲ V 立方寸トセバ、其ノ質量ノ比ハ $3V : 2V$;
故ニ之レテ同温度ヲケ上昇スルニ要スル熱量ノ比ハ;
 $3V \times 0.09 : 2V \times 0.21$ 。即チ $9 : 14$ 。
3. 華氏 122° 度ハ、攝氏 $(122 - 32)^\circ \times \frac{5}{9} = 50^\circ$ ニ相當ス、混合後ノ温
度ガ 10° トナリタル爲メ此金屬ノ失ヒタル熱量ト水ノ得タル熱量
トハ相等シ、故ニ此金屬ノ比熱ヲ x トスレバ次ノ式ヲ得、
 $1350 \times (50 - 10) \times x = 540 \times 10 \quad 54000x = 5400 \quad x = 0.1$
4. 銅ノ比熱ヲ C トセバ、銅ノ失ヒタル熱量ハ $C\{98 - (5 + 3)\} \times 20$ 瓦
カロリ - ニシテ水ノ得タル熱量ハ 3×50 瓦カロリ - ナリ、而シテ
此兩者ノ熱量ハ相等シ;
故ニ、 $C\{98 - (5 + 3)\} \times 20 = 3 \times 50$ 依テ $C = 0.083$ 。

第二章 熱ノ作用

固 體 ノ 膨 脹

1. 鐵ノ線膨脹係數ヲ 0.000012 トセバ、面積ノ膨脹ハ其二倍ニ等シキ
ヲ以テ $0.000012 \times 2 = 0.000024$ 、故ニ求ムル面積ハ
 $5 \times 3 \times (1 + 0.000024 \times 40) = 15 \times 1.00096 = 15.0144$ 平方尺。
2. 體積ノ膨脹係數ハ線膨脹係數ノ 3 倍ニ等シキヲ以テ 200 度ニ於テ

ル膨脹ハ、 $0.000123 \times 3 \times 200 = 0.00738$ 故ニ 0° ニ於ケル體積ヲ
 V トセバ 200° ニ於ケル體積ハ、 $V(1+0.00738)$ 、然ルニ比重ハ體
 積ニ反比例ス；故ニ比重ヲ x トセバ、 $1.00738:1=7.82:x$

$$\text{故ニ } x = \frac{7.82}{1.00738} = 7.764$$

3. 圖 所要ノ水ノ瓦數ヲ x トセバ次ノ式ヲ得。

$$150 \times (90 - 30) \times 0.057 = (30 - 20) \times x$$

$$\text{即チ } 9000 \times 0.057 = 10x \quad x = 51.3 \text{ 瓦}$$

4. 圖 體積ノ膨脹ハ線膨脹ノ約3倍ニ等シ；故ニ其ノ膨脹係數ハ、
 $0.00012 \times 3 = 0.00036$ ；然ルニ夏季ト冬季トノ溫度ノ差ハ
 $35 + 5 = 40$ 度、故ニ容積ノ差ハ $0.00036 \times 40 = 0.00144$ 升
 即チ 1.5才弱。

5. 圖 鐵棒ハ溫度 1° ヲ減ズル毎ニ 0.000012×11 碼ツ、短クナル
 15° 降ルトキハ $11 \times 0.000012 \times 15$ 碼短クナル；
 故ニ $11 \times (1 - 0.000012 \times 15) = 10.99502$ 碼ナリ。

6. 圖 溫度 1° 昇ル毎ニ鐵棒ト亞鉛棒トノ差ハ；

$$5 \times (0.000029 - 0.000012) \text{ 米}$$

$$\text{故ニ } 30 - 15 = 15^\circ \text{ 昇リタルトキノ差ハ}$$

$$5 \times (0.000029 - 0.000012) \times 15 = 0.001275 \text{ 米ノ距離トナル}$$

7. 圖 攝氏一度ニ付キ 0.000012×375 哩ノ差ヲ生ズ；故ニ求ムル差ハ
 $0.000012 \times 375 \times 100 = 0.45$ 哩；即チ 2376呎。

