

関開
著述

算法窮理問答

中篇

1
1
1

= 2
55
2



門二 2
5 5
8 2

二 2

關口開撰算法窮理問答卷之中

引力或ハ重力

引力ハ諸物体相引寄ル力也然レ凡小体ノ引
力見寛フ能ハス譬ヘハ石ヲ空中ニ擲ツモ自
然地上ニ落ルハ石及地球互ニ相引ノ理ナレ
トモ地球ヲ石ニ比セハ大ヒナル丁幾千万倍
ナルヲ知ラス是ヲ以テ石ハ地球ヲ引能ハス
レテ石ヲ地上ニ引ク言ヘハ石地上ニ落ル也
一 引力ハ總テ各体ヲ其中心ニ引也故ニ地球上

東洋
關口開撰
算法窮理
問答卷之中

明治 年 月

氏寄

算術問答

ニテ線ノ端ニ銚ヲ附シテ之ヲ提レハ其向キ
 何レノ地ニ於テモ其地ノ水平ニ垂直ナルハ
 是レ線端ニ附スル銚ヲ球心ニ引ヲ以テ也
 一重カニ二法有リ一ニ曰体質ヲ原質ノ多寡ニ
 曰距離其法左ノ如シ
 第一、原質多寡増加スルト同比ヲ以テ重力相
 増スモノ也
 第二、体ヨリ体ノ距離ノ自乘冪相増ス同比ヲ
 以テ重力減少スル者也
 今第一法ニ拠リ爰ニ二ツノ天体有リ一ハ厚浮

皮体一ハ鉄体トス厚浮皮体ハ大ニサ鉄体ノ倍
 ナル凡引カニ於ケル弱カラシ是レ鉄体ハ原
 質ノ數多ナレハナリ
 前ニ記ス如ク地球ハ其面上ニ在ル諸物体ヨ
 リ大ヒナル言語ニ絶ス然ラハ引カ又比ス
 ヘキ無ケン若シ今直徑五百尺ノ玉ヲ地球上
 五百尺ノ処ニ在ラシメハ地球ハ其大ヒナル
 大約五百八十万臆万倍ナルヘシ然レハ地球
 其玉ヲ引寄ル同時ニ玉亦地球ヲ引ヘキ理也
 其力僅ニ一尹ノ九百六十億万分ノ一ニ充タ

ス是レ甚々微小ノ數ニシテ其像ヲ殆ト得可
ラサルナリ

今又第二法ニ拠リ爰ニ等シキ大ヒサノ二体
有リ一ハ地球ノ中心ヲ距ル一五千里一ハ地
球心ヲ距ル一万里ナリセハ地球ニ引カル一
近キ体ハ遠キノ二倍ナルニ非スシテ四倍ナ
ルナリ

一 体ノ重カハ地球ニ引寄せラルノ力ニシテ各
種体其度ヲ異ニス斯ノ如ク下方ニ壓付ケテ
ルカヲ名ケテ体ノ重サト云故ニ重サハ單

体ノ重カノ度ニシテ其重^サハ各体ノ原質多寡
ニ比例ナル者ナリ

一 体ノ重サハ其重カノ度ニシテ其重カハ地球
心ヨリノ距離ノ自象冪相増ス同比ヲ以テ減
少スルユヘ各体地球面ヲ距ル一遠ケレハ右
比例ニ於テ輕量トナル也

仮令ハ鉄塊有リ其重サ地球面ニテ一千斤ナ
ルヲ四千里ノ高キニ輸セハ二百五十斤トナ
ルヘシ是レ地球ノ直徑大約八千里ニシテ其
半徑四千里ナレハ也今之ヲ地球面ヨリ四里

ノ高キニ登セハ其量ノ減スルヲ二斤ナルヘ
 シ又地球ヲ距ルヲ二十四万里ナル月天ニ之
 ヲ輸シナハ其重サ殆ト五穩ニモ及ハサラレ
 一若シ地球面ヨリ中心ノ方ニ行クアアラハ其
 進ムニ隨ヒ重サ漸々減スヘシ是レ球中ニ入
 レル其処ヨリ上部ノ引カ上ヘニ引ヲ以テ然
 リ然ラハ全ク中心ニ到ラハ空量トナルコト
 論ヲ俟タス是ヲ以テ各体地球中心ノ方ニ降
 ルニ於テ中心ヨリノ距離ノ比例ヲ以テ重サ
 減少スルヲ法トス

一地球上緯度ヲ異ニスレハ亦物ノ重サヲ異ニ
 ス譬ヘハ鉛塊有リ兩極ニ於テ一千斤ノ量ナ
 ルモ赤道ニテハ九百九十五斤ナルヘシ其源
 因ニ有リ一ニ曰赤道ノ徑ハ兩極ノ徑ヨリ概
 シテ二十六里半大ヒ也故ニ赤道ニテハ中心
 ヲ距ルヲ尤遠シ是ヲ以テ他ノ地ヨリ引カ強
 キ理也此引カ強キヲ償フニ曰地球其樞軸
 ヲ巡回スルニ當テ赤道圈ノ運動最速シ故ニ
 赤道上ニテハ中心ヲ離レントスルカ最多シ
 是ヲ以テ前ニ説ケル他ノ地ヨリ引カ強キヲ

新編地誌卷中

三三

平均スルノミカ反テ其重サ一千斤ニ付大約五斤減スル也

若シ地球其軸心ノ運動一十七倍速ムルナラハ赤道ニ於テ中心ヲ離レントスルカ全ク重カヲ平均シ各体空量トナル可ラレ又若シ地球ノ速力今一層増セルナラハ地球上ノ各物大空ニ投放タルヘシト云ヘリ

一重力ノ一般ノ働キハ各体ヲ地球ノ方ニ引也然レ氏時ニヨリ体ヲ高キニ揚ル有リ譬ヘ氣球雲中ニ登ル如シ何者氣球ハ空氣ト其積

齊シキモ其量空氣ヨリ輕カラシムレハナリ是レ氣球ノ高キニ登ル原因也

問題

仮令重サ四万噸ナルヘキ氷山有リ若シ地球面上一千里ノ高ニ揚ケナハ其重サ如何又地球面下一千里ノ低キニ輸セハ其重サ如何

答 一千里上二万五千六百噸 一千里下三万噸

二 馬有り地球上ニ於テ其重サ一千二百斤ナリト
此馬地球面上四千里ノ処ニ行カシメハ其重サ
幾斤ナルヘキヤ又地球面下幾千里入ラシメハ
以前ト同量ヲ得ヘキヤ

答三百斤、三千里

三 都兒格ノ雇夫ハ能ク八百斤ヲ荷フト其雇夫ヲ
今地球ノ面ト中心間中央ニ在ラシメナハ其力
ヲ用テ何程ノ物荷フヘキヤ又地球面上二千五
百里ノ高キニ登サハ同シカヲ用テ何程荷フヤ
答一千六百斤 二千一百一十二斤半

四 今重サ一百斤ノ体有り之ヲ地球上幾千里ノ高
キニ登セハ其量五十斤トナルヘキヤ地球面下
同シ里数ニ入ラシメハ其量幾許斤ナルヘキヤ

答 一千六百五十六里有奇
五十八斤五七有奇

五 今重サ一十八斤ノ砲丸有り之ヲ地球面ノ上へ
二千里登セハ地面下二千里入ラシムヨリ重カ
ルヘキヤ輕カルヘキヤ其差量如何

答地球面下ニ入ラシムヨリ一斤輕シ

六 甲乙二名ノ人有リ地球面上ニ於テ其重サ甲ハ

二百斤乙ハ一百斤也ト各名若シ地球心ニ到リ
ナハ其重サノ差如何又地球面上四千里ノ高^キニ
昇ラハ亦其重サノ差如何

答 地心ニテハ差ナシ
高ニテハ二十五斤

七
荷夫有リ地上ニテ重サ三百斤ヲ荷フト此夫地
球面上下幾千里ニ行カシメハ一千斤^{地球ノ}
荷物ヲ荷フヘキヤ

答 三千三百二里九有奇
二千八百里

落体速力

凡ソ高キヨリ物ヲ落セハ速マル運動ヲ以テ
降ル也之ヲ落体ノ速カト云今古説ニ拠テ一
例ヲ举ク仮令ヘハ羽^鳥ト銅錢ヲ同シ高サヨ
リ同時ニ落セハ銅錢ハ羽ニ先ンシ地ニ達ス
可シ茲ニ因テ落体ノ速カハ物ノ重サニ比例
ナル者ニシテ則一斤ノ体ハ二斤ノ体ト同シ
高サヨリ同時ニ落ルモ地ニ達スルノ時間倍
ナルヘシト是レ徃古ノ説ニシテ千六百年代
嘎^ガ里留^リナル博物家數年ノ実檢ヲ以テ右誤説

ヲ改正セリ噶里留云ラク落体ノ速カハ体ノ
 重サニ関スルニ非ス而モ重力ヨリ他ニ働ク
 モノ無シハ同シ高サヨリ落ル所有物体地ニ
 達スルニ於テ費スヘキ時間同シカルヘシ然
 レ氏前例ノ如ク羽ト銅錢ノ其速力異ナルハ
 空氣ノ逆フカニ因レハ也

一空氣ノ逆フカハ落体空氣ニ授クル面ノ廣カ
 リニ比例サル者也譬ヘハ金ハ甚タ重量ナレ
 ドモ之ヲ極メテ薄キ鉑ニ打展ヘ以テ高キヨ
 リ落サズ必定空氣ニ浮ミ其降ルヲ勝レテ遲

カルヘシ

一空氣ノ逆フカニ因リ落体速力ノ差ヒヲ起生
 ス之ヲ二法ニ説ク一ニ曰紙ノ切レ金鉑一葉
 或ハ羽一枚ヲ空ヨリ落スモ各廣カリノ度ニ
 抛リ速サヲ異ニス然レ氏各ヲ堅キ塊ニ丸メ
 ルナラハ石ニ等シク速ヤカニ降ルヘシニ
 曰高ク大ヒナル玻璃管ヲ製シ空氣ヲ除去シ
 其中ニ於テ羽ト銅錢ヲ同時ニ落スナラハ同
 シ瞬間ニ底ニ達スヘシ

