

TA 7280/1420(4)

CHINESE-JAPANESE LIBRARY
HARVARD-YENCHING INSTITUTE
AT HARVARD UNIVERSITY

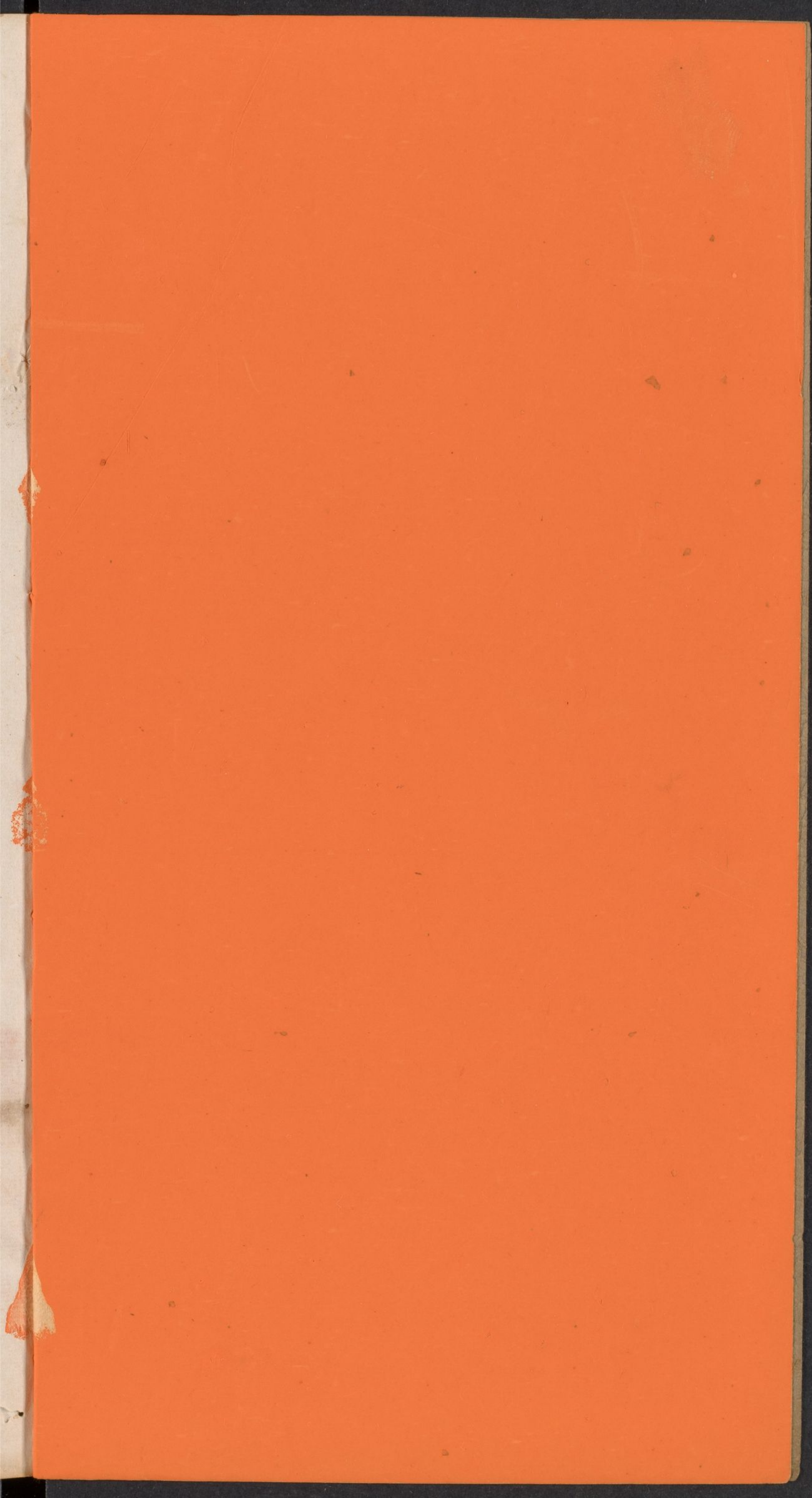
OCT 16 1963

4

cell 1000

KSH-2808

KSH-2808



電學卷四 論化電氣

英國瑞扶德者

英國 傅南雅 口譯

無錫 徐廷真 筆述

第一章論發化電氣之器

弗打初試 第九十四節

弗打以紅銅與錘之圓板各一環在約三寸厚之瓦盤各

有離傳之柄兩手分執之使二板之平面相離而後相離

慎勿相離再各切於增電氣器之板如前詳知一板容立

電氣一板容負電氣慎為之用氣力併在板內有兩塊且

此因有一性之電氣則三合類相切之時能其異性

合佛大學藏印

電學卷四 論化電氣

英國璫挨德著

英國傅蘭雅之口譯

無錫徐建寅筆述

第一章論發化電氣之器

弗打初試 第九十四節

弗打以紅銅與鋅之圓板各一塊徑約三寸磨之光滑各有難傳之柄兩手分執之使二板之平面相切而後相離。慎勿相磨再各切於增電氣器之板。如前第十九圖知一板容正電氣一板容負電氣慎為之電氣力雖甚淡而有確據且云此因有一性之電氣則二金類相切之時能發其異性

哈佛大學漢和圖書館

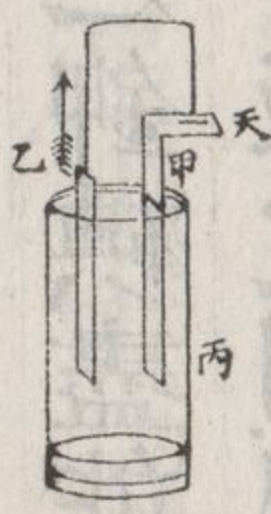


之電氣也。英國之電氣學家固路法，試以紙隔於二金類相切之間，亦能發電氣。而知弗打之說之謬。且云：二金類相切而發電氣，因熱度不同，其熱彼此相傳，有化合化分之故。如銅錢久蓋於磨光金類之面，則有影迹也。法國之電氣家賈西河，試知二杯相近而不相切，或有物隔之，俱能發電氣。用紅銅板與鋅板，徑各四寸，在不通地之柱上，相距約百分之一，各以紅銅絲連於至顯器之二金箔。二金箔相距八分之二，金箔能左右搖動，不切於二圓板。無電氣之時，金箔與其二板之相距等。試之人一手執生布尼發電氣器，如前第九十五圖得一極所距顯器之帽約一

寸又一手分開其二板分開之時則發器之極與顯器之
帽相切則如用發器之負極切之則顯器之金箔爲連於
鋅板之圓板所引如用發器之正極切之則其金箔必爲
連於銅板之圓板而引

法辣待用不同之金類兩塊不相切而發電氣能化分鉀
碘如第一百十九圖用鋅片擦淨而彎成正角如甲再以

第一百十九圖



鉑片長約三寸闊約半寸連以鉑絲如
乙鉑絲彎成二正角鋅片與鉑片相並
而入玻璃筒如丙將生紙一塊浸以鉀

碘水安於鋅板之端如天以淡硝強水或淡硫強水或淡

鉀養水加入玻璃筒內則天點之鉀碘速卽化分鉑絲之端有碘結成以鉑絲移於紙之各處見其變化之力甚大紙上之鉀碘盡能化分再將黃紙浸以鉀碘水安於前生紙與鉑板之間則上紙結若干碘於鉑絲下紙結若干碘類於鉑板又用顯器試之知有電氣傳過

法辣待謂兩種金類相合則流質與金類二者相對之愛力減小而電氣易傳故用水銀搽於鉑板浸於淡硫強水則金類與流質之愛力不足使其相切處有變化故金類不與養氣化合而使水化分其愛力但足發電氣而循環傳行使水化分若用鉑與鉑相連而發電氣循環傳行則

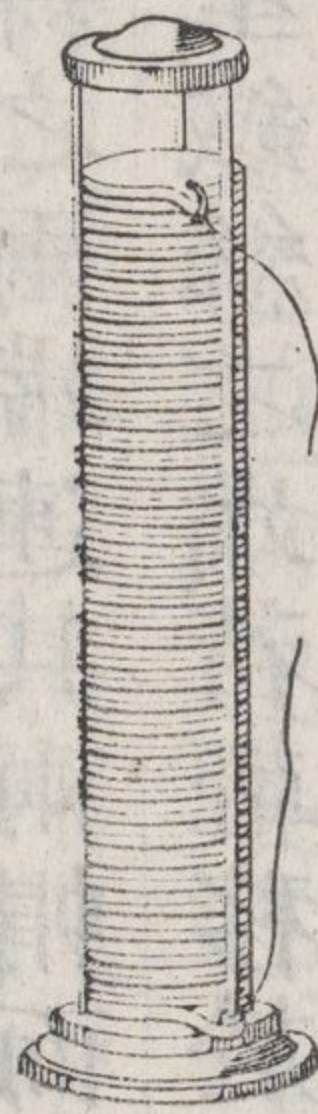
比用電氣所能化分之質連二金類者更靈因化分所用之力與淡硫強水內變化所發之力相對故傳過化分之質電氣必勝其質之愛力而使化分方能現力如其質不化分則不能現力化分其質所費之力能滅淡硫強水所發電氣之力也

弗打所言二金類相切而成電氣之理電學大名家多有信之者如法夫與馬里亞尼尼與非義與山步尼與麥都細等是也電氣物質變化而成電氣之理電氣大名家亦多信之者如法步路尼與胡辣司頓與胡而司特與執格路與待辣利弗與司根皮恩與法辣待與固路弗等是也

