

46
L



始

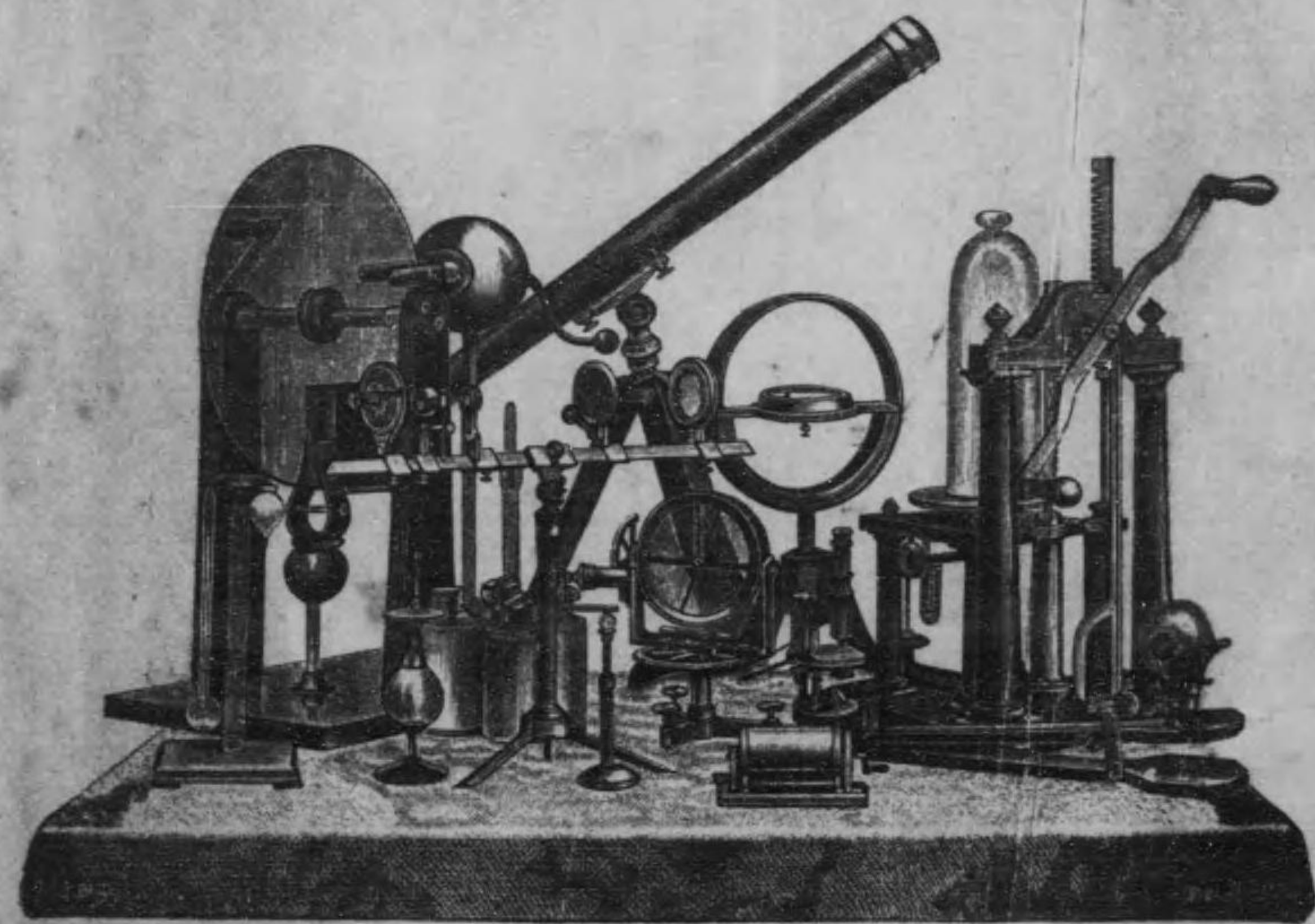


46-10

物理學

上篇

第十二版



總論 平均 器械 運動 水學 氣學

2. 3. 29
內交

物理學序

宇宙浩渺 玄顯象于其
間者不可勝數 要在三原
力身 光也 聲也 電氣
也 易知極二物 生活也 解
者皆以為殊 且系古詩

學問精神亦知力一而現
殊也乃有物理之學以
其力發於象者謂之有
法與之毋美試以習學
例之其病則生活之變
能生活則力之發於象

子人觀其也其心護其病
學者其極其歸於物
理其美其力之有
明治十二年山者白

長与車之衡



本編一出、人々皆之自也
 卯之筆、至今年、至重也
 凡才者、三四十、復改刷、今
 亦、得、刷、第、十、版、此、序
 亦、磨、滅、其、者、未、也、至、寫
 年、喜、物、理、之、學、南、初、於
 也、也、乃、之、德、其、索、以、各、口、四、年
 乙、月、廿、日、李、之、衡、後、識、(專、識)

物理學

○初版例言。

一此物理學ハ編者ノ東京大學醫學部ニ於テ別課生ヲ教授スルノ際備忘録トシテ逐次編纂シ之ヲ生徒ニ與フルノ後漸ク積ンテ完全ノ編帙ヲ成スモノニ係ル、爾來本書ノ順序ヲ追フテ物理學ヲ講授スルコト數年其
 歴驗ニ由リテ漸々之ヲ増刪シ益、實地ノ講習ニ便宜ナル體裁ニ改メタリ。
 一本書ハ分テ上中下三編ト爲シ、上編ニハ物性及重學ヲ論シ、中編ニハ音響學・光學・熱學ヲ論シ、下編
 ニハ磁氣學・電氣學ヲ論シ附スルニ氣象學ヲ以テス、每編多ク圖書ヲ插ミ物理學ノ器械裝置ヲ親睹スル
 コト能ハザル讀者ヲシテ講習ノ便ヲ得セシム。
 一本書ハ主トシテ獨逸國ノ物理學者ミユルル氏及アイゼンロール氏ノ著書ニ據テ編述シ間、又ヨフマン氏・
 ウェルネル氏・デシヤネル氏等ノ諸書ヨリ之ヲ補ヒ參フルニ編者ノ見解ヲ以テセリ
 一本書ノ各項中其說明ノ數學ニ涉ル者ハ勉メテ之ヲ回避シ以テ初學者ニ便ナラシメ唯必要ノ場合ニ於テノ
 ミ數學的諸式ヲ應用セリ。
 一術語譯字ノ如キハ務メテ先輩ノ慣用セル者ニ因襲シ故トサラニ新異ノ語辭ヲ求メズト雖ドモ現今學術ノ
 進歩ニ準シテ自然改正ノ必要アル者ハ編者ノ意ヲ以テ更定シ其佗適當ノ譯字アルヲ聞カザル者ハ之ヲ意
 譯シ若クハ直譯セリ(明治十二年十二月)。
 ○第四版例言。

一 茲ニ刊行スル所ノ第四版ハ大ニ前版ノ誤謬ヲ訂正シタルノミナラス新タニ圖書ヲ加ヘ一二緊要ノ條項ヲ増補シ又従前邦字ヲ代數式ニ應用シタル者ハ大抵之ヲ洋字ニ改更セリ之ヲ概言スレバ寧ロ前版ニ異ナル新書ノ觀ヲ呈出セリ。

一 此書固トヨリ物理學ノ梗概ヲ論述スルニ過キズト雖ドモ初學ノ士尙ホ其編帙ノ浩濬ニシテ要旨ヲ摘テルニ苦ムト聞ク故ニ本版ニ於テハ殊ニ上欄ヲ設ケテ之ニ各項ノ要點ヲ掲ケ以テ講習記憶ノ便ニ供ス
(明治十五年五月)

○第十一版例言。

一 茲ニ刊行スル第十一版ニ於テハミユルレル、コッペ、オットー諸氏ノ新刊書ニ參取シテ全編著大ノ改正ヲ施シ殊ニ學語ノ穩當ナラザル者ヲ訂正シ且ツ重要ナル學語ノ下ニハ獨英佛三國ノ原語ヲ記入シテ讀者參照ノ便ニ供セリ(明治二十五年六月)。

○第十二版例言。

一本版ニ於テハ全書著大ノ改正ヲ施シ殆ト一新著タルノ觀ヲ呈スルニ至レリ而シテ其要點タル一ニ近時斯學ノ講究上ニ採用セラル、區分法ヲ取リテ新タニ編章ノ分合ヲ行ヒ以テ學者ヲシテ講習ノ便ヲ享ケシメ且ツ其記憶ヲ助クルノ目的ニ供シ各項ニ於ケル學說實驗ノ提綱分目ヲ明ラカニセリ、又前版已往物性編ニ幾何學上術語ノ解釋ヲ附記シタルガ如キ現今學生ノ進度ニ對シテ蛇足ト認ムル者ハ全ク之ヲ削除セリ讀者一見シテ編者ノ用意ヲ認識セラルベキナリ、其改正未タ盡キタリトセズ尙ホ是正ノ教ヲ請フコト切

ナリ(明治二十七年十月)。

○第十五版例言。

一 第十三版ノ改正ハ編者ノ勞空シカラズシテ大ニ物理學講習者ノ希望ニ適セシニヤ多數ノ刷本速ニ竭盡シテ早ク第十四版ヲ出版セリ、爾來幾クモナク更ニ第十五版刊行ノ必要ヲ見ルニ至レルハ是レ即チ前版ノ改正ガ斯學ノ進歩ニ多少ノ裨益アリシヲ證明スルモノニシテ大ニ編者ノ満足スル所ナリ、故ニ本版ニ於テハ特ニ注意シテ前版ノ誤謬ヲ正シ讀者ノ好意ニ背カザランコトヲ期セリ(明治三十年六月)。

○第十六版例言。

一本書第十五版モ亦一周年ヲ待タズシテ刷本ノ盡キタルヲ告ク依テ全書周密ノ訂正ヲ施シ各章ノ間若干ノ要點ヲ増加シ新圖ヲ補入シ舊圖ヲ改彫シ殊ニ版形ヲ大ニシテ記事ト挿圖トヲ同頁ノ間ニ收メテ講習ノ便ヲ圖リ標題下ノ原語ヲ廢シテ本文當該ノ語下ニ挿入シタルガ如キ改正ノ點少ナシトセズ此改正ノ結果頁數ノ減少ヲ來セシモ其内容ハ却テ増加セリ是レ亦本書ノ益、況ク世ニ行ハル、ニ報答セントスル編者ノ微意ナリ(明治三十一年八月)。

○第十九版例言

一 第十六版ニ於テハ全書周密ノ訂正ヲ施シタル外其版形ヲ擴大シテ本書ノ面目ヲ一新シタルニ未タ三周年ニ足ラズシテ已ニ三回ノ改板ヲ要スルニ至レリ依テ此第十九版ニ於テモ亦大ニ改正ヲ加フルノ必要ヲ見ザルニ由リ主トシテ字句ノ誤謬ヲ訂シ全篇率テ前版ノ舊ニ依レリ(明治三十四年十一月)。

○第二十版例言。

一本書毎回ノ刷本其數頗ル多大ナルモ逐年改版ノ必要ヲ生シ今ヤ二十回ノ發行ヲ見ルニ至レリ。茲ニ第二十版ニ於テハ全書ノ内容ニ緊要ノ増刪ト周密ノ校訂トヲ施シタル外、其版型及字型ハ全ク舊套ヲ脱シテ一新面目ヲ現呈セシメ専ラ鮮明著大ノ活字ヲ撰用セリ是レ讀者ノ理會ヲ助ケ記憶ヲ確ムルニ於テ寡カラザルノ効益アリト信セラル、モノナリ。而シテ此改正ヨリ生ズル頁數ノ増加ヲ平均セシメンガ爲メ原語ノ挿入ハ一切之ヲ省除セリ依テ末卷ニ於テ重要ナル學語ノ原譯對照表ヲ附シ以テ參照ノ便ニ供セントス
(明治二十五年十一月)。

○第二十三版例言。

一第二十版ニ著大ノ改正ヲ經タル後第二十版ヨリ第二十二版ニ至ル多大ナル刷本ハ逐次其罄盡ヲ告ケタリ是レ其改正カ善ク斯學講習者ノ冀望ニ適シタル證左ニ非ズシテ何ソヤ依テ本版ニ於テモ全書ノ概型ハ尙ホ舊ニ依テ改メス只必要ノ増刪ヲ施シ若干ノ圖書及數學的公式ヲ増加シテ此第二十三版ヲ發行セリ。

○第二十四版例言。

一本版ニ於テハ全篇丁寧ノ改訂ヲ遂ケ行文字句ノ如キ成ルベク平易ナランコトヲ求メタル外斯學ノ進歩ニ應スル必要ノ増刪ヲ施シ若干ノ圖書ヲ増加セリ。
一本版ニ於テハ重要ナル文段語辭ニハ普通ノ如ク字側ニ●點◎點ヲ附スルノ外ゴチック型ノ太キ活字或ハ同一行中佗ノ文字ヨリハ一層大形ノ活字ヲ用キ以テ讀者ノ注目ヲ喚起スルノ用意ヲ施セリ。

一本書中メートル系ノ度量衡目ハ本版ニ於テ左記ノ如キ略字ニ改メタリ、是レ吾度量衡法施行細則ニ據リ文字ノ繁雜ヲ避ケ誤謬ヲ避クルノ便アルモノナリ(明治四十一年十月)。

キロメートル	料	ヘクトメートル	箱
デカメートル	料	メートル	米
デシメートル	粉	センチメートル	糧
ミリメートル	耗		
キログラム	魁	ヘクトグラム	魁
デカグラム	魁	グラム	瓦
デシグラム	魁	センチグラム	廳
ミリグラム	魁		

○第二十六版例言。

一本版ニ於テハ率ネ前版ノ舊ニ依リ別ニ増刪ヲ施サズト雖モ全篇ニ亘リテ精密ナル校訂ヲ施シ誤謬ナカラシメ期シタリ、之ヲ第二十四版ニ比スルニ其内容ノ増加セルニ係ラズ頁數ハ反テ減少セルノ觀アルハ、前版ヨリ植字ニ於テ四號文字ノ部ヲ密ナラシメシニ因ル讀者焉ヲ諒セヨ。

大正二年三月

編者識

物理學上篇目次

總論

第一章 物理學ノ地位、研究

法、効用及區分……………一

第一節 萬有學ノ定物及其區分……………一

○萬有及物質○萬有學○萬有學ノ區分○萬有理學ノ區分○通覽

第二節 物理學ノ研究法……………四

○物理學的現象ノ研究ニ於ケル階級○觀察○萬有定律○原因

第三節 物理學ノ効用……………六

第四節 物理學ノ區分……………七

第二章 物體ノ通有性……………八

第一節 定義及通覽……………八

第二節 填充性……………九

○尺度メートル○ニニス○スフエメートル○面積體積ノ單位○備考

第三節 拒性……………一六

○例○拒性ニ反スル外觀○應用

第四節 惰性……………二〇

○運動體ニ於ケル事實○靜止體ニ於ケル事實○備考

第五節 無盡性……………二六

○例

第六節 分性……………二九

第七節 鬆性……………三一

第八節 變容性……………三四

○例○應用

第三章 運動、物質及力ノ通

論……………三六

第一節 運動及靜止……………三六

○定律○運動ノ種類

第二節 均等運動……………三九

○速度ノ定義○定律

第三節 不等運動……………四〇

○速度ノ定義○加速度ノ定義

第四節 無碍直落、遊放直落……………四一

○定義○定律○定率ノ實驗上確證

第五節 垂直擲動……………五〇
○定義○定律

第六節 物質……………五四
○原子說○質量ノ定義

第七節 力……………五七
○定義○力ノ計測○力ノ作用○各種「エネルギー」ノ通覽

第四章 物體ノ普通力……………六五

第一節 定義及通覽……………六五

第二節 分子引力……………六六
○定義○三態

第三節 凝聚力……………六九
○定義○固性○彈性

第四節 粘着力……………七六
○定義及通覽○二固體間ノ粘着力○固體ト液體トノ粘着力○液體相互間ノ粘着力○固體ト氣體間及液體ト氣體間ノ粘着力○氣體ノ凝散

第五節 重力……………九二
○定義○重力ノ性質

第六節 宇宙引力……………九八
○定義及作用○定律

第一款 重學……………一〇〇

第一編 固體重學……………一〇〇

第一章 力ノ平均、合成、分解及重心……………一〇〇

第一節 平均ノ定義及要約……………一〇〇
○定義○要約

第二節 力ノ合成及分解……………一〇一
○要義○力ノ並行四角ノ定律○力ノ分解○並行力ノ合成○偶力○並行力ノ中心

第三節 重心……………一〇六
○定義及性質○重心ノ確定法○平均及安止ノ差別○重心ノ定律ニ由テ說明セラル、現象

第二章 器械……………一二七

第一節 器械汎論……………一二七
○定義○區別○器械ニ於ケル平均○重學上ノ黃金律○

運動ノ障礙

第二節 單式器械……………一三二

第一項 槓杆……………一三二
○定義○種別○定律○槓杆ノ應用○衡器

第二項 滑車……………一五〇
○定義○種類

第三項 輪軸……………一五五
○定義○定律○種類及用途

第四項 斜面……………一五九
○定義○定律○斜面ノ用途

第五項 螺旋……………一六四
○定義○種類○定律○螺旋ノ用途

第六項 楔……………一六九
○定義○定律○楔ノ用途

第三節 複式器械……………一七三
○部分○定律

第三章 運動各論……………一七八

第一節 運動ノ種別……………一七八

第二節 衝突……………一七九
○定義○衝突ノ效果○無彈性體衝突ノ定律○彈性體衝突ノ

突ノ定律○實驗上證明

第三節 擲射運動……………一八六
○定義及種類○水平擲動及其定律○斜向擲動及其定律

第四節 振子運動……………一八九
○振子ノ定義○振子運動ノ證明及其名稱ノ解釋○振子運動ノ定律○實用振子ノ應用

第五節 循心運動……………二〇八
○普通循心運動ノ定義及其發生○圓狀循心運動ノ定律○實驗上定律ノ說明○遠心力ノ實用○無碍循心運動ノ定義○無碍循心運動ノ定律○無碍軸ノ定律○無碍軸ノ意義

第六節 運動ノ三則……………二二二

第二編 液體重學……………二二五

第一章 液體汎論……………二二五

第一節 液體ノ本性……………二二五

第二節 液體ノ性質……………二二六

第三節 液體中ニ於ケル壓力ノ波及……………二二八
○定義○液壓波及ノ應用

第二章 液體ノ重量ニ由レル

壓力ノ均等波及…二三四

第一節 總括……………二三四

第二節 液體ノ下壓……………二三五
○定義○定律○水壓機○下壓ノ應用

第三節 液體ノ側壓……………二四一
○定義○定律○流射水ノ反動

第四節 連通管……………二四四
○定義○定律○應用

第五節 單一ノ器中ニ於ケル液體ノ平均……………二四八

第六節 液體ノ上壓……………二四九
○定義○物體ノ重量上ニ於ケル上壓ノ影響○失重ノ大サ

第七節 液體中ニ於ケル固體ノ狀態……………二五四
○上壓力ト逐下力トノ關係○自然浮泛及加衝浮泛即游泳○浮泛ノ定律

第八節 比重ノ測定……………二六三
○定義○物體ノ比重・重サ及容積間ノ關係○比重測定ノ種々ナル場合○物體ノ比重ヲ測知スルノ効益

第三章 液體ノ運動……………二八一

第一節 水ノ運動汎論……………二八一

○水ノ運動ノ原因及速度○流動ノ作業能力○流動水ノ効果ニ對スル數學的言明

第二節 液體ノ流射……………二八九
○流射速度ノ定律○定律ノ結果

第三節 射出货量……………二九一

第四節 管ニ由ル流射……………二九一

第五節 水車……………二九二

第三編 氣體重學……………二九五

第一章 氣體汎論……………二九五

第一節 氣體ノ本性……………二九五

第二節 液體ノ性質……………二九六

第三節 雰圍氣壓ノ存在及強度……………二九八
○雰圍氣壓ノ存在○雰圍氣壓ノ強度

第四節 一局處ニ閉鎖シテ稠密トナセル空氣壓力ノ存在及強度……………三〇四
○稠密空氣ノ強壓○稠密空氣ノ張力ノ強度

第二章 雰圍氣壓ノ應用……………三〇九

第一節 晴雨計氣壓計……………三〇九

○定義及種類○晴雨計ノ用途

第二節 吸液器又轉液器……………三一六
○構造○用途及用法○吸液器使用ノ際逢會スル現象

第三節 ビベット……………三二〇
○構造○用途及用法○使用ノ説明

第四節 吸上唧筒……………三二二
○構造○用途○作用ノ説明○吸管ノ長サ

第五節 吸壓唧筒……………三二六
○構造○作用ノ説明

第六節 空氣中ニ於ケル上壓及輕氣球……………三二七
○空氣中ニ於ケル上壓○上壓ノ結果○輕氣球

第三章 一局處ニ閉鎖シテ稠密トナセル空氣壓ノ應用……………三三一

第一節 ヘロン氏球……………三三一

第二節 消防唧筒……………三三四
○構造○作用ノ説明

第三節 氣體張力計……………三三六

○定義及種類

第四節 吹子……………三三九
○定義及種類

第五節 聚氣槽……………三四一
○定義

第六節 濃氣機……………三四三
○構造○作用ノ説明○應用

第七節 泳氣機(潜水機)……………三四七

第八節 排氣機……………三五〇
○定義及種別○排氣機作為ノ程限○排氣機ニ由ル實驗

物理學上篇目次畢

物理學上篇

ドクトル 飯盛挺造纂著

藥學博士 丹波敬三校補

藥學博士 柴田承桂

總論

第一章 物理學ノ地位、研究法、効用及區分。

第一節 萬有學ノ定義及其區分。

(一) 萬有及物質。 覆載ノ間ニ森羅シテ人ノ五官ニ感觸スルモノ、全境ヲ稱シテ之ヲ萬有ト云ヒ、其各箇ノモノヲ名ケテ萬有物體ト云フ。凡ソ物體ハ填充セラレタル空間ニ外ナラズシテ、其空間ヲ填充スルモノヲ物質(實質)ト名ク。

萬有、萬有物體
物質(實質)

萬有學

現象、力

(一) 萬有學。萬有上ノ知識ヲ整然タル秩序ニ從テ表明スルヲ目的トスル學科ハ之ヲ稱シテ萬有學ト云フ、而シテ此知識タルヤ吾人ガ萬有物體ノ變化ト之ガ定律及原因トニ關シテ占有セルモノナリ。萬有物體ノ變化ハ之ヲ名ケテ現象ト云ヒ。其原因ヲカト名ク。

例之バ水中ニ没入セル物體ハ其重量ヲ減失シ、保持セラレザル物體ハ地ニ向テ墜落ス、是レ物體ノ變化ニシテ共ニ一ノ現象ナリ。水中ニ沈没セル物體ノ重量減少ハ常ニ其排却セル水ノ重量ニ均シク、自由ニ落下スル物體ハ必ズ其最始ノ一秒時ニ五米ヲ經過ス、是レ其現象ノ定律ナリ、而シテ各液體ガ之ニ沈入セル物體ニ向テ上壓ヲナシ、又地球ガ諸物體ニ對シテ引力ヲ送ウスルヲ認識シタルトキハ即チ諸現象ノ原因ヲ發見シ得タルモノトス。

萬有理學、博物學

(二) 萬有學ノ區分。萬有學ハ之ヲ分チテ萬有理學及博物學ノ二大分科トナス。萬有理學ハ一般ニ萬有物體ノ變化ヲ通論シ、博物學ハ各殊ニ萬有物體ノ變化ヲ論述ス。

(四) 萬有理學ノ區分。萬有理學ハ更ニ之ヲ分チテ物理學及化學トナス。

物理學、化學

物理學ハ物體外部ノ變化即チ狀態變化ヲ考究スルノ學科ニシテ、化學ハ物體内部ノ變化即チ實質變化ヲ闡明スルノ學科ナリ。故ニ狀態變化ハ又物理學的現象ト名ケ、實質變化ハ化學的現象ト稱ス。

狀態變化及實質變化ノ定義

(I) 狀態變化及實質變化ノ定義。萬有物體ニ於テ行ハル、所ノ變化ハ其狀態ノ變化ナラザレバ其實質ノ變化ナリ。物體ノ成分ニ異動ナクシテ單ニ或ル性質(色・位置・大小・形狀・部分ノ連接)ノミヲ變更スルハ狀態變化ニシテ、變化ニ由テ正ニ其成分ニ異動ヲ生ズルハ實質變化ナリ。

狀態變化ノ例

(II) 狀態變化即物理的現象ノ例。硫黃ノ熔融及蒸發(硫黃ニ熱ヲ與フレバ固形ヨリシテ液狀ニ上ニ變化ヲ見ルコトナシ、蓋シ液狀及氣狀ノ硫黃ハ固形ノ硫黃ニ比シテ全ク同一ノ實質ナレバナリ)、氷、雪ノ熔融、水ノ蒸發、水蒸氣ノ液化、水ノ凝固及熔融、鉛ノ凝固、熱ニ由ル物體ノ膨脹等はナリ。

實質變化ノ例

(III) 實質變化即化學的現象ノ例。鐵ノ鏽蝕(此變化ハ空氣中ノ酸素ト水ノ)、硫黃・磷・マグネシウムノ燃燒(即チ酸素)、醱酵(砂糖ハアルコール)、醋ノ生成(アルコール)等ノ如シ。

萬有學ノ分科通覽

(五) 通覽。前文ニ記載セル萬有學ノ諸分科ハ左ノ概表ニ由テ其通覽ヲ得ベシ。



第二節 物理學ノ研究法。

物理學研究ノ三階級

(一)物理學的現象ノ研究ニ於ケル階級。物體狀態ノ變化即チ物理學的現象ヲ研究スルニハ三箇ノ階級ヲ區別セシム、即チ第一ハ現象ノ觀察、第二ハ定律ノ檢出、第三ハ原因ノ發明是レナリ。

觀察
試驗

(二)觀察。物理學的研究ノ根據ハ五官的ノ感知即チ經驗ニ存シ、萬有現象ノ精深ナル諦視即チ觀察ニ由テ得タルモノナリ。觀察ハ吾人故意ノ作為ヲ加ヘザル天然ノ現象、或ハ又研究ノ目的ヲ以テ故サラニ生出セシメタル現象ニ就テ之ヲ爲スコトヲ得。其研究ノ目的ニ對シテ或ル現象ヲ生起セシムルヲ稱シテ試驗ヲ舉行スト云フ。試驗ナル者ハ恰モ萬有即チ自然ニ向テ疑問ヲ

物理機械

提出シ、之ニ要請シテ一定ノ解釋若クハ答辯ヲナサシムルニ異ナラザルモノナリ。觀察殊ニ試驗ヲ施スニハ種々ノ機械及器具ヲ必要トス、斯ノ如キ機械ヲ稱シテ物理機械或ハ物理裝置ト云フ。

例之、雷雨ノ際ニ於ケル電光ハ天然ノ現象ニシテ、發電機ニ於ケル火光ハ故サラニ生出セシメタル現象ナリ。又虹霓ハ天然ノモノナリト雖モ三稜硝子ニ由レバ同様ノ色ヲ生出セシムルヲ得。物理機械ハ一ニハ現象ノ發起ニ有益ナル狀況ヲ誘致スルノ目的ヲ有シ、一ニハ五官的感覚ノ境界ヲ擴充スルノ用ニ供セラル、モノトス、即チ顯微鏡・望遠鏡・分光鏡等ノ如キ是ナリ。

萬有定律

(三)定律。定律トハ多數若クハ一切ノ物體ニ生起スル現象ニ就テ發見セラレタル分量的ノ(大サノ)關係ヲ表明セル者即チ現象ノ數學的言明ヲ云フ。

例之、バ液體中ニ没入セル物體ハ重量ヲ減失シ、而シテ其重量ノ減少ハ之ニ由テ排却セラレタル液分ノ重量ニ均シト云ヒ、又光ハ平滑ナル面ヨリ大半反射セラレ、而シテ落射ノ角度ハ反射ノ角度ニ均シト云フガ如キ是ナリ。

原因

(四)原因。現象ト其定律ノ原因ハ即チ力ニ外ナラズ、而シテ或ル現象ノ原因

想說

ヲ指定スルハ現象ヲ説明スルト云フニ同ジ。此原因ナルモノハ直チ二人ノ五官ヲ以テ感知ス可カラズ只之ガ推定ヲナスニ止マル、而シテ其推定ヲ名ケテ想說(臆想)ト云フ。一ノ想說ヲ以テ之ニ關係スル一切ノ現象ヲ導致シ得ベキトキハ、其想說ハ存立ノ價值アリテ眞實ニ近キモノト云フベシ。然ルニ爾後新タニ發見セラレタル現象ニシテ此想說ニ由テ説明セラレ能ハズ、即チ之ト矛盾スルモノアランカ、其想說ハ廢棄ニ屬セザルヲ得ザルモノトス。

例之バ光ニガ加ハリテ却テ暗クナル現象ノ如キハ波動說ニ由レバ其説明容易ナルモ流出說ヲ以テハ其説明不可能ナルガ如シ(光學ニ詳カナリ)。

第三節 物理學ノ効用。

工業貿易ノ頗ル盛大ナル今日ニ在リテ物理學ノ人生ニ必要ナルヲ細論スルハ殆ンド無用ノ辯ナルニ似タリ、海ニハ汽船ノ黒烟ヲ吐キツ、縱横ニ快走シ陸ニハ汽車電車電話線電燈線電信線ノ織ルガ如ク錯綜スルノ時世、誰レ

カ物理學ノ實益廣大無邊ナルヲ知ラザル者アラン。人若シ萬有ノ物體ヲ知リ萬有ノ力ヲ究メ彌深奥ノ域ニ達スルトキハ、之ヲ實際ノ用ニ供スルコト亦益、完全ナルニ至リ、人生ノ幸福モ之ニ由テ益増進シ、學術ノ尊榮モ之ヨリ大ニ顯耀スベシ。

物理ノ學タルヤ實ニ實際上ノ効益ヲ有スルノミナラズ、單ニ學術上ニ就テ之ヲ論スルモ亦極メテ須要ナルモノトス、即チ物理學ハ萬有學ノ他ノ分科ト相關涉スルコト頗ル親密ナルガ故ニ其諸學科ヲ修ムルニハ決シテ闕如ス可カラザルノ豫備科ナリ。

第四節 物理學ノ區分。

近世ノ物理學ニハ一切ノ物理學的現象即チ物體ノ狀態變化ヲ包括ス、而シテ此現象タルヤ或ハ全物體ノ運動或ハ物體ノ最小部分即チ分子ノ運動ルモノナリ。

是故ニ物理學ハ物體運動ノ學(即チ重學)ト分子運動ノ學トノ二大學科ニ分ル。其即チ物體運動學ハ更ニ之ヲ固體重學・液體重學及氣體重學ノ三分科ニ細別シ、而シテ

物理學ノ二大別
物體運動學ノ三分科

於テハ物體ノ性質及力ヲ通説スル誘導論ヲ置ク。第二學科即チ分子運動學ハ左ノ六分科ニ別セラル即チ波動汎論・音響學・光學・熱學・磁氣學及電氣學是レナリ。
往昔ハ物理學ヲ別テ計測シ得ベキモノヲ論スルノ學科ト計測シ得ベカラザルモノ（光・熱・磁氣・電氣）ヲ論ズルノ學科トノ二トナセリ。

仍ホ本書ニハ空氣中ニ於ケル諸般ノ現象ヲ論ズル氣象學ノ内其要部ノ大意ヲ撮ンデ終尾ニ附ス。

第二章 物體ノ通有性。

第一節 定義及通覽。

物理學ハ物質界ニ於ケル現象ヲ講究スルノ學ナルヲ以テ其開端ニ於テハ必ズ先ツ物體本性ノ如何ヲ想定スベシ、之ヲ想定スルノ路ハ即チ其通有性ヲ研究スルニ在リ。通有性トハ何ゾ、物體ハ千態萬狀ナルモ決シテ之ニ闕如スルヲ得ザルベキ萬物普通ノ性質ヲ指スノ名ナリ。所謂填充性・拒性等ノ如キハ此通有性ニ屬スルモノニシテ物體ノ種類ト時トヲ論セズ其存在ヲ認メザル

コトナシ。

通有性ノ著明ナルモノヲ舉グレバ即チ上記二性ノ外惰性・無盡性・分性・鬆性・變容性是レナリ、蓋シ填充性・拒性ナクシテハ一物體ヲモ考想スルコト能ハザルヲ以テ其二者ハ之ヲ名ケテ必要ノ通有性ト云ヒ其他ハ物體ノ成立ニ必要ナラザルニ據リ不必要ノ通有性ト云フ。

第二節 填充性。

各物體ガ空處ヲ占領スルノ性質ヲ指シテ之ヲ物ノ填充性ト名ク、而シテ其占領セラレタル空處ノ大サヲ名ケテ物體ノ容積ト云ヒ、其境界ノ性質如何ニ由リテ物體ノ形狀確定ス。

(1) 尺度。凡ソ萬有定律ハ物ノ測算ニ由テ之ヲ確認スルモノナレバ物理學上ニハ尺度ノ緊要トス、但シ尺度ハ各國皆其制ヲ異ニシテ一樣ナラズト雖ドモ、能ク世界各邦ノ間ニ行ハレ且ツ學術上ノ應用ニ最モ便益アリト稱セラル、ハ、即チ佛國ニ於テ創制セル尺度ニレテ附帶メートルヲ以テ其單位ト爲セルモノナリ。抑、尺度ノ單位ハ永世ニ亘リテ毫モ變化セザルモノヲ以テ最良トス。此メートルノ如キハ即チ佛都巴里ヲ通過セル地球子午線ノ長サヲ四千萬

ニ分チ其一分ヲ取レルモノナリ。之ニ希臘ノ數字デカ(Deka)ヘカトン(Hekaton)及
 キリオイ(Kilio)ヲ冠ラシメテ其倍数デカメートル・ヘクトメートル・キロメートルヲ作
 リ、又羅甸ノ數字デセム(Decem)・センチム(Centum)・ミルレ(Mille)ヲ冠ラシメテ
 其分數デシメートル・センチメートル・ミリメートルト爲シ、以テ大小諸般ノ尺度ヲ定ム。
 今度量衡法第五條ニ依リテメートル尺度ト本邦尺度ト比較シ尙ホ記號ヲ以テ之ヲ表示スレ
 バ左ノ如シ。

メートル尺度

本邦尺度	メートル尺度
米ノ千倍	キロメートル (Kilometer (Km))
米ノ百倍	ヘクトメートル (Hectometer (Hm))
米ノ十倍	デカメートル (Decameter (Dm))
單位即米	米 (Meter (m))
米ノ十分一	粉 (デシメートル) (Decimeter (dm))
米ノ百分一	糎 (センチメートル) (Centimeter (cm))
米ノ千分一	耗 (ミリメートル) (Millimeter (mm))

第一圖ノ全徑ハ恰モ一粉ニシテ之ヲ十分シテ糎ト爲シ、又百分シテ耗ヲ示ス。

ノニウス又 ウエルニエ

(II)ノニウス即ウエルニエ。上記ノ尺度ハ能ク耗ノ加キ長サノ細小部分ヲモ測知スルヲ

第一圖



得ベシト難ク十分
 一耗ノ如キ更ニ細
 微ノ差ヲ確定スル
 ニ足ラズ、故ニ特

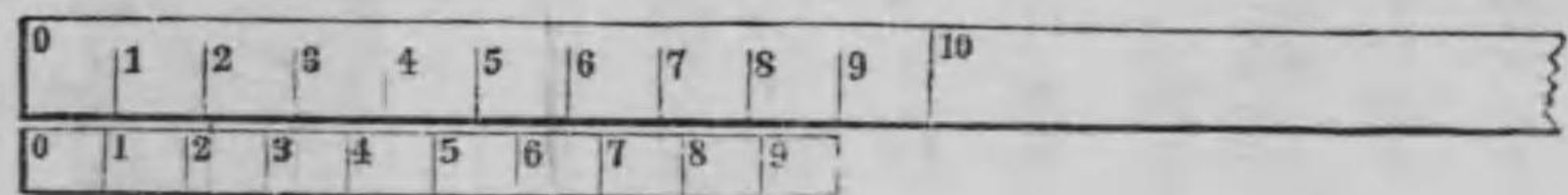
ニノニウス 千五百五十二年ニユネーヌ氏千六百三十一年ツェルニヒールVernier氏ノ發明ニ係ル

ハ通常ノ米尺度ノ傍ラ更ニ短小ナル尺度アリテ之ト並行ノ位置ヲ取り且ツ容易ニ進退セラレ
 得ベク、而シテ其短尺ニ於ケルn部分ノ長サハ米尺度ノローノ長サニ均等ナルカ、或ハ其
 部分ト短尺ノ一部分トノ差ハ $\frac{1}{n+1}$ ナリ、而シテ後者ハ之ヲ後進ノニウスト名
 ケ、其長短兩尺ニ於ケル各一部分ノ差ハ亦 $\frac{1}{n+1}$ ナリ。

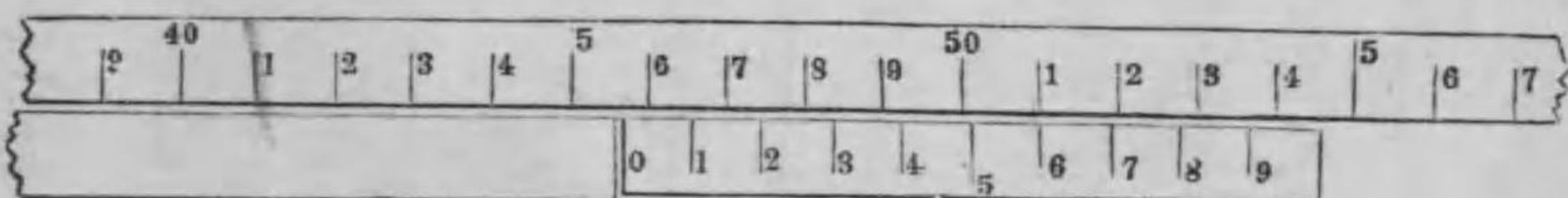
(甲)前進ノニウス。前進ノニウスヲ得ルニハ正シク九耗ノ長サヲ有スル短尺ヲ取り精密
 ニ十分シタルモノナルヲ以テ、各一部分ノ長サハ〇・九耗 (0.9mm) ナリ。之ニ反シテ長尺ノ各
 一部分ハ其長サ一耗 (1mm) ナルニ由リ、兩者ノ差ハ〇・一耗 (1mm - 0.9mm = 0.1mm) ナリ。是
 故ニ兩者ノ〇 (第二圖ヲ見ヨ) 同一線ニ符合スルトキハ1ノ部ニ於テハ〇・一耗 (0.1mm) ノ差ヲ

前進ノニウ
スヲ以テ或
ル物體ノ僅
微ナル長サ
ヲ測定スル
方法

第 二 圖



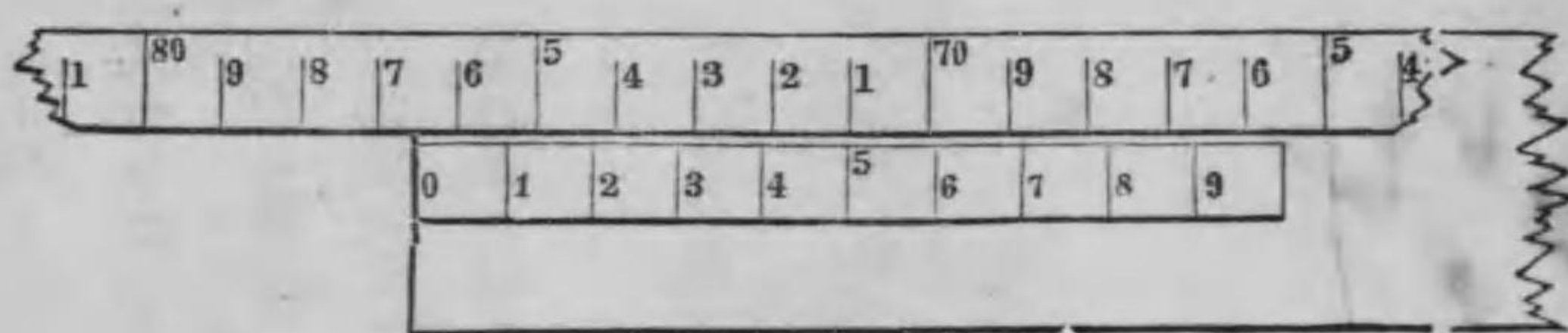
第 三 圖



生シ、2ノ部ニ於テハ〇・二耗(0.2mm)ノ差ヲ生シ、逐
每一分〇・一耗宛ノ差ヲ生ジ終ニ10部ノ線ハ米尺ノ
ト同一直線ニ符合スベシ。一ノ部ニアラザル他部ノ如
於テ兩者符合スルトキモ亦逐次〇・一耗ノ差ヲ生ズルコ
ト其〇部ニ於ケルトキト同様ナルベキヤ言フ俟タズ。
今測定セント欲スル物體ノ長サハ第三圖ニ示ス如ク四厘
五耗ト尙ホ耗ノ分數ナリトスルニ、此分數ハ即チノニウ
スノ幫助ニ由テ測定シ得ベキモノニシテ其短尺ノ〇端ヲ
物體ノ端ニ觸レシメ而シテ兩尺ノ符合線ヲ索ムベシ。本
圖ニ於テハ其一一致點短尺ノ6ニ在ルヲ以テ短尺ノ5ノ部
ハ長尺ニ後ル、コト〇・一耗、4ノ部ハ〇・二耗斯ノ如ク
シテ逐次〇・一耗宛後レ〇部ニ至レバ〇・六耗後ル、ヲ見
ル、然ラバ即チ其索ムル所ノ分數ハ〇・六耗ナリ。是ニ由
テ之ヲ觀レバ一耗、二耗、三耗ノ長サヲ二〇分シ、
三〇分シ、四〇分シ、又ハ九九耗ノ長キヲ一〇〇分スレ

後進ノニウ
スヲ以テ或
ル物體ノ僅
微ナル長サ
ヲ測定スル
方法

第 四 圖



バ愈々僅微ノ差ヲ測定シ得ルコト言フ俟タズシテ明瞭ナリ、但シ斯ノ
如キ細微ノ差ハ肉眼ヲ以テ判視スルコト能ハザレバ宜シクル一俣即チ
顯微鏡中偏光ニ由テ之ヲ認ムベシ。
(乙)後進ノニウス。後進ノニウス(第四圖)ヲ以テ或ル物體ノ長徑
ヲ測リ其僅微ノ差分ヲ知ラント欲スレバ、通常ノ尺度ニ於ケル如ク之
ヲ其物體ニ當テ、長尺ノ起點ヲシテ物體ノ一端ニ符合セシメ且ツ其他
端ニ適中スル位置マデ短尺ノ零點ヲ移動スベシ。茲ニ其尺度ヲ見ルニ
例之バ其物體ノ長サハ七十六耗ト尙ホ僅微ノ長サト有スルヲ知ル、
今此短尺ノ劃線ト長尺ノ劃線ト互ニ同一直線ヲ爲シテ連接スル處ヲ索
ムルニ長尺ノ七十一耗ハ短尺ノ5線ニ在リ。然ラバ即チ4線ノ部ハ一
耗ヨリ長キコト其十分一トナス、故ニ3線ノ部ハ十分ノ二、2線ノ部
ハ十分ノ三、1線ノ部ハ十分ノ四、〇點ノ部ニ在リテハ一耗ヨリ長キ
コト其十分ノ五即チ半耗ナリ、故ニ此物體ノ全長徑ハ七十六・五耗ナル
ヲ知ルベシ、又此法ニ由テノニウスノ度ヲ劃シ百零一耗ヲ百分セル者
トナルニ至レバ百分一耗ノ差ヲ知ルニ足ルベキヤ前進ノニウスト同様

ナルコト明カナリ。

(III) スフェロメートル。ノニウスヲ使用スルモ能ク其大サヲ計測シ得ベカラザルコトアリ、例之バ細小ナル球體ノ直徑・極メテ非薄ナル板片ノ厚サ・織細ナル金屬線ノ太サノ如キ是ナリ。此種ノ大サヲ細密ニ計測スルニハ所謂スフェロメートル(測球儀又球指シ)ヲ用ユ。該器ハ第五圖ニ示ス如ク極メテ細密ニ刻劃セル螺旋ねじ螺旋ねじニ後ノ本ヨリ成リ、一ノ雌螺旋めねじノ中ニ

第五圖



回旋シ、織小ナル鋼鐵製ノ三足ヲ有シ、充分平滑ナル水平形ノ硝子板上ニ安置セル者ナリ。其垂直ニ堅立スル螺旋ニハ金屬製ノ圓板ヲ緊附シ其周圍ハ通常百度ニ分割セリ。此圓板ニ密接シテ別ニ劃度セル一莖ノ金屬小柱ノ直立スルモノアリ、而シテ其劃度ハ各螺旋線ノ距離ねじ螺旋ねじノ條ニ符合ス、例之バ其一度ヲ一耗ト看做ストキハ螺旋全ク一回ヲ旋回スレバ一耗宛上下セラレ、又圓板ノ度目ニ於テ一度ノ移轉ヲ生ズルニ因テ見ルベキガ如ク百分一ノ廻旋ヲ爲ストキハ百分一耗宛上下セラレ、モノトス。今此器ヲ以テ或ル物體ノ厚サヲ測ラント欲セバ先ツ螺旋ノ下端ヲ硝子板ニ達セシメ、此下端ガ三足ノ下端ト水平ヲナスニ至ルヲ度トシテ其旋下ヲ止メ、直立金屬柱及圓板周圍ノ度目ヲ記取シ、爾後再ビ螺旋ヲ旋上シテ後其

スフェロメートル

スフェロメートルヲ用井テ微小ナル物體ノ厚サ又ハ直徑ヲ計測スルノ法

厚サヲ測ラント欲スル物體ヲ硝子板上螺旋ノ直下ニ置キ更ニ螺旋ヲ旋下シ、其下端ヲシテ此物體ニ觸接スルニ至ラシメ復タ兩度目ヲ注視シ、前キニ記取セルモノニ比較シテ其差ヲ見ルベシ之ヲ物體ノ厚サト爲ス、例之バ其差一廻轉及十五度目ナルトキハ即チ物體ノ厚サハ一・一五耗ナルヲ知ルベキナリ。

(IV) 面積・體積ノ單位。物ノ面積ニハ一平方米ヲ以テ單位トシ、其體積ニハ一立方米ヲ單位トス。

(V) 里程。往々使用スル里程ノ重要ナルモノヲ列舉シテ米ヲ以テ比較スレバ左ノ如シ。

地理法一哩	七四二〇・〇〇〇
海上一哩 <small>マイルノノット</small>	一八五五・〇〇〇(即チ地理法ノ四分ノ一 $\frac{7420}{4}$)
日本一里	三九二七・二七四
獨逸一哩 <small>マイル</small>	七五〇〇・〇〇〇
英國一哩 <small>マイル</small>	一六〇八・〇〇〇

(VI) 備考。佛國ニ於テ歐羅巴諸國ト議シ地周四千萬分ノ一ヲ基本トシテ米尺ヲ新製シタルハ今(大正二年)ヲ距ルコト既ニ百十四年前即チ西曆千七百九十九年(吾寬政十年)ナリキ。然ルニ其後更ニ子午線ヲ精測シ當時ノ測算ヨリモ長キコト三千四百米ナルヲ知リシニ由リ此米

内外積ノ單位
里程ノ比較

尺度モ亦萬世不變ノ規範ト爲シ難キニ似タリ、但シ佛國政府ニ於テハ白金ヲ以テ米尺ヲ造リ深ク之ヲ藏秘シテ以テ後世ノ模範トスルガ故ニ地周測量ノ精粗ニ關セズ永ク米ヲ以テ尺度ノ原位ト爲スモ竟ニ其眞僞ヲ誤ルコトナカルベシ。

第三節 拒性。

一物體既ニ一定ノ空處ヲ占有スレバ他物來リテ茲ニ攪入スル能ハズ即チ二物同時ニ同一處ヲ填充スルコト能ハザルナリ。此性質ヲ名ケテ物ノ拒性又碍性ト云フ。是故ニ甲ナル一物體ノ既ニ占領セル位置ニ乙ナル他ノ一物體ヲ來ラシメント欲スルトキハ先ヅ甲體ヲ其位置ヨリ逐除セザルヲ得ズ、而シテ此性質ニ就テハ吾人ハ觸覺ニ由テ確證ヲ得ルモノナリ。

例 固體拒性ノ

同上

(A) 例。固液氣ノ三體ニ就キ各拒性アルコトヲ徵證スル例ヲ示セバ左ノ如シ。

- (1) 机上ニ一書ヲ載セ其占有スル空處ニ同時ニ他ノ一書ヲ置カント欲スルモ前者ヲ除去スルニアラザレバ決シテ之ヲ其位置ニ來ラシムルヲ得ズ、是レ拒性アルニ由リテナリ。
- (2) 二枚ノ平板アリ、互ニ密接スルモ其中間ニ一箇ノ彈丸ヲ置ケバ二枚互ニ接着ス

例 液體拒性ノ

例 氣體拒性ノ

同上ノ二

第 六

圖



ルコトヲ得ズ、今彈丸ヲ除去シ更ニ二枚ノ間ニ一小砂粒ヲ置クトキハ彈丸ノ如ク著明ナラザルモ亦此二枚ヲシテ互ニ密接セシムルヲ得ザルベシ。是ニ由テ推セハ二物體間ニ物體アリテ之ヲ隔ツルトキハ砂粒ヨリ小ナルコト幾千倍ニシテ管ニ肉眼ノミナラズ顯微鏡ノ力モ亦及ブ可カラザル微塵ト雖モ能ク二物體ノ密接ヲ妨グルコト明ラカナリ。

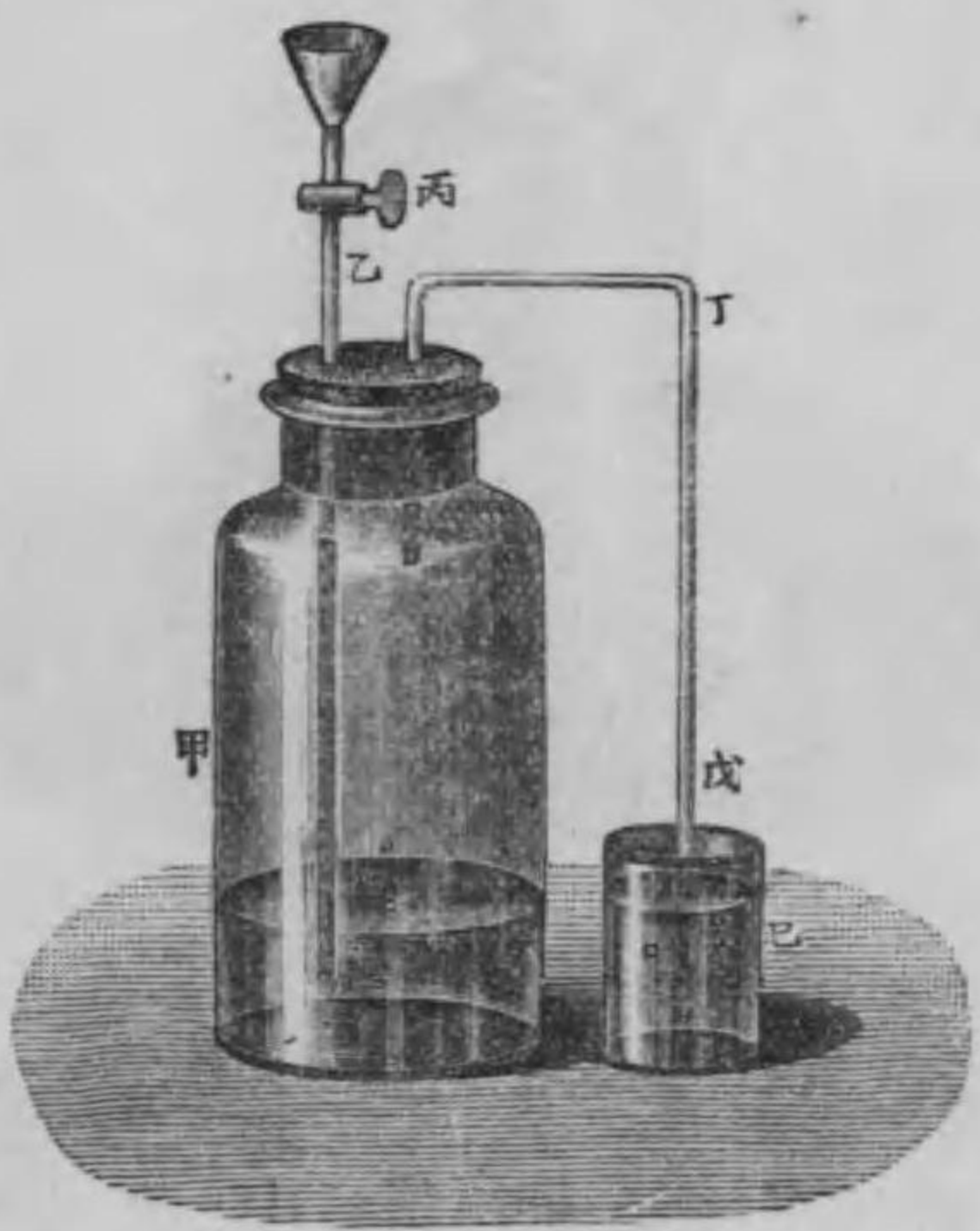
(3) 水ヲ盛りタル一器アリ、彈丸ヲ取リテ其中ニ投ズレバ水ノ多少ハ必ズ溢出スベシ、是レ水ト彈丸ノ同時ニ同一處ヲ占有スルコト能ハズシテ水ヲ排除スルニ由ルモノナリ。

(4) 第六圖ニ示ス如ク硝子盃ニ水ヲ充テ、一小木片ヲ浮メ之ニ小蠟燭ヲ樹テ、火ヲ點シ硝子鐘ヲ取リテ其上ニ覆ヒ之ヲ推シテ水底ニ送ルモ其火滅セズ、是レ鐘中ノ空氣水ニ抵抗

鐘中ニ入ルコト能ハザルニ由ルモノニシテ空氣ノ如キ氣體モ亦拒性ヲ有スルノ徵ナリ。又空氣ノ拒性ヲ確證スルノ一例ヲ示セバ即チ第七圖ニ示スガ如キ裝置アリ、(甲)ハ硝子

其罎口ハ空氣ノ漏出ヲ防ガン爲メニ堅ク栓塞シ、此栓ニ二孔ヲ穿テ、一孔ニハ上口擴大シテ漏斗狀ヲナセル硝子管〔乙〕ヲ挿入シ漏斗ノ下ニ活栓〔丙〕ヲ設ケ水ノ罎中ニ浸入スルヲ隨意ニ抑止スルニ便ナラシメ、他ノ孔ニハ兩端共ニ開キタル曲管〔丁戊〕ヲ挿入ス。今〔乙〕管ノ漏斗部

第七圖



内ニ下ルベシ。空氣ノ〔戊〕管口ヨリ通ル、ヲ微證セント欲セバ〔戊〕管ノ口ヲシテ水ヲ盛リタル盆中〔己〕ニ没入セシムベシ。此時排除セラレテ逸出スル空氣ハ氣泡トナリ沸々聲ヲ發シテ水面ニ浮ブ、氣水同時ニ同一處ヲ占ムルコト能ハザルノ理爰ニ於テ愈々明晰ナリ。

〔B〕拒性ニ反スル外觀ノ例。萬物拒性ヲ有セザル者ナキハ固ヨリ言ヲ待タズト雖

ニ水ヲ注ギ〔丙〕ナル活栓ヲ開ケバ水ノ罎内ニ流入スベキヤ論ヲ待タザレドモ〔戊〕管ノ外端ヲ塞グバ水ハ敢テ罎内ニ下ルコト能ハズ、是レ空氣ノ遁路ヲ得ズシテ罎内ノ空間ヲ占有スルガ故ニ同時ニ水ノ摺入ヲ許サザルノ微ナリ。更ニ〔戊〕管ノ下端ノ栓塞ヲ除

キテ其口ヲ開ケバ氣水交代シテ水ハ罎

ドモ或ハ此通理ニ反スルガ如キ現象ヲ見ルコト稀ナラズ、今一ニノ例ヲ掲ゲテ其然ラザルヲ證明セントス。

〔1〕木材ニ釘ヲ鑄入スルモ木材ノ容積増大スルヲ見ルコトナシ、是レ實ニ拒性ノ定律ニ反スルガ如シト雖ドモ釘尖ハ木材ノ部分ヲ壓開シ材質ヲ己レノ兩側ニ壓縮シテ其間ニ生ズル空處ニ摺入スルニ外ナラズ、釘尖ト木材ト同時ニ同一處ヲ占有スルニアラザルナリ。

〔2〕土器・海綿等ノ如キ疎鬆ナル物體ニ水ヲ撒注スレバ其水滴立ドコロニ消滅シ其體質中ニ沁入スルガ如シト雖ドモ、只體中ノ間隙即チ氣孔中ノ空氣ヲ追逐シ其空間ニ侵入スルモノニシテ亦拒性ニ反スルコトナシ。

〔3〕水ヲ滿盛シタル一器アリ、己ニ水ノ一涓滴ダモ之ニ注加スルコト能ハザルニ食鹽・砂糖等ヲ徐々ニ投入スレバ毫モ水ヲ溢出セシムルコトナシ、是レ水ノ實質ガ占有セル處ニ入ルニ非ズシテ水ノ分子間ニ入ルモノトス。此等ノ例ヲ推セバ更ニ幾多ノ同一疑問アルモ之ヲ了解スルコト容易ナルベシ。

〔C〕應用。拒性應用ノ著明ナルモノハ泳氣鐘即チ潜水器ニシテ其効用ハ第六圖ニ示シタル理由ニ基ツクモノトス(氣體重學ニ詳カナリ)。

二固體ノ間ニ拒性ナキガ如キ外觀ノ例

固液二體間ニ拒性ナキガ如キ外觀ノ例

食鹽・砂糖等ト水トノ間ニ拒性ナキガ如キ外觀ノ例

第四節 惰性。

特別ノ原因
ナケレバ萬
物自ラ變化
スルコトナ
シ

萬物原因ナクシテ自ラ變化スルコト能ハズ、已ニ靜定シタル物體ヲ運動セシメント欲スルモ已ニ運動スル所ノ物體ヲ靜止セシメント欲スルモ、特別ノ原因即チカアリテ之ヲ運動セシメ若クハ之ヲ抗止スルコトナクンバ、永久靜止ノ狀ニ在ルカ又ハ運動シテ已マザルベシ。當ニ運動靜止ニ於ケルノミナラズ速度ノ増減及方向ノ變化ヲ始メトシテ、其他固形物ノ流動物トナリ流動物ノ固形物ニ變ズルモ必ズ此變化ヲ生ズベキ原因ナクンバ永ク舊態ヲ保持スベシ。斯クノ如ク原因ナクシテハ自ラ變化セザル性質ヲ名ケテ物ノ惰性ト稱ス。

(A)運動體ニ於ケル事實。日常運動體ヲ目撃スルニ全ク本性質ニ反シ自ラ能ク運動ノ狀態ヨリ靜止ノ狀態ニ移ルカノ如キ觀アレドモ實際決シテ然ルニアラズ。精細ニ之ヲ研究スルトキハ是レ唯吾人判定力ノ足ラザルヨリ來ル者ニシテ運動體ノ靜止スル迄ニハ斷エズ其障礙ニ克ツヲ要シ已ニ克チ能ハザルニ至リテ運動遂ニ止ムノ事實ヲ發見スベシ、左ニ二三ノ例

ヲ示スベシ。

運動體他力
ニ抗シテ其
運動ヲ保續
セントスル
性アルノ例

同上ノ二

同上ノ三

- (1) 机上ニ書冊アリ、手ヲ以テ推セバ繞ニ其位置ヲ變ズルノミニシテ直ニ靜止シ、又汽力若クハ人力ヲ以テ機械ノ正轉車(所謂はづみ車)ヲ運轉セシムルニ再ビ其力ヲ加フルニ非ザレバ暫時ノ後自ヅカラ留止ス、是レ其原因アリテ書冊及正轉車ヲ靜止セシムレバナリ。其原因ハ即チ机面ト書冊トノ間又正轉車ト軸トノ間ニ生スル所ノ摩擦^{後ニ詳}カナリ是ナリ。
- (2) 石ヲ水平線ノ方向ニ投グレバ漸々曲線ヲ爲シ終ニ地上ニ墜落スベシ、是レ亦惰性ニ反スルガ如クナレドモ地球ノ引力及空氣ノ抵抗ノ爲メニ其進行ヲ妨止セラル、ニ因ルノミ。斯ノ如ク摩擦・抵抗・重力等ノ爲メニ障礙セラル、ヲ以テ地球上ノ運動體ハ絶エズ動力ヲ與ヘザレバ其運動ヲ永續スルコト能ハズ然ルニ太陽系統ノ諸星ノ如キハ其運動ヲ抑止スベキ障礙物ニ逢フコトナシ、故ニ永久ニ亘リテ其運行ヲ止メザルモノトス。
- (3) 疾走スル所ノ乗車或ハ船舶ヲシテ卒然留止セシメントスレドモ容易ニ之ヲ止ムルコト能ハズ。若シ之ヲ爲シ得タルトキハ其乗者ハ舟車ノ進行スル方向ニ顛倒スベシ、是レ亦障礙ニ抵抗シテ運動ヲ繼續セシメントスル傾向アルノ徴ニシテ舟車並ニ人體ノ下部ハ止マルモ其上部ハ從前ノ速度ヲ以テ前走セントスレバナリ。人ノ疾走シテ急ニ留止セントスルモ能ハザルハ之ト同一理ナリ。

同上ノ四

(4) 駛走スル船中ニ於テ上ニ向テ球子ヲ投グルニ復タ其手中ニ落ルモ亦是ガ爲メニシテ、球子ハ船ト同等ノ速度ヲ有スルガ故ニ上昇ノ間ニモ猶ホ此同等ノ速度ヲ以テ進行スルノ勢アレバナリ。又曲馬師ハ疾走スル所ノ馬背ニ在テ躍上シ馬ハ同等ノ速度ヲ以テ進ムト雖ドモ再ビ其馬背ニ乗ルコトヲ得、是レ亦同一理ニ由ルモノナリ。

(5) 進行シツ、アル汽車・汽船ハ其機械ノ運轉止ムノ後尙ホ其進行ヲ繼續スルモ之ト同一理ナリ。

同上ノ五

同上ノ六

静止セル物體其状態ヲ保續セント

(6) 木柄ヲ具有スル器(例之バ庖丁小刀ノ類)ノ把柄已ニ弛脱セントスルモノヲ固着セントスル時其把柄ヲ握リテ之ヲ堅硬ナル物體ニ向テ衝打スレバ直接ニ其刀ヲ槌入スルニ非ズシテ能ク漸々ニ固挿セラレ得ルハ即チ惰性ニ因ルモノトス。此際把柄ノ部ハ運動ヲ受クルモ堅硬ナル物體ニ支ヘラレテ進行スルコト能ハサルガ故ニ柄ト刀トノ間ニ空隙ノ存スル間ハ刀ハ猶ホ進行セントスルノ勢アリテ遂ニ其極點ニ達シ自カラ固挿スルモノナリ。

(B) 静止體ニ於ケル事實。凡ソ静止セル物體ガ之ヲ動かスノ原因ニ逢フテ始メテ其状態ヲ變スルノ事實ハ日常吾人ノ經驗スル所ニシテ。左ニ二三ノ證例ヲ示スベシ。

(1) 静止セル車上或ハ船上ニ佇立スルトキ卒然船車ノ進行スルニ遇ヘバ乗者必ズ進行ノ方向ニ反對シテ轉倒セントス、蓋シ下體ハ船車ニ均シキ速度ヲ得ルヲ以テ

スル性アル

ノ例

同上ノ二

共ニ進行セントスレドモ尙ホ其惰性ニ由テ舊位置ニ止ラントスルヲ以テナリ。

(2) 机上ニ於ケル紙片ニ一箇ノ貨幣ヲ置キ紙片ヲ把リテ急ニ之ヲ引ケバ貨幣ハ依然トシテ前ノ位置ニ留存シ、唯紙ヲ離レテ直チニ机上ニ在ルヲ異ナリトスルノミ、是レ亦惰性ニ因テ然ルモノトス、而シテ徐々ニ紙ヲ引ケバ貨幣モ亦之ニ從フテ進行スルガ故ニ惰性ニ反スルガ如クナレドモ決シテ然ルニアラズ、前ニハ力ノ作用急遽ニシテ未ダ貨幣ニ

第八圖



達スルヲ得ザルヲ以テナリ。猶ホ一層其著明ナルヲ

欲セバ第八圖ノ如ク硝子罎ヲ取リ厚紙ノ一片ヲ罎口ニ置キ、其上ニ貨幣ヲ載セ卒然指頭ヲ以テ其紙片ヲ水平ノ方向ニ彈キ去ルトキハ、紙片忽チ罎口ヲ離レテ貨幣ハ罎内ニ墜落スベシ、是レ其貨幣惰性ニ由テ舊位ニ止マラントスルモ之ヲ支持スル物ナキニ由リテナリ。厚紙並ニ貨幣ヲ左手ノ示指ニ載セテ此試驗ヲ行フモ亦可ナリ。

(3) 第九圖ノ如ク二箇ノ硝子蓋ヲ並置シ共ニ水ヲ滿タシ其兩蓋上ニ小木杆例之バ食客ヲ架シ一針ヲ以テ俄然其中央ヲ打撃スレバ木杆ハ折斷スレドモ蓋ハ依然トシテ一滴ノ水ダモ溢出スルコトナシ、是レ亦惰性ノ然ラシムル所ニシテ其運動箸ヨリ蓋ニ及ブノ暇ナキ

同上ノ三

同上ノ四

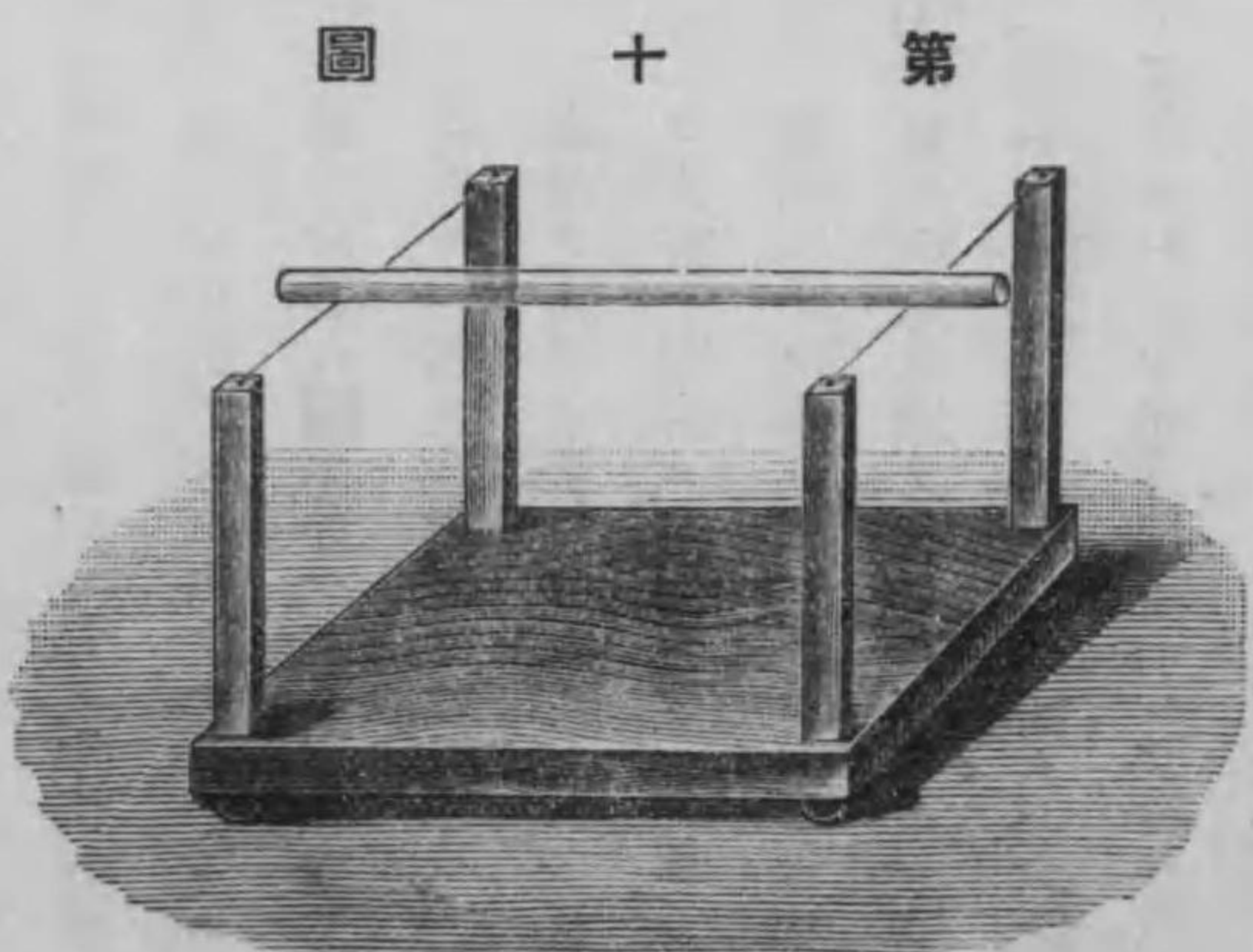


第九圖

ドモ毛髮ヲ損セザルベシ。

(5) 彈丸ヲ取テ硝子窓ニ擲ツトキハ其硝子板ヲ破碎スベシ、然レドモ之ヲ銃中ニ裝シテ彈射スレバ硝子板上其彈丸ノ大サニ適合スル一孔ヲ穿ツノミニシテ毫モ破碎スル

同上ノ五



第十圖

ニ箸ハ已ニ折斷スレバナリ。
(4) 又第十圖ニ示ス如ク二條ノ毛髮ヲ張リ之ニ硝子管ヲ架シ前圖ニ於ケル如ク俄然之ヲ打テバ硝子ハ折破スレ

同上ノ六

同上ノ七

同上ノ八

第十圖



コトナシ、是レ亦惰性ニ由ルモノトス、即チ前ニハ運動徐々ナルヲ以テ丸ヲ受ケタル部位ノ分子ヨリ之ヲ硝子ノ全面ニ及ボスト雖ドモ後ニハ運動急速ニシテ波及ノ餘裕ナケレバナリ。