一重力ノ度ハ新約克海水平ノ処ニテ一秒時三

十二尺六分ノ一トス赤道ニテハ大約一秘時
 三十二奇零〇八尺而シテ緯度ニ隨ヒ相増ス
 ナリ又海面水平上高キニ至レハ隨フテ減衰
 スル也今赤道南北緯各四十五度ノ處在ニテ
 地球ノ半徑二千〇八十八万七千五百一十尺
 トシ以テ緯度ニ應シ地半徑及秘時重力ヲ推
 算スル法ヲ左ニ揭示ス

∠ || 緯度

∠ || 尺ニ於テ水平上

∠ || 地半徑ノ尺

∠ || 尺ニ於テ秘時重力

$$g = 20887510 (1 + 0.0016 \cos^2 \theta)$$

右ニ扱レハ落体高处ニ在テハ重力寡ナク水
 平ニ近寄レハ多シ然レハ繁劇ニ涉レハ姑
 々其算計ヲ缺ク又下条ニ記ス者ハ新約克海
 水平ノ重力ヲ用フル也

$$g = 32.1695 \times (1 - 0.0028 \cos^2 \theta) \left(\frac{z}{z+h} \right)^2$$

一凡ソ物ノ空ヨリ落ルヤ初一秘時ニ重力ノ半
 即一十六尺一十二分ノ一降ルモノニシテ次
 ノ一秘時ニハ四十八尺四分ノ一第三ノ一秘
 時ニハ八十尺一十二分ノ五次第斯ノ如ク此
 像チ重力即三十二尺六分ノ一ヲ以テ逐差ト

スル数学連數ヲ主繋ナル也此ノ如ク次第ニ速
 サヲ増スハ落体ノ某ノ時ニ保テル速力ニ重
 カ加ハリ獲其速力ニ亦重力加ハリ漸次重力
 重疊シテ然ラシムル也今此速力ヲ分割シ半
 秒時毎ノ速サヲ顯ハス片ハ初半秒時ニ四尺
 四十八分ノ一次ノ半秒時ニ一十二尺一十六
 分ノ一合シテ一十六尺一十二分ノ一トナル
 是レ体ノ落初ムル時ニ當テ重力無ク其落
 トスルヤ否重力之ヲ引ヲ以テ然リ然レ正前
 ニモ云ヘル如ク実換ノ功ヲ積テ極メシ數ナ

レハ疊上ノ論ヲ以テ辨ス可ラス

右落体速カラ推算スル矩合左ノ如シ

g || 重力 T || 共ニ費セル時間ノ秒數

H || T 時間中ニ降レル高サ

V || 終時ノ速力 是レ終トハ異ナリ蓋シ是降

上ニ達スル片ノ速カヲ一初速カ也直シテ
上ニ達スル時ノ速カヲ一初速カ也直シテ
幾尺ト云
如ケレン

$V = g \times T;$ $V^2 = 2g \times H;$

$H = \frac{1}{2} V \times T;$ $H = \frac{1}{2} g \times T^2$

右四件ノ矩合ノ他問題ニ於テ異ナル者アル

トモ此矩合ニ源ツキ筭ヲ施スヘシ又某ノ速
カヲ以テ体ヲ下方ニ投打ツキハ此体其処ヨ
リ何程カノ高キヨリ降り來ツテ其投打テ
ト齊シキ速カニ成リタル如ク見做シ以テ筭
計スヘシ

一前ニ与フル者ハ總テ空氣ノ逆フカラ筭入セ
ス然レモ實地ニ試ム片ハ右逆フカノ故ヲ以
テ速カ減損スト譬ヘハ四秒半ノ時間ヲ通シ
降ル体アレハ其全距離前法ニ扱レハ三百二
十五尺余トナル實際ニ於テハ二百七十二尺

ヲ得ル也ト然ラハ其差大約全距離ノ六分ノ
一是レ空氣ノ逆フカニ歸スル者也

一 体ヲ地上ヨリ垂直ニ大空エ抛揚スルヤ其運
動重カノ働キニ因テ次第ニ衰フ是レ昇ラシ
トスル体ヲ重力地球心ニ引ヲ以テ也故ニ抛
飛スル力愈強ケレハ愈高ク昇ル其力尽ルト
キハ高サ極マル高サ極マレハ直チニ落降セ
ントス而シテ降ルヤ次第ニ速サヲ増ス一落
体ニ同シ是ヲ以テ昇ルモ降ルモ費ユヘキ時
間相等シキヲ知ヘシ

例ニ曰施糸銃ヲ大空ニ垂直ニ放ツナラハ其
 玉返リ降テ地ヲ打ツカ最初銃ヲ發スル時ト
 同一ナラン然レハ空氣ノ逆フカニ因テ其玉
 昇リ尽ヘキ高サノ六分ノ一減スヘシ又降ル
 ニ於テモ亦六分ノ一減セシカ然ラハ其減損
 ヲ合セハ大約速力ノ三分ノ一トナル可シ此
 故ニ真ノ速力三分ノ二トナラン然シテ運動
 体ノ打カノ法ニ扱テ推算セハ返リ降テ打ツ
 カ銃ヲ發スル時ノ九分ノ四即半ヨリ弱シト
 ナシ