8. 圖 鐵及ビ銅ノ線膨脹係數ヲ夫々 0.000012 及ビ 0.000017 トシ通過
 スルトキノ溫度ヲ t° トセバ

$$6.01 \times (1 + 0.000012t) = 6 \times (1 + 0.000017t)$$

$$6.01 + 0.00007212t = 6 + 0.000102t$$

$$0.01 = 0.00002988t \quad \text{故ニ } t = \frac{0.01}{0.00002988} = 334.7^\circ$$

即チ 334.7° 以上ノ溫度トナルトキ球ハ磁ヲ通過ス。

液體ノ膨脹

1. 圖 水ガ 90° 迄熱セラレタル時ノ體積ノ膨脹ノ割合ヲ約 0.04 トセバ
 90° ノ 340 立方尺ノ水ノ體積ヲ 4° ノ體積ニ換算スレバ大約次ギ
 ノ如シ。 $340 - [340 \times 0.04] = 326$ 。故ニ 答ハ約 326 瓦ナリ。

2. 圖 水一立ノ質量ハ 1000 瓦；故ニ 50 立ノ水ノ質量ハ、
 $1000 \times 50 = 50000$ 瓦、又 1 瓦 $= \frac{4}{15}$ 匁；
 即 $50000 \times \frac{4}{15} = 13333.3$ 匁、依テ 13 貫 363 匁強ナリ。

3. 圖 攝氏 4 度ニ於テ 1 瓦ノ水ノ體積ハ 1 立方尺ナリ、故ニ零度ニテ
 1 瓦ノ水ノ體積ハ $1 \times \frac{1}{0.99987}$ 立方尺 $= 1.00012$ 立方尺。

氣體ノ膨脹

1. 圖 臨界溫度以下ニ冷却セザレバナリ。

2. 圖 此室ノ容積ヲ立ニテアラハセバ $\left\{ \frac{12}{3.3} \times 10 \right\}^3 \times \frac{9}{3.3} \times 10 = 3557.5$
 立ナリ。故ニ所要ノ熱量ハ $3557.5 \times 1.29 \times 0.2375$ カロリー
 $= 1089.8$ カロリーニ強。

氣體ノ體積ト溫度ト壓力トノ關係

1. 圖 氣體ノ體積ハ、溫度 1° 上昇スル毎ニ其ノ $\frac{1}{273}$ ヲ増加シ、而シテ
 其ノ受クル壓力ニ反比例ス；故ニ溫度 0° 壓力 76 種ノトキ 1 立ノ
 體積ヲ有スル空氣ハ溫度 10° 壓力 73 種ノトキノ體積ハ

$$1 \times \frac{76}{73} \left(1 + \frac{10}{273} \right) = \frac{76 \times 283}{73 \times 273} \text{ 立}$$

而シテ 500 立方寸 = 0.5 立 故ニ求ムル質量ヲ x 瓦トセバ

$$x = \frac{1.293 \times 0.5}{76 \times 283} = \frac{1.293 \times 0.5 \times 73 \times 273}{76 \times 283} \quad \text{故ニ } x = 0.5990 \text{ 瓦}$$

2. 温度 0° . 一氣壓ノトキ 1 立ノ炭酸瓦斯ノ質量ハ 1.963 瓦

故ニぼいるノ法則ニ依リ, 3 氣壓ノトキハ, $1.963 \times 3 = 5.889$ 瓦.

故ニ 1000 立ノ質量 = $5.889 \times 1000 = 5889$ 瓦

3. 2 立 = 2000 立方寸 求ムル温度ヲ t 度トセバ, ぼいる, シヤ-る

ノ法則ニ依リ, $1800 = 2000 \times \frac{700}{760} \times \left(\frac{273+t}{273+23} \right)$ 故ニ $t = 20.1$ 度.

4. シヤ-るノ法則ニ依リ, 求ムル温度ヲ t° トセバ,

$$\frac{v}{2} = v \left(1 + \frac{t}{273} \right) \quad \frac{v}{2} = v \left(\frac{273+t}{373} \right) \quad \frac{1}{2} = \frac{273-t}{273}$$

$$273 = 273 \times 2 + 2t \quad \text{故ニ } t = -136.5. \quad \text{即チ } -136.5$$

マア冷却スベシ.