(6) 皿又ハ鉢ニ水ヲ盛リ急卒ニ之ヲ牽ケバ水ハ悉ク前方ニ散流スベシ、是レ皿鉢ハ後進スルモ水ハ其儘止マレバナリ。

(7) 第十一圖ノ(甲)ノ如ク大約二百五十五ノ重サヲ有スル金屬球ヲ取り適宜ノ太トサヲ有スル絲ヲ以テ一點ニ懸垂シ、

更ニ同一ノ絲ヲ以テ下ニ横木ヲ繫ギ、徐々ニ之ヲ引ケバ上方ノ絲切斷シ、卒然之ヲ引ケバ只下方ノ絲ノミ切斷ス、是レ水ノ運動由ニ同一ナリトス。

(8) 罌粟莖ニ卒然一撃ヲ加フルトキハ罌粟球ハ飛ビ去ルベシ。

(G) 備考。 惰性ハ千六百三十八年碩學ガリレイ Galileo 氏ノ發明ニ係リ

件ノ一ナルヲ以テ以上記述スルガ如キ輕易ノ例題ノミヲ以テ之ヲ悉クス、
動體ニ就テ其重要ナル證例ヲ見ルベシ。

第五節 無盡性。

物體ハ火水ノ爲メニ消滅スルガ如キ外觀アルモ實ハ否ラズ

凡ソ物體ハ火ノ爲メニ燃燼セラレ水ノ爲メニ溶消セラレ恰モ滅失フキ外觀アリト雖ドモ、是レ唯吾人視覺ノ達セザルノミニシテ物體ハ其變化セシニ止マリ依然存在スル者ナリ、此性質ヲ名ケテ物ノ無盡性ト云因テ現時宇宙ノ萬物ヲ構成スル物質ノ總量ハ之ヲ其創始混沌ノ時ニ比スルニ些少ノ増減アルコトナク、自今爾後亦此原理ニ隨ヒ新タニ増加減少スルコトナカルベシ。

例。物質ノ無盡性ヲ有スルコトハ化學的ノ試驗ニ因テ其確微ヲ得ルニ至ル迄ハ往々其疑團ヲ氷解スルコト能ハザルモノナリ、故ニ今或ル物質ガ其理化學的ノ現象ニ關シ其性狀ヲ變ジテ烏有ニ歸スルガ如キモ其本質ハ決シテ消滅セザルノ例二三ヲ擧ゲ、各物此性ヲ具有スルコトヲ證明セントス。

(1) 一器ニ水ヲ盛り之ヲ空氣中ニ置ケバ時ヲ經ルニ從テ徐々ニ其量ヲ減少シ終ニ一涓滴ダモ殘ササルニ至ルベシ。茲ニ水ハ消滅セシガ如キ外觀アレドモ其實ハ然ラズ、是レ

水蒸散シテ消滅スルガ如キ外觀アルノ例

水分ハ温熱ノ爲メニ蒸散セラレテ氣體ニ變ジ空氣中ニ浮昇セシニ外ナラズ、河海池沼ノ水涸渴スルモ濕地濕衣等ノ乾燥スルモ皆然リ、斯ノ如ク蒸氣ニ變ジタル水若シ寒冷ニ逢ヘバ再び凝縮シ滴流體ニ變ジテ雨トナリ、其寒氣一層劇甚ナレバ固結シテ雪ヲ成ス、然ルトキハ更ニ地上ニ降下シテ泉河ノ源ト成ル。

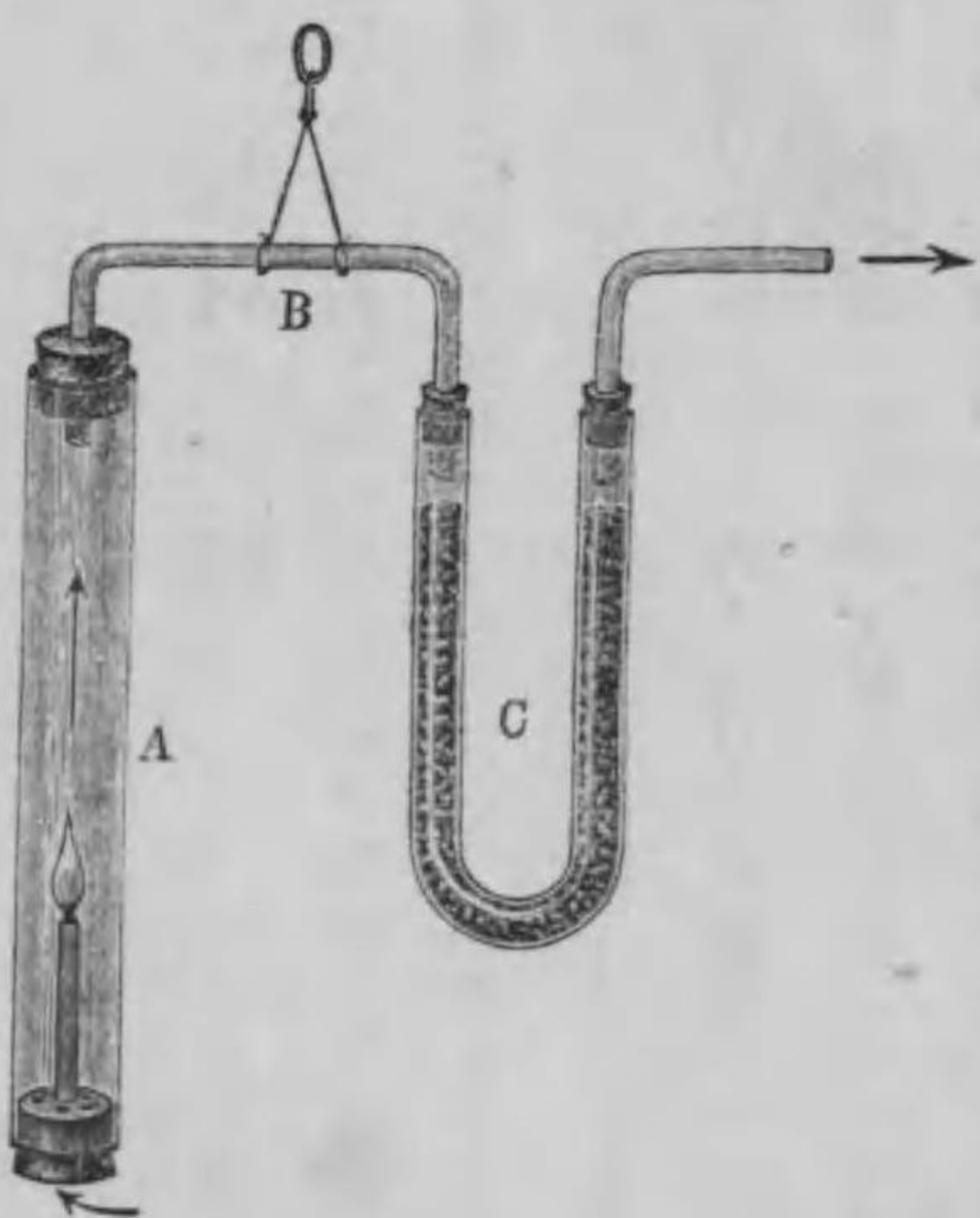
(2) 一器ニ水ヲ盛り若干量ノ食鹽ヲ投入シ之ヲ攪拌スレバ其食鹽ハ暫時ニシテ全ク烏有ニ歸スルガ如シ、然レドモ是レ水ニ溶解シタルノミニシテ眞ニ消滅セルニアラズ。若シ水及器ヲ併セテ其量ノ幾許ナルカヲ前知シ食鹽ヲ投ジテ後更ニ之ヲ秤ルニ其增量正ニ食鹽ノ量ニ均シカルベシ、是レ即チ食鹽消滅セザルノ徵ナリ。

食鹽、水ニ溶解シテ消滅スルガ如キ外觀アルノ例

(3) 薪材ヲ燃焼スレバ漸ク其形質ヲ失ヒ終ニ僅少ノ灰分ヲ殘留シ其大半ハ炭酸・水蒸氣等ノ如キ見ル可カラザル氣體ニ變ズ、是レ決シテ消失シタルニ非ズ。其確證ヲ見ルニハ第十二圖ノ裝置ヲ以テスベシ、即チAナル硝子圓筒ノ下口ニ木製圓板ノ數多ノ小孔アル者ヲ嵌挿シ之ニ燭ヲ樹テ上口ハ柵片ヲ以テ栓塞シ之ニ一孔ヲ穿チ、Bナル曲管ノ一端ヲ挿入シ此管ノ他端ハ更ニ大ナルU字狀管(C)ニ嵌挿シ、此U字狀管ニハ好シク炭酸・水蒸氣等ヲ吸收スル物質即チ苛性ナトロンヲ充填スベシ。爰ニ先ヅC管ノ重量ハ苛性ナトロンヲ併セテ幾何ナルカヲ知り、次ニ燭ノ重量ヲ秤リ、之ニ火ヲ點シA筒中ニ挿入シ、暫時ノ後燭火ヲ滅シ

薪材燃焼シテ消滅スルガ如キ外觀アルノ例

第二十圖



ニ炭水二素ニ化合シタル酸素ノ量ヲ増加スレバナリ。各物燃燒シテ毫モ本質ノ消失セザルコト爰ニ於テ明晰ナリ。

(4) 一定量ノ硫酸(例之バ九十八瓦)ニ六五・二五瓦ノ亞鉛ヲ投シ之ニ一定量(例之バ三百瓦)ノ水ヲ注ダバ忽チ水素ヲ泡沫トナシテ發生シ、終ニ器内ノ金屬體(亞鉛)ハ全ク消滅セルガ如キ觀アルベシ、今之ヲ秤量スルニ唯僅ニ二五ヲ減量シタルノミ。若シ亞鉛盡ク消失セシナランニハ六五・二五ヲ減スベキノ理ナルニ、其否ラザル所以ハ化學作

金屬、酸ニ
逢フテ消滅
スルガ如キ
外見アルノ
例

用ニ由テ稀硫酸中ニ含有セル水素ヲ逐ヒ亞鉛之ニ代リテ硫酸亞鉛ヲ生成スルヲ以テ亞鉛ノ量ハ毫モ減スルコトナク只水素ノ量ノミヲ減少スレバナリ。玆ニ水素モ亦全ク消失ニ歸シタルニアラズ只空氣中ニ逃遁シタルノミ。故ニ之ヲ空氣中ニ放タズ捕聚シテ秤量スレバ決シテ前量ニ差フコトナカルベシ、是レ亦各質消滅スルコトナキノ證トスベシ。

第六節 分性。

凡ソ物體ハ破碎・溶解・蒸散等ノ如キ適當ノ方法ヲ以テスレバ漸次細小ニ分割セラレズト云フコトナシ、此性質ヲ名ケテ物ノ分性ト云フ。物ノ分割セラレテ漸次細小トナルヤ殆ンド底止ナキガ如シ、直接吾人ノ五官ヲ以テハ固ヨリ其終極スル所ヲ知り難ク如何ナル精巧ノ顯微鏡ヲ用ユルモ之ヲ確視スルコト能ハザルヤ必セリ。然レドモ化學的ノ諸現象ニ由リ推考スレバ終ニ分解ス可カラザル最小部分ニ到達スベキノ理アルヲ發見スベシ(其最小部分ナル原子及分子ニ就テハ後章物質ノ條ニ詳説スベシ)。

例。今物ノ至微至渺ニ分割セラレ得ベキ二三ノ實例ヲ舉ゲテ分割ノ底止ナキガ如キ狀ヲ示

萬物分割セ
ラル、コト
恰モ底止ナ
キガ如シ

物體ノ細微ニ分割セラ
ル、例

スベシ。

(1) 火藥カヲ用キテ岩山ヨリ分裂セシメタル巨大ノ岩石モ鎚子ニ由テ仍ホ大小無數ノ片々ニ打チ碎カルベシ。今其小量ヲ乳鉢ニ入レテ搗碎シ而シテ之ヲ研磨スレバ細粉トナリテ空氣中ニ浮昇シ所謂日光塵埃トナリテ現ハル、其分割ノ微渺ナルコト想フベシ。

同上ノ二

(2) 一器ニ盛レル水ヲ各一滴ニ分割セシメ毛筆ヲ以テ其各滴ヲ巨大ノ面上ニ擴クレバ蒸散シテ非常ノ小部分ニ別ルベシ。

同上ノ三

(3) 一器ニ水ヲ盛リ食鹽少許ヲ取テ其中ニ溶解スレバ鹽ノ一部分ダモ見ルコト能ハザレドモ全水盡ク鹹シ是レ即チ鹽ノ細分シテ水ノ全量中ニ分播シタルヲ以テナリ。又紅色ノ色素少許ヲ一桶ノ水ニ點ズレバ全水皆紅ナリ、是レ亦色素細分シテ一桶内ノ水中ニ分賦シタルヲ見ルベシ。

同上ノ四

(4) 嗅覺ノ香氣ニ感ズルハ其物質小部分ノ嗅覺器官ニ觸ル、トキノミ成ルモノニシテ例之バ麝香ヲ一室ノ内ニ置ケバ數月間其香氣ヲ失フコトナク滿室ノ空氣ニ瀰滿シ、屢室內ノ空氣ヲ更新スルト雖ドモ香氣ハ忽チ舊ニ復スベシ。斯ノ如ク其香氣即チ麝香ノ小部分ハ飛散シテ止マラザルニ精巧ナル天秤ヲ以テスルモ著ルシク其減量

同上ノ五

ヲ微スルコト能ハズ、此事實ハ麝香ニ限ルニ非ズ他ノ芳香品ニ於テモ同一ナリ、然ラバ則チ其分割セラル、ノ微渺ナルコト實ニ想フベシ。

(5) 蠶絲ノ織細ナルハ世人ノ知悉セル所ニシテ一耗ノ廣サトナサンニハ其百線ヲ並置セザル可カラズ。然ルニ白金ヲ以テ非常ニ微細ナル線條トナストキハ其百四十線ヲ束ネテ漸ク蠶絲一線ノ太トサニ至リ其十二線ヲ並ブルト雖モ尙ホ一蠶絲ヨリ廣カラズト云フ。然ラバ則チ一耗ノ廣幅ハ此白金線ノ千二百已上ヲ以テ纒ニ之ヲ充タスニ足ル、是レ亦物質ノ細分セラル、ヲ得ルノ好例トナスベシ。

同上ノ六

(6) 鍍金セル銀線ニ就テ其金ノ厚サヲ算スルニ六千葉ヲ重ネテ纒カニ一紙ノ厚サヲ成スト云フ、是レ亦物質ノ細分極マリナキガ如キヲ示スモノナリ。

同上ノ七

(7) 腐敗シタル水中ニ存スル極微ノ機生體アリ、其數千ヲ集メテ尋常ノ顯微鏡ニ照スモ只僅ニ一砂粒ノ大サヲ成スニ足ラズ、此物各機生活ヲ具有シテ能ク運動スルモノトスレバ此運動ヲ生ズル特別ノ器官ナカル可カラズ、而シテ更ニ此器官ヲ組織スル部分ノ至細至微ナルハ實ニ驚愕ニ餘リアリト云フベシ。

第七節 鬆性。

凡ソ物體中ニハ所謂氣孔ト稱スル空隙ヲ存シ通常他ノ物質(空氣若クハ水)ヲ填充ス、此性質ヲ名ケテ物ノ懸性ト云フ。物體種類ノ異ナルニ從テ疎鬆ノ度ニ著大ノ等差アリ、即チ或ル種類ノ物體ニ於テハ肉眼已ニ能ク之ヲ認メ得ベキモノアリ、又顯微鏡ヲ用井テ始メテ辨視シ得ルモノアリ。其侘或ル物體ハ自己ノ容積ヲ變ズルコトナク、他物ヲ通過セシメ、又或ル二物ノ混合スルニ際シテ互ニ相收縮スルニ由リ其氣孔アルヲ知リ得ベキモノアリ。

例。今茲ニ二三ノ例ヲ掲ケ懸性ノ事實ヲ證ス。

(1) 革ノ如キハ肉眼ヲ以テ其氣孔ヲ見ズト雖、革ヲ以テ若干ノ水銀ヲ包ミ他ニ漏出セザルベカラシメ而シテ強ク之ヲ壓搾スレバ水銀ハ小球ヲナシテ射出ス、是レ革ニ氣孔アルノ證ニシテ氣孔ヲ通過セズシテハ漏出スルノ理アルコトナシ。濾紙ヲ以テ水ヲ濾過スルモ亦之ト同一理ナリ。

(2) 長キ硝子管ノ一端ニ堅キ木材ヲ以テ作レル空圓筒ノ底アルモノヲ固ク接續シ管中ニ水銀ヲ注ギテ其壓、充分ノ度ニ至レバ水銀忽チ小球ヲナシテ漏出ス、是レ亦木材ニ氣孔アルノ證ナリ。

卵殼ニ氣孔アルヲ證スルノ例

白堊ニ氣孔アルノ例

金屬ニ氣孔アルヲ證スルノ例

液體ニ氣孔アルノ例

(3) 一器ニ水ヲ盛リ其中ニ一箇或ハ數箇ノ鶏卵ヲ投シ排氣機ノ鐘下ニ置キ鐘内ノ空氣ヲ排出スレバ卵ヨリ氣泡ヲ發シテ水面ニ浮ブベシ、是レ即チ卵殼ニ氣孔アルノ證ニシテ卵内ノ空氣鐘下ノ稀薄ナル空氣ヲ補填セントシ卵殼ノ氣孔ヲ通過シ來レバナリ。

(4) 白堊ヲ水中ニ投ズレバ氣孔中ニ水ノ浸入シ空氣ヲ逐出スルヲ以テ氣泡ノ昇騰スルヲ見ルベシ。

(5) 諸金屬ヲ鈍擊スレバ必ス若干ノ容積ヲ減ズ、是レ諸金屬ニ空隙ルノ證ニシテ若シ空隙ナケレバ數千回ノ強擊ヲ受クルモ何ニ因テ其容積ヲ減ズルヲ得ンヤ。又金屬ヲ熱灼スレバ諸氣體ヲ通過セシム、是レ亦金屬ニ空隙ヲ有スルノ徵ナリ。

諸金屬ニ空隙アルヲ知リ得タルハ千六百六十一年伊太利國フロレンス市ノ大學ニ於テ水ハ壓縮セラレ得ベキ者ナルヲ百十ヲ試驗スルノ際偶然ニ黃金ノ空隙ヲ有スルヲ發見セシニ在リ。今當時試驗ノ方法ヲ略説センニ其内部空洞ナル黃金球ヲ造リテ水ヲ滴テ之ニ蓋ヲ具ヘ、球ト蓋トヲ固ク縛定シ強力ヲ以テ之ヲ壓スレバ球體必ス多少其形狀ヲ變ズ、而シテ表面ノ大サニハ毫末ノ差異ヲ來スコトナシト雖トモ球體ノ狀態ヲ變スレバ必ズ内積ヲ減セザルヲ得ズ、蓋シ表面ノ大サヲ同ウスル各體中ニ於テ球體ノ内積最モ大ナレバナリ。故ニ強壓遂ニ内部ノ水ニ波及セルニ水ハ著シク縮小セズ、却テ黃金ノ空隙ヲ通過シテ球ノ表面ニ現ハレ細小ノ露珠ヲ生ジタリト。

(6) 無色ノ液ニ注グハ有色ノ液ヲ全液其色ヲ帶ブ、是レ即チ液體ニ氣孔アルノ證ニシテ彼此互ニ氣孔中ニ滲透シテ混和スルヲ以テナリ。水ヲ滿盛シタル器ニ食鹽ヲ投ズ

同上ノ二

同上ノ三

氣體ニ空隙
アルノ例

同上ノ二

ルニ水溢ル、コトナクシテ之ヲ溶解スルモ亦同一ノ理ニ基ツクモノトス。

(7) アルコホルト水トヲ混スルトキハ其容積ヲ減ズ、是レ間隙中ニ含有セル空
氣ニ液ノ粘着力ノ爲メニ排出セラレニ液相互ニ間隙中ニ入レバナリ。

(8) 水ヲ熱スレバ其中ニ氣泡ノ昇ルヲ見ルベシ、是レ水ノ空隙中ニ存スル空氣ノ膨
脹スルヲ以テナリ。

(9) 硝子罎ニ少許ノヨードヲ容レ固封シテ微ニ之ヲ温ムレバ紫色ノ蒸氣罎
内ニ充滿スルヲ見ルベシ、是レ空氣ノ空隙中ニヨード蒸氣ノ發生スルヲ以テナリ。

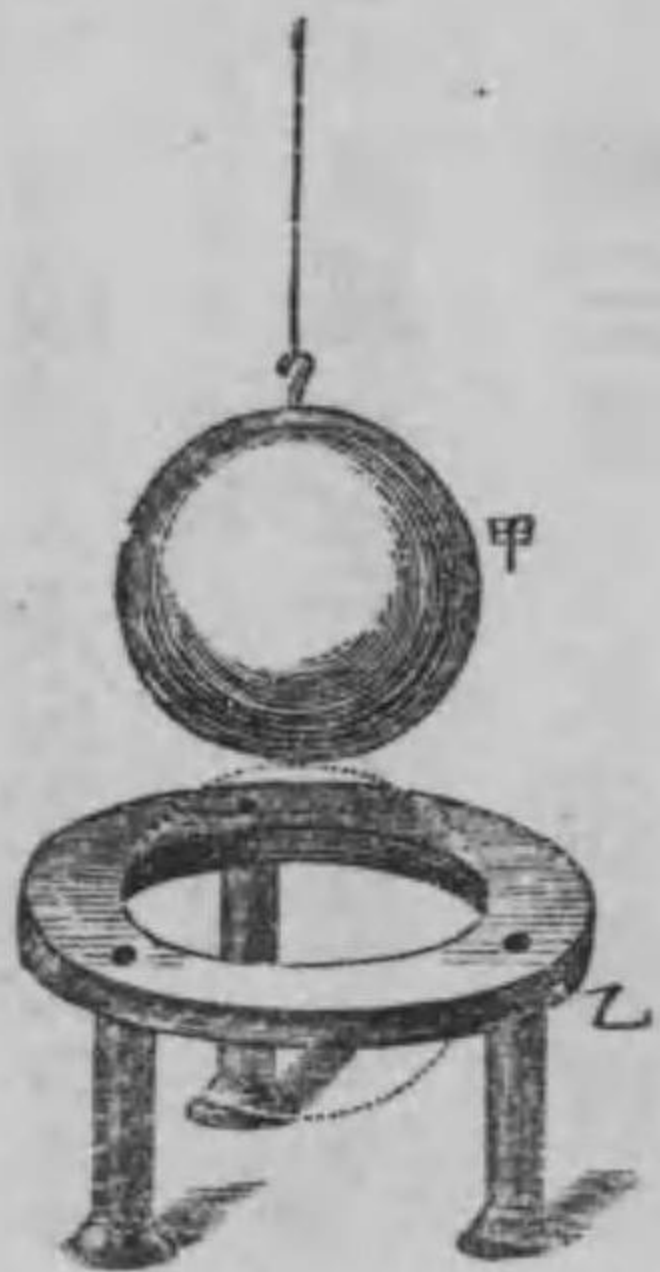
(10) 空氣中ニ蒸氣ヲ發生セシムルモ真空内ニ發生セシムルモ其量ニ差異
アルコトナシ、是レ氣體ニ氣孔アルノ證ナリ其佗氣體ニ氣孔アルハ其變容性ノ著シキヲ見テ
推知スベシ。

第八節 變容性。

凡ソ物體ハ壓搾セラル、カ又ハ寒冷ニ逢フトキハ其強サノ度ニ隨テ必ず多
少ノ容積ヲ減シ、其壓力去ルカ又ハ温熱ヲ受クレバ却テ膨脹ス、其狀互ニ
相反スルト雖斥實ハ其變容ニ外ナラズ、其性質ヲ名ケテ物ノ變容性ト云フ。

固體變容ス
ルノ例

圖三十第

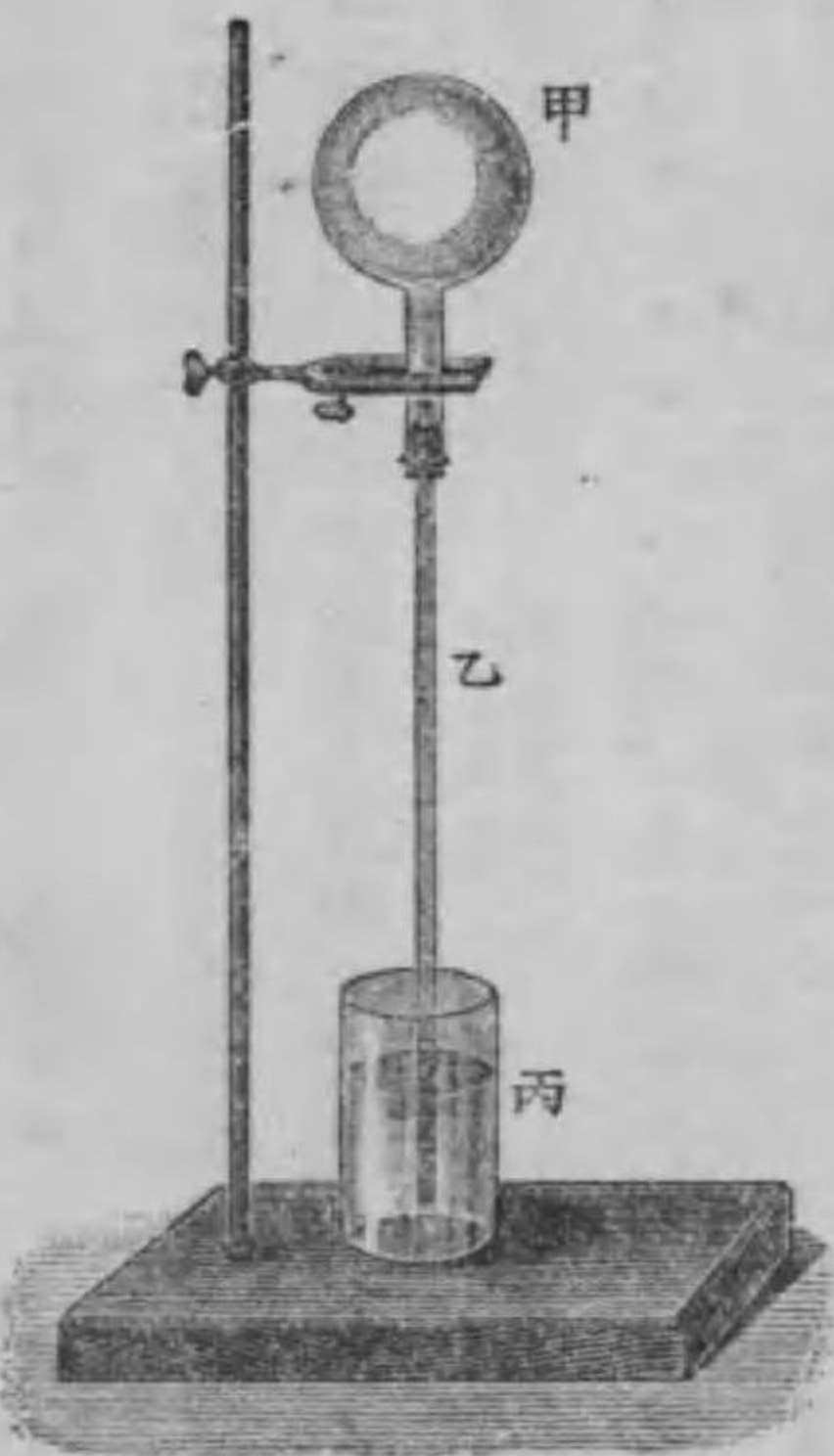


(A)例。變容性ハ固液氣ノ三體ニ於テ甚ダシキ等差アリ、左ノ例ヲ以テ之ヲ證明スベシ。
(1) 第十三圖〔甲〕ノ如キ黃銅製ノ球アリ、其球常温度ニ在テハ容易ニ〔乙〕環ヲ

通過スルト雖ドモ之ヲ火ニ上セテ熱スレバ復タ
通過スルコト能ハズ、而シテ之ヲ放冷スレバ最
初ノ如ク容易ニ通過シ得ルニ至ル、是レ其黃銅
球熱ヲ以テ膨大シ熱ヲ放チテ放形ニ復スルノ微
ニシテ即チ其變容ニ外ナラズ。

液體變容ス
ルノ例

圖四十第



(2) 長頸ノ硝子罎ニ水ヲ充填シ温熱ヲ與フレバ水ハ膨脹シテ溢出シ、之ヲ
放冷シテ最初ノ温度ニ至レバ水其罎ニ充
タズ、是レ擴張溢出シタル水容ノ不足ス
レバナリ。
(3) 氣體變容性ノ著ルシキ
ハ第十四圖ノ現象ヲ見テ知ルベシ、即
チ〔甲〕ナル硝子罎ニ小サキ硝子管〔乙〕
ヲ接ギ有色ノ液ヲ適宜ニ盛リタル硝子器〔丙〕中ニ挿立シ手ヲ以テ罎底ヲ握レバ罎内ノ氣手温

ノ爲メニ擴張シテ管口ヨリ沸々泡沫ヲナシテ出ヅ。今手ヲ放チ少時ヲ經レバ色液管中ニ昇ル是レ溫度及氣容故ニ復シ前ニ逸出セル空氣ノ不足ヲ補ハンガ爲メ氣壓ニ由リ液ノ壓上セラル、ニ由ルモノナリ。

(B)應用。變容性應用ノ著明ナルモノハ左ノ一二例ヲ以テ示スガ如シ。

(1)硝子縲ノ栓固挿シテ拔ケザルトキハ其纏頸ヲ繩索ニテ摩擦スレバ之ヲ弛脱セシムルコトヲ得、是レ摩擦ノ爲メ熱ヲ發シ纏頸ヲ膨脹セシムルヲ以テナリ。

(2)車輪ニ鐵箍ヲ施スニハ先ヅ車輪ノ半徑ヨリモ微ニ小ナル箍ヲ取り熱灼擴大セシメテ後車輪ニ符合セシメ其收縮緊着スルヲ待ツ。

(3)寒暖計ノ水銀又アルコホルハ溫度ノ増減ニ從テ昇降ス是レ溫度ノ増減ニ由テ膨縮スレバナリ(中篇ノ熱學ニ詳ナリ)。

(4)風銃ハ空氣ノ變容ニ原ヅクモノナリ。

第三章 運動、物質及力ノ通論。

第一節 運動及靜止。

變容性應用
ノ一

同上ノ二

同上ノ三

同上ノ四

運動・靜止

(一)定義。運動トハ物ノ變位ニシテ即チ近傍ノ他物ニ比シテ其位置ヲ變易スルヲ云ヒ、靜止トハ各物同一處ニ定在シ其位置ヲ易ヘザルヲ云フ。然レドモ絕對的靜止ハ宇宙間ニ存スルコトナシ、蓋シ吾地球ノ如キモ其表面上ニ存スル諸物體ヲ負載シ他ノ諸星ト共ニ其中樞タル太陽ヲ周リテ斷エズ運動スレバナリ。

(二)運動ノ種類。或ル運動シタル一點ガ通過スル線ヲ道路ト名ヅク、而シテ其關係スル所ニ隨テ運動ヲ區別スレバ左ノ三項ニ分説スルガ如シ。

(第一)道路ノ形狀ニ從テ運動ヲ區別スレバ直線動・曲線動ノ二トナル。

例之ハ無碍直落スル物體ノ運動ハ直線動ニシテ、水平ニ擲射セラレタルモノ、運動ハ曲線動ナリ。

(第二)物體各小部分ノ道路上ニ關シテ運動ヲ區別スレバ四種ニ分ル、即チ廻旋動・進行動・廻進動及振動是レナリ。

例。物體ノ各小部分固軸ノ周圍ニ於テ大小數多ノ並行圓ヲ畫スルトキハ是レ即チ廻旋動ニ

道路ノ形狀
ニ從テ運動
ノ種類

運動ノ狀態
ニ關スル其
種別

シテ例之バ天體ノ廻動通常天體ノ自轉ト云フ、獨樂ノ自廻ノ如シ、或ル物體若シ自廻スルコトナク其位置ヲ變スルトキハ進行動ナリ例之バ擲射・落下等ノ如シ。或ル物體旋廻シツ、進行スルトキハ是レ即チ廻進動ニシテ例之バ施條銃丸ノ進行シ又吾地球ノ自廻シツ、太陽ヲ匝ルガ如シ。物體若シ其中央ノ位置ノ周圍ニ於テ終始彼方こちらニ動クトキハ振動ニシテ時儀ノ振子・發音シツ・アル琴絃等ノ如シ。

(第三) 時間ト道路ノ大サトノ比較ニ由テ運動ヲ區別スレバ均等運動及不等運動ノ二種トナル。

或ル物體若シ均等ノ時間中ニ均等ノ道路ヲ經過スルトキハ之ヲ均等運動トナス、例之バ天體ノ自轉・正確ナル時儀ノ如シ、然レドモ均等時間内ニ不等ノ道路ヲ經ルトキハ所謂不等運動ヲ生ズ。不等運動ニシテ互ニ相次グ所ノ均等時間内ニ間斷ナク道路ノ大サヲ増加スル者ハ加速運動ト云ヒ、殊ニ無碍直落スル物體ニ於ケル如ク増加スル道路ノ大サ終始均等ナルトキハ之ヲ名ケテ均等加速運動ト云ヒ、其増加均等ナラザルトキハ不等加速運動ト云フ、之ニ反シテ相次ギ來ル均等時間内ニ其經過スル道路ヲ減少スルトキハ減速運動ト名ヅケ、殊ニ垂直上方ニ向テ擲射セラレタル物體ノ如ク均等時間内ニ其減少均等ナルトキハ均等減速運動ト稱

時間ト道路トノ關係ニ因スル運動ノ區別

加速運動及減速運動並ニ其種別

シ、然ラザルトキハ不等減速運動ト云フ。

第二節 均等運動。

(一) 速度ノ定義。均等運動ニ於テハ物體ノ一秒時間ニ經過スル道路ノ長サヲ稱シテ速度ト云ヒ、通常之ヲ示スニ c (celeritas) 羅ヲ以テス。

s.c.t.ノ關係

速度ノ定義

(二) 定律。均等運動ニ於テハ道路ノ長サ s (spatium) 羅、速度 c 及時間 t (tempus) 羅ナル三者ノ間ニ在テ左ノ數式ノ如ク確乎タル關係ヲ有ス、即チ道路ノ長サ(通常又距離ト云フ)ハ速度ニ時間(一秒時ヲ單位トス)ヲ乘ゼシモノ $s \parallel c \cdot t$ ニシテ速度ハ時間ヲ以テ距離ヲ除セシモノ即チ $c \parallel \frac{s}{t}$ ナリ、又時間ハ速度ヲ以テ距離ヲ除セシモノ即チ $t \parallel \frac{s}{c}$ 是レナリ。

基因。均等運動ニ於ケル不變速度 c ハ一秒時間ノ距離ナルヲ以テ t 秒時間ニ於ケル距離ハ c ノ t 倍ナラザルヲ得ス、即チ $c \parallel \frac{s}{t}$ ニシテ他ノ二者ハ之ヲ除スルニ t 並ニ c ヲ以テシ得タルモノナリ。

速度ノ例。次表ニ於テ示ス所ノ速度ハ皆其運動終始均等ナリト假定シタルモノナリ。

各種速度ノ例

- 歩行者 一・二五米(五時間ニ二三・五軒ヲ行ク者)。
- 多橋河流 一・五乃至二・〇米。
- 常風 三・〇米。
- 英馬 一二・五〇米(競馬ニ用ユルモノ)。
- 汽車 一二・五〇米(一時間ニ四五軒ヲ走ル者)。
- 疾風 一五・〇〇米。
- 獵犬 二五・〇〇米。
- 鷺 三二・〇〇米。
- 颶風 四〇・〇〇米。
- 音響 三三三・〇〇米(零度ノ空氣中ニ於テ)。
- 銃丸 五〇〇・〇〇米。
- 砲丸 八〇〇・〇〇米(二十五ボンドノ者)。
- 地球 二九六八〇・〇〇米(平均四地理里)。
- 光 二八二八四〇〇〇・〇〇米(大約四萬二千地理里)。
- 電氣 四六四〇〇〇〇〇〇・〇〇米(大約六萬二千地理里但シ銅線中)。

第三節 不等運動。

(一)速度ノ定義。不等運動ニ在テハ實速度ト中速度トノ區別ヲ緊要トス、即チ一物體ヲシテ或ル一定ノ時期ニ於ケル運動ノ狀態ヲ變ズルコトナク

實速度ノ定義
中速度ノ定義

進行セシメタランニハ一秒時間ニ經過スベキ所ノ道路ノ長サヲ指シテ或ル一定時期ノ實速度ト名ツケ v (velocitas 羅) ヲ以テ表示ス。之ニ反シテ或ル物體ガ一定ノ時間内ニ於テ平均一秒時ニ經過スル所ノ道路ノ長サヲ名ツケテ其一定時間内ノ中速度ト云フ。均等ナル加速度及減速度ノ運動ニ於テハ中速度ハ恰當時間ノ最始實速度ト最終實速度トノ平均ニ等シ。

例之バ各秒時ニ於ケル速度一、二、三、四、五米ナルトキハ其中速度ハ三米 $(\frac{1+2+3+4+5}{5} = 3)$ ニシテ其最始ト最終トノ中速度モ三米 $(\frac{1+5}{2} = 3)$ ナルガ如シ。

(二)加速度ノ定義。不等運動ニ在テ一秒時間ニ於ケル速度變化ノ大サヲ稱シテ之ヲ加速度ト云フ。

速度ノ増加スル運動ニ在テハ其加速度ハ積極ナルコト言フ俟タザレドモ其反對ノ場合ニ在リ第四節及第五節ニ於テ其實例ヲ見ルベシ。

第四節 無碍直落 遊放直落。

(一)定義及原因。無碍直落トハ支持セラレザル

無碍直落ノ定義及原因

無碍直落ス
ル物體ノ速
度

リ。之ヲ説明スルニハ地球ハ重力ト名クル力ニ由リテ
物體ヲ牽引スルモノト考想ス。無碍直落ハ即チ均等ナル

蓋シ地球ノ牽引作用ハ各秒時間斷ナキヲ以テ直落スル所ノ勢

等ノ速度ヲ受得シ而シテ前ニ受得シタル速度ハ惰性ノ定律ニ隨テ

保有セザルヲ得ザレバナリ。凡ソ無碍直落スル物體ガ每一秒時地球ヨリ

得スル速度即チ其加速度ハ緯度四十五度ニ於テハ九・八〇八米、吾東京ニ於

テハ九・七八四米但シ本書ニハ計算ニ便ナランガ爲メ小数ヲ省キテ十米トナスナリ、而シテ一般ニハ之ヲ示スニg

(Gravitas 羅句)ヲ以テス。

(一)定律。第一眞空内ニ於テハ輕重ニ論ナク萬體盡ク同速ニ直落ス。

(1)確證。此定律ハ氣體重學排氣機ノ條ニ説示スル所謂直落管ノ幫助ニ由テ容易ニ之ヲ實
驗シ得ベシ。

(2)基因。運動スル物體ノ質量愈々大ナレバ之ヲ牽引スル所ノ重力モ亦愈々大ナリ、故ニ其

運動スルコト同速ナラザルヲ得ズ。空氣中ニ於テ物體ガ其比重ト其形狀トニ從テ同速ニ直落
セザルノ原因ハ空氣中ニ於ケル物體ノ失重ト空氣ノ抵抗トニ存ス。

直落ノ定律
八項

(第二) 無碍直落スル物體ノ速度ハ時間ニ比例シテ増加ス即チ $v = gt$ ナ

リ。シテテキルモノノ速サヲ知リタム時、數程ゲ(8)ノ如ク

(1)事實。凡ソ物體ノ直落スル際其速度ヲ増加スルハ常ニ吾人ノ經驗スル處ニシテ一小
片ノ石モ愈々高處ヨリ落ツレバ愈々大ナル危害ヲ人畜ニ加フルニ至ル、又飛ビ下ル人ハ愈々高キ
ヨリスレハ愈々危険ナリ。

(2)基因。速度ノ時間ニ比例シテ増加スルノ原因ハ重力ニ在リ、即チ重力ガ落下スル所
ノ物體ヲ牽引スルノ結果ハ時ノ單位間ニ於テ同強ナリ。故ニ其速度モ亦各秒時ニ於テ同大ニ
増加セザルヲ得ス。今落下スル物體第一秒時ノ終期ニgナル速度ヲ保有スルトキハ第二秒時
ノ終期ニ於テハ二gtナラザルヲ得ズ、如何トナレバ已ニ受得シタルgハ惰性ノ定律ニ隨ヒ
第二秒時中ニモ之ヲ保有シ且ツ此秒時中ニ尙ホgヲ得ルヲ以テ二gノ速度トナルナリ
是故ニ三秒時ノ終期ニハ三g、四秒時ノ終期ニハ四g、五秒時ノ終期ニハ五g、七秒時ノ終期
ニハgtトナルヲ以テ方程式 $v = gt$ ヲ得ルモノトス。

(第三) 第一秒時ニ經過シタル道路ノ長サ即チ距離ハ其終速度ノ半大即
チ $S_1 = \frac{1}{2}gt$ ナリ。

基因。 第一秒時ノ始メニ於ケル速度ハ0(零)ニシテ其終リノ速度ハg米(gm)ナリ、而シテ無碍直落スル物體ガ第一秒時間ニ經過スル所ノ距離ハ0ヨリ大ニgヨリ小ナラザル可カラズ、即チgヨリ小ナルダケ正ニ0ヨリ大ナルモノニシテ其兩實數ノ平均半數ニ均等ナラザルヲ得ズ、蓋シ速度ハ第一秒時間平等ニ0ヨリgニ迄増加スレバナリ。之ヲ換言スレバ無碍直落ハ均等加速運動ナルヲ以テ時ノ中央ニ於テ達シ得タル速度(g/2)ヲ以テ最初ヨリ全一秒時間均等ニ運動スルモノト同様ノ結果ヲ得ベキモノナリ、故ニ第一秒時間ニ於ケル落下距離(S₁)ハ二分ノ一gニ均シキモノトス。S₁ = (0 + g) : 2 = 1/2 g.

(第四) 互ニ相次グ所ノ各秒時間ニ於ケル落下距離ハ奇數ニ比例シテ増大ス、即チ第t秒時ニ於ケル落下距離ハS = (2t-1) 1/2 gナリ。

基因。 第二及第三ノ定律ニ從ヒ各秒時ニ於ケル落下距離ハ左ノ如シ。

第一秒時中 (0 + g) : 2 = 1 · 1/2 第一秒時ノ始メニ於テハ速度ハ0ニシテ其終リニハgナリ。

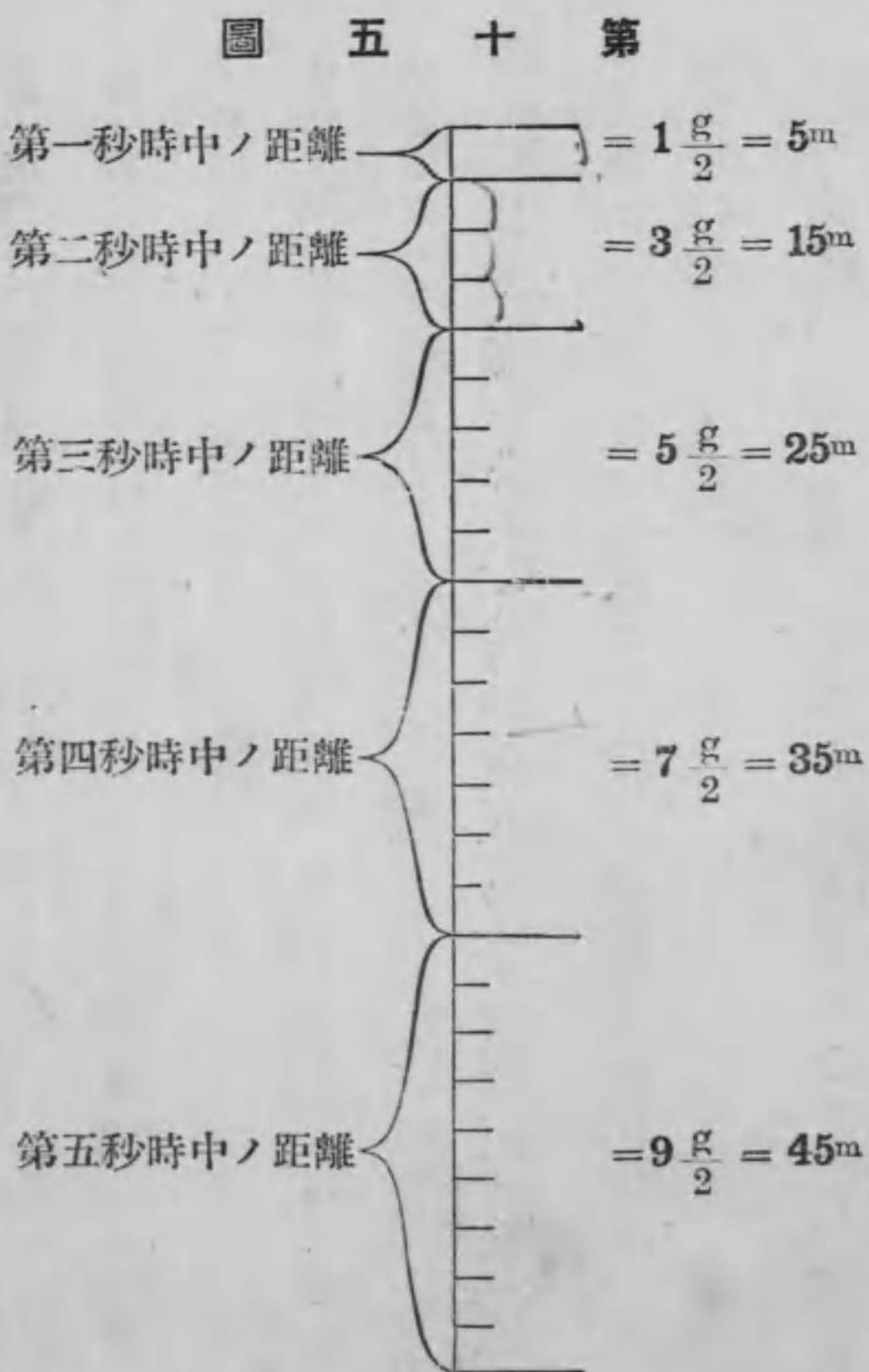
第二秒時中 (g + 2g) : 2 = 3g : 2 = 3 · 1/2 第二秒時ノ始メニハ第一秒時ノ終速度ニ等シク其終リニハ2gナリ。

第三秒時中 (2g + 3g) : 2 = 5g : 2 = 5 · 1/2 第三秒時ノ始メニ於テハ第二秒時ノ終速度ニ等シク其終リニハ3gナリ。

第四秒時中 (3g + 4g) : 2 = 7g : 2 = 7 · 1/2 第四秒時ノ始メニ於テハ第三秒時ノ終速度ニ等シク其終リニハ4gナリ。

第t秒時中 [(t-1)g + tg] : 2 = (2t-1)g : 2 = (2t-1) 1/2 g

又圖ヲ以テ之ヲ通覽スレバ第十五圖ニ示スガ如シ。



(第五) 全時間ニ於ケル落下距離ハ其時間ノ自乗ニ比例ス、即チ $\frac{1}{2}gt^2$ ナリ。

基因。第一秒時中 $1 \cdot \frac{g}{2}$

第一秒時及第二秒時即チ二秒時間 $1 \cdot \frac{g}{2} + 3 \cdot \frac{g}{2} = 4 \cdot \frac{g}{2} = 2g \cdot \frac{g}{2}$

第一第二第三秒時即三秒時間 $1 \cdot \frac{g}{2} + 3 \cdot \frac{g}{2} + 5 \cdot \frac{g}{2} = 9 \cdot \frac{g}{2} = 3^2 \cdot \frac{g}{2}$

第一第二第三第四秒時即四秒時間 $1 \cdot \frac{g}{2} + 3 \cdot \frac{g}{2} + 5 \cdot \frac{g}{2} + 7 \cdot \frac{g}{2} = 16 \cdot \frac{g}{2} = 4^2 \cdot \frac{g}{2}$

t 秒時間 $t^2 \cdot \frac{g}{2}$

是故ニ落下距離ハ $1:4:9:16 = 1^2:2^2:3^2:4^2$ 等ナルヲ以テ $s = \frac{1}{2}gt^2$ ナリ。

又 gt ナル中速度ヲ以テ t 秒時間均等運動シタリトスルモ $t \frac{g}{2} \cdot t = \frac{g}{2}t^2$ ナリ。

(第六) 凡ソ物體ガ v ナル速度ヲ取得スル爲メニ經過スベキ所ノ高サ (s) ヲ得ルニハ此速度ノ自乗ヲ二倍ノ加速度ヲ以テ除スルニ在リ、即チ $s = \frac{v^2}{2g}$ ナリ。

公式ノ誘導。第二定律ノ方程式 $v = gt$ ヲ以テ $t = \frac{v}{g}$ ヲ得、之ヲ第五定律ノ方程式 $s = \frac{1}{2}gt^2$ 中ニ換置スルバ $s = \frac{1}{2}g \cdot \left(\frac{v}{g}\right)^2 = \frac{v^2}{2g}$ ヲ得。

(第七) 落下時間ハ $t = \sqrt{2s:g}$ ニ從ヒ落下距離ヨリ得ルモノトス。

公式ノ誘導。第五定律ノ $s = \frac{1}{2}gt^2$ ヲリ運算スルバ $t = \sqrt{2s:g}$ ヲ得。

(第八) s ナル距離ヲ經過シタル直落體ノ速度ハ $v = \sqrt{2gs}$ ナル公式ニ從テ計算スルコトヲ得。

公式ノ誘導。第六定律ノ方程式 $v = \frac{ds}{dt}$ ヲ $v^2 = 2gs$ ヲ得。

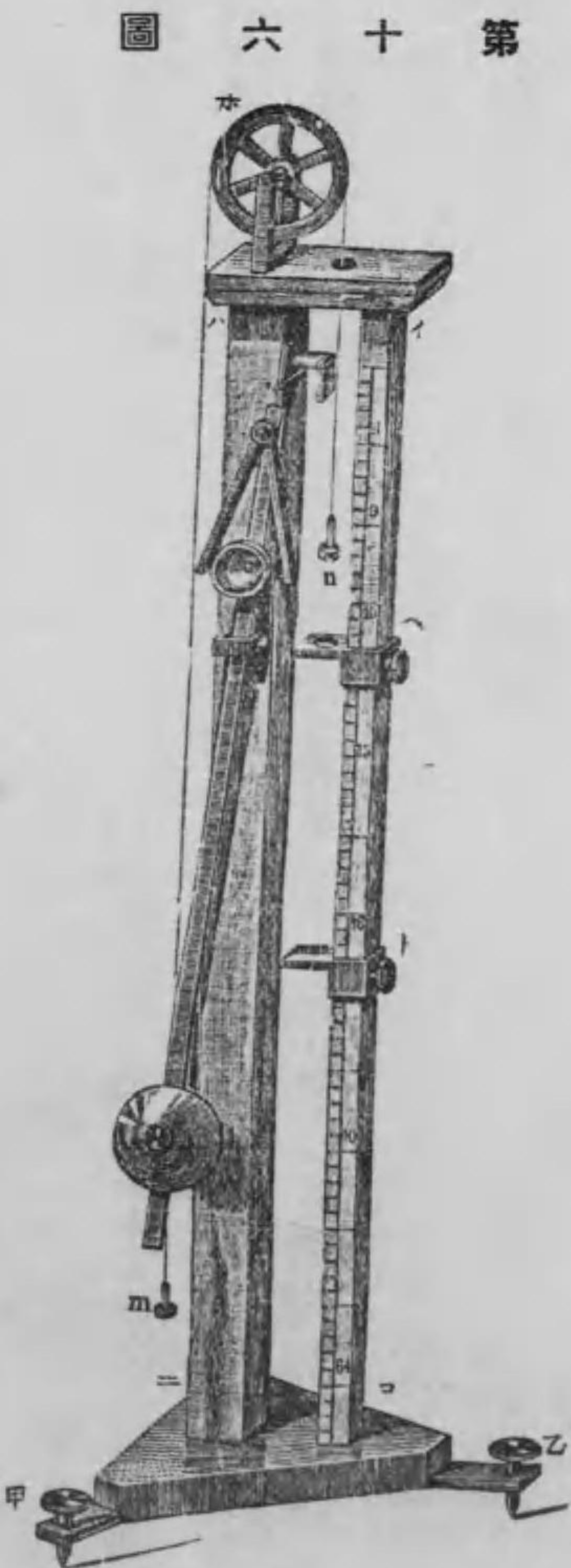
(四) 定律ノ實驗上確證。無碍直落スル物體ニ關スル定律ノ實驗的確證ハ或ル寺院ノ高塔上或ハ深キ鑛坑ニ於テ之ヲ舉行シタル學者アリシト雖モ、無碍直落ノ定律ニ從ヒ、六秒時間ニハ已ニ百八十米ノ距離ヲ經過スルヲ以テ隨處ニ之ヲ實施スルノ便宜ナキノミナラズ、概テ良好ノ結果ヲ得難キコト言テ俟タズ、故ニ隨處ニ之ヲ實驗シ得ンニハ定律ニハ影響ナキ様運動ヲ緩徐ナラシメザル可カラズ。即チ無碍直落ノ定律ヲ發見シタル伊太利ノ碩學ガリレイ Galilei 氏ハ傾斜セル溝筐中ニ球體ヲ轉落セシムルノ法ヲ以テ之ヲ實驗セリ。此實驗ヲナセシハ千六百二年ナリシガ爾後千七百八十三年英國人アトウッド Atwood 氏ハ全ク殊異ノ考案ニ出ヅル所ノ一器械

遊放直落體ノ定律ヲ實驗上ニ證明ス

アトウッド
氏ノ器械

シガリレイ氏ノ方法ニ據ルヨリモ尙ホ良好ノ結果ヲ得タリ。

(I)アトウッド氏直落驗器ノ構造。此器ハ第十六圖ニ示ス如ク〔イロ〕及〔ハニ〕ナル二條ノ直柱ヨリ成リ、〔イロ〕ニハ尺度ヲ劃シテ落體ノ距離ヲ知ルニ用キ、〔ハニ〕ハ振子ヲ設



置スルノ用ニ供ス、而シテ其柱條ヲ垂直ニ樹立セシメンガ爲メ〔甲乙〕等ノ螺旋ヲ備フ。柱上ニハ極メテ輕捷ニシテ且ツ容易ク廻旋スベキ車輪〔ホ〕ヲ施設シ、其周圍ニ溝ヲ作りテ細索ヲ繞ラシ其兩端ニ同等ノ錘(m n)ヲ繫垂ス。〔イロ〕ナル柱條ハ隨意ニ上下シ且ツ一定ノ處ニ於

圖七十第



テ水平ニ螺定スルヲ得ベキ二片ノ金屬板〔ヘ〕及〔ト〕ヲ設ク。其上ナル者即チ〔ヘ〕ハ孔穴ヲ具
有シ線條及錘ヲシテ穿通セシメ其下ナル一片ハ重錘ノ猶ホ下墜
セントスルヲ支持スルノ用ニ供ス。〔ハニ〕ナル柱條ニハ秒時振
子後章振子ノ條ニ詳カナリヲ設ケ落下スル時間ヲ測ルニ便ス。

(II)實驗。第十七圖ニ於テ特別ニ示ス如クnナル錘ニ加フルニPナル錘ヲ以テスレバ茲ニ
運動スベキ錘ハ左ノ如シ。

$$m + n + P = 2n + P.$$

蓋シmトnトハ同量ナルヲ以テ之ヲ合スレバ2nニ均シクシテ互ニ相平均スベシ、最故ニ運動
ヲ起スモノハ單ニPノミナリ。斯ノ如クシテ第一秒時ノ終期ニ至ル迄ニ受得シタル速度ヲ示
スニg'ヲ以テシ、而シテ遊放直落スル物體ノ第一秒時ノ終期ニ至ル迄ニ受得スル速度ハ上文
ニ示セシ如クgナルヲ以テ其兩速度ノ比ハ左ノ如クナルベシ。

$$g' : g = P : (2n + P).$$

$$\text{故リ } g' = g \cdot \frac{2n + P}{P}.$$

$$\text{今 } 2n = 49P \text{ トスルニ } g' = \frac{g}{50}.$$

而シテgハ上文ノ如ク十米ナリト定ムレバ即チgハ二十纏 $\left(\frac{10^m}{50} = \frac{1000^m}{50} = 20^m\right)$ ナリト

ニ鍾ハ第一秒時中ニ十糎ヲ降り、第二秒時中ニハ三倍、第三秒時中ニハ五倍、第四秒時中ニハ七倍、第五秒時中ニハ九倍ノ距離ヲ降下ス。依テ直落體ノ距離ハ一、三、五、七、九ノ奇數ノ比ナルヲ見ルベシ。又第十八圖ノ如キPヲ載置スルトキハ速度ノ時間ニ比例スルヲ證シ得ベシ、例之バ一秒時ノ終期ノ速度ヲ驗證セント欲セバ第十六圖ノ〔ハ〕ヲ一局處ニ定メ是ニ由テ一秒時ノ終期ニ於テPナル鍾ヲ除去スルトキハ第二秒時中ニハ必ず第一秒時中ノ二倍ノ距離ヲ降り第二秒時ノ終期ニ於テPヲ除ケバ第一秒時中ノ四倍ノ距離ヲ降ルベシ。

圖八十第



第五節 垂直擲動。

(一)定義。垂直擲動ハ垂直下方或ハ垂直上方ニ向テ物體ニ一定ノ速度(c)ヲ與ヘ其之ク所ニ放任スルヨリ成ルモノナリ。

甲ノ場合ニ於テハ其速度重力ニ由テ間斷ナク増大スルヲ以テ一秒時毎トニgヲ加フ、故ニ垂直ニ下方ニ向フ所ノ擲動ハ均等加速運動ナリ。乙ノ場合ニ於テハ其速度ハ一秒時毎トニgノ大サヲ減ス、故ニ垂直上方ニ向フ所ノ擲動ハ均等減速運動ナリ。

垂直擲動ニハ加速運動ト減速運動トノ二般アリ

(二)定律。(第一) 垂直ニ下方ニ向フ所ノ擲動ニ在テハt秒時ノ經過ノ後ニハ前節直落定律ノ第二公式ニ由リ速度ハ $v = c + gt$ ニシテ經過シタル距離ハ $s = ct + \frac{1}{2}gt^2$ ナリ。

基因。一例ヲ以テ之ヲ説明スベシ、即チ或ル力(例之バ人力)ヲ加ヘテ一物體ニ十米ノ速度ヲ與ヘタリトスレバ其速度ハ第一秒時ノ終期ニハ $10 + g$ 、二秒ノ終期ニハ $10 + 2g$ 、t秒時ノ終期ニハ $10 + gt$ トナル、而シテ其經過距離ハ左ノ如シ。

一秒時中 $10 \times 1 + \frac{1}{2} \times 10 \times 1^2 = 15m$, 二秒時中 $10 \times 2 + \frac{1}{2} \times 10 \times 2^2 = 40m$, 三秒時中 $10 \times 3 + \frac{1}{2} \times 10 \times 3^2 = 75m$, t秒時中 $10 \times t + \frac{1}{2} \times 10 \times t^2$ トナルヲ以テ一般ニハ $ct + \frac{1}{2}gt^2$ トナル。

(第二) 垂直ニ上方ニ向フ所ノ擲動ニ於テハt秒時ノ經過ノ後其速度ハ $v = c - gt$ ニシテ經過シタル距離ハ $s = ct - \frac{1}{2}gt^2$ トナル。

基因。一例ニ據リ其然ル所以ヲ見ルベシ、即チ垂直ニ上方ニ向テ擲射セラレタル物體ノ最初ノ速度ヲ五十米ナリトスレバ其速度ハ漸次左ノ如ク減少スベシ。

第一秒時經過ノ後 $50 - 10 \times 1 = 40m$, 第二秒時經過ノ後 $50 - 10 \times 2 = 30m$, 第三秒時經過ノ後 $50 - 10 \times 3 = 20m$ トナルヲ以テ第t秒時經過ノ後ニハ $c - gta$ トナル。而シテ經

過シタル距離ハ

第一秒時ノ後 $50 \times 1 - \frac{1}{2} 10 \times 1^2 = 45m$, 第二秒時ノ後 $50 \times 2 - \frac{1}{2} 10 \times 2^2 = 40m$, 第三秒時ノ後 $50 \times 3 - \frac{1}{2} 10 \times 3^2 = 30m$, 第四秒時ノ後 $50 \times 4 - \frac{1}{2} 10 \times 4^2 = 20m$, 第五秒時ノ後 $50 \times 5 - \frac{1}{2} 10 \times 5^2 = 10m$, 第六秒時ノ後 $50 \times 6 - \frac{1}{2} 10 \times 6^2 = 0m$

(第三) 垂直上方ノ擲動ニ於テハ物體ノ上昇時間(即チ茲ニ速度ノ零トナルベキ時間)ハ $t = \frac{c}{g}$ ナル公式ニ據テ算出スルコトヲ得。

基因。先ツ一例ニ由テ其説明ヲナスベシ、今最初ノ速度ヲ五十米ナリトスレバ、其速度ハ左ノ如ク變化スベシ。

第一秒時ノ後 $50m - 1 \times 10m = 40m$, 第二秒時ノ後 $50m - 2 \times 10m = 30m$, 第三秒時ノ後 $50m - 3 \times 10m = 20m$, 第四秒時ノ後 $50m - 4 \times 10m = 10m$, 第五秒時ノ後 $50m - 5 \times 10m = 0m$, 是故ニ $t = 50:10 = 5$ 秒時ナリ、一般ニハ上方ニ向フ所ノ垂直擲動ニ於テハ終ニ其速度 $v = 0$ 即チ $c - gt = 0$ ナルベシ、故ニ $c = gt$, $t = \frac{c}{g}$ ナリ。

(第四) 上方ニ向フ所ノ垂直擲動ニ於テ上昇ノ高さ(即チ茲ニ速度ノ零トナルベキ高さ)ハ $s = \frac{c^2}{2g}$ ノ公式ニ據テ算出スルコトヲ得。

基因。一例ヲ以テ之ヲ説明スベシ。即チ上方ニ向テ垂直ニ擲射セラレタル物體ノ最初ノ速

度ヲ五十米トスレバ、其物體ハ第一秒時中 $50m - 1 \times 5m = 45m$, 第二秒時中 $50m - 3 \times 5m = 35m$, 第三秒時中 $50m - 5 \times 5m = 25m$, 第四秒時中 $50m - 7 \times 5m = 15m$, 第五秒時中 $50m - 9 \times 5m = 5m$ ヲ經過スルコト言フ俟タス。是故ニ第五秒時ニ於テハ $(45 + 35 + 25 + 15 + 5)m = 125m$ 即チ $50^2 : (2 \cdot 10) = 2500 : 20 = 125m$ ノ距離ヲ經過スベキナリ。一般ニハ第三定律ニ從ヘバ上昇時間 $t = \frac{c}{g}$ ナルヲ以テ其價ヲ經過距離 $s = ct - \frac{1}{2}gt^2$ ノ式中ニ於ケル t ニ換ソレバ單簡ノ約法ニ由テ $s = \frac{c^2}{2g}$ ヲ得ベシ。

(第五) 上方ニ向テ垂直ニ擲射セラレタル物體ハ同時ニ落下スルト均等ノ距離ヲ上昇シ、而シテ其上昇ヲ始メシトキノ速度ト均等ノ速度ヲ以テ元位ニ復歸ス。

基因。第三及第四定律ノ下ニ擧ケタル例ニ據レバ果シテ其然ルヲ見ルベシ。又前節ノ第七ニ從ヘバ落下時間 $t = \sqrt{\frac{2s}{g}}$ ニシテ本節ノ第三公式ニ從ヘバ上昇時間 $t = \frac{c}{g}$ ナリ、故ニ今擲射距離ノ公式 $(s = ct - \frac{1}{2}gt^2)$ ヨリ c ヲ排除スルトキハ $t = \sqrt{\frac{2s}{g}}$ ヲ得ベシ。ニ由テ之ヲ觀レバ同一物體ノ上昇時間ト落下時間トハ互ニ相均シキコト明カナリ。本節ノ四ニ從ヘバ上昇ノ高さハ $s = \frac{c^2}{2g}$ ナリ、然レドモ又前節ノ第六ニ從ヘバ其 s ハ或

體ガCナル速度ヲ受得スル爲メニ經過スルヲ要スル道路ノ長サナリ、是故ニ上昇ノ高サハ落下ノ高サニ均シク且ツVモ亦Cニ均シ。

第六節 物質。

(一)原子説。原子説ハ物質ノ組織ヲ説明スル學説ニシテ、之ニ從ヘバ凡ソ物體ハ分割スベカラザル微渺ノ小部分ヨリ成ル、其小部分ヲ名ケテ原子ト云フ。然レドモ原子ハ獨立シテ存在スルニアラズ、其二箇或ハ二箇以上ノモノ互ニ緊密ニ接着シテ存ス、斯ク獨立シテ存在スル物質ノ最小部分ヲ名ケテ分子ト稱ス。

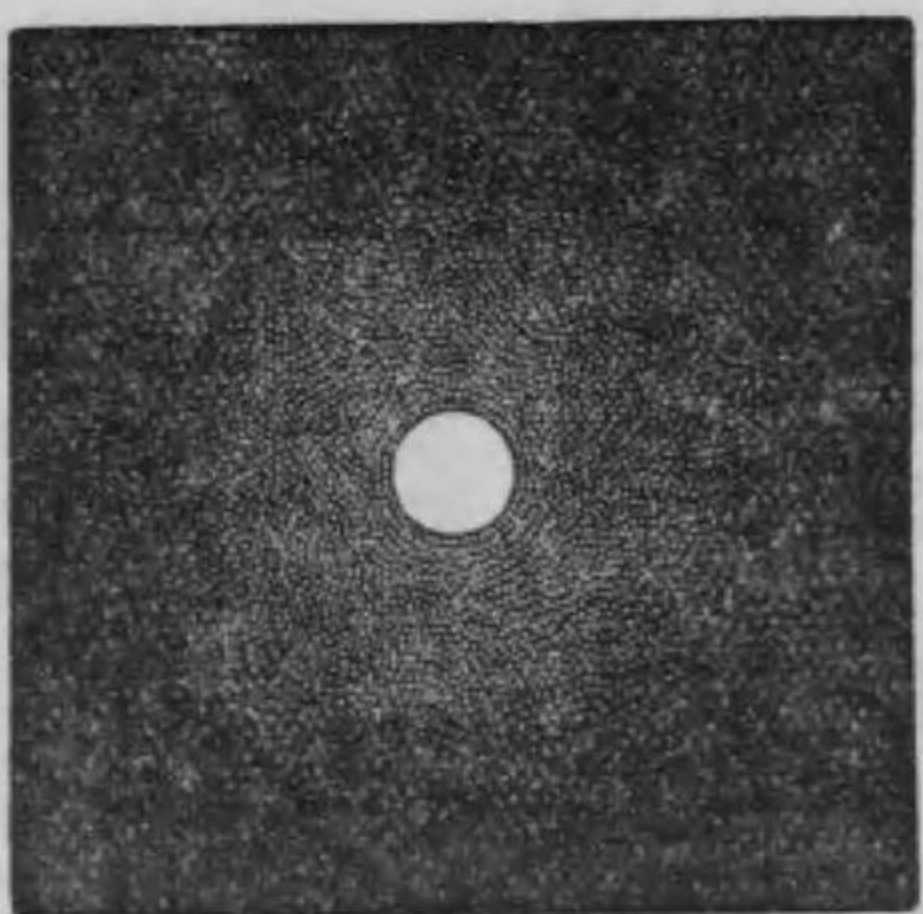
(I)分子トエーテルトノ關係。凡ソ分子ハ直接ニ相觸レザルモノニシテ相互ノ間ニハ氣體ニ在テハ最大ニ、液體及固體ニ在テハ氣體ニ於ケルヨリモ小ナル處ノ空隙ヲ存スト云フ。斯ノ如ク分子ガ箇々分離シテ存スルハエーテルニ據リニハ分子運動ニ據テ其説明ヲ得ベシ。何ヲカエーテルト云フ、エーテルハ宇宙間及物體中ニ瀰滿シ非常ニ彈性ヲ有シ且ツ吾人ノ五官ヲ以テハ其存在ヲ認知シ能ハサルガ如ク最モ微渺ナルモノナリ。而シテ物體ノ