問題

一 人有リ某ノ塔上ヨリ飛下タルト其第四ノ一秒
 時ニ下タルト幾何尺ナルヤ

答一百一十二尺一十二分ノ七

二 今高處ヨリ石ヲ落ス有リ其石第一十二ノ一秒
 時ニハ幾許尺降ルヘキヤ

答三百六十九尺一十二分ノ一十一

三 今落体有リ其体地上ニ達スルニ於テ費ヤス時
 間最初ヨリ共ニ七秒ナル片ハ地ヲ擊時ニ當テ
 其速力如何

算術問答

答二百二十五尺六分の一

四

電石有り二十秒時ニシテ地ニ落タリト然ラハ地ヲ撃時ノ速力及共ニ降レル總高サ如何

答 六百四十三尺三分の一

六千四百三十三尺三分の一

五

氣球ヨリ銃丸ヲ落ス有り半分時ニシテ地上ニ達スト然ラハ氣球ノ高サ及銃丸地ニ達スル時ノ速力各如何

答 一万四千四百七十五尺 其速四ノ一

九百六十五尺

六

落体有り其体地ニ達スル時ノ速力一百二十尺ナリセハ降レル高サ如何

答二百二十三尺ノ一 百九十三分

七

高サ一百尺ノ處ヨリ降レル物有り其物地ニ到ラレハ費ユヘキ時間如何

答二秒半弱

八

落体一千尺ノ速カヲ以テ地ヲ撃有り其体如何ナル高サヨリ落來ルナルヤ

答二里四千九百八十四尺 三分百九十八

九

人有り其ノ井ニ石ヲ落スニ其石三奇零二秒時

二於テ井水ヲ撃ト云井ノ深サ如何

答一百六十四奇零六九尺有奇

十 某ノ橋有リ或人其橋上ヨリ石ヲ落セシニ二秒半ニシテ其石河水ヲ撃シト云然ラハ水面上橋ノ高サ如何

答一百奇零五二尺有奇

十一 今地上ヨリ一百六十尺ノ速カヲ以テ体ヲ直上ニ揚クル有リ其体ノ昇ル至極ノ高サ及昇リ尽ヘキ時間各如何

答三百九十七尺ノ一
百九十三分
七十九

答四奇零九七秒有奇

十二 人有リ箭ヲ直上ニ射揚ケシニ其箭一十秒ヲ經テ地上ニ落タリト然ラハ其箭ヲ射シ時ノ速カ及箭ノ昇リシ至極ノ高サ各如何

答 一百六十尺六分ノ五
四百二尺一十二分ノ一

十三 空ヨリ落ル物有リ其体幾許秒時ヲ經テハ八秒時速カ二千五百尺ヲ有スヘキヤ

答七十七奇零七二秒有奇

十四 人有リ秒時速カ三百五十尺ヲ以テ彈玉ヲ直上

ニ飛揚セリト然ラハ幾程ノ高キニ昇ルヘキヤ
及昇降各費ニヘキ時間如何

答 一千九百四尺一百九十三分ノ二十八
一十奇零八八秒有奇

十五 今三千二百八十尺ノ高キヨリ落ル体有リ其体
幾何秒ヲ經ナハ地ニ達スヘキヤ

答 一十四奇零二八秒有奇

十六 落体有リ其終時ノ速力九百八十四尺ヲ保テ
ル片ハ如何ナル高サヨリ降りシナルヤ
答 一万五千五十尺ハ一百九十三分

十七 人有リ秒時速力三百八十六尺ヲ以テ火箭ヲ直
上ニ飛セリト其火箭幾秒時ヲ經ナハ速力尽キ
テ降ラントスヘキヤ

答 一十二秒

十八 落体有リ其速力大砲弾子ノ速力ニ齊シク一千
九百七十尺ナラシメシニハ幾秒時ヲ經ヘキヤ
答 六十一奇零二四秒有奇

十九 人有リ秒時二十尺ノ速力ヲ以テ石ヲ洞窟ニ投
落セリト其石其時ヨリ七秒ノ終リニ於テ如何
ナル速力ヲ有スヘキヤ

答二百四十五尺六分ノ一

干 人有リ氣球ヨリ秒時一十尺ノ速カヲ用テ箭ヲ直下ニ射降セシニ九秒ヲ經テ地ヲ衝クト然ラハ氣球ノ高サ及其箭ノ地ヲ衝ヘキ速力各如何

答 一千三百九十二尺七五
二百九十九尺五

主 又氣球有リ三千尺ノ高キニ在テ秒時一百二十尺ノ速カヲ用テ石ヲ直下ニ拋放テリト其石幾秒時ニシテ地ヲ擊ヘキヤ及地ヲ擊時ニ當テ其速力如何

答 一十奇零四二七三秒有奇
四百五十五奇零四一一九尺有奇

主 人有リ秒時三十尺ノ速カヲ以テ石ヲ洞窟ニ打落セシニ四秒半ニシテ底ヲ擊ト云洞窟ノ深サ幾許尺ナルヤ

答四百六十尺一十六分ノ一十一

主 今高サ二百五十尺ノ塔有リ其塔上ヨリ秒時一十五尺ノ速カヲ以テ鉄玉ヲ直下ニ打降セリト其玉幾秒時ヲ經ナハ地ヲ擊ヘキヤ

答三奇零五〇三七秒有奇

二十四 今北緯八十一度四十五分ノ地ニ於テ某ノ高サヨリ物ヲ落ス有リ其物六秒半ニシテ地上ニ達スト然ラハ幾許尺ノ高サヨリ落セシヤ

答六百八十一尺四三有奇

二十五 今赤道直下ノ地ニ於テ高サ九百六十八尺ノ処ヨリ落ル体有リ其体幾秒時ニシテ地ヲ撃ツヘキヤ及其終時ノ速力如何

答 七奇七六八秒有奇

二百四十九奇零二〇五尺有奇

二十六 今北緯七十二度ノ處在ニ於テ秒時速力三百五

十尺ヲ以テ直上ニ飛セル体有リ其体幾許秒時ヲ經ナハ復返リ降テ地ヲ撃ヘキヤ及其昇リシ最上ノ高サ如何

答 二十一奇零七〇九秒有奇

一千八百九十九奇零六一尺有奇

二十七 又北緯四十五度ノ地ニ於テ空中ニ浮メル氣球有リ其氣球ヨリ秒時五十尺ノ速力ヲ以テ箭ヲ直下ニ射降セシニ八秒ニシテ地ヲ衝クト云氣球ノ高サ如何

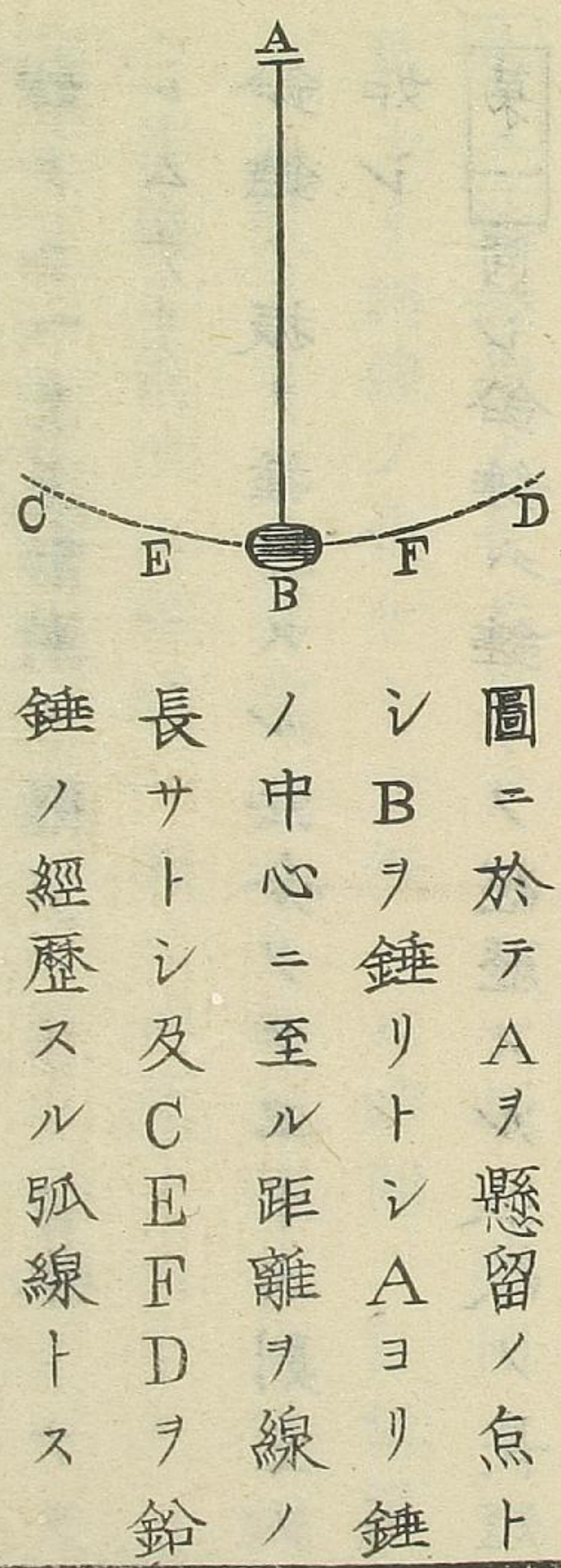
答一千四百二十九奇零四二五尺有奇

三八 又北緯一十五度三十二分三十秒ノ處在ニ於テ
 高サ四百五十尺ノ処ヨリ秒時二十四尺ノ速力
 ヲ以テ石ヲ直下ニ打落ス有リ其石幾秒時ニシ
 テ地上ニ達スヘキヤ

答四奇零六〇〇四秒有奇

鉛錘或ハ垂球

一鉛錘ハ線ノ端ニ錘リヲ附スル者也



今此Bナル錘リヲ一方ニ上クレハ重力ニ因
 リAノ直下ニ下ラントスル働キ餘ツテ其反
 對ノ方同シ高サニ上カルヘシ其点ヨリ復下

此ノ方ニ上ル也然ルニ若シ重力ヨリ他
ニ働クカ無シハ嘗テ運動止マサルヘシ然レ
トモ懸留ノ摩合及空氣ノ逆フカニテ絶ヘス
妨クユヘ其運動漸ニ縮少シ率ニ留体トナラ
シムナリ

一 鉛錘ノ振ヲ推算スル法分ツテ三トス則左ノ
如シ

第一 同シ鉛錘ハ錘リノ經歷スル弧線ノ長短
ヲ異ニス凡一振ノ時間大約等シキ者也前圖
ニ於テEヨリFニ運動スルモCヨリDニ運

動スルモ時間異ナル無ケン然ラハ其弧線短
小ナレハ運動遅ク長大ナレハ速カルヘシ

第二 鉛錘線ノ長サ異ナレハ一振ノ時間モ亦
異ナリ則線ノ長サト一振スル時間ノ自乘冪
ト比例セラル者也故ニ一分時ニ振スル鉛錘
ハ其線ノ長サ一秒時一振スル者ノ三千六百
倍ナラサルヲ得ス

第三 同シ鉛錘ト云ヘ凡地球上緯度ヲ異ニス
レハ亦振ヲ異ニス是レ重力ニ因レハ也又緯
度同シキモ地球心ヨリノ距離異ナレハ亦隨

フテ異ナル也譬へハ高サ五里ノ山上ニテハ
秒時一振スル鉛錘一時ノ間ニ振ル丁其數海
面上ヨリ一十振數ナカルへシ是レ地球心ニ
遠ケレハ也又兩極北南ニ於テハ右秒時一振ス
ル鉛錘一時間ニ振ル丁其數赤道ヨリ一十三
振多カルへシ是レ兩極ハ地球心ニ近ケレハ
ナリ是ヲ以テ鉛錘ノ振ヲ以テ高サヲ測ルノ
具ニ備フヘシト云へリ