5. 若シ温度ヲ 18 度ニ高メテシカモ 壓力ヲ一定トラシムルキハ其體

積ハシヤ-るノ法則ニヨリテ元ノ體積ノ $\left(1 + \frac{18}{273} \right) = \frac{291}{273}$ 倍トナ

ル. 然ルニ温度ニヨレバ體積ヲ不變トラシムルガ故ニ壓力モ是ト

同シ割合ニ増サマルベカラズ 即チ壓力ハ $\frac{291}{273}$ 氣壓トナレバヨシ.

6. シヤ-るノ法則ニヨリ, 水素ノ一立ノ質量ハ一氣壓攝氏 75 度ニ於

テハ $\frac{0.0896}{75}$ 瓦, 故ニ求ムル重量ハ $\frac{0.0896}{348} \times 2.5 \text{ 瓦} = 0.15288 \text{ 瓦}$.

7. ぼいるノ法則ニヨリ, 氣體ノ體積ハ其壓力ニ反比例ス,

故ニ 500 耗ノキハ其體積増加シ, 同容積ノ質量ハ減少ス,

依テ質量ハ $1.2932 \times \frac{500}{760} = 0.8508$ 瓦弱, 又シヤ-るノ法則ニヨリ

氣體ノ體積ハ温度一度上昇スル毎ニ其ノ體積ノ $\frac{1}{273}$ 増加ス,

故ニ 30 度ノキハ其ノ體積ハ $\frac{303}{273}$;

故ニ其ノ質量ハ $1.2932 \times \frac{273}{303} = 1.1651$ 瓦強.

8. シヤ-るノ法則ニヨレバ氣體ハ 1° 上昇スル毎ニ其體積ノ $\frac{1}{273}$ プ

ク増加ス; 故ニ求ムル體積ヲ V 立トセバ,

$$V = 1000 \times \left(1 + \frac{200}{273} \right) = 1000 \times \frac{473}{273} = 1732.6 \text{ 立方寸}$$

9. 温度 0° 壓力 760 耗ノトキニ於ケル 1000 立方寸ノ空氣ノ質量ハ,

$0.0012932 \times 1000 = 1.2932$ 瓦, 然ルニ空氣ハ温度 1° 上昇スル毎ニ

其ノ體積ノ $\frac{1}{273}$ 増加シ而シテ密度ハ體積ニ反比例ス; 故ニ同シ

體積ニテ 1 瓦ノ質量ヲ有スルガ爲メニハ温度ヲ上昇セシメザルベ

カラズ; 依テ求ムル温度ヲ t° トセバ, $1 : 1.2932 = 273 : (273+t)$,

$$273+t = 273 \times 1.2932,$$

$$\text{故ニ } t = 273 \times (1.2932 - 1) = 273 \times 0.2932 = 80.044$$

即チ攝氏 80° 餘ニ上昇セシムレバ可ナリ.

融解及融解

1. 0° ノ氷 100 瓦ヲ 0° ノ水トスルニ要スル熱量ハ;

$80 \times 100 = 8000$ 瓦 かりり, 15° ノ水ガ 0° ノ水トナルニハ

$15 \times 240 = 3600$ 瓦 かりりノ熱ヲ失フ; 故ニ氷ハ全部融解スルコ

ト能ハズ; 從テ融解シタル氷ノ量ハ $\frac{3600}{80} = 45$ 瓦.

融解セザル部分ハ $100 - 45 = 55$ 瓦.

其ノ結果ハ $0^\circ 240 + 45 = 285$ 瓦ノ水中ニ $0^\circ 55$ 瓦ノ氷浮ブ.

2. 體積ハ其密度ニ反比例ス, 故ニ其體積ヲ v 立方尺トセバ

$$v = 100 \times 0.92 = 92 \text{ 立方尺}$$

3. 80° ノ水 200 立方寸ノ目方ハ $200 \text{ 瓦} \times 0.97 = 194$ 瓦ナリ, 故ニ 194

瓦ノ水ヲ 80° 迄ニ熱スルニ要スル熱量ハ 15520 カロリナリ、
 15520 カロリノ熱量ニヨリ $\frac{15520}{80} = 194$ 瓦、氷ヲ解ケルナリ。