エーテルノ説明

原子及分子ノ定義

分子運動ノ説明

第十圖



原子ハ相互ニ牽引スルノミナラズ亦エーテルヲ牽引スト雖ドモエーテル小部分ハ互ニ相互撥スルモノト想定セラレタリ。依テ物質原子ハ相聚團シテ分子ヲ組織シ其分子間ニハ必ズ空隙ヲ存シ之ニエーテルヲ以テ充タスト解釋シ得ベク、又エーテルハ其物質分子ヲ圍包シ其近圍ニ於テハ稠密トナリ其狀態恐クハ第十九圖ニ由テ表示スル如ク恰モ地球面ヲ圍擁スル界圍氣ノ如クナリト想定スルヲ得ベシ。何ヲカ分子運動ト云フ、凡ソ分子ハ常ニ靜止スルモノニ非ズシテ間斷ナク非常ニ微渺且ツ峻速ナル運動ヲ爲シツ、アリ、之ヲ分子運動ト名ク。此運動ハ五官ヲシテ如何ニ鋭敏ナラシムルモ到底認識フルコト能ハザンモノナリ。固體ニ於テハ其分子ハ平均位置ノ周圍ニ振動スルコト發音シツ、アル所ノ絃線ノ如ク、氣體ニ於テハ其運動ハ進行シツ、アル所ノ運動ニシテ、其分子ガ之ヲ容レタル器壁ト隣接セル分子トニ論ナク或ル障礙物ニ抵テ峻速ニ一直線ニ進行シ、茲ニ於テ其分子ハ反射シ更ニ抵抗物ニ逢フ迄其取リテ進行シ、液體ニ於テハ其分子ハ振動ノ狀態ニハ在レセントスル傾キヲ有スルモノナリ。斯ノ如ク固液氣ノ三種

エーテルノ
果シテ實存
スルノ説明

ドモ其分子運動ハ皆物體ノ熱ト光トヲ生起ス、而シテ其運動愈々活潑ナリキナリ
亦愈々強盛トナルナリ。

(II) エーテルノ實存スル基因。 エーテルノ果シテ實存スルハ光ト熱トニ由テ其説明ヲ得ベシ。即チ一瞬間モ斷ユルコトナク續々太陽ヨリ發射スル所ノ光及熱ハ或ハ物質ナルカ或ハ運動ナルカ、二者ノ一ニ據ラザレバ之ヲ考想スルコト能ハザルモノナリ。光熱ノ兩者若シ物質ナルトキハ世界體ノ間隙ハ既ニ悉ク皆之ヲ以テ填充セラレザル可カラズ、若シ又運動ナルトキハ運動スベキモノ、存在シテ宇宙ノ間隙ヲ充タサルヲ得ズ、是レエーテルノ存在スベキ理由ニシテ光熱共ニ之ニ由テ波及セラレ、モノナリ。

(二) 質量ノ定義。 凡シ物體中ニ於ケル物質ノ含量ヲ指シテ之ヲ質量ト云フ。抑、物體ノ各小部分ハ地球ヨリ牽引セラル、ガ故ニ之ヲ撐持スル所ノ支臺上ニハ一定ノ壓ヲナス、之ヲ其重サト名ヅク。

同一物體ノ重サハ之ヲ測定スル位置ニ於ケル引力愈々強盛ナレバ愈々大ナリ、例之バ太陽ニ於テハ其引力地球上ニ於ケルヨリモ二十八倍強大ナリトスレバ、地球上ニ於テ一砵ノ重量ヲ示ス所ノ或ル物體ハ太陽上ニ在テハ二十八砵ノ重サヲ示サルヲ得ズ、即チ其支臺上ニハ二十八倍強大ナル壓ヲ與ヘザルヲ得ザルナリ。是故ニ或ル物體ノ重サ(P)ハ其質量(m)

物體ノ重サ

質量ノ單位

ト物體ノ存在スル世界體ノ引力ノ強サ(g)トノ乘積トシテ考想スルヲ得ベシ。今 $P = m \cdot g$ ナルトキハ $m = P : g$ 即チ或ル物體ノ質量ハ其重サ(P)ト物體ノ存在スル世界體ノ加速度(g)ノ商ナリ、蓋シ地球上ニ於テハ(g)ハ大約十米ナルヲ以テ地球上ニ於ケル物體ノ質量ハ其重量ノ十分一ニ均シ、例之バP若シ十砵ナルトキハ $m = 10 : 10 = 1$ 即チ地球上ニ於テ十砵(詳細ニ云ヘバ緯度四十五度ノ位置ニ於テ九・八〇八砵)ノ重サヲ有スル物體ノ質量ヲ其單位ト云フ。

第七節 力。

(一) 定義。 凡ソ物體ニ於テ其狀態ノ變化ヲ生起スル所ノ各原因ヲ稱シテ之ヲカト云フ。總テ運動ノ變化ニ於テハ或ハ壓若クハ牽引ノ存在ヲ認識スルカ或ハ茲ニ働キツ、アル所ノ原因ニ代ヘテ壓若クハ牽引ヲ考想スルヲ得ベシ、是故ニ或ル運動ニ於テ現存スル所ノ壓或ハ牽引ハ之ヲカトシテ表示ス。

例之バ吾人ノ筋力ヲ以テ物體ヲ運動セシメントスルニハ壓或ハ牽引ヲナスノ必要アル如ク、物體ヲシテ互ニ相遠ザカシメントスルニハ反撥的ノ壓ヲ要シ。之ニ反シテ互ニ相近ヅカシメントスルニハ相互的ノ牽引ヲ要ス。之ニ屬スルモノハ帆船及風車ニ於ケル風ノ壓ノ

力ノ測定ニ
一般アリ

蒸氣ノ張力・地球ノ引力・磁石及電氣體ノ吸引・逐斥スル力等ノ如シ。

(二)力ノ計測。凡ソ力ハ二般ノ方法ニ由テ測定スルコトヲ得、即チ一ハ重量ヲ以テ代表シ得ル所ノ壓或ハ牽引ニ據テ測リ、一ハ其生起シタル運動ニ據テ測ルモノナリ。即チ前法ニ據テハ所謂靜力ノ強サヲ得、後法ニ據テハ所謂動力ノ強サヲ得ベシ。

靜力ノ度量

(第一) 靜力ノ強サトハ其力ヲ代表シ得ベキ砵ニ於ケル重量ニシテ一砵ヲ以テ其單位トス。

例之。バ一條ノ金屬線ヲ其兩端ニ於テ牽引シ之ヲ截斷セント欲スルトキハ其金屬線ト全ク同種ノモノヲ取り之ニ砵ヲ加ヘテ截斷スルニ至ラシムレバ之ニ由テ砵ニ於ケル牽引力ノ大サヲ得ベシ、握力計モ亦之ニ屬スル一例ナリ。

動力ノ度量

(第二) 力(k)ハ亦其生起シタル運動ニ據テ測定スルコトヲ得、即チ力ノ大サハ質量(m)ト其質量ニ與フル加速度(a)トノ乘積ニ均シク $k = ma$ ナリ、是レ動力ノ強サニシテ其單位トシテハ一秒時間ニ質量ノ單位ニ速度ノ

單位ヲ與ヘ得ル所ノ力ヲ選用ス。

ダイ
ン

(I)例。一五ノ質量ニ一秒時間働キテ一厘ノ速度ヲ與フル力ヲ力ノ單位ニ用キ之ヲダイン Dynto ト云フ、例之ハ重力ハ九八〇・八ダインナリ。

(II)基因。果シテ $k = m \cdot a$ ナラザルヲ得ザルハ下文ノ理由ヲ以テ明瞭ナリ。二力若シ同時間内ニ均等ノ質量ニ不等ノ速度ヲ與フルトキハ其大ナル速度ヲ生起スル所ノ力ハ強大ナルモノト看做シ得ベシ。是故ニ質量同等ナルトキハ力ハ運動シタル速度ニ比例セザルヲ得ザルコト説明ヲ俟タズシテ明ラカナリ。又之ニ同ジク速度同等ナルトキハ力ハ運動シタル質量ニ比例スルコト言フ可タズ。然ラバ即チ此兩則ノ結果トシテ運動ヲ生起スル力ハ質量ト速度ノ乘積ニ比例セザルヲ得ザルナリ、例之ハAナル力ハ五ノ質量ニ十米ノ速度ヲ與ヘ、而シテBナル力ハ一ノ質量ニ十米ノ速度ヲ與ヘ得ルトキハAトBトノ比ハ $[5 \times 10] : [1 \times 10] = 50 : 10$ ナリ。故ニ運動力ノ大サハ質量ト速度トノ乘積ニ據テ計測スルコトヲ得、即チ $k = m \cdot a$ ナリ。

作業即チ仕事

(三)力ノ作用。(第一) 作業。作業(仕事)トハ抵抗ニ克ツテ云フ。凡ソ作業ヲ測定センガ爲メニハ其單位トシテ下ノ如キ仕事ヲ選用ス、即チ一米ノ道路

尅米

上ニ於テ一尅ノ抵抗ニ克勝スルニ必要ナル仕事量ニシテ尅米 (kgh) ト名ツク。是故ニ h ナル道路上ニ於ケル q ナル抵抗ニ克ツニ要スル所ノ仕事 (A) ハ $q \cdot h$ ニシテ即チ抵抗ト道路ノ乗積ニ等シ。

(A) 力ノ効果及馬力。 力ニ據テ一秒時間ニ成功シタル作業ヲ力ノ効果 (E) ト名ヅク、

而シテ已ニ前節ニ説述シタル如ク均等運動ニ於テハ一秒時間ニ經過シタル道路ノ長サヲ速度ト名クルガ故ニ、斯ノ如キ場合ニ於ケル力ノ効果ハ力 (k) ト速度 (v) トノ乗積ニ等シ、

即チ $E = k \cdot v$ ナリ。 蒸汽機關等ニ就キテ人ノ稱スル一馬力トハ即チ七十五米尅ノ效果ヲ指スモノトス、故ニ $E = k \cdot v = 75$ ナリ。

(B) 例。 (1) 物體ヲ舉上スルハ仕事ナリ、如何トナレバ此際道路ノ各點ニ於ケル其重量ノ抵抗ニ克ツヲ要スレバナリ。

(2) 九十尅ノ石塊ヲ五米ノ高サニ上ケルトキハ茲ニ四百五十米尅ノ仕事ヲ要スルモノナリ。

(3) 地ヲ鋤キ。木ヲ鋸ル等ノ如キ皆其抵抗ニ克チテ仕事ヲ營爲スルナリ。

(4) 機械ノ八十馬力ナリト云フハ各秒時 $80 \times 75 = 6000 \text{ mkg}$ ノ作爲ヲ營爲スルノ義ナリ。

馬力

運動ノエネ
ルギー

(第二) 運動ノエネルギー。一物體上ニ働ク所ノ力ハ抵抗ニ克ツノ傍ラ尙

ホ速度ヲモ與ヘ得ルモノナリ。即チ或ル物體一トタビ運動ノ状態ニ變ズレバ其運動セル質量ハ自カラ仕事ヲ爲シ得ベキ (即チ抵抗ニ克チ得ベキ)

能ヲ具有ス、之ヲ名ツケテ運動ノエネルギー (E) ト云ヒ、其大サハ質量ト其速度ノ自乗トノ半乗積ニ等シ、即チ $E = \frac{1}{2} m v^2$ ナリ。今動カサレタル質量

ノエネルギーヲ以テ一方ニハ質量ヲ運動セシメタル力ノ仕事ト比較シ、他ノ一方ニハ其質量ガ成功シ得ル所ノ仕事ト比較スルトキハ下ノ一定律ヲ得。動カサレタル質量ノエネルギーハ其質量ニ運動ヲ附與セシ所ノ力ノ

仕事ニ均シ、即チ $k_s = \frac{1}{2} m v^2$ ナリ。茲ニ動カサレタル質量ノエネルギーハ其質量ガ全ク運動ヲ失フマデニ成功シ得ル所ノ仕事ニ等シ、即チ $k_s = \frac{1}{2} m v^2$ ナリ。

(A) 運動體ノ作業能ヲ有スルノ證。 (1) 發射セラレタル銃丸ハ木板・壁・等ニ

(2) 擲射セラレタル石ハ硝子窓ヲ破碎スルコトヲ得。

(3) 運動シツ、アル水ハ車ヲ、運動シツ、アル空氣ハ風車・帆船船等ヲ進動ス。

(4) 汽車ハ蒸氣ヲ停止シタル後尙ホ一杆ノ遠キニ到ル。

(B) 實數ノ例ヲ以テスル $L = \frac{1}{2}mv^2$ ナル公式ノ説明。三十五ノ銃丸五百米ノ

速度ヲ以テ垂直上方ニ發射セラル、トキハ其エネルギーハ $L = \frac{1}{2} \times \frac{1}{10} \times 0.03 \times 300^2 = 375mky$ 即チ三百七十五米冠ノ仕事ヲ成功シ得ルナリ。

(C) $sk = \frac{1}{2}mv^2$ ナル定律ヲ確證スル一例。三冠ノ一石アリテ百八十米高サヨ

リ落ち來ルトキハ、重力ノ成功シタル仕事ハ $ks = 3 \times 180 = 540mky$ ナリ、蓋シ百八十米落ち來ル石ハ無碍直落ノ定律ニ隨テ六十米ノ速度ヲ有スルガ故ニ、落下ノ終期ニ於ケル石ノエネルギーハ下ノ數式ノ如シ即チ $L = \frac{1}{2} \times \frac{3}{10} \times 60 = 540mky$ ナリ。

(D) $\frac{1}{2}mv^2 = ks$ ナル定律ヲ確證スル一例。三十五ノ銃丸五百米ノ速度ヲ以テ垂直ニ上ニ向テ發射セラル、トキハ其エネルギーハ即チ $\frac{1}{2} \times \frac{1}{10} \times 0.03 \times 300^2 = 375mky$ ナリ、而シテ垂直擲動ノ定律ニ從ヒ銃丸ノ上昇スル高サハ一萬二千五百米ナルヲ以テ、之ガ成功スル所ノ仕事モ亦正ニ上ノ三百七十五米冠ニ均シ然レドモエネルギーガ銃丸ヲ一萬二千五百米ノ高サニ逐フトキハ其際生産スル所ノ仕事ハ下ノ如シ、即チ $ks = 0.03 \times 12500 = 375mky$ ナリ。

位置ノエネ
ルギー

(第三) 位置ノエネルギー。一力物體上ニ働クヤ單ニ抵抗ニ打チ克ツニ止マリ、其物體ニ仕事ヲ費消スルトキハ物體ノ全體或ハ其分子ニ於テ位置ノ變化ヲ受ク。故ニ其結果トシテ其物體ハ常ニ原位ニ復セントスルノ傾キヲ有シ、此傾キニ反スル障礙ノ一トタビ除却セラル、ヤ否ヤ忽チ原位ニ復シ且ツ其際曩ニ費消シタル仕事ヲ生産ス。斯ノ如ク位置ヲ變化シタル物體ハ費消シタル仕事ヲ何時カ再ビ生産スベキ能ヲ具有ス、其能ヲ名ツケテ位置ノエネルギート云フ。

同上ノ例

例。(1) 六冠ノ物體十米ノ高サニ輸送セラル、トキハ其際六十米冠ノ仕事ヲ要シ、其物體ハ此仕事ヲ費消セリ。今物體ハ再ビ十米ノ高サヲ落下シ仕事ヲ生産スベキ能ヲ受得シタリ。而シテ地上ニ靜止シテ横タハル所ノ物體ハ其能ヲ有スルコトナシ。

(2) 高處ニ於ケル水溜ノ水門ヲ開ケバ精米水車ヲ廻轉セシメ或ハ製造所ノ機械ヲ運轉セシメ仕事ヲ營爲スルヲ得ベシ。然ラバ即チ水溜ノ水ハ位置ノエネルギーヲ具有スルモノナリ。

(3) 高山ニ於ケル冰雪岩石ハ大ニ位置ノエネルギーニ富メリ。

(4) 弓弦ノ緊張セラル、トキハ之ニ由テ仕事ヲ營爲スベキ能ヲ得、即チ箭ヲ發射シ得ルナ

リ。
(5) 卷キタル撥條モ亦位置ノエネルギーヲ具フ。

エールギー
保存

各種エール
ギーノ通覽

(第四) エネルギーノ保存。エネルギーハ自生スルコトモナク亦自滅スルコトモナク、一箇ノ物體ヨリ他ノ物體ニ移リ或ハ彼ヨリ是ニ移リ、或ハ自體ニ於テ變形スルモ其量ハ常ニ一定不變ニシテ増減セザルモノナリ、此原理ヲ名ヅケテ**エネルギーノ保存**ト云フ。

(四) 各種エネルギーノ通覽。質量大ニシテ運動ノエネルギーヲ具有スル物體ハ容易ニ吾人ノ眼目ニ觸ル、ヲ以テ之ヲ稱シテ可視的ノ運動エネルギート名ヅク。之ニ反シテ微小部分ノ運動エネルギーハ吾人ノ視覺ニ觸レザルヲ以テ不可視的ノ運動エネルギート稱ス。位置ノエネルギーニ於テモ可視的ノモノト不可視的ノモノトヲ區別スルコト運動エネルギート一般ナリ。

今左ノ概表ニ由テ已上兩者ニ屬スルエネルギーノ通覽ヲ得ベシ。但シ表中Eハ皆エネルギー

ノ略標ナリ。

作業ヲ成功スベキ能



第四章 物體ノ普通力。

第一節 定義及通覽。

普通力ノ定義

汎ク諸物體ニ就テ認識セラル、所ノ力ヲ名ヅケテ普通力ト云フ、即チ引力及熱是レナリ。但シ茲ニハ單ニ引力ニ就テノミ説述ス

引力トハ物體並ニ其小部分ガ互ニ相近ヅキ且ツ附着セントスル所ノ力ニシテ種々ノ状態ニ於テ現ハル。故ニ其名稱モ種々アリ、即チ親和力・分子引力・凝聚力・粘着力・重力及宇宙引力是ナリ。但シ親和力ハ化學ニ譲リ茲ニ之ヲ省ク

第二節 分子引力。

分子引力

(一)定義。物體分子ガ相互ニ營爲スル所ノ引力ヲ指シテ分子引力ト云フ。抑、分子間ニ於テハ其引力ノ他ニエーテルノ反撥力ト分子ノエネルギートニ歸スル所ノ分子反撥力アリ、其兩力ヲ通稱シテ分子力ト云フ。

兩力ノ存在スル事實。杆狀ノ物體ヲ引キ延バヌニ其力止メバ忽チ縮ム。又壓縮セラレタル物體ハ其壓去ルヤ元形ニ反ル。

分子力

(二)(三)態。凡ソ物體ハ物質小部分ノ聚合シテ成レル者ナルガ故ニ物質自己ノ種類及其分子間ニ存スル分子引力ト分子反撥力トノ差異ニ由リ分子聚合

固體

ノ状態モ亦一樣ナラズ。今其状態ノ殊異ナルモノヲ類集スルトキハ三種ニ大別スルコトヲ得、之ヲ物ノ三態ト云フ、即チ固體・液體・氣體是レナリ、又液體ト氣體トヲ合シテ流體ト稱スルコトアリ。

(第一)固體。分子交互ノ引力太ダ強クシテ一體ノ諸部密着シ其一部分ヲ動かサントスレバ其全體ヲ舉ゲテ移動セザルヲ得ズ、若クハ之ヲ力破スルニ非ザレバ其部分ノミヲ移スコト能ハズ、即チ概シテ強大ノ力ヲ加フルニ非ザレバ分子交互ノ位置ヲ變移スルヲ得セシメズ、必ず一定ノ形ヲ保持セントスルモノ之ヲ固體ト云フ、木・石・諸金屬ノ如キ是ナリ。

固體ニハ外力ノ作用ニ對スル抵抗ノ等差ニ因リテ硬・柔・韌・脆等ノ別アリ。

硬柔韌脆ノ別 液體

(第二)液體。分子相互ノ引力太ダ弱クシテ之ヲ分ツトキハ容易ニ分レ之ヲ合スレバ復タ合同スルモノニシテ、其分子ノ距離ハ常ニ同一ノ度ヲ保ツト雖、其位置定マラズシテ彼此交互ニ轉換シ一定ノ形ヲ保有スル能ハズ、所謂方圓ノ器ニ隨フ者之ヲ液體ト云フ、水・乳汁・アルコホル・水銀等是ナリ。

氣體

(第三)氣體。分子相互間ニ毫末ノ引力ナク互ニ擴張離散シ漸次ニ廣大ナル空處ヲ填充セントスルニ由リ獨立ノ容積ヲモ形状ヲモ有セザルモノ之ヲ氣體ト云フ、空氣、水素瓦斯、炭酸瓦斯、水蒸氣等はナリ。

氣體ヲ大別シテ蒸氣及瓦斯ノ二種トナス。蒸氣トハ通常氣壓ノ際通常溫度ニ在リテ液化シモノニシテ水蒸氣・アルコール蒸氣等はレナリ。之ニ反シテ通常ノ氣壓ト溫度トニ在リテ氣體ニ止マリ、強壓強寒ニ逢フテ始メテ液化スルモノ即チ瓦斯ナリ、例之ハ水素瓦斯、瓦斯等ノ如シ。

溫熱ニ由テ三態遞變ス

三態ハ孰レノ時ヲ論セズ同一ノ状態ヲ保有スルモノニ非ズ、溫熱ノ増減・壓力ノ強弱等ニ關シテ甲態ヨリ乙態ニ變ズルヲ常トス。例之ハ通常固體ヲ有スル所ノ亞鉛モ三百度ニ至レバ得レバ液體トナリ。尙ホ一層強キ熱ニ逢ヘバ蒸發シテ氣體ニ變シ、而シテ固體トナリ、其溫度昇レバ再ビ從前ノ液體ニ復シ、尙ホ其熱ヲ増セバ蒸發揮散シ、更ニ其溫熱ヲ失フトキハ液體トナル。常ニ氣狀ヲ有スル所ノ炭酸ハ零度ニシテ三十八氣壓ニ至レバ液體ニ變シ、之ト同一ノ氣壓ヲ受ケ零下五十七度ノ寒ニ逢ヘバ固體ニ變ジ、

再ビ溫度ヲ増シ壓ヲ減ズレバ本然ノ氣體ニ復ス、水ノ氷トナリ、氷ノ復タ水トナリ、水ノ更ニ蒸氣トナルガ如キ日常吾人ノ目撃スル好例ナリ。

第三節 凝聚力。

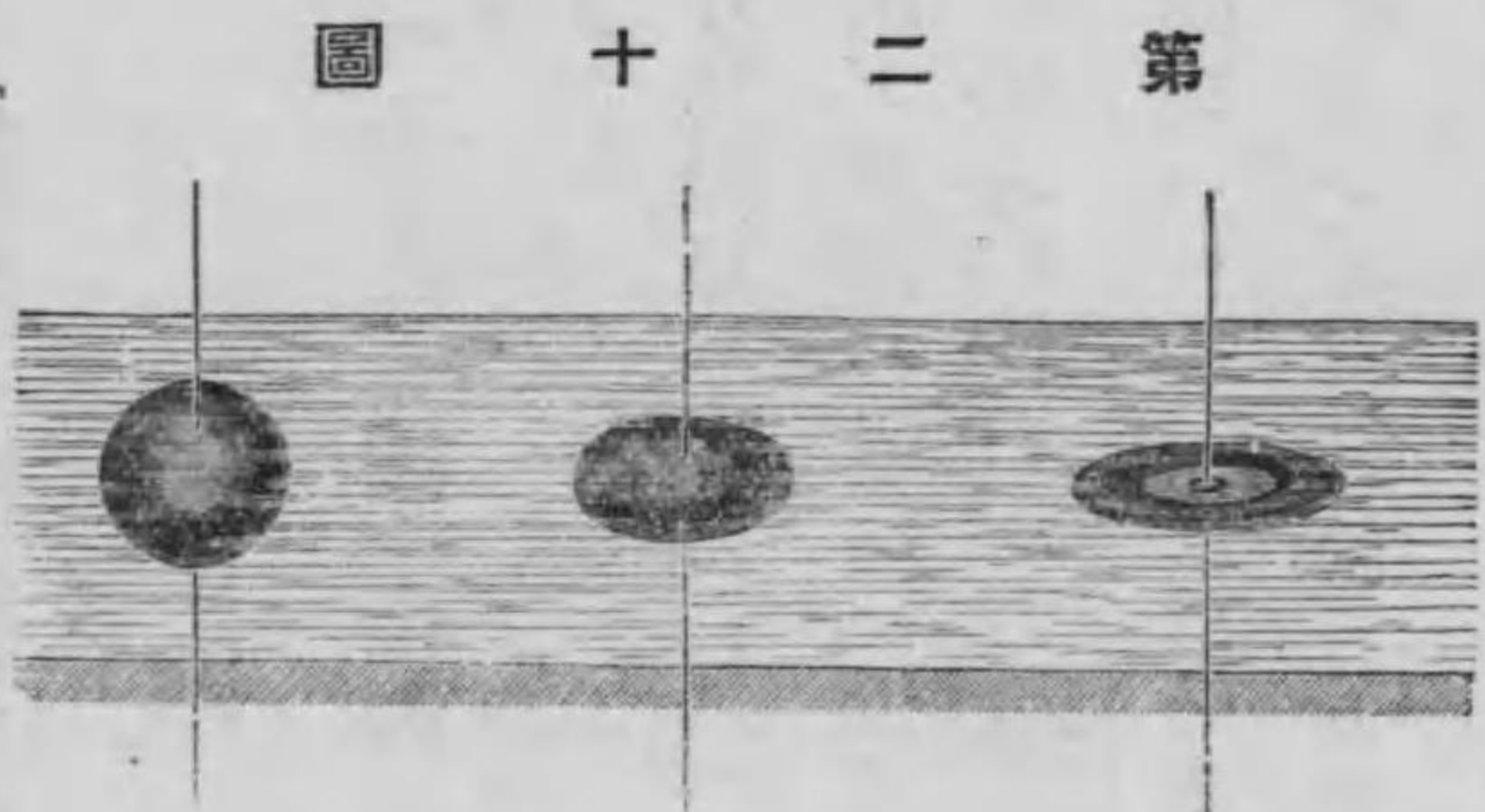
凝聚力ノ定義

(一)定義。同一物體ノ小部分ガ互ニ相引ク所ノ力ヲ名ケテ凝聚力ト云フ。此力ハ固體ニ於テ最モ強ク、液體ニ於テ甚ダ弱ク、氣體ニ於テハ分子ノ反撥力其引力ニ勝チテ毫モ之ヲ認識スルコト能ハズ。斯ノ如ク凝聚力ニ等差アルノ原因ハ恐クハ固體ニ在テハ物質小部分ガ互ニ甚ダ近く、液體ニ於テハ互ニ少シク遠ザカリ氣體ニ於テハ互ニ甚ダ遠ザカリテ存在スルニ歸スベシ。固體ニ於テハ之ヲ分割セントスル力ニ抵抗スルヲ以テ能ク凝聚力ノ存在ヲ認識シ、液體ニ於テハ點滴ヲ形成セントスル傾キアルニ由テ之ヲ明知シ得ベシ。

固體凝聚力ノ實例

例 (A)。固體ニ於テ凝聚力ノ強盛ナルハ日常吾人ガ木材・石材等ノ分割ニ就キテ視テ所ナリ。

液體ニ凝聚力アルノ例



輪ヲ生ズルコト第二十圖ニ示スガ如シ。

(B) 液體凝聚力ノ例。(1) 雨・露・涙液等ノ點滴ヲ形成スルハ凝聚力ノ然ラシム所ニシテ藥液ヲ硝子壺ヨリ注滴スルモ亦同一ノ現象ナリ。同一種ノ液體ハ終始同大、

與フルモノニシテ例之バ水ハ其一滴ノ重サ〇・〇五五ア

滴ニシテ一瓦ヲ爲ス又アルコホルハ其一滴ノ重サ〇・〇一

ニシテ六十二滴ヲ以テ一瓦ヲナス。

(2) 硝子板上ニ少許ノ水銀ヲ撒注スレバ殆ンド球狀ナル滴ヲ形成ス。

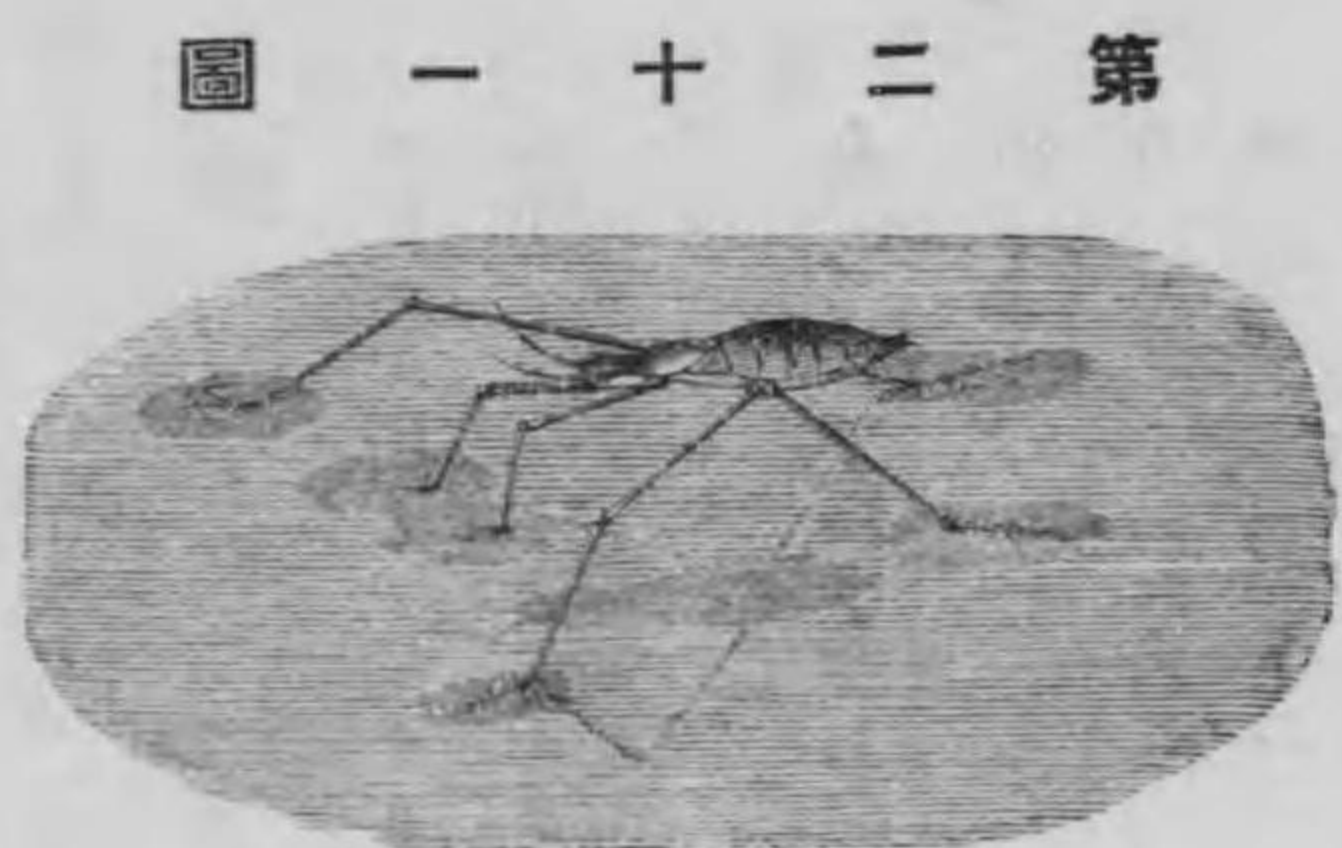
(3) 細粉(石松子・麵粉等)ヲ撒布シタル面上ニ少許ノ水ヲ點滴スレバ2ト同様ノ現象ヲ見ル。

(4) 重力ノ作用ヲ皆無ニ至ラシムレバ多量ノ液體ト雖ドモ球體ヲ形成ス、即チアルコホルト水トヲ混ジテ油ト同一ノ比重ヲ有スル液體ヲ造リ、之ニ長頸ノ漏斗ヲ以テ徐々ニオリブ油ヲ注ケバ其油悉ク集合シテ球體ヲ生成シ、又其球ニ小圓板ヲ附シタル鐵線ノ軸ヲ設ケテ廻轉セシムレバ漸々扁圓體トナリ終ニ圓

同上ノ二
同上ノ三
同上ノ四

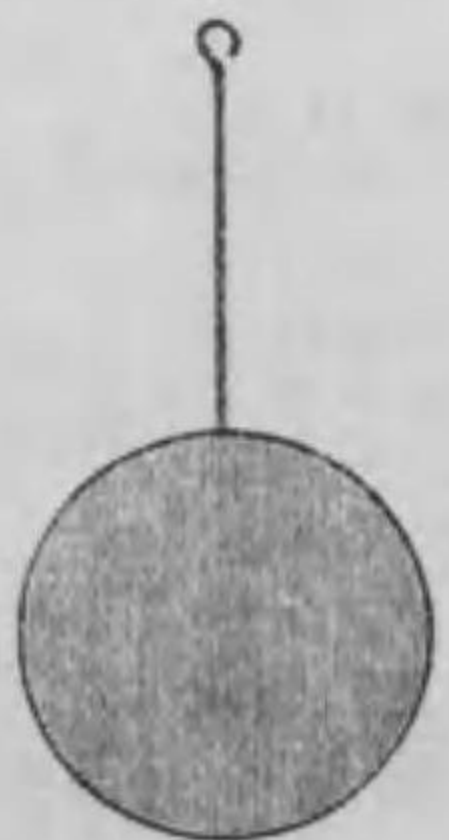
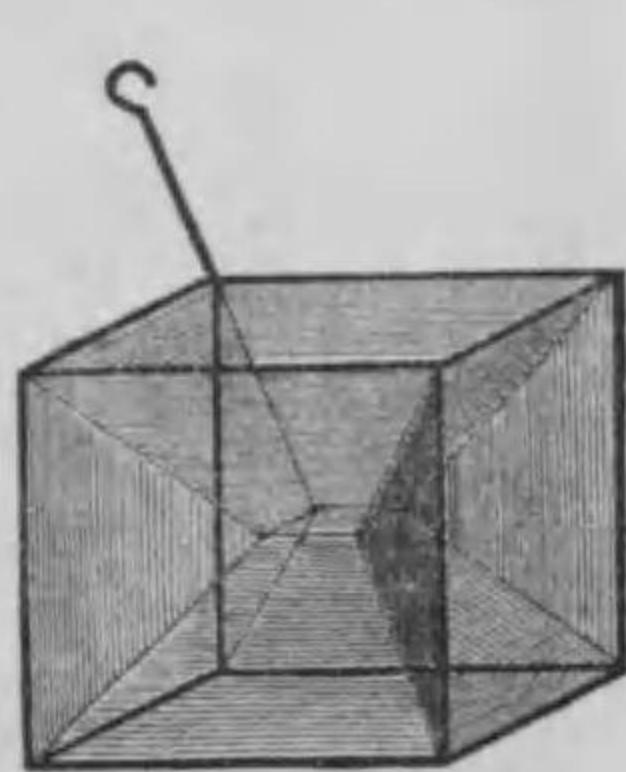
第二十圖

同上ノ五



第三十二圖

第二十二圖



(5) 液體ノ表皮即チ最外層ハ内部ニ於ケルヨリハ大ナル凝聚力ヲ有ス、故ニ鐵鍼ハ無論其他如何ナル金屬モ一定ノ面積ニ對シテ一定量ヲ越ヘザルトキハ皆ナ水面ニ浮ブルコトヲ得、(藥學雜誌第三百三十六號ニ詳カナリ) 又水産昆蟲^{第二十圖}ガ濕潤セズシテ水面ニ走ルコトヲ得ルモ、水面ニ於テ吾人ノ身體ヲ擊チテ痛ミヲ覺ユルモ亦是ニ由ルモノナリ。

(6) 液體ノ凝聚力ハ又液體ノ極メテ薄キ層ノ生ズルノ作用アリ例之バ^{第二十圖}ニ

ニ金屬線輪^{第二十圖}ヲ挿入スレバ緊張シタル薄層ヲ得、又立方形ノ金屬線^{第三十二圖}ヲ挿入シテ形ノ面ヲ生ジ或ハ圖ノ形狀ノ如キモノヲ生ズ。

(二) 固性。物體部分ノ分割セラレントスルニ反スル所ノ抵抗ヲ名ケ

固性ノ定義

同上ノ六

固性ト云フ。此性ハ畢竟物體ヲ構成スル實質ノ凝聚力ニ基因スルモノナリ。凡ソ物體部分ヲ分離セシメントスルニ種々ノ方法アリ、或ハ之ヲ**扯裂**セントシ或ハ之ヲ**屈折**セントシ或ハ之ヲ**壓碎**セントス。斯ノ如ク其分裝ノ状態ヲ異ニスルニ隨ヒ固性ヲ區別スルコト左ノ如シ。

扯裂ニ抗スル固性

(第一) 扯裂ニ抗スル固性ハ即チ**絲線・鐵線**等ヲ其長徑ニ從テ牽扯シ截裂セントスルノ際之ニ反スル所ノ抵抗ナリ。

固性率

本性ハ同一ノ物質ニ於テハ其**橫截面積(切口)**ニ比例ス、蓋シ二倍・三倍或ハ四倍大ナル橫截面ヲ有スルトキハ二倍・三倍或ハ四倍ノ分子ヲ以テ抵抗スルヲ得レバナリ。

ムッシュンブルーク Muschenbroek 氏ニ隨ヒ各種ノ線ニ就キ其橫截面一平方耗ノ固性ヲ示セバ左ノ如シ。

屈折ニ抗スル固性

金線	四六・四五	冠。	麻索	{三五・〇〇乃至 三六・二〇〇	冠。	錫線	四・一七	冠。
鐵線	四一・八二	冠。	銀線	三四・一一	冠。	鉛線	二・七二	冠。
黃銅線	三五・五〇	冠。	銅線	二七・八二	冠。	白硝子	{一・四二乃至 二・三三}	冠。

(第二) 屈折ニ由リテ物體部分ヲ分離セントスル力ニ抗スル所ノ固性ハ即チ一杆ノ兩端ヲ支ヘ中央ニ力ヲ加ヘテ之ヲ折ラントシ、或ハ一杆ノ一端ヲ固壁ニ挿シ他ノ一端ニ力ヲ加ヘテ之

同上ノ強度ハ物體ノ幅・高さ及長サニ關ス

ヲ折ラントスルニ反スルノ抵抗ニシテ、此性ノ強サハ體面ノ幅ト其高サノ自乗トニ正比シ、而シテ其長サニ**倒比**ス、今其強サノ關係ヲ明瞭ナラシメンガ爲メ第二十四圖ニ於テ其一例ヲ設ケ。

圖 四 十 二 第

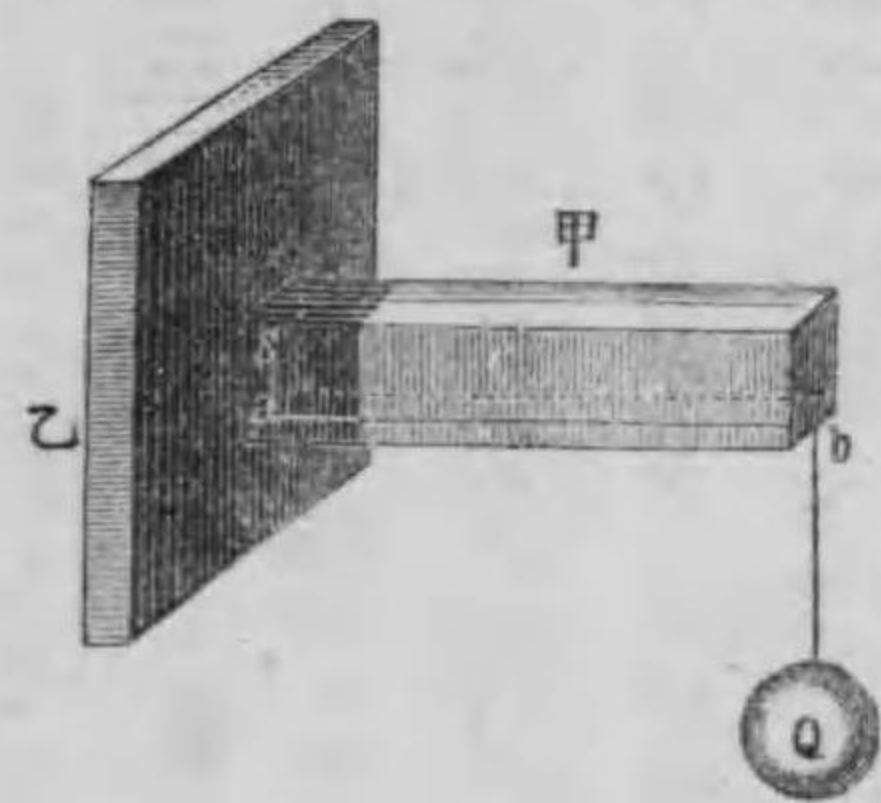
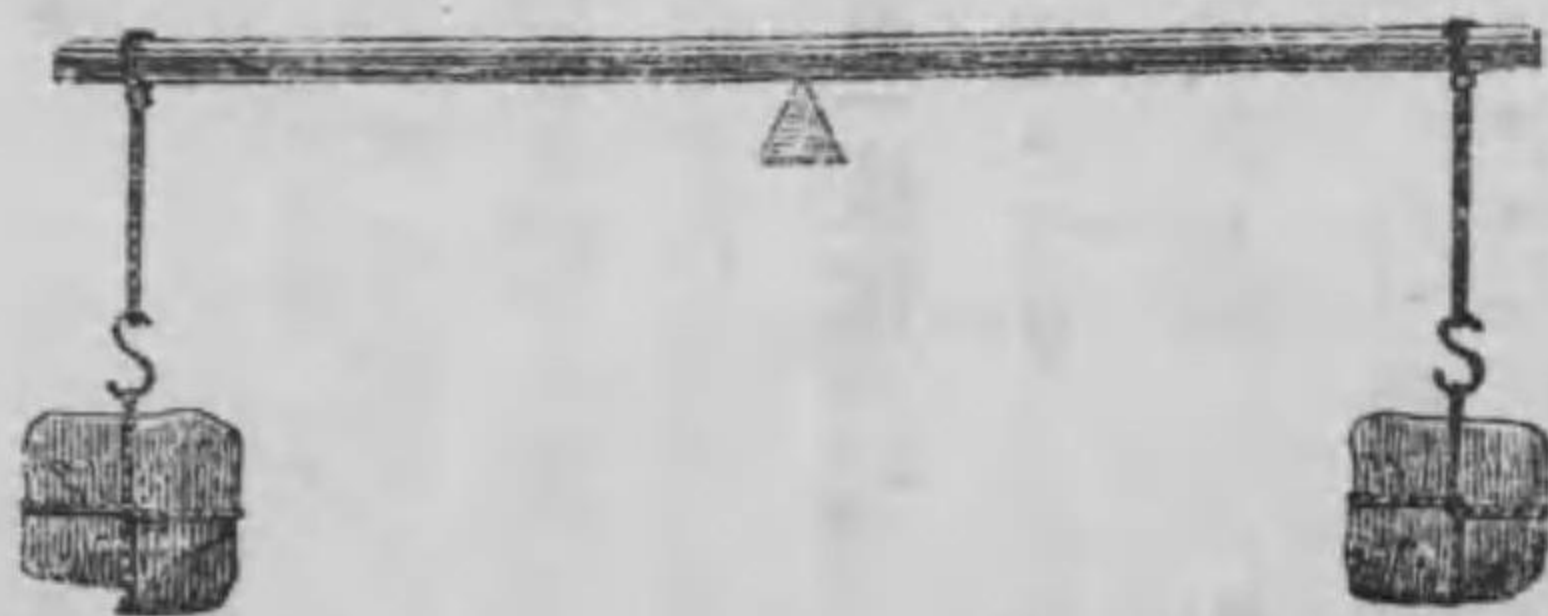


圖 五 十 二 第



Kナル固性ノ強サハ物體橫截面ノ大サニ關ス。是ヲ以テ一平方耗ノ橫截面ヲ有スル物體ヲ切斷セントスルノ力ニ抗スル固性

總論 物體ノ普通力 凝聚力

七十三

シ他端ニ此柱體ヲ折ラントスル力即チ重[Q]ヲ懸垂シ、而シテ之ニ抵抗スル所ノ固性ヲ示スニKヲ以テス。然ルトキハ其抵抗力ハ固壁ノ平面ト共同ナル橫截面ニ於ケルSナル重心ニ聚合シタリト假定スルヲ得ベシ、而シテQハ此柱體ヲ其橫截面ノ下緣ニ於テ迴轉セシメントシ、abナル槓桿後章槓桿ノニ作用ヲ爲シ、asナル臂ニハSニ於テ存スルKナル抵抗ヲナスベシ。是故ニ若シ抵抗ト力ト互ニ相平均センニハ其抵抗KトQトハasナル臂トabナル臂トニ**倒比**セザル可カラズ。今此柱體ノ高サヲ示スニhヲ以テシ、abヲ記スルニlヲ以テスレバasハ即チ二分一hニシテ左式ヲ得、
故ニ $K:Q = 1: \frac{1}{2}h$
 $Q = \frac{K \cdot h}{2l}$

チ示スニKヲ以テシ、hチ高サトシ、bチ幅トスレバ左式ヲ得ベシ。

依テ

$$Q = \frac{k \cdot b \cdot h^2}{2l}$$

又右ノ稜柱體ノ正中チ支フルニ銳稜ヲ以テスルコト第二十五圖ノ如クシ、兩端ニ同等ノ重量ヲ懸ケレハ其重ハ必ズ之ヲ正中ニ於テ破折セントスルナルベシ、此際兩端ノ二重體ハ前ノQト同量ナラザレ可カラズ。

壓碎ニ抗スル固性

(第三) 壓碎ニ抗スル固性ハ即チ物體ヲ押壓シ或ハ衝突シテ破碎セシメントスルニ反スル所ノ抵抗ニシテ其強度ハ率ニ横截面積ニ正比シ高サニ倒比ス。

(三) 彈性。外力ノ爲メニ其部分ニ變化ヲ受ケ、外力去レバ忽チ原形ニ復スル所ノ力ヲ名ケテ之ヲ物體ノ彈性ト云フ。其外力ハ或ハ物體ノ部分ヲ壓陷シ或ハ之ヲ屈撓スルヲ得ルト雖、若シ物體ニ彈性ヲ有スルトキハ其力去ルヤ否ヤ忽チ原形ニ復スルヲ常トス。凡ソ物體ガ其原形ニ回復スルノ性能ヲ失フコトナクシテ耐ヘ得ル所ノ最大變形ヲ名ツケテ之ヲ彈性限ト云フ。

彈性ハ固液氣三體ニ於テ大ニ不同アリ

(A) 彈性ノ差異。本性ハ固液氣ノ三體ニ於テ甚ダ不同ナリ。氣體ニ於テハ彈性最モ著大ニ、固體ハ之ニ次キ、液體ニ於テハ彈性最小ナリ、固體中護謨・銅・鐵・象牙・鯨鬚・大理石等ハ彈性甚ダ強盛ナル者ト云フベシ。

彈性體ヲ壓陷スルモ引展スルモ原形ニ復スルノ理

圖六十二第



(B) 復形ノ説明。壓陷ヲ受ケテ後原形ニ復スル者ト引展セラレテ後復形スルモノトハ其作用相反ス。其理ハ已ニ前章ニ説述セシ如ク物體分子ハエーテルヲ以テ被包セラレ、ニ因レリ。今彈性體ノ一部ヲ壓陷スレバ物體分子ヲシテ相近接セシムルガ故ニ其相引クノ力ハ増長スルノ理ナレドモ、中間ニ存スルエーテルハ壓縮セラレテ尙ホ一層反撥ノ力ヲ増加ス、因テ外力去レバ直チニ故形ニ復スルナリ。之ニ反シテ物體部分ヲ引展スレバ物體分子ヲシテ漸々相遠ザカラシムルヲ以テ互ニ牽引力ノ減弱スルハ固ヨリナレドモ、エーテルモ亦一層反撥力ヲ弱クス。然ルニ引力ノ減スルハ反撥力ノ如ク急ナラザルガ故ニ外力去ルヤ否ヤ直チニ復形セントスルナリ。其原形ハ畢竟牽引力ト反撥力ト平均スル位置ナレバ些少ノ變化ヲ受クルモ其舊形ニ復セザルベカラス。

彈性體ヲ屈撓シテ原形ニ復スルノ理

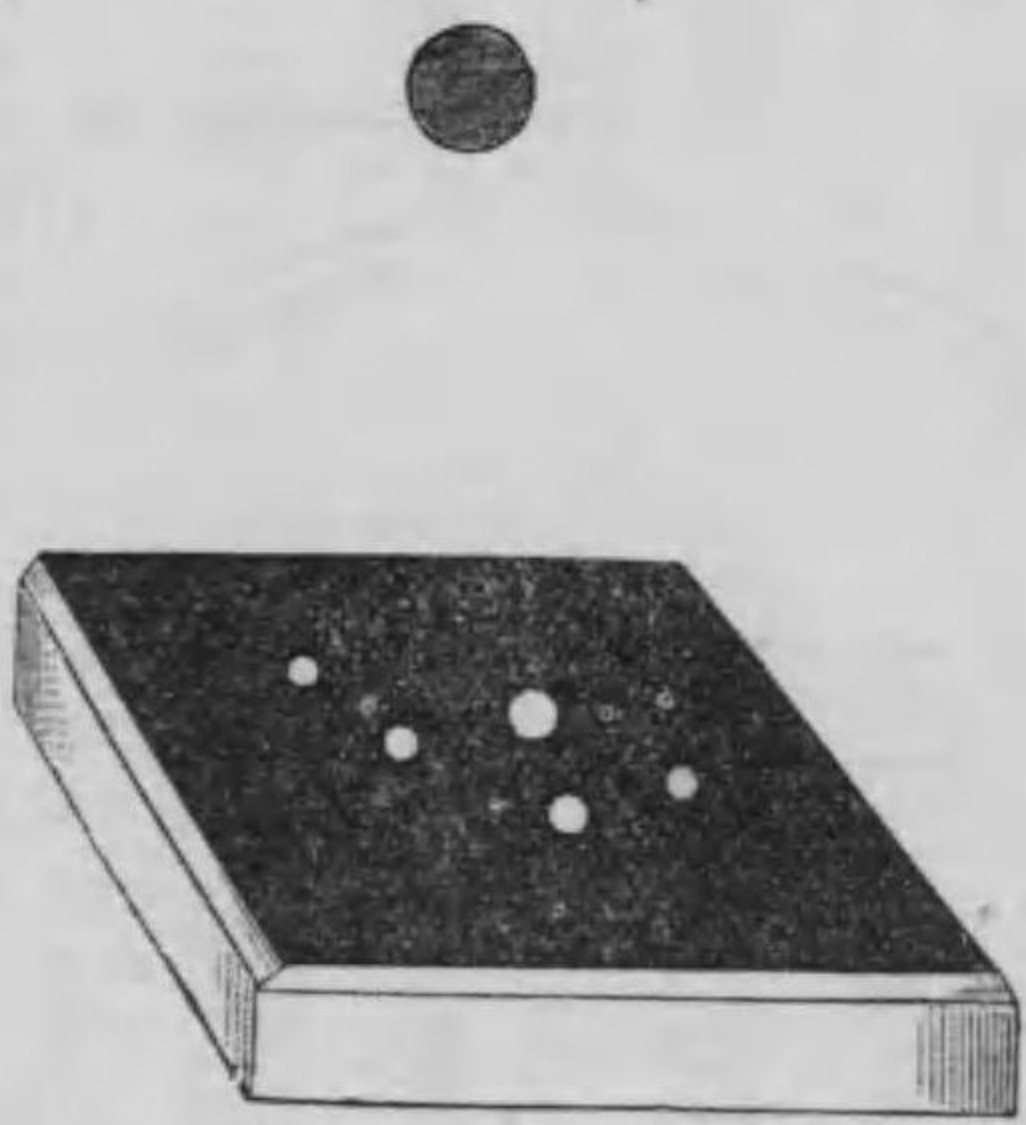
象牙ニ彈性アルノ證

故ニ上面ト下面トハ互ニ相反スルノ作用ニ由テ故トノ直片ニ復ルモノナリ。

(C) 彈性體ノ實驗法。護謨・鯨鬚等ノ彈性ヲ有スルコト著シキハ人ノ知ル所ナリト雖ド

モ、象牙ノ如キ物質ノ彈性ヲ有スルト否トハ單ニ外觀上ヨリ之ヲ認定スルコト難シ、如何トナレバ其質頗ル硬固ニシテ微弱ナルカニ逢フモ著明ノ變化ヲ受ケザレバナリ。然レドモ左

圖 七 十 二 第



ノ方法ヲ以テスレバ其彈性ヲ有スルヲ示スコトヲ得、即チ第二十七圖ノ如ク大理石ノ一板ヲ取り其面ヲ平滑ナラシメ、之ニ塗ルニ烟煤ヲ以テシ、象牙球ヲ以テ其面ヲ壓スレバ牙球ハ唯細少ナル黒點ヲ呈シ板上ニモ亦一小痕跡ヲ殘スノミナレドモ、牙球ヲ高處ヨリ板上ニ落ストキハ牙球ノ黒點並ニ板ノ痕跡最初ニ比スレバ頗ル大ナリ。今之ヲ落スノ位置愈、高ケレバ黒點ト痕跡共ニ愈著大トナル、是レ即チ牙球落チテ其一部ニ變化ヲ受ケ平坦トナリタル際ニ黒點ヲ生シ、直チニ彈性ニ因テ故形ニ復シタルニ外ナラズ。
(D) 彈性ノ應用。時辰儀ノ撥條、馬車人車等ノ彈條、撥條衡器(衡器ノ條ニ詳カナリ)、アネロイド・バロメートル(氣體重學ニ詳カナリ)等ナリ。

第四節 粘着力。

(一) 定義及通覽。二箇ノ物體表面ニ於ケル小部分ガ互ニ相引ク所ノカハ之ヲ名ケテ粘着力ト云フ。此力ハ第一ニ固體相互間、第二ニ固體ト液體トノ間、第三ニ液體相互間、第四ニ固體ト氣體トノ間、第五ニ液體ト氣體トノ間ニ於テ行ハル。

(二) 二固體間ノ粘着力。固體相互間ニ於ケル粘着力ハ一二ノ例ヲ以テ其徵證ヲ得ベシ。

- (1) 硝子或ハ金屬ノ二板(所謂粘着板)ヲ製シ各板ノ一面ヲ滑磨シ其面ヲシテ互ニ密接セシムレバ、強力ヲ加フルモ之ヲ離開スルコト容易ナラズ。然レドモ粗磨セル二硝子板ヲ以テスレバ附着スルコトナシ、是レ滑磨シタルモノハ分子ノ相觸ル、コト多ク、粗磨セルモノハ少ナケレバナリ。
- (2) 塵埃ハ室ノ壁面及天井ニ留着ス。
- (3) 鉛筆ヲ以テ紙面ニ、或ハ白堊ヲ以テ板面ニ描書スルモ、銅面等ニ鍍金スルモ渡銀スルモ皆二固體ノ粘着力ニ歸ス。

(三) 固體ト液體トノ粘着力。固液二體ノ共同作用ト接觸トニ就テハ左ノ

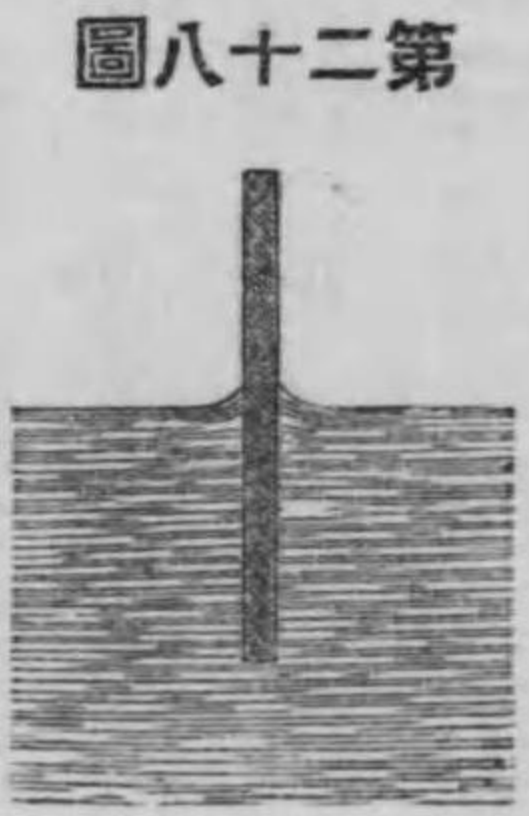
二固體間ノ粘着力

固體ト液體トノ粘着力

三様ノ場合ヲ區別ス、**第一**固體ニ對スル液體ノ粘着力液體自己ノ凝聚力ヨリ大ナル場合、**第二**固體ニ對スル液體ノ粘着力液體自己ノ凝聚力ヨリ小ナル場合、**第三**液體ト固體トノ間ニ於ケル粘着力固體ノ凝聚力ヨリ大ナル場合はレナリ。

第一ノ場合ニ於テハ左ノ現象ヲ呈ス。

(A)現象。(1) 液體ハ固體ニ留着シテ其面上ニ散流シ以テ之ヲ潤ホス、例之バ硝子ニ於ケル水・金・銀・錫・亞鉛ニ於ケル水銀ノ如シ。



圖八十二第



圖九十二第

(2) 液體ハ其中ニ挿入セラレタル固體或ハ器ノ壁面ニ沿フテ著シク上昇ス、例之バ**第二十八圖**ニ示ス所ノ水中ニ硝子杆ヲ挿入セル場合ノ如シ。

(3) 狭小ノ器中ニ於ケル液體ノ表面ハ凹面ナリ、例之バ**第二十九圖**ニ示ス所ノ狭キ硝子器中ニ於ケル水ノ表面ノ如シ。

(4) 液體中ニ挿入シタル非常ニ狭小ナル管(所謂毛細管)中ニ於テハ其高サ管外ニ於ケルヨ

リモ大ナリ、例之バ第二十九圖ニ示ス所ノ細小ナル硝子管ヲ水中ニ挿入シタル場合ノ如シ。最後ノ例ニ示ス如ク液體粘着力ノ爲メニ液體テ上昇セシムル細管ノ性質ヲ名ヅケテ毛細管引力ト云フ。

(B)毛細管引力ニ由テ説明シ得ベキ現象。物體ノ氣孔ハ數多ナル毛細管ノ不整ニ錯綜シテ成レルモノト看做シ得ベシ。是故ニ鬆疎ナル物體ハ常ニ著大ナル力ヲ以テ液體ヲ吸收ス、海綿・濾紙・燒石・乾砂・植物根等ノ水液ヲ吸引シ、燈油ノ燈心ニ昇リ、熔融セル蠟燭質ノ燭心ニ昇リ、水ノ布片ニ浸潤スル等皆毛細管引力ノ作用ニ屬スルモノナリ。

第二ノ場合ニ於テハ下ノ如キ現象ヲ呈ス。

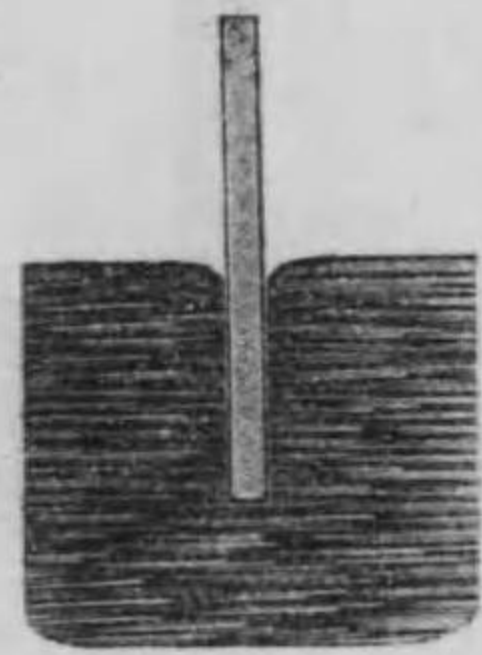
(A)現象。

(1) 液體若シ固體上ニ散流セザルトキハ其固體ヲ潤ホスコト

點滴ヲ形成ス、例之バ脂肪ヲ帶ビ若シクハ蠟ヲ塗リテ其固體上ニ於ケル水ノ如ク、硝子・木及鐵上ニ於ケル水銀ノ如ク、又水鳥ノ羽毛濕潤セザルガ如シ。

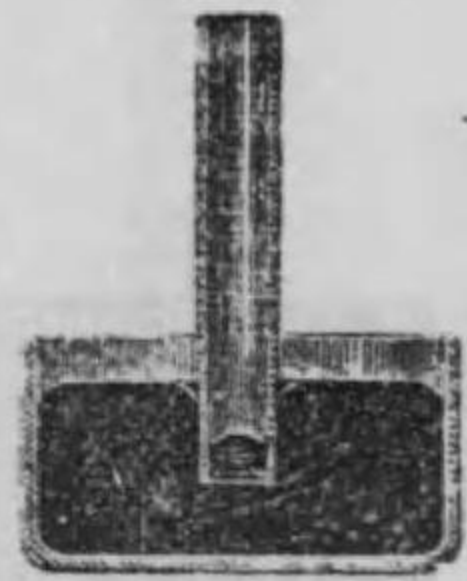
(2) 液體ハ之ニ挿入シタル固體或ハ器壁ヨリ離開シ茲ニ低處

第三十圖



ヲ生ズ、例之バ第三十圖ニ示ス所ノ水銀中ニ挿入シタル硝子杆ノ如シ。

圖一十三第



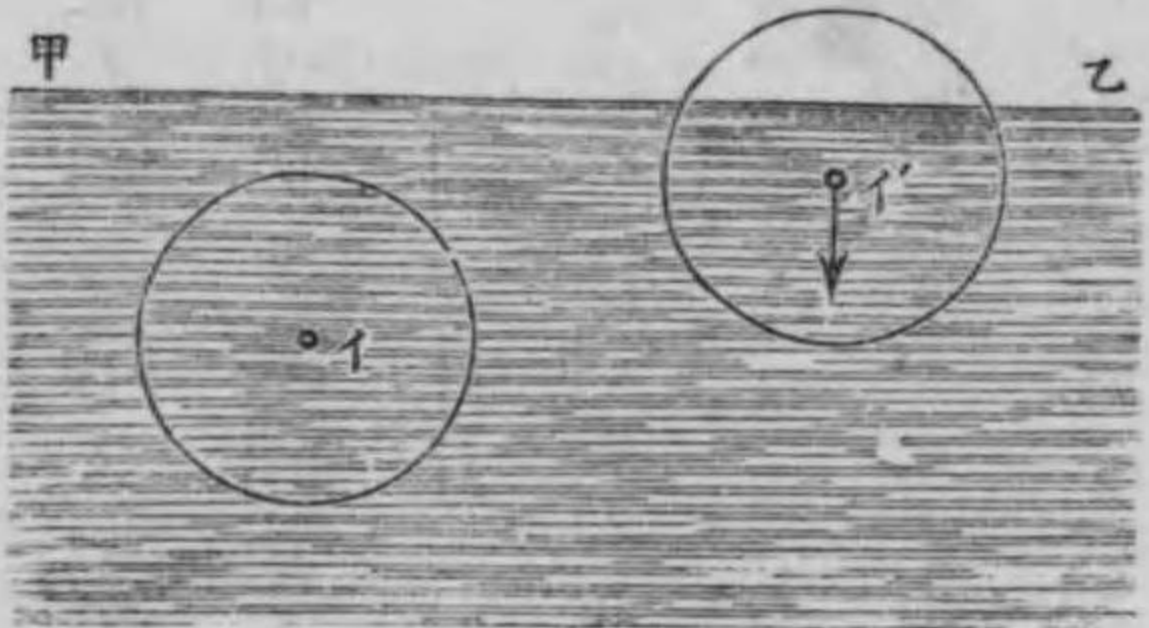
(3) 狭小ナル器中ニ於ケル液體ノ表面ハ凸面ナリ、例之バ第三十一圖ニ示ス所ノ硝子器中ニ於ケル水銀ノ如シ。

(4) 液體中ニ挿入シタル毛細管ニ於テ、液體ノ表面ハ管外ニ於ケルヨリモ低シ、例之バ第三十一圖ニ示ス所ノ水銀中ニ挿入シタル硝子管ノ如シ。

最終ノ例ニ就テ見ル如キ毛細管ノ性質ヲ名ツケテ毛細管力ト云フ。

毛細管壓下力

圖二十三第

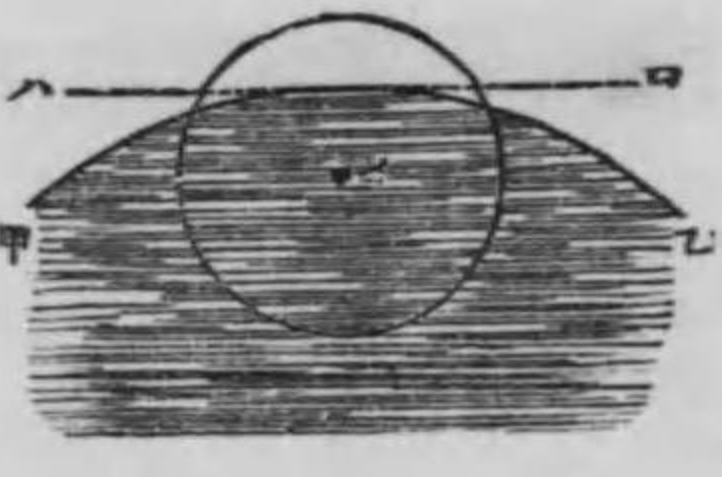


(B) 液體ノ表面壓又表面張力。毛細管中ニ於ケル液體表面ノ凹陷或ハ凸隆スル所以ハ粘着力ト凝聚力トニ用テ容易ニ其説明ヲ得ベシト雖ドモ、其表面著大ニ高ク或ハ低ク留存スルノ理ハ

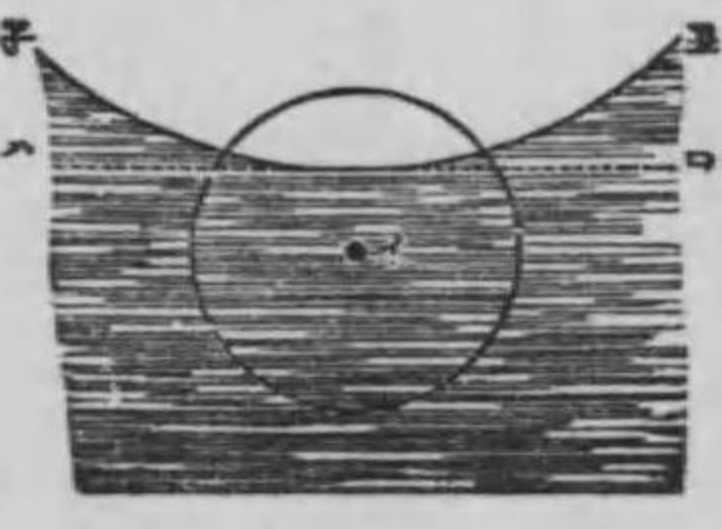
左ノ説明ヲ待テ始メテ明白ナリトス。即チ液體ノ分子間ニ存シテ交互相牽引スルノ力即チ液體ノ凝聚力ハ極メテ僅微ナル距離ニ於テ其作用ヲ逞ウスルモノナリ。第三十二圖ニ示ス所ノ「イ」ハ即チ液體分子ノ一箇ヲ現ハシ、圈線ヲ以テ其牽引力ヲ受クベキ範圍ヲ示ス、而シテ其分子ハ全ク液體ノ内部ニ在リト假想スレバ其周方ヨリ均一ノ強度ヲ以テ牽引セラル、コト明カニシテ決シテ一方

表面壓又表面張力
表面壓ノ強弱ハ面ノ形狀ニ關ス

圖三十三第



圖四十三第



ニ弱ク他方ニ強キノ理ナシ。然レトモ「イ」ナル分子ニ於テハ「甲乙」ヲ以テ示ス所ノ液ノ表面ヲ距ルコト引力ノ範圍タル圓圈ノ半徑ヨリモ小ナリ、故ニ「イ」ノ分子ニ比スレバ牽引ノ狀況ヲ異ニセザル可カラズ、即チ「イ」ノ上部ニ於テハ其下部ヨリモ之ヲ牽引スベキ分子ノ數ハ僅少ナリ。是故ニ「イ」ヲ引クベキ分子引力ノ總加ハ「甲乙」ナル表面ニ直角ヲナシ、箭ヲ以テ示ス如ク液ノ内部ニ對スル方向ニ働クモノトス。其作用ハ液ノ表面ニ密接シタル液層ノ合着部分ニ於テ強盛ニシテ彼ノ引力ノ範圍ヲ表スル圓圈ノ半徑ノ深サニ達ス。此引力ハ其方向ヲ變セザレバ作用ニ差異ヲ生ゼザルヲ以テ表面ヨリ壓スルト云フモ亦可ナリ、依テ通常之ヲ名ケテ**表面壓**又**表面張力**ト云フ。凡ソ液體ノ表面壓ハ表面平坦ナラザルトキハ即チ其強度モ亦同等ナラズ。若

シ**第三十三圖**ニ示スガ如ク凸面「甲乙」ヲナストキハ平面「ハロ」ヨリモ強ク、之ニ反シテ凹面「第三十四圖」ヲナストキハ平面「ハロ」ヨリモ弱シ、而シテ凸凹愈著大ナレバ強弱ノ度モ亦愈著大ナルベシ、蓋シ上ニ論述シタル理由ニ因リ其上部ニ液體部分ノ存在スルノ大小アルニ關スレバナリ。