一新約克ノ緯度ニ於テ一秒一振スル鉛錘ノ線
ノ長サ大約三十九奇零一尹極下ニ至レハ三

十九奇零二尹余ニシテ赤道ニテハ大約三十
九尹ナラサル可ラス今緯度ニ隨ヒ鉛錘線ノ
長サヲ求ムル法ヲ左ニ揭示ス

∠ || 緯度

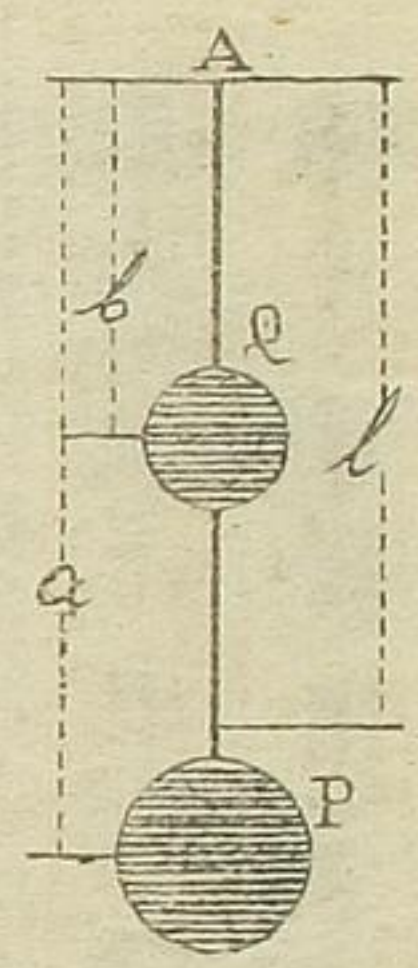
∠ || 線ノ長サ

2 = 39.117 - 0.1018 cos 2 ∠

但シ此法諸書小異有テ適セス
故ニ折衷シテ以テ差ニ記ス也

一鉛錘ニ數種有リ以上ニ記ス者ヲ單鉛錘或ハ
單垂球ト云フ又重垂球及聚合垂球有リ重垂
球ハ懸留ノ下方ニ二個ノ錘リヲ附ス者是也
聚合垂球ハ懸留ノ上下ニ錘リヲ附ス者是也

各左圖ノ如シ



重垂球ヲ推算スル法ニ曰

$$l = \frac{a^2 P + b^2 Q}{a P + b Q}$$

但シ l ハ單垂球ト等シキ働キナラシムノ長サ也下モ同シ

聚合垂球推算スル法ニ曰

$$x = \frac{aP - bQ}{P + Q}$$

$$l = \frac{a^2 P + b^2 Q}{x(P + Q)}$$

一垂球ヲ時辰儀ノ振ニ用シニハ前理ニ基ツキ其寸法ヲ極ムヘシ譬ヘハ半秒毎ニ一振セシ

メシナラハ以前ノ法ニ拠リ長サ三十九奇零一尹ノ四分ノ一即九奇零七七五尹ニセハ可ナラシ他ハ之ニ準スヘシ

問題

垂球有リ一秒三振スト今一秒一振セシメシニハ線ノ長サ幾倍ニスヘキヤ

答九倍

垂球二具有リ一ハ四十秒時ニ一振シ他ノ一ハ

一十秒時ニ一振スト然ラハ線ノ長サ一八他ヨ
リ幾倍ナルヘキヤ

答一十六倍

三

今新約克北緯四十四度ナリニ於テ一十秒時ニ一
振スヘキ垂球ヲ造ラントスル有リ線ノ長サ幾
何尹ニスヘキヤ又同地ニ於テ一秒四振セシメ
シニハ何程ノ長サニスヘキヤ

答 三千九百一十尹有奇
二奇零四四尹有奇

四

今赤道ノ地ニ於テ一秒一振スル垂球線ノ長サ

三十九尹トス同地ニ於テ半時一振スヘキ垂球
ハ線ノ長サ幾許ナルヘキヤ又一秒時一十振スヘ
キノ長サ幾何ナルヤ

答 一千九百九十四里有奇
奇零三九尹

五

某ノ地ニ於テ一秒一振スル垂球線ノ長サ三十
九奇零〇ニ尹トス同地ニ於テ一秒時三振スル
者ト一分時三振スル者及一時三振スル各垂球
線ノ長サ如何

四奇零三三尹有奇

答一万五千六百八尹

八百八十六奇零八里有奇

六

今線ノ長サ二十五尹ノ垂球有リ其垂球八秒時ノ間ニ振ル下如何但緯度記入ナキ者ハ新約克寸法ヲ用ユヘシ以下同シ

答一十振有奇

七

今又線ノ長サ一百八奇零六尹ノ垂球有リ一十五秒時ニ幾振スヘキヤ

答九振有奇

八

今北緯一十二度四十五分ノ地ニ於テ線ノ長サ五十六尹ノ垂球有リ一分五十五秒時間ニハ幾

許振スヘキヤ

答九十六振有奇

九

今線ノ長サ二十八奇零七尹ノ垂球有リ三百四十二振セハ其費フル時間如何

答四分五十三秒有奇

十

今南緯一十五度三十分ノ處在ニ於テ線ノ長サ五十二奇零七五尹ノ垂球有リ八十振スル片ハ其時間如何

答一分三十三秒有奇

十一

今北緯六十八度四十五分ノ地ニ於テ線ノ長サ

一十二尹半ノ垂球有リ一分四十九秒間ニハ幾許振スヘキヤ

答一百九十三振有奇

十一 又北緯七十五度四十分ノ地ニ於テ線ノ長サ一十六尹半ノ垂球有リ三十七振スル片ハ其間ニ費ユル時間如何

答二十四秒有奇

十 仮令重垂球有リ下錘ノ重サ五斤其距離懸留ノ錘ノ中心ニ至ル長サナ以下皆同シ三十八尹上錘ノ重サ二斤其距離二十四尹ナリセハ單垂球ニ齊シキ働キナル

ヘキ距離如何

答三十五尹一十七分ノ三

九 又重垂球有リ下錘ノ重サ六斤其距離三十二尹上錘ノ重サ二斤半其距離一十四尹也ト然ラハ此垂球一分二十三秒時ニ幾振スヘキヤ

答九十六振有奇

八 今北緯五十九度二十一分三十秒ノ地ニ於テ重垂球有リ下錘ノ重サ一十二斤其距離二十七尹上錘ノ重サ七斤其距離一十二尹ナリセハ三十二振スルニ於テ費ユヘキ時間如何

答二十五秒有奇

十六 仮令聚合垂球有り下錘ノ重サ五斤其距離三十
八尹上錘ノ重サ二斤距離二十四尹ナリセハ單
垂球ノ働キナルヘキ距離及七十秒時ノ間ニ於
テ振數如何

答 五十八尹七十一分ノ六十八
五十七振有奇

十七 今北緯二十四度一十五分ノ地ニ於テ聚合垂球
有り下錘ノ重サ三十八斤其距離二十五尹上錘
ノ重サ一十二斤其距離一十八尹ナリセハ五十

五振スルニ於テ其時間如何

答五十四秒有奇

十八 又北緯三十八度五十三分二十三秒ノ地ニ於テ
聚合垂球有り下錘ノ重サ一十一斤其距離二十
八尹上錘ノ重サ四斤其距離一十五尹ナルハ
三分四十三秒時ノ間ニ幾許振スヘキヤ

答二百二十五振有奇

十九 今重垂球有り下錘ノ重サ一十五斤其距離三十
二尹上錘ノ重サ六斤然ルニ之ヲ七秒時八振セ
シメンニハ上錘ノ距離幾何ニスヘキヤ

算術卷中

二十二奇零六四三尹有奇

答 或ハ七奇零二九二尹有奇

二十 今聚合垂球有り下錘ノ重サ八斤其距離二十四
尹上錘ノ重サ三斤ニシテ一秒毎ニ一振セシメ
ントス然ラハ上錘ノ距離幾何尹ニ定ムヘキヤ
答一十七奇零一七三尹有奇

比量 或ハ 異重

凡物体質ヲ異ニスレハ亦重サヲ異ニス今同
大_ニサ_キ体_積等_フシノ水ト銀及厚浮皮ノ三種ヲ比
セハ銀ハ水ヨリ重モク厚浮皮ハ水ヨリ輕キ
ヲ知ル也斯ノ如ク比較セル各体ノ重力ヲ名
ケテ比量或ハ異重ト云フ
一各物ノ比量ハ温度六十度ニ於テノ兩水ヲ以
テ定源トシ以テ比較スルヲ法トス譬ヘハ銀
一尹立方ノ重サハ水一尹立方ノ一十倍半ナ
ルユヘ水ノ比量ヲ一トシ以テ銀ノ比量一十

算術卷中

二十六

奇零五ト称スヘシ又厚浮皮一尹立方ノ重ハ
同積ノ水ノ一百分ノ二十四故ニ厚浮皮ノ比
量ハ奇零ニ四ト称スヘキ也

一親和ス可ラスノ流体ヲ同器中ニ容レハ自然
各体比量ノ順序ニ列スル也今水銀ト水及油
ヲ共ニ玻璃筒ニ投セハ水銀ハ底ニ在ルヘシ
是レ比量最大ナレハ也而シテ水ハ中央ニ位
置シ油ハ其上ニ浮ムヘシ是レ三種ノ最輕体
ナルヲ以テ也

一氣體亦各比量ヲ異ニス煙氣ノ昇ルハ空氣ヨ

リ輕キ故也又水素瓦斯ハ比量ニ於ケル空氣
ニ劣ル丁尤甚タシキヲ以テ管ニ空氣ニ浮ム
而已ナラス亦氣球ヲ高キニ輸ス復炭酸瓦斯
ハ空氣ヨリ稍重シ故ニ井或ハ洞窟ノ底ニ見
ルヘシ

一固形体流体ニ浮ムハ其比量小ナル故也厚浮
皮ノ水ニ浮ム是レ也又沉ムハ其比量大ナル
故也鉛ノ水ニ沉ム是レ也又若シ固形体ト流
体比量ヲ同シフセハ固形体ハ浮沉スル丁無
フシテ入置ケル某ノ深サニ滞在スヘシ例之

ハ鑄鐵ハ水ト同シ大サニテ七倍四分ノ一重
 モシ故ニ水中ニ沉ムヲ常トス然レ氏之ヲ板
 金ニ延ヘ之ヲ窪メ以テ其体積前ノ七倍四分
 ノ一ヨリ大ヒナラシメハ水ニ浮ムヘシ是レ
 今水ト同積ニシテ其比水ヨリ輕ケレハナリ
 然レハ鐵船水ニ浮ムモ之ニ因ル也
 一流体ノ比量ヲ知ルノ法ハ一ツノ玻璃壘ヲ取
 リ某ノ処ニ符ヲ施シ其符ニ及フ迄水ヲ滿タ
 シ其量ヲ權リ内玻璃壘ノ量ヲ減シ水ノ真量
 トス然シテ其水ヲ去浮レ他ノ流体ヲ右符ニ

至ル迄滿タシメ復其量ヲ權リ前ノ如ク風袋
 ヲ減シ真量ヲ得之ヲ水ノ真量ヲ以テ除キ得
 ル商則其流体ノ比量ナル也例之ハ水銀及亞
 爾格兒ノ比量ヲ得ントシ前法ノ如ク權レハ
 水ノ真量一千グレシテ得水銀ノ真量一万三
 千五百六十八グレシテ得又亞爾格兒ノ真量
 七百九十二グレシテ得ヘシ然ラハ水銀ノ比
 量ハ一十三奇零五六八亞爾格兒ハ奇零七九
 ニナルヲ知ルナリ
 一固形体ノ比量ヲ知ラントナラハ其体某ノ大

一 尺立方トカ或フハヲ取り其量目ヲ權リ而
 シテ同シ大サ同積ノ水ノ量目ヲ以テ除クハ
 シ其商適ニ其体ノ比量ナリ然レハ細密ナル
 水ノ同積ヲ得ルヲ甚タ難シ故ニ左法ヲ用ヒ
 以テ容易カラシム
 若シ某ノ体水ニ沉ムヲ得ハ先ツ大氣ニ於テ
 其量ヲ權リ後水中ニ容レテ復權レハ多少其
 量減損スル也此減損ノ量ハ適ニ其体ト同積
 ノ水ノ量ニ他ナラス是ニ於テ其大氣ノ量ヲ
 減損ノ量ヲ以テ除キ以テ比量ヲ得ルナリ例

之ハ布刺知紐母ノ白金大氣ニ於テ其量二十ニ
 グレシノ切レ有リ之ヲ水中ニテ權レハ二十
 一グレシノヲ得ルト然ラハ其量ノ減スルヲ一
 グレシ也以テ大氣ノ量二十ニグレシヲ除キ
 比量二十ニヲ得ル也
 若シ固形体ト云ヘハ水ヨリ輕クシテ沉ムヲ
 得サル片ハ之ヲ沉マスヘキ他ノ最重量ノ体
 ヲ以テ之ニ添着シ而シテ此抱合物ヲ大氣及
 水中ニ於テ權リ其減量ヲ知り後復其添着セ
 ル体ヲ大氣及水中ニテ權リテ減量ヲ求メ以

算術問答卷中

テ輕体ノ比量ヲ得ル也其法文ヲ以テ説ケハ
言長シ故ニ式例ヲ以テ左ニ揭示ス

② || 添着体ノ比量

③ || 輕体ノ比量

④ || 大氣ニ於テ抱合物ノ重サ

⑤ || 水中ニ於テ抱合物ノ重サ

⑥ || 大氣ニ於テ添着体ノ重サ

⑦ || 水中ニ於テ添着体ノ重サ

⑧ || 大氣ニ於テ輕体ノ重サ

$$\frac{V}{V+V'} = \frac{W}{W+W'} \quad \frac{V'}{V-V'} = \frac{W'}{W-W'}$$

又二種ノ金屬親和セル混合体有ル其各屬成
分ノ量ヲ知ラレト欲セバ其混合体ヲ大氣及
水中ニ於テ其量ヲ檢シ又各屬ノ比量ヲ金屬
比量表ヨリ取り用ヒ以テ成分ノ各量ヲ得
キ也其通法左ノ如シ