4. 0°ノ氷 500 瓦ヲ 0° ノ水トスルニ熱量ハ 80×500 瓦カロリニシテ、之レヲ更テ 30° 温タムルニ要スル熱量ハ 30×500 瓦カロリニシテ、
 故ニ求ムル熱量ハ $(80+30) \times 500 = 55000$ 瓦カロリニシテ、
5. 氷 1 瓦ノ融解熱量ヲ x カロリトセバ、 20 瓦ノ氷ガ全ク融解シテ 30° ノ温度トナル爲メニ要スル熱量ハ $20 \times (x+30)$ カロリニシテ、水ノ失ヒタル熱量 $(50-30) \times 110$ カロリニ等シ、
 故ニ $20 \times (x+30) = (50-30) \times 110$ 。故ニ $x = 80$ カロリニシテ、
6. 0° ノ氷 100 瓦ヲ 30° トナスニ要スル熱量ト、 0° ノ水 100 瓦ヲ 30° トナスニ要スル熱量トノ和ニ等シ、故ニ求ムル熱量ハ
 $(80+30) \times 100 + 30 \times 100 = 14000$ 瓦カロリニシテ、
7. 100° ノ洋銀ガ 0° ノ洋銀トナルマデニ發散スル熱量ハ
 $0.09 \times 80 \times 100$ カロリニシテ、此ノ熱量ニテ溶ケタル氷ヲ x 瓦トセバ、
 氷ノ得タル熱量 $= 80x$ カロリニシテ、此兩者相等シカルベキヲ以テ、
 $0.09 \times 80 \times 100 = 80x$ 故ニ $x = 9$ 即チ 9 瓦ノ氷ヲ融解ス。
8. 銅 100 瓦ヲ 50 度ダケ昇スニ要スル熱量ハ $0.093 \times 100 \times 50$ 瓦カロリニシテ、故ニ求ムル氷ノ質量ヲ x 瓦トセバ、
 $0.093 \times 100 \times 50 = 80x$ 、即 $x = 5.81$ 瓦。

液 化

1. 20° ノ一升ノ水ガ 100 度ニナル爲メニ要スル熱量ハ
 $800 \times (100-20) = 64000$ カロリニシテ、此ノ熱量ハ即チ 100 度ノ水蒸氣ガ 100 度ノ湯ニナリタル時、水ニ與ヘタル熱量ナリ、而シテ或量ノ 100° ノ水蒸氣ニヨリ 1 瓦ノ 100° ノ湯ヲ作ル時ハ 536 カロ

リノ熱ヲ放出ス、故ニ 64000 カロリノ熱量ヲ放出シタルヲ以テ液ノ増加ハ $\frac{64000}{536} = 119.4$ 瓦 (但シ 100°) = 1 合 4 勺餘

2. 注入スベキ水蒸氣ノ量ヲ x 瓦トセバ、水蒸氣ノ失ヒタル熱量ハ $\{536 + (100-40)\}x$ 瓦カロリニシテ、水ノ得タル熱量ハ $2400 \times (40-15)$ 瓦カロリニシテ、此兩者相等シキヲ以テ
 $\{536 + (100-40)\}x = 2400 \times 25$ 故ニ $x = 100$ 瓦餘
3. 所要ノ水蒸氣ノ質量ヲ x 瓦トセバ、水蒸氣ノ失ヒタル熱量ハ $\{536 + (100-30)\}x$ 瓦カロリニシテ、水ノ得タル熱量ハ $(80+30) \times 75$ 瓦カロリニシテ、又水ノ得タル熱量ハ 100×30 瓦カロリニシテ、此失ヒタル熱量ト得タル熱量トノ相等シキヲ以テ $606x = 110 \times 75 + 3000$ 、 $x = 18.56$ 瓦
4. 水ノ氣化熱ヲ C カロリトセバ、水蒸氣ノ失ヒタル熱量ハ $\{C + 100 - 26\} \times 5$ 瓦カロリニシテ、水ノ得タル熱量ハ $(26-20) \times 500$ 瓦カロリニシテ、此兩者相等シ故ニ
 $\{C + (100-26)\} \times 5 = 6 \times 500$ 依テ $C = 526$ カロリニシテ、
5. 0 度ノ氷 89 瓦ヲ 100 度ノ水トナス爲メニ要スル熱量ハ、
 $(80+100) \times 89 = 16020$ 瓦カロリニシテ、故ニ 100 度ノ水蒸氣ガ同温度ノ水トナル爲メニ失フ水蒸氣ノ質量ハ、 $16020 \div 536 = 29.89$ 瓦、
 故ニ其結果ハ 100 度ノ水、 $89 + 29.89 = 118.89$ 瓦トナリ、
 100 度ノ水蒸氣 $45 - 29.89 = 15.11$ 瓦ナリ、
6. 求ムル水ノ温度ヲ t トセバ、水蒸氣ノ失ヒタル熱量、
 $\{536 + (100-t)\} \times 2.5$ カロリト水ノ得タル熱量
 $(t-10) \times 1000$ カロリトノ相等シ、故ニ
 $\{536 + (100-t)\} \times 2.5 = (t-10) \times 1000$ 故ニ $t = 11.57^\circ$ 。