同上ノ實例

(C) 表面壓ノ強弱ハ凹凸面ニ關スルノ實例 (1) 硝子管ヲ取り之ヲ水平ニ安置シ一滴ノ水銀ヲ注入スレバ其水銀ハ兩端ニ凸面ヲ有スル圓壘ノ狀ヲナシ自ヅカラ運動ヲ始ムルコトナシ、是レ兩端ノ凸起同等ナルニ因リ表面壓モ亦均一ノ強度ヲ有スレバナリ。然レドモ硝子管若シ第三十五圖ニ示スガ如ク圓錐狀ヲナストキハ水銀ハ其管ノ狹窄ナル部分ニ於テ著シク凸起シ、其表面壓モ佗方ニ於ケルヨリ強大ナリ、故ニ其

水銀ハ廣キ部位ニ向テ運動スベシ。

圖五十三第



圖六十三第

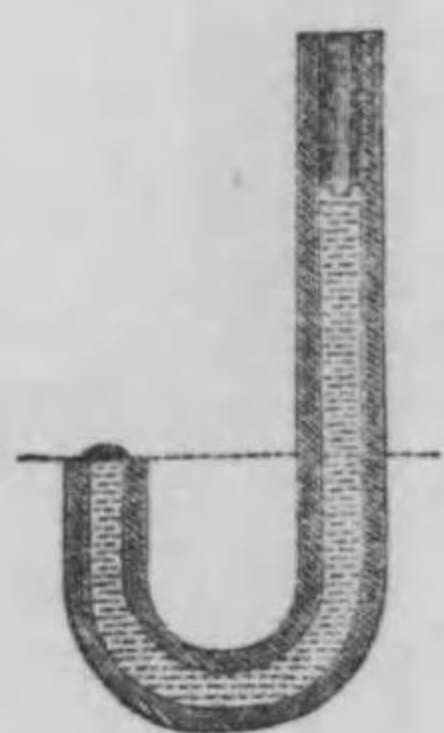


ハ他方ニ於ケルヨリモ凹陷ノ度必ス著大ナルベキガ故ニ、水ハ其凹陷ノ度ノ著大ナルベキ部位(即チ管ノ狹隘ナル部)ニ向テ運動スベシ。凡ソ小管ヲ水銀中ニ挿入スレバ其液面ノ管外ヨリ低キニ在ルモ水中ニ於テハ其液面ノ高キニ在ルモ其原因此二管ノ現象ト同一ナリトス。

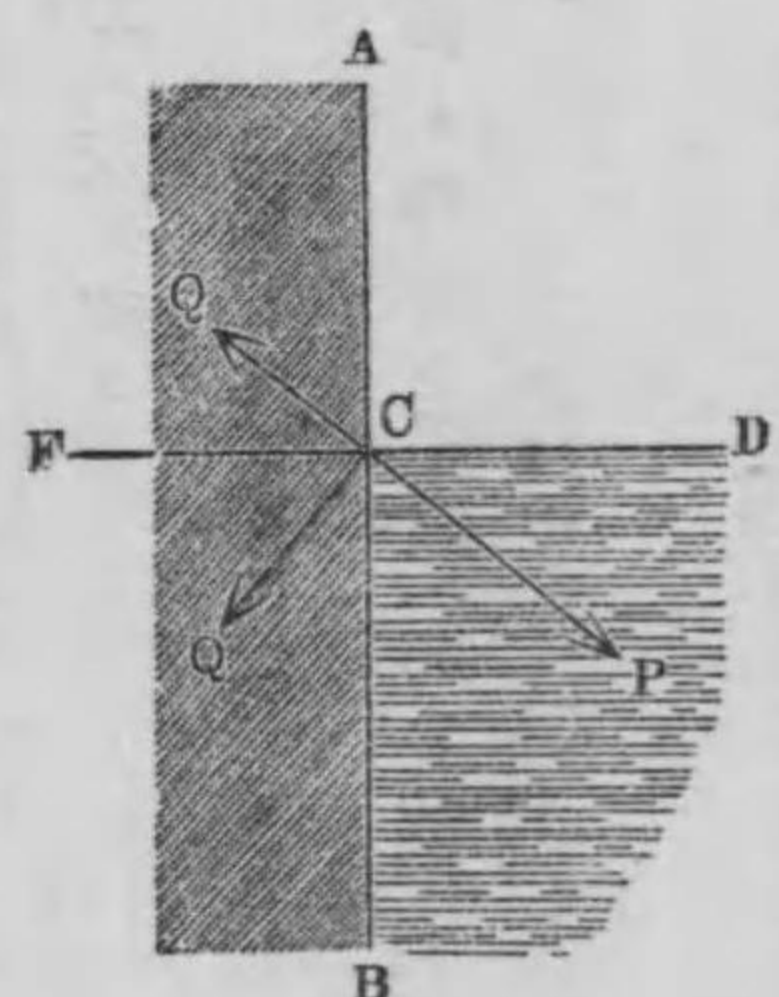
(3) 第三十七圖ヲ以テ示ス如クスレバ一管ニ由テ液壓ノ強弱其表面ノ凸凹ニ關スルノ現象

ヲ容易ニ實驗スルコトヲ得。即チ兩端開放セル曲管ノ脚ノ長サ各異ナルモノヲ取リ之ニ液體

圖七十三第



圖八十三第



テ兩ツナガラ其合成力ハ Q ニシテ角ヲ二等分スルコト亦同様ナリ。今此三力 (P, Q, Q) ノ成分力ニシテ垂直ノ部分ハ

$$P \cdot \cos 45^\circ$$

ヲ注ゲバ兩脚ニ於テ均等ノ高サニ止マラシムルコトヲ得。而シテ長脚中ニ注意シツ、液體ヲ注ゲバ短脚ノ管口ニ凸隆シ長脚中ニハ著シク昇リテ平均ス。

(D) 液體表面ノ彎曲セル基因。第三十八圖ニ示

ス所ノ AB ヲ固體ノ表面トシ CD ハ之ニ觸ル、液體ノ水平面ト假定スレバ C ノ近傍ニ於ケル液體分子ハ其表面壓

及固體表面ノ粘着力ナル二力ノ作用ヲ受クベキ

コト言フ俟タスシテ明カナリ。茲ニ表面壓ハ BCD ナル四分

圈 Quadrant ノ範圍内ニ在リテ其合成力 (P) ハ FCB ナル角

ヲ二等分スルナルベシ、固體ノ粘着力ハ一分ハナル四

分圈中ニ在リテ他ノ一分ハ FCA ナル四分圈中ニ在リ、而シ

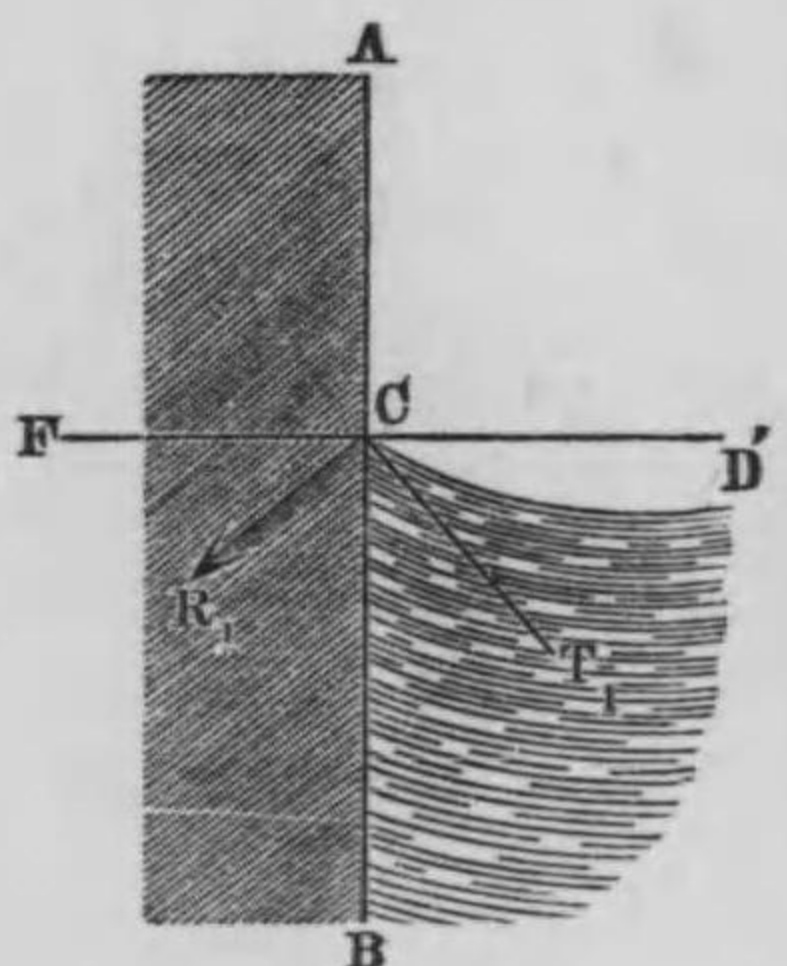
テ兩ツナガラ其合成力ハ Q ニシテ角ヲ二等分スルコト亦同様ナリ。今此三力 (P, Q, Q) ノ成分力ニシテ垂直ノ部分ハ

ナリ、如何トナレバ Q 、 Q ナルニ力ノ成分力中垂直ナル部分ハ同大ニシテ反對ノ方向ヲ取リ互ニ相均和スレバナリ。 $P \cdot \cos 45^\circ$ ニハ尙ホ重力ノ加ハルヲ以テ下方ニ向ヒタル垂直ノ成分力ハ其價ヲ増大スベシ、之ニ反シテ Q 、 Q ナル兩方ノ水平ノ成分力ハ $Q \cdot \cos 45^\circ$ ニシテ CF ノ方向ニ働キ、 P ノ水平成分力ハ $P \cdot \cos 45^\circ$ ニシテ CD ノ方向ヲ取レリ、是故ニ三方ノ水平成分力ハ左ノ如シ。

$$(2Q - P) \cdot \cos 45^\circ$$

$2Q - P$ 若シ正數(即チ $2Q - P > 0$) ナルトキハ其方向ハ CF ニ在リ、故ニ此成分力ト垂直成分力トノ合成力ハ第三十九圖ニ R_1 ヲ以テ示ス如ク FCB ナル四分圏中ニ在リ。然ルニ液體表面ノ

圖九十三第



各部分ハ之ニ受クル力ノ方向ニ直角ヲナシテ平均スル者ナルガ故ニ C ニ於ケル表面ハ R_1 ノ方向ニ直角ヲナシ恰モ CD ヲ以テ示スガ如キ状態ヲ呈スベシ、例之バ硝子ニ水ヲ盛リタル際ノ如シ、是レ即チ固液二體間ノ粘着力ガ液體自己ノ凝聚力ヨリモ大ナルノ微證ナリ。

$2Q - P$ 若シ負數(即チ $2Q - P < 0$) ナルトキハ水平成分力 $(P - 2Q) \cdot \cos 45^\circ$ ノ方向ハ CD ニ在リ、是故ニ其成分力ト垂直成分力トノ合成力ハ第

四十圖ニR₂ヲ以テ示ス如クCDナル四分箇中ニ在リ。茲ニCニ於ケル液體ノ各部ハR₂ト直角ヲナシ液體ノ表面ハCDノ形狀ヲ生成スベシ、例之バ硝子ニ水銀ヲ盛リタル場合ノ如ク固液二體間ノ粘着力ガ液體自己ノ凝聚力ヨリモ小ナルノ微ナリ。合成力及成分力ノ定義ハ後章ニ詳カナリ。

29-P 若シ零(即チ29-P=0)ナルトキハ水平ノ成分力ハ零ナリ、故ニ各力ノ總成分力ハ垂直ニ下方ニ向フヲ以テ液體ノ表面正シク**水平**ナルベシ。

R₁及R₂ナル合成力ノ方向並ニ大サハ只垂直ノ成分力ト水
平ノ成分力トニ關スルノミ、是故ニ液體小部分ト固壁ト
ノ間ニ生スル角所謂**接觸角**(第三十九圖ノACT₁並ニ

第四十圖ノACT₂)モ亦液體及固體ノ性質ノミニ關セザ

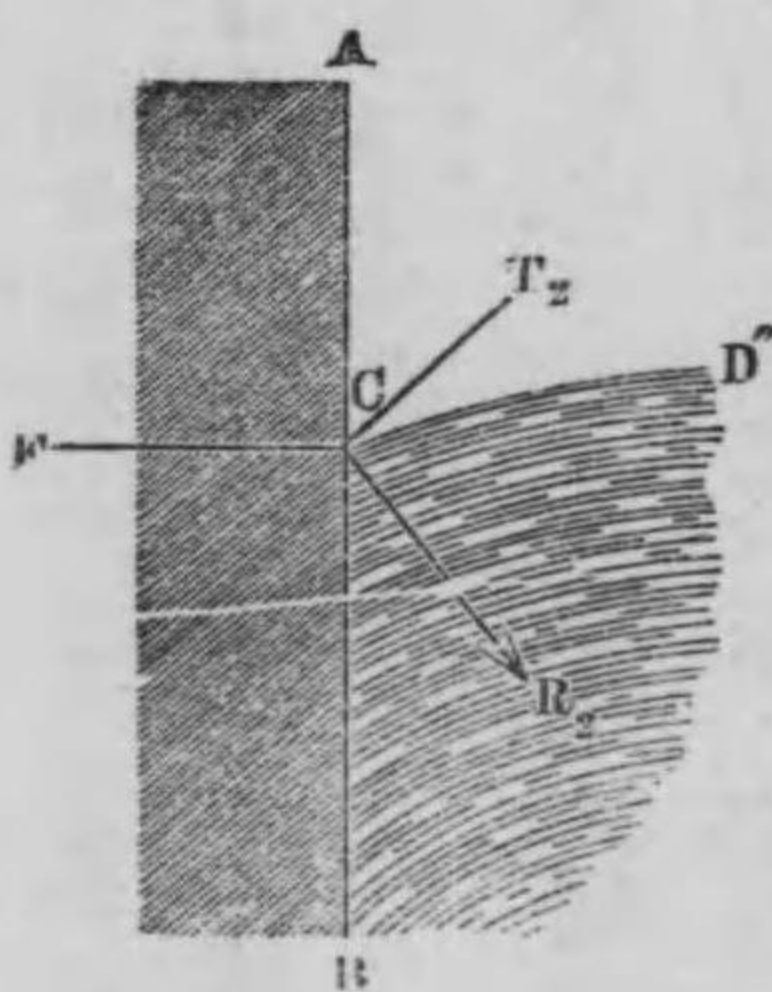
ル可カラズ。今硝子ニ對スル接觸角ノ一二ノ例ヲ擧グレバ即チ左ノ如シ。

- | | | | |
|-------|------------------|-------|------------------|
| 水 | 一五四度二八分(154°28') | テレピン油 | 一五四度一六分(154°16') |
| アルコール | 一五四度四八分(154°48') | 水銀 | 四五度45° |

第三ノ場合ニ於テ左ノ如キ簡單ナル現象ヲ呈スルノミ。

此場合ニ於テハ**固體**ノ小部分溶解シテ**液體**中ニ散布ス、蓋シ液體ハ固體ヲ引クコト固體小

圖 十 四 第



部分ノ相互間ニ於ケルヨリモ強盛ナルバナリ、是故ニ固體ハ徐々ニ消失ス、例之バ鹽若クハ砂糖ヲ水中ニ投シ**金・銀・錫・亞鉛**ヲ水銀中ニ投スルガ如シ。

二液混和スルト否ラザルトノ例

(四)液體相互間ノ粘着力。水ト油ノ如ク相互間ノ粘着力其凝聚力ヨリモ弱小ナル二種ノ液體互ニ相接觸スルトキハ其比重ニ隨テ層積ヲ爲シ決シテ混合スルコトナシ、設トヒ之ヲ振盪スルモ混液漸々ニ分離シ遂ニ各自比重ノ大小ニ隨テ層積スルヲ振盪セザル已前ニ異ナラザルベシ。之ニ反シテ水ト**アルコホル**ノ如ク相互間ノ粘着力其凝聚力ヨリモ強盛ナルトキハ此兩液ヲ其比重ニ隨テ器中ニ盛ルモ二液全ク均等ニ混浴スル所ノ合液ヲ生ズベシ。此現象ヲ名ツケテ**液體ノ瀾散**ト云フ。互ニ相瀾散スベキ二種ノ液體ハ亦鬆疎ナル物體(例之バ豚ノ膀胱)ヲ以テ中隔セラル、モ其氣孔毛細管ノ作用ヲ爲スガ故ニ之ヲ透シテ互ニ相流移スルモノトス、即チ此中隔物ノ毛細管ハ其分子引力ニ由テ兩液ヨリ一定量ヲ吸收シ終ニ之ヲ瀾散混同セシムルナリ。斯ノ如キ現象ヲ名ツケテ**交流又滲透**ト云フ。

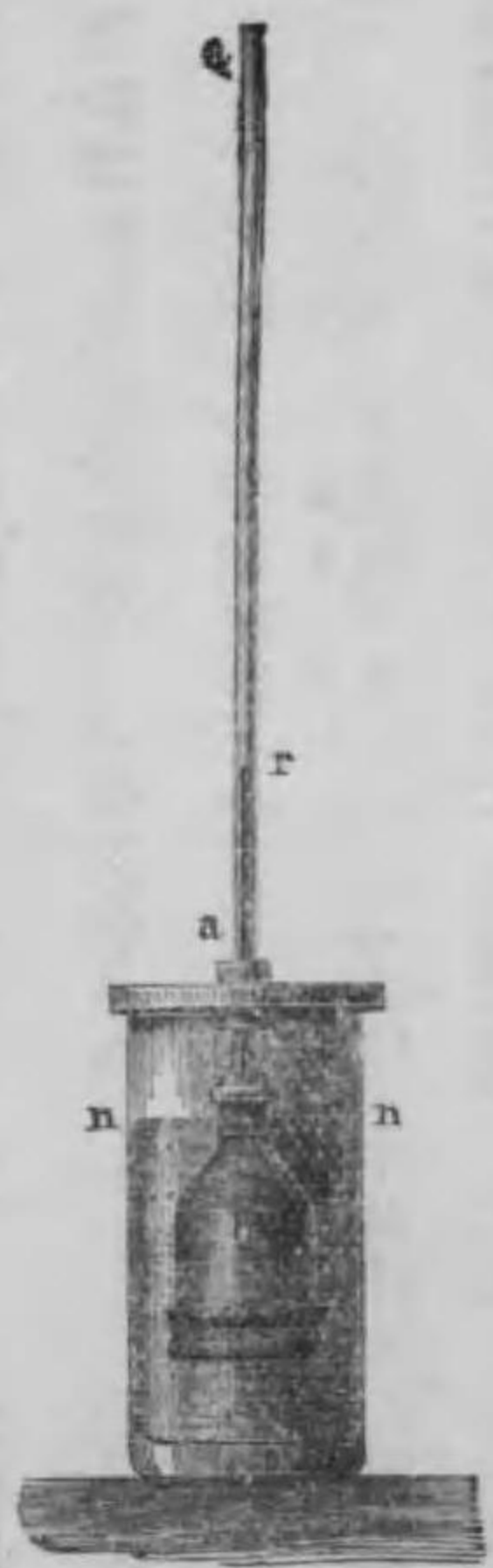
液體ノ瀾散

交流又滲透

交流ノ實驗

(I)實驗。第四十一圖ニ示ス所ノaナル硝子管ハ其内部ノ直徑一乃至二耗ニシテ善ク密閉スベキ栓ヲ通シテ無底硝子罐bノ頸中ニ固挿シ、而シテ其罐子ノ底面ハ膀胱ヲ以テ閉ヅ。斯ノ如ク裝置セル者ヲ以テ他液ヲ填テタル圓筒中ニ挿入シ能ク注意シテ罐底ト圓筒底ト相接觸セザラシムベシ、例之バb罐中ニハ**硫酸銅ノ溶液**ヲ盛リ、圓筒中ニハ**水**ヲ盛リ、罐子ヲ以テ圓筒ニ挿入スレバ茲ニ兩器ノ液面ハ内外平均シ、或ハ水面ハnニ居リ、硫酸銅液面ハrニ在テ常ニ其狀態ニ止マルベキガ如シト雖ドモ、

圖一十四第



四分時ノ後ニハ已ニ著大ノ變化ヲ見ルニ至リ、硫酸銅液ハrヲ超ユルコト頗ル高ク、其上昇尙ホ止マズシテ一方ニハ圓筒中ノ水漸々硫酸銅ノ青色ヲ帶ブ。若シ上ノ順序ニ反シテ水ヲ管中ニ入レ硫酸銅液ヲ圓筒中ニ盛ルトキハ、管中ノ水面ハ漸々下リ圓筒中ノ液ハ増加スベシ、是レ膀胱ヲ以テ中隔スルモ兩液互ニ相瀾散シ且ツ膀胱ト水ノ**分子引力**ハ膀胱ト硫酸銅溶液ノ分子引力ヨリモ強盛ナルヲ證スルモノナリ。

(II)リービヒ氏ノ實驗。滲透ノ實驗ニ供用スベキ中隔物ヲシテ或ル液中ニ没入セシム

リービヒ氏ノ實驗

ルトキハ此液體ト其物質トノ間ニ存在スル**分子引力**ノ強弱ニ隨ヒ物質中へ液體ヲ吸收スルニ大小アリ。リービヒ Liebig 氏ハ獸類ノ膀胱ニ就テ液體ヲ吸收スルノ大小ヲ實驗セリ、而シテ其成績ハ交流ノ現象ニ於テ見ル所ト相符合シ能ク液體ト膀胱トノ分子互ニ相引クノ強弱ヲ證スルニ足ルモノトス、即チ乾燥シタル牛ノ膀胱ニシテ百分ノ量ヲ有スルモノ、二十四時間ニ各種ノ液體ヲ吸收スル量ハ左ノ如シ。

水

二六八分。

食鹽溶液(一・二〇四ノ比重ヲ有スルモノ)

一三三分。

アルコール(百分中八十四分ヲ含ムモノ)

三八分。

是ニ由テ之ヲ觀レバ獸類膀胱ノ吸收力ハ液體ノ種類ニ隨テ著大ノ不同アリ、而シテ之ヲ水中ニ置ケバ暫時ニシテ柔軟トナレドモアルコール中ニハ硬固ノ儘ニ止マルベシ。

(III)交流ニ由テ説明シ得ベキ現象。日常吾人ノ目撃スル現象中交流ニ由テ之ヲ説明スベキモノ頗ル多シ。例之バ一片ノ蘿蔔根ヲ取り之ニ四孔ヲ穿チ食鹽ヲ填ツレバ若干時ノ後此孔中ニ濃厚ナル食鹽溶液ヲ生シ、鹽魚ノ鹽分ノ減ゼントスルニハ之ヲ水中ニ置キ又野菜類ニ鹽ヲ撒布シテ漬物ヲ製スルガ如シ。

(五)固體ト氣體間及液體ト氣體間ノ粘着力。

固液ニ一體ト氣體トノ間

日常ノ現象
中交流ニ由
テ説明スベ
キ者夥多ナ
リ

瓦斯ノ吸收

瓦斯ノ吸收
ニ關スル實
驗

ニ於ケル引力ニ一體ノ表面及内部ニ於テ氣體ヲ固着シ且ツ濃稠ナラシム、此現象ヲ名ヅケテ**瓦斯ノ吸收**ト云フ。瓦斯ノ濃稠トナル際ニハ熱ヲ生起スルヲ以テ其吸收スル所ノ物體ニハ必ズ温度ノ昇ルヲ認メ、其吸收セラル、瓦斯量愈大ナレバ温度ノ昇騰モ亦愈高シトス。抑、氣體ノ兩體ニ吸收セラル、ノ量ハ其種類ニ關ス、例之バ淨水ノ一容ハ攝氏十五度ノ温度ニ在テ七百容餘ノ**アムモニア**瓦斯ヲ吸收シ**炭酸瓦斯**ハ一容、**酸素瓦斯**ハ三十三分ノ一容、**窒素瓦斯**ハ六十六分ノ一容ヲ吸收ス、但シ**吸收量**ハ温度ニハ反比例シ**壓力**ニハ正比例ス。

例。

(1) 水銀ヲ盛リタル盃中ニ倒立シタル硝子圓筒ニ**炭酸瓦斯**ヲ捕聚シ、而シテ一片ノ

木炭ヲ熾熱シ之ヲ圓筒下ニ放テ、其瓦斯中ニ達スル

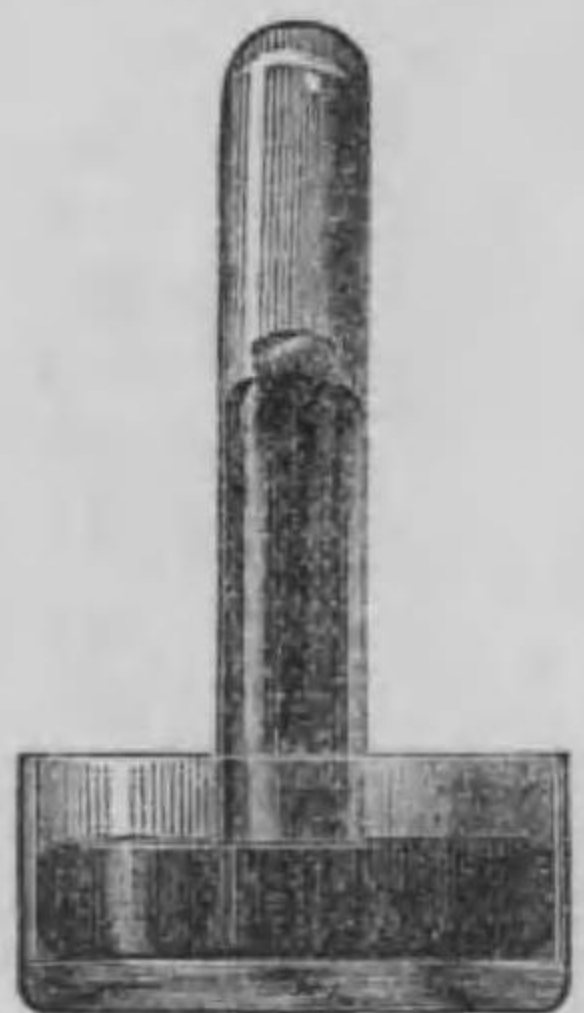
ヤ水銀ハ高キニ昇ル、其狀態第四十二圖ニ示スガ如

シ。

(2) **ドヘライネル** Döbereiner 氏ノ點火器ニ於テハ

白金綿ニ向テ**水素瓦斯**ヲ流送スレバ水素ハ茲ニ吸收

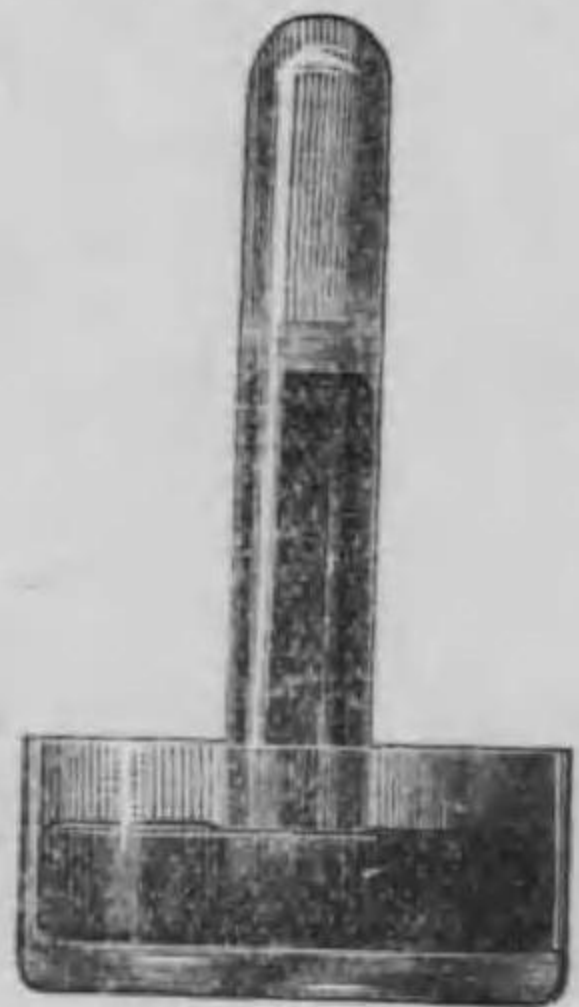
圖二十四第



總論 物體ノ普通力 粘着力

セラレテ稠密トナル、依テ白金綿ハ熾熱セラレ續キテ通ジ來ル所ノ水素ニ點火スルモノナリ。
(3) 濕リ易キ物質(所謂引濕性物)ハ空氣中ヨリ多量ノ水蒸氣ヲ吸收シ之ヲ稠密トナスヲ以テ其重量ヲ増加ス、例之バ毛髮・鯨鬚・植物纖維・絨線等ニシテ鹽化カルシウム・ポッタスノ如

圖三十四第



キハ一層甚ダシク終ニ溶流スルニ至ル。
(4) 1ト同一ノ方法ヲ以テアムモニア瓦斯ヲ捕聚シ圓筒中ニ少許ノ水ヲ來セバ水銀駿速ニ上昇ス、其狀態第四十三圖ニ示スガ如シ。

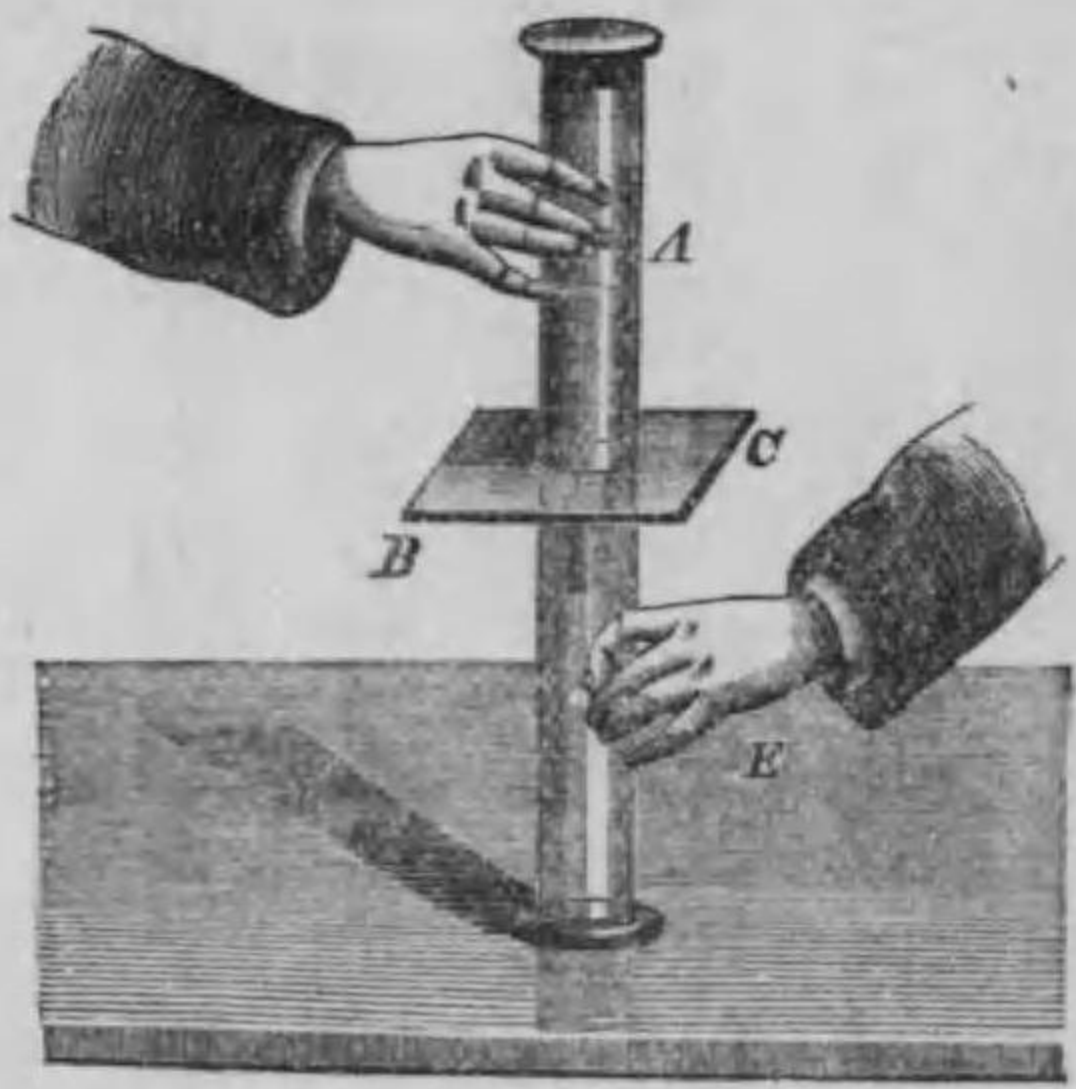
(5) ラムネ・麥酒・三鞭酒等ノ如キ炭酸瓦斯ノ多量ヲ含有スル液ヲ充テタル罎口ヲ開ケバ多少泡沫トナリテ炭酸瓦斯ノ揚發スルヲ見ルベシ、是レ罎中ニ在リテハ壓力強クシテ多量ノ瓦斯ヲ吸收スルヲ得ルド雖ドモ、其栓ヲ除ケバ罎内ノ瓦斯放散セラレ壓力減退シテ多量ノ氣體ヲ吸收セシムルニ足ラザルニ由ルモノナリ。

(六) 氣體ノ瀰散。 氣體モ亦相觸ル、トキハ互ニ相瀰散シ霎時ニシテ均同ノ混合物トナル、是レ本然ノ粘着ニアラズ氣體分子ノ性質ニ由ル現象ニシテ粘着ト同様ノ結果ヲ見ルモノナリ。

例 氣體瀰散ノ

同上ノ二

圖四十四第



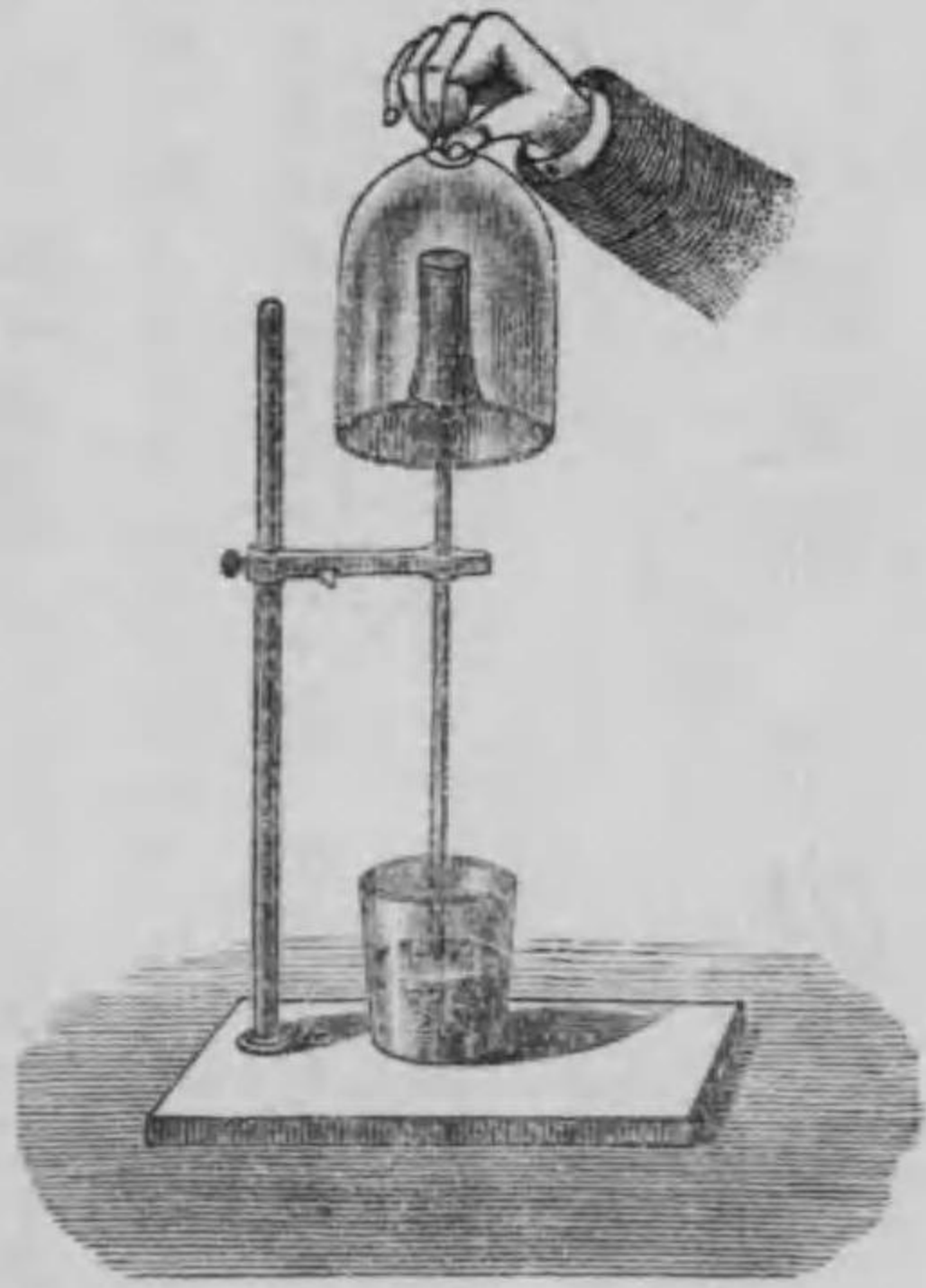
例。(1) 一ノ圓筒ヲ取り之ヲ充ツルニ炭酸瓦斯(炭酸ハ空氣ヨリ重キコト一倍半)ヲ以テシ、口ヲ開キタルマ、暫時靜置スレバ爾後其圓筒ハ空氣ヲ以テ充タサルヲ發見スベシ。

(2) 第四十四圖ニ示ス如クEナル硝子ノ圓筒ヲ取り充ツルニ臭素蒸氣ヲ以テシ覆フニ硝子板Bヲ以テシ更ニ空氣ノ充テタルAナル硝子圓筒ヲ覆フニCナル硝子板ヲ以テシ轉倒シテ其上ニ重ネ而シテBCノ兩硝子板ヲ除ケバ忽チ臭素蒸氣ノ兩圓筒ニ充ツルヲ見ルベシ。

(3) 空氣ハ元來比重相異ナレル窒素トトノ混合物ナルニ到處其混合量ノ割合均ラザルハナシ。

同上ノ三

圖五十四第



氣體ノ滲透

(4) 氣體ノ滲透 スルヤ否ヤヲ檢セント欲セバ、電池ニ用ユル素燒筒ニ杓栓ヲ裝シ之ニ硝子管ヲ挿入シテ其一端ヲ硝子盃中ニ挿入スルコト第四十五圖ニ示ス如クシ、然ル後水素瓦斯ヲ充テタル硝子鐘ヲ以テ之ヲ覆フベシ。然ルトキハ水素瓦斯ハ素燒筒ヲ透シテ滲入シ直チニ盃内ノ水中ニ氣泡ノ發スルヲ見ル、是レ筒ニ滲入シタル水素瓦斯ガ空氣ヲ壓排スルニ由ルモノナリ。

第五節 重力。

重力ノ定義

(一) 定義。或ル世界體ガ自己ニ屬スル物體上ニ營爲スル所ノ引力殊ニ地球ガ物體上ニ及ボス引力ヲ稱シテ重力ト云フ。夫レ重力ノ作用タルヤ支持セラレザル物體ハ地球ノ中心ニ向テ運動シ(即チ落下シ)、絲ニ繫垂シタル物體ハ其絲ヲ緊張シ、支臺上ニ置キタル物體ハ其臺上ニ物體ノ重サト名ヅクル壓力ヲ營爲スルニ在リ。茲ニ其單位トシテハ攝氏四度ノ純水一立方糎ノ重サヲ選ビ、之ヲ瓦ト名ヅク。凡ソ物體ノ落下スル方向或ハ絲ノ繫垂シタル物體ノ靜止シタル際其絲ノ取ル方向ヲ名ヅケテ之ヲ垂直(鉛直)ト云フ、而シテ此

垂直

鉛垂

方向ハ靜水ノ表面即チ水平面ト直角ヲ成スモノナリ。

垂直方向ヲ測定スルノ目的ニ對シテ作りタル所謂鉛垂

ハ上文ノ理ニ基キ絲ノ下端ニ鉛球或ハ第四十六圖ニ示ス如キ圓錐狀ノ黃銅樽ヲ固繫シタルモノナリ。今或ル物體ヲ垂直ニ樹立セシメント欲スルトキハ其方向ト鉛垂ノ絲ノ方向トヲ比較スベキノミ、

第四十圖

土木家・建築家ノ常ニ之ヲ用ユルハ普ク人ノ知ル所ナリ。



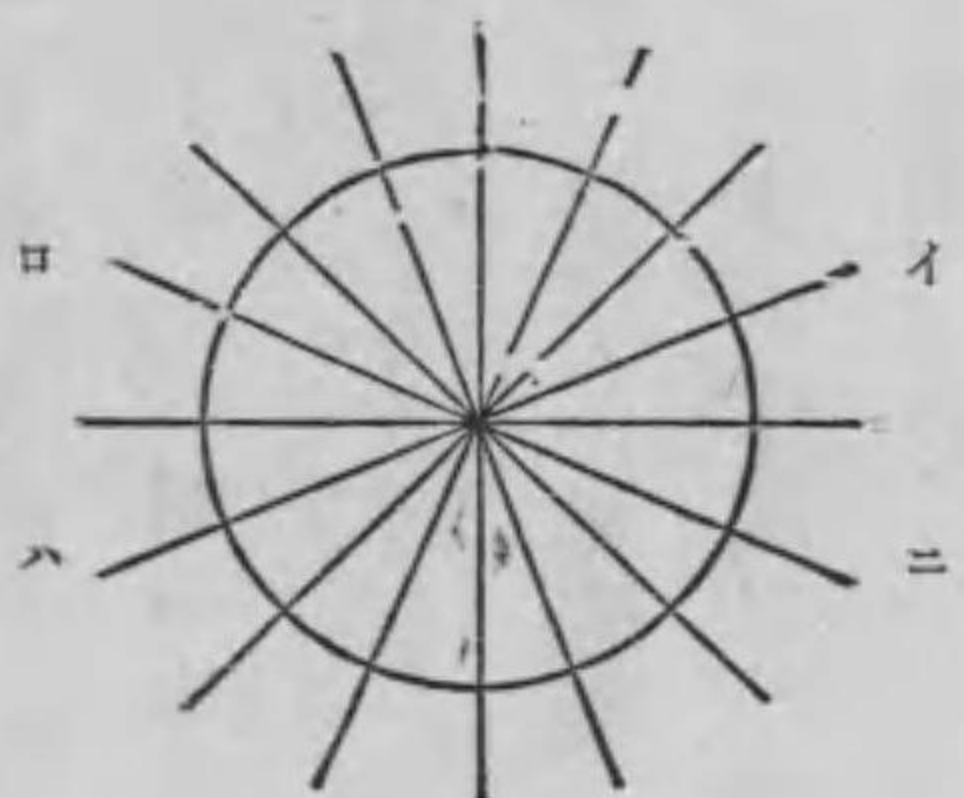
重力ノ性質ニ關スル六要目

(一) 重力ノ性質。(第二) 重力ノ方向ハ地球ノ中心ニ達シ茲ニ全重力集合シテ存セリト考想シ得ベキモノナリ。

基因。重力ハ地球ノ中心ヨリ出ヅル所ノ力ニアラズ、其各

小部分ノ營爲スル總引力ヨリ成レルモノニシテ此數多ナル小部分力ノ合成力ト看做シ得ベシ。此力ガ中心ニ向テ取ルノ原因ハ地球總實質ハ其中心ノ周圍ニ均等ニ配布セラレタルニ在リ。今第四十七圖ニ表示スル如ク考フレバ容易ク之ヲ了解スルコトヲ得、即チ(イ)ニ於テ鉛垂ヲ設クレバ其方向ハ中心ニ達シ、而シテ(ロ)ニ於テスルモ(ハ)ニ於テスルモ(ニ)ニ於テスルモ其他各處ニ於テスルモ其方向ハ悉ク皆中心ニ達スベシ、故ニ重力ハ地

第四十七圖



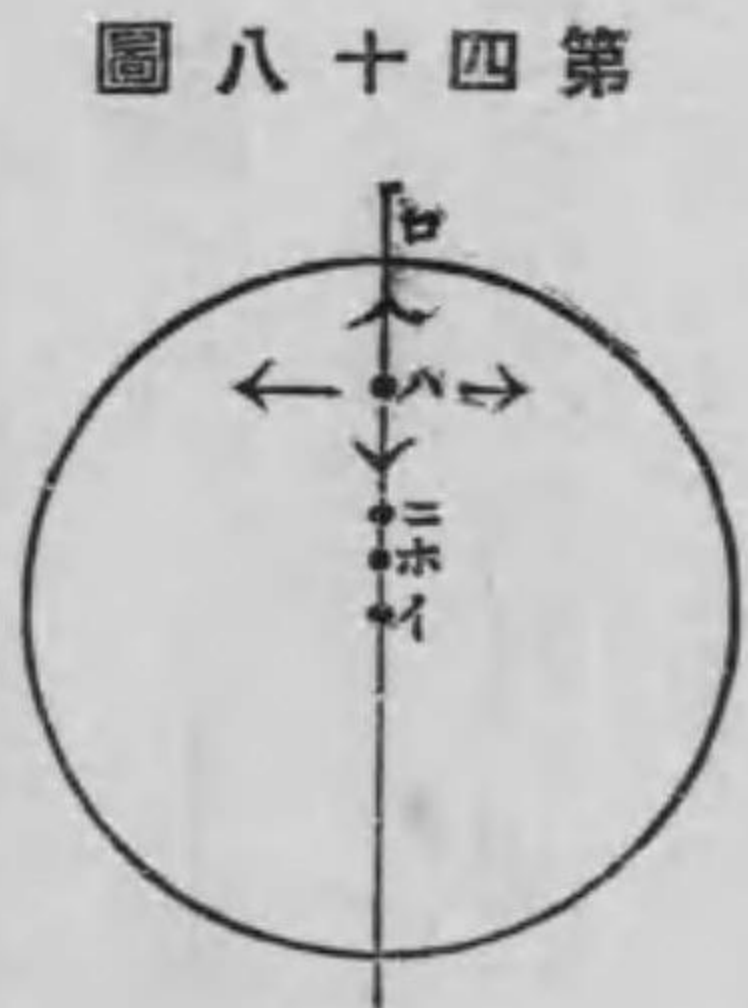
集合シテ存セリト想定シ得ベキナリ。

(第二) 物體ハ總テ地表面上同一ノ場處ニ於テハ同一ニ重シ、即チ空氣ノ抵抗ナキ片ハ同一時間ニ同一ノ高サヲ落下ス。

基因。前章無碍直落ノ第一要項ヲ參照スベシ。

(第三) 重力ハ地表面ニ於テ最大ナリ、之ヨリ昇ルモ降ルモ減少ス、即チ高山ニ於テハ平地ヨリモ弱ク又深キ鑛坑ニ於テハ表面ヨリモ弱シ。

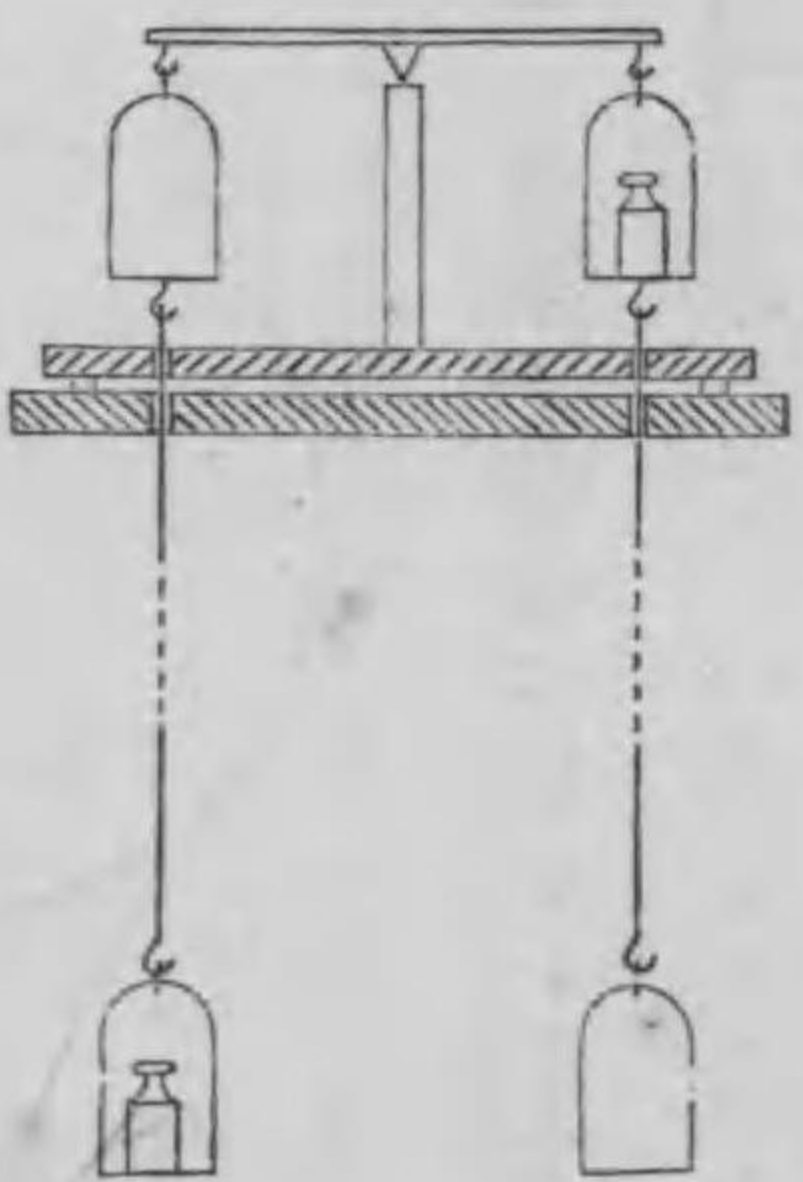
(I) 基因。高ク昇ルニ從テ重力ノ減弱スル所以ハ高處ハ地表面ニ於ケルヨリモ地心ヲ距ルコト大ナルニ在リ。地面以下ニ入りテ重力ノ減弱スル理由ハ



圖八十四第

第四十八圖ニ就テ之ヲ説明スベシ、即チ地表面(ロ)ニ一物體アルトキハ其中心(イ)ニ向テ引ガル、コト上文ニ論述セシガ如シ。其物若シ地下ニ入りテ例之バ(ハ)ニ到達スレバ引カル、コト上下左右ヨリス。然ルニ左右ノ質量ハ均一ナルヲ以テ其引力亦互ニ相平均スルト雖ドモ、(ハ)以上ニハ質量小ニシテ以下ニハ質量大ナルガ故ニ、其引力モ亦大小ノ差アリテ其差ニ均シキ力ノミヲ以テ中心

圖九十四第



ニ向テ引カレ、尙ホ下ダリテ(ニ)(ホ)等ノ場處ニ到レバ其差愈少ナクナルニ隨テ愈小ナル力ヲ以テ引カルベシ、是レ地下ニ深入スルトキハ重力ノ減少スル所以ナリ。

(II) 證明。地表面ニ於テ重力ノ最大ナルコトハ獨國ハッペン München ノエルリー Tolly 氏實驗上ニ之ヲ證明セリ即チ或寺院ノ塔上ニ第四十九圖ニ示ス如ク四箇ノ秤盤ヲ有スル感動ノ

銳キ天秤ヲ安置シ先ツ最初ハ砵ノ分銅ヲ上ノ兩盤ニ置キテ平均セシメ然ル後一箇ノ砵分銅ヲ

二十二米下方ノ盤ニ移セシニ其方ニ傾キヲ起セシト云フ。

(第四) 重力ハ地表面上各處ニ於テ同大ナラス、赤道直下ニ於テ最モ小ニシテ兩極ニ近ヅクニ隨テ愈増大シ而シテ兩極ニ於テ最モ大ナリ。

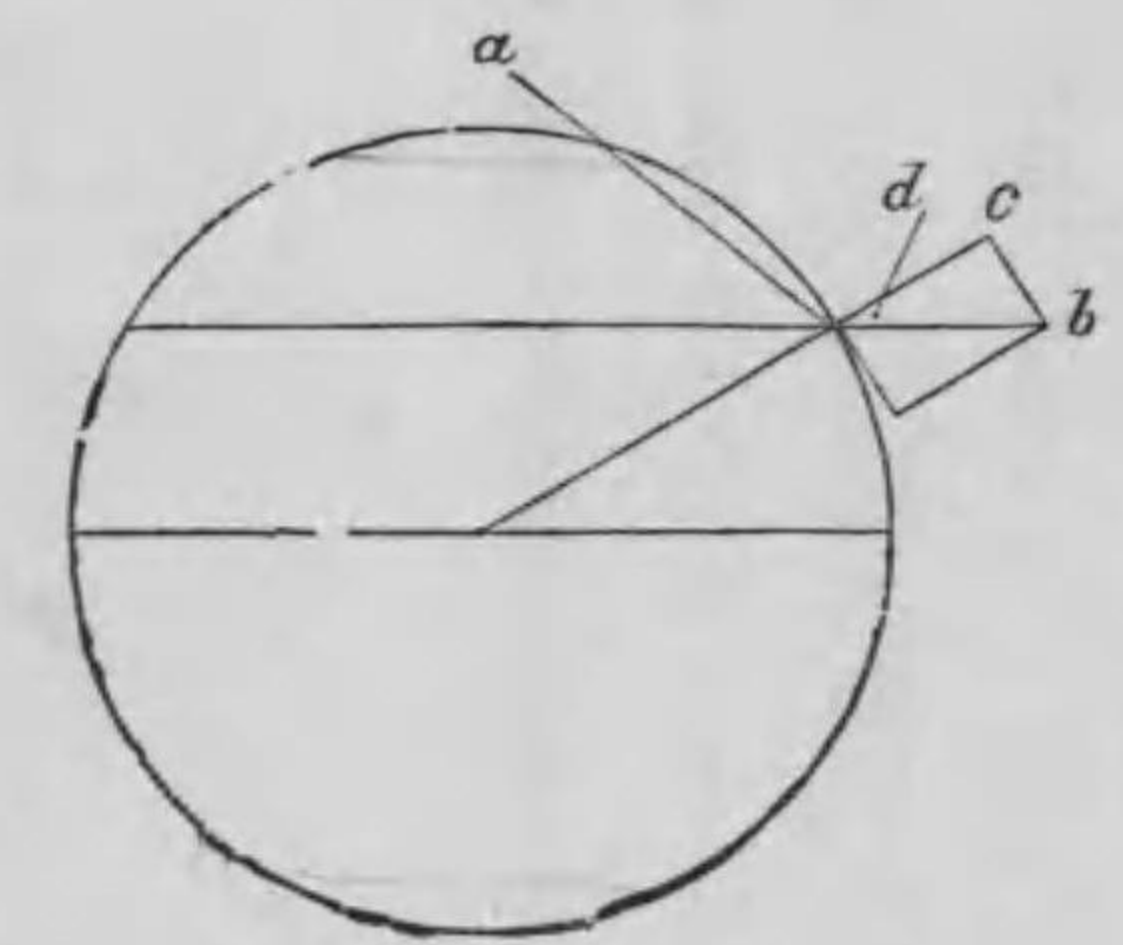
基因。(1) 地球ノ扁坦。之ガ爲メ赤道ニ於ケル各點ハ極ヨリモ地心ヲ距ルコト大約二十

十一籽大ナリ。

(2) 地球ノ自轉ヨリ發起スル遠心力。遠心力詳ナリハ兩極ニ於テハ零ニシテ赤道ニ近ヅクニ從テ愈強ク赤道ニ於テ最モ強シ。今其遠心力ハ重力ニハ反對ノ作用ヲナスヲ以

テ赤道ニ於テハ重力ノ減少セラル、コト最モ多ク、緯度ノ高キニ從テ其減少愈、少ナク、兩極ニ於テハ全クナシ。

(3) 赤道直下ヨリ兩極ニ至ルニ從テ遠心力ト重力トノ差異ノ方向。遠心



第十五圖

力ハ外方ニ向ヒ其方向ハ並行圈ノ面ニ於テ存スレドモ重力ハ内方即チ地心ニ向フヲ以テ此兩者ノ方向ハ赤道ニ於テハ正ニ反對セリ。然リト雖ドモ兩極ニ向ヘバ兩者ノ方向或ル角(a)ヲ成スコト第五十圖ニ示スガ如シ、故ニ其重力減却ノ作用ヲ爲スハ元力(ab)ノ成分力(ac)ナリ。是ニ由テ赤道ニ於テハ遠心力ノ全強ニ均シキ重力ヲ減ジ、兩極ニ向フニ從テ遠心力ノ愈、小ナル一部分ニ均シキ重力ヲ減ズルモノトス。

(第五) 地球ノ中心ニ於テハ引力ハ零ニ等シ。

基因。中心ニ在テハ一方ニ於ケル引力ハ反對ノ方ニ於ケル均等ノモノニ由テ平均セラルレバナリ、第四十八圖ヲ参照スレバ容易ニ之ヲ了解シ得ベシ。

(第六) 重力ハ相互引力ナリ、即チ單ニ地球ノミガ物體ヲ引クニアラズ地球モ亦物體ニ引カル、モノナリ。

本節定義ノ條ニ云ヘル如ク重サノ單位ニハ一五ヲ撰用ス、是レ亦尺度ト同ジク佛國ニ於テ撰定セラレ、希臘及羅甸ノ數字ヲ冠セシメテ十進スルノ制ナリ。今度量衡法第五條ニ依リ我秤量ト比較スレバ左表ノ如シ。

佛 國	本 邦 量
庇(キログラム) Kilogramm (kg)	瓦ノ千倍 二六・六六六七(二百六十六分六厘六毛六絲七)
廳(ヘクトグラム) Hectogram (Hg)	瓦ノ百倍 二六・六六六七(二十六分六厘六毛六絲七)
杜(テカグラム) Decagram (Dg)	瓦ノ十倍 二・六六六七(二分六厘六毛六絲七)
瓦(グラム) Gramm (g)	基本即單位 〇・二六六七(二分六厘六毛六絲七)
廳(デシグラム) Decigram (dg)	瓦ノ十分一 〇・〇二六七(二厘六毛六絲七)
廳(センチグラム) Centigram (cg)	瓦ノ百分一 〇・〇〇二六七(二毛六絲七)
瓦(ミリグラム) Milligram (mg)	瓦ノ千分一 〇・〇〇〇二七(二絲七)

液量ノ單位モ亦米系ニ關係ヲ有スルモノニシテ一立方粉即チ一庇ノ水積ナリ、之ヲ名ケテリ

グラム系統
ト日本量
ト比較

一トルト云ヒ、吾五合五勺四三五(〇・五五四三五升)ニ當ル、之ニ希臘及羅甸ノ數字ヲ冠シテ十進スルコト米及瓦ニ於ケルニ同様ナリ。

第六節 宇宙引力。

宇宙引力

(一)定義及作用。世界體ノ交互ニ相作爲スル所ノ引力ヲ稱シテ宇宙引力ト名ヅク。此力モ亦重力ノ如ク相互引力ニシテ地球ハ太陽ヲ引キ而シテ亦太陽ニ引カル、ナリ。潮汐ノ現象、一世界體ノ他ヲ匝ル現象ノ如キ皆宇宙引力ニ歸スベキモノトス。

ニールトン氏宇宙引力ノ定律

(二)定律。各種ノ引力即チ親和力・分子引力・凝聚力・粘着力・重力・宇宙引力ハ恐クハ同一力ノ變形ニ外ナラザルベシト雖凡未ダ其確證ヲ得タルニ非ズ、吾人ハ唯重力ノ宇宙引力トハ同等力ナルヲ認識スルノミ、蓋シ該二力ハ同等ノ定律ニ隨テ働作スルヲ以テナリ。其定律ハ碩學ニールトン Newton 氏ノ創定ニ係ルヲ以テニールトン氏宇宙引力ノ定律ト稱シ、二物體ノ引力ハ其質量ト距離トニ如何ナル關係ヲ有スルカヲ言明セルモノナリ、即チ左ノ如シ。

各二箇ノ物體ハ其兩體ノ質量(M・M')ニ正比例シテ其距離(R)ノ自乘ニ反比例スル所ノ力ヲ以テ相互ニ牽引ス。

數式ヲ以テ之ヲ示セバ其引力ハ

$$K = f \frac{M \cdot M'}{R^2}$$

トナル、即チfハ宇宙引力ノ常數ナリ。

第一款 重學。

第一編 固體重學。

第一章 カノ平均、合成、分解及重心。

第一節 平均ノ定義及要約。

(一)定義。凡ソ物體ハ之ニカノ働クトキノミ或ル變化ヲ生起シ、而シテ一物體單ニ一カノ働キノミヲ受クルコトアリ(落體ノ如シ)、或ハ數カノ働キヲ受クルコトアリ(水流・風力等ニ由テ進行スル船ノ如シ)。若シ數カ同時ニ一物體上ニ働クトキハ其作用ハ倍重ナルベシ、即チ或ハ毫モ物體ノ状態ヲ變ゼザルカ、或ハ其状態ノ變化ヲ來スベシ。カノ働キ互ニ相均消スルトキハ前段ノ場合ヲ得ベシ、此場合ニ於テハカハ互ニ平均ヲ保ツト云ヒ、又物體ハ平均ニ於テ在リト云フ、然ラバ即チ平均ハ數カ一物體上ニ働キ之ニ變化ヲ來サマ

平均ノ定義

ルノ謂ナリ。

平均ハ靜止ノ状態ニ在ルモ運動ノ状態ニ在ルモ關係アルコトナシ

平均ノ際物體ハ靜止ノ状態ニ在ルモ又運動ノ状態ニ在ルモ之ニ關係アルコトナシ。物體若シ運動シツ、アリ、而シテ其物體上ニ働ク所ノカノ平均ニ於テ在ルトキハ其物體ハ惰性ノ定ニ隨ヒ運動ノ状態ヲ變ズルコトナク進行スルモノトス。例之、バ汽力若シ各瞬間運動ニ反スル所ノ障礙ニ平均スルトキハ鐵道上ノ汽車ハ均等ノ速度ヲ以テ進行スベシ、之ニ反シテ汽力ト抵抗トノ間ニ於テ平均ノ成ラザル場合即チ汽力若シ抵抗ヨリ大ナルカ、或ハ小ナルトキハ動ノ状態ヲ變セザルヲ得ザルナリ。然ラバ即チ一物體上ニ働ク所ノ數カハ其作用ノ互ニ相消セザルトキニ於テノミ物體ノ状態ニ變化ヲ來スモノナリ。

(二)要約。產生シタル仕事若シ消費シタルモノニ均同ナルトキハ平均茲ニ成ル。

平均ノ要約

基因。運動シツ、アル所ノ物體ハ其エネルギーニ毫末ノ増減ナキトキノミ不變ノ速度ヲ以テ進行スルコト言フ俟タズ、然レドモ斯ノ如キハ只カノ產生シタル仕事ガ抵抗ノ爲メニ費消セラタルモノト均同ナルトキニ於テノミ成ルベキナリ。

第二節 カノ合成及分解。

合成力及成分力

カノ並行四角ノ定義

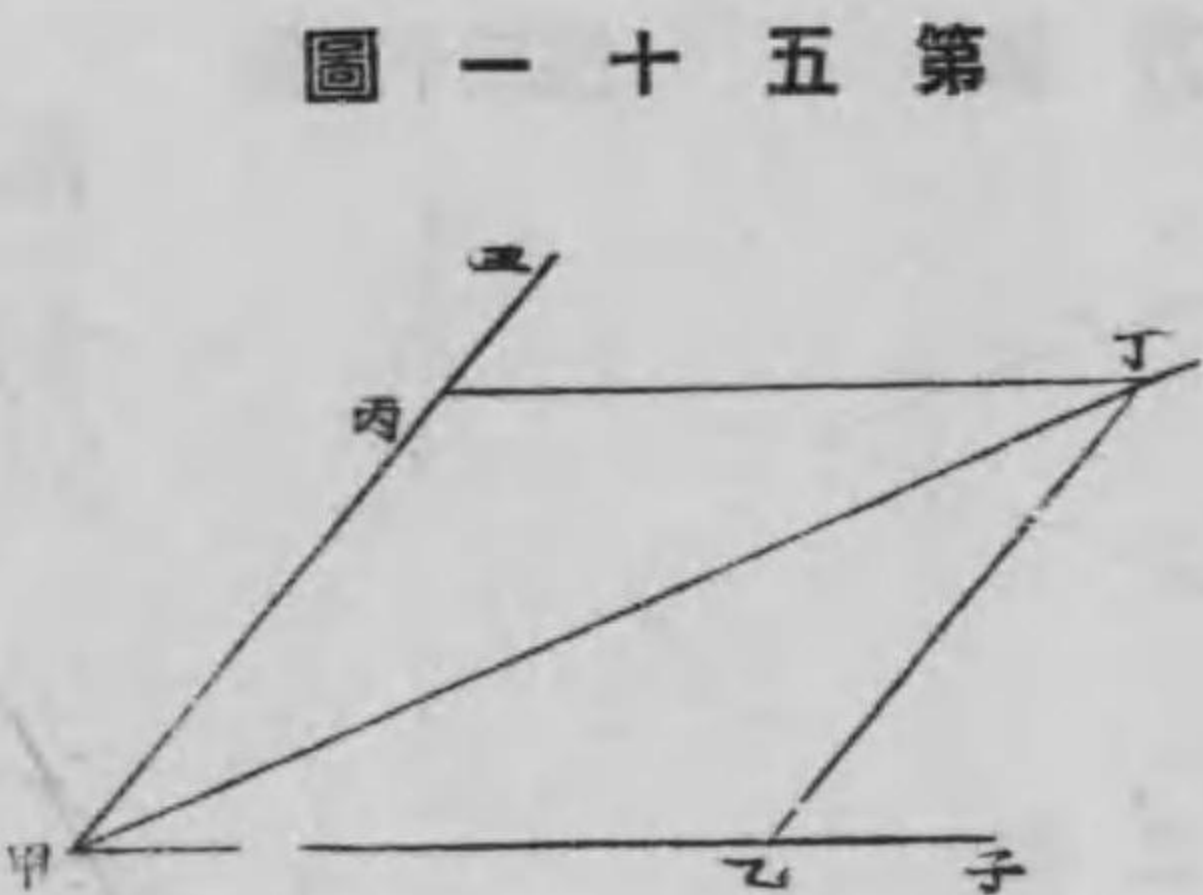
二カ互ニ角度ヲナシテ一點ニ働クノ例

(一)要義。同時ニ一物體上ニ働ク所ノ數カヨリ得ベキ效果ヲ單一ノカニ由テ得ルコト亦稀ナラズ、一馬ノ力數人ノカニ代ハリ汽機ノ力數馬ノカニ代ハルガ如キハ即チ單一ノ力能ク數カニ代ハルヲ得ルモノナリ。一カニシテ他ノ數カト同一ノ效果ヲ生ズルモノヲ名ヅケテ其**合成力**ト云ヒ、而シテ其數カハ合成力ニ對シテ**成分カ**ト名ヅク。凡ソ物體上ニ働クカノ想像ヲ得ンガ爲メニハ之ヲ標示スルニ直線ニ箭ヲ附シタルモノヲ以テシ、而シテ其線ノ長短及方向ハカノ強弱及方向ヲモ代表スルモノトス。

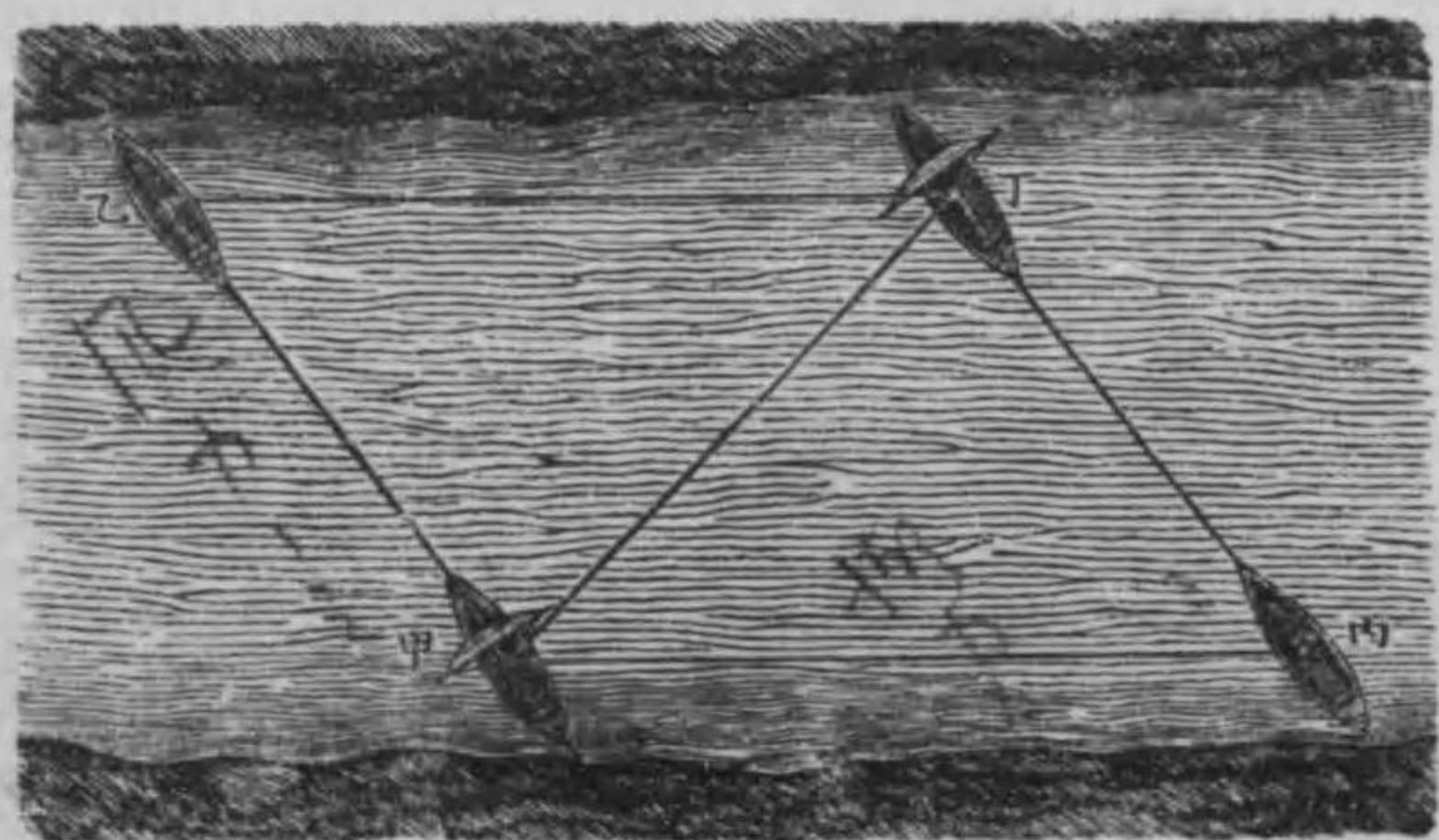
(二)カノ並行四角ノ定律。二カ互ニ或ル角度ヲナシテ一ノ實質點上ニ働クトキハ其**合成力**ハ強弱方向共ニ此二カヲ表スル直線ヲ以テ構成スベキ並行四角ノ對角線ニ等シ。