① || 大氣ニ於テ混合体ノ重サ

② || 水中ニ於テ混合体ノ重サ

③ || 混合体中重屬ノ比量

④ || 混合体中輕屬ノ比量

算術問答卷中

三十一

△ 成分重属ノ量

○ 成分輕属ノ量

$$\Delta = \frac{W - S(W - w)}{w}; \quad \circ = \frac{S(W - w) - W}{w}$$

右ノ外問題ニ於テ其与フル処ヲ異ニスル者
アルヘシ然レト右各式例ニ基ツキ推究セハ
難キ丁有可ラス故ニ大畧ス

一 氣體ノ比量ハ空氣ヲ定源トシ以テ比較セル
量也猶雨水ヲ以テ他ノ流体ノ比量ヲ得ル如
譬ヘハ玻璃壘ニ空氣ヲ充タシ口ヲ密塞シ之
ヲ推リ然シテ空氣唧筒ヲ以テ器中ヲ空虚ナ

ラシメ又之ヲ推リ其量ヲ知リ以テ前ノ量ヲ
減セハ其差即壘中ニ充テル空氣ノ真量ナリ
後他ノ瓦斯ヲ此壘ニ充テ復之ヲ推リ内前ニ
得タル壘ノ量ヲ減セハ其瓦斯ノ真量ヲ知ル
ナリ之ヲ空氣ノ真量ヲ以テ除カハ得ル商其
瓦斯ノ比量ナル也

比量畧表

固散体及流体 但シ各雨水ヲ

イリチユム 二三〇〇〇

プナニム 二二〇六九

布刺知紐母金

黄金

一九三五八

水銀

一三五六八

鉛

一一四四五

銀

一〇四七四

鑄銅

八七八八

錫

七二八五

鑄鐵

七二〇七

金剛石

三五三六

意大利亞大理石

白色

二七〇八

通例

二六八六

榭樹

〇九七〇

水

〇九三〇

生人体

〇八九一

厚浮皮

〇二四〇

人血

一〇四五

乳汁

一〇三〇

海水

一〇二六

阿列布油

〇九一五

亞爾格兒

〇七九二

安摸尼亞

〇八九七

氣體 但以空氣ヲ

格魯稟瓦斯

二、五〇〇

炭酸瓦斯

一、五二四

酸素

一、一一一

窒素

〇、九七二

安摸尼亞瓦斯

〇、五〇〇

水素

〇、〇六九

石炭煙

〇、一〇二

木煙

〇、九〇〇

蒸氣 二百十ノ二

〇、四八八

一 氣體ハ煙氣水氣ヲ除クノ外總テ瓦斯ト云空
 氣亦瓦斯也蓋シ水素ハ最輕量ニシテ水ニ比
 セハ輕キ一萬二千倍又空氣ヲ水ニ比セハ
 八百二十八倍輕シト也嘗テ生活人体ハ比量
 奇零八九一ト記ス然レハ人体ハ水ヨリ輕シ
 故ニ水ニ浮ムヘシ是ヲ以テ能ク泳キ得可ヲ
 スノ人ト云ヘ凡頭ヲ後背ニ投シ口ヲ最高ニ
 在ラシメハ溺ルル無ケレト然レ凡溺ル所以
 ノ者ハ他ナシ肺臟ヨリ空氣ヲ吐出セハ体ノ
 比量相増スヘキニ加之水ヲ以テ吐出セル空

氣ニ換フレハ比量漸ニ増スヘシ故ニ溺ルノ
体沉△也然ルニ溺死体時日ヲ經テ再ヒ浮△
ハ其体中ニ輕瓦斯生スルニ因ル者ニシテ其
輕瓦斯ノタメ比量減スレハ也
一總テ体ノ比量相知ル片ハ各体某ノ積ノ重量
ヲ知り又各重量ヲ以テ積ヲ知ルヘシ則雨水
ハ一尺^イ立方ニシテ其重量一千^ヲ穩又ハ六十二
斤半^{各常}也之ヲ空氣ニ及ホセハ一百立方^イ
ノ重量大約三十^イグレ^イ半ヲ得ルナリ

問題

一 小壘有リ其量四穩之ニ水ヲ滿タシメハ六穩ナ
リト今之ニ窒酸^{窒素ト酸素}成ル^成流^流体^体也^也ヲ以テ滿テシニ
七穩ヲ得ルト云窒酸ノ比量如何

答一奇零五

二 玻璃球有リ精氣^{亞爾格兒}ヲ滿テハ其量一十
三奇零五七五穩又水ヲ滿レハ一十五穩也ト然
ルニ球中空虛ナラシメハ其量一十穩也ト云精
氣ノ比量如何

答奇零七一五

三 瓶有り其重サ七斤半ニシテ之ニ硫酸ヲ滿テシ
ニ一十二奇零一一二五斤ヲ得又水ヲ滿ルニ於
テ一十斤ヲ得タリト云硫酸ノ比量如何

答一奇零八四五

四 銅一斤有り大氣ニ於テ之ヲ推レハ九十三匁有
テ之ヲ水中ニテ推レハ八十二匁五分アルト云
銅ノ比量如何

答八奇零八五七有奇

五 牛骨有り水中ニテハ其量二十六穩大氣ニテハ
六十六穩アルト然ラハ牛骨ノ比量如何

六 象牙一斤有り大氣ニ於テノ重サ一十六穩也ト
然ルニ水中ニ投シテ推リシニ其量ノ減スル丁
八穩四分ノ三也ト云象牙ノ比量如何

答一奇零八二八余

七 玻璃壘ニ格魯稟瓦斯ヲ充テル有リ其量一十一
奇零二二五穩然ルニ壘中空虚ナラシメ之ヲ推
レハ一十穩ナリト今空氣ヲ充テシニ量一十奇
零五穩ヲ得ルト云格魯稟瓦斯ノ比量如何

答二奇零四五

八 沃陣沃陣ノ氣ナルヘシテヲ某ノ器ニ充テ權レハ一十九
 奇零三六穩ヲ得ルト又同器ニ空氣ヲ充テシニ
 其量一十五奇零五穩ヲ得タリ然ルニ其器ノ重
 一十五穩アルト云沃陣ノ比量如何

答八奇零七二

九 水ト空氣ハ其量大ヒニ異ナリ今水ノ四立方尺
 ノ重サニ換フルニ空氣ヲ以テセハ幾許立方尺
 ヲ要スヘキヤ

答三千三百一十二立方尺

十 又金ト銀ハ量ヲ異ニス今比量表ニ扱レハ金銀

各立方一尺ノ重量如何

答 一千二百九斤八七五

六百五十四斤六二五

土 乾榦樹有リ其重サ二千二百四十斤ニシテ比量
 奇零九二五ナリセハ其榦樹ノ立方尺ノ積如何

答三十八立方尺一八十五分

土 玻璃一片有リ大氣ニテ其量三十三穩又水中ニ
 於テ權レハ二十一穩ニ減スト云然ラハ其玻璃
 ノ比量如何

答二奇零七五

三 亜鉛^ト有リ大氣ニ於テ其量一十七斤ナルヲ水中ニ投シテ試ムニ其量ノ減スル^トニ奇零三五斤ナリト云亜鉛ノ比量如何

答七奇零二三四有奇

四 玻璃一片有リ水中ニ入レテ之ヲ量レハ其重サ元量ヨリ減スル^ト三百一十八穩後又亜爾格兒ニ入レテ試メスニ量二百五十穩ヲ減スト云然ラハ亜爾格兒ノ比量如何

答奇零七八六有奇

五 今重サ八穩ノ瓶有リ水ヲ滿テシニ重サ共ニ一

十四穩ヲ得後又或ル燒酎ヲ以テ滿テシニ共ニ其量一十三奇零二五穩ヲ得ルト云然ラハ其燒酎ノ比量如何

答奇零八七五

六 大理石ヲ以テ造レル像有リ其比量ニ奇零八三七ニシテ其全体二十七立方尺ナリセハ其像ノ斤量如何

答四千七百八十七斤七穩

七 空氣ヲ含蓄スル壘有リ其量二千四百三十三ゲ^レニシテ其空氣ヲ去レハ二千四百ゲ^レ也

今其壘 = 酸素瓦斯ヲ充タシメシニ二千四百三
十六奇零四ケレインヲ得シト云然ラハ酸素瓦斯
ノ比量如何

答一奇零一〇三有奇

六 氷有り海上ニ浮ム其形チ恰モ直保壘ノ如クシ
テ堅ニ十奇零四五ヤルド横一十五奇零七五ヤ
ルド厚サ一十奇零五ヤルドナリシト然ラハ其
氷水面上ニ浮出スル高サ如何但シ氷及海水各
比量ハ表ニ出ス
答二尺一十一尹三六八四有奇

十九 鋼鐵有り大氣ニ於テハ其量七十八斤半ヲ得又

水中ニテハ六十八斤半ヲ得ルト云然ラハ其鐵
ノ比量如何

答七奇零八五

二十 樅樹有り其比量奇零五五ニシテ其重サ一噸ナ
ル片ハ其樹ノ立方積如何

答六十五立方尺一六三六有奇

二十一 水瀝石有り其重サ八噸ニシテ其比量ニ奇零五
ニナル片ハ其石ノ立方積如何

答一百一十三立方尺九分ノ七

二十二 大氣ニ於テ重サ五十穩ノ輕石有り今大氣ニテ

三百九十穩水中ニテ權レハ三百四十五穩ノ銅塊ヲ以テ之ニ添着シ其抱合物ヲ水中ニ入レテ攪リシニ三百四十四穩ヲ得ルト云然ラハ輕石ノ比量如何

荅奇零九八有奇

三五

秦皮上字樹名有リ大氣ニ於テ其重サ六十斤也ト今水中ニテ重サ四十斤ヲ得ヘキ銅ノ一斤ヲ以テ之ニ添着シ而シテ水中ニ入レテ試メスニ量ニ十五斤ヲ得ルト云秦皮ノ比量如何

荅奇零八

三六

榆樹名材有リ其量三十斤也ト今水中ニテ三十二斤ニ量リ得ヘキ鐵塊ヲ之ニ添着シ以テ水中ニ沉メテ試ムニ量一十二斤ヲ得シト云然ラハ榆材ノ比量如何

荅奇零六

三五

大氣ニ於テ二十五斤ニ量リシ厚浮皮有リ又大氣ニ於テ九十九奇零九斤ニ量リシ鉛有リ其比量一十一奇零四四也以テ厚浮皮ニ添着シ之ヲ水中ニ沉メテ量ルニ一十二斤ニ減スト云厚浮皮ノ比量如何