兌飛謂前器發電氣之故幾分因異性之金類幾分因流質之化分化合故化學之愛攝力與電學之攝力相同化學之愛攝力在體內質點所現電學之攝力在體之全質所現化電氣各事盡賴此二者也。弗打謂前之相切乃鋅板收銅板之電氣而鋅板容正電氣銅板容負電氣路比生曾用銅鋅板多對相連欲得更犬之力試之不效因其每銅板在二鋅板之間而每鋅板又在二銅板之間故二邊之鋅板收銅板之電氣而力彼此相減其二邊之銅板亦然是以雖用多對力必同于一對也。弗打見此事卽在銅板鋅板之間各另夾能傳之濕

物而成堆如第一百二十圖銅板鋅板之間夾漬水而濕

第一百二十圖



之羊毛布或紙每板之面積四方寸用三十對至四十對能使金箔顯

器張開鋅端有正電氣銅端有負電氣若二手浸水而後切於兩端之板能覺電氣之力將其二線相切能見小火星若將紙或布先浸濕鹽水而夾於板中如前試之則人身覺震動所發火星亦更大其鹽水化分而電氣之數增多也惟顯器金箔張開之多少在乎電氣之濃淡

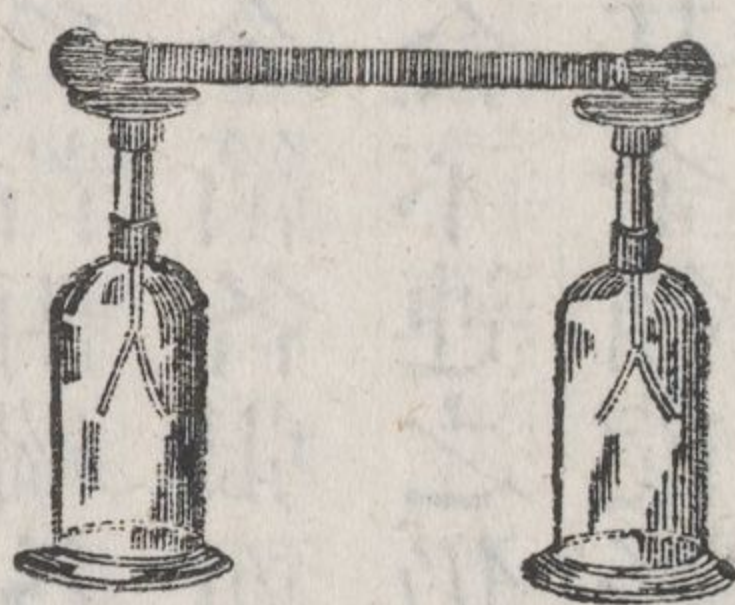
乾電氣堆

第九十五節

得路格剗造發電氣堆。能考得電氣傳行之方向等事。用紙夾於二種金類板之間。紙之一面或貼金箔或貼銀箔。一面貼鋅箔。徑各一寸。裝配之時。使鋅銀紙。鋅銀紙迭更相間。用此五百塊。以螺絲壓緊於乾玻璃管內。管之兩端加銅帽。卽成發電氣堆。能發多電氣。英國人星阿曾用鋅銀各二萬塊。作發電氣堆。能使顯器之樹心球相離。又以極細鐵絲之兩端。連其兩帽。而一端有漆一薄層。則能多得連光星。鐵絲之端若輕移於銅帽之面。則光星更亮。用極薄之玻璃瓶。內外錫箔面共五十方寸。與堆相切。十分時相離之後。而放瓶之電氣。能鎔鉑絲一段。徑五千分寸。

之一若傳於人之肱與肩能覺震或在胸亦覺震又略能
打穿厚紙成孔惟絕不能化分物質將紙浸各種鹽類質
之水用極靈之植物色染之久遇此堆之電氣色絕不改
此堆之性與摩器收筭略同中點有中立性兩端有對極
性一端若通地則他端電氣之力卽增大鋅端爲正銀銅
端爲負若兩端各安於金箔顯器之帽如第一百二十一
圖則金箔各張而顯異性之電氣用金類連二器之帽金
箔卽合不連之仍張顯器之宜於此用者如第一百二十
二圖其金箔能移動或近或遠如將此器之鋅端或銀端
與銅端迭更連於顯器之金箔必恒來往將兩端連至顯

第一百二十一圖



第一百二十二圖



鐘十四月不息得路格在二鐘作擺能撞動二年餘不息
 賈西河依山步尼法用紙一萬塊皆一面貼極薄之鋅皮
 一面上極細之錳養粉相疊作堆容其電氣於多連來頓
 瓶而放之火星長五分寸之三亦能化分鉀碘而碘結於
 器之二金箔則二金箔恒相推而動發電
 氣堆有數試法真大
 有趣味星阿用一千
 二百板之器能使兩
 鐘間之小椎來往打

鑑養之端信弗打之理者則云乾堆之電氣因二種金類
相切而成不信弗打之理者則云乾堆之電氣因紙含水
少許水內養氣與錳化合而成惟此堆久用則不發電氣
與化合之理確合蓋因紙內之水化散錳漸消壞也此堆
發之電氣甚濃放一次後必少待而能再放其力與空氣
之性有相關用此堆動擺其動非平勻得路格與哈司曼
俱見此堆受日曬之熱力卽加大故誤會其意造時將各
件烘乾裝成欲其力加大不料反致絕無乃拆開而將各
件受露一夜使紙稍濕再裝成之始得有力星阿又試此
器夏時動擺之力大於冬時在煖房之內力亦更大此堆

之二端慎勿與易傳之物久相切久相切則力失必常切於難傳之物若偶誤而力失則慎之數日力仍能復

相切之理無實據

第九十六節

法辣待書中有一卷專考弗打發電氣器力之源茲錄其總說曰依相切之理則體質不改原力不費而能自無而有憑空發出電氣力此力竟能勝傳電氣質之阻力或物質之愛力至物質改變形而始滅果能如此則與萬物之各力及萬物之公理皆不合矣蓋萬物中雖有數力未得他力所變而似乎變爲他力但此所變之力亦非自無而生亦非有不絕之源生其力也

物質變化而發電氣之理。先有化學之實據而後考其質內之變化。

物質相切而發電氣之理。先有空理。至遇難解之處。再設一空理以解之。至末仍爲質內之變化。仍與化學內化分化合之變化相同。

相切之理若確。則用其所發之電氣而加以電氣吸鐵器能成永動之器矣。而萬物中必無此理。可知其理並其理之所以然皆不合而必不確也。路什推廣此說云。設欲一物恒動向一處而現力永不消盡。萬物必無是理。蓋現動力若干路卽消去若干動力消去之動力與現動力之路

有比是以不能有永動之物。依弗打金類相切而發電氣之理，則原有之動力能永不消去，可知必無此理也。

哈里司著書先論兩理之略，次論相切之理云：細考相切與變化二者之據，知變化之有大據，不能謂其不確。有變化即能發電氣，即電氣全賴變化而發，變化或減或停，電氣亦減亦停。變化有改變，電氣亦改變。變化無電氣亦無。自昔至今用化電氣器，未有無變化而能發電氣者。總之化學之愛力，即與電氣力相同也。

相切之理若確，則萬物與此相同之事，如二種金類相切而能發電氣，則可知發電氣器中相切之力必相定而等。

於○。又其二種金類之質點各事必絕無改變而仍彼此相同若相切之理以爲二金類之質點在相切時其性或形能改變則爲變化之理而非相切之理矣。又依相切之理其二金類一爲正電氣一爲負電氣當中所發之電氣爲二種電氣彼此相滅既是相滅何能重有總之相切之理以爲有正負電氣彼此相敵而後知其理尙未明解。如何能使恒發電氣設二金類初相切之時能有此改變電氣之事亦不能以此理明能所發之電氣傳出勝各種阻力久而不息而力源不涸者奇矣。然萬物內未嘗見有此蓋凡有發力必費原力也。

蓋凡化電氣簡器 第九十七節

弗打所試紅銅與鋅板相切之時若稍有變化則變化愈大電氣力亦必愈大將不同之金類如鉑與鋅直立於杯

第一百二十三圖

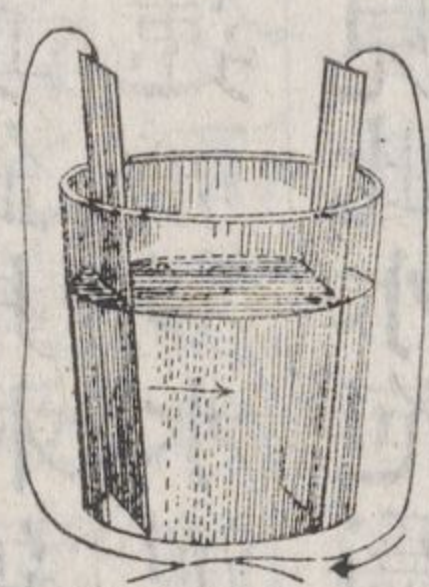


中加淡水以浸之如第一百二十三圖使其上端彼此相切則成化電氣循環之路而水漸變化養氣必與鋅

化合而電氣傳過水內運所分出之輕氣至鉑面而成細氣泡電氣循鉑片而上至端而傳至鋅片循鋅片而下至水內再使養氣與鋅化合再傳過水內而至鉑面如此循環不息二金類片若稍相離則電氣之路斷相切則再傳