(I)解説。第五十一圖ニ示ス如ク二カ同時ニ一點〔甲〕ニ働キ、一カハ〔甲子〕ノ方向ニ、他ノ一カハ〔甲丑〕ノ方向ニ此點ヲ動かサントス。然ルニ此二カヲシテ各特別ニ働クヲ得セシムルトキハ其**一カ**ハ一定時間(例之バ一分間)ニ於テ〔甲〕ヨリ之ヲ〔乙〕ニ輸タシ、他ノ**一カ**

ハ同時内ニ於テ〔甲〕ヨリ〔丙〕ニ之ヲ送ルナルベシ、故ニ一分時ノ間同時ニ**二カ**ニ從ハジムレバ初分時間ニハ**第一カ**ノミヲ受ケ次分時ニハ**第二カ**ノミヲ受ケシムルト其結果同一ナリ、即チ**第一カ**ハ一分時ニ〔甲〕ヨリ乙ニ進マシメ茲ニ達スルヤ否ヤ乍チ其作用ヲ失フテ直チニ**第二カ**ニ譲リ、**第二カ**ハ之ヲ〔乙〕ヨリ〔丁〕ニ向テ進マシメ(即チ〔甲丙〕ト同等ニシ



圖一十五第



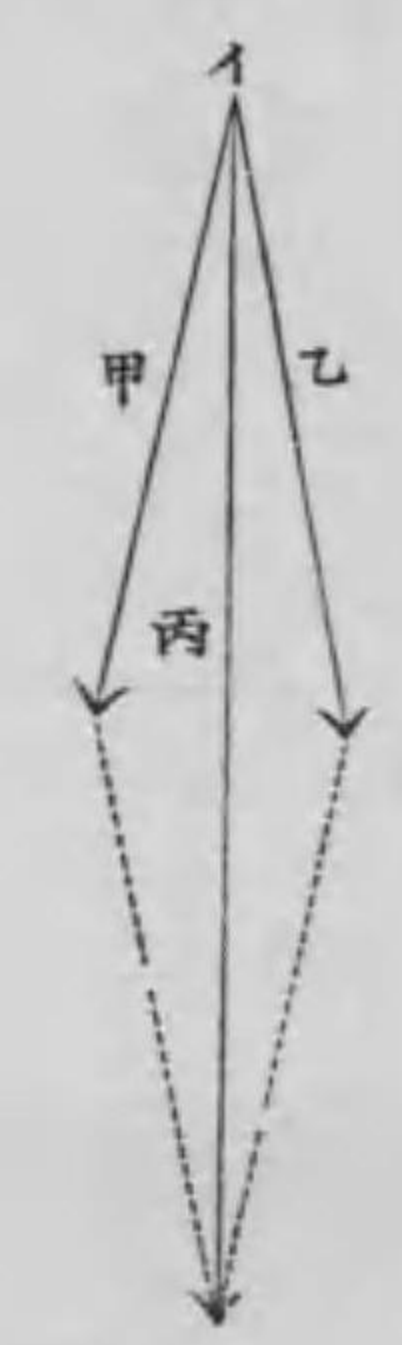
圖二十五第

テ且ツ並行ナルモノ) 第二分時ノ終ニ至テ全ク〔丁〕ニ達スルナラン。又初分時ニ〔甲丙〕ノ方向ヲ取リ次分時ニ〔丙丁〕ノ方向ニ進ミ該分時ノ終ニ至テ〔丁〕ニ達スルモ同様ナリ。然ラバ即チ同時ニ**二カ**ニ服從スルトキハ一分時ニシテ〔丁〕ニ到達スルヲ得ベキヤ必セリ。

風潮二カニ
依テ舟一定
ノ方向ニ進
行ス

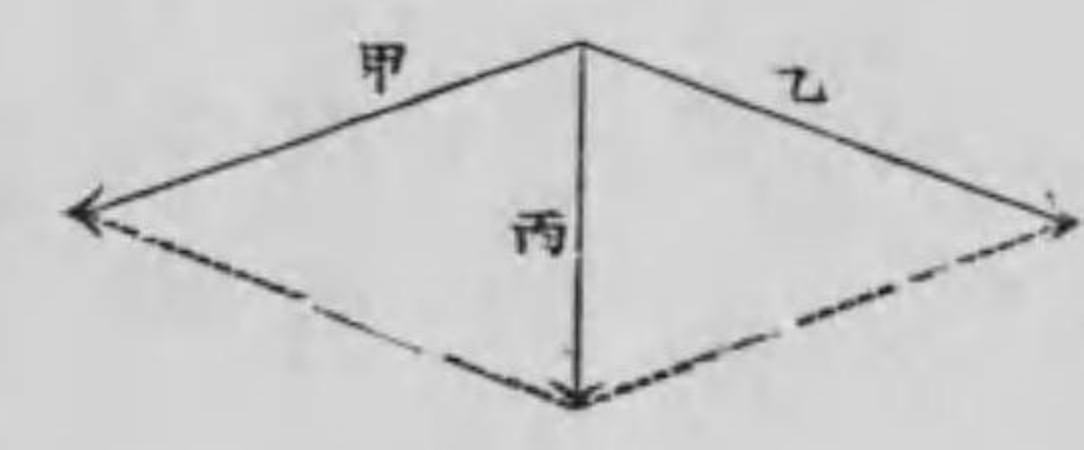
合成力ノ大
小ハ角度ニ
關ス

圖三十五第



(II) 實例。第五十二圖ノ如ク河岸ニ小船アリテ河ヲ渡ラントス、其際船ヲ進行セシムルハ風及潮流ノ二カアリ。若シ風力ノミニ由レバ一定時間ニ(例之バ四分ノ一時)〔甲〕ヨリ〔乙〕ニ進ムベク、又毫モ風力ナクシテ潮力ノミニ由レバ同時ニ〔甲〕ヨリ〔丙〕ニ進ムベシトスレバ同時ニ風潮ノ二カヲ受クルノ際四分ノ一時間ニ於テ〔丁〕ニ達スベキヤ固トヨリナリ。

圖四十五第



圖五十五第



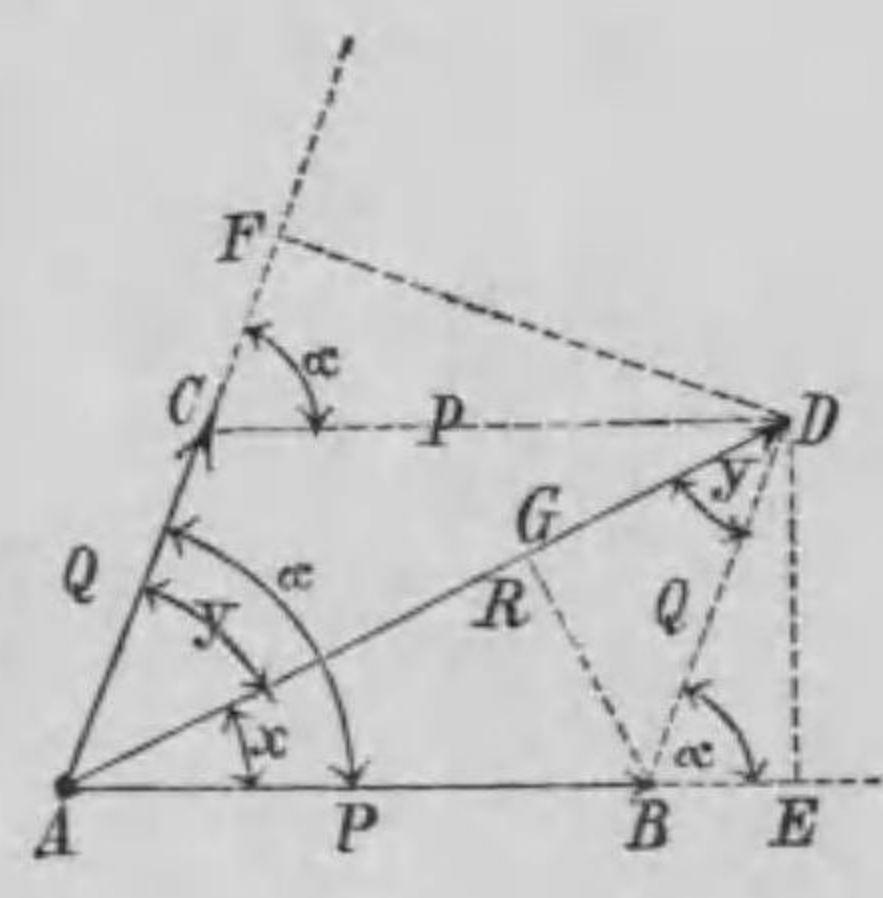
圖六十五第



成分力ハ前ニ均シキモ**合成力**ハ甚ダ小ナリ、故ニ二カノ角度全ク零ニ至レバ其合成力ハ二

(III) **合成力ノ大サ**。合成力ノ大サハ成分力ノ大サニ關スルヤ論ヲ待タズト雖トモ亦大ニ角度ニ關ス。角度愈、小ナレバ合成力愈、大ニ、角度愈、大ナレバ愈、小ナリ、例之バ第五十三圖ノ如ク〔甲〕〔乙〕二カ互ニ銳角ヲナシテ〔イ〕點ニ働クトキハ其**合成力**ハ〔丙〕ノ大サヲナスベシ。然ルニ第五十四圖ノ如ク鈍角ヲ成ストキハ

圖七十五第



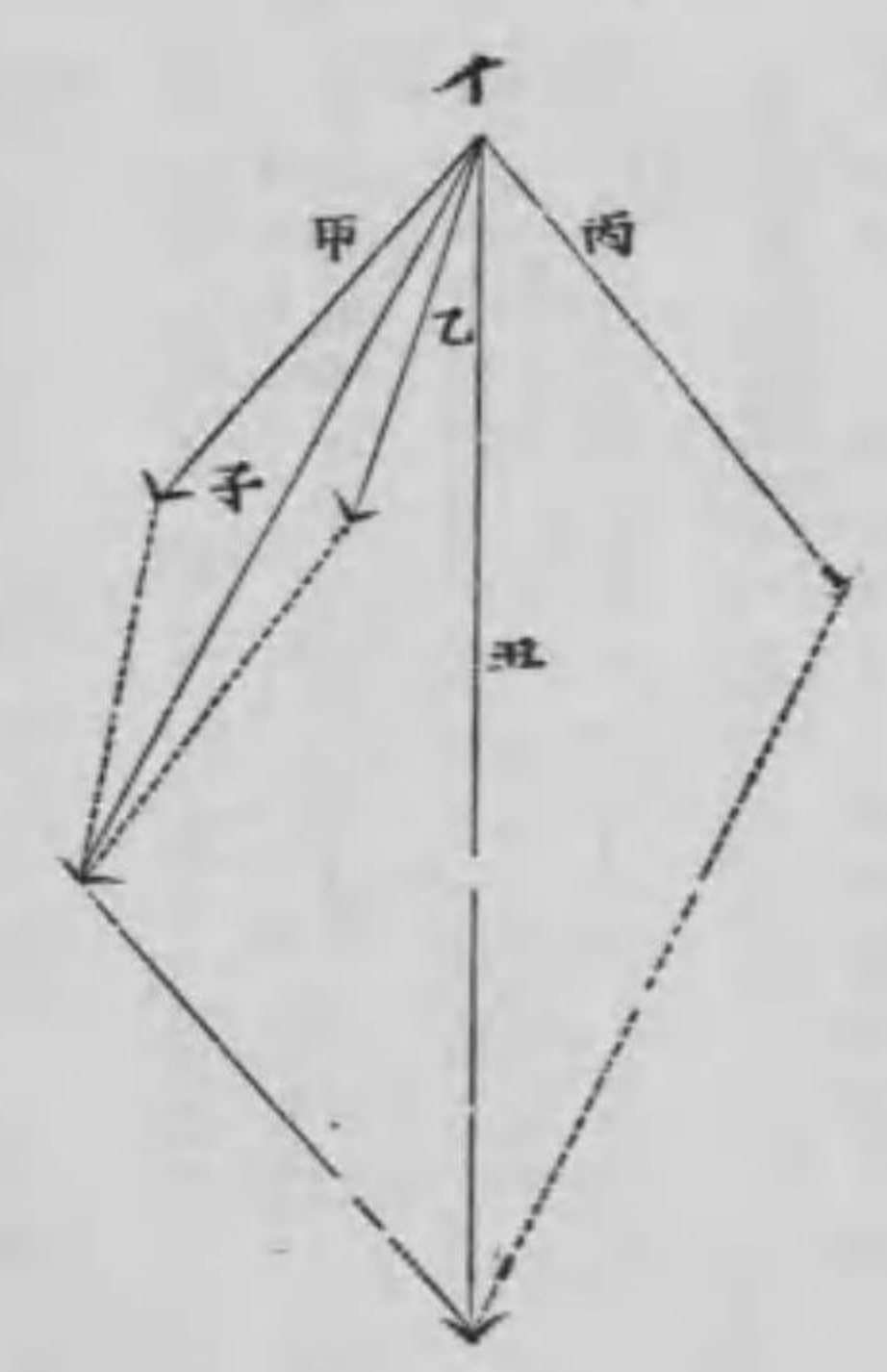
力ノ和ニ等シ、之ニ反シテ二カ百八十度ノ角ニ在リテ一直線ヲナストキハ**合成力**ハ二カノ差トナル、是故ニ二カ同等ナルノ際合成力ノ零トナルハ第五十五圖ニ示スガ如シ。又二カ百八十度ノ力(第五十六圖)ヲ成スノ時其力ハ二ノ強度ヲ有シ他ノ力ハ五ノ強度ヲ有スレバ其差ナル力ノ強度ヲ有スル**力**ヲ以テ進ムベシ。

又一般ニ其合成力ヲ示スニ(第五十七圖)Rヲ以テシ、其成分力ヲ示スニPトQトヲ以テシ、且ツABトACトノ間ニ爲ス所ノ角ヲ示スニαヲ以テスレバ左ノ數式ノ如シ。

$$R = \sqrt{P^2 + Q^2 + 2PQ \cos \alpha}$$

(IV) 二カ以上數力ノ場合。二カ以上數力ヨリ成レル所ノ**合成力**ヲ求ムルノ方法モ亦二カノ者ニ同一ナリ、例之バ第五十八圖ノ如ク〔甲〕〔乙〕〔丙〕ノ三方同時ニ〔イ〕

圖八十五第



三カ一點ニ
働クノ場合

角度カノ平均

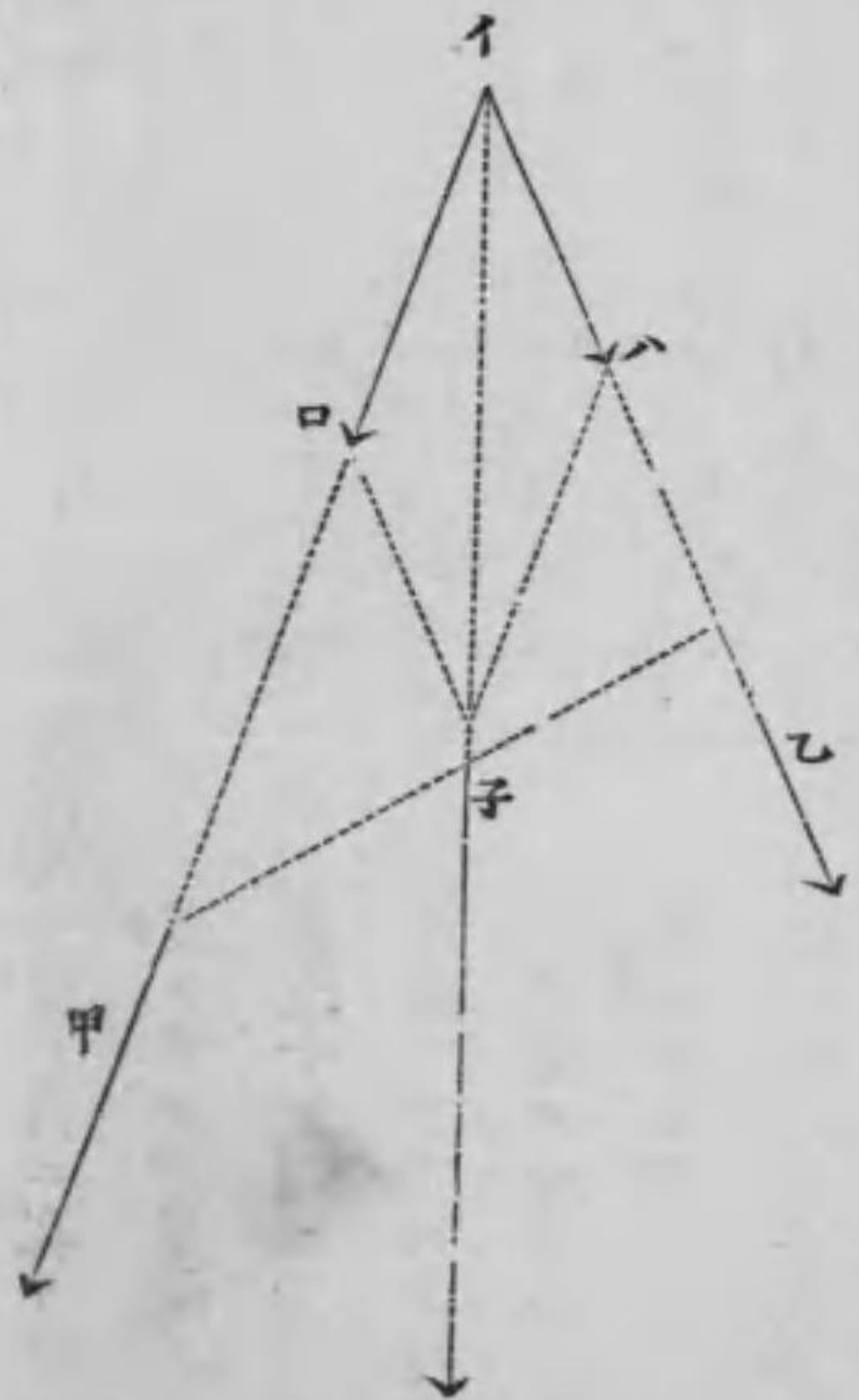
一物體ノ數
點ニ働クカ
ノ合成力ヲ
求ムルノ例

點ニ働クトキハ先ツ前ノ方法ニ由リテ其内ノ二カ(例之バ〔甲〕ト〔乙〕)ノ合成力〔子〕ヲ得、爾後更ニ其〔子〕ト〔丙〕トノ並行四角ヲ畫キ〔丑〕ナル對角線ヲ得ベシ、〔丑〕ハ即チ〔甲〕〔乙〕〔丙〕ノ全合成力ナリ。其他四カ、五カ已上同時ニ働クモノニカ、三カノ合成力ヲ得ルノ方法ヲ了解スレバ其結果ヲ得ルコト容易ナリ。

(V)結果。以上論述スル所ニ由テ之ヲ觀レバ二カ以上互ニ角度ヲナシ一點ニ向テ働クトキハ其效果合成力ノ大サニ比例ス、故ニ其合成力ト均等ノ強度ヲ有スル一カヲシテ其反對ノ方向ニ來ラシムルトキハ全成分力ト平均スベキヤ自ヅカラ明白ナリ。

(VI)數點ニ働ク角度力。凡ソカハ物體ノ一點ニノミ角度ヲナシテ働ク者ニアラズ、屢一體中數箇ノ點ニ働クコトアリ。今其合成力ヲ得ルノ法ヲ略述スベシ、即チ第五十九圖ノ如ク〔甲〕〔乙〕ノ二アリテ一物體ノ二點ニ働クノ際其合成力ヲ得ント欲セバ〔甲〕〔乙〕ヲ延長シテ相會合(例之バ〔イ〕點ニ)セシムベシ、蓋シ之

圖九十五第



ヲ延長スルニ拘ハラズ常ニ角度ニ變化ヲ生ズルコトナキノ理ナレバ其作用ニ於テモ毫末ノ差異ヲ生ズルコト無カルベキヲ以テナリ。茲ニ於テ〔甲〕ハ位ヲ〔イ〕ニ定メテ〔イロ〕トナリ〔乙〕モ亦〔イ〕ニ位シテ〔イハ〕トナリ、其強弱ハ前ノ二點ニ働クノ時ト異ナルコトナキヤ必セリ。故ニ今並行四角ヲ畫キ對角線ヲ設クレバ〔甲〕〔乙〕ニカノ合成力ヲ得ベキコト論ヲ待タズ、而シテ合成力ノ位置ヲ〔甲〕〔乙〕ヲ施シタル線ノ連結線上ニ變位セシムレバ其合成力ハ〔子〕點ニ來ルベシ。斯ノ如ク數多ノ力同時ニ數點ニ働クモノ一點ニ於ケルモノ、如ク順次ニ之ヲ集合スレバ遂ニ其合成力ヲ得ルニ至ルベキハ明白ナリ。

カノ分解

(三)カノ分解。

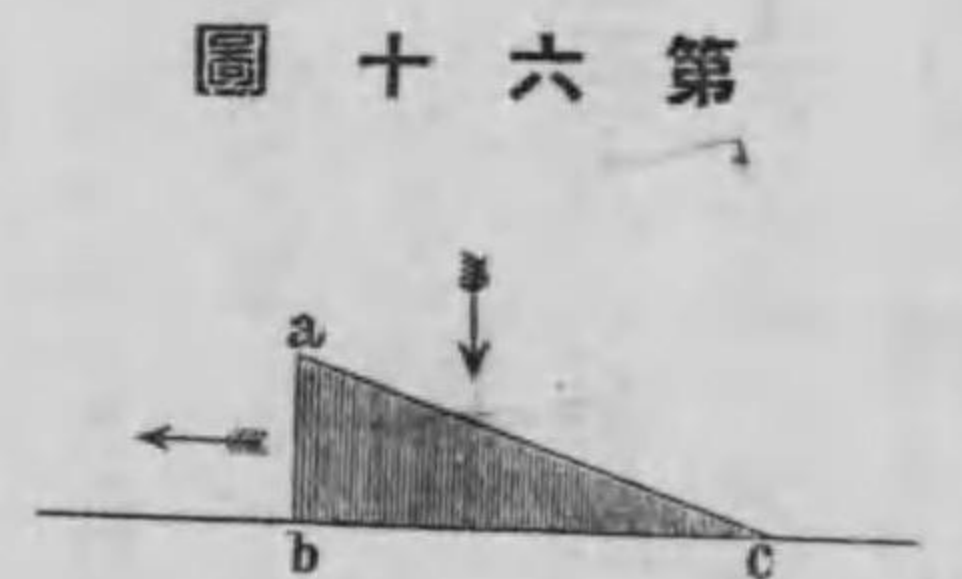
二箇ノ成分力ガ合成シテ單一ノ共同作用ヲ成功スル如ク其正反對トシテ單一ノカハ二カニ分解シ同時ニ二作用ヲ成功シ得ルモノナリ、即チ斜メニ働ク所ノ力ニ於テ其例ヲ見ルベシ。凡ソカハ或ル面ニシテ直角ニ會合スルトキノミ其全作用ヲ違ウスルヲ以テ吾人ハ唯物體ノ向チモ力ノ方向ヲモ變更シ能ハザルトキノミ、力ヲシテ斜メニ作用セシメトス、即チ吾人ハ其方向ヲ任意ニ變更シ能ハザル運動體(例之バ風)ニ由テ他ノ物體(例之バ船)ヲ運動セシメント企ツルモノナリ、此際力ヲ分解シテ成分

斜メニ働ク
所ノカハ一

部分作用シ
一部分ハ消
失ス

斜力分解ノ
實例

カトナシ此運動ト同一ノ方向ヲ取レルモノヲ求ムルトキハ即チ可動體ニ作
用スルノ部分ヲ得ベシ。



圖十六第

力ヲ分解ス

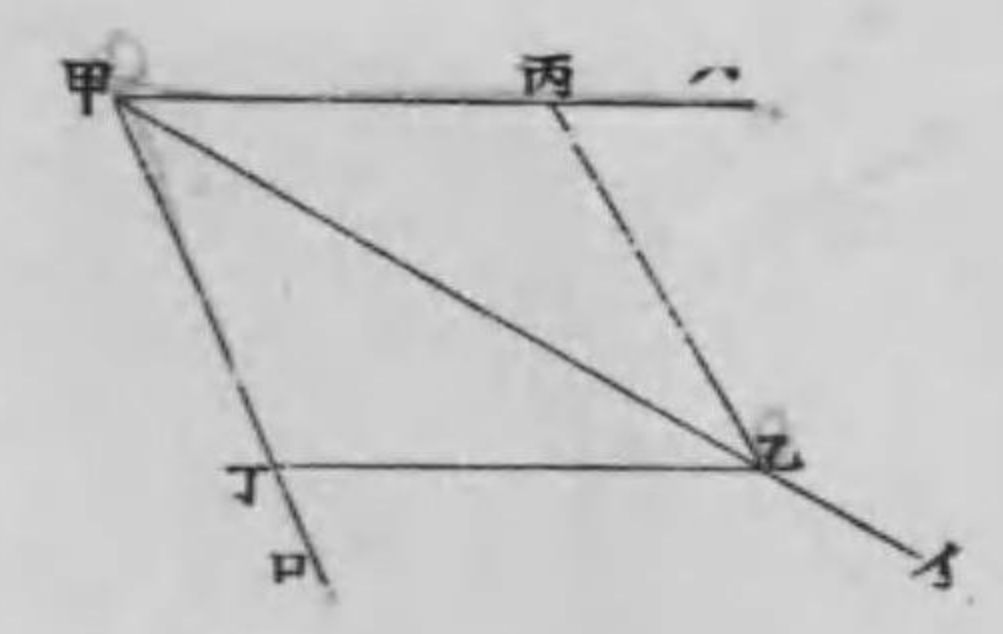
(A) 實例ニ由ル解説。造家匠ガ垂直ニ樹立セル重大ナル柱ヲ高メントスルトキ其柱下ニ
半楔(第六十圖ヲ見ヨ)ヲ打チ込ムハ普通ナリ。此際楔ヲ固保スル所ノ摩擦甚ダ微小ナルトキ
ハ楔ハ及部ヨリ脊部ノ方向ニ退飛スルコト稀ナラズ。斯ク楔ヲ後方ニ運
動セシムル作用ハ垂直ニabト並行シ箭ノ方向ニ於テ其上ニ壓スル柱ノ重量ハ楔
重量ノミニ歸スベシ。然ラバ即チ垂直ニ下方ニ働ク所ノ柱ノ重量ハ楔
ヲシテ水平ニ後方ニcbト並行ニ運動セシムルコト明ラカニシテ此現象
タルヤ其力ガ楔面上ニ斜角ヲナシテ會合スルニ由レリ。是故ニ斜メニ働
ク所ノ力ハ一物體ヲシテ自己ノ方向ト全ク異ナレル他ノ方向ニ運動セシ
ムルモノナリ、然レドモ楔ノ後退運動ハ左ノ重量ニ基因スル斜力ノ單一
作用ノミニアラズ尙ホ此斜力ハ同時ニ楔上ニ垂直ノ壓ヲ營爲ス。是ニ由テ之ヲ觀レバ斜メニ
働ク力ハ二般ノ作用ニ分カル、コト自ヅカラ明瞭ナリトス。

(B) 解法。或ル一力ヲ分解シテ一點上ニ任意ノ角度ヲナシテ働ク所ノ二成分力

同上ノ例

力ノ分解ニ
由ル所ノ運

圖一十六第



トナサントスルニハ、力ノ並行四角ニ關スル定律ヲ應用シ與ヘラレタル原力ノ大サト之ニ同
等ナル作用ヲ營爲スベキ**兩成分力**ノ大サ及方向ヲ確定スルヲ法トス。此際兩成分力ノ方向
ハ既明ナルヲ通例トスレバ唯其大サノミヲ搜索スルヲ要ス、而シテ其搜索ハ作圖ト算數ト二
法ヲ以テスルコトヲ得。

(イ) 作圖ニ據ルノ法。一力ヲ示ス所ノ線ノ長サヲ**對角線**トシテ有スベキ並行四角ヲ畫ケ
バ其二線ハ即チ**二成分力**ナリ、第六十一圖ニ示ス所ノ〔甲乙〕ハ
〔甲丙〕及〔甲丁〕ニ由テ其方向ヲ與ヘラレタル**二成分力**ニ分解
セラルベキ一力ノ方向及其大サナリトスレバ上記ノ方法ヲ應用シ
テ〔甲丙乙丁〕ナル並行四角ヲ畫ケバ其〔甲丙〕及〔甲丁〕ハ搜索シタ
ル成分力ナリ。

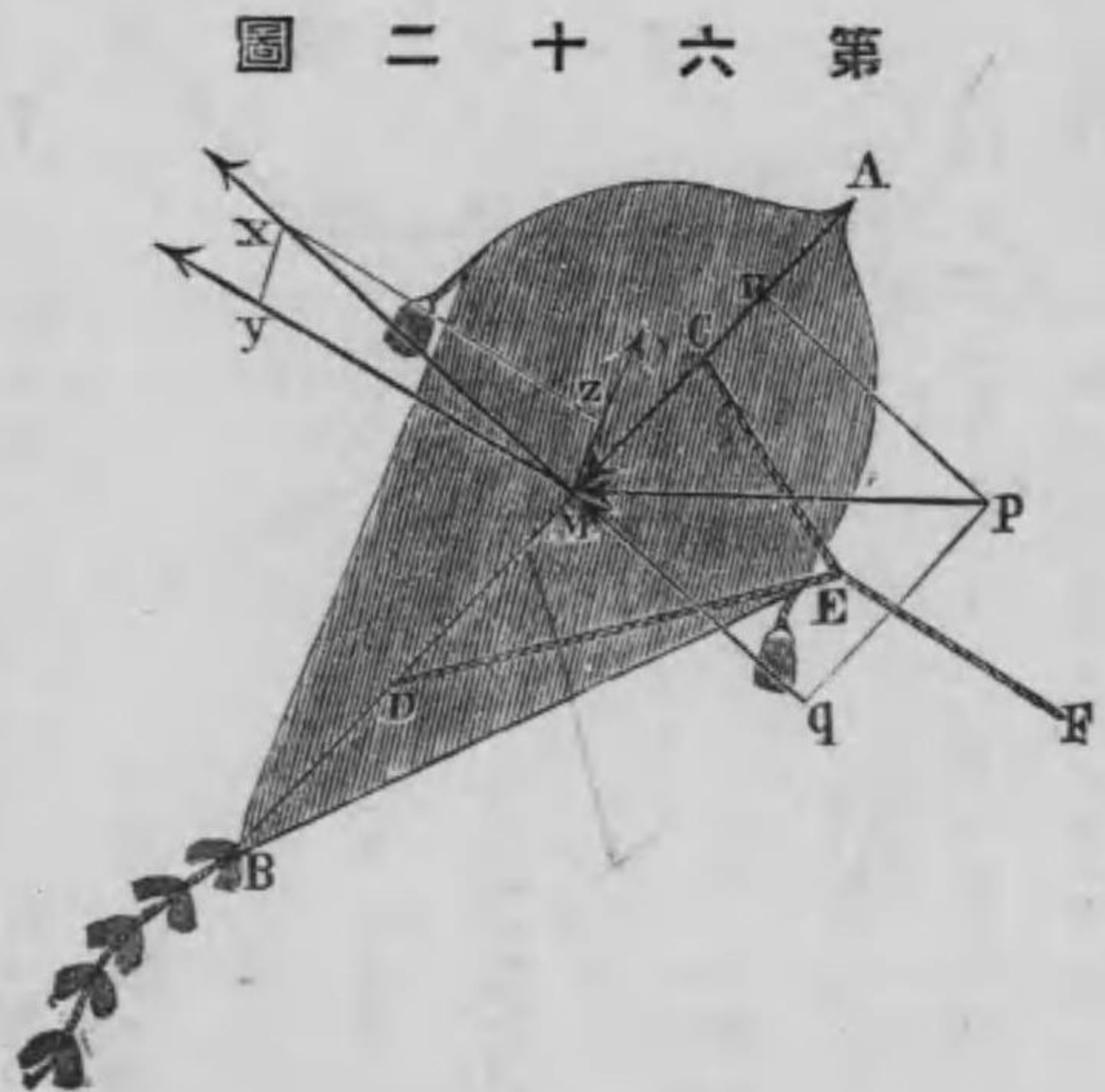
(ロ) 算數ニ據ルノ法。已ニ前ニ第五十七圖ヲ以テ示シタル所ニ
據レバ左ノ如シ。

$DE = R \cdot \sin x, DE = Q \cdot \sin a$ 故ニ $Q \cdot \sin a = R \cdot \sin x$ 依テ $Q = \frac{R \cdot \sin x}{\sin a}$

又 $DF = R \cdot \sin y, DF = P \cdot \sin a$ 故ニ $P \cdot \sin a = R \cdot \sin y$ ナリ、依テ $P = \frac{R \cdot \sin y}{\sin a}$

(C) 力ノ分解ニ由ル運動ノ實例。(I) 風ノ水平運動ニ由ル紙鳶ノ上昇。第六十二

動ノ實例第一 (紙鳶ノ登昇)

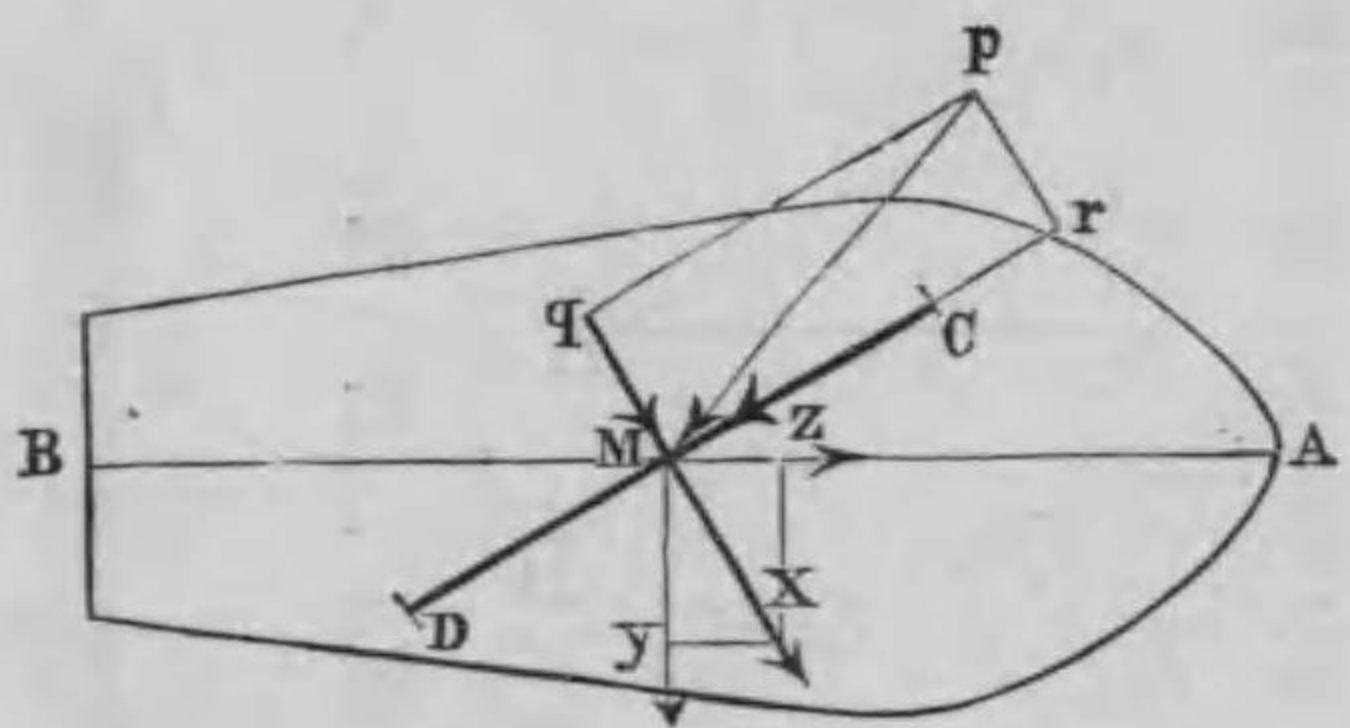


圖ニ示ス所ノABハED及ECナル二絲ニ由テ一絲(EF)ニ繋ガレタル紙鳶ナリ。今運動スル所ノ

空氣小部分ガ紙鳶ノ一點(M)ニ於テ斜メニPMノ速度ヲ以テ會合スルトキハ二成分ニ分解セラ、其一ハqMニシテ紙鳶ノ面ニ對シテ垂直ナル、他ノ一ハ其面ニ並行スルrMナリ、是故ニ其rMハABナル面ニ沿フテ運動シ消失スレドモqMナル成分ハ之ニ反シ面ヲ透過セント勉ムルヲ以テ其抵抗ニ由テ平均セラル、ノ理ナルニ由リ紙鳶ハ茲ニ留止スベキナリ。然レドモqM即チMxニ由テ之ヲ壓シ、其壓ハEFナル絲ト並行ノMyト之ニ直角ニ立ツ所ノMzトニ分解セラル、故ニMyハ絲

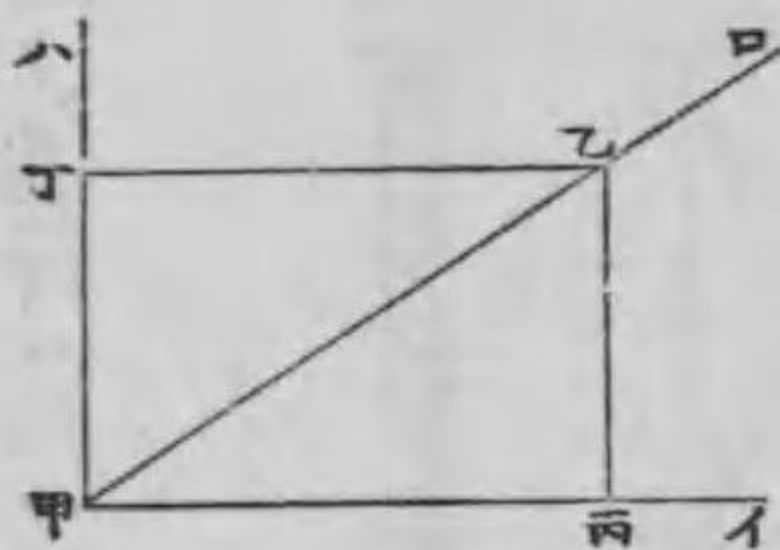
同上ノ實例第二 (側方ノ風ニ因スル船ノ前進)

圖三十六第



同上ノ實例第三 (曳船ノ進行)

圖四十六第



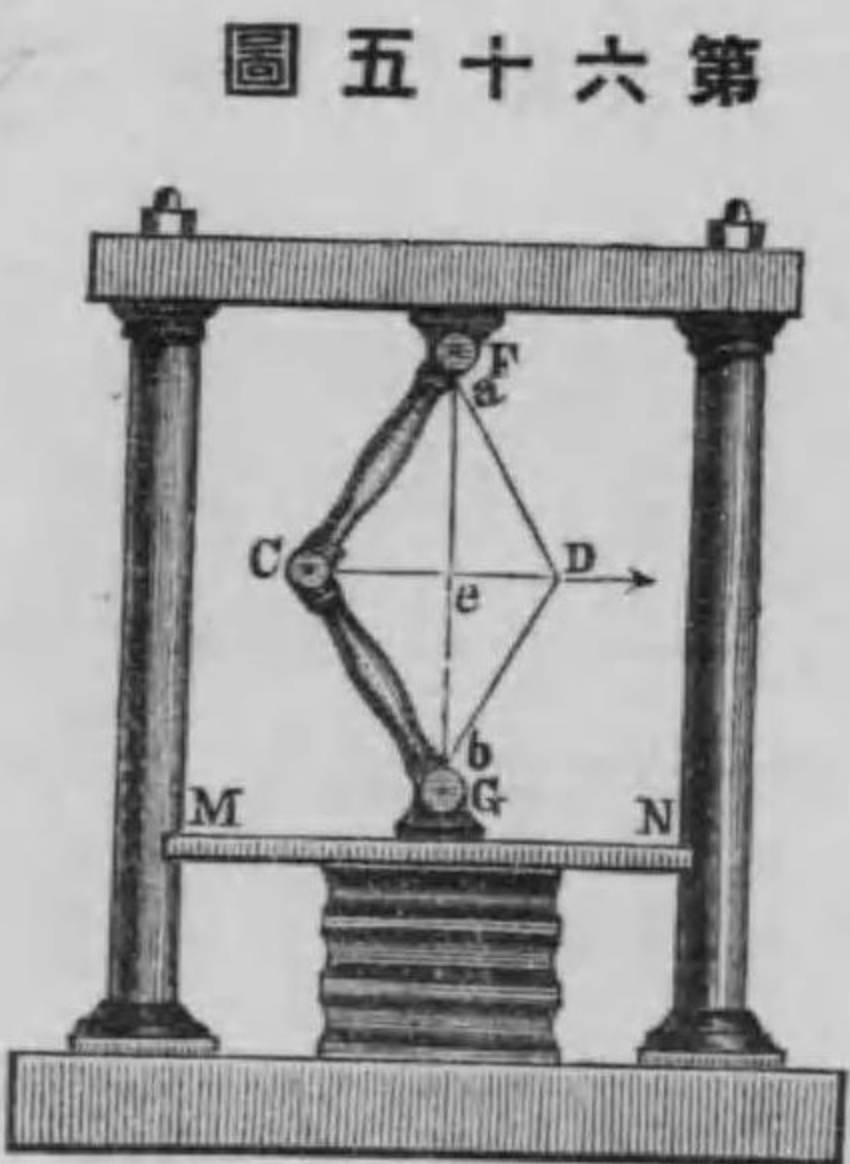
ヲ緊張スルノミニシテ他ニ運動ヲ起スコト能ハザルベシ。Mzハ絲ニ對シテ直角ノ方向ニ紙鳶ヲ運動セシメ其重サト絲ノ重サトニ平均ヲ得ルニ至ラシメ風力ニ變化ヲ生ゼザル間ハ茲ニ留止ス、紙鳶ニ附シタル尾繩ハ絲ニ對シテ上記ノ位置ニ之ヲ固保スルノ用ヲナス。

角ヲナシ帆布(CD)ニ會合スルヲ以テ帆面ニ並行シテ作用ナキrMト之ニ直角ヲナシテ帆面ヲ壓シ以テ作用ヲ營爲スル所ノqMトノ二成分力ニ分解ス。然レドモ此qMハ船ノ長サ(AB)ニ會合スルコト亦斜メナルガ故ニ船ノ前進運動ニ對シテハ其全部作用スルニ非ズ只一部ノミ働クモノナリ。今其大サヲ發見セント欲セバ更ニ之ヲMxトシMzトMyトノ二成分力ニ分解スベシ、然ルトキ

ハ其前者ハ艦軸ノ方向ニ働キ船ヲ前進セシメントシ後者ハ其方向ニ直角ナルヲ以テ之ヲ側方ニ壓ス、蓋シ側方ニ於ケル水ノ抵抗ハ前方ニ於ケルヨリモ遙カニ大ナルヲ以テ船ハMzナル壓力ニ隨テ運動スレバナリ。

(3) 牽船ノ進行。第六十四圖ノ〔甲イ〕ヲ河流ノ方向トシ、而シテ茲ニ小舟ヲ泛ベ岸上ニ進行スル所ノ馬ヲシテ〔ロ甲〕ノ方向ニ之ヲ牽カシム、然レドモ其舟ハ進行スルコト能ハズ却テ河岸ニ衝突スルナラン。故ニ舟夫ハ〔甲ハ〕ノ方向ニ反セル或ル力ヲ加ヘテ其衝突ヲ避ケント勉ムベシ、然ラバ即チ馬ノ全力ヲ擧ゲ

テ船ノ進行ニ供スルニアラズ唯其力ノ一部分ヲ以テ之ヲ前進セシムルノミ。故ニ今其馬力

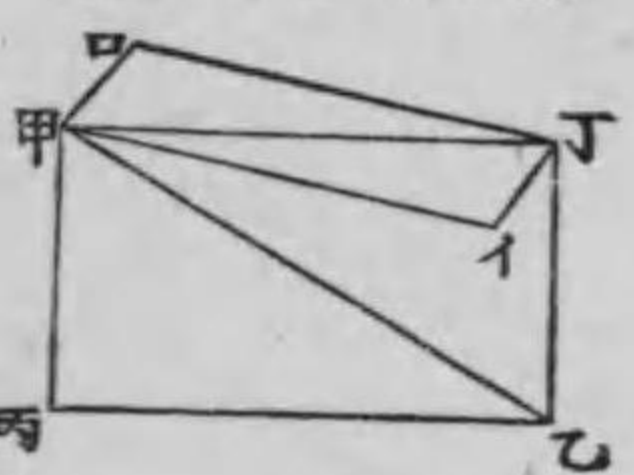


圖五十六第

引スル車體ノ如キ、汽機ノ吸子杆ノ如キ皆是レナリ。

中ニ就テ進メントスル部分ノ大サヲ知ランガ爲メニ馬力ヲ〔甲乙〕ノ大サトシ、〔甲イ〕ニ對シ〔乙丁〕ノ線ヲ引キ、〔甲ハ〕ニ對スルニ〔乙丙〕ヲ以テシテ之ヲ分解スベシ。〔甲丙〕ハ即チ舟ヲ進行セシムル力ノ大サニシテ〔甲丁〕ハ衝突ヲ防ガンガ爲メニ舟夫ノ努ムル力ノ大サナリトス。其他力ノ分解ニ歸スルモノニ數多アリ即チ關節壓搾器(第六十五圖)ノ如キ、鐵道馬車ノ線路外ニ在リテ馬ノ牽

圖六十六第



ト素ヨリ難カラズトス。

(D)ニカ以上ニ於ケル一カノ分解。一カヲシテニカ以上ニ分解セシムルモノニカニ分ツノ理ニ因リテ之ヲ擴充スレバ其了解ヲ得ルコト容易ナリ。第六十六圖ノ如ク〔甲乙〕ナル一カアリ、之ヲ分解シテ〔甲丙〕及〔甲丁〕ノ二カトナシ、猶ホ其一方例之バ〔甲丁〕ヲ分チテ〔甲イ〕及〔甲ロ〕トスレバ已ニ三カトナルベシ。斯ノ如クシテ次ヲ逐ヘバ多數ノ力ニ分ツコ

並行力ノ合成

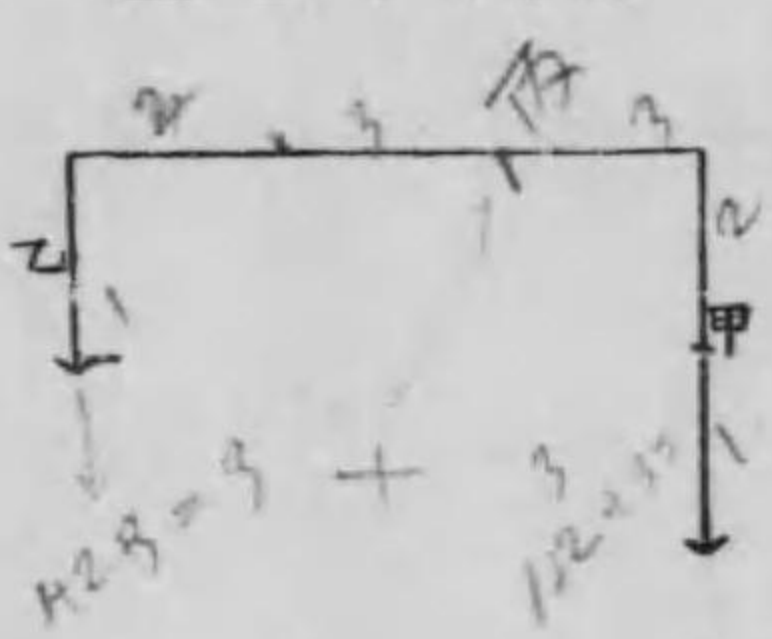
同一ノ方向ニ働ク並行ニ力ノ和及其位點ヲ得ルノ法

二箇ノ補助力ヲ與フルノ法

合成力ノ位點ノ檢出

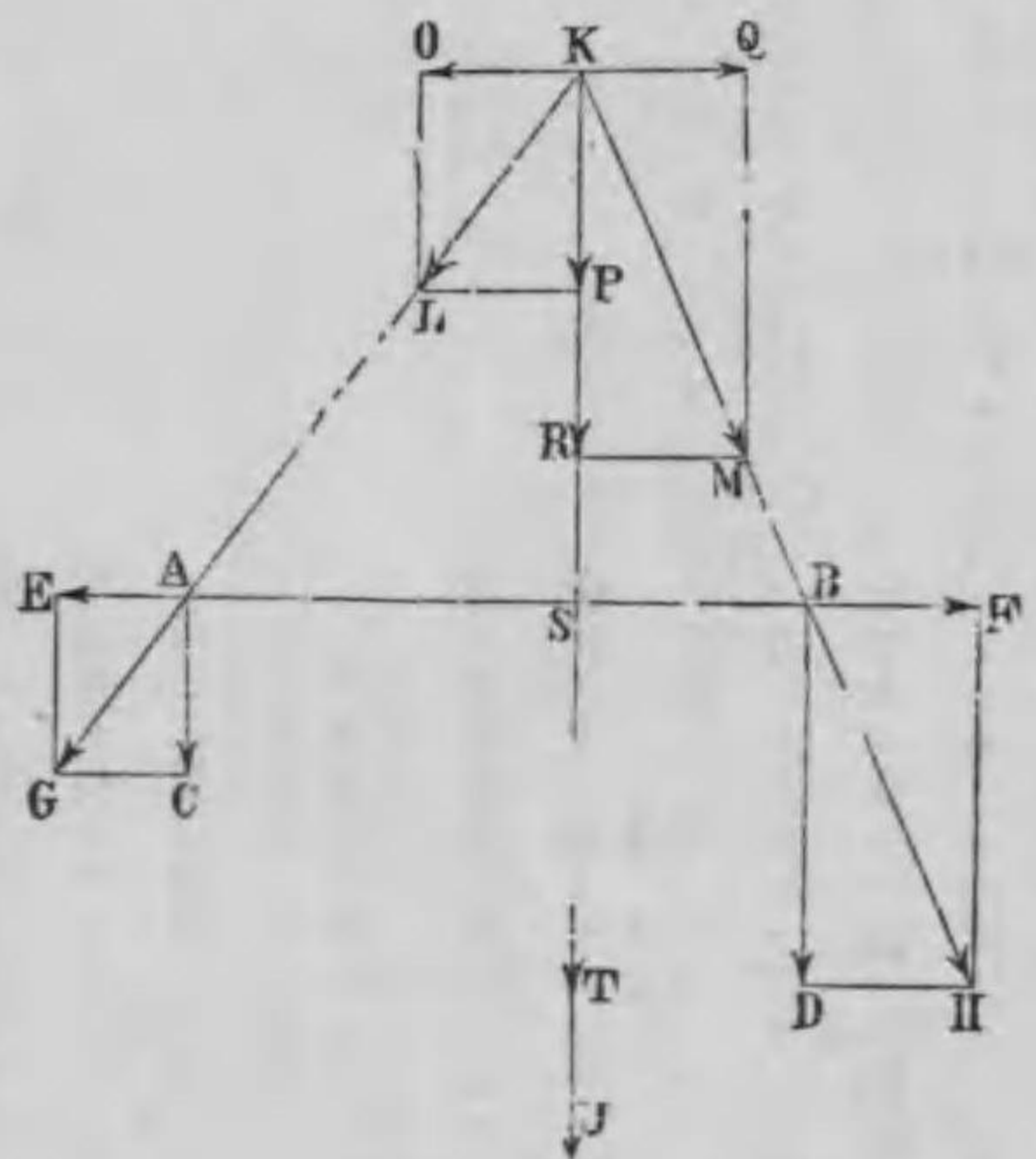
(四)並行力ノ合成。物體ノ二異點ニ働ク所ノ二力互ニ並行スルトキハ其合成力ハ二力ノ和ニ等シ、而シテ合成力ノ作用點ハ二原力ノ作用點ノ間ニ於ケル距離ヲ分チテ其二力ノ大サニ反比例セシム、例之バ第六十七圖ニ示ス所ノ〔甲乙〕ナル二力ノ合成力ノ作用點ハ〔丙〕ニ在ルガ如シ。

圖七十六第



(1) 同方向ヲ取レル並行力ノ合成力ノ作用點。第六十八圖ニ據テ本文ノ理由チ詳カニセントス、即チA及Bノ二點ニAC及BDノ並行ニ力アリ。今此二力ヲ示ス所ノ線ヲ延長スレト雖ドモ首尾相合フコトナク、上文一點ニ働ク力ノ合成ニ於テ論述セシ理由ニ基ヅキ並行四角ヲ得ルコト能ハズ、依テ更ニ此二力ニ對シテ各直角ヲ爲シ交互反對ノ方向ヲ取リテ働ク所ノ二箇ノ力即チAE及BFヲ作り並行四角ヲ得ルノ補助トナスベシ。但シ其二力ノ大サハ均一ニシテ其方向ハ互ニ相反スルガ故ニAC及BDナル二力ノ作用ニ於テハ毫末ノ差異ヲ生ズレコトナシ、只並行四角ヲ得ルノ補助タルノミ。今其介助ニ因リAC及BDニ就キテ各々並行四角ヲ以テ其對角線AG及BHヲ得ベシ。次ニ上文第五十九圖ノ理ニ因リ第二條ノ對角線ヲ延ビ會合スルニ至ラシムルトキハK點ハ即チ兩力ノ位點所ニシテKLハAGノ大サ、KMハBDノ大サ、KLハACノ大サ、KMハBDノ大サトナシ、KMハBDノ大サトナセバKOノ二力ハ均一ノ大サニシテ且ツ其力ノ方向ハ均一ニシテ働ク者ト看做スベキナリ。茲ニ其二力ハAC及BDノ和ニ等カノ合成力タルヲ確實ナリ。今二力ノ位點處ヲS點即チA點及B點ヲ連續スル線中ニ在ル一點ニ轉移セシムレBDニ代フルニST及TUノ力ヲ以テセシモノト認取スルモ可ナリ、故ニSTUハ一直線ナルヲ以テ二力ノ和ニ等キ合成チ容レズ。斯ノ如クシテ得ル所ノ合成力ノ位點ヲ考察スレバ其點ノ原力ヲ距ルヤ必ズ原力ノ大サニ倒比スベシ、

圖八十六第



二倍スルトスレバS點ノA點ヲ距離コトB點ニ倍ス。是故ニ其合成力ノ位點ハ原力ト距離ト相乘シテ均一ノ數ヲ得ベキ所ノ一點ニ在リト云フモ同一理ナリ、依テ合成力ノ位點ハ成分力同等ナレバ中央ニ在リ、成分力不等ナレバ必ズ大ナルノ位置ニ偏倚ス、今其LP及MRハABニ並行スルニ由リ各二箇三角ハ相似形ナシテ左ノ比例式ヲ得、
 $AS : SK = IP : PK, \quad BS : SK = MR : PK$
 而シテLPハMRニ等シキガ故ニ、 $AS \cdot PK = BS \cdot MR$
 今ACヲPトシBDヲQトシASヲ示スニPヲ以テシ、BSヲ表スルニqヲ以テスレバ即チ $p : q = Q : P$
 故ニ $p \cdot P = q \cdot Q$
 是ニ由テ之ヲ觀レバ合成力ノ位點ト成分原力トノ距離ハ原力ヲ反對ノ方向ニ施ストキハ兩力平均シテ作用ヲ生

ノ大サニ倒比スルノ理果シテ明ラカナリ。今若シ其合成力ニ同大ナル力ヲ反對ノ方向ニ施ストキハ兩力平均シテ作用ヲ生ズルコトナシ、是故ニAC及BDノ二力ヲ合成セザルモ其合成力ノ來ルベキ點ニ當リテ **兩力ニ等シキ力ヲ反對ノ方向ニ施セバ其平均ヲ得ルヤ必然ナリ。**

(2) 反對ノ方向ヲ取レル並行力ノ合成力ノ作用點。第六十九圖ニ示ス如クAC及BDナル二箇ノ並行力反對ノ方向ニ働クノ際其合成力ヲ得ルハ前文ニ記スル所ト同一ノ理ニ基テクモノニシテ先少AG及BHナル補助力ヲ作り並行四角ヲ畫キ其對角線ヲ得テ之ヲ延長シK點ニ會合セシム、茲ニ於テAG及BHハ互ニ角度ヲナス所ノ力ニ變ズ。今前法ノ如ク其各箇ヲ分解シ、BHニ等シキ所ノKMヲKRKSノ二力トナシAGニ等シキ所ノKLヲKOノ二力トスレバKRKOハ同大ナル力故ニ互ニ相平均シ、KNKSナル兩力ノ差ノミ其作用ヲ遲ウスルモノトス。其差ノ大サヲT點ニ移セバAB點ト同一直線中ニ在リテACBDノ合成力ノ位

點トナルナリ。前圖ノ如ク數式ニ由テ之ヲ説明スレバ即チ

$BT : TK = MS : SK,$

$AT : TK = AE : EG$

ニシテAEハMSニ等シ。故ニ

$BT \cdot SK = AT \cdot EG$ (蓋シEGハACニ均シ)

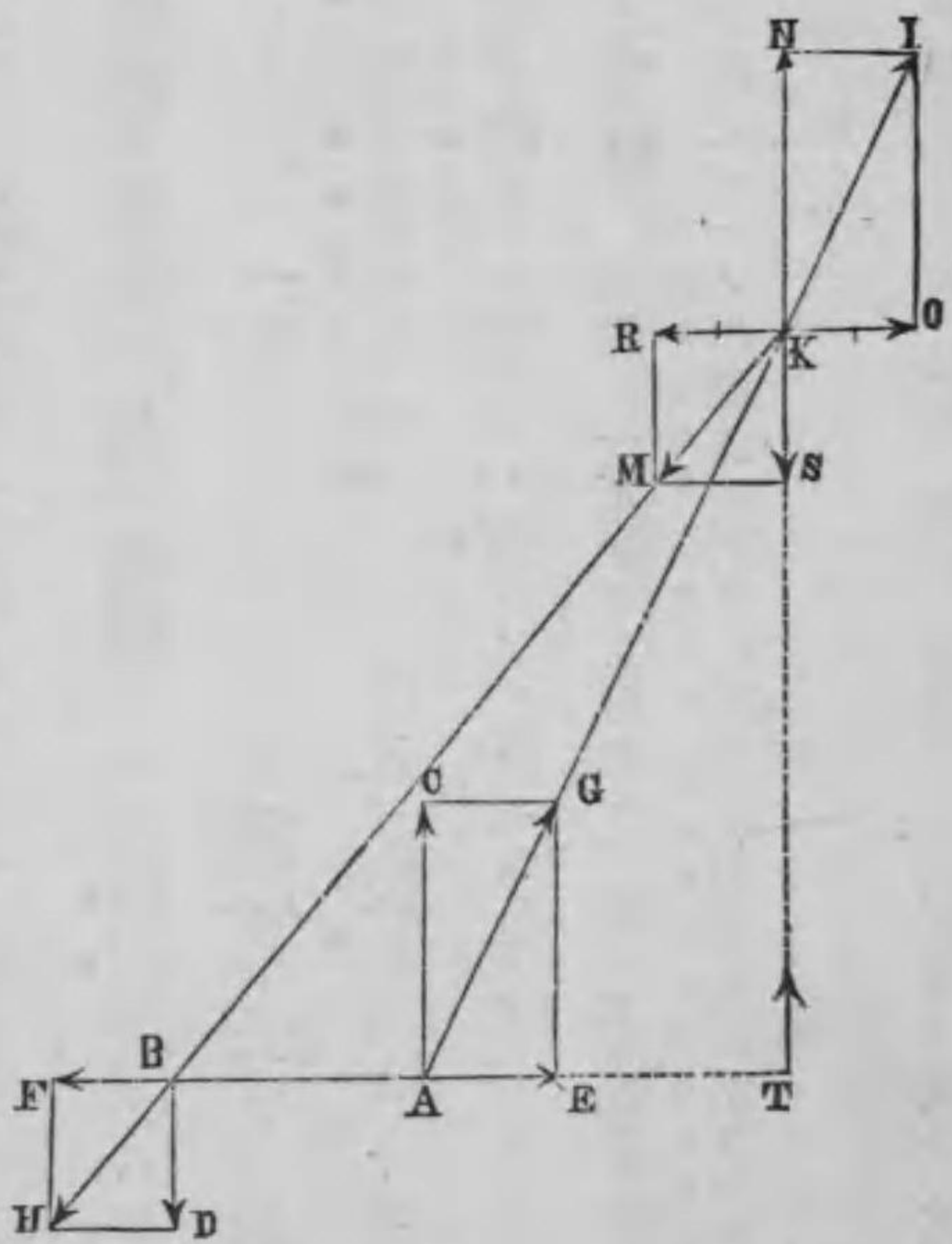
今BDヲPトシEG即チACヲQトシBTヲ示ス

ニPヲ以テシATヲ表スルニqヲ以テスレ

バ、即チ $p : q = Q : P$

故ニ $p \cdot P = q \cdot Q$

圖九十六第



(五) 偶力。二箇ノ同大ナル並行力互ニ反對ノ方向ニ於テ一異點ニ働ク場合ニ於テハ決シテ其合成力ヲ得ルコト能ハズ寧ろ廻旋動ヲナスモノトス、斯ノ如キ力ヲ名ヅケテ偶力ト云フ。

(六) 並行力ノ中心。並行力若シ數多ナルトキハ其合成力ノ作用點ヲ名ヅケテ並行力ノ中心ト云フ、而シテ此中心ハ左ノ二般ノ性質ヲ有ス。

偶力
並行力ノ中心

(第一) 並行力ノ中心ニ於テ其和ニ等シキ一力ヲ施ストキハ其力ハ總成分力ト同等ノ效果ヲ有ス。

(第二) 並行力ノ中心ニ其合成力ニ均シクシテ反對ノ方向ヲ取レル一力ヲ施ストキハ總成分力ハ之ガ爲メニ均消ス。

第三節 重心。

重心ノ定義

(一) 定義及性質。凡ソ物體ニハ其轉倒若クハ落下セザランガ爲メニ之ヲ支持スベキ所ノ一點アリ、名ヅケテ**重心**ト云フ。即チ此一點ハ物體全重ノ集合點ト考想シ得ベキモノニシテ之ヲ支持スルトキハ物體ハ安止シ、否ラザルトキハ忽チ轉倒シ若クハ落下スルモノナリ。

重心基因ノ説明

(I) 實驗。物體ノ一定點ヲ支持スレバ能ク其全體ヲ支ハ得ルハ日常吾人ノ經驗セル所ニシテ、例之バ一ノ指端上ニ於ケル杖・一ノ鍼尖上ニ於ケル各形ノ金屬板・一ノ指端上ニ於ケル皿鉢等ノ如シ。

(II) 基因。抑、物體ハ物質小部分ノ一定數ヨリ成リ、其小部分ノ各箇上ニハ重力ノ作用アリ



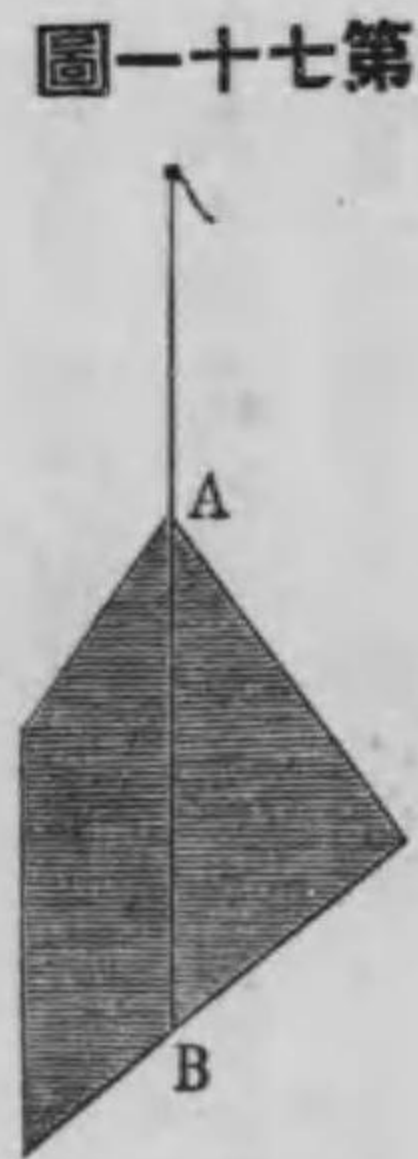
圖十七第

就テ論述セシガ如クナレバナリ。

テ之ヲ**地球ノ中心**ニ向テ牽引ス。此引力ノ方向ハ一箇ノ物體ニ於テハ互ニ相分離スルコト甚ダ僅少ナルヲ以テ之ヲ並行ト看做シ得ベシ、是故ニ各物體ハ**並行力**ノ一列ニ由テ地球ニ向テ牽引セラル、コト恰モ第七十圖ニ示ス状態ノ如クナルベシ。斯ノ如キ總並行重力ノ合成力ハ即チ**重サ**ニシテ其作用點(並行力ノ中心)ハ即チ**物體ノ重心**ナルヲ以テ其全重茲ニ集合シテ存セリト考想シ得ベケレバナリ。故ニ其重心若シ支持セラル、トキハ即チ各物體ハ安止ノ状態ニ在ルコト必然ナリ、如何トナレバ總重力ノ中心ニ於テ其**合成力**ニ均等ニシテ反對ノ方向ヲ取レル力ヲ施セバ總重力ノ相平均セザルヲ得ザルコト已ニ前節ノ並行力

(二) **重心ノ確定法**。重心ヲ確定スルニハ左ノ二法アリ。

重心確定ノ二法
實驗上ノ重心確定法



圖一十七第



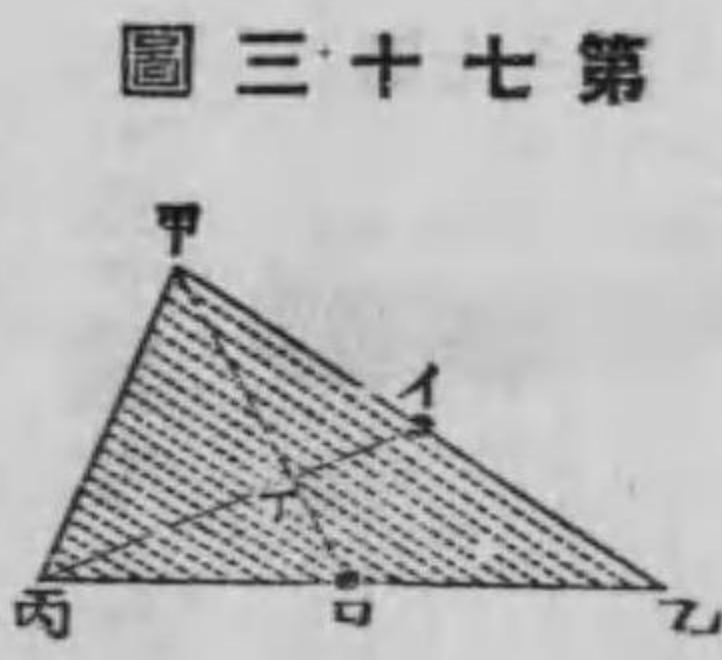
圖二十七第

(A) **實驗上ノ確定法**。實驗上或ル物體ノ重心ヲ搜索セント欲スレバ先ツ其物體ノ一點(例之バ第七十一圖

理論上ノ重心確定法

ノ(A)或ハ(B)ヲ一絲ニ繋ギテ懸垂シ、然ル後チ他ノ一點(例之バ第七十二圖ノ(丙)或ハ(丁))ニ於テ更ニ同様ノ方法ヲ施スベシ、蓋シ物體若シ安止シタルトキハ每回重心ハ延長シタル線ノ方向中ニ在ルヲ以テ兩延長線ノ交叉點ハ物體ノ重心ナラザルヲ得ザレバナリ。(B)理論上ノ確定法。幾何學上ノ觀察ニ據テ重心ヲ確定シ得ルコト左ノ例ニ由テ示スガ如シ。