答奇零二四

二六 山毛榉名樹有リ大氣ニ於テ其重サ四十二奇零六斤也ト今水中ニ於テ四十奇零七斤ニ量リシ錫ノ一斤ヲ以テ之ニ添着シ復水中ニテ量ルニ三十三奇零三斤アルト云山毛榉ノ比量如何

答奇零八五二

二七 人有リ某ノ地ニ於テ城砦ノ石垣中ニ大理石一個アルヲ見タリ其大ヒサヲ檢スルニ豎六十三尺横厚各一十二尺ナリシト今其比量ヲ二奇零七トシ算計セハ其石ノ斤量總計如何

答六百八十三噸九百八十斤

二八 擬樹ノ板有リ通計四百噸目ヲ以テ船積セントス其比量奇零五五也然ルニ其板各長ケ一十六尺幅九尹厚六尹ナリセハ板數幾許ヲ積ミテ四百噸目ヲ充ツヘキヤ

答四千三百四十四枚三十三分ノ八

二九 銅錫混合体有リ其量共ニ五十六斤其比量ヲ問ハハ銅ハ九錫ハ七奇零三ニシテ混合物ハ八奇零七八四ナリト云此塊ヲ成分セハ各量如何

答銅五十斤 錫六斤

二十 銅ト亜鉛ノ混合体有り其比量七奇零八ニシテ
重サ共ニ一十斤也然ルニ其比量ヲ分テハ銅ハ
九亜鉛ハ七奇零ニ也ト云之ヲ成分スル片ハ各
重サ如何

答 銅三斤八四六 強
亜鉛六斤一五四 弱

三十一 銀鉛混合体有り其量大氣ニ於テハ一十六斤水
中ニテハ一十四斤半也然ルニ其比量銀ハ一十
奇零五一又鉛ハ一十一奇零三五ナリセハ之ヲ
成分スルニ於テ各量目如何

答 銀一十二奇零八二四七斤 強
鉛三奇零一七五三斤 弱

三十二 銅ト錫ノ混合体ニ於テ比量七奇零七ノ物有り
其比量ヲ分テハ銅ハ九錫ハ七奇零三而シテ其
重サ共ニ二十五穩ナル片ハ其成分ノ量各如何

答 銅六奇零八七五穩 強
錫一十八奇零一二五穩 弱

三十三 西班牙白楊有リ大氣ニ於テ重サ一十四斤ナリ
今大氣ニ於テ二十八斤ニ量リシ鑄鐵ノ一斤ヲ
以テ添着シ而シテ水中ニ入レテ量ルニ一十一

奇零七斤ヲ得ルト云其鑄鐵ノ比量七奇零二ト
セハ白楊ノ比量如何

答奇零五三有奇

三四 櫻樹有リ大氣ニ於テノ重サ三十六斤其比量奇
零七一五也又大氣ニテ重サ八十斤比量八奇零
八八ノ銅有リ之ヲ添着シ水中ニ投シテ権リナ
ハ其重サ幾許ナルヘキヤ

答五十六斤六四一有奇

三五 檫シロ材有リ其量二十斤比量奇零六也又鉛一片
有リ其量五十斤比量一十一奇零三五ナルヲ右

檫材ニ添着シテハ其抱合物ノ比量如何

答一奇零八五四八有奇

三六 大氣ニ於テ量目四奇七五五斤ノ金塊有リ今之
ニ大氣中ニテ其量目一奇零二四五斤比量一十
奇零五一ノ銀ヲ添着シ其抱合物ヲ水中ニ入レ
テ試ムニ五奇零六三六斤ヲ得タリト云然ラハ
此金ノ比量及抱合物ノ比量各如何

答 一十九奇零三六五有奇
一十六奇零四八三有奇

三七 菩提樹有リ大氣ニ於テノ重サ二十四斤比量奇

零六〇四也今之ニ比量八奇零七八八ノ鑄銅ヲ
添着レ其抱合物ノ比量水ト齊レク一ナラシメ
ント欲ス塙銅幾許斤ヲ添着スヘキヤ

答一十七斤七五五有奇

三六

鑄銅三斤有リ其比量八奇零七八八也今之ニ比
量一十一奇零四四五ノ鉛ヲ混和シ其混合物ノ
比量一十奇零四七四ノ銀ト齊レカラシメント
欲セハ鉛幾斤ヲ和スヘキヤ

答六斤七八三九九有奇

三九

黄金八穩有リ其比量一十九奇零三五八也今比

量八奇零七八八ノ銅ヲ以テ之ニ和シ其混合物
ノ比量一十奇零四七四ノ銀ト齊レフセントス
然ラハ銅幾許ヲ和スヘキヤ

答一十九穩一三六八有奇

四一

今新貨五十錢銀一枚有リ其量目三匁三分三厘
之ヲ水中ニ沉メテ權レハ三匁也然ラハ銀銅成
分ノ量目各如何但レ銀銅各比量ハ

答 銀二匁六分七厘一毛強
銅六分五厘九毛弱

四二

又新貨十圓金一枚有リ其量目四匁四分三厘六

毛八絲之ヲ水中ニテ推レハ四忽一分八厘ヲ得
ル也然ラハ金銅成分ノ量目各如何但レ金銅各
比量ハ表ヨ
得リ求レメ

答 金三忽九分九厘二毛五絲五忽弱
銅四分四厘四毛二絲五忽強

流体ノ壓力及動力

凡ソ器中ニ盛ル流体其器ノ管口ヨリ注射ス
ルカ或ハ樋中ヲ流通スルカ若クハ河流ヲ以
テ其動力ヲ論ス是レ流体ノ動力ヲ以テ用ニ
具フヘキ所以ヲ知ラシメント也

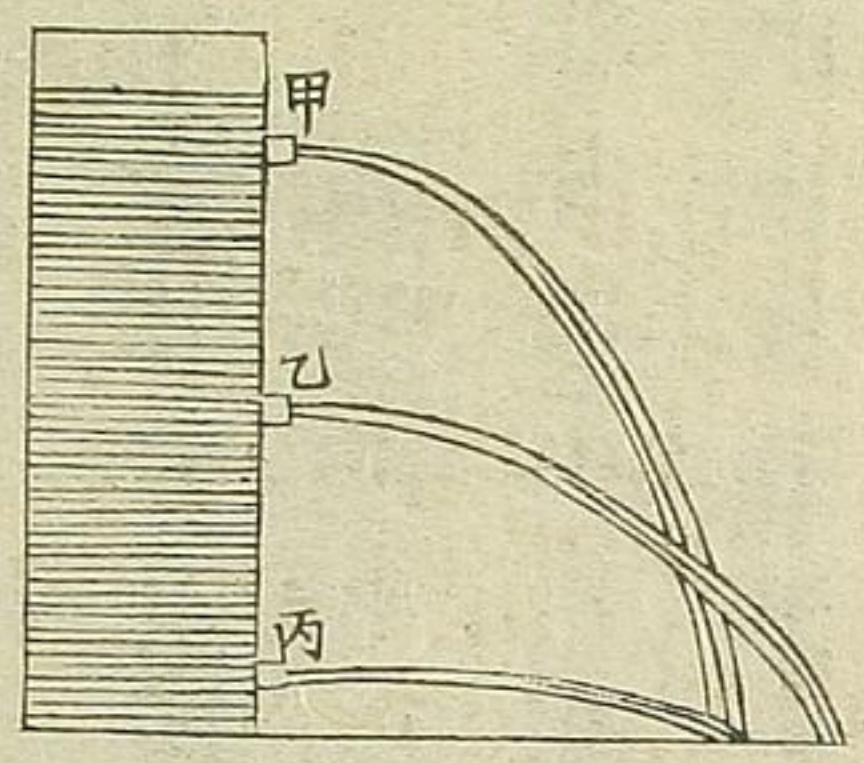
若シ水櫃ノ側面若クハ底ニ口孔ヲ明クルナ
ラハ直チニ流体其口ヨリ流出スヘシ是レ其
口ノ近傍ニ在ル処ノ流体ノ分子其以上ノ壓
力ニ因リ追出サルレハ也

一管口ヲ通シテ注射スル流レノ速力ハ流体ノ

其面以下管口ニ至ルノ距離ニ源ツク是物体
 其距離ヲ降ルニ於テ得ルナルヘキ速力終落時
 ノ速力ニ齊シキヲ以テ也例之ハ長大ナル水
 櫃ノ側面ニ三ノ孔ヲ穿チ其面ヨリノ深サ一
 孔ハ一十六尺一十二分ノ一次孔ハ六十四尺
 三分ノ一第三八一百四十四尺四分ノ三ナラ
 シメハ流体右次序ヲ以テ秒時三十二尺六分
 ノ一六十四尺三分ノ一及九十六尺二分ノ一
 ノ速力ヲ以テ流射スヘシ底等ノ摩擦ヲ器ノ脇
 入セナリ是即前ニ記セル各距離ヲ通シテ降ル