也。二金類片可不必相切，而用金類絲連之。金類絲無論長短盡同。如第一百二十四圖，杯內若盛極清之水，則發

第一百二十四圖



電氣力不濃，久之而力幾無。乃鋅片之面結鋅養一層，電氣不易傳過，故也。若以硫強水少許，或鹽強水少許

加入杯內清水之中，電氣力即加大。因有強水則易傳電氣，且鋅面所結之鋅養為強水所消化，而面常淨水，即更易化分也。故知其鋅與養化合始發電氣，乃自鋅面傳至水內，傳至鉑片，傳至過金類絲，回至鋅片，如箭之方向。加以硫強水者，則有成鋅養，三消化於水內，加以鹽強水

者則成銻綠消化於水內然發電氣則全賴水之化分而成與此二種質不相關也

以極細指南針置於相連鉑板銻板之金類絲之上或下則針爲電氣所感而有偏可知必有電氣由此傳過也將銻片先浸於淡硫強水內取出搯透水銀再浸淡硫強水而不與鉑片相連則不能消化若與鉑片相連則見鉑片之面速發多水泡如鉑片大有變化者而銻片之面則寂然不見此水泡爲輕氣實自銻面之變所發不見於銻面而反見於鉑面故獨用化學之理不能解也必以電氣之理始可解之緣電氣自銻片傳至鉑片則其間之各質

點盡皆變化故輕氣亦自鋅片由水逐點遞傳至鉑片也
若用淡硫強水則其質爲輕養硫養電氣能傳之時切於
鋅片者卽變化而硫養及養卽與鋅化合成鋅養硫養其
輕則化分而與相鄰者之養及硫養化合而輕又化分再
與相鄰者之養及硫養化合而輕又化分如此逐點變化
至末而輕點遇鉑面不能與鉑化合必留於鉑面成泡可
用下式明之。

電氣不傳之時質點之次序爲

鋅 輕養硫養 輕養硫養 輕養硫養 以至鉑面

電氣能傳之時質點之次序爲

錚養硫養 輕養硫養 輕養硫養 以至輕與鉑面
輕氣雖遞傳而過而錚鉑二片間之水則不見有變動雖
以皮或生瓷分隔變化仍同故電氣之能傳過必另有一
種相連之法尚在難明有電氣家但尼里設喻以解之云
用象牙球數枚挂成平列而恰各球相切以堅物打第一
球則打力傳過各球而至末球末球無所傳其力必自拋
開其拋開之力卽第一球所受之力輕氣遞傳可與此相
比第一質點之輕氣化分與鄰質之養氣化合卽向前移
一步如此逐質傳行至末而輕氣質點遇鉑片而無養氣
化合乃留於鉑面積成小泡浮至水面而散焉

連鉑片與鋅片之金類絲之原質亦逐點遞傳與水相同。試將金類絲當中割斷而兩端各連鉑片同浸於盛輕碘水玻璃瓶內不久而連於鉑片之鉑片結碘一層連於鋅片之鉑片有輕氣泡一層此亦由鋅片發電氣而傳過強水至鉑片卽由金類絲傳過輕碘水而回至鋅片輕碘之輕氣亦行相同之路而留於連鋅之鉑片。作發電氣器不必用二種金類而用二種流質亦可發電氣如鋅片連於匣中至二邊而分隔匣爲二腔使不漏一腔內盛淡強水一腔內盛食鹽水或不用二種金類不用二種流質亦可發電氣如鋅片之二面粗毛與光滑不同。

平常之鋅含鐵約百分之一。鐵與鋅非化合而是相和。故浸於淡硫強水內。鐵與鋅之質點自成發電氣兩極。使其中之強水爲傳電氣之路。亦有輕氣放出。

兌飛包船銅皮不壞之法

第九十八節

兩種金類同浸於強水或鹽水內。其一種金類若與水內一原質之愛力愈大。則又一種金類愈不能爲水所消化。如將鋅與紅銅相連同浸於強水內。則較諸各獨浸於強水內者。鋅之變化甚多。紅銅之變化甚少。故紅銅皮若獨浸於海水內。則極易消化而成銅綠。若與鋅相連而浸於海水內。則銅不變化而獨有鋅變化矣。兌飛知此必有益。

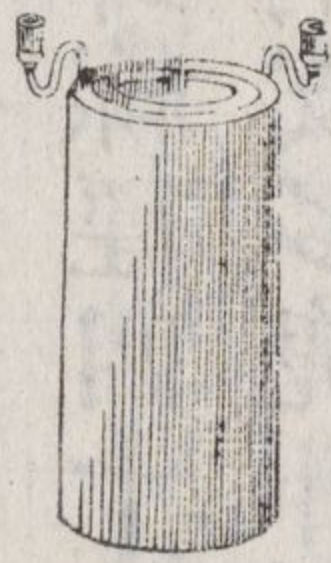
於製造意用少鋅能保多紅銅不壞故試用小鋅釘釘於紅銅面四十或五十平方寸久浸於海水果能不銹壞又試用鋅線徑四十分寸之一者連紅銅數塊亦能不壞又用紅銅皮多塊外面加四十分至千分面積之一之鋅或生鐵或熟鐵詳稱其重數而記之浸於保子麻港能遇潮水進退之處數十日取出再細稱其重數有鋅自四十分至一百三十分面積之一者紅銅絕不銹毫不減重二百分之一至四百六十面積之一者紅銅有減重有生鐵千分面積之一者紅銅亦未全消去故思船之銅皮可用此法使不消化後又知銅皮全不消化則海菜與蛤類能生

長於銅面而阻船之行速故必使銅稍成銅綠則其毒性能使海菜與蛤類不生長也有連世者知銅皮全不消化之弊故用鉀作漿敷薄層於銅皮之外面水不能消化動物植物亦可不生長費廉而益大也

發化電氣單器 第九十九節

一初用雙層紅銅之器如第一百二十五圖用雙層紅銅

第一百二十五圖

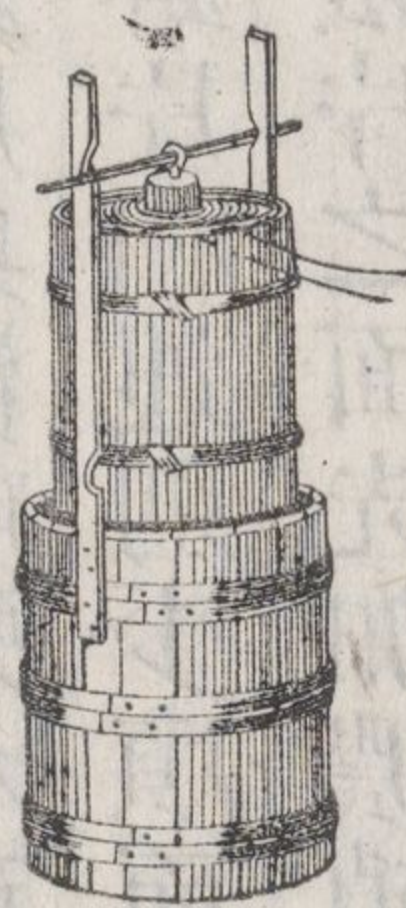


圓筒底相連不漏另有鋅管徑大於內層而小於外層安於二層之間軟木墊之上使不切於銅筒鉛管與銅筒各連銅絲銅絲之端各有小杯盛水銀傳電氣之線插

於水銀內單器之大者發電氣數多而力甚淡傳過人身不覺有振不足化分水而生熱之力甚大

二比比司大面積之器如第一百二十六圖用鋅皮銅皮

第一百二十六圖

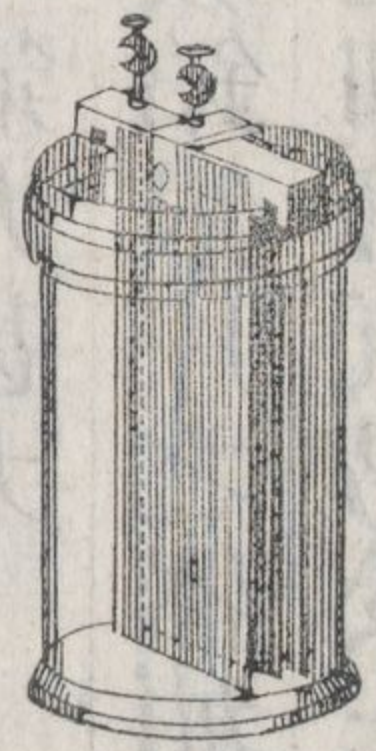


各一層各長六十尺闊二尺二層相疊而中夾毛繩使不相切將二層同捲成

柱形挂於桶內以轆轤等使之起落桶內盛淡強水約五十軋倫電氣力甚大

三司米鍍鉑銀片之器如第一百二十七圖銀面鍍鉑鉑之分點甚細輕氣易於上浮尋常銅鋅及銀鋅之器輕氣

第一百二十七圖



易黏於銅銀之面而使鋅養硫
 養化分有鋅結成於銅銀之面
 所發之電氣為所減小矣銀片

鍍鉑之法以玻璃筒盛淡硫強水而加鉑綠水少許再以
 瓦管盛鋅片與淡硫強水而浸於鉑綠淡硫強水之內將
 銀片與鋅片相連則少頃而銀片之面結鉑一層狀似細
 黑粉若銀片之面先加濃硝強水少許而後鍍鉑則面毛
 而鉑更易黏。