- (1) 直杆ノ重心ハ其截半點ニ在リ。
- (2) 三角板ノ重心ハ其中線ノ交叉點ニ在リ。



中線トハ何ゾ、中線トハ三角板ノ一邊(例之バ第七十三圖)ニ於ケル(甲乙)ノ正中(イ)ヨリ相對シタル角即チ(丙)ニ向テ引キタル直線ナリ、故ニ(乙丙)ノ正中(ロ)ヨリ(甲)ニ引キタルモノモ亦中線ニシテ其二線ノ交叉點(丁)ハ即チ重心ナリ。今此點ノ果シテ重心ナル所以ノ理ヲ明カニセントスルニハ先ヅ(甲乙)ナル一邊ニ並行セル許多ノ直線ヲ引キ此三角面ヲ微細ニ截分シタリト假想スレバ其三角ノ重心ハ必ズ(イ丙)ノ線中ニ在リ、蓋シ(イ丙)ノ線ハ幾何學上此並行諸線ヲ中斷スル性質ノ者ナルガ故ニ其並行諸線ノ重心ハ皆各線ノ正中即チ(イ丙)ト交會スルノ點ニ在レバナリ。又(乙丙)ニ並行線ヲ引クコト(甲乙)ニ於ケルガ如クスレバ各線ノ重心(甲ロ)中ニ在ルコト自カラ明瞭ナリ故ニ(甲ロ)(丙イ)ノ二線相會フノ點即チ三角板ノ重心タルヲ必セリ。

- (3) 並行四角ノ重心ハ對角線ノ交叉點ニ在リ。
- (4) 稜柱體ノ重心ハ兩底面ノ重心ヲ連續スル直線ノ截半點ニ在リ。

物體安止ノ差別

(5) 圓柱體ノ重心ハ軸ノ截半點ニ在リ。
 (6) 軸ノ重心ハ其中心ニアリ又球體ノ重心モ亦其球心ニアリ。
 (三) 平均及安止ノ差別。凡ソ物體ハ其重心ノ支持セラル、トキハ能ク安止スルコト上文既ニ記スルガ如シ、而シテ其支持ハ二般ノ方法ニ於テ成ル即チ物體ハ單ニ一點ニ於テノミ支持セラル、カ或ハ數多ノ點ニ於テ支持セラ、(即チ支持面)ニ由リテ安止スルモノトス。

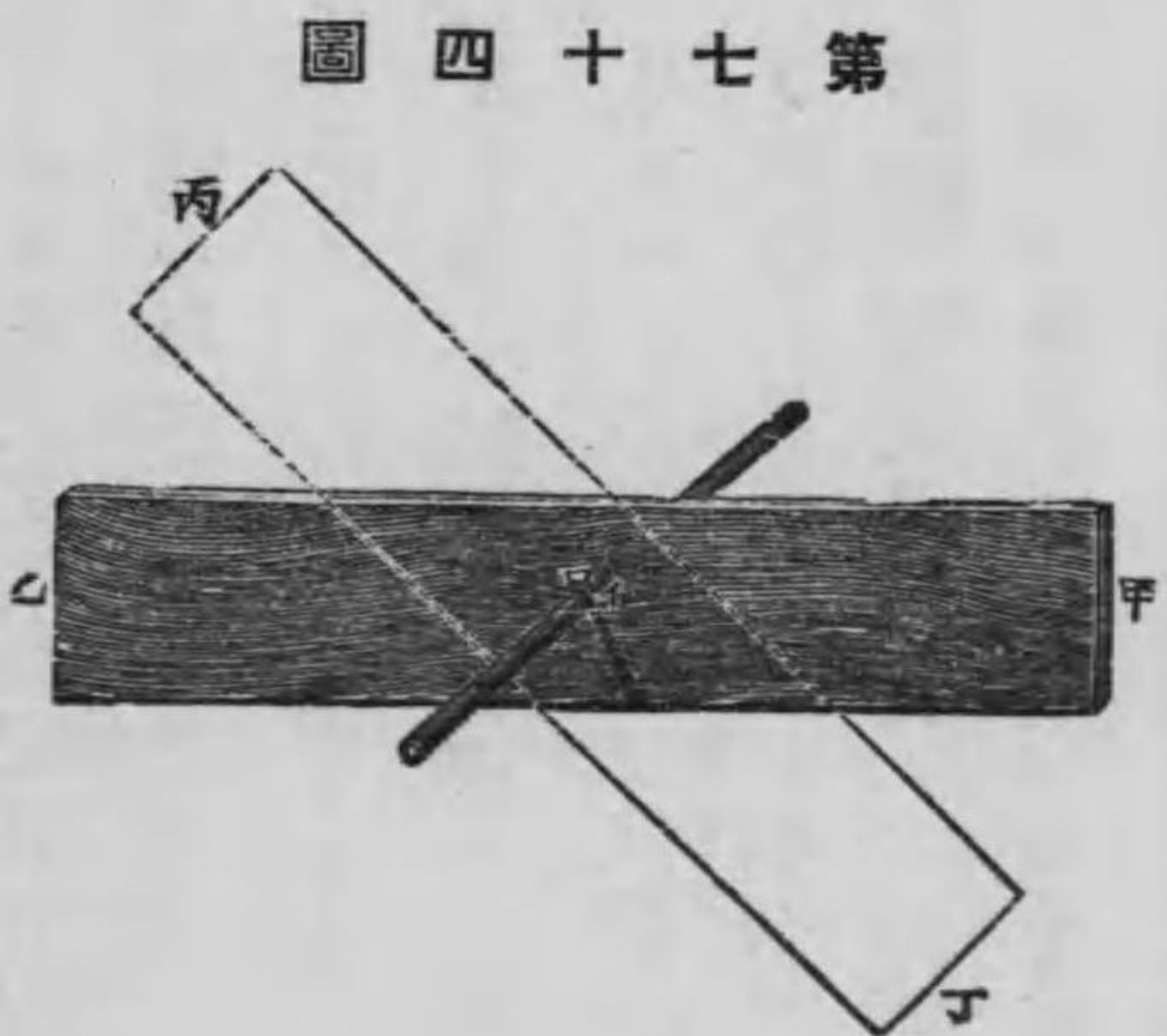
(A) 支持一點ニ於テ成ル。或ル物體單ニ一點ニ於テノミ支持セラレ而シテ安止センニハ重心ト支點トハ一垂直線中ニ在ルヲ要ス。此二點ノ相互上ノ關係ニ於テ三般ノ場合ヲ得ベシ、故ニ此種ノ平均即チ安止ニ就テモ亦隨處・安定及易變ノ三種類アリ。

(I) 第七十四圖ニ示ス如ク支點(イ)即チ旋廻軸ハ物體ノ重心ヲ穿通ス、然ルトキハ此物體ニ如何ナル位置ヲ與フルモ其重心(ロ)ト支點(イ)トハ必ス同一垂直線中ニ在リ、故ニ與フル處ノ位置ニ於テ平均ス、例之バ(丙丁)ニ於テスルモ亦(甲乙)ニ於ケルモ同ジ、總テ斯ノ如キ平均ヲ名ケテ隨處平均ト云フ。

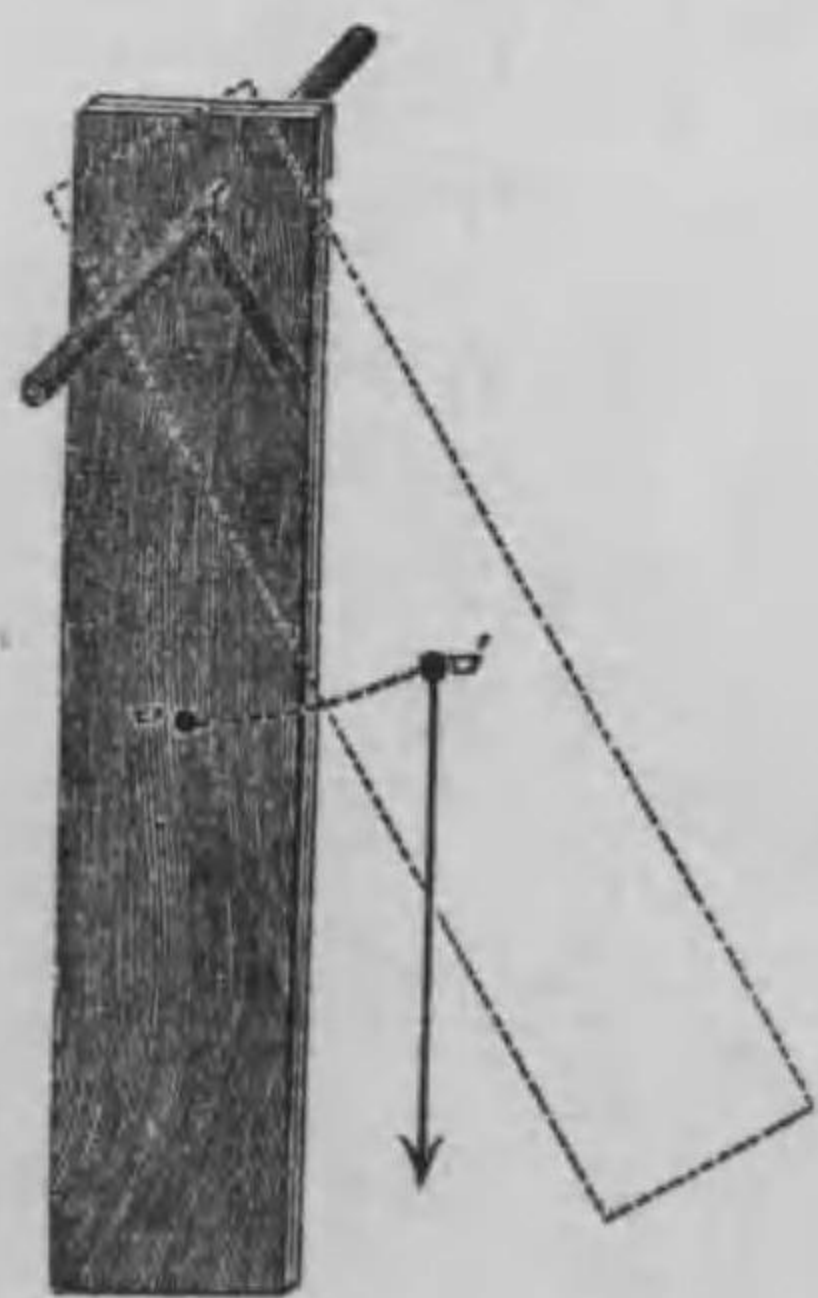
一點ニ於ケル支持

隨處平均

又如何ニ位置ヲ變ズルモ其變位毎トニ重心ガ垂直支點上ニ存在スルトキニ於テ然リトス。例之バ球體ノ如シ。



圖四十七第

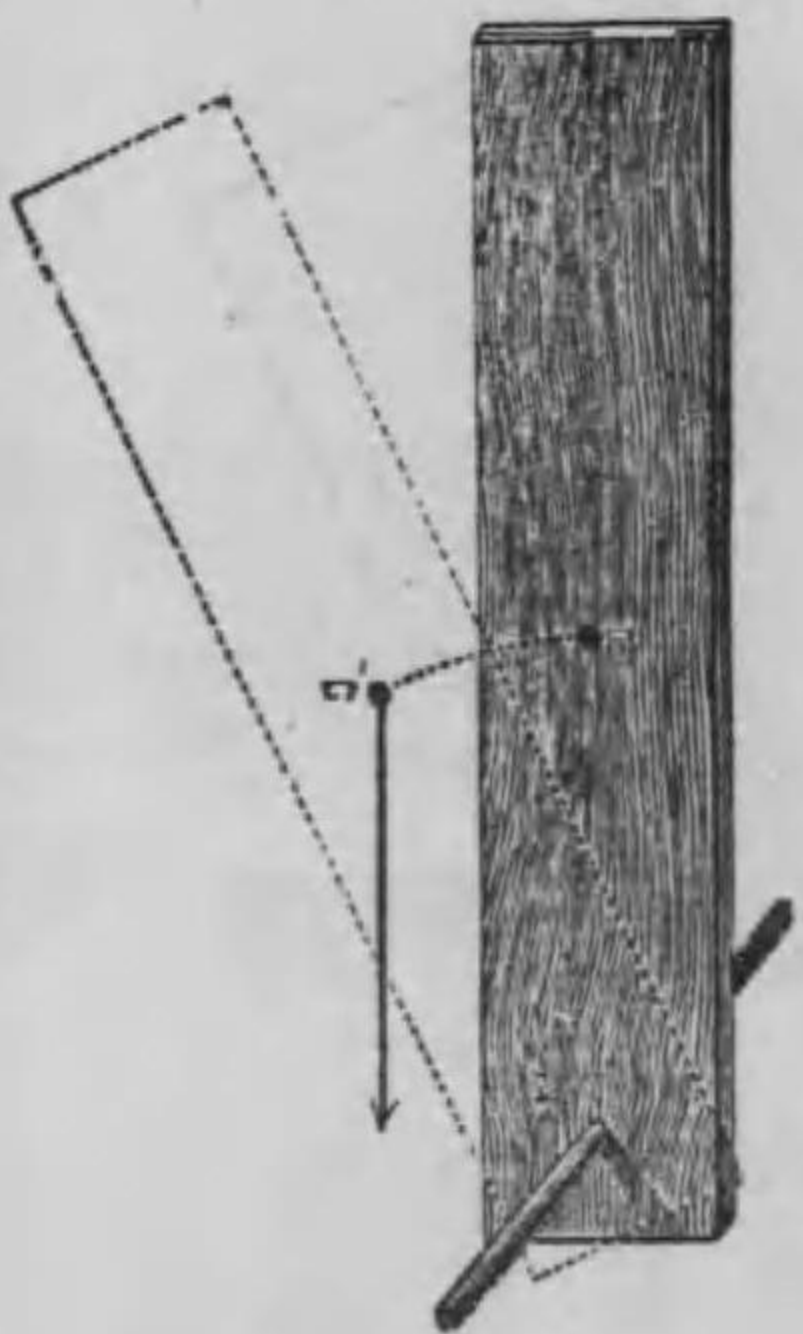


(II) 第七十五圖ノ如ク重心〔ロ〕ハ支點〔イ〕ノ垂直下ニ在ルトキ(即チ物體ノ繫垂セラル、トキハ設トヒ其位置ヲ變易例之バ重心ヲシテ〔ロ〕ニ來ラシムセシムルモ外力ノ作用止ムヤ否ヤ忽チ物體ハ重心ノ爲メニ本然ノ平均位ニ歸ル、斯ノ如キ平均ヲ名ケテ安定平均ト云フ。

易變平均

數點ニ於ケル支持

圖六十七第



故ニ元位ニ復歸スルコトナシ。

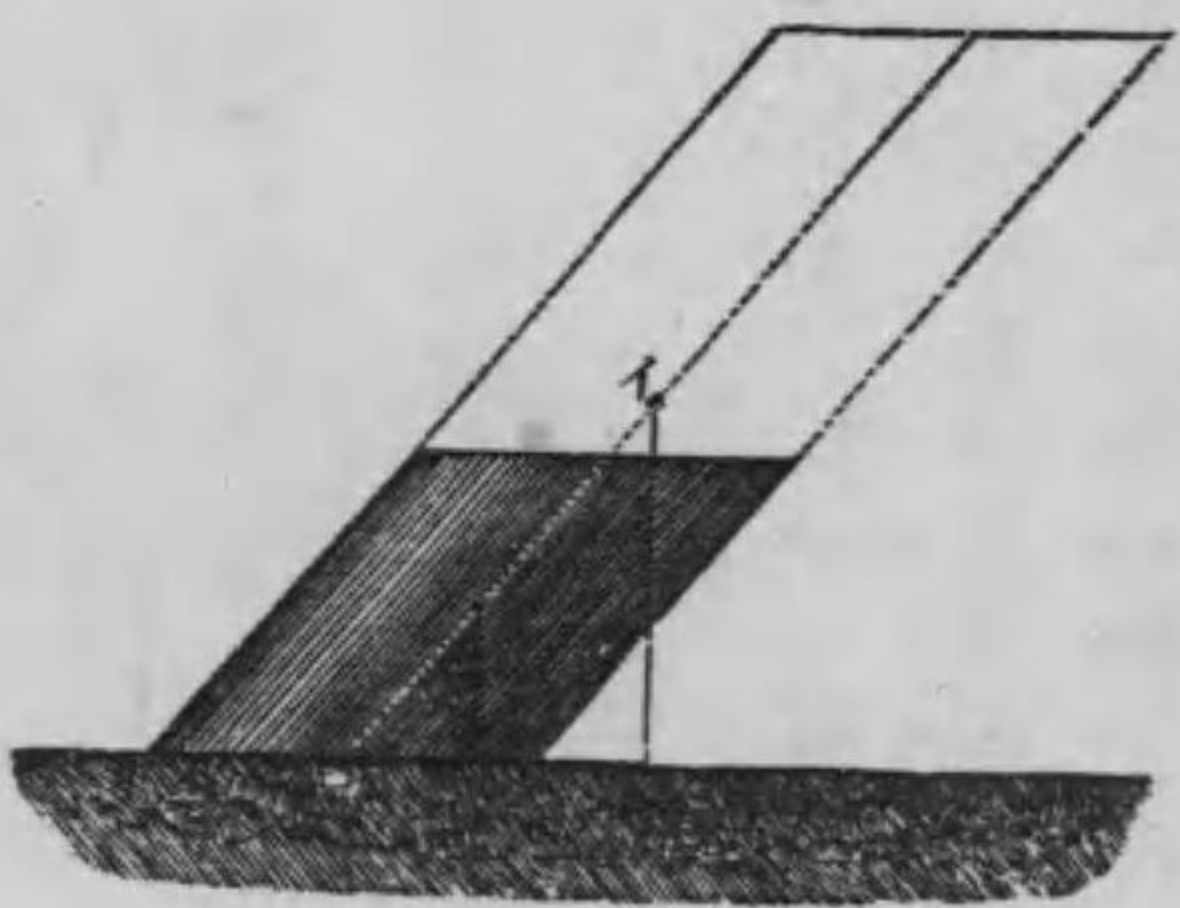
基因。此場合ノ支持ニ於テハ重心ハ最下ノ位置ヲ取ルト雖ドモ之ヲ旋廻スルトキハ重心ハ高位ニ來リ且ツ已ニ支持セラレザルヲ以テ外力ノ作用止ムヤ忽チ本位ニ復ル。

(III) 第七十六圖ノ如ク重心〔ロ〕若シ支點ノ垂直上ニ在ルトキ物體ハ或ル變位ノ後元位ニ復歸スルコトナク却テ全ク他ノ位置ヲ取ル斯ノ如キ平均ヲ名ケテ易變平均ト云フ。

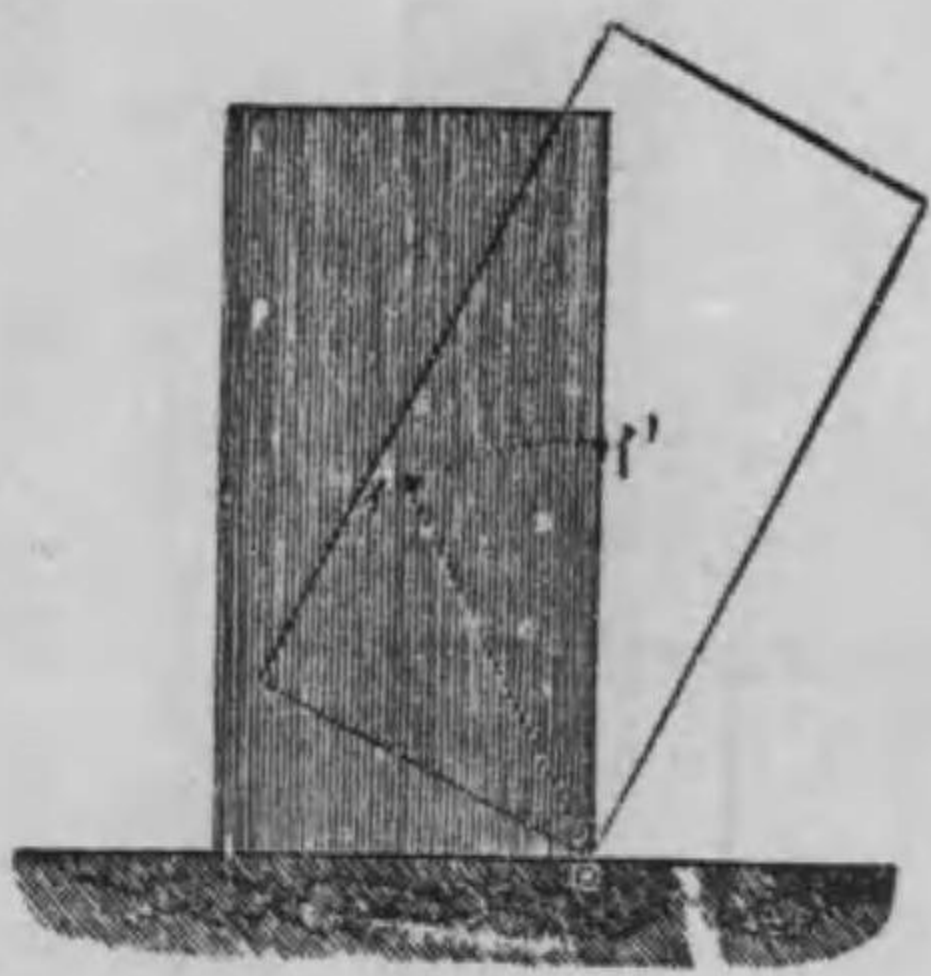
基因。此場合ノ平均ニ於テハ重心ノ元位ハ最高位ニ在ルヲ以テ各變位ニ於テ低位ヲ取ル、

(B) 支持數點即チ面ニ於テ成ル。下方ニ於テ支持セラレタル物體ノ安定ニ坐居センニハ少ナクトモ一直線内ニ存セザル三點ニ於テ支持スルカ或ハ支臺ノ全面ヲ以テ支持セザル可カラズ。此兩般ノ場合ニ於テハ重心ヲ通過シテ引キタル垂直線(即チ重線)ガ仍ホ其支撐面内ノ一點ニ逢會スル間ハ其物體ハ確固ニ坐居スベシ。凡ソ物體ノ重心愈低ク支撐面愈廣ク且

圖七十七第



圖八十七第



ツ其重サ愈大ナルトキハ坐居スルコト愈
確固ナリトス。其支點三箇ナルトキハ五ニ之ヲ連結シ
テ三角形ヲ得四點ナルトキハ四角形ヲ
得而シテ其範圍ハ
即チ支撐面ト同シ。

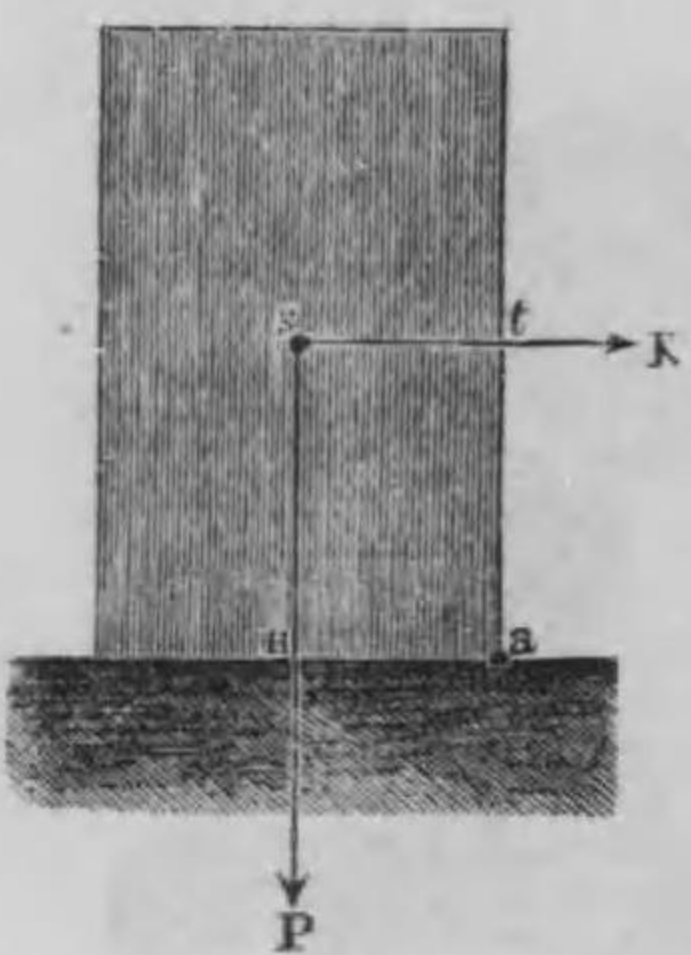
(1) 圓錐及方錐ハ同高ノ圓塙及稜柱ヨリモ安玄スルコト確固ナリ。

(2) 木製ノ物品ハ金石製ノモノヨリ容易ク倒ル。

(3) 第七十七圖ニ示ス所ノ物體若シ虛線ヲ以テ畫キタル高サヲ得ルニ至レバ必ス倒仆スベシ、蓋シ其重心ハ「イ」點即チ高位ニ移リ之ヲ通過スル所ノ垂直線其支撐面ノ範圍外ニ出ヅルヲ以テナリ。

(4) 第七十八圖ニ示ス如ク四角ノ底面ヲ以テ直立シタル物體ヲ轉倒セシメントスルニハ、必ズ先ヅ底面ノ一稜角「ロ」上ニ於テ之ヲ旋廻セシメ其重心「イ」ヲシテ旋廻角ノ垂直上「イ」ニ來ラシメザル可カラズ。然ル上ハ其物體ハ假令ヒ微弱ナル外力ヲ加フルモ其重心ヲ通過セル

圖九十七第



垂直線ノ底面外ニ出デ乍チ倒仆スルニ至ルベシ。然ラバ即チ之ヲ旋廻(即チ傾斜)セシムルニ費スベキ力ノ愈々強盛ナルヲ要スルニ隨テ其坐居モ亦愈々確固ナリ。今第七十九圖ニ示ス所ノSヲ重心トシaナル稜ニ沿フテ之ヲ傾ケントス、其

重サヲ示スニsPナル箭ヲ以テシsKナル箭ヲ以テシニ働ク力ヲ示ス、而シテ其強サニ由テ安定ノ度ハ定マルモノナリ、茲ニPトKナル兩力ハ相互反對ノ方向ニ傾ケントス即チ其能率等シケレバ平均ノ狀態ニ在ルベシ、今

aHトatトハ角度傾杆臂ナルヲ以テ平均ノ場合ニハ左式ノ如クナルベシ。

$$K \cdot at = P \cdot aH.$$

廻轉稜ヨリ重心ノ垂直ノ距離(aH)ヲ示スニhヲ以テシ其水平ノ距離ヲ示スニbヲ以テスレバ左式トナル。

$$K = P \frac{b}{h}.$$

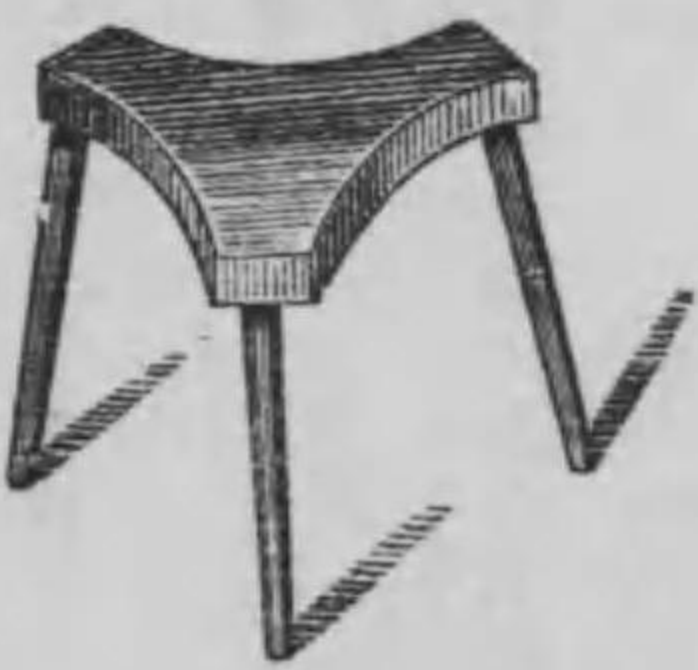
(5) 吾人ノ日常使用スル机卓及椅子類ノ如キハ第八十圖ニ示ス所ノ一脚ヨリモ第八十一圖ニ示ス所ノ三脚、其三脚ヨリモ第八十二圖ノ四脚ノ者倒仆シ難ク、其實用安全ナルハ人ノ知ル所ナリ。茲ニ尙ホ其脚ノ下部ニ鉛ヲ嵌入シ之ヲシテ愈々重カラシムレバ愈々安全ニシテ倒

仆シ難シトス。

圖十八第



圖一十八第



圖二十八第



人身ノ重心

(C)生活體ノ重心。凡ソ生活體ノ重心ハ面ヲ以テ支持セラル、モノニシテ諸部ノ動クニ從テ其支持面ノ大サト重心ノ位置トヲ變ズ。人身ノ重心ハ大約腹部ノ中央ニ位シ不等邊

圖三十八第



圖四十八第



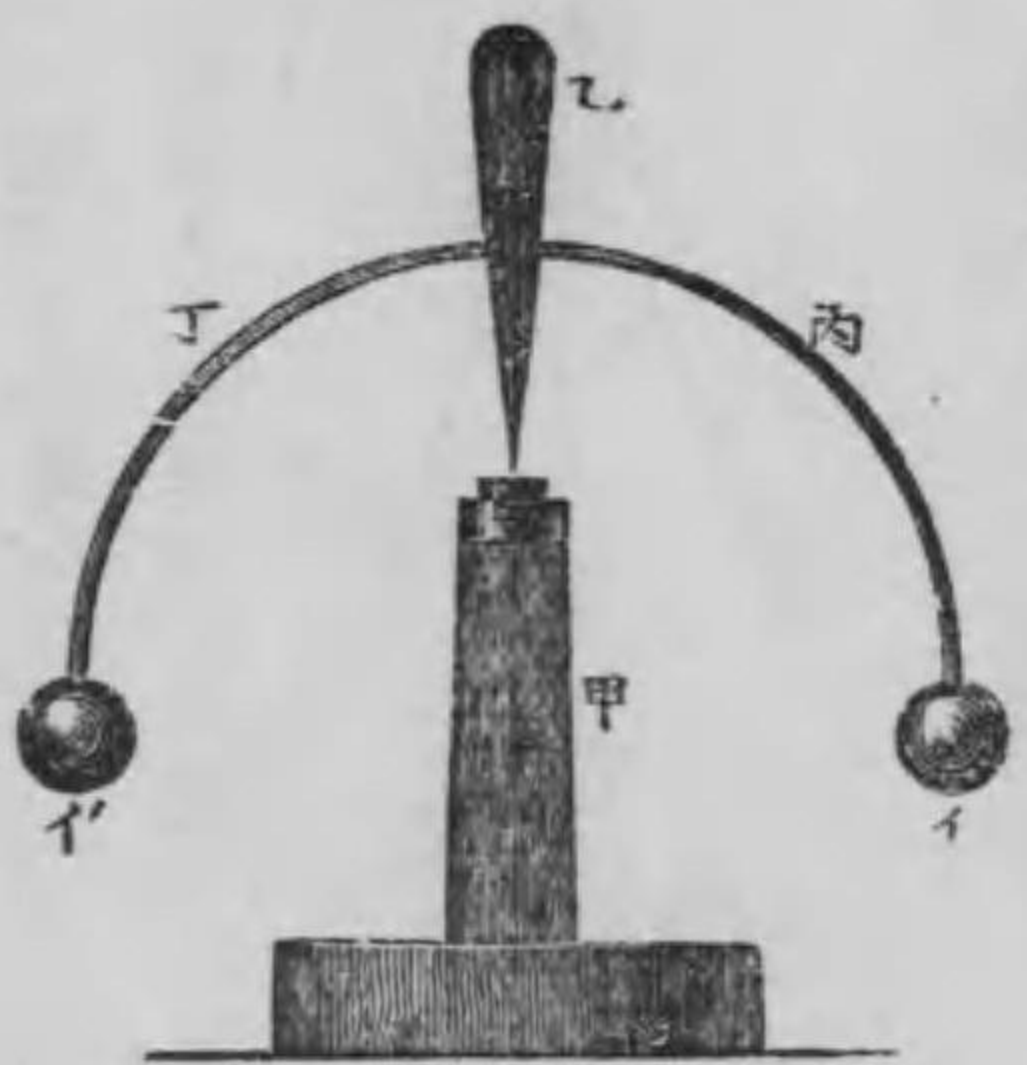
方ノ面ニ由テ支持セラレ、兩脚ヲ開クノ廣狹ニ從ヒ倒仆セザル安全ノ度ニ於テ大ナル差異アリ、而シテ重荷

重心ノ定律ニ由テ説明セラル、現象

(四)重心ノ定律ニ由テ説明セラル、現象。重心ノ定律ニ由テ説明シ得ベキ現象頗ル多シ、左ニ其著明ナルモノ、一一ヲ示ス。

又左方ニ傾倒セントスル人ノ右手ヲ伸バシ、反對ノ場合ニ於テハ左手ヲ伸バシ、山路ヲ登ル人ハ前方ニ屈シ下ルモノハ後方ニ屈スルモ同一理ナリ。

圖五十八第



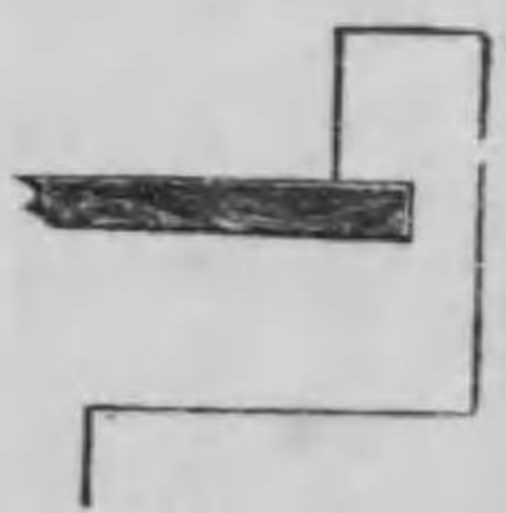
(A)安立ノ外觀アル懸垂體。(I) 第八十五圖ニ示ス如ク其下端ニ鐵尖ヲ具有スル木片(乙)ヲ(甲)ナル支臺ノ上端(金屬ヲ以テ覆ヒ平滑ニシタル部)ニ豎立セシメントスレバ必ズ乍倒仆スベシ、蓋シ其重心・支點上ニ在リテ易變平均ヲナセバナリ。然リト雖ドモ木片(乙)ヲ貫クニ曲線(丙丁)ヲ以テシ兩端ニハ(イイ)即チ鉛球ヲ施セバ木片ト鉛

球トニ通有セル重心ハ鐵尖ノ下ニ來リテ安定平均ヲナシ更ニ倒仆セザルニ至ル。其它此裝置ノ尖端ヲシテ尖銳ナル支柱ノ上ニ立タシムルコト亦難カラズ、又第八十六圖ニ示ス如キ

圖六十八第



圖七十八第



踏●繩●子●ノ●人●形●ニ●於●テ●モ●亦●其●理●之●ニ●同●ジ●。

(2) 第八十七圖ニ示ス如ク 屈曲シタル線條ノ一端ヲ机上

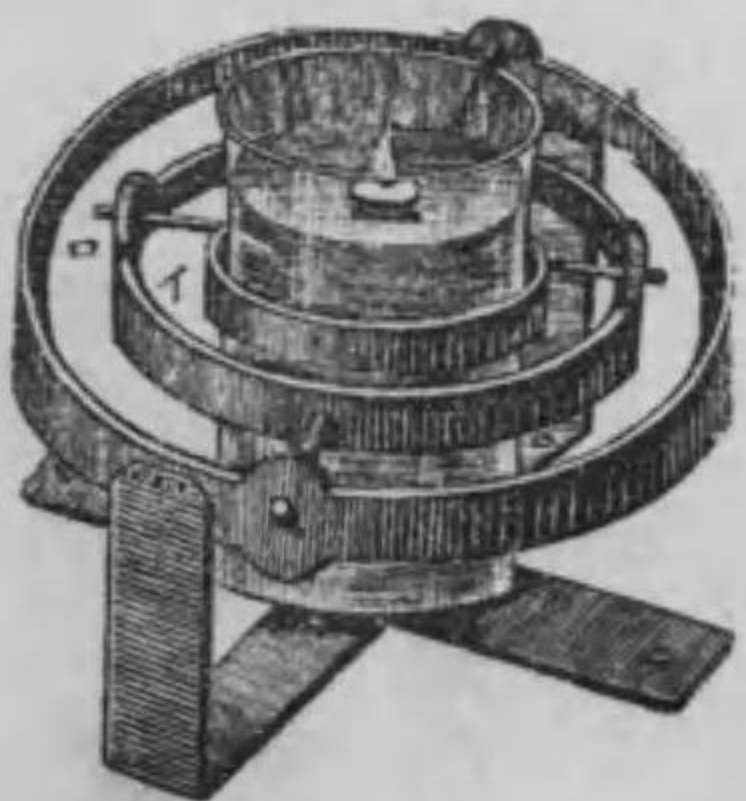
ニ懸クレバ安定平均スルコト説明ヲ俟タズ、

而シテ第八十八圖ニ示ス所ノ馳驅セル騎馬人形ノ玩具ハ其單一ナル 屈曲線ト毫モ異ナルコトナシ。

圖八十八第



圖九十八第



(3) 船用懸燈ノ如キモ亦屈曲線ノ理ニ由テ構造セラレタルモノナリ、即チ第八十九圖ノ如ク二重輪ヲ以テ之ヲ懸垂シ、其内輪(イ)ハ懸燈自己ヲ支持スルモノニシテ二鍼ヲ軸ト

シテ廻轉シ外輪(ロ)ニ由テ保持セラル、而シテ其外輪モ亦内輪ノ如ク二鍼ヲ軸トシテ廻轉シ、全裝置ハ更ニ其外部ニ位スル大輪ニ由テ負荷セラレ、内外兩輪ノ鍼條ハ恰モ交互ニ十字形ヲナス者ナリ。茲ニ懸燈ノ重心ハ其下位ニ在リテ且ツ兩輪鍼條ノ位置ニ因リ自由ニ東西南北ニ遊動スルヲ得ザルガ故ニ舟ノ動搖ト相伴フコトナクシテ自ヅカラ重心ニ隨フテ常ニ下垂スルヲ得ベシ、故ニ設トヒ船ハ動搖スルコトアルモ決シテ轉倒スルノ患ナキモノナリ。(B)不倒翁。兒童玩具ノ不倒翁ハ如何ナル方向ニ顛倒スルモ必ず起立スルハ其重心ガ最下位ヲ占メントスルニ由ルモノニシテ易變平均ヲナスニ由テナリ。

第二章 器械。

第一節 器械汎論。

器械ノ定義

(一)定義。凡ソカガ仕事ヲ營爲シ得ル如ク裝置セルモノハ之ヲ名ケテ器械ト云フ。例之バ槌子ハ一箇ノ器械ナリ、何トナレバ吾人ノ筋力ハ其幫助ヲ以テ重且ツ大ナル所ノ石ヲ運ラスヲ得レバナリ。又各種ノ水車ハ器械ナリ、蓋シ之ニ由テ水力ハ穀類ヲ碎粉シ木板ヲ鋸ル等各種ノ仕事ヲ營爲シ得レバナ

器械單複兩式ノ區別

リ。

(一)區別。槌子ノ如ク單一ノ運轉スベキ物體ヨリ成ル所ノ各器械ハ之ヲ名ケテ**單式器械**ト云ヒ、水車ノ如ク相互ニ作爲スル數多ノ部分ヨリ成ル所ノ器械ハ之ヲ**複式器械**ト云フ。單式器械ハ之ヲ別チテ六種類トス、即チ**槓杆・滑車・輪軸・斜面・螺旋及楔**是レナリ。複式器械ノ構造如何ニ複雑ナルモ唯此六原器ノ彼此互ニ相連合スルニ由テ成ルモノニ外ナラズ。

器械ニ於ケル平均

重及力ノ表示

(二)器械ニ於ケル平均。凡ソ器械ハ現在スル所ノ抵抗ニ打克ツベキ任務ヲ有スルモノニシテ其抵抗ヲ名ヅケテ**重**ト云ヒ、之ヲ示スニ**Q**ヲ以テス。例之バ一物體ノ扛ゲラル、トキハ其重量ハ即チ**重**ニシテ、或ル物體ノ碎カレ、場合ニ於テハ其**凝集力**ニ基ヅク所ノ**固性**ハ即チ**重**ナリ。斯ノ如キ抵抗ニ打克ツベキ爲メ器械上ニ働ク力ノ營爲スル**押壓**若クハ**牽引**ヲ名ケテ**カト**ト云ヒ之ヲ表スルニ**P**ヲ以テス。運轉シツ、アル所ノ各器械ハ其**カト重**トガ平均ニ於テ存スル間ハ不變ノ速度ヲ以テ其運轉ヲ保續スベシ、是レ前章ノ平均ノ

重學上ノ黃金律

要約ニ從ヒカノ仕事ト重ノ仕事ト均等ナルガ爲メナリ、然ラバ即チ器械ノ平均ハ力ノ仕事ガ重ノ仕事ニ等シキニ於テ成ルモノトス。

(四)重學上ノ黃金律。小力ヲ以テ巨大ノ抵抗ニ克チ得ルハ吾人ノ常ニ經驗スル所ナリ、例之バ長キ槌子ヲ用ユレバ非常ニ巨大ナル石ヲ運揚シ得ルガ如シ然レドモ此際力ハ重ヨリモ非常ニ巨大ナル道路ヲ經過スルノ必要ナルヲ見ル。此關係ノ言明ハ即チ所謂重學上ノ黃金律ナリ。

器械ニ由テ力ニ益スル所アレバ道路即チ時間ニ於テ其利益ト均シキ損失アリ。

運動ノ障礙及其要目

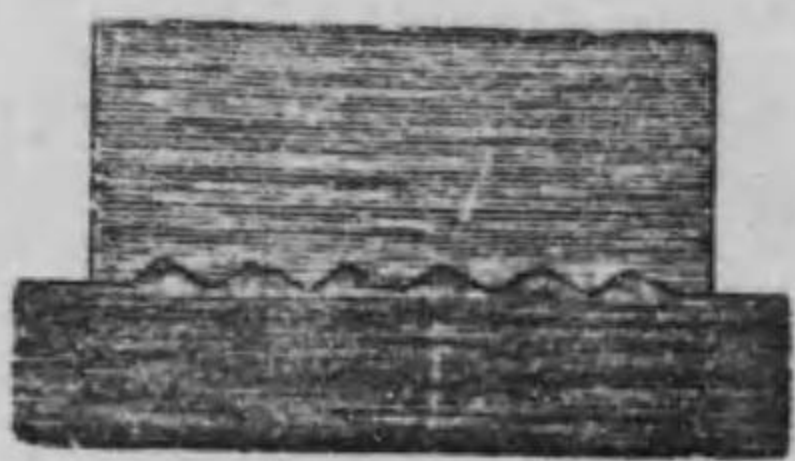
(五)運動ノ障礙。各器械ニ於テハ本來ノ重ノ外尙ホ運動ニ反對作用ヲ逞ウシ運動ノ際之ニ克勝スルヲ要スル所ノ抵抗アリ、之ヲ名ケテ**運動ノ障礙**ト云フ**摩擦及媒間體ノ抵抗**是ナリ。

摩擦ノ定義及起因

(A)摩擦ノ定義及起因。重層觸在セル二箇ノ物體ガ互ニ反對ノ方向ヲ取リテ運動スル際ニ生起スル所ノ運動障礙ヲ名ケテ**摩擦**ト云フ是レ物體ノ表面平滑ナラズシテ凹凸ヲナシ

摩擦ノ種類

圖十九第



其二面重層スレバ一面ノ凹陷部ハ他ノ一面ノ凸隆部ニ逢ヒ相嵌入交錯スルコト恰モ第九十

ニ示スガ如クナルヲ以テ、之ヲ運動セシムルニハ凸部ヲ牽斷スルカ
ハ凹部ヨリ扛上セザル可カラザルニ基因スルモノナリ。

○(B)摩擦ノ種類。摩擦ヲ別チテ滑動摩擦・轉動摩擦ノ二トス、
滑動摩擦トハ一箇ノ物體他ノ物體上ヲ滑リツ、進動スルノ際或ハ車輪
ノ軸ヲ廻ルノ際ニ於ケル抵抗ヲ云ヒ、轉動摩擦トハ圓キ物體ノ或ル
面上ニ轉動スル際ニ於ケル抵抗ヲ云フ、例之ハ圓柱・車輪等ヲ地上ニ

轉動シ行クトキノ如シ己上二者ノ内轉動摩擦ハ滑動摩擦ヨリモ小ナルヲ常トス。

○(C)定律。(1) 摩擦ハ互ニ相接觸スル物體ノ性質ト其表面ノ状態トニ關ス。

(2) 摩擦ハ兩物體間ニ於ケル壓力ニ正比例ス。

(3) 摩擦ハ觸面ト速度トノ大サニ關スルコトナシ。

○(D)定律ノ確證及摩擦ノ係數。(1) クーロン Coulomb 氏ハ第九十一圖ニ示ス所ノ
裝置ヲ用キ、滑動摩擦ニ就テ其定律ヲ確證セリ。

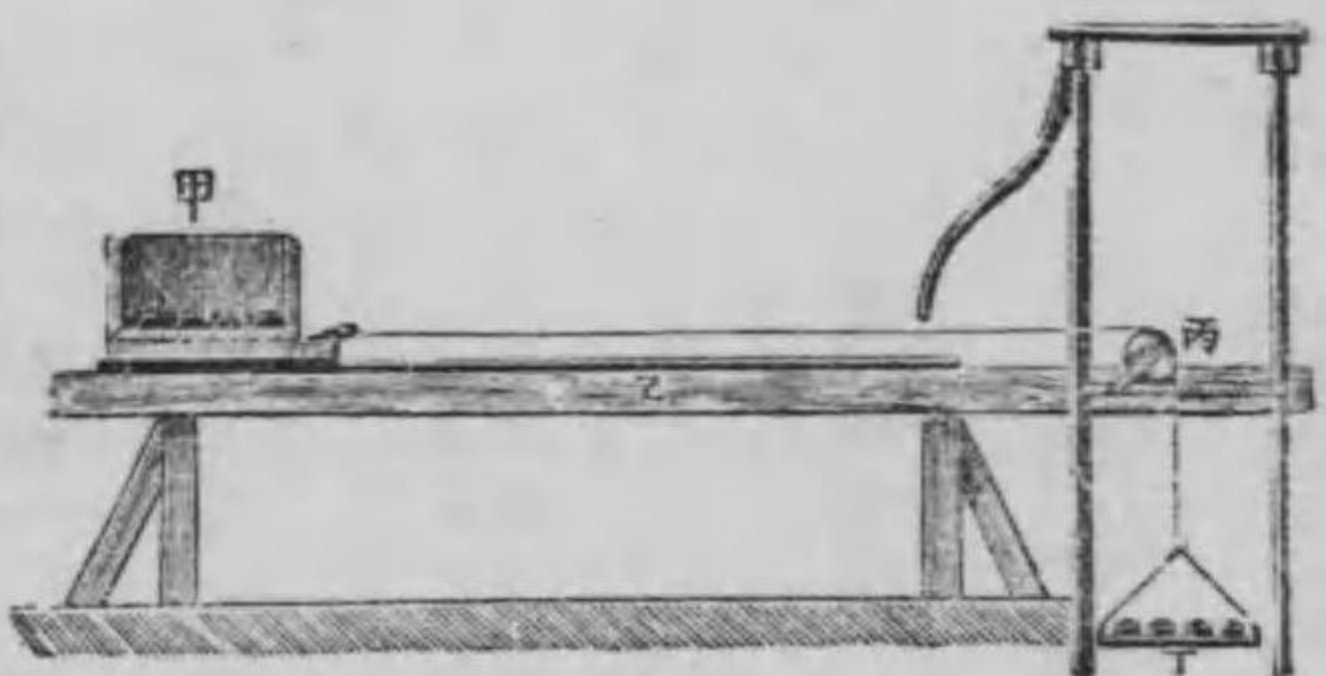
即チ〔甲〕ハ隨意ニ重量ヲ負載シ得ベキ小箱ニシテ水平ナル二條ノ線路上ニ存ス而シテ此線
ハ並行ニ之ヲ敷キ〔乙〕ナル支臺ニ在リ。其箱ノ一邊ニ固繫シタル絲線ハ〔丙〕ナル滑車ヲ繞リ

摩擦ノ定律

摩擦ノ効用

摩擦ノ係數

圖一十九第



ニ於テハ毫末ノ差ヲ生ズルコトナシ。

(2) 摩擦ノ係數。摩擦ニ打克ツニ要スル壓力ノ分數(即チ金屬ニ在テハ六分一、木ニ在テハ
三分ノ一)ハ之ヲ名ケテ摩擦ノ係數ト云フ。

○(E)摩擦ノ効用及不利。(1) 効用。摩擦ナケレバ日常物體ヲ把握スルニ難ク(鰻鱺ヲ
掴ムガ如クナラン)歩行モ亦歩々顛倒セントシテ甚ダ危険ナルベシ(氷上ヲ行クガ如クナラ
ン)。又諸機關ノ運轉ヲ一器ヨリ他器ニ傳フル等皆摩擦ナケレバ能ハズ、摩擦ノ効用ヤ甚ダ廣

テ下方ニ垂レ其末端ニ〔丁〕ナル秤盤ヲ繫ギテ茲ニ重錘ヲ置キ〔甲〕
ナル小箱ヲ牽引運動セシムルノ用ニ供ス。今若シ箱ノ下面ハ金
屬ヨリ成リ其線路モ亦同質ナルトキハ〔甲〕ナル箱ノ全量ハ其負

載セル重物ヲ併セテ(例之バ)六砵ナルノ際〔丁〕ナル秤盤ニ重錘ヲ
置キ其重量秤盤ト共ニ一砵トスレバ己ニ其六砵ヲ引下スルニ至ル
ベシ。今若シ〔甲〕ナル箱ノ全量ヲシテ二倍或ハ三倍セシムレバ秤
盤ノ重錘モ亦二倍或ハ三倍ヲ要スルニ至ル又箱ノ下面線路共ニ
木製ナルトキハ其引下ニ要スル重錘ハ全量ノ三分一ナリ。又線
路ヲシテ或ハ廣ク或ハ狭カラシムルモ引下ニ要スル重量

同上ノ不利

媒間體ノ抵抗

槓杆ノ定義

大ナリ。
(2) 不利。摩擦ハ諸機械ノ運動ニ反シ戸障子ノ開閉ヲ難クシ其不利頗ル大ナリ。物體ヲ磨碎シテ成ルベク之ヲ平滑ニシ油・脂肪ヲ塗擦スルニ由テ之ヲ減却シ得ルコト日常吾人ノ經驗スル所ナリ。

(G) 媒間體ノ抵抗。媒間體ノ抵抗トハ物體ノ水或ハ空氣ヲ通過シテ運動スルノ際ニ生起スル所ノ運動障礙ナリ、是レ運動シツ、アル所ノ物體ハ其前進ニ先ダチ水或ハ空氣ヲ排開スルヲ要シ爲メニ其速度ノ減少スルニ基因スルモノナリ。其抵抗ヲシテ微少ナラシメシニハ物體ノ形狀ニ注意スルヲ要ス、即チ媒間體ノ排開ヲ容易ナラシムベシ、例之バ船舶ノ構造・振子球ノ形狀ノ如キ皆此理ニ從フモノニシテ魚類鳥類ノ體格モ亦自然ニ此理ニ符合セリ。然レドモ亦全ク抵抗ナケレバ櫓ヲ以テ船ヲ進行セシメ能ハズ、人又ハ魚類モ水中ニ游泳シ能ハズ、鳥モ空氣中ニ飛翔スル能ハザルベシ。

第二節 單式機械。

第一項 槓杆。

(一) 定義。槓杆トハ屈撓ス可カラザル挺條ニシテ一定點ヲ旋リテ廻轉シ得

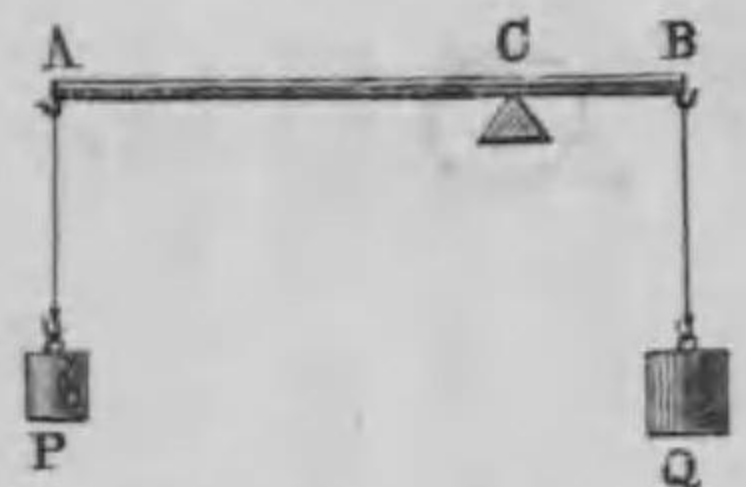
ベク而シテ少ナクモニ力(重及力)ノ作用ヲ受クルモノナリ。

名稱。槓杆ノ定律ヲ解説スルニハ先ツ槓杆ヲ以テ重量ナキ線條ト假想シ、之ヲ數學上ノ槓杆ト名ヅク。又槓杆ノ旋廻點ヲ名ケテ支點ト云ヒ、カノ作用點ハ力點ト云フ、重ノ作用點ハ重點ト云ヒ、支點ヨリ力點ニ至ル距離ヲ力ノ槓杆臂ト名ヅケ、支點ヨリ重點ニ至ルノ長サヲ重ノ槓杆臂ト名ヅク。而シテ其各槓杆臂ニ力或ハ重ヲ乗ジタル積ヲ名ヅケテ其平均量又能率ト云フ。

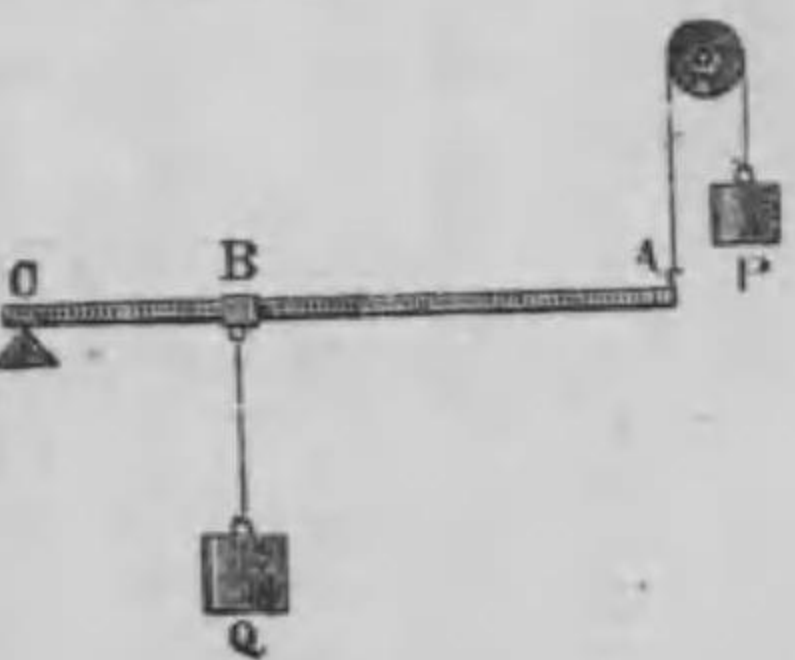
(二) 種別。槓杆ヲ別チテ二種トナス、兩臂槓杆及一臂槓杆是レナリ。

支點
力點、重點、
槓杆臂
平均量又能
率
一臂及兩臂
槓杆ノ別

圖二十九第



圖三十九第



點ヲ表ス、但シ兩臂槓杆ニ在リテハ其兩臂ノ等長ナルコトアリ、又不等長ナルコトアルハ言

解説。兩臂槓杆トハ其支點力重二點ノ間ニ在ルモノニシテ一臂槓杆トハ其支點必ズ一方ニ偏スルモノヲ云フ。第九十二圖ニ示ス所ハ兩臂槓杆ニシテ第九十三圖ニ示スモノハ一臂槓杆ナリ。兩圖共ニCハ支點、Aハ力點、Bハ重

槓杆ノ定律

ヲ俟タザルナリ。

(三)定律。槓杆ニ於ケルカト重トガ其臂ニ反比例スレバ(即チ平均量均等ナレバ)槓杆平均ノ状態ニ在リ。

(A)解説。第九十二及第九十三ノ兩圖ニ由テ此定律ヲ解説スレバ左ノ如シ、

$P \cdot Q = BC \cdot AC$ 即チ $P \cdot AC = Q \cdot BC$ 故ニ $P = \frac{BC}{AC} Q$

圖 四 十 九 第

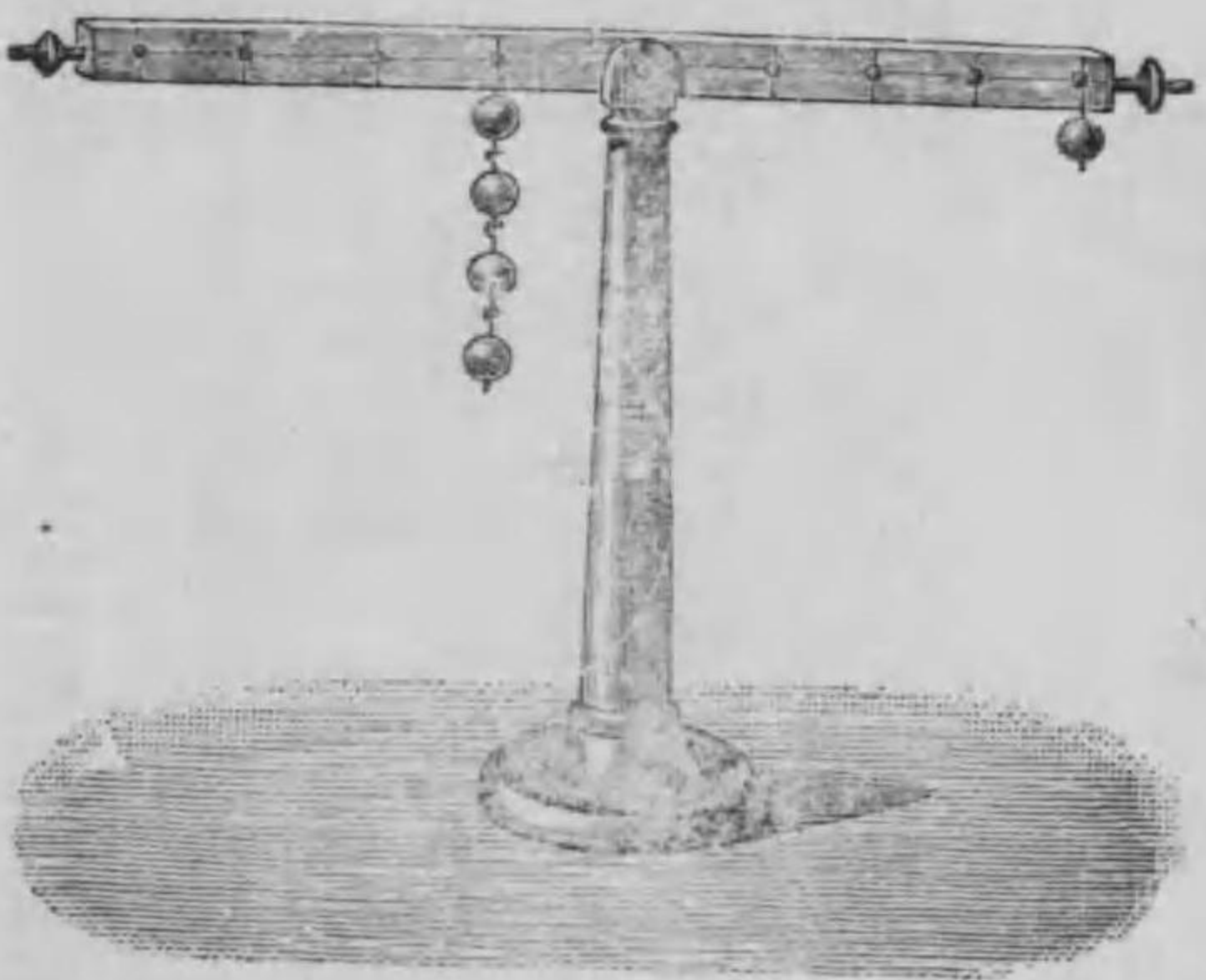
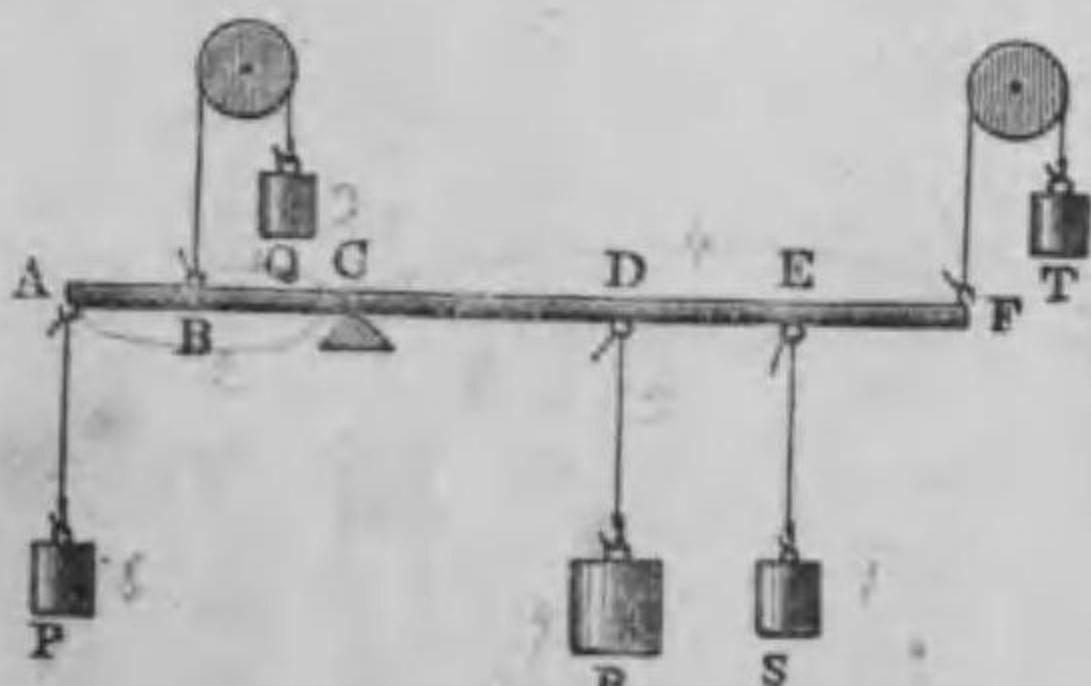


圖 五 十 九 第



是レ蓋シ槓杆ハ並行力ノ實例ヲ示スモノニシテ其支點ハ合成力ノ來ルベキ點ナレバナリ。今例之バACハ四尺ニシテBCハ一尺ナルトキハ一貫目ノPハ四貫目ノQニ平均スルヲ得ベシ。

(B)實驗。定律ノ實驗的確定ハ第九十四圖ニ示ス如キ裝置ヲ以テシ、又一臂槓杆ノ場合ニ於テハ糸ト定滑車トニ由リカヲシテ上方ニ働カシムルコト第九十三圖ニ示スガ如クス。

槓杆ニ施ス所ノカト重トハ各一箇ニ限ルニ非ズ

(C)數力ノ場合。抑槓杆ニハ單ニ一カト一重トヲ施スニ限レルニ非ズシテ數多ノ力トヲ施スト稀ナラズ、設トヒ數多ノカト重トヲ施スモ其平均スル理由ニ至テハ一カト一重トヲ施スト毫末ノ差異アルコトナシ、例之バ第九十五圖ニ示スガ如クAFナル槓杆ニP、Q、R、S、Tナル五カヲ施ストキ其五方中P及Tノ二カハ協同シテ槓杆ヲ左方ニ旋轉セシメントシ、Q、R、Sハ協同シテ右方ニ旋轉セシメントスルヲ以テ其作用ハ二力ニ異ナルコトナシ、是故ニ其平均量ノ和同等ナレバAFハ必ズ平均スベシ、即チ左式ノ如シ、

$P \cdot AC + T \cdot FC = Q \cdot BC + R \cdot DC + S \cdot EC$

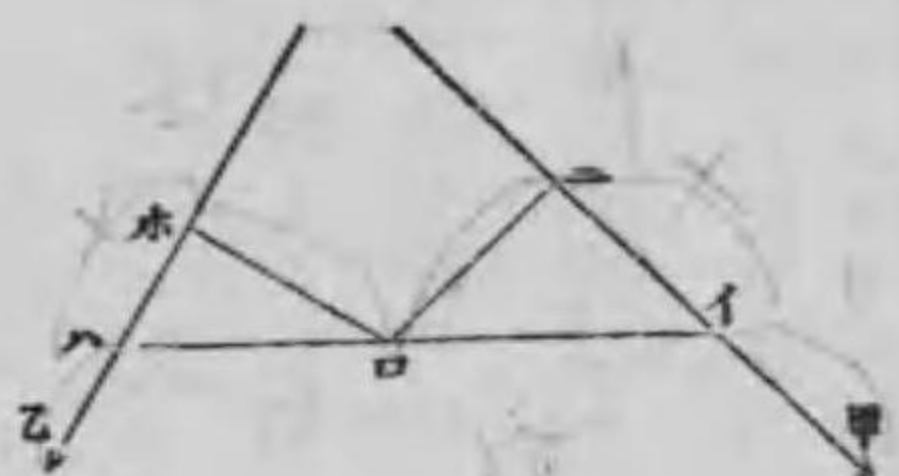
今此五力ニ實數ヲ與ヘ距離ノ大サヲ定メ茲ニ其平均量ノ同等ナルコトヲ示セバ左ノ如シ。

$P = 8, AC = 2, T = 2, FC = 4, Q = 3, BC = 1, R = 9, DC = 2, S = 1, EC = 3.$
 $8 \times 2 + 2 \times 4 = 3 \times 1 + 9 \times 2 + 1 \times 3.$

(D)角度力ノ場合。凡ソ槓杆ニ働ク力ノ互ニ多少ノ角度ヲ成スコトアリ、而シテ互ニ角度ヲ成スノ力ハ其強弱大ニ角度ノ大小ニ關スルモノナレバ互ニ並行スル力ノ如ク直チニ力重ノ大サト槓杆臂ノ長サトヲ以テ其平均如何ヲ論ズル能ハズ例之バ第九十六圖ノ如ク(甲)

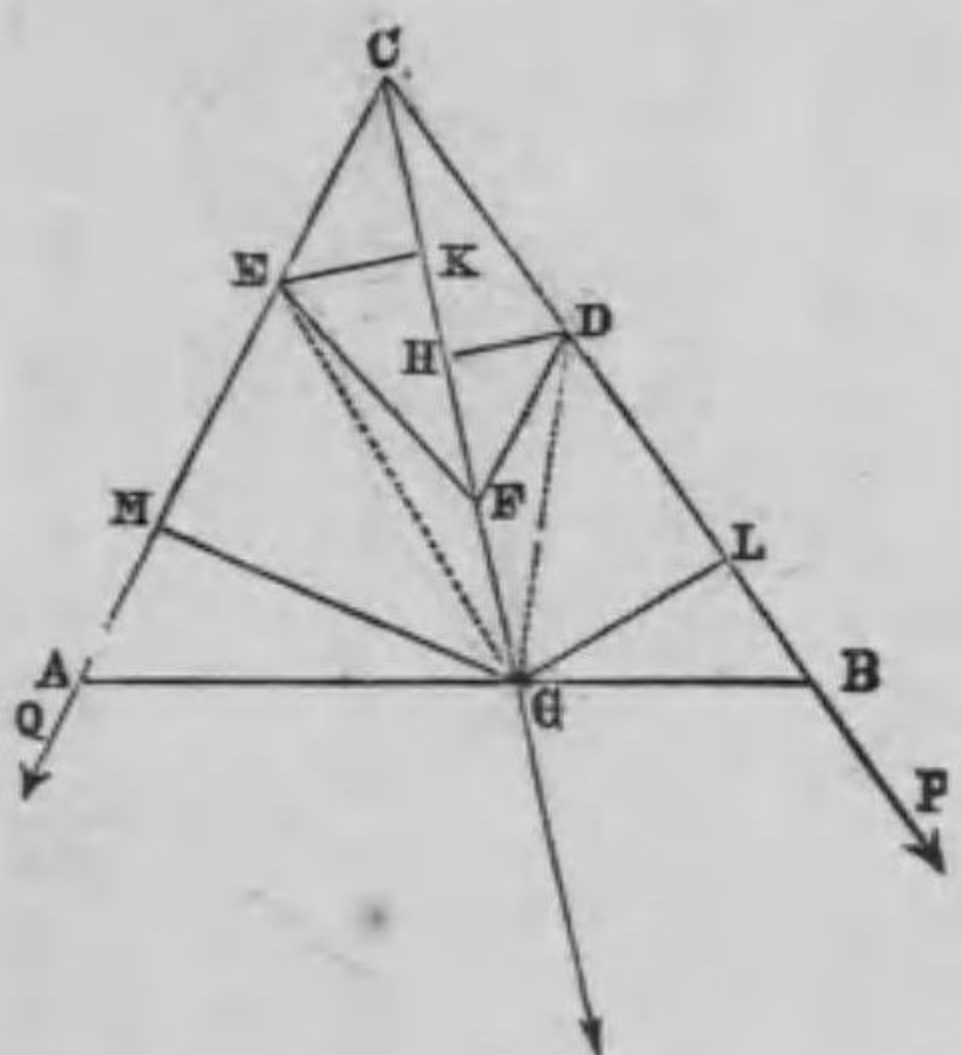
互ニ角度ヲ爲シテ槓杆臂ニ働ク力ノ平均ヲ得ルノ解

圖六十九第

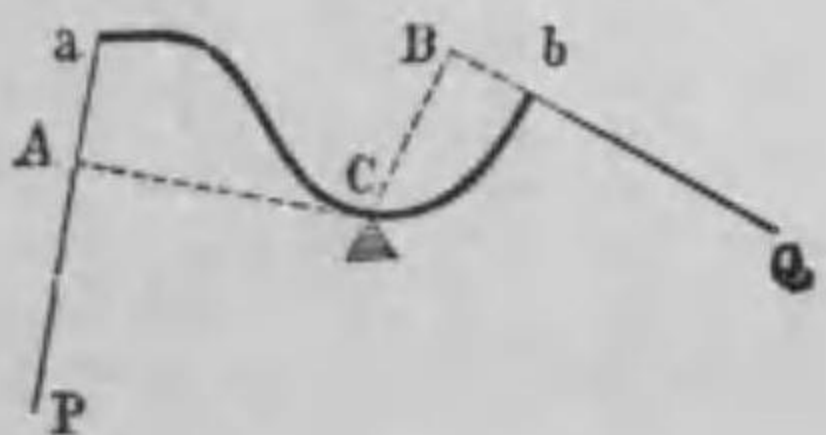


〔乙〕ノ二力アリテ槓杆臂ニ働クノ際〔甲〕ト〔乙〕トハ其大小著シク差アリト雖ドモ却テ其槓杆ハ平均スベシ、如何トナレバ〔甲〕ハ〔イロ〕ノ槓杆臂ニ角度ヲ成スコト大ナレドモ〔乙〕ノ〔ハロ〕ト角度ヲ成スヤ小ナリ、是故ニ〔甲〕ハ槓杆臂ニ働クコト弱クシテ〔乙〕ハ却テ強ケレバナリ。斯ノ如キ場合ニ於テハ其兩力ノ方向ヲ延長シテ得タル線ニ支點ヨリ垂線ヲ下スベシ、此圖ニ於テハ〔ロ〕ヨリ〔ニ〕ニ、〔ロ〕ヨリ〔ホ〕ニ下ダス。其垂線即チ〔ニロ〕ト〔甲〕トヲ乘ジ、〔ホロ〕ト〔乙〕トヲ乘ジ、其乘積均等ナルトキハ必ズ平均ヲ得ルナリ。