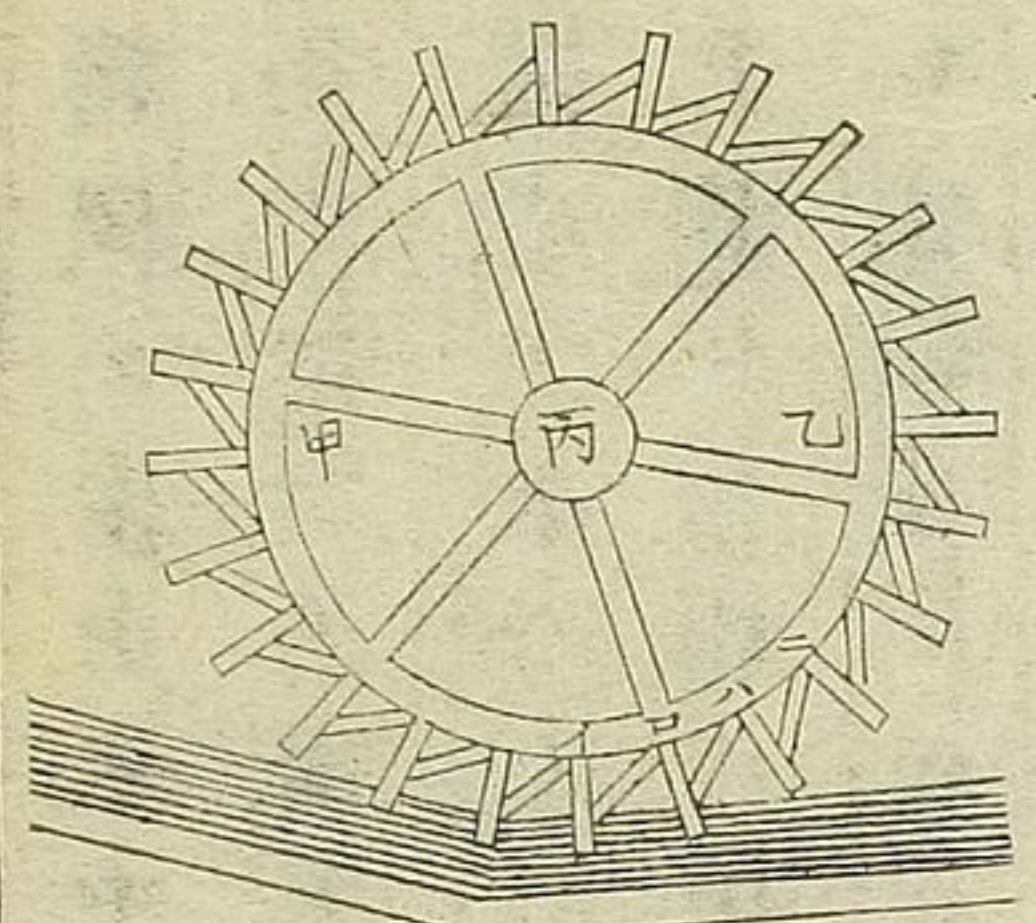
体ノ速力ノ是亦落体終時ナル可レハ也
 右數形水面ヨリノ距離ハ其比一四九ノ如ク
 速力ハ其平方根數即一二三ノ如シ之ヲ管口
 ヲ流出スル速サノ法トス然レモ摩擦合等ノ夕
 メ此規則ヨリ遲速ノ差ヲ生スト也
 一凡ソ水櫃ニ容ル流物同シ高サヲ固有スル其
 間ハ一樣ノ速力ヲ以テ某ノ管口ヨリ流出ス
 へシ同シ高サヲ固有スル物他ヨリ其管口ヨリ流
 可ラ高サ増減ス然レモ器中ノ流物流出シテ減
 少スル俟之ニ加フル物無シハ壓力相減シ而

シテ流瀬ノ速力其故ヲ以テ減劣スヘシ又此
 ノ如ク流出シ以テ器中ヲ空虚ニスヘキ其時
 間ハ他ヨリ流入スル物有テ根元ノ水平ヲ損
 耗セスシテ前ト同シ水ノ量ヲ流出スル時間
 ニ比セハ倍ナルヘシト也按テ積分術ノ理ヲ
及リハサレヘシ然レモ究理家ノ説
 一總シテ流物水櫃ノ管口ヨリ流出シテ地ニ落
 ルハ其形チ曲線ニシテ此曲線ヲ巴刺勃羅線
巴刺勃羅線ニ就テ知ルニ畧シト名ク蓋シ器中ニ
尚截術ニ就テ知ルニ畧シト名ク蓋シ器中ニ
 在ル流物ノ面及底ノ中央ノ口ヨリ出ルハ器



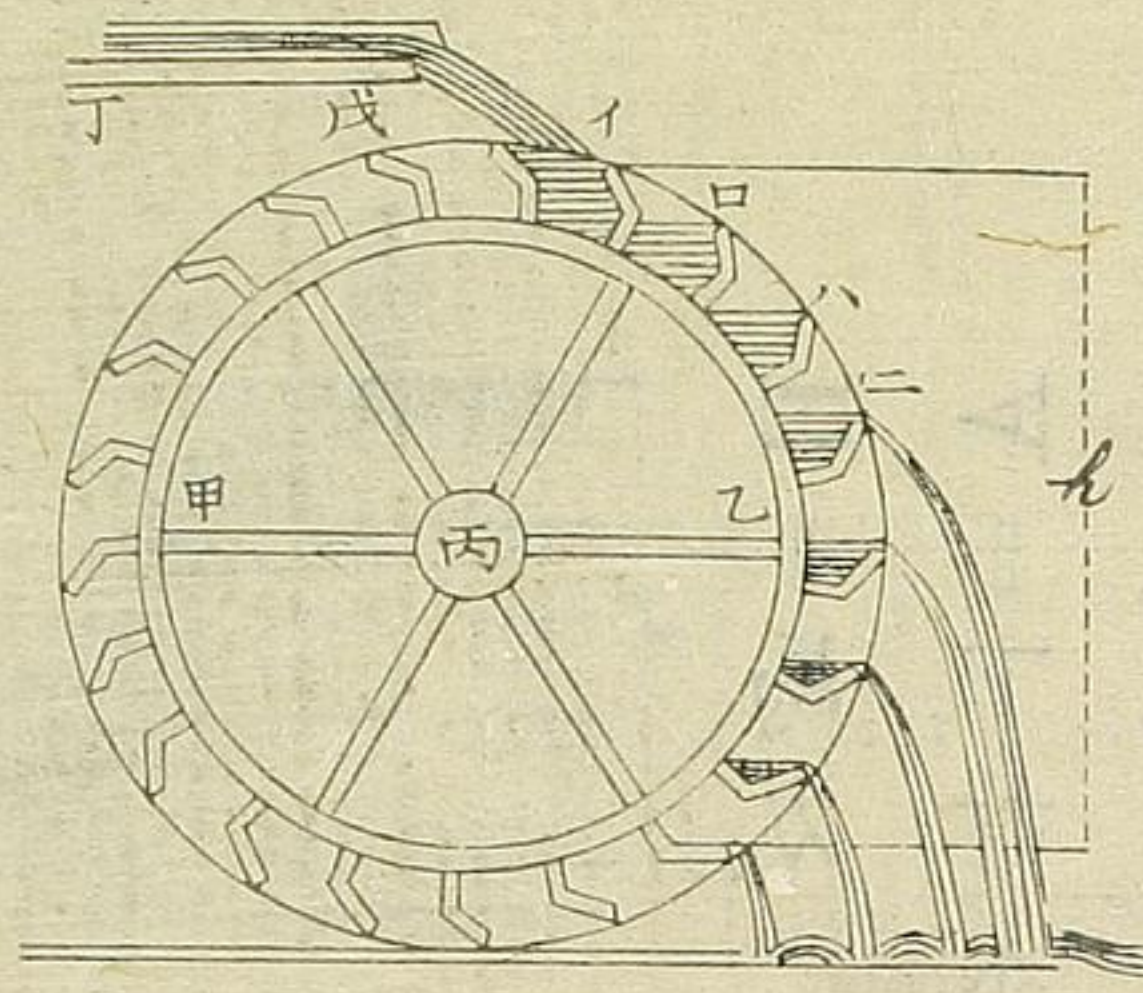
根ヲ隔ツ丁最遠キ器根ト水平ノ地ニ落ヘク
 又其中央口ヨリ上下等シク隔ツル口ヨリ流
 出スルハ器根ト水平ノ同点ニ落ヘシ圖ニ於
 テ乙ハ水面ト底ノ中央ニ設ル
 管口ニシテ甲及丙ハ乙ヨリ等
 シク隔ツル口也故ニ乙ヨリ出
 ル者最遠キニ落チ甲及丙ヨリ
 流出スル者同点ニ落ル也
 右常ニ水面等シキヲ得ル流出スル文ケ他ヨ
得ル等シキヲ水櫃ノ管口ヨリ流出スル液量ヲ
得ル等シキヲ水櫃ノ管口ヨリ流出スル液量ヲ

求シニハ管口ノ面積ニ秒時流瀨ノ速力及時
 ノ秒數ヲ乘スヘシ此法摩合ノ算ハ此法ヲ然レ
テ得ナルカラシ其
 一 同器ニシテ同口ヨリ同時間ヲ通シテ流出ス
 ル其量流体異ナレハ亦異ナリ仮令ハ亞爾格
 兒ハ水ヨリ流ル丁遅ク水銀ハ水ヨリ速シト
 故ニ亞爾格兒ハ其量水ヨリ少ナク水銀ハ水
 ヨリ多シ
 一 水車ハ流水ヲ器械カトシ用フル者也水車ノ
 働キハ水ノ打カヲ以テ之ヲ旋回セシムニ因



レリ又水車ノ運動ニ就テ種々ノ器械ヲ製作
 スルナリ
 右水カヲ以テ旋回スル水車數種有リ今茲ニ
 三種ヲ記ス一ニ曰シタ下打ノ水車二ニ曰ウタ上打ノ
 水車三ニ曰胸打ノ水車是也
 下打ノ水車ハ圖ノ如ク甲乙
 ナル車輪ヲ再ナル軸心ニ固
 着スル者ニシテ其周圍ニイ
 ロハニ等ノ羽板ヲ直角ニ附
 シ其羽板ノ間各同寸ニス此