將鍍鉑之銀片連於橫木之中橫木兩面夾搯透水銀之
 鋅片以螺絲夾夾連之鋅片之大與銀片或同或半俱可

將此挂於筩中而加硫強水一分清水七分以銅絲相連
鋅銀則連發輕氣而多發電氣

四但尼里銅養硫養器如第一百二十八圖用紅筩內盛

第一百二十八圖



生瓦筩瓦筩內盛搽透水銀之鋅條
不與瓦筩相切紅銅筩內滿盛極濃

銅養硫養水另以少許硫強水生瓦筩內盛淡硫強水紅
銅筩口之下寸許有多孔之板板上常安銅養硫養之顆
粒使漸消化將鋅條與紅銅筩相連即發電氣而瓦筩內
之水所化分之輕氣即過瓦筩入銅養硫養水內而與銅
養硫養之養氣化合使其銅則化分而結於銅筩之面水

內之銅養硫養漸少則有顆粒消化而補之故可久發電氣而力仍平勻蓋化分所出之輕氣若徑至銅銀板之面則能化分鋅養使成鋅而結於板面使電氣之力減小一病也輕氣黏於板面能阻電氣之傳過二病也故電氣之減去者大半多人皆欲設法以免之但尼里初成此法使輕氣與銅化合而免其病焉

電氣傳過瓦甯可用下式明之甲甲為瓦甯面右邊之括弧為未發電氣時之位置左邊之括弧為已發電氣時之位置

銅

銅

養硫養

銅

養硫養

輕

養硫養

輕

養硫養

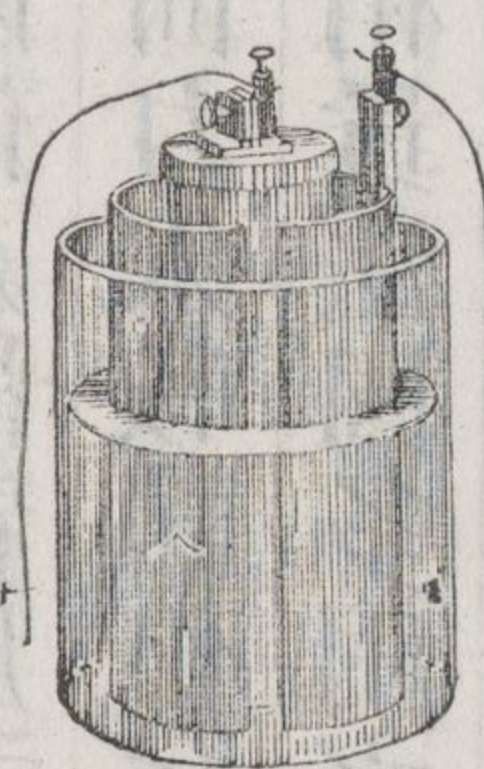
鋅

但尼里之器欲久用者。鋅条不可搽水銀。盛鋅之瓦筩。若收濃鋅養硫養水。而不結成顆粒。則發電氣之時可久而力則小。瓦筩之用。所以阻二種流質相合。然銅養硫養水久亦多流入瓦筩之內。故瓦筩之容積當大於銅筩之容積。乃可久用。

法國人得路以勒瓶造發化電氣器。存於同治元年之博物院。俾人觀看。用汞養硫養代銅養硫養。而用炭代銅。淨而力久。較諸但尼里器。則力小而濃。勝之惟微。嫌用價稍貴。法國多用之於電報。

五顧路硝強水之器。如第一百二十九圖。人爲鋅管。兩端

第一百二十九圖



第一百三十圖



皆通而中開安於玻璃筒或養
 筒內鉑片大而摺疊如第一百
 三十圖安於生瓦筒內筒內盛
 硝強水發電氣時輕氣過瓦筒
 而與硝強水之養氣化合成水
 有淡養或淡養化分而出消化
 於硝強水之水先變黃色後綠
 色後藍色也電氣傳過瓦筒
 可用下式明之丁丁為瓦筒
 面右邊之括弧為未發電氣時
 之位置左邊之括弧為已
 發電氣時之位置

鉑

輕淡養_五

養

輕

養硫養_三

輕

養硫養_三

鉍

鉑

輕淡養_五

養

輕

養硫養_三

輕

養硫養_三

鉍

輕氣入硝強水與之化合成水及淡養或淡養俱消化於
硝強水內則傳電氣更易

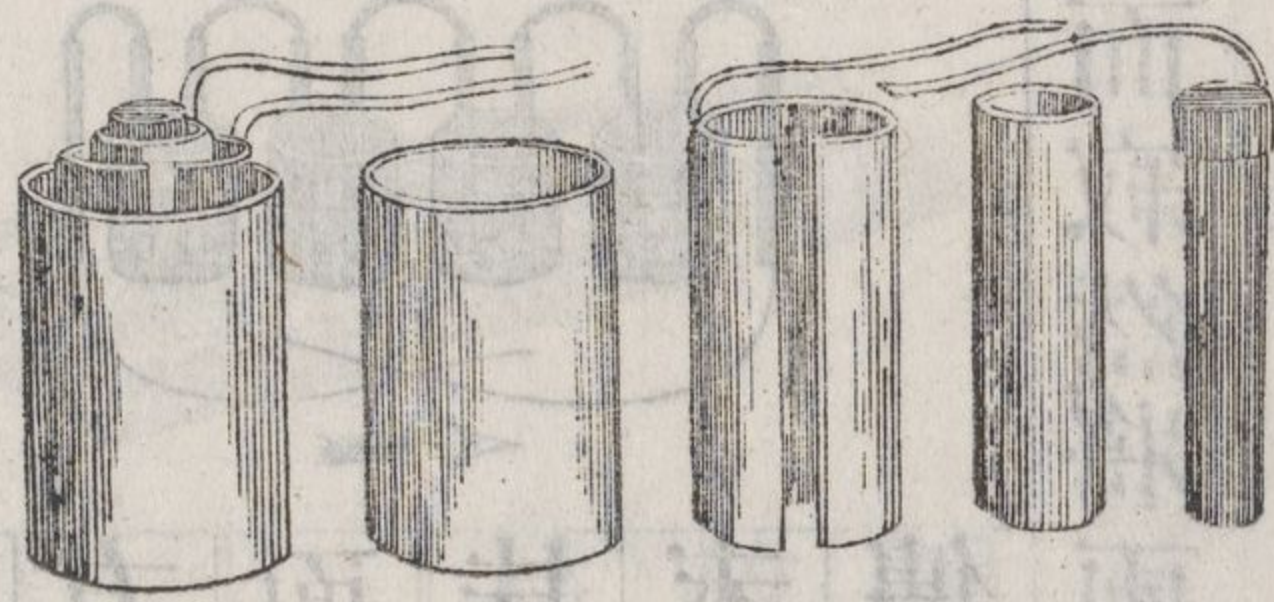
固路之論曰鉍與銅之發電氣器所發電氣之力等於養
與鉍之愛力減養與銅之愛力但尼里之器所發電氣之
力等於養與鉍之愛力減養與銅之愛力而加養與輕之
愛力硝強水之器所發電氣之力等於養與鉍之愛力減
養與淡之愛力而加養與輕之愛力惟硝強水內養與淡
之愛力甚小於銅養硫養內養氣與銅之愛力電氣之力

必大也。

平常發電氣器，負電氣板有鋅結成生大阻力，銅養硫養器有銅結成生小阻力，硝強水器無有結成無阻力。

六本生炭精之器，如第一百三十一圖，與但尼里器同，而用炭精作圓柱形，以代鉑。炭柱之上有銅帽，連銅絲而與鋅相連。炭精必長，使銅帽慎不遇硝強水。每次用之，必將銅帽洗淨。作炭精之法，將枯煤與煙煤各研細粉和勻，築實於鐵模內，取出封密於管內，用不甚大熱之炭火加熱。煨之質尚漏水，再浸於極濃白糖水內，取出曬乾。至糖結成，再封密於罐內，加極大熱數小時，即成。如欲作圓板，則