圖七十九第



圖八十九第



今此平均ノ理由ヲ説述スレバ即チ第九十七圖ニ示スガ如クABナル槓杆臂ニPQノ二力ヲ施シ一點ニ働ク力ノ合成ヲ説ク者ト同一ノ理ニ由リ之ヲ延長シテ一點茲ニハCニ會合スルニ至ラシメ而シテPトQトヲ茲ニ移送シCD及CEノ大サトシテ並行四角ヲ描キCFノ對角線ヲ得更ニ之ヲ延長スレバG點ヲ通過ス故ニG點ハ支點ナルコト疑ナ容レズ。然リ而シテ容易ク其微證ヲ得ントスルニハDヨリGニ向テ假線ヲ引キ更ニEヨリGニ假線ヲ引ケバ茲ニ等面積ヲ有スル二箇ノ三角即チGDC及GECヲ得

ベシ。凡ソ三角ハ基底ノ長サト高サトヲ乘ジニテ除シタルモノ同等ナルトキハ其面積モ亦同等ナルハ幾何學上ノ定則ナリ、是故ニGDC及GECノ三角ハDH及KE(即チ高サ)同等ニシテ基底ノ長サニ同一線GCヲ通有スルガ故ニ素ヨリ均一ナラザルヲ得ザルヲ以テ互ニ等面積ナルヤ亦疑ナ容レズ。果シテ然ラバ此兩箇ノ三角ハCD及CEヲ底線トシG點ヲ頂點トシ之ヨリ底線上ニ垂線(設トヒ同長ナラザルモ)ヲ下ダストキハ其高サヲ得ルニ於テ差異ナシトス。依テ今GヨリLニGヨリMニ垂線ヲ下ダストキハGLトDCヲ乘シタル者ハGMトCEヲ乘シタルモノト等積ナリ、但シCDハPニ・CEハQニ等シキガ故ニGLトPトヲ乘シタルモノハGMトQトヲ乘シタルモノニ等シ、之ニ由テ其式ヲ設ケレバ左ノ如シ。

$$P \cdot GL = Q \cdot GM.$$

茲ニ於テ前圖ノ理殆メテ明瞭ナルヲ得タリ。

屈曲槓杆

〔E〕屈曲槓杆ノ場合。第九十八圖ノ如ク屈曲シタル槓杆ニ在テハ其平均ノ理 九十七

圖ニ於ケルモノト異ナラズ、即チabハ槓杆ニシテPトQトノ二力ヲ施シ其力若シ支點〔C〕ヨリ力ノ延長線上ニ下ダシタル垂線BCトACトニ倒比スレバ平均スルナリ、即チ左式ノ如シ。

$$P \cdot AC = Q \cdot BC.$$

〔F〕備考。槓杆ノ定律ハ今(大正二年)ヲ距ルコト二千二百年前ニ生レ七十五歳ニシテ世ヲ去リシアルヒメーデス Archimedes 氏ノ發見セル所ナリ。

〔四〕槓杆ノ應用。槓杆ノ實際的應用ハ頗ル廣シ。

(第一)兩臂槓杆ノ應用。之ヲ大別シテ日常用ユル所ノ器具類ト衡器トノ

槓杆ノ實用

二種トナス。

(A) 第一種ハ左ノ數例ヲ以テ示スガ如シ。

(1) 槓子ナリ。槓子ハ小カヲ以テ巨大ノ重ヲ運ラスノ用(即チ著大ノ抵抗ニ克勝スルム用)ヲナスモノニシテ例之バ第九十九圖ニ示スガ如シ。其(乙)ハ力點ニシテ使用者茲ニカヲ施シ(甲)ハ重點ニシテ重物ヲ負擔ス、(丙)ハ支點ニシテ其點愈(甲)ニ近レバ愈々微小ナル

カヲ以テ愈々巨大ナル重物ヲ運ラスコトヲ得ベシ

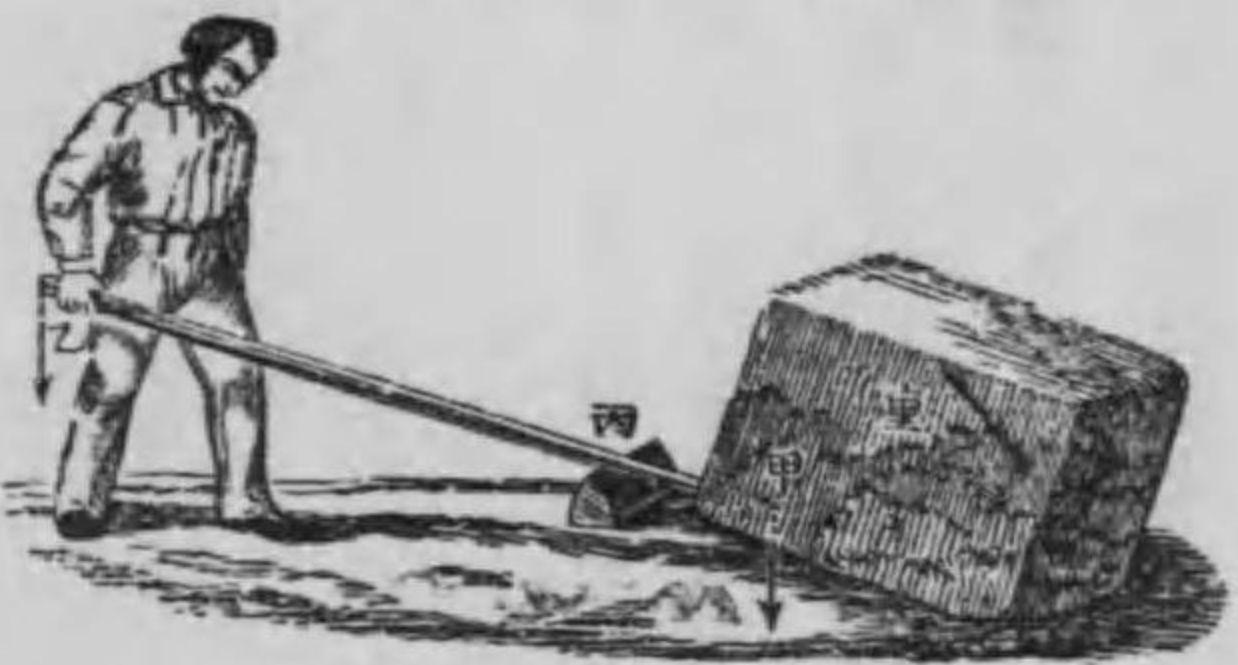
(2) 鋏ナリ。一箇ノ兩臂槓杆ヨリ成レルモノニ示スガ如シ。即チ(甲)ニ

筒ニシテ(イロ)モ亦然リ、其支點ハ共ニ(乙)ニ位シ、刃鋏ノ存スル處ハ所謂重點ニシテ之ヲ以テ截斷セント欲スル物體ノ抵抗ハ即チ重ナリ。(丙)並ニ(ロ)ハ力點ニシ

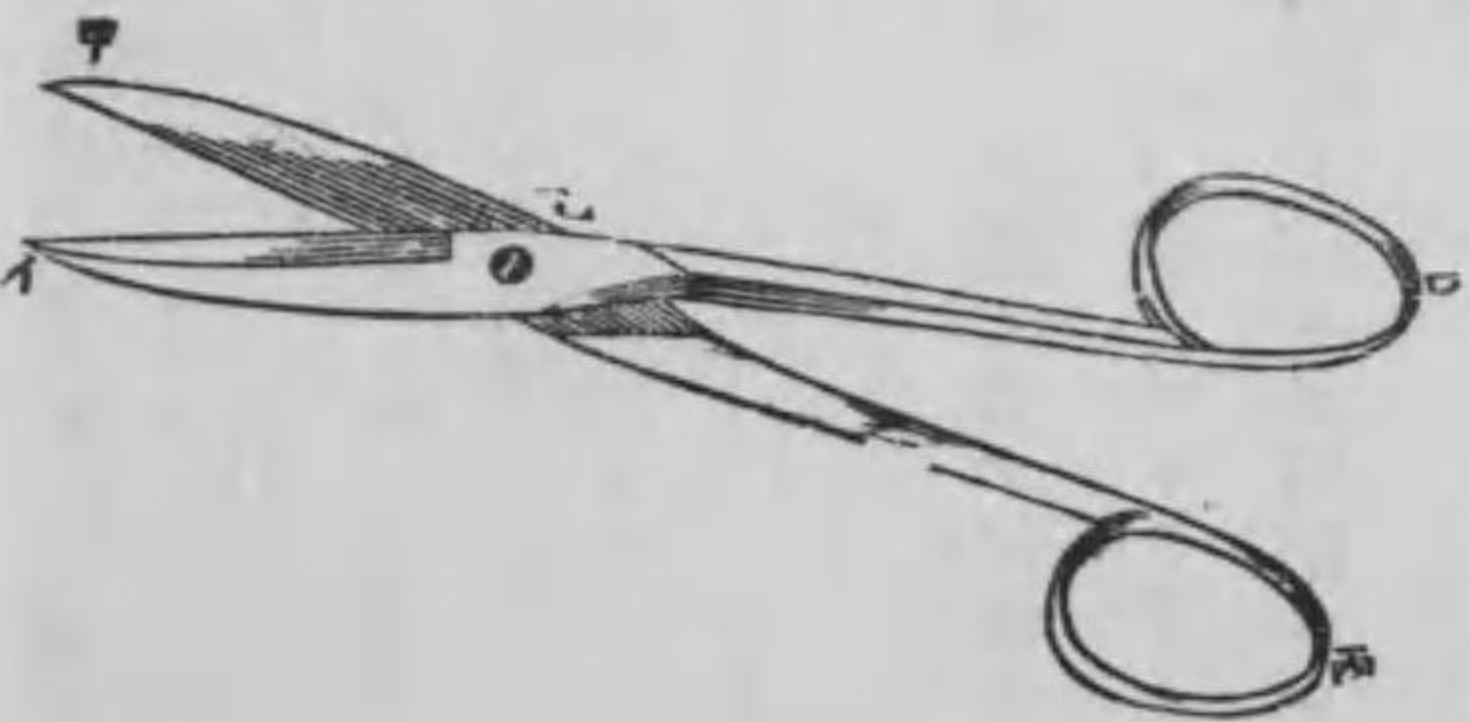
槓子ノ効用

鉄ハ二箇ノ兩臂槓杆ヨリ成レル

第九十九圖



第一百圖



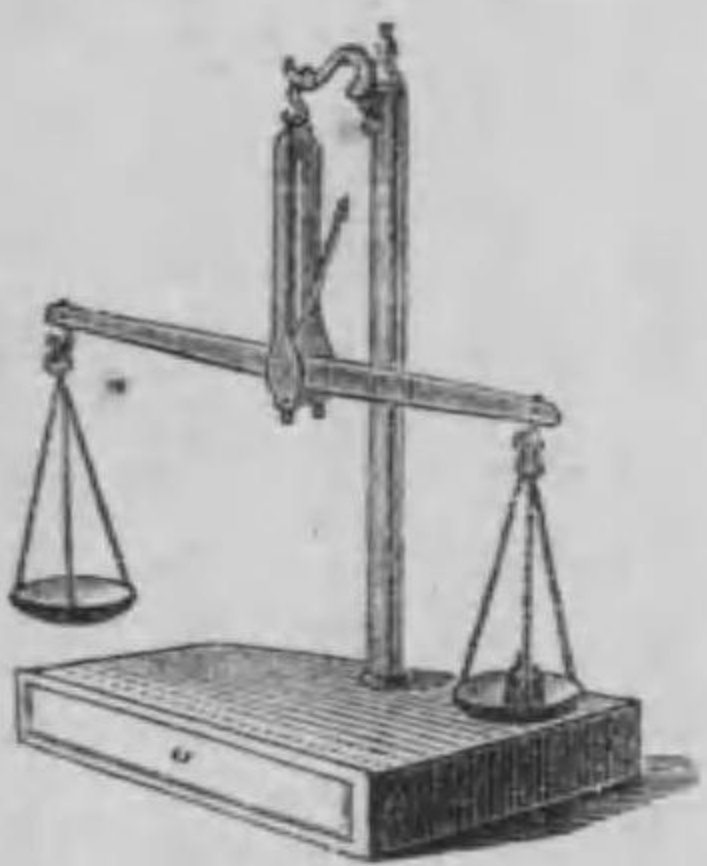
釘拔、木鋏

衡器モ亦槓杆ノ應用ナリ
通常天秤

テカヲ施ス處タリ、若シ鉄ヲ以テ堅硬ナル物體ヲ剪ラント欲スルトキハ之ヲ(乙)ニ近ヅケザル可カラズ、是レ重點ノ支點ニ近ヅクヲ欲シテナリ。又木鋏・花鋏・釘拔等ノ如キ其柄ヲ長クシテ上部ヲ短クスルハ此理ニ由レルコト自カラ明瞭ナリ。
(B) 第二種ハ衡器ニシテ物體ノ質量ヲ既知ノ質量(分銅)ト比較測定スルニ供用セラル、要具ナリ。凡ソ衡器ハ度量衡法ニ於テ左ノ三種(甲、乙、丙)ニ分ツ。

(甲) 天秤。天秤ハ等臂槓杆ノ應用ニシテ通常用及化學用ノ二種アリ。

第一百圖



(1) 通常天秤(第百一圖)。(a) 構造。其重要部分ハ兩臂槓杆ニシテ金屬(通常ハ鐵)ヨリ成リ秤杆ノ名稱ヲ有ス。其重心ノ上方ニ當レル中央ニ於テハ槓杆ノ旋廻點タル圓形若クハ三角形ノ軸アリテ固着シ、秤杆ノ上方ニシテ其軸ノ垂直上ニハ所謂指鍼(俗ニ舌ト云フ)アリ。秤杆水平ノ位置ニ在ルトキハ指鍼ハ垂直ノ位置ヲ取ル。秤杆ノ兩端ニハ所謂秤盤(秤皿)アリテ懸垂シ、而シテ秤杆ハ其軸ヲ以テ所謂鉄筐中ニ支持セラル。

善良ナル天
秤ニ要スル
三條件

(b) 使用法。兩秤盤空虛ナルトキハ秤杆ハ水平ノ位置ヲ取ル、此場合ニ於テハ指鍼ハ鉢
筐ノ正中ニ在リ。今若シ秤盤ニ其質量ヲ測定セント欲スル物體ヲ置キ他ノ秤盤ニ分銅ヲ置キ
而シテ兩秤盤同様ノ位置ヲ取ルトキニハ其分銅ハ物體ノ質量ヲ表示ス。

(c) 三要件。善良ノ天秤ハ左ノ三條件ニ適合スルヲ要ス。

(ア) 秤杆ハ兩秤盤ニ毫モ物質ヲ載置セザルカ若クハ均等ノ物質ヲ載置シタルノ際水平ノ
位置ヲ取り安定平均ヲナサザル可カラズ、斯ノ如クナランニハ**秤杆ノ重心垂直ニ支
點ノ下ニ在ルヲ要ス。**

(イ) 天秤ハ均正ナラザル可カラズ、即チ分銅ハ質量ノ實際ヲ示サザル可カラズ。斯ノ如
クナランニハ**秤杆ノ兩臂互ニ等長ニシテ且ツ同等ノ平均量ヲ有シ、而シテ兩秤盤モ
亦紐或ハ鏈ト共ニ均等ノ重サヲ有スル様製作セラレザル可カラズ。**

(ウ) 天秤ハ其感動敏捷ナラザル可カラズ、即チ少量ノ過量ヲ一盤ニ置クモ已ニ大ナル傾
斜ヲ起サザル可カラズ。凡ソ天秤ノ感度ハ尙ホ傾斜ヲ起シ得ル重サノ一分ニ據テ秤
測シ得ルモノニシテ度量衡法施行規則第二十一條ニ據レバ其秤量ノ千分一以下ナルヲ要
ス。

(d) 感度。天秤ノ感度ハ左ノ四要件ニ關ス。

天秤ノ感度
ニ關スル四
要目

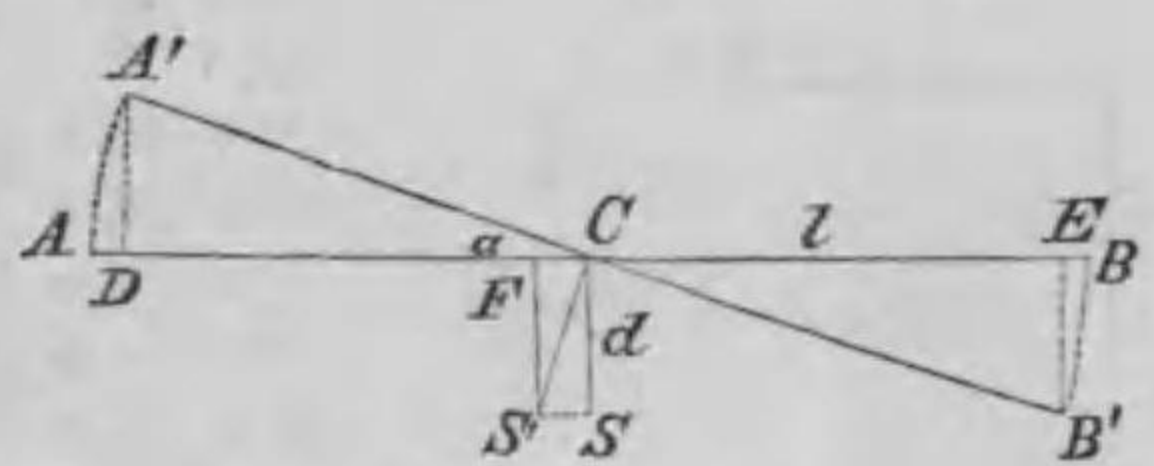
(ア) 支點ニ對シテ重心ノ位置ニ關ス、即チ天秤ハ其重心愈、支點ニ近ケレバ感ズルコ
ト愈、大ナリ。

(イ) 秤杆ノ長サニ關ス、即チ秤杆愈、長ケレバ其天秤ノ感ズルコト愈、銳シ。

(ウ) 秤杆ノ重サニ關ス、即チ秤杆屈撓スルコトナクシテ愈、輕ケレバ其天秤ノ感動愈、銳
シ。

(エ) 抵抗ニ關ス、即チ抵抗(支點ニ於ケル摩擦)愈、小ナレバ感度愈、大ナリ。

圖 二 百 第



今第百二圖ニ示ス所ノ如ク以テ槓杆ノ長サヲ示シ、dヲ以テCナル支點ヨリ重心(S)ニ至ルノ距
離ヲ示シ、兩秤盤ニ置キタル等シキ重サヲ秤盤ノ重サト共ニ之ヲ示スニPヲ以テシ、Pハ一盤ニ
加ヘタル過重トシqヲ以テ秤杆ノ重サヲ示シ、而シテA', B', S'ヨリAB上ニ垂直線A'D, B'E, S'Fヲ下ス
トキハ秤杆ノ平均ノ要約トシテ左式ヲ得、

$$(P + d) \cdot CE = P \cdot CD + q \cdot CF.$$

或ハCDハCEニ等シキヲ以テ左式ヲ得、

$$P \cdot CE = q \cdot CF.$$

今傾斜角ヲ示スニxヲ以テスルトキ、CE = l \cdot \cos x, CF = d \cdot \sin x ナリ、故ニ

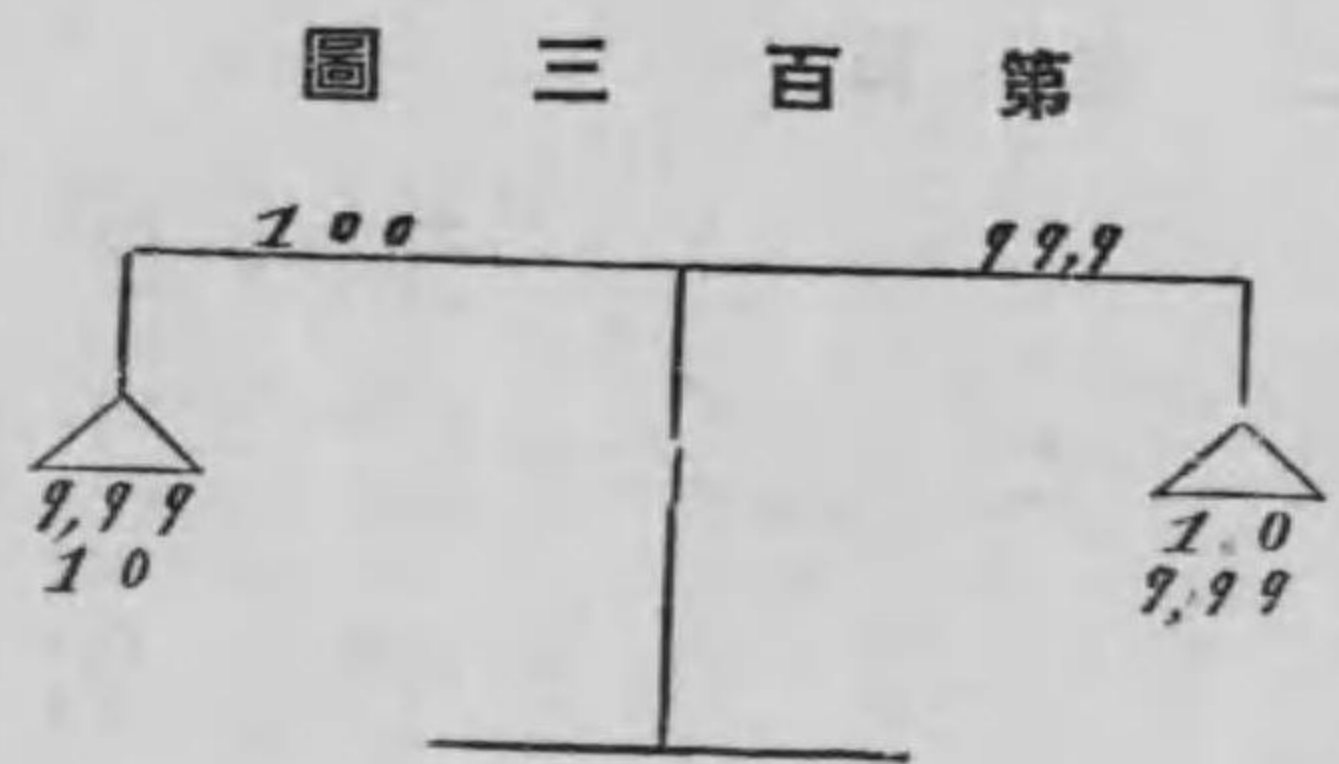
$$P \cdot l \cdot \cos x = q \cdot d \cdot \sin x$$

或ハ

$$\tan x = \frac{P \cdot l}{q \cdot d}.$$

天秤ノ適否
ヲ徵スルノ
法

(e) 適否證明法。凡ソ天秤ノ均正ナルト否トハ下ノ方法ヲ以テ之ヲ證明スルコトヲ得、即チ兩秤盤ニ適宜ノ物體ヲ置キ先ヅ相平均セシメ、而シテ後其物體ヲ左右ニ交換スルト雖ドモ毫モ平均ヲ妨グルコトナキハ其天秤ノ均正ナル徵證ナリ。其理如何ハ第百三



圖ニ依テ之ヲ解明シ得ベシ。茲ニ杆臂不等長ナルモ仍ホ能ク平均ノ外觀ヲ呈スル状態ニ製作シタル天秤アリト假定セヨ、例之バ其左方ノ杆臂ハ一〇〇耗ニシテ右方ハ少シク短ク即チ九九・九耗ナリトスレバ右方ニハ一〇五、左方ニハ九・九九五ノ重物ヲ置クニ非ザレバ平均スルヲ得ズ、蓋シ然ラザレバ均等ノ平均量ヲ得ザレバナリ。然リト雖ドモ今之ヲ左右ニ交換スレバ決シテ平均スルコトナシ、何トナレバ其左右ノ平均量已ニ不等トナルヲ以テナリ。是故ニ一度已ニ平均シタル物體ヲ左右ニ交換スルモ其平均ヲ妨グルコトナキハ天秤ノ均正ナル實證ニシテ其際平均ヲ妨グルコトアルハ均正ナラザルノ證ナリ。

(f) 不均正ノ天秤ヲ以テ正シク物ノ質量ヲ秤ル法。設トヒ天秤ハ均正ナラザルモ下ノ方法ヲ以テスレバ過誤ナク物體ノ質量ヲ測定シ得ルモノトス、即チ先ヅ其物體ヲ一秤

體ノ質量ヲ
秤ル法

理化學用天
秤

第 百 四 圖



盤ニ載置シ、他ノ一盤ニハ或ル隨意ノ物ヲ加減シテ平均スルニ至ラシメ、然ル後其測定セント欲スル物體ヲ取り除キ之ニ代フルニ分銅ヲ以テシ再ビ平均セシムレバ其分銅ノ數ハ即チ物

體ノ質量ナリトス。

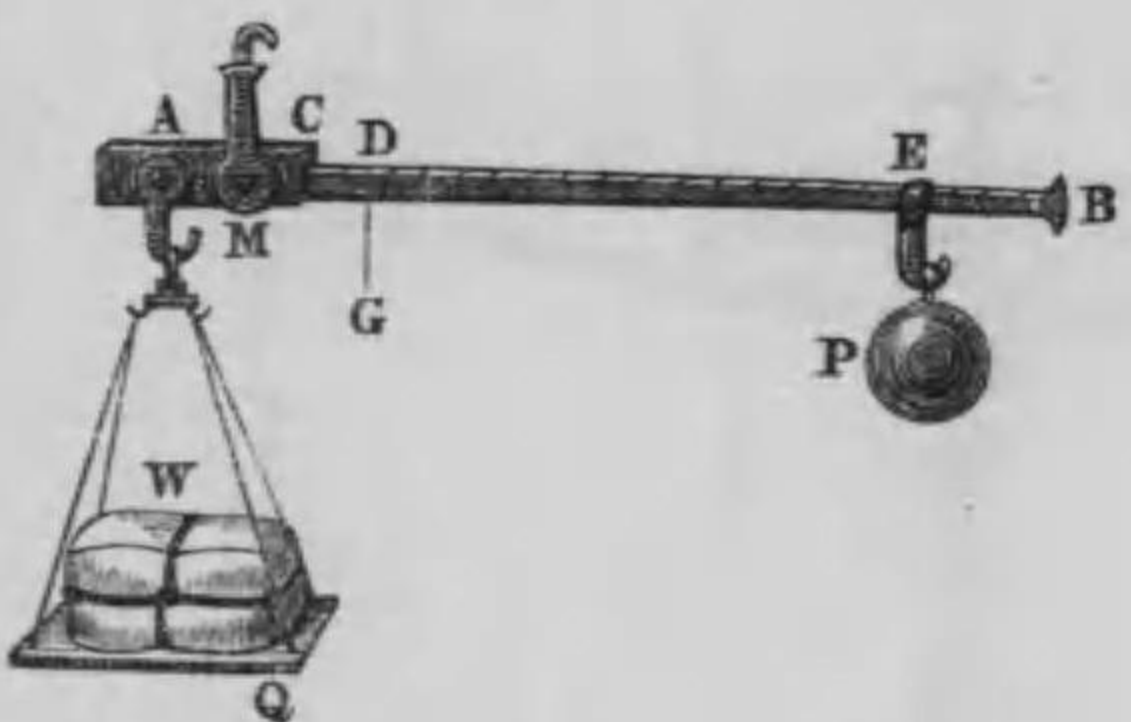
(2) 理化學用天秤。精細ニ物ノ質量ヲ測定スルニ用ユル所ノ天秤ハ第百四圖ニ就テ示スガ如キ構造ヲ有ス其秤杆ハ截リ抜キタルモノヲ以テ通常トシ、其旋廻軸ハ鋼鐵ヨリ成リ、而シテ銳刃ヲ以テ鋼鐵板若クハ瑪瑙板上ニ支持セラル。此天秤ノ指針ハ天秤ヲ負荷スル垂直柱ノ傍ラニ固着シタル劃度弓ノ前ニ於テ左右ニ振動シ、平均ノ状態ニ在リテハ其劃度ノ零(0)ヲ指示スベク下方ニ向フモノナリ。銳刃ノ鈍却ヲ妨ゲンガ爲メニハ天秤ノ使用ヲ終リタル後毎回螺旋ノ幫助ニ據リ其支點ヨリ離上シ杆臂ノ

二點ニ於テ之ヲ支ヘ且ツ天秤全體ハ硝子ノ蓋箱中ニ存スルヲ以テ通常トス、此種ノ天秤ハ其感度甚ダ著大ニシテ百萬分一ニ至ル、今秤量ノ最大量ヲ百五ト定ム

圖五百第



圖六百第



桿秤

レバ其百萬分一ハ即チ十分一毫ナリ。然ルニ毫ヨリモ少量ノ分銅ヲ使用スルハ實際甚ダ不便ナルニ依リ同臂槓杆ヲシテ臨時不同臂槓杆ナラシムベキ方法ヲ取ル、即チ一方ノ杆臂ヲ十分シテ度目ヲ製シ少量例之バ一毫ノ金線若クハ白金線ヲ以テ小鈎子(第百五圖)ヲ製シテ秤杆ニ騎跨セシメ、茲ニ秤量セント欲スル物體ヲ盤上ニ置キ一度ノ位置ニ小鈎子ヲ懸ケ平均ヲ得タルトキハ其質量十分一毫ナルコト明ラカナリ、蓋シ一ノ距離ニ一毫ヲ置クモノノ距離ニ十分一毫ヲ置クモノ同等ノ平均量ヲナセバナリ。更ニ秤杆ノ度ヲ細割スレバ尙ホ僅微ノ差量ト雖ドモ明知セラレ得ベキヤ言フ俟タズ。

乙桿秤。桿秤ハ不同臂槓杆ノ應用ニシテ第百六圖ニ示スガ

如クAハ重點ニシテMトBトノ間ニ力點アリ、而シテ其距離ヲ分割シテ度目ヲ施シ、茲ニ錘ヲ懸ケ質量ノ大小ニ隨フテ力即チ錘ヲ進退セシメ以テ質量ノ大小ヲ知ル、故ニ桿秤ハ天秤

ヨリモ其使用ノ方法便宜ニシテ且ツ疾速ナリト雖ドモ天秤ノ精細ナルニ若カズ。

今平均量ハ杆ノ重サニ關係スルガ如ク見ユルト雖ドモ決シテ否ラザルコト下ノ如シ、Gハ秤杆ノ重サ、Qハ秤盤ノ重サ、Pハ錘ノ重サ、而シテDハ秤杆ノ重心、Cハ錘ガ秤盤(Q)ト平均スルノ位點ヲ示ストキハ茲ニ物體ヲ置カス、錘ハCニ存スルノ際左ノ平均量ヲ得、

$$Q \cdot MA = P \cdot MC + G \cdot MD,$$

而シテ後Wナル量ノ物體ヲ秤盤上ニ置ケトキハ平均ヲ復センガ爲メ錘ヲEニ移スヲ要ス、是故ニ次ノ平均量ヲ得、

$$(Q + W) \cdot MA = P(MC + CE) + G \cdot MD,$$

此式ヨリ前式ヲ引クトキハ左式ヲ得、

$$W \cdot MA = P \cdot CE,$$

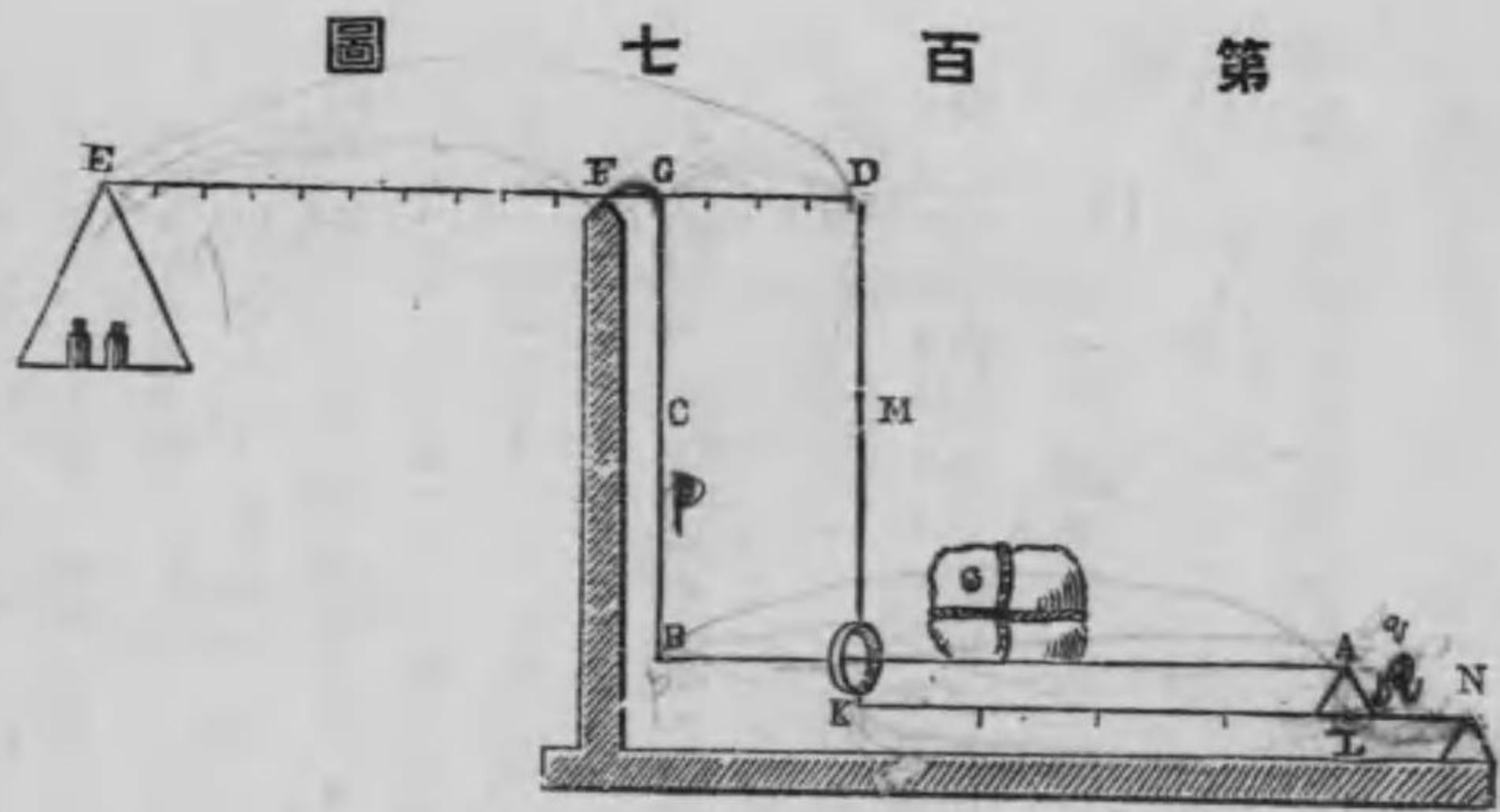
然ラバ即チMAノ距離トCEノ距離トニ關スルノミニシテ毫モ他ニ關セザルヤ明ラカナリ。

臺秤

丙臺秤(橋秤)。臺秤ハ巨大ノ質量タリトモ容易ニ之ヲ秤量シ得ベキ裝置ニシテ一

箇ノ不同臂槓杆ト二箇ノ一臂槓杆トヲ連合シ以テ其作用ヲ完成スルモノナリ。第百七圖ニ於テハ臺秤ノ概型ヲ示ス、即チ重物(Q)ハ其一端ニ於テハ銳刃(A)上ニ居リ、他ノ一端(B)ニ於テハCナル杆條(鏈鎖)ニ連繫スル臺板(AB)ノ上ニ存ス。該杆條(C)ノ他端ハ(F)ナル銳刃上ニ位スル不同臂槓杆(DE)ノ一臂ノ一部(G)ニ連繫シ、Aハ其支點ハNナル銳刃上ニ在リテ其一端(K)ハDニ懸レル杆條(鏈鎖)(M)ニ固着シタル一臂槓杆(NK)上ニ居ルヲ以テ凡ソ臺秤ハFGノ距離ノFDニ於ケル比ハNLノNKニ於ケルガ如キ比(EG:FD = NL:NK)ヲ有スル所ノ

臺秤作用ノ解



構造ヲ緊要トス。然ルトキハABナル臺板上ニ安置シタル重物〔Q〕ハ直接ニCナル杆條ニ懸ケタルト同一ノ作用ヲナス、今其理ヲ證明スルコト容易ナリ。即チ重物〔Q〕ノ一分ハAナル銳刃上ニ壓シ一分ハCナル杆條ヲ牽引ス、茲ニAナル銳刃上ニ與フル所ノ壓ヲ示スニqヲ以テシ、杆條〔C〕ヲ牽引スル力ヲ示スニpヲ以テスルトキハ左式ヲ得ベシ。

$$q + p = Q$$

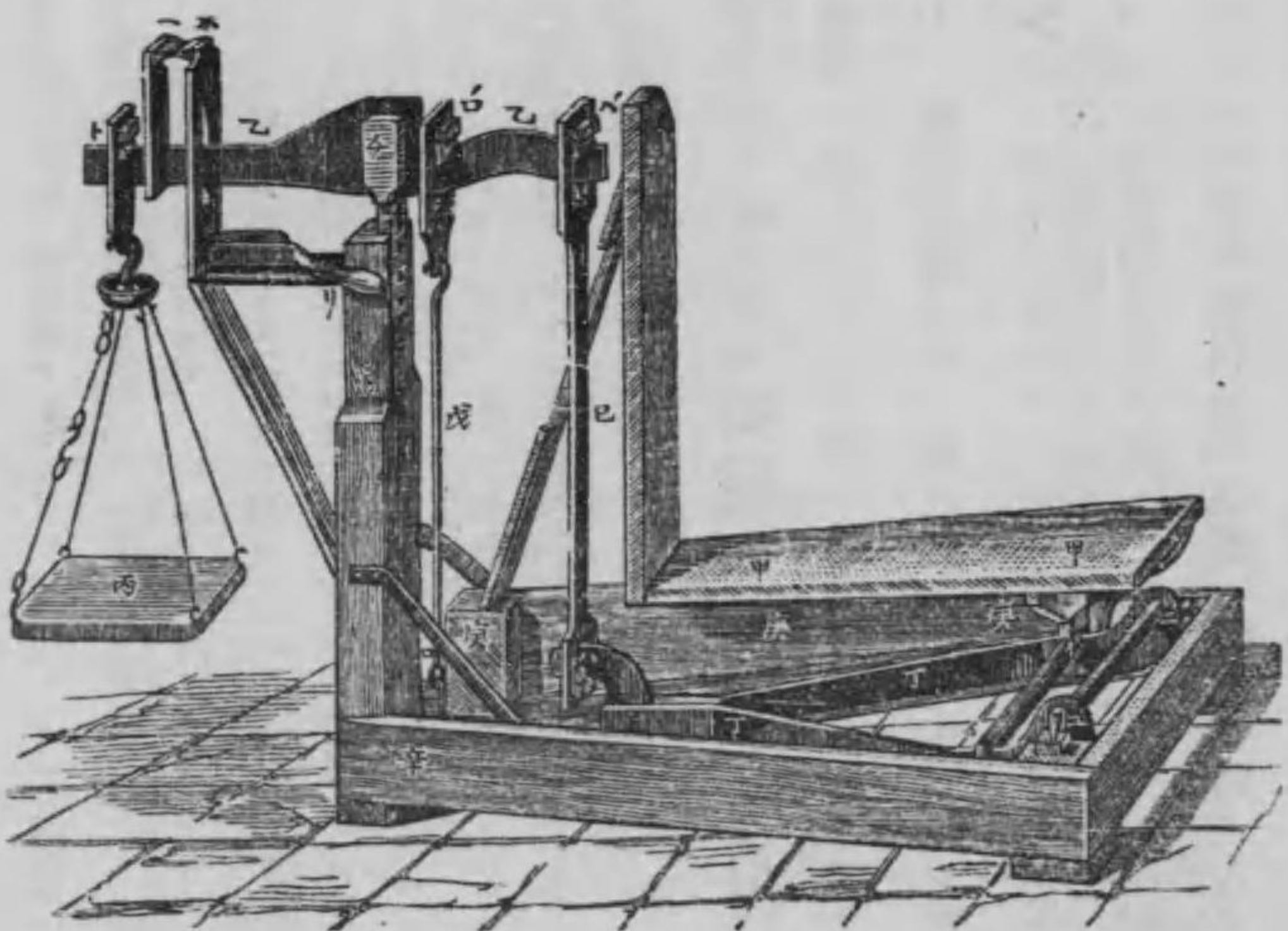
Aナル銳刃上ニ下壓スル所ノ重〔q〕ハLNナル槓杆臂ニ其作用ヲ逞ウス。今KNヲ左式ノ如クナリトスレバ、

$$KN = n \cdot LN.$$

Lニ於テ下壓スル力〔q〕ハKニ於テ下方ニ牽引スル力〔qn〕ト同等ノ作用ヲ營爲ス。然ラバ即チDEナル槓杆ノ支點ヨリ右方ニ於テハ二力下方ニ向テ其作用ヲ逞ウス、即チGニ於テハpナル力ニシテ、Dニ於テハqnナル力ナリ。茲ニ其qnナル力ハGニ附着スル所ノn倍大ナル力ト同等ノ作用ヲ營爲スベシ、如何トナ

第 百 七 圖

第 百 八 圖



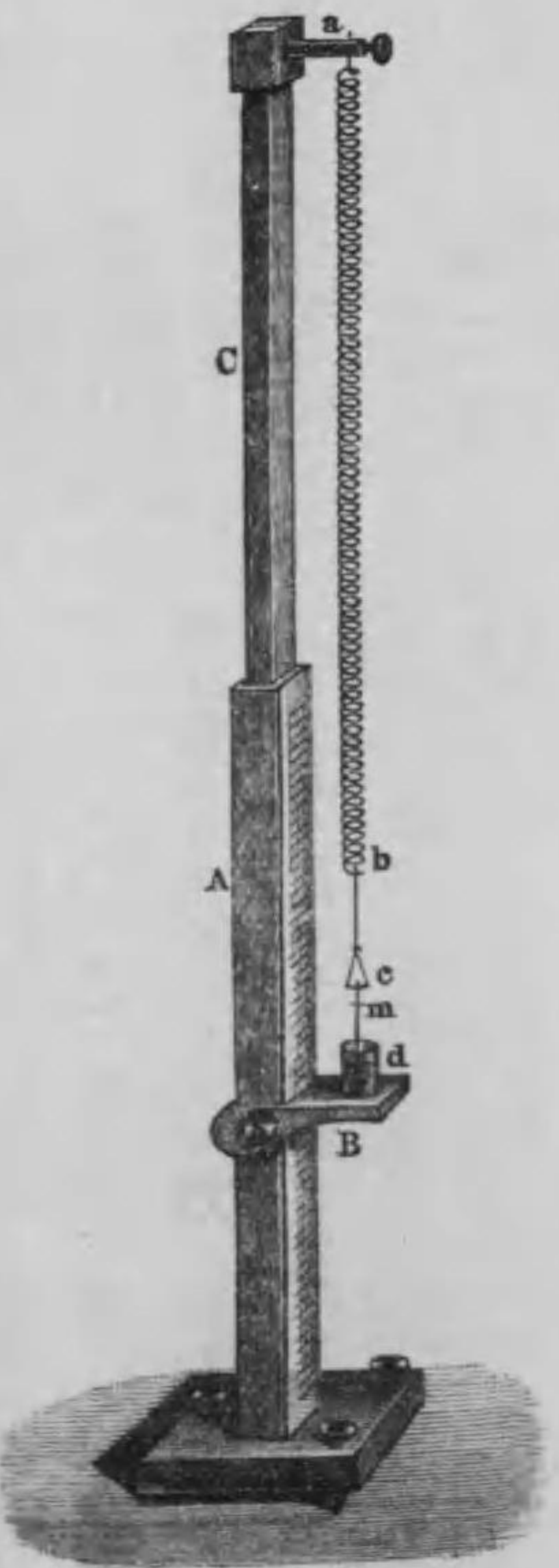
レバED||ロ・E・Gナルニ由リGニ於テ
 $\frac{D}{n} \cdot n = q$ ナル重ヲ懸ケタルト同様ナ
 レバナリ。是故ニG及Dニ附着スル所ノ
 兩杆ハGニ於テ直チニ $q + p = Q$ ナル
 重ヲ懸ケタルト同様ニ槓杆ヲ下方ニ牽
 引ス。DEナル槓杆ノ左端〔E〕ニハ分銅
 ヲ置クガ爲メニ秤盤ヲ懸垂スルコト本圖
 ニ就テ見ルガ如シ、而シテ茲ニ置キタル
 分銅ハ重物〔Q〕ノ等除分ニシテ其重物ト
 分銅量トノ比ハFGナル槓杆臂トEFナル槓
 杆臂トノ比ニ關スルモノトス。凡ソ臺秤
 ニ於テハ其分銅量ハ物量ノ十分一ナルベ
 シ、例之バ秤盤上ニ置キタル十疋ヲ以テ
 百疋ニ平均スルノ構造ヲ以テ通常トス、
 斯ノ如ク構造セル臺秤ヲ稱シテ一二十

一秤ト云フ。

第百八圖ハ臺秤ノ縱截面ヲ示スモノナリ、即チ〔甲〕ハ重物ヲ置クベキ木製ノ臺板ニシテ三邊ヲ有スル緣板〔庚〕ニ固テ圖ニ於テハ〔甲〕板及三邊緣板〔庚〕ハ共ニ只其後半ヲ現ハスノミ。此緣板ハ後部ニ於テ〔イ〕ナル銳角上ニ位シ、前部ニ於テハ〔ロ〕點ヨリ〔戊〕杆ニ連繫シ、銳角〔イ〕ハ丙又ノ形狀ヲ有スル槓杆〔丁〕ニ固着ス、槓杆ノ廻轉點即チ後部ハ〔ニ〕ナル銳角ヨリ成リ前部ハ〔ハ〕ヨリ〔巳〕杆ニ懸着ス。但シ此圖ニ於テハ其構造ノ著明ナランコトヲ欲スルガ爲メ今〔リ〕ナル槓杆ヲ旋上シテ〔ハト〕ナル槓杆ヲ支フレバ其左方ハ昇リ右方ハ降リテ〔甲〕ナル臺板ハ〔辛〕ナル支臺ノ緣端ニ達シテ全ク支持セラル、ニ至ル、是故ニ〔ロ〕ト〔ハト〕ハ已ニ臺上ノ重物ヲ負荷スルコトナシ。又〔リ〕ナル槓杆ハ其用ヲ終リタル後毎回之ヲ旋上シ銳角ノ鈍却セラレザルニ注意シ、而シテ臺秤ノ構造ハ〔リ〕ナル槓杆ヲ旋下スルトキハ〔乙〕ナル槓杆水平ニ位シ〔ハ〕ナル銳角ト〔ホ〕ナル銳角ト相對スルノ度ニ在ラザル可カラズ。又臺上ニ重物ヲ置ク際ニハ其〔ヘ〕及〔ホ〕ナル銳角再ビ相對スルニ至ル迄〔丙〕ナル盤上ニ分銅ヲ加フベシ。

以上三種ノ他ニ尙ホ**特種ノ衡器アリ例之バジリール** Jolly 氏ノ撥條秤器ノ如キ是ナリ即チ撥條ハ之ヲ垂直ニ下垂シ其下方ニ小重ヲ加フレバ著大ニ延垂スルノ性質ヲ應用シタルモノニシテ**第百九圖**ニ示ス如ク其上端 a ニ固繫シ其下端ニ二箇ノ小秤盤 c ト d トヲ繋キ而シテ其一箇 d ハ水中ニ沈入セシム其水ヲ盛りタル硝子ハ B ナル臺上ニ載置シ且ツ其 B ハ A ナル垂直柱ニ沿フテ上下進退ヲ許シ之ニ據テ d ナル秤盤ハ終始水中ニ遊動スルコトヲ得セシム、此ニ設ケタル目標ヲ便利且ツ確實ニ讀ンガ爲メ A ナル直柱ニ附着シタル鏡面ニ度目ヲ劃ム、今 m ト其像ト一直線上ニ來ルベク眼目ヲ向クレバ m ノ位置ヲ讀ムコト確實ナリ。

第百九圖



今例之バ三六卷
キノ撥條トシ秤
盤ニ毫モ重物ヲ
置カザルトキハ
m ナル目標ガ六
四ノ度目ニ在

一臂槓杆應用ノ例

リ、c ナル秤盤ニ一瓦ヲ置クトキハ d ナル秤盤ヲ水中ニ遊動セシムルニハ B ナル支臺ヲ下ダサナル可カラズ而シテ今ヤ目標ノ m ハ四三六ニ在リ然ラバ即チ撥條ハ一瓦ノ重サニ由テ三七二 (436 - 64 = 372) 度目ノ延長ヲ來タシタリ、故ニ 〇・五五或ハ 〇・一五ノ重サニ由テ八一八六或ハ三七・二度目ノ變異ヲ來シ又ハ一艇ハ 〇・三七二度ノ變異ヲ來タスベシ。

(第二) 一臂槓杆ノ應用。 (1) 砂糖切り庖丁。第百十圖ニ示ス者ハ即チ其一ニシテ〔甲〕ハ人力ヲ加フベキ點、〔乙〕ハ重點、〔丙〕ハ支點ナリ、胡桃子ノ壓碎器、枹栓壓縮器、練ヲ切ルノ刀、藥舖ニ於テ草根木皮ヲ割ムニ用ユル片手庖丁、水壓機、汽機ニ用ユル安全瓣等皆此種類ニ屬ス。

(2) 艇槳。 其支點ハ水中ニ在リ。

(3) 摺み鉗。摺み鉗ハ二箇ノ一臂槓杆互ニ相連繫セラレテ成ルト看做シ得ベキモノニシテ

其屈曲シタル連繫部ニ支點ヲ有シ把握シテ力ヲ加フル處ハ力點ニシテ及鉗ノ部ハ即チ重點ナリ、燭心鉗・ピンセット・人手等

皆此種ニ屬ス。例之バ前膊骨ハ

其支點ハ肘ニ有スル一臂槓杆ノ

重ノ槓杆臂〔a〕(第百十一圖)ヲ

形成ス、dニ於テ附着スル所ノ

P₁ナル膊筋ニ由テ膊ハ曲ケラレ

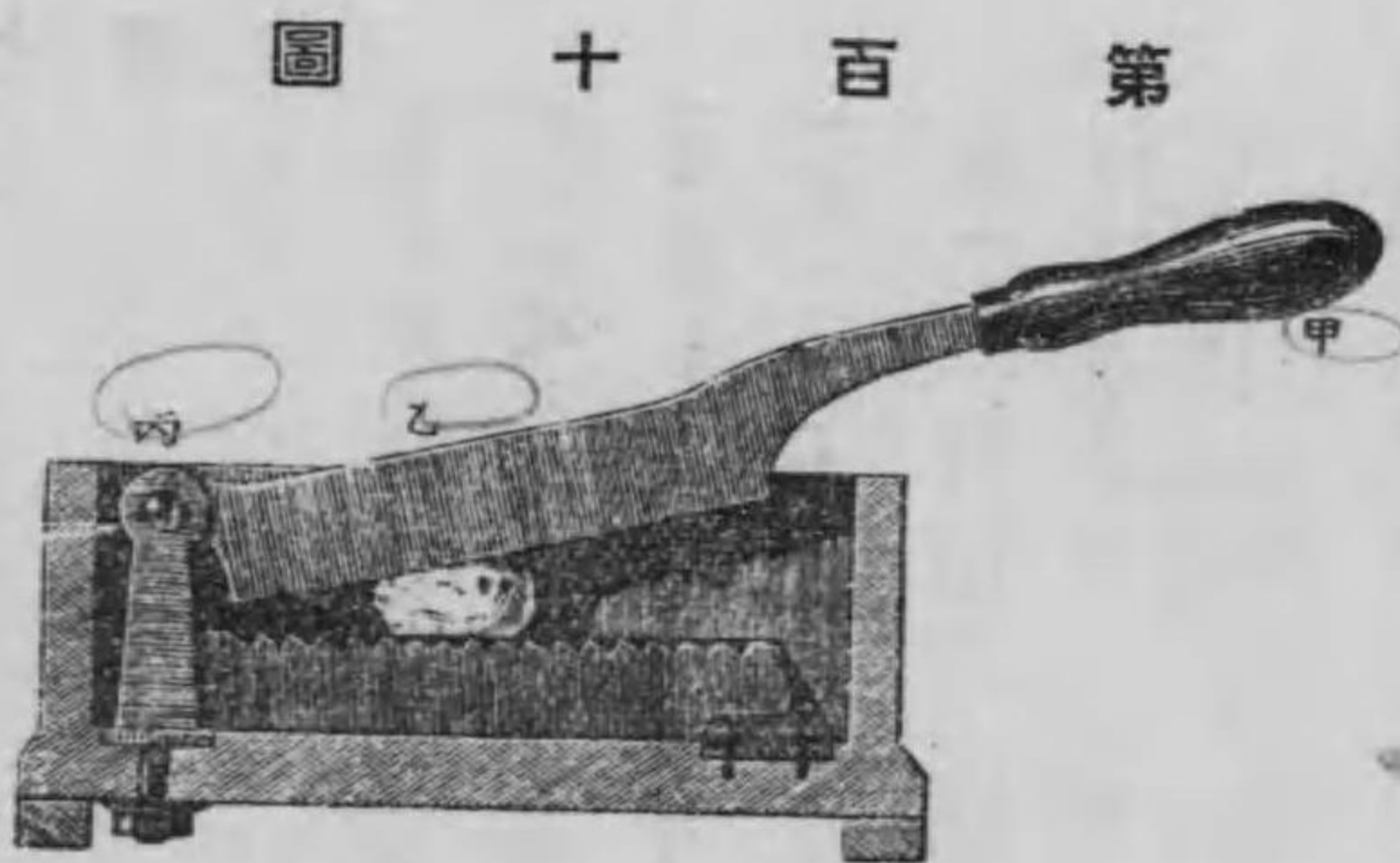
而シテ手掌ニ持テ重〔P₂〕ハ上

方ニ舉ゲラル、力ノ臂(c d)ハ

重ノ臂(c P₂即a)ニ比スレバ著シク短キガ故ニ膊ヲ屈曲センガ

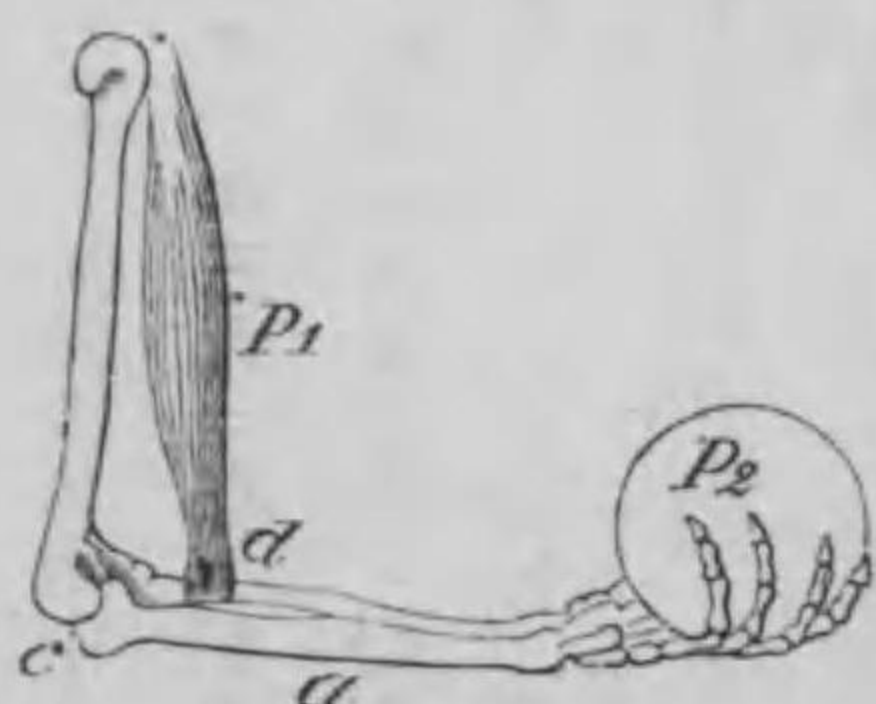
爲メ筋ヨリ用キラレタル力ハP₂ナル重ヨリハ非常ニ大ナルベ

シ即チ僅少ナル筋縮ハ手ノ甚タ大且ツ速カナル運動ヲナスナリ。



第百一十圖

第百一十圖



第二項 滑車。

滑車ノ定義

(一) 定義。滑車ハ其周邊凹溝ヲ穿チ中心ヲ貫キタル軸ヲ旋廻スル所ノ平坦

ナル圓板ナリ。凹溝ハ周圍ニ繞ラスベキ繩索若クハ鏈

鎖ヲ受容スルノ任務ヲ有シ軸ハ金屬製若クハ木製ノ

鉄筐ニ據テ負荷セラル、コト第百十二圖ニ示スガ如シ。

(二) 種類。滑車ヲ別テ定滑車・動滑車ノ二種トナス。

(第一種) 定滑車。(I) 構造。定滑車ハ同臂槓杆ノ變形器ト看做スベキモノニシテ、

軸ヲ旋轉スルノ外毫モ運動スルコトナク常ニ同位ヲ保守ス。

(II) 定律。定滑車ニ於ケル力(P)ト重(Q)トハ均等ニシテ平均成ル、第百十三圖ニ示ス如

ク(イハ)ノ長サ(圓板ノ直

徑)ハ即チ槓杆臂、(ロ)ハ

支點ニシテ(イ)點ト(ハ)點

トハ力重ノ二點ナリ。今

(ハ)點即チ繩索ノ終端ニ若

干ノ重ヲ懸ケ(イ)點ニモ



第百二十圖



第百三十圖



第百四十圖

亦カヲ施シテ其平均ヲ得ントスルニハ力重同等ノ大サナラザル可カラズ、何トナレバ圓板ノ中央ヲ支點トスルガ故ニ力點ノ距離モ重點ノ距離モ共ニ其圓板ノ半徑線(r)ナルニ因リ亦其大サヲ同ウスレバナリ、設トヒ僅微ナルモ力若クハ重ヲ増加スレバ其圓板ハ其方位ニ向テ廻轉スベシ (P:Q = r:R = 1:2)。

(III)用途。定律ノ教示スル如ク定滑車ハ固トヨリ力ヲ減省スルノ用ヲ爲サルヤ明カナリト雖ドモ重物ヲ高キニ扛ゲ(第百十四圖ヲ見ヨ)井ヨリ水ヲ挹ム等ニ當リ摩擦ヲ減却シ力ノ方向ヲ變スルニ因テ人力ノ浪費ヲ減省スルノ益アルモノナリ。

(第二種) 動滑車。(I)構造。動滑車ハ一臂槓杆ノ變形ト看做スベキ者ニシテ定滑車トハ異ナリテ其圓板ノ繩索ト共ニ相上下スルコトヲ得。

圖五十百第



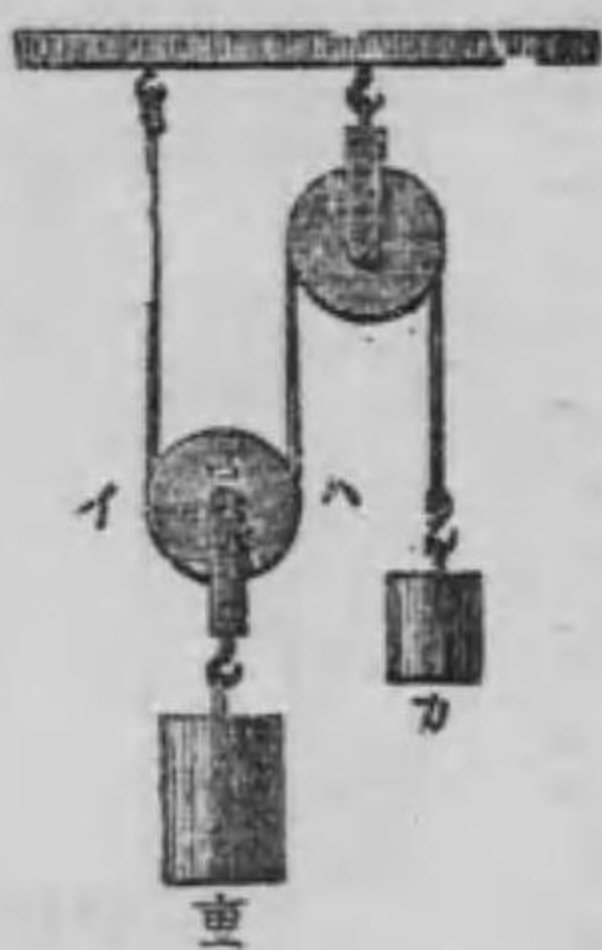
シメンニハ其力ハ重ノ半量ニシテ充分ナルベシ、蓋シ重點ハ圓板ノ半徑(即チ一ノ距離)ニ位シ力點ハ全徑(即チ二ノ距離)ニ位スルヲ以テ距離ト重トヲ乘ジタルモノハ距離ト力トヲ乘

(II)定律。動滑車ニ於テハ力ハ重ノ半大ニシテ平均成ル、第百十五圖ニ示スガ如ク(イハ)ノ距離ヲ槓杆臂トスレバ(イ)ハ支點、(ロ)ハ重點ニシテ、(ハ)ハ力點ナリ。今重點ニ重ヲ施シ之ト平均スベキ力ヲ

動滑車

シタルモノニ同等ナレバナリ。故ニ(ハ)點ノ力若シ重ニ比シテ若干ヲ強クスレバ重ハ滑車ト共ニ力ニ從フテ運動スルヤ必然ナリ (P:Q = 1:2 = 1:2)。

圖六十百第

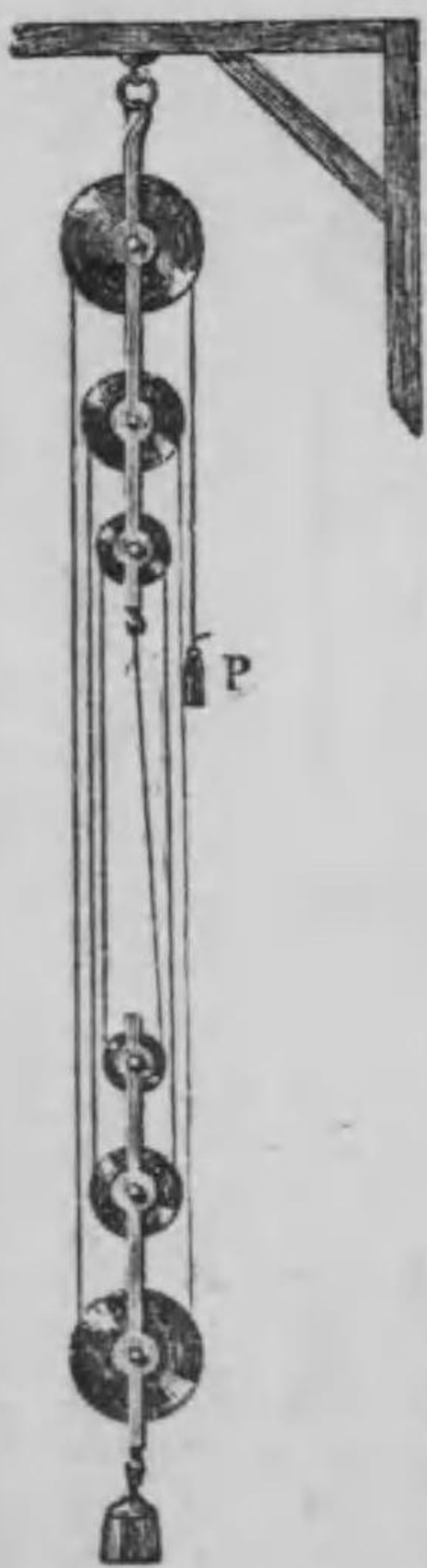


杆ニ於ケルガ如キ位置ヲ取ラシムルノミ。

連合滑車(同框滑車)。

定動兩種ノ滑車ヲ數多連合シテ實用ニ供スレバ力ヲ減省スルコト頗ル著大ナルベシ。例

圖七十百第



ムルヲ得ベシ、何トナレバ重ハ平等ニ繩索ノ六部分上ニ分配セラル、ヲ以テ力ハ唯其部分

ト頗ル著大ナルベシ。例之バ第百十七圖ノ如ク三箇ノ動滑車ト同數ノ定滑車トヲ連合スレバ一力ヲ以テ六重ニ平均セシ

定動兩種滑車ノ連合的應用

ノ一ノミニ平均スルヲ要スレバナリ、然レドモ爰ニ用キタル定滑車ハ多數ナルモ已ニ上文ニ
論述セシ如ク力ヲ減省スルノ目的ヲ有セズシテ只力ノ方向ヲ變ズルノ用ヲナスノミ、但シ定
動兩滑車ノ數ト相伴フテ繩索ノ數ヲ増スガ故ニ力〔P〕ノ益モ亦必ズ相伴フテ増大スルヲ法ト