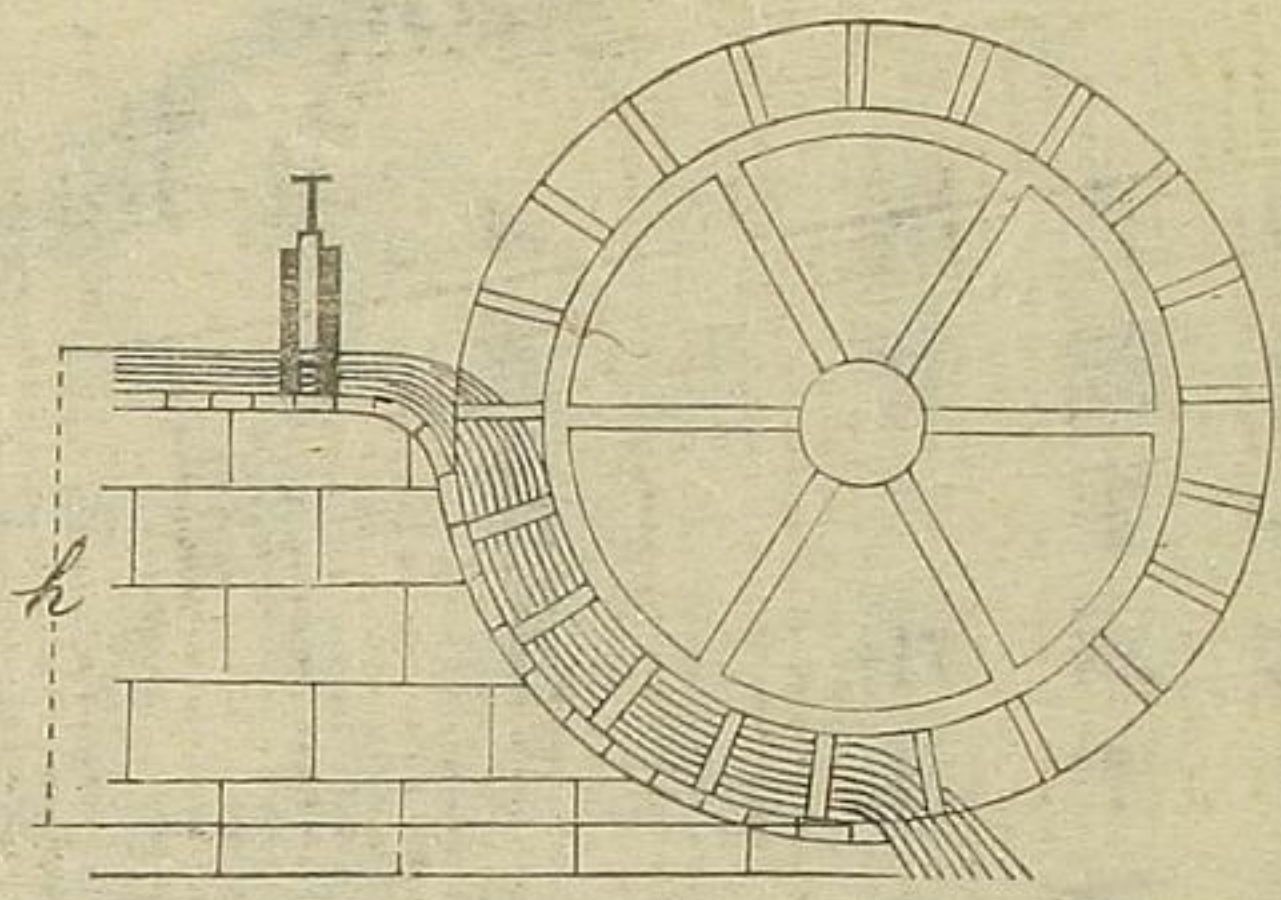
羽板ノ多少水中ニ入タル數個ニ對シテ流水
 之ヲ打ツヲ以テ車ヲ旋回セシム也
 流水ヲ狹キ樋ヲ通シテ車ニ迄導ク丁有リ以
 テ遅キ勾配ノ流レモ時ニヨリ其力ヲ増スヘ
 シ其他堤ノ底ヨリ大ヒナル水ノ壓力ニ因テ
 成レル速力ヲ以テ注射スル後直チニ水車ヲ
 打シムアリ何レニシテモ此下打ノ水車ハ器
 械力ノ四分ノ一ヨリ余分ノ利益有ル可ラス
 トナシ是ルハ大約ヲ示ス者
 上打ノ水車ハ圖ノ如ク車輪ノ周圍ニ水ヲ承



クルイ口ハニ等ノ篋ヲ附シ
 其間各同寸ニス此篋漸次丁
 戊ナル樋ヨリ水ヲ承テ其重
 ミヲ以テ旋回スル也此水車
 ハ動水ノ重ミヲ其速力ノ如
 シ算計ヲ帰ス是ヲ以テ器械
 カノ四分ノ三ヲ固有スト也
 胸打ノ水車ハ左圖ノ如ク車輪ニ模擬シ水流
 ヲ制シ以テ流水ノ重ミヲ利益ス此胸打ノ水
 車ハ其働キ下打ト上打ノ間ニ列シテ器械力

水車ノ構造

四十八



ノ五分ノ三ヲ固有スト也
 右三種ノ水車ノ馬力ヲ求ム
 式例ヲ左ニ揭示ス但シ一馬
 カハ一分時ノ間ニ三万三千
 斤ノ重量即一秒時ニ五百五
 十斤ヲ一尺ノ高サニ揚クル
 ノカナリ

H || 馬力
 A || 下打水車ノ羽板水中入ル丈ケノ平積
 V || 水瀬ノ秒時速力

Q || 車輪ノ速力
 Q || 上流及胸打尺數ヲ以テ水ノ一秒钟積

下打水車

$$H = \frac{A^2}{200} (V - 2)$$
 今若シ車輪ノ旋回
 速力水瀬速力ノ半ニ近キ片ハ

$$H = \frac{A^2 V^3}{1600}$$

上打水車

$$H = \frac{Q}{13.7} \left\{ k + \frac{21}{27.5} (V - 2) \right\}$$

胸打水車

$$H = \frac{Q}{11.2} \left\{ k + \frac{21}{32} (V - 2) \right\}$$

右上打及胸打水車ニ於テ樋或ハ堰ノ上面ヨ
 リ落來ル水之ニ働キ掛ル片其落來ル水ノ方

向ヲ角度ニ用ヒ算入スル者有ト云ヘ凡繁ニ
涉レハ姑ラク之ヲ缺ク計乃題中摩合ノ算
モ亦之ヲ缺ク

問題

一 仮令ニツノ口孔ヲ設クル水櫃有リ各孔ヨリ流
出スル速カノ比一ト六ノ如クナルキハ一孔ハ
他孔ヨリ水面下ノ隔テ幾倍遠キヤ

答三十六倍

二 麥酒ヲ滿ツル桶有リニツノ呑口ヲ持ツ其大小
等シクシテ酒面ヲ隔下スル一ハ九尹他ハ二

十五尹ナリト云其速カヲ比較セハ如何

答一ハ他ノ五分ノ三

三 今三ツノ穴アル水槽有リ各穴水面ヲ下ル一
尺ト四尺ト一十六尺ナリセハ如何ナル速カノ
比ヲ以テ水流出スヘキヤ

答一ト二ト四ノ比ヲ以テ流出ス

四 酒ヲ滿ル桶有リ高サ三尺ニシテ四ツノ穴ヲ持
ツ其各穴酒面ヲ下ル一三尹一十二尹一十八尹
及二十四尹也ト各穴ヲ同時ニ開テ流泻セハ何
ノ穴ヨリ出ル者地平距離ノ最大ナルヤ之ニ

次者何ナルヤ復其次ハ如何

答 一十八尹ノ穴次ハ一十二尹ト二十四尹ノ穴

五 水櫃有り其管口ノ平積三方尹ニシテ一秒時五尺ノ割合ヲ以テ流出スト此櫃水面常ニ等シキヲ得ルトセハ一分時ニ流泻スル水ノ量如何

答 六奇零二五立方尺

六 水櫃有りニッノ管口ヲ持ツ其一ハ一分時ニ流泻スル水ノ量七立方尺半也ト他ノ一口ハ其大小等シフシテ水面下ノ距離四倍也ト此口ヨリ一

分時ニ流泻スル水ノ量如何但シ水面相変ルニ水面上定ム

答 一十五立方尺

七 桶有り秒時六尺ノ速カヲ以テ桶底ノ穴ヨリ流出ス其穴ノ平積五方尹ニシテ其桶一十五秒時ノ間ニ空虚トナル片ハ其桶ノ容積如何

答 一奇零五六二五立方尺

八 桶有り秒時四奇零八尺ノ速カヲ以テ流出スル口管ハ水面ヨリ幾尺ノ処ニ位置スルヤ

答 三寸五分八厘有奇

九 今水櫃ノ某ノ孔ヨリ秒時七十五尺ノ速カヲ以

テ水躍り出ル有リ其孔水面ヲ距ル_レ幾尺ヤ
答八十七尺四三五有奇

水槽有リ其水面下三尺ノ処ニ穴ヲ穿ツ然ラハ
其穴ヨリ水何ナル速カヲ以テ流出スヘキヤ
答一十三尺八九二有奇

水櫃有リ其水面下一尺半ノ処ニ平積ニ尹半ノ
穴ヲ穿チ水ヲ流出セシム今其櫃ノ水面相変ル
無シハ一分時ニ流浮スル水ノ量如何
答一十五方尺二三二有奇

水櫃有リ之ニ平積三尹半ノ穴ヲ穿チ一分時ニ
一十五立方尺ニ量スル水ヲ出サントス其水面
相変ル無ランニハ右穴水面下何處ニ穿タンヤ
答一尺七奇零七三尹有奇

仮令下打水車有リ其羽板水中ニ入ルノ平積ニ
十七方尺流瀬ノ速カ一秒時八奇零六尺及車輪
速カ一秒時四尺ナル片ハ幾何馬力固有スルヤ
答一十一奇零四二馬力有奇

仮令上打水車有リ之ニ働キ掛クル水量一秒時
四十八立方尺ニシテ車輪ニ滞在スル水ノ高サ
ハ幾何馬力固有スルヤ
答九尺又車輪ノ速カ一秒時三尺及水

圖ヲ見テ知ル也

瀬速カ秒時一十尺也ト然ラハ其馬力如何

答三十五馬力弱

五

仮令胸打水車有リ之ニ働ク水瀬ノ速カ秒時七尺ニシテ秒時ノ水量八十八立方尺車輪ノ速カ秒時五尺而シテ車下水底ヨリ河流水面ノ高サ見テ亦知ルヘシハ八尺也ト云其馬力如何

答六十五奇零三馬力有奇

六

仮令下打水車有リ之ニ用ユル流瀬ノ秒時速カ一十五尺ニシテ羽板水ニ入ルノ平積一十二方尺又車輪ノ速カ三奇零七五尺也ト云此水車ノ

馬力如何

答二十八馬力半弱

七

今胸打水車有リ樋ヲ以テ水ヲ注瀉ス其樋ノ幅三奇零五尺樋底ト垂直ノ水ノ深サ一奇零二尺其流レノ速サ秒時一十四尺也又車輪ノ速カ秒時九尺ニシテ車下水底ヨリ樋端ノ水面ノ高サ七奇零五尺ナリト云此水車ノ馬力如何

答四十六奇零七馬力奇零

八

今又上打水車有リ樋ヲ以テ水ヲ注瀉ス其樋ノ幅二十尹有テ樋底ト垂直ノ水ノ深サ九尹其流

通ノ秒時速力一十六尺ニ量リ得ルト而シテ車
輪ニ滞在スル水ノ高サ六尺及車輪ノ秒時旋轉
八尺ナリト云此水車ノ馬力如何

答一十三奇零一馬力有奇