7. 1 匹ノ水 4° = 於テ 0.001 立方米ノ體積ヲ有ス、故ニ 20° = 於テ
 $\therefore v_{20} = 0.001 \times [1 + 0.0004 \times 16] = 0.001064$ 立方米ナリ。

第三章 熱機關
 蒸汽機關

1. 1 馬力ノ機關ガ 1 秒間ニナス仕事ハ 550 呎封度；故ニ 10 馬力ノ機
 關ガ 1 秒間ニナス仕事ハ 550×10 呎封度；之レヲ 10 呎ガケ揚ゲ得
 ル重量ハ $550 \times 10 \div 10 = 550$ 封度；依テ求ムル水量ヲ x 立方呎トセ
 $x \times 550 \div 62.5 = 550$ 故ニ $x = 8.8$ 立方呎

2. 1 馬力ハ毎秒 550 呎封度 = 約 76 呎米、毎秒ノ有效熱量ハ
 $8000 \times 1016 \times \frac{6}{100} + 3600$ 呎ガリ。1 呎ガリノ仕事當量ハ
 42000000 えるぐ；故ニ求ムル馬力ハ、
 $\frac{42000000 \times 1016 \times 6}{3.00 \times 76 \times 100 \times 100} = 93.5$

熱ノ仕事當量

1 馬力ガ 1 秒間ニ 550 呎ノ仕事ヲナスヲ以テ
 此蒸汽機關ノナス仕事ハ 550×40000 呎封度
 又 1 哩 = 6080 呎ナルヲ以テ 24 哩 = 6080×24 呎
 故ニ毎秒ノ速度ハ $\frac{6080 \times 24}{3600}$ 呎
 依テ水ノ押ス力ハ $550 \times 40000 \div \frac{6080 \times 24}{3600} = 543000$
 即チ 約 543000 封度ノ力ナリ。

熱機關ノ有効率

$\frac{3100}{550} \times \frac{2500}{15 \times 60} \times \frac{1}{10} = \frac{31}{193}$ 馬力

受驗好參考書

範模

物理學問題正解

洋裝クロス金文字入
 美本約五百頁
 定價金壹圓貳拾錢
 送料金八錢

▲應用せる科學▼最近十年間官立學校

前鐵道院敎習所講師
 東京理化學研究所長
 山添豐作 著

本書は斯道の大家たる山添先生の著
 作にて受驗學生諸君のため敎科書に
 準じ難問題を叮嚀親切に解きたる最
 良書たり。中等學生諸君の好參考書

▲解説叮嚀▼入學試驗問題答案集附ス

範模

化學問題正解

洋裝クロス金文字入
 美本約五百頁
 定價金壹圓貳拾錢
 送料金八錢



大正八年 十月十日 印刷
大正八年 十月十日 發行

(最新工業算術)

定價 金七拾五錢



有

作

著作 者

山 添 豐

作

發行 者

越 元 次

真

印刷 者

平 島

曠

東京市日本橋區人形町三丁目一番地
東京市日本橋區長町一丁目十四番地

發 兌

東京市日本橋區人形町通
電話 浪花二一四四番
振替 東京七五〇六番

東 盛 堂

341
203

終