第一百三十一圖



可作塊而鋸成之用灰石磨平本生曰
鉑與炭面積相等功用亦相等得辣利
弗曰炭精之發電氣更耐久得知明曰
本生之器可用鐵綠水代硝強水又可
用鹽水或鉞綠水代硫強水

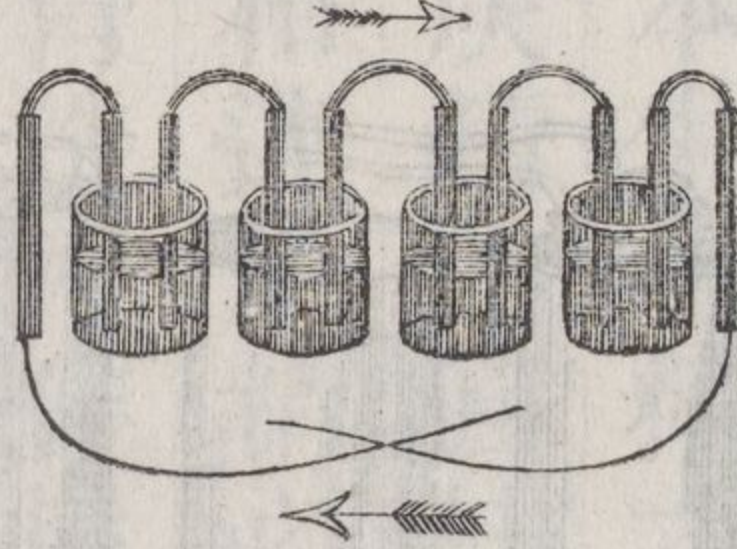
發化電氣多連之器

第一百節

一弗打初剗之乾電氣堆卽是多連之器惟木板多則逐

層之相疊者多而下各層布內之水必被上層重擠出必用槽以制之故弗打又用多杯之器如第一百三十二圖

第一百三十二圖

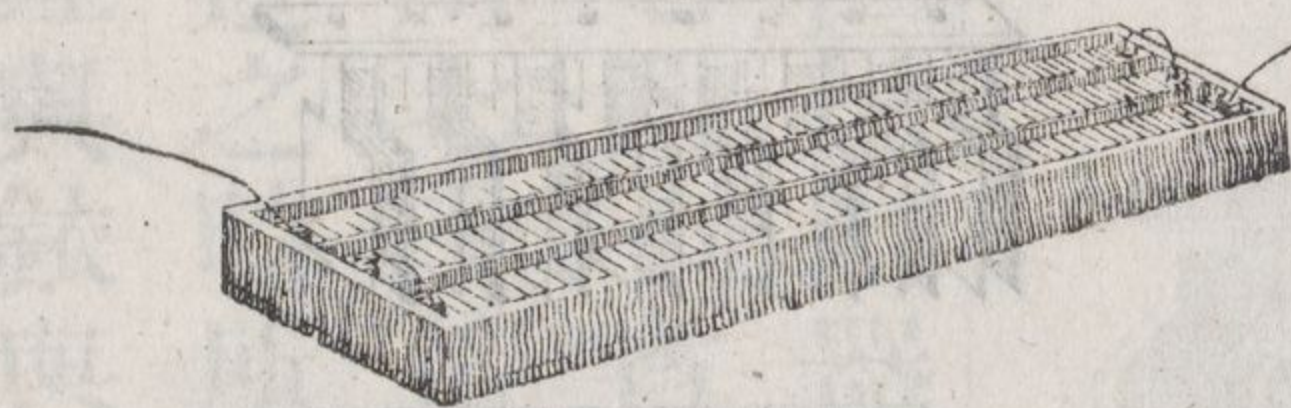


其法最簡用小玻璃杯各盛淡硫強水各安方二寸之銅片與鋅片而不相切鋅片之面搽透水銀首杯之鋅片連於二杯之銅片二杯之鋅片連於三杯之銅片等再將末杯之鋅片連於首杯之銅片則有電氣傳過而見各銅片面多發輕氣泡鋅板則消化而寂然將兩片之銅絲不連則電氣不傳而輕氣泡不發用片十八對或二十對能化分淡強水甚速用片三