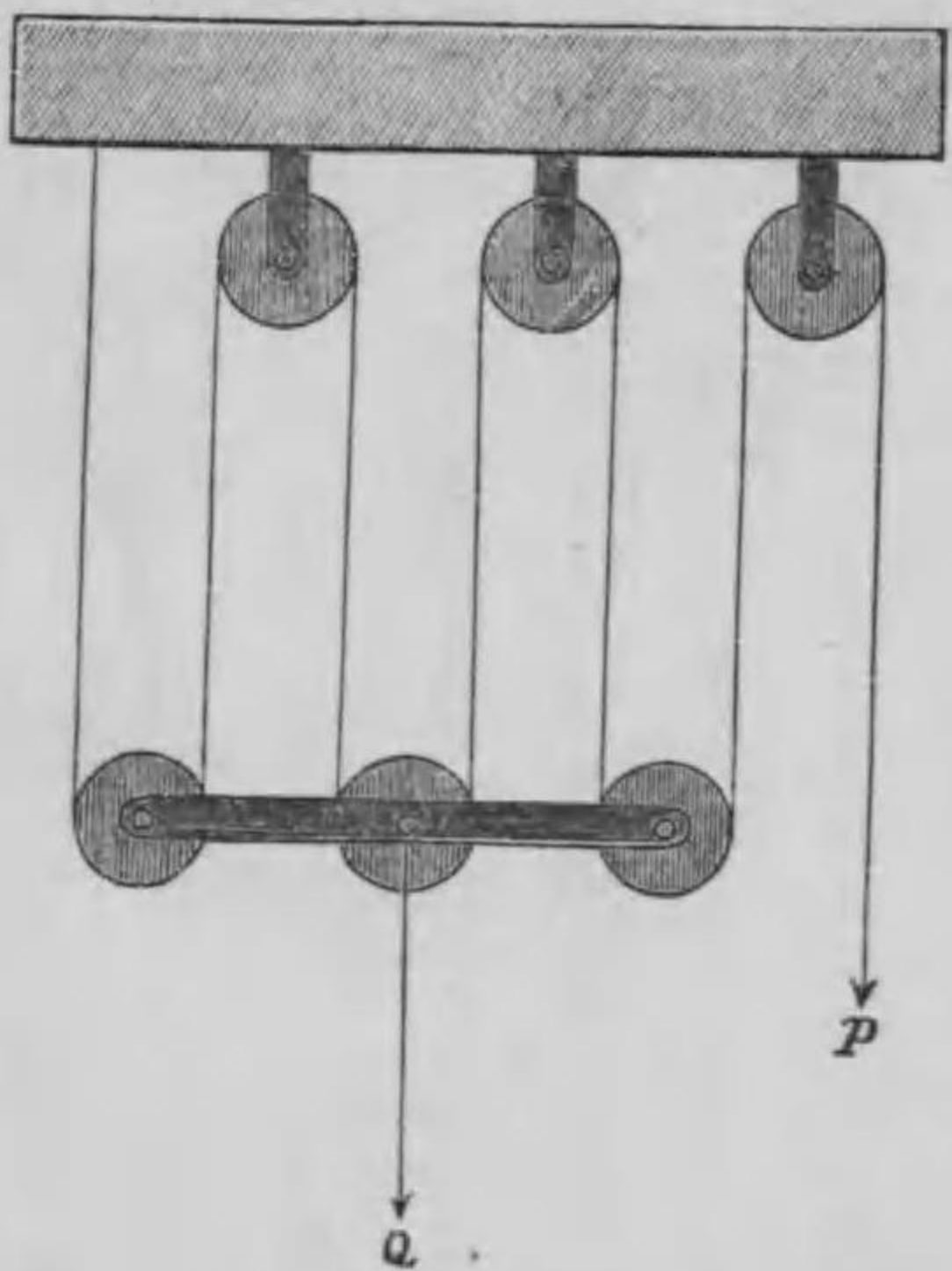
ス、即チ左ノ數式ニ就テ之ヲ知ルベシ。
今車數ヲnトスレバ力ハ即チ車數即チ
以テ重〔Q〕ヲ除シタルモノナリ、其式左
ノ如シ。

$$P = \frac{Q}{n}$$

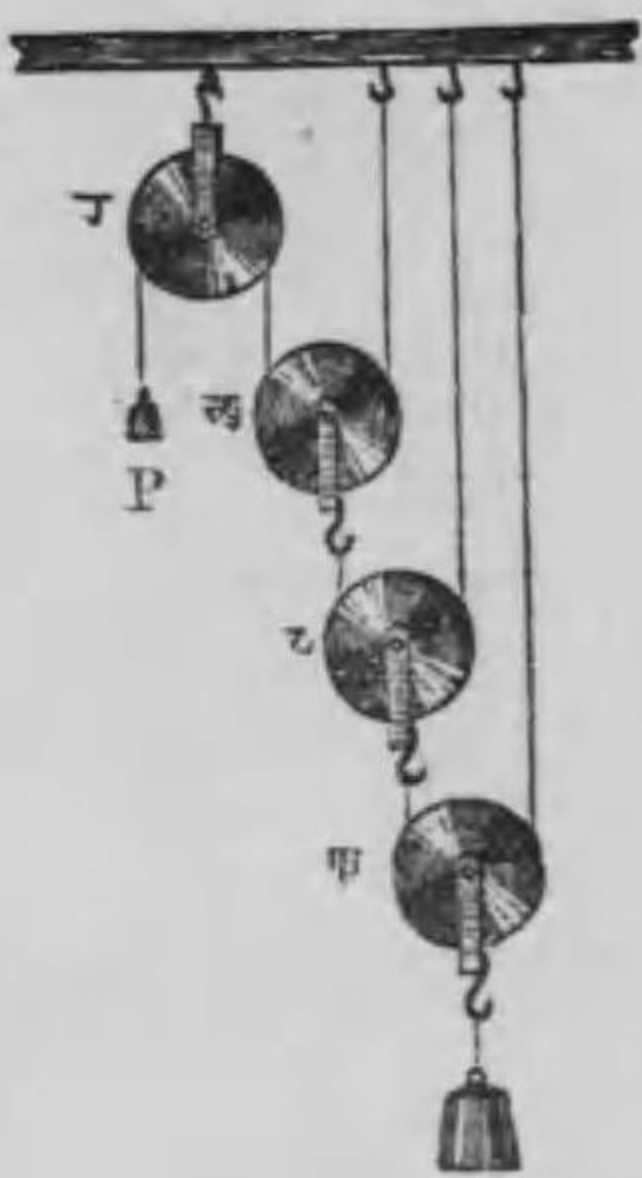
第百十八圖ニ示ス如ク滑車ヲ連合セルモ
平均ノ理ニ至リテハ前圖ニ示ス所ト毫モ
差アルコトナシ。茲ニ四箇ノ動滑車ト四
箇ノ定滑車ヲ連用スレバnハ八ナリ、又

總車數二十ナレバnモ亦二十ナリ。斯ノ如ク數多ヲ連用スルモ車數ノ増スニ比例シテ力
省スルモノニ非ズ、其多分ハ摩擦ニ由テ費消セラルベシ。又多數ノ滑車ヲ用ユレバ
隨ヒテ道路ノ不利モ亦愈増大スルコト前記ノ黃金律ニ由テ明カナリ。

第百八十圖



第百九十圖



又左ノ方法ヲ以テ一箇ノ定滑車ト數多ノ動滑車トヲ連用スレバ力ヲ減省スルコト前ノ連
合滑車ニ比スレバ更ニ著大ナリ、即チ第百十九圖ハ一箇ノ定滑車〔丁〕ト三箇ノ動滑車〔甲〕

〔乙〕〔丙〕トヲ連合セシモノニシテ一力ヲ以テ八倍
ノ重ニ平均ス、蓋シ〔甲〕ハ全量ヲ受ケ〔乙〕ハ二分
一(即チ其半量ヲ負荷スル義)、〔丙〕ハ四分一ノ重
サヲ受クルノ理ナレバ力點ニ至テハ〔丙〕ノ負荷ス
ル重ノ残り半數即チ八分の一ニシテ足レバナリ、
是ニ由テ之ヲ觀レバ動滑車ノ數ヲ指數トシテ

一ニチ自乗シタル數量ノ重物ヲ平均スルニハ一力ヲ以テ足レリトス、故ニ今動滑車ノ數ヲn
トナストキハ其式ハ左ノ如クナルベシ。

$$P = \frac{Q}{2^n}$$

第三項 輪軸。

(一)定義。輪軸又軸車ハ兩臂槓杆ノ變形器ト看做シ得ベキモノニシテ
第百二十圖ニ示スガ如ク圓板〔甲〕ト圓塊〔乙〕トヲ軸〔丙〕ニ固繫セシメ其兩端ヲ

支へテ、圓板圓壻同時ニ廻轉スルノ裝置ナリ、圓板ニハ繩索ヲ纏フテ其終

端ニカヲ施シ圓壻ニモ亦繩索ヲ繞ラシ其一端ニ重ヲ懸クルモノトス。

(一)定律。カト重トガ圓壻ノ半徑ト圓板ノ半徑トニ比例スレバ輪軸ハ平均ノ狀態ニ在リ。

此定律ハ第百二十一圖ニ就テ説明ヲ得ベシ、即チ圓壻ノ中心〔C〕ヲ支點トスルトキハ圓板ノ半徑〔AC〕ハ槓杆ノ一臂ヲナ

シ、而シテ圓壻ノ半徑〔BC〕ハ他ノ一臂ヲナシ恰モ不同臂槓杆ノ狀ヲ呈ス、今Bヲ重點トシテ重ヲ施シAニ相當ノ力ヲ與フレバ必ず平均ヲ得ベシ、茲ニ其力〔P〕ト重〔Q〕トノ比ヲ示セバ左式ノ如シ。

$$P:Q = BC:AC \quad AC \text{ ヲ } R, BC \text{ ヲ } r \text{ 以テ示セバ、}$$

$$P:Q = r:R, P = Q \frac{r}{R}$$

故ニ圓板ノ半徑〔R〕若シ圓壻ノ半徑〔r〕ニ三倍スレバ一カヲ以テ三重ニ平均スベシ。圓板

輪軸ノ定律

圖 十 二 百 第

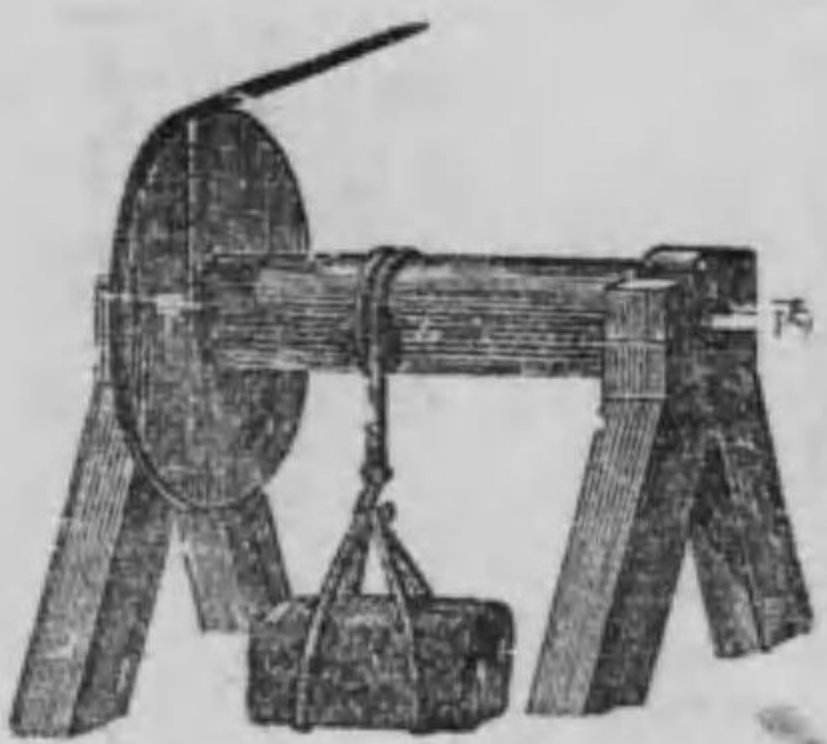
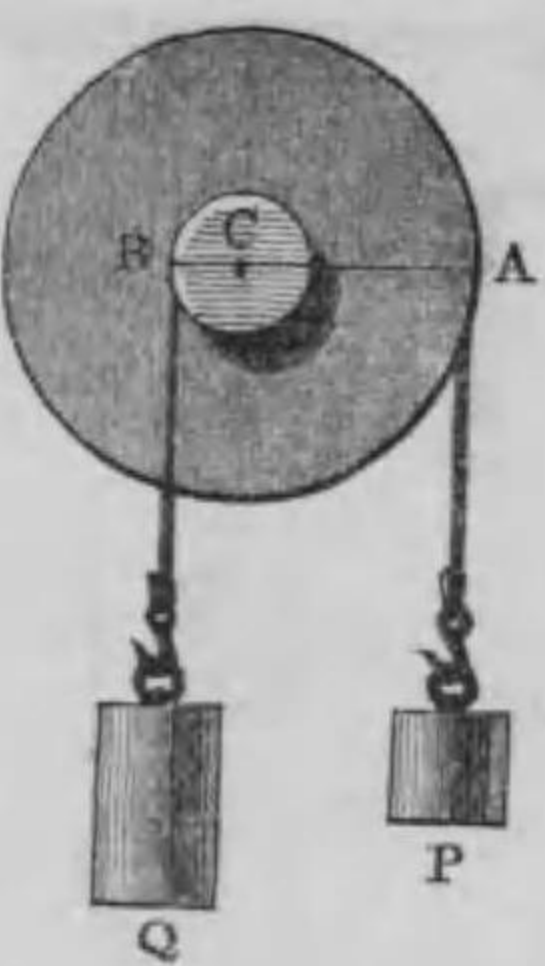


圖 一 十 二 百 第



愈、大ナレバ力ヲ減省スルコト亦愈、多大ナリ。

(三)種類及用途。輪軸ハ其種類甚ダ多シ、即チ常用ノ器械類ニ於テ輪軸ノ變形器ト看做シ得ベキモノ數多アリ、左ニ一ニ例ヲ以テ其種類ト用途トヲ

示ス。

(一) 第百二十二圖ニ示ス所ノ器械ハ捲轆轤ト名ケテ重大ナル物體(例之バ家屋)ヲ他方ニ移ス等ノ目的ニ供ス、是レ輪軸ノ少シク變形シタル者ナリ。即チ圓壻ハ横臥セズシテ直立シ〔甲〕ト〔乙〕トノ上下二部ニ於テ支持セラル、而シテ槓杆ヲ圓

圖 二 十 二 百 第

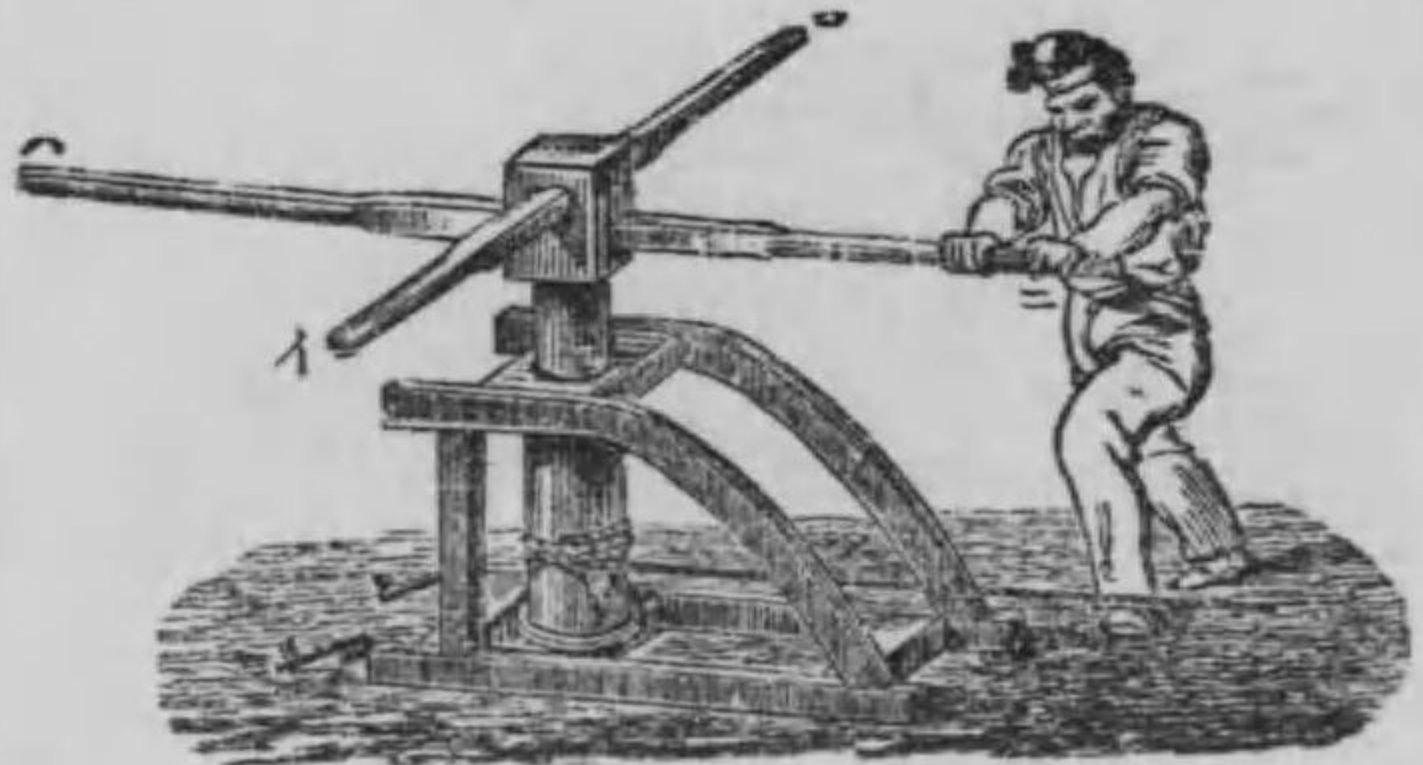
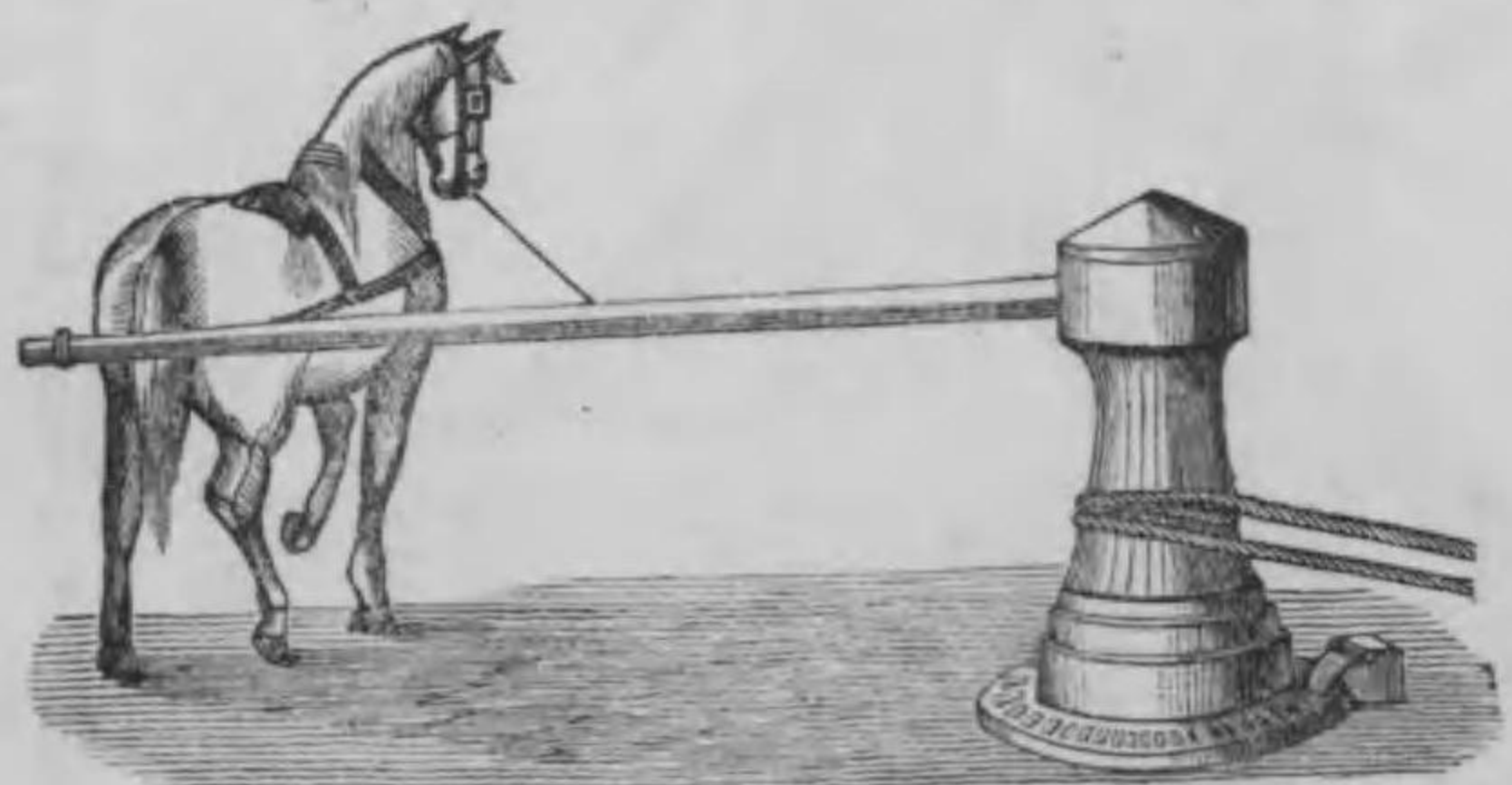


圖 三 十 二 百 第

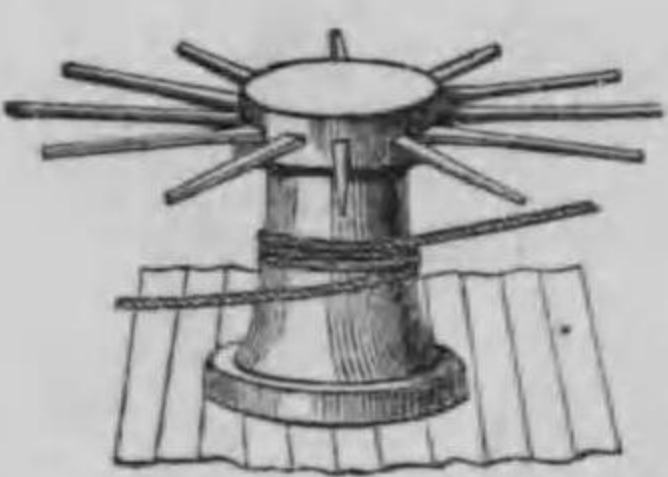


輪軸ノ種類及用途

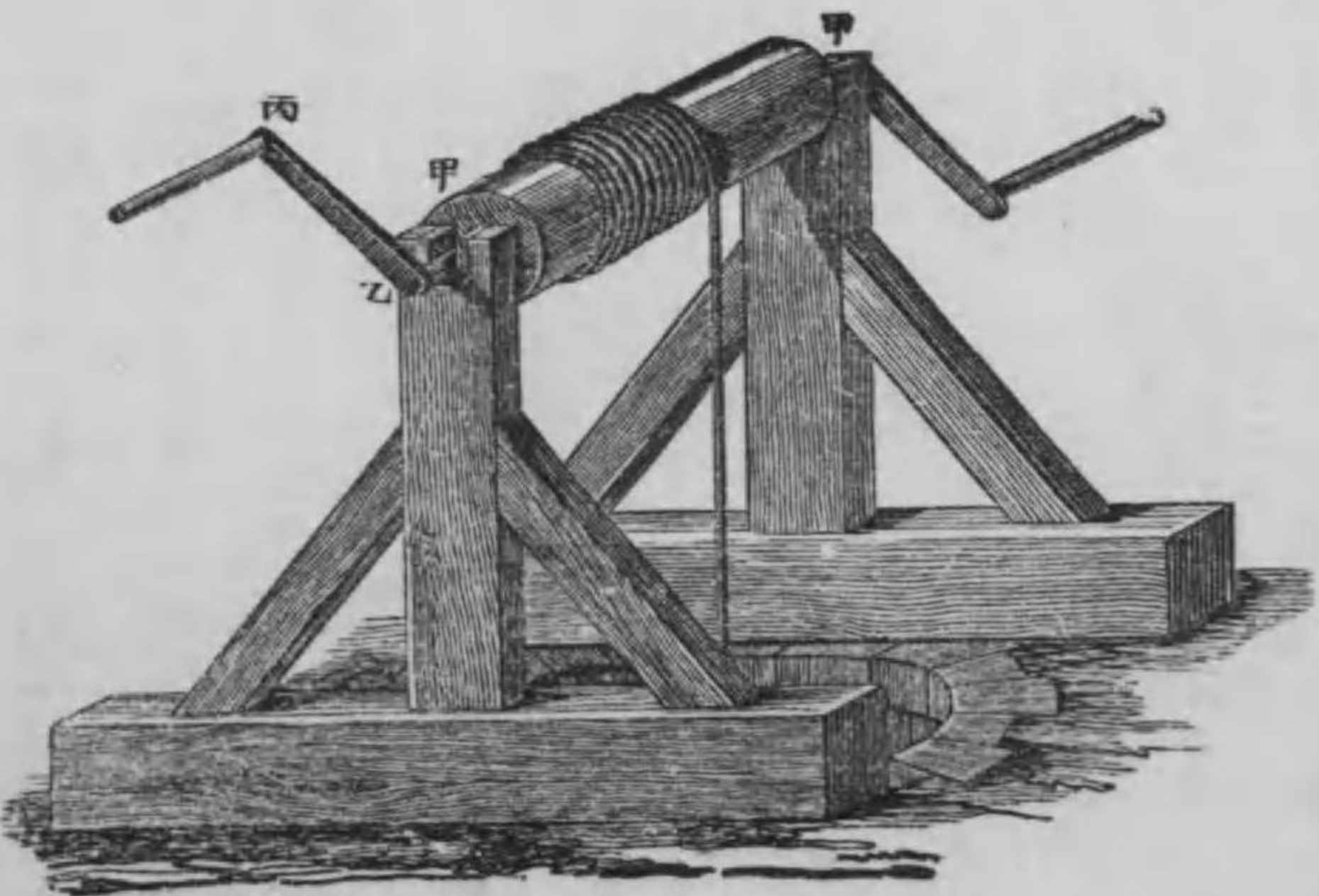
其第一例 (捲轆轤)

塙ニ貫キテ等ノ如シ圓板ニ代ハラシメ塙ニ纏絡シタル繩ノ端ニ重ヲ繋ギテ杆ヲ旋廻セシ

圖四十二百第



圖五十二百第



ムレバ圓板及圓塙ヨリ成レル器械ニ異ナルコトナシ。此際杆ノ長サハ即チ圓板ノ直徑ヲ示スモノニ外ナラザルガ故ニ杆愈々長ケレバ愈々微小ナル力ヲ以テ愈々巨大ナル重物ニ對抗スルコトヲ得ベシ。第二百二十三圖ニ示スモノハ馬力ヲ借リテ運用スル捲轆轤ニシテ第二百二十四圖ニ示スモノハ

船舶中ニ於テ錨ヲ引上ゲルニ用ユル捲轆轤ナリ。

其第二例
(把柄ヲ以テ回轉スル輪軸)

(2) 第二百二十五圖ニ示ス所ノ器械ハ把柄ヲ以テ廻轉スル變形輪軸ナリ、即チ(甲)ハ圓塙ニシテ兩端ニ支持セラレ、之ニ繩ヲ纏ヒ其終端ニ重ヲ繋垂シ、(乙丙)ニ示ス如ク圓塙ノ兩端ニ杆ヲ固挿シ以テ圓板ノ半徑ニ代ヘ、兩端ノ杆ハ互ニ反對ノ方向ニ在テ恰モ圓板ノ直徑ヲナス而シテ横杆ノ終端ハ更ニ直角ヲナシテ他ノ杆ヲ固挿シ運用ニ便ナラシム。重ノ方向ニ反シテ力ヲ施セバ圓板ニ力ヲ施ス者ト毫モ異ナルコトナシ。

第四項 斜面。

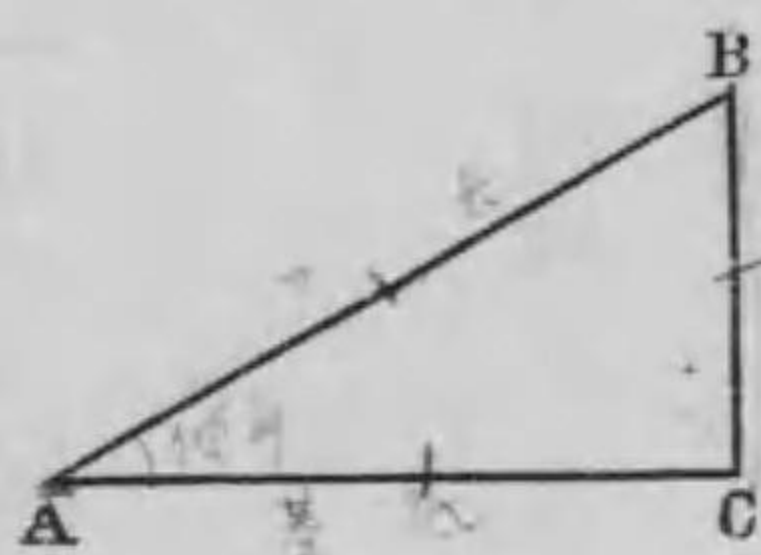
斜面ノ定義

(一) 定義。其上ニ重物ヲ運輸シ得ル如ク傾斜セル平面ヲ稱シテ之ヲ斜面ト云フ。

ト云フ。

名稱。第二百二十六圖ニ示ス所ハ即チ斜面ナリ。其最高点(B)ヨリ最低點(A)ヲ經過シテ置キタル水平面上ニ下シタル垂線ヲ名ケテ高サト云ヒ、A B間ノ部分ヲ長サト云ヒ、A B間ニ於ケル水平面ノ部分ヲ斜面ノ基底ト云ヒ、而シテ斜面ト基底トノ間ニ生成スル所ノ角ヲ名ケテ斜面ノ傾角ト云フ。

圖六十二百第



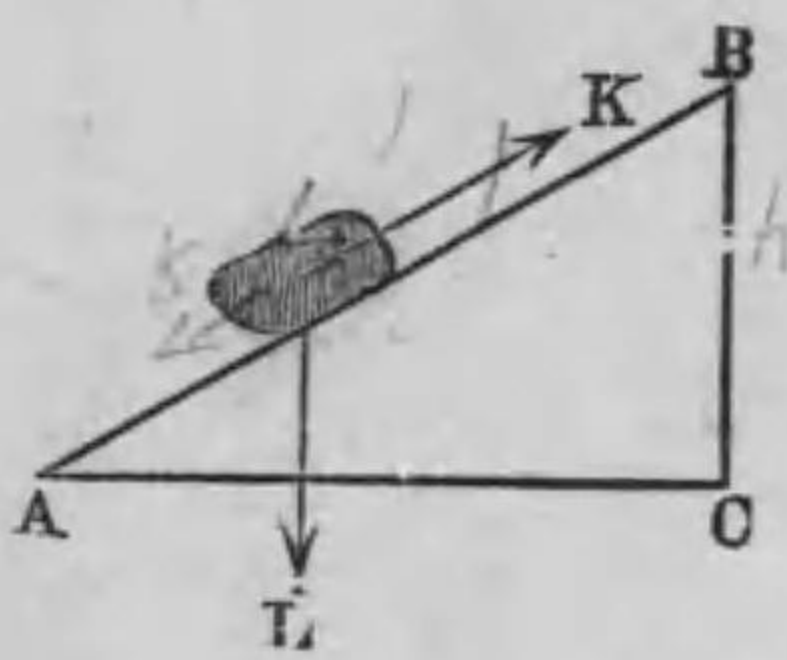
(二) 定律。カノ働ク方向ハ種々アレドモ其重要ナル場合ニ就テ之ヲ二要目

二區別ス。

(第一)カノ方向斜面ノ長サト並行スルノ場合ニ於テハ力(K)ト重(L)トガ斜面ノ高サ(h)ト長サ(l)トノ比ヲ有スルトキ即チ $K:L = h:l$ ナルトキハ平均ス。

斜面ノ第一
定律
同上ノ證明

圖七十二百第



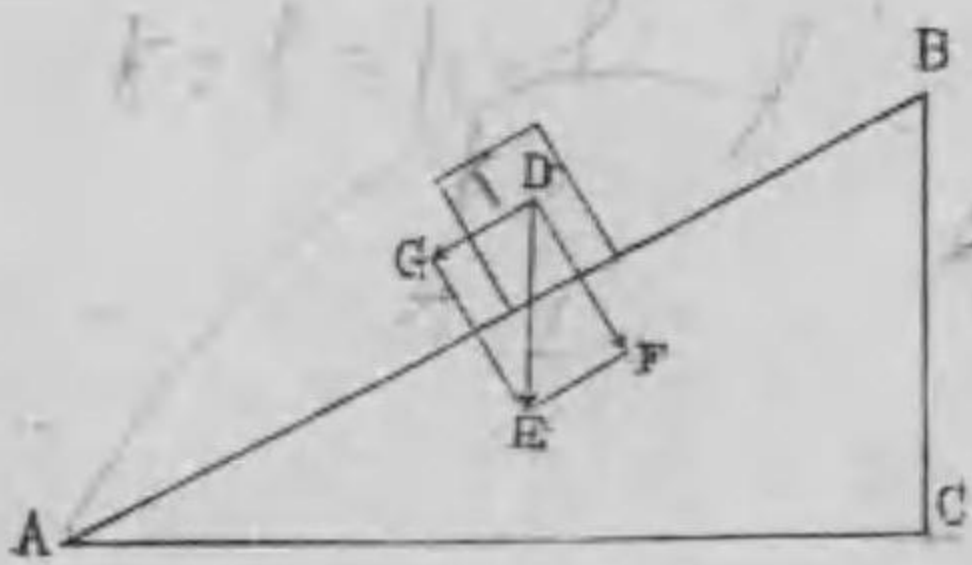
(I)證明。此定律ハ第二百二十七圖ニ據テ其證明ヲ得ベシ、即チ並行力ノ作用ヲ以テLナル重物ヲ斜面ノ起點(A)ヨリ其頂點(B)ニ至ル迄引上ゲタリトスレバ力ハ自己ノ方向ニ於テABニナル道路ヲ經過シタリ、故ニKニ等シキ仕事ヲ營爲セリ。然レドモ此際Lナル重物ハ其垂直ノ方向ニ於テBCニナル高サニ舉上セラレLh等シキ仕事ヲ費消セルモノトス、依テ(本編第一章第一條ニ掲クル)平均ノ要約ニ從ヒ左式ヲ得ベシ。

$$Kl = Lh \text{ 故ニ } K:L = h:l \text{ 或ハ } K = L \frac{h}{l}$$

是ニ由テ之ヲ觀レバ斜面上ノ重物ト之ニ働ク力トガ上記ノ比ヲ有スルトキハ互ニ相平均スルコト明ラカナリ。

斜力トシテ
ノ説明

圖八十二百第



又全ク他ノ方法ヲ以テスルモ其證明ヲ得、即チ第二百二十八圖ニ示スガ如クDEナル直線ヲ以テ斜面上ニ置キタル物體重量ノ大サヲ代表スルトスレバ是レ即チ其面上ニ對シテハ斜力ナリ。今之ヲ力ノ分解法ニ從テ分解スレバ斜面ニ垂直ナルDFト並行ナルDGトノ二成分力トナル、而シテ其前者(DF)ハ斜面ノ抵抗ニ由テ消失シ、其後者(DG)ノミ作用ヲ營爲ス。故ニ物體ハ之ニ從テ落下セントスベシ、然ラバ即チ其DGニ均等ニシテ且ツ反對ノ方向ヲ取レル力ヲ加フレバ其平均ヲ得ベキヤ疑ヲ容レズ。今其DGト原力(DE)トノ比ガ斜面ノ高サ(BC)ト其長サ(AB)トニ如何ナル關係ヲ有スルカラ検索スルニABCナル三角トDEGナル三角トハ幾何學上相似形ナルヲ以テ其邊線ノ比ハ左式ノ如シ。

$$DG:DE = BC:BA$$

然ルニ第二百二十七圖ヲ以テ示シタル場合ノ如クDGハK、DEハL、BCハh、BAハlナルヲ以テ此式ニ用ユレバ

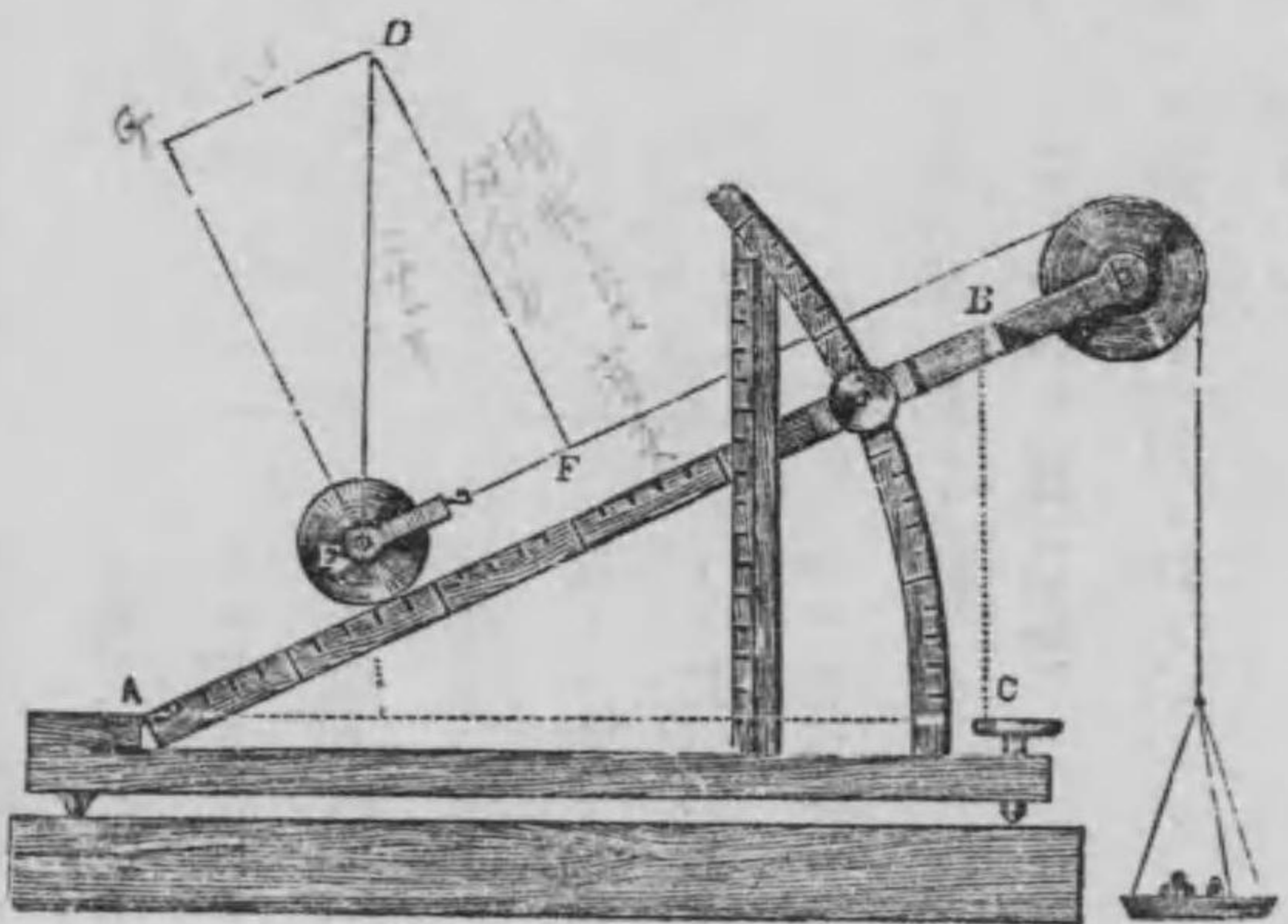
$$K:L = h:l \text{ トナル、是レ前記ノ式ト毫モ異ナルコトナシ。}$$

(II)實驗上證明。第二百二十九圖ニ示スモノハ上文ノ定律ヲ實驗上ニ證明スルノ裝置ニシ

斜面ニ關スル第二ノ定律

同上ノ證明

圖九十二百第

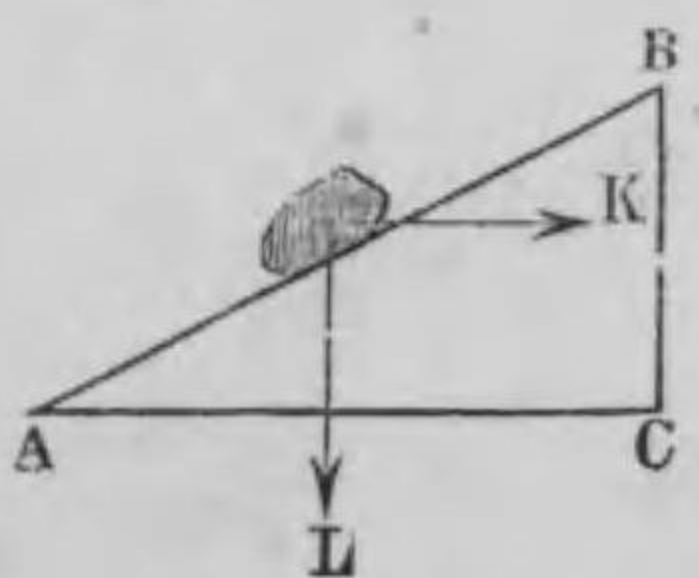


テBCトABトハ高サト長サトヲ示シDE、DF、DGハ重及其成分力ヲ示ス等第百二十八圖ニ於ケルガ如シ、能ク前文ヲ追考スレバ更ニ其用法ヲ説明セザルモ自カラ明瞭ナルベシ。

(第二) カノ方向面ノ基底ト並行スル場合即チ水平ニ働クノ場合ニ於テハ

カト重トノ比ガ斜面ノ高サト基底トノ比ニ等シキトキ即チ $K:L \parallel h:b$ ナルトキハ平均ス。

圖十三百第



ニ依テ $K \cdot b$ ナル仕事ヲ成功セリ。之ニ反シテ L ナル重ノ費消シタル仕事ハ $L \cdot h$ ナリトス、依テ本

(I) 證明。此定律ハ第百三十圖ニ據テ其證明ヲ得ベシ、即チ水平力 $[K]$ ヲ以テ L ナル重物ヲ

AヨリBニ至ル迄引キ上ゲタリトスレバ、カハ自己ノ方向ニ於テ $AC \parallel b$ ナル道路ヲ經過シ之

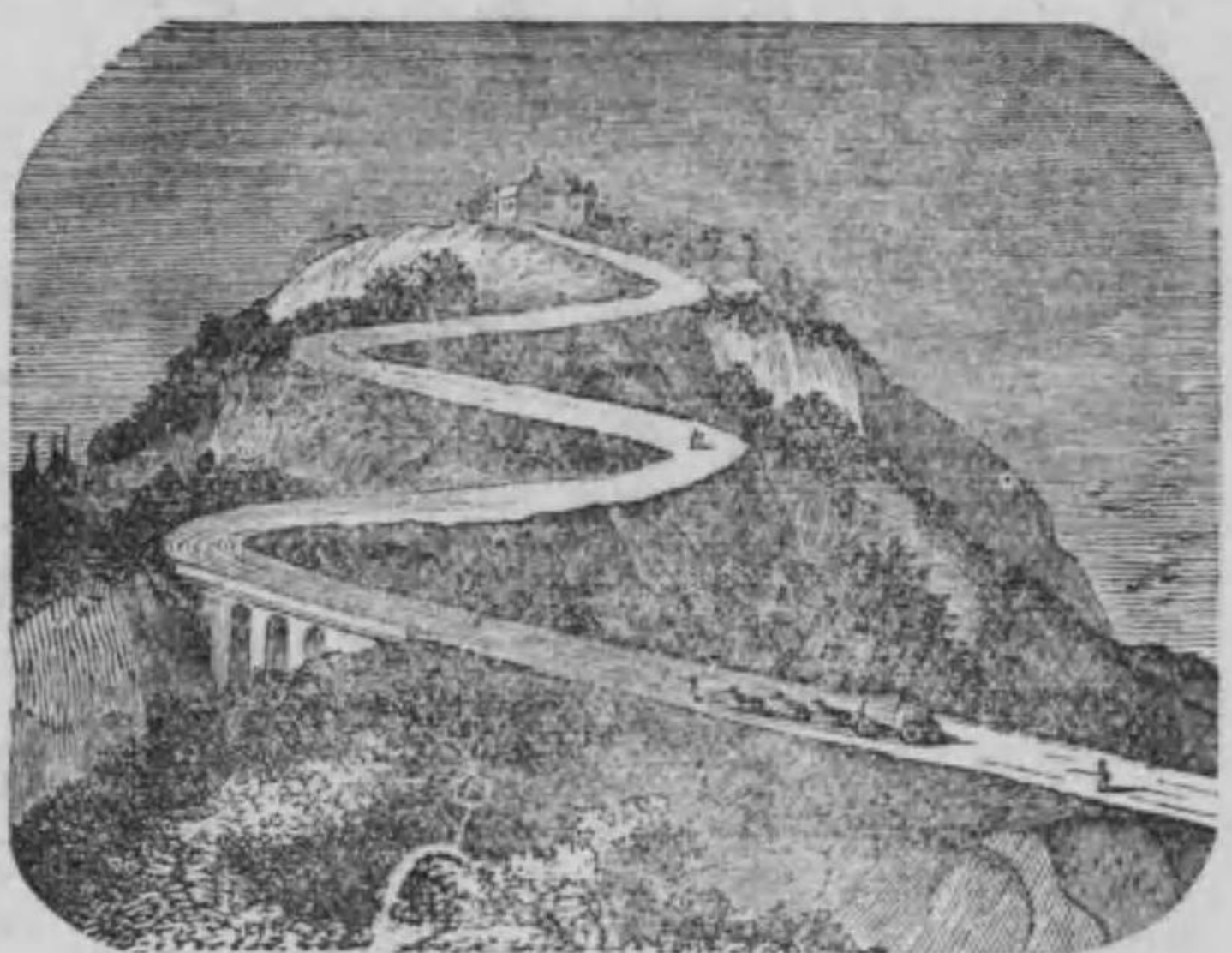
編第一章第一節ニ掲クル平均ノ要約ニ從テ左式ヲ得ベシ。

$$Kb = Lh.$$

$$\text{故ニ } K:L = h:b \text{ 或ハ } K = L \frac{h}{b}.$$

斜面ノ用途及其實例

圖一十三百第



リ之ニ由テ石材木材等ヲ搬上ス。

(3) 山頂ニ登ルニ一直線ノ路ヲ行カズシテ紆曲セル坂路ニ示ス如クヲ登ルハ其登上ヲ緩

(II) 實驗上ノ證明。第一定律ノ證明法ト類似ノ装置ヲ以テ實驗上ニ證明シ得ルモノトス。

(三) 斜面ノ用途。巨大ノ重物ヲ高處ニ輸致スルニハ多クハ斜面ニ由ル、左ニ一一ノ例ヲ以テ之ヲ示スガ如シ。

(1) 荷車ニ積載セントスル所ノ重物巨大ナルトキハ地上ニ厚板ヲ横タヘ之ニ由テ載積ヲ容易ナラシム。

(2) 大厦ヲ建築スルトキハ其周圍ニ坂路ヲ作

クシ疲勞ヲ少ナクセンガ爲メナリ。

第五項 螺旋。

(一)定義。螺旋ハ其周圍ニ終始均等ノ角度ヲ以テ纏絡セル凸隆線或ハ凹陷線ヲ有スル木製若クハ金屬製ノ圓塼ナリ。

名稱。圓塼ノ周圍ヲ一回纏絡スル所ノ螺旋線ノ部分ヲ名ケテ螺旋路ト云ヒ、圓塼軸ノ方

向ニ測リタル二線間ノ距離ヲ名ケテ螺旋線ノ高サト云フ。凡ソ各箇ノ完全ナル螺旋ハ其

使用ノ際共同作用ヲ營爲スル二部分ヨリ成ル、其一ヲ雄螺旋ト名ケ、他ノ一ヲ雌螺旋

ト名ク。前者ハ其周圍ニ於テ凸隆線ヲ有スル所ノ實圓塼ニシテ、後者ハ其内部ニ於テ雄螺旋

ノ凸隆線ガ正ニ適合スベク凹刻セル線ヲ有スル所ノ短カキ空圓塼ナリ。今若シ雄雌二螺旋ノ

内其一箇ハ旋廻シ能ハザル様之ヲ妨グヅ、他ノ一箇ヲ旋廻セシムレバ、雄ハ雌ヲ通過シテ

進退シ或ハ雌ハ雄ヲ旋リテ進退スベシ。

(二)種類。第三百三十二圖ニ示ス如ク圓柱ヲ周繞セル螺旋線ノ截面其底邊ヲ以テ圓塼上ニ坐スル所ノ等脚三角ヲ成ストキハ之ヲ名ヅケテ銳キ螺旋ト云ヒ、

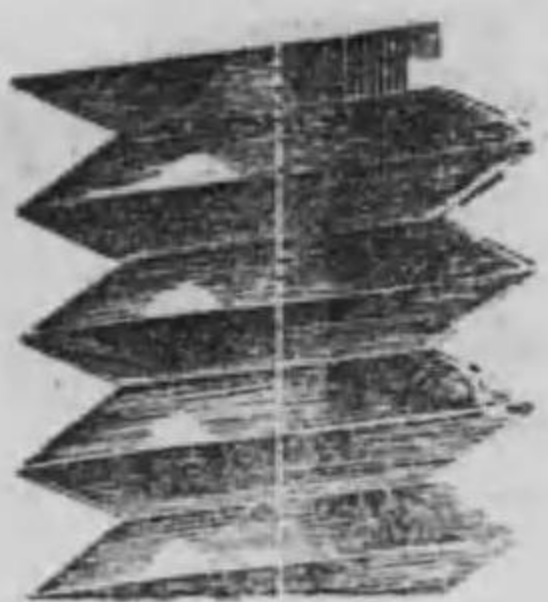
螺旋ノ定義

螺旋ノ各要

雄螺旋及雌

螺旋ノ種類

圖二十三第百第



圖三十三第百第



圖四十三第百第



之ニ反シテ其
截面第百三十三
圖ニ示ス如ク
長方或ハ正
ナルトキハ之
ヲ名ヅケテ

坦平ナル螺旋ト云フ。第三百三十四圖ニ示スモノハ第三百三十

(三)定律。(第一)力若シ雄螺旋ノ周圍ニ於テ働クトキハ力(P)ト重(Q)ト

ノ比ガ其線ノ距離(高サ)ト圓塼ノ周圍(2πr)トニ於ケルガ如クナルトキ即

チ $P:Q = h:2\pi r$ ナルトキハ螺旋ニ於テ平均成ル。

但シrハ半徑ヲ示シπハ圓周率ニシテ三・一四一六ナリ。

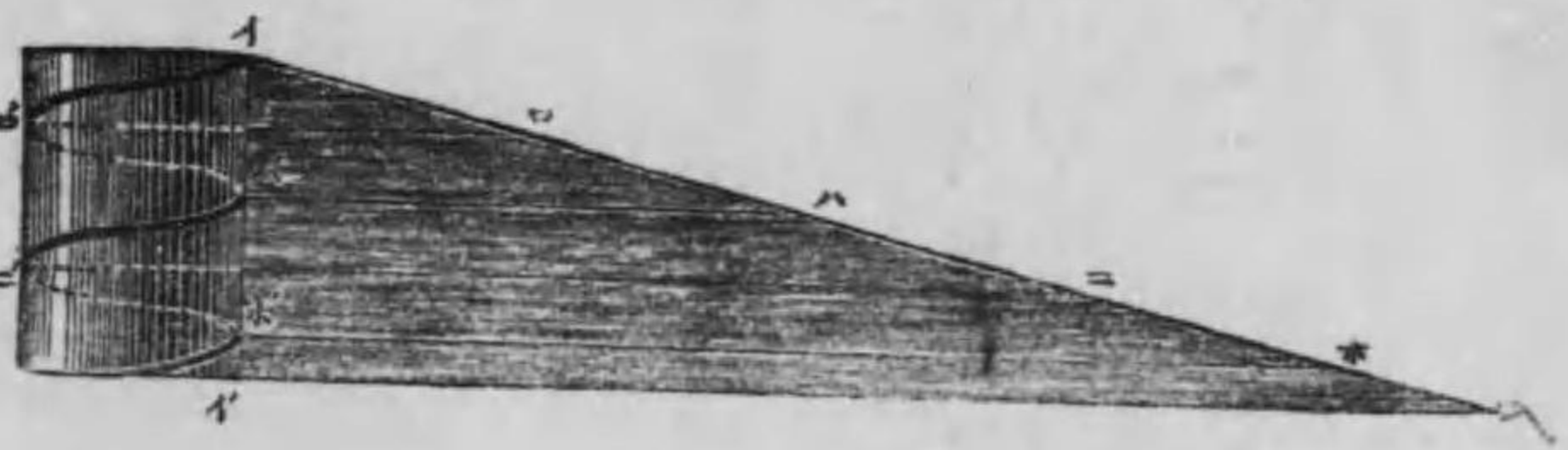
基因。此定律ノ基因ヲ明ラカニセンニハ先ヅ螺旋線ハ如何ニシテ成リ、而シテ之ヲ如何ナルモノト看做シ得ベキカヲ詳カニセザル可カラズ。即チ第三百三十五圖ニ示ス如ク一片ノ紙

同上ノ基因

螺旋ノ第一
定律

螺旋ニテ力ヲ得ル
モトメテ算ス

圖 五 十 三 百 第



ヲ切リテ斜面ノ縱切片ヲ表スル直角三角〔イヘイ〕ヲ製シ、其一邊〔イイ〕ヲシテ直圓柱ト並行セシメ之ヲ其周圍ニ纏絡スレバ〔ロ〕ハ〔ロ〕ニ至リ、〔ハ〕ハ〔ハ〕ニ至リ、〔ニ〕ハ〔ニ〕、〔ホ〕ハ〔ホ〕ニ至ル等斜メニ下リツ、アル所ノ線條ヲ得ベシ、是レ即チ**螺旋線**ナリ。茲ニ於テ〔イハ〕或ハ〔ハホ〕ナル斜面ノ高サハ線ノ距離ヲ示シ其基底ハ圓柱ノ周圍ヲ示ス。是ニ由テ觀レバ凡ソ螺旋ハ圓柱ノ周圍ニ纏絡シタル斜面ニ外ナラズシテ螺旋路ノ長サハ斜面ノ長サニ、線ノ距離ハ其高サニ、圓柱ノ周圍ハ其基底ニ一致ス。今**螺旋線**ハ凸出シ且ツ固定セラレタル雌螺旋ヨリ圍包セラレテ存セリト考想スレバ、雄螺旋ノ一旋回ニ由テ之ニ負荷セル**重**ハ螺旋ノ高サ〔イハ〕〔即チ斜面ノ高サ〕ニ舉上セラレ、此際力ハ螺旋周圍ノ方向〔即チ斜面基底ノ方向〕ニ於テ働キ、而シテ雄螺旋ノ一旋回毎トニ其方向ニ於テ〔ハハ〕大ノ道路ヲ經過スベシ。是故ニ茲ニハ斜面ノ第二定律應用セラレ、其定律ニ從ヒ力ノ**重**ニ於ケル比ハ線ノ距離ト雄螺旋ノ周圍トニ於ケルガ如クナラザルヲ得ザルナリ。

(第二) 力若シ螺旋ノ頭部ニ挿入セル**槓杆**ニ働キ而シテ其槓杆ハ**螺旋ノ軸**

螺旋ノ第二定律

ヨリ測リテRナル長サノモノナリトスレバカト**重**トノ比ガ線ノ距離ト力圈カクカノ一回旋リテ畫ク所ノ圓周ヲ云フノ周圍トニ於ケルガ如クナルトキ即チ $P:Q = R:2R\pi$ ナルトキハ**螺旋**ニ於テ平均成ル。

(四) **螺旋ノ用途**。螺旋ノ用途ハ頗ル廣シ、左ニ其一二ノ例ヲ示スベシ。

螺旋ノ用途 其第一例 (重物ノ舉上)

圖 六 十 三 百 第



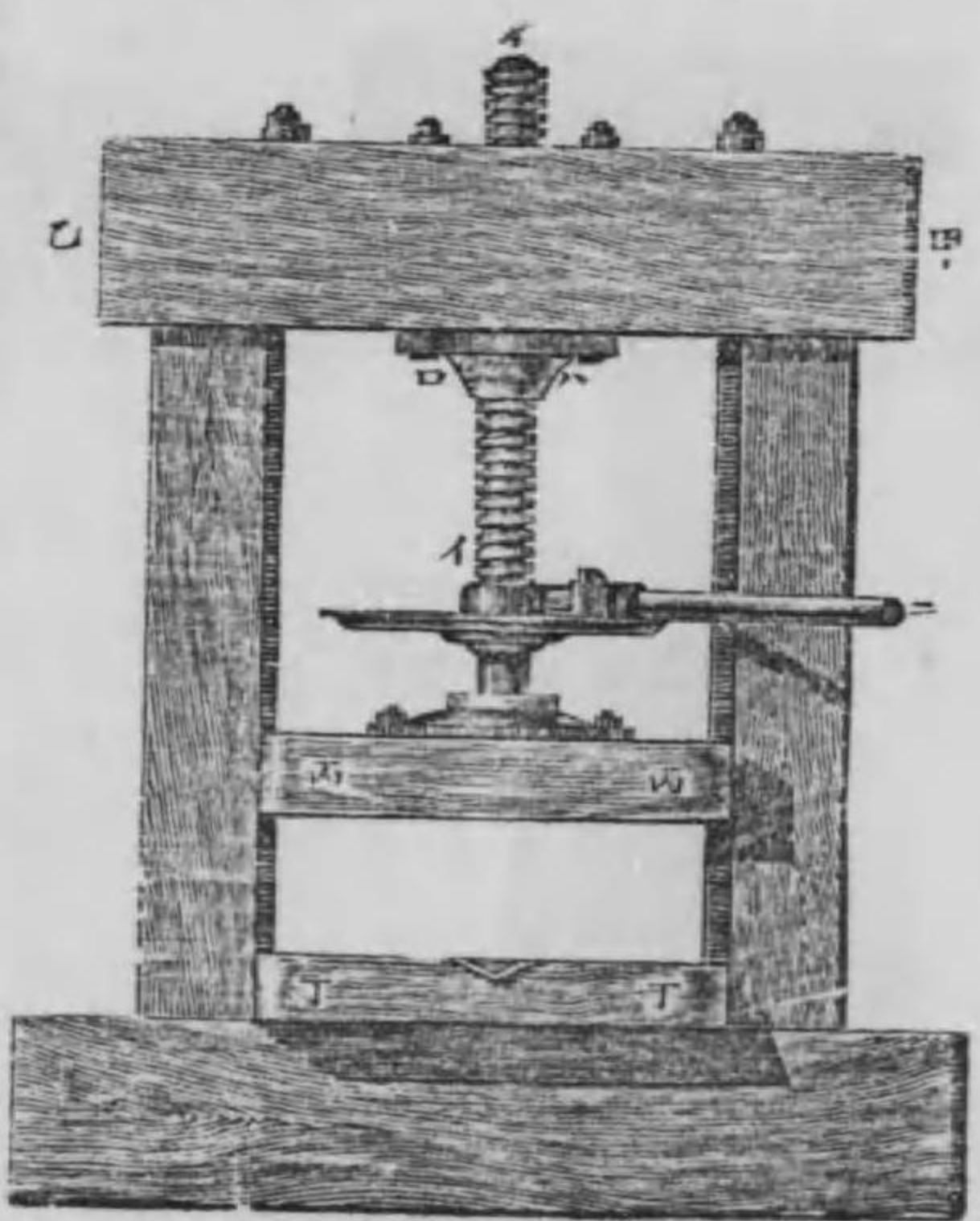
螺旋壓搾器ト名ケテ種々ノ物品殊ニ製綴スベキ書籍ニ壓搾ヲ加フルノ器械ナリ。即チ

(1) 重物ヲ舉上スルニ**螺旋**ヲ用ユ、例之バ第百三十六圖ニ示ス所ハ此應用ノ一ニシテ雄螺旋〔s〕ハ槓杆〔l〕ニ由テ雌螺旋〔mn〕中ニ上下セラル、ガ故ニ其頭〔k〕上ニ戴ケル**重物**ハ之ニ從テ上下スルナリ。

(2) 強盛ナル壓ヲ起スニ**螺旋**ヲ用ユ、第百三十七圖ニ示ス所ハ

雄螺旋〔イ〕ハ横材〔甲乙〕ノ中ニ固定セラレタル鐵製ノ雌螺旋〔ハロ〕中ニ嵌合シ、雄螺旋ノ下端ニハ〔ニ〕ナル槓杆ヲ具ヘ、雄螺旋ヲ旋廻スルノ便ヲナス。雄螺旋ニハ壓搾板〔丙〕ヲ連繫

圖七十三百第



スレドモ其板ハ雄螺旋ノ旋廻ニハ從フコトナク其上下スルニ從フノミナリ。〔丁〕ナル板上ニハ今壓搾ヲ加ヘント欲スル物體ヲ置キ雄螺旋ヲ上下スレバ、其物品ハ即チ大ナル力ヲ以テ壓縮セラル、モノトス。

(3) 二箇ノ物體ヲ互ニ相固緊セシムル螺旋ヲ用ユ、蓋シ之ニ由ルトキハ工作物ヲ組立ツルモ亦離解スルモ隨意ナル

ニ釘ヲ用キ時辰儀・銃器等ヲ組立ツル

ヲ以テ甚ダ便ナリトス、例之バ箱ノ如キ器具ヲ作ルニ釘ヲ用キ時辰儀・銃器等ヲ組立ツルニ釘ヲ用ユルガ如シ。

(4) 天秤・電計等ノ如キ物理機械ヲシテ水平ニ坐居セシムルニ螺旋脚ヲ用ユ。

(5) 微小ノ物體ヲ測ルニ螺旋ヲ用ユ、既ニ第五圖ニ示シタルスフエロメートルノ如キ即

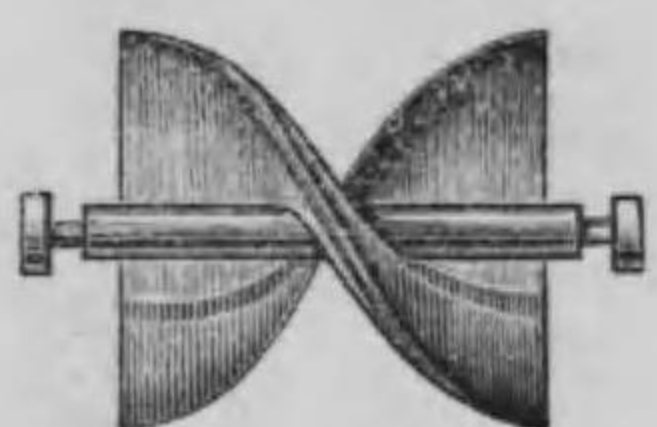
其第三例
〔二〕物ノ緊着

同上ノ第四及第五例
〔物體長短ノ整理〕

是ナリ。

(6) 所謂汽船ノ暗輪ニ螺旋ヲ用ユ。即チ第三百三十八圖ニ示ス如ク其螺旋ハ二箇ノ半螺旋

圖八十三百第



ニ上下スルノ理ト毫モ異ナルコトナシ、宜シク參考スベシ。

路ヨリ成リ汽機ニ由テ急速ニ旋廻セラル、水平軸ニ固着セラレテ船體ノ後部ニ在リ。今之ヲ旋廻セシムレバ水ノ抵抗ハ雌螺旋ノ任務ヲ營ミ螺旋ノ水中ニ於テ前進スルコト恰モ木製若クハ金屬製ノ雌螺旋中ニ於テ前進スルガ如シ又飛行機飛行船ノ空中ヲ飛行スルモ同一理ナリ。其理ハ兒童ノ玩具ニシテ薄キ竹片ヲ以テ製造シタル蜻蛉子ノ空氣中

第六項 楔。

楔ノ定義

(一) 定義。楔トハ廣意義ニ於テハ一ノ尖リ或ハ双ニ輻輳スル所ノ各物體ヲ云ヒ、狹意義ニ於テハ其底面ハ等脚三角ヲ成シ其一稜ハ甚ダ銳キ角ヲ有スル所ノ三稜形ノ物體ナリ。

名稱。楔ハ或ル力ニ據リ其銳キ稜角ヲ以テ物體中ニ透入セラル、モノニシテ此銳キ稜角ニ相對セル面ハ名ケテ脊ト云ヒ、輻輳シテ其稜角ヲ成セル兩面ヲ側邊ト云ヒ、其稜角自

同上ノ第六例

楔ノ各要點

楔ノ種別

圖九十三百第



己ヲ及ト名ヅク。斯ノ如キ楔ニシテ其底面等脚三角ナルトキハ**等脚楔**或ハ**重複楔**ト云フ。第百三十九圖ニ木材ヲ割截スルノ狀ヲ示スモノハ即チ等脚楔ナリ、之ニ反シテ其底面直角三角ナルトキハ**直角楔**或ハ**單一楔**(又ハ**半楔**)ト名ヅク。此種ノ楔ニ在テハ直角ニ相對セル面ヲ側邊ト云ヒ、及ニ相對セルモノヲ脊ト云ヒ、而シテ第三ノ面ヲ名ヅケテ基底ト云フ。

楔ノ第一定律

(一) 定律。(第一) 單一楔ニ於テハ力(P)重ト(Q)トノ比ガ其脊(h)ト基底(b)トノ比ニ等シキトキ即チ $P:Q \parallel h:b$ ナルトキハ平均成ル。

基因。 此定律ノ基因ハ容易ニ之ヲ解明スルヲ得ベシ、即チ半楔ハ通常重ヲ舉上スルニ用ユルモノニシテ其舉上スベキ**物體**ニ向テ進動セシムルトキハ力ハ基底ト並行シテ脊上ニ働キ重ハ側邊上ニ在リ。故ニ此類ノ楔ハ即チ其高サハ脊ニ、其長サハ側邊ニ、而シテ其基底ハ楔ノ基底ニ一致スル所ノ可動性斜面ナリ。是故ニ力(P)ノ重(Q)ニ於ケル比ハ脊(h)ノ基底(b)ニ於ケル比即チ $P:Q \parallel h:b$ ナレバ半楔ノ平均成ルヤ明カナリ。

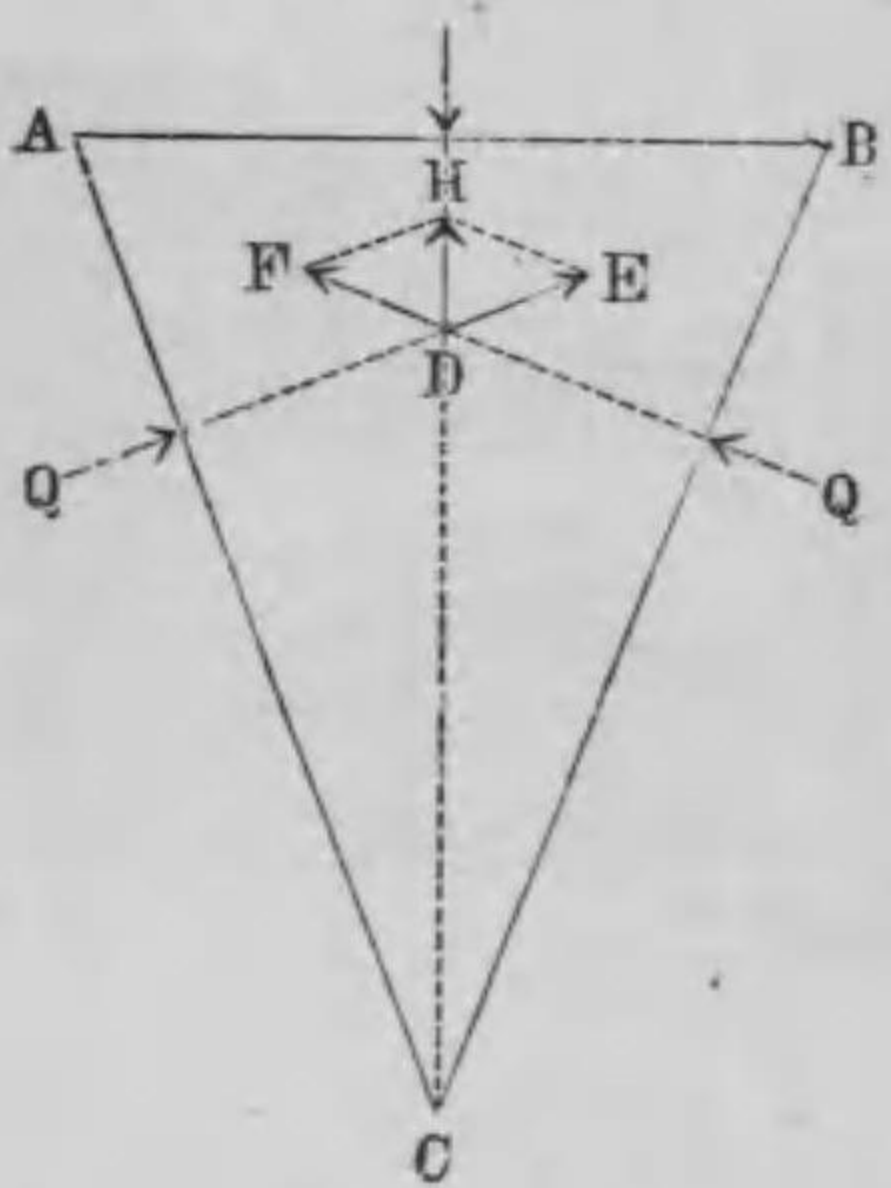
(第二) 重複楔ニ於テハ力(P)ト重(Q)トノ比ガ脊(d)ト側邊(l)トノ比ニ等

同上ノ第二

シトキハ即チ $P:Q \parallel d:l$ ナルトキハ平均成ル。

(I) 基因。凡ソ重複楔ハ二箇ノ均等ナル斜面基底面ニ於テ互ニ相重層セリト考想シ得ベキ

圖十四百第



モノニシテ其定律ノ基因ハ第百四十圖ニ示ス所ヲ以テ之ヲ解明スルコトヲ得、即チABCハ重複楔ノ縦斷ヲ示スモノニシテ即チ等脚三角ナリ。此類ノ楔ハ殊ニ廣ク木材ノ割截ニ應用セラル、ニ依リ其場合ヲ以テ説明スベシ。楔ノ材質中ニ攪入セントスルニ抵抗スル固性ハ**重(Q)**ニシテACトBCトニ對シテハ直角ノ方向ニ在リ、而シテ其楔ヲ攪入セシメントスル力(P)ハ即チABニ對シテ直角ヲナス。今ニQハ互ニ角度ヲナシテ一物體上ニ働ク所ノ**二力**ナルヲ以テ其二力ヲ表スル線ヲシテ相會合スルニ至ル迄延長セシムレバDニ於テ逢會シDE、DFトナル、故ニ並行四角ノ定律ニ從ヒ其二力線ヲ以テ並行四角ヲ畫キ其對角線(DH)ヲ得ベシ。今P若シ其DHト均等ナルトキハ平均ヲ得ベキヤ言フ俟タズ、而シテPトQトノ比ハ左式ノ如クナルベシ。

$$P:Q = d:l$$