十對手濕而執之可覺電氣傳過震動

二克路克山克器如第一百三十三圖用
銅片與鋅片成對連於木條而置於箱內
故箱內或用淡硫強水或用銅養硫養水
易換易添

第一百三十三圖



三巴丙登之器如第一百三十四圖用銅片與鋅片約方

四寸成對而有一點銲連常用瓦箱分為十腔或十二腔

各片共連於木條而使每對騎於箱

之隔板故提起與放下皆易連各片

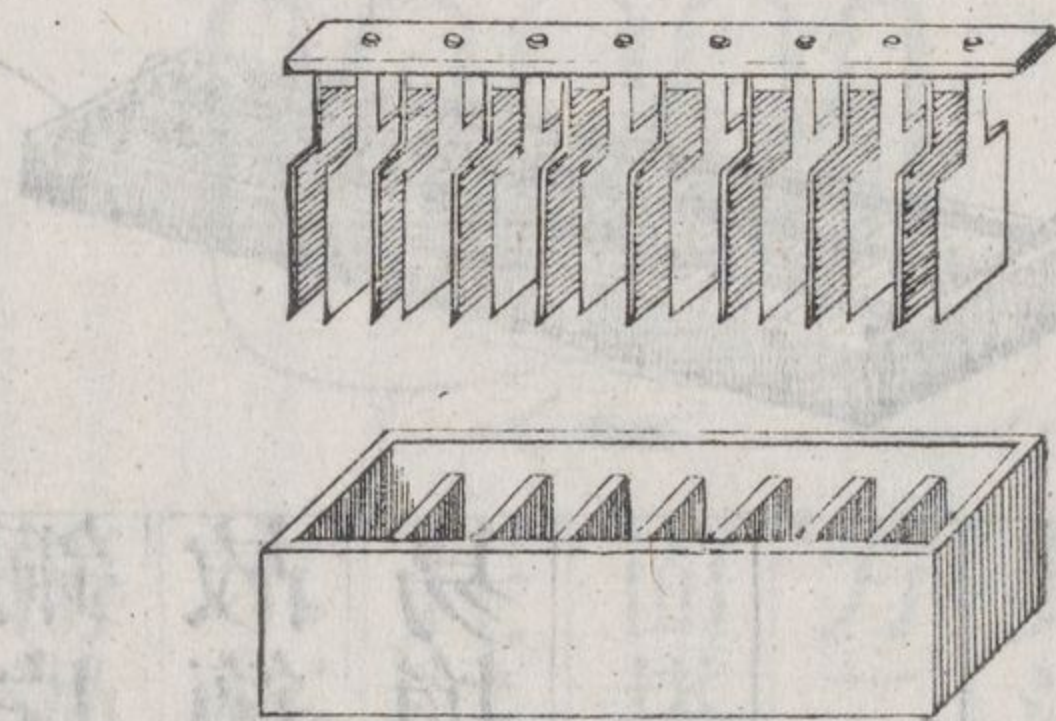
用極乾之木條而上漆使難傳電氣

常用數箱相連其常慎者各片之能

否電氣及相連之次第者一片有誤

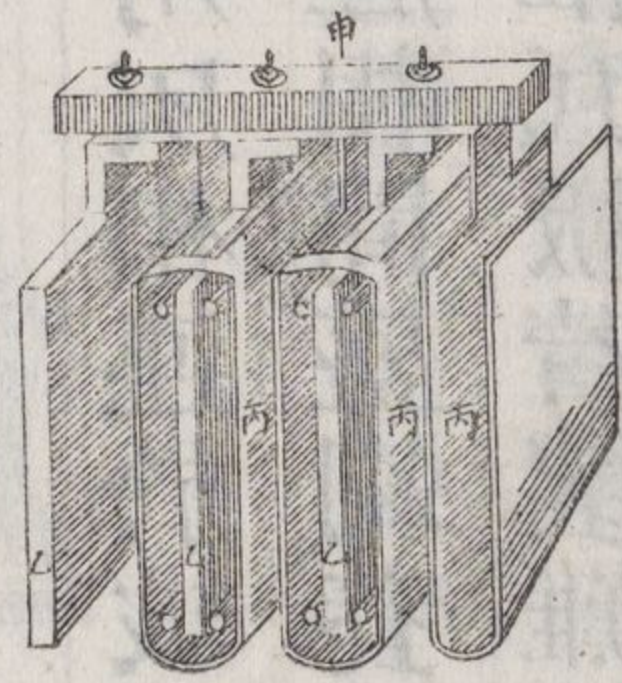
則力減小也

第一百三十四圖



四胡拉司登之器如第一百三十五圖銅板彎摺以對鋅板之兩面申為連板之木條乙乙乙為鋅板丙丙丙為銅

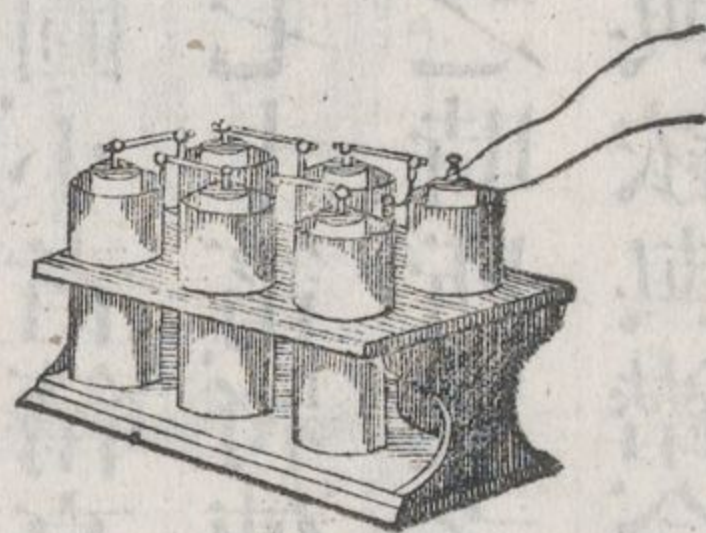
第一百三十五圖



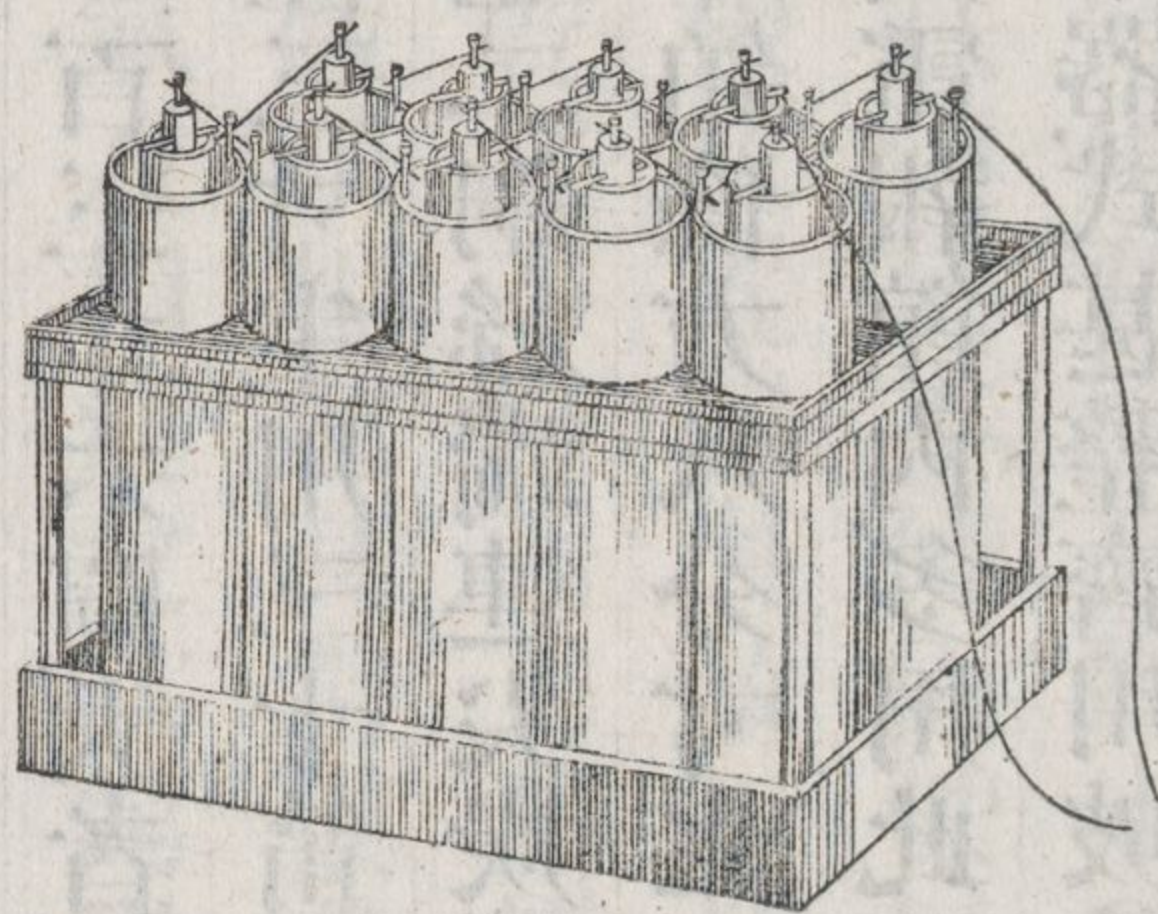
板用木或軟木在銅板梓板間使不相切作十箱或十二箱其電氣力大

五但尼之器小者如第一百三十六圖大者如第一百三十七圖小者筭高六寸徑三寸半用三十筭已有力大者用七十筭將傳電氣之二銅絲端連尖炭塊則二尖炭相近之時所成之火能鎔鉛條方八分寸之一者又能多鎔鎊與鉍與錯今時各大電報館內多用此器同治元年博物院內里德公司之此器式甚整齊用玻璃箱內有五

第一百三十六圖



第一百三十七圖

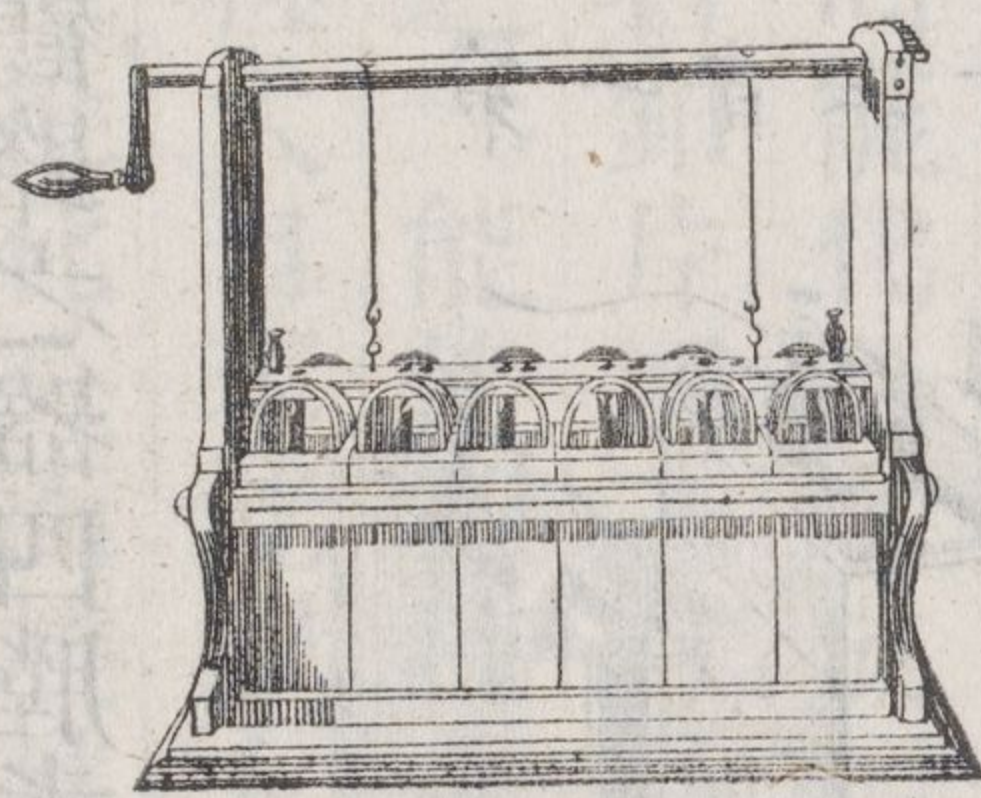


下邊用灰相連於玻璃鋅片銅片成對相連騎於玻璃隔
板各腔相間盛銅養硫養水與淡硫強水此箱堅固易於
搬運惟瓦板若壞難於重換耳。

隔板分爲
六腔箱與
隔板整塊
而成每腔
內用生瓦
板分隔爲
二二邊與

六司米之器如第一百三十八圖用六筭上用軸與搖柄將片起落十筭至十二筭者力已頗大用時慎勿使銅鉛

第一百三十八圖

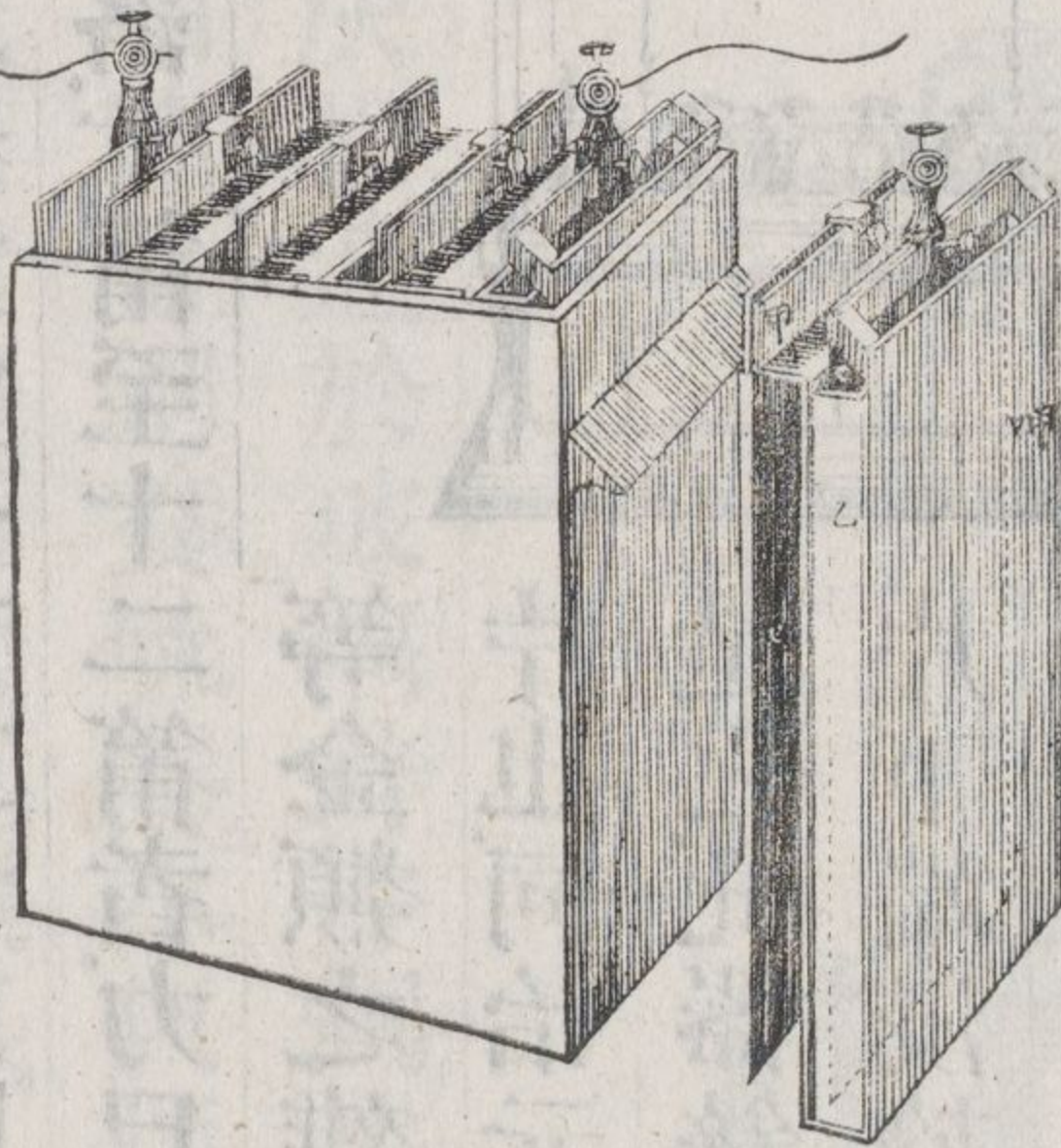


等金類之雜質入強水內恐結於銅片也同治元年博物院內有對也所造之此器鋅片易於取換而洗淨鋅片下端浸於汞杯內則鋅片能常漬汞而以紅銅條入此汞內連鋅片與鍍鉑之銀片紅銅條不切汞之處外

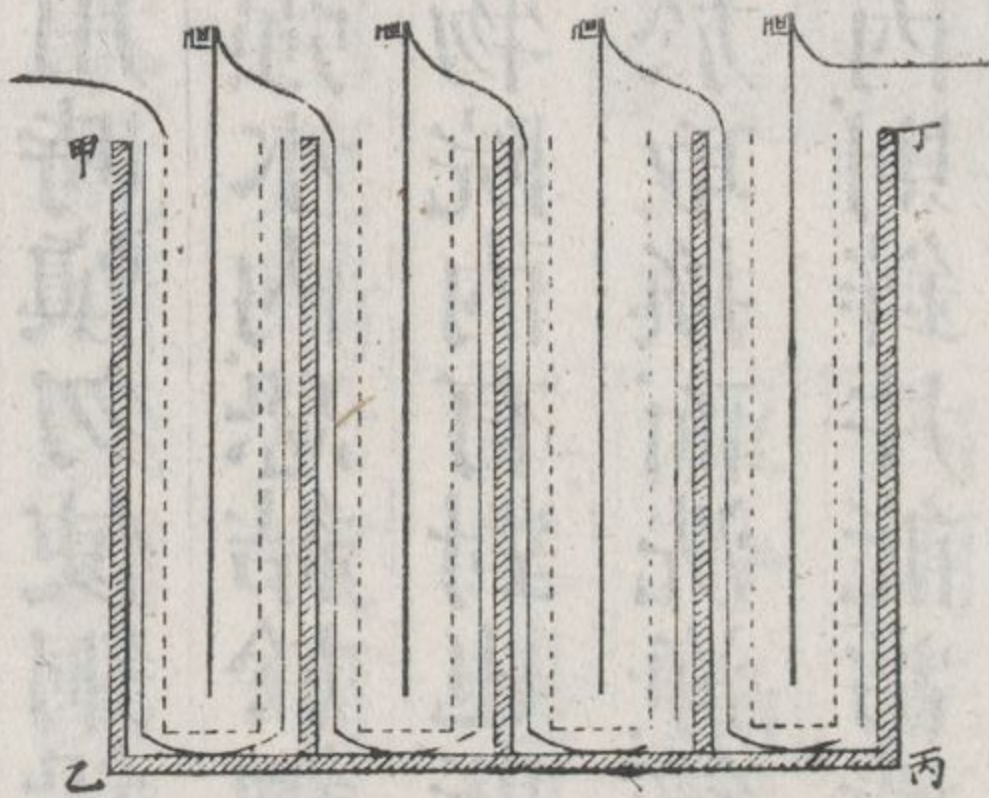
包象皮鋅片常含汞而不甚消化故暫用與用時甚久其力亦不改胡勒哈作之司米器用炭精代鍍鉑之銀片近

時炭精亦鍍鉑，使輕氣更易放而多，免減力之弊，且不易
 污。鍍鉑價甚廉賤，長七寸闊三寸之片，需錢十文而已。
 七顧路之器，四腔者，如第一百三十九圖，剖面形，如第一

第一百三十九圖



第一百四十圖



百四十圖呷甲爲曲鋅片乙爲鉑片入生瓦器內丙亦爲鉑片用螺釘在甲點連於鋅片

試此器之五膛者鉑片之面積共四平方尺用淡強水一分時能化分水成輕氣與養氣一百十五方寸又試五十分者鉑片闊二寸長四寸用炭尖成電氣火長一寸又四分之三能使數種金類燒而散用又試一百膛者炭尖之火極大目不能視大鐵絲長二尺者能至白熱而鎔傳過錒硫_三能化分而燒甚光亮

八賈蘭之器用生鐵與鋅司脫成初言其法賈蘭仿之而作極大者自古發化電氣器未有大於此者也用生鐵代

銅有生鐵筭三百筭。內有瓦筭。瓦筭內盛鋅板。方四寸。再
有生鐵筭一百十筭。內有瓦筭。瓦筭內盛鋅板。長六寸。闊
四寸。再有生鐵筭一百七十七筭。內有瓦筭。瓦筭盛鋅板
方六寸。共生鐵筭五百七十七。共面積二百方尺。鋅板之
面積九十九方尺。各生鐵筭內盛濃硝強水十二分。濃硫
強水十一分半。各瓦筭內盛硫強水五分。硝強水二分。水
四十五分。共用硝強水四十。軋倫。硫強水十六。軋倫。
此器之力甚大。試時用極大之火雞。在二翅下。拔去其毛。
將二錫箔。各方四寸。安其處。用淡強水濕之。捉雞之人手
內襯甚厚之呢。以免受電氣。將雞之二翅夾於其邊。備好

之後電氣線一連火雞卽死觀其腹內胃已磔裂。以紅銅絲自負極一端連於黃銅圈再以紅銅線自圈連於正極電氣一傳卽有大光將電氣線漸漸離開銅圈則線與圈之中成光弧長約五寸。

强水浸鐵之變

第一百一節

鐵絲浸於以水較重一三五之硝强水內卽被硝强水消化甚速若連於金或鉑則不能消化內將鉑或金在硝强水與鐵一切而卽取出鐵亦不能消化另將鐵或鋅切之則鐵再能消化鐵絲加熱浸入硝强水亦不消化鐵絲一端在酒燈火加熱至半段變藍色冷而浸於硝强水內則

未熱之半段速消化。加熱之半段不消化。此皆侯什勒試知也。

以能消化之鐵絲與不能消化之鐵絲同浸於盛硝強水之玻璃杯內。上端各出水而相切。則不能消化之鐵絲亦能消化。若在硝強水內相切。則能消化之鐵絲亦不能消化。再有能消化之鐵絲與此二鐵絲亦即不能消化。再加工鐵絲亦類推。各鐵絲若自硝強水內取出。擦淨再浸入。即能消化。如前法浸入。即不消化。

以鐵絲連於鉑絲。浸於消化銅養淡養之硝強水內。則不變色。若浸入之後。速取去鉑絲。則立有銅結於鐵面。若待

一小時之久而取出鉑絲仍留於鐵絲水內久而取出面
仍光無銅

以不消化之長鐵絲浸於硝強水與尋常鐵絲彎成叉形
者相切則叉形者亦不消化取去長鐵絲叉形者仍不消
化另用尋常鐵絲切之立即消化

以銅絲一條一端連於測器之極一端浸入硝強水杯內
以尋常鐵絲一條一端連於測器之他極一端亦入硝強
水杯內鐵絲不消化測器之針不偏另將尋常鐵絲或鋅
絲與其鐵絲相切則鐵絲立消化測器之針偏甚速或用
不消化之鐵絲代鉑絲亦相同

用數杯滿盛硝強水以鉑絲與鐵絲相連而依前法連測器則各杯內之鐵絲不消化再以尋常鐵絲入強水內與鐵絲相切各杯之鐵絲速卽消化測器之針偏甚速迴轉司根比作發電氣器用鋅與不消化之鐵又作一器用消化之鐵與不消化之鐵俱依顧路之法據云力甚大惟不
合用。

水發電氣器

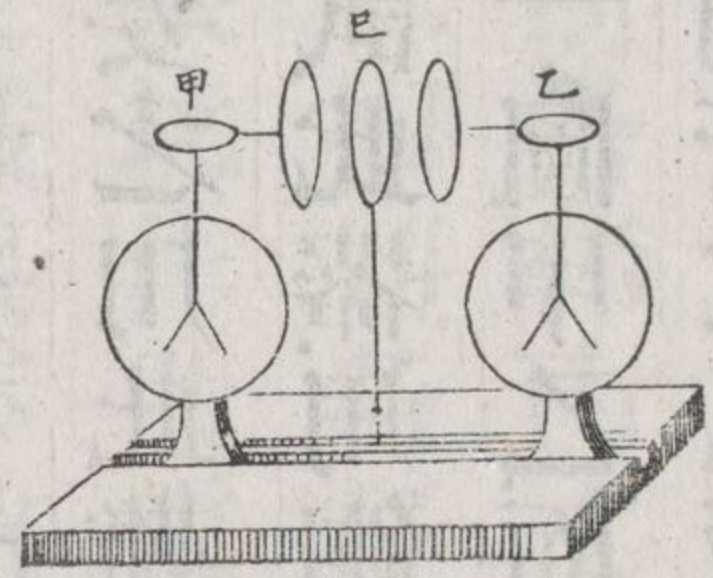
第一百二節

用銅板鋅板數百對相間排列於箱之各腔內腔內各盛清水能發極濃之電氣與摩電氣略同若傳至多連來頓瓶之內外皮則少頃而容電氣自來頓瓶略能連發電氣

不絕。

顧路用銅板鋅板二千四百對。慎使不通於地。將兩極點連於多連來頓瓶之內。外錫箔能連放電氣。每放一次有大聲。力能打穿紙。能鎔錫箔與鉑絲。迦爾維之代普谷。賈西河得用紅銅管與鋅管三千五百二十對。盛於玻璃器內。器外有一層辣克漆。雖慎使不通地。其電氣亦有洩去。要之用此。難免其電氣之通地。賈西河得於道光二十一年。試此器。用銅絲連其銅鋅二管於雙顯器。如第一百四十一圖。甲乙而取去。增電氣板如已。金箔能張開。試其連於銅管之乙板。有正電氣。連於鋅管之甲板。有負電氣。甲

第一百四十一圖



板或通地或不通地亦俱相同如有附電氣則乙顯電氣之金箔即張如切其乙器後自甲離開則乙容異性之電氣

發電氣器之銅絲雖未連巳各有對極之性故銅絲之端各距顯器二三寸其金箔亦能張開或兩端之外管各距顯器二三寸亦相同又兩銅絲端相距五分寸之一能發光星兩銅絲端若連於雙顯器則甲乙二板相近之時連發光星如流火有一次連發三十五日不熄人立於地而

手指切於極亦能發光星。後試電氣傳過銅線之力用一百六十筭相連慎勿使不通地其八十筭安於第一盆上又八十筭安於第二盆上再用極細之測器一極連於第一盆之鋅一極連於第二盆之銅針無偏差又用生紙浸於鉀碘水連於電氣之路絕不覺化分可知各筭內之質亦絕不化分又靜電氣力或與化分不相關又在其前又以紅銅絲連於發電氣器之負極與雙顯器之甲板再將鉑絲連於發電氣器之正極而切於浸過鉀碘水之生紙再將鉑絲切於此紙而連於雙顯器之乙板另用法使

甲乙二板相近或相遠。二板遠至每秒過一電氣星。則測器之針稍動。二板更近。則放電氣星速而針卽偏。鉀碘化分可知。發電氣器各筭內有化分。又知所傳過者是濃電氣。放多次而各次極速。後用三百二十筭。慎勿使通別物。則銅絲未連之時。不見化分。而電氣之濃能附過百分寸之一。空氣而成電氣星。

賈西河得試此器。得六例。各筭之銅絲未連。已有對極之性一也。用筭多對。則電氣濃而銅絲端不相切。能有光星附過空氣二也。各筭之銅絲未連。已有靜電氣與銅絲相連與否。及與能化分皆無相關三也。傳過之電氣略爲多。

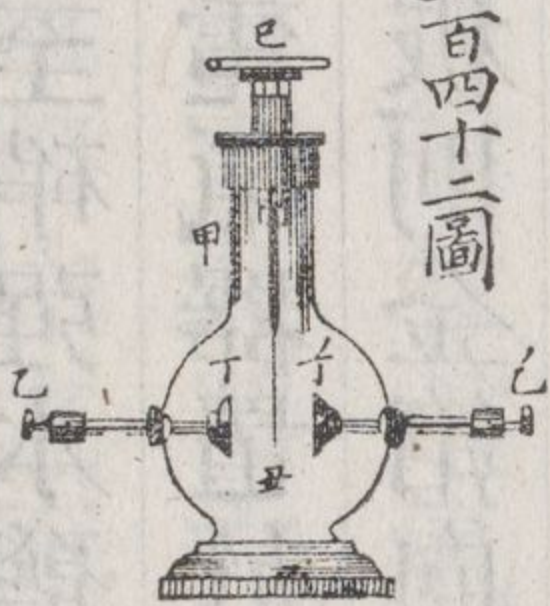
次放濃電氣而各次極速速至無窮四也所發之電氣自
淡漸濃可測漸濃之時五也所能現之靜電氣為化分或
化合之初基之據六也

發電氣筭之二極未連時已有濃電氣

第一百
三節

道光二十四年美國李里差特用顯器試化電氣器一筭
之二極未相切時已有濃電氣如第一百四十二圖甲為

第一百四十二圖



玻璃瓶頸敷辣克漆乙乙為二紅銅絲過
玻璃管與軟木塞丁丁為鍍金之圓板徑
約二寸連於銅絲已為銅板在玻璃管之
頂銅板下連銅絲入於玻璃管之內銅絲
下端連金箔條

如丑丁丁二圓板必配準使金箔在正中次在乙點連銅
絲至硝強水發電氣器之鉑片在乙連銅絲至鋅片將其
發電氣器置於辣克板之上而以玻璃條磨擦而漸近於
巳板則金箔向乙圓板而引卽連至鋅片之圓板也又將
松香條磨擦而近巳板則金箔向乙圓板而引卽連至鉑
片之圓板也

次發電氣器

第一百四節

用濕生紙一張安於玻璃片上以發電氣器之一銅絲切
於紙之一端而又一銅絲切於紙之又一端則紙有對極
之性而切於發電氣器正極者容正電氣切於負極者容

負電氣將二銅絲移去而紙不離玻璃片亦不使通地則能久存此性弗打初見此事里脫因此而思作次發電氣器用金類與濕布之圓塊相間疊成一堆二端連於發化電氣二極之銅絲能容電氣與前紙相同二銅絲移去之後堆之二端能發電氣與原發電氣器相同久而電氣始散又用多鉑片或鉛片以發電氣器之電氣傳過而斷之亦暫能發電氣又用鉑片二塊浸於淡水或淡強水內而以發電氣器之電氣傳過而斷之後鉑片亦能發電氣因正負鉑片之面黏輕氣與養氣一薄層也欲徵之可將其連於正極之鉑片放於刻分度而盛輕氣之筭內他鉑片

放於刻分度盛養氣之筩內二筩之氣必漸不見輕氣之
不見速於養氣之不見爲二與一比又法將二鉑片各連
于測器一安於輕氣內一安於養氣內速取出速浸于水
內測器之針能偏可知有電氣也自輕氣內取出之銅板
有電氣傳過水至養氣內取出之鉑板也

法國人不蘭脫作次發電氣器力甚大據云用鉛片爲之
電氣之動力爲鍍鉑之鉑片二倍半爲未鍍之鉑片六倍
因鉛養與輕氣之愛力極大也得辣弗初見其造法以鉛
板二大塊共面十方枚相疊而中夾粗布分隔捲之浸於
水十分硫強水一分之內用本生小發電氣器五件其每

件之鋅片浸入強水內百分板之七連於鉛捲數分時而斷之鉛捲能發極濃之光星此器之理略同增電氣器意能收聚原電氣器多時之力而於一霎時現也

獨用本生之器必有三百筭高百分板之十三者即常尺寸者

合成四副至五副各副有三平方板半之面或三副而面積更大其所發之電氣僅等於前之次發電氣器

次發電氣器專欲發濃電氣則其件數與原發電氣器之件數必相配如次發電氣器有五件必用本生之器十五件惟尺寸可小也

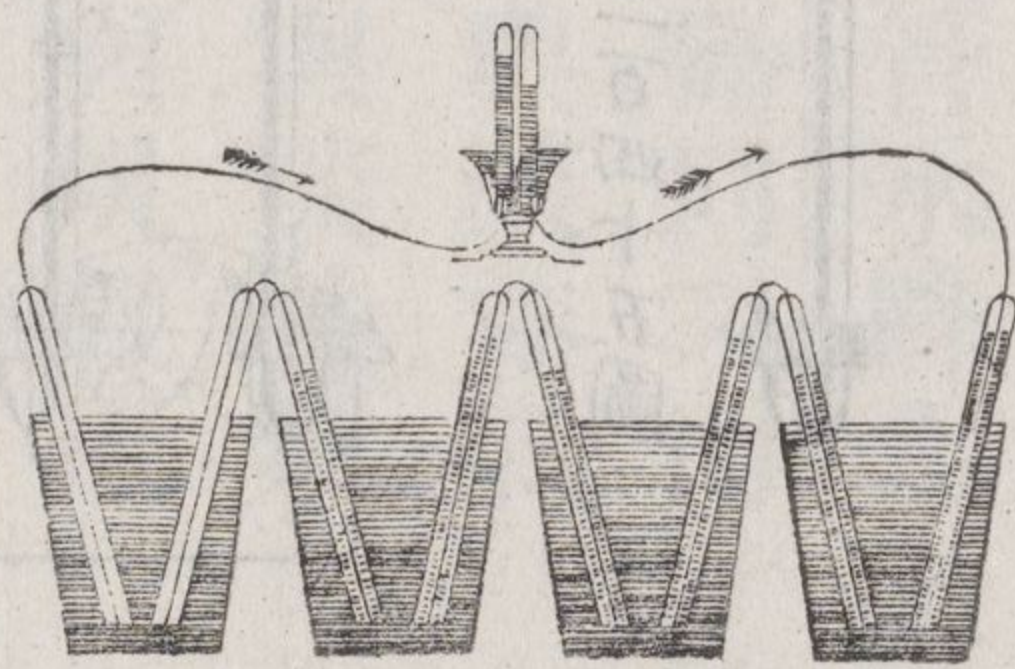
鉛皮易彎造之不難用甚薄者則容積小面積可大

不蘭脫所用九件之器。每件盛於方百分板之三十一六之箱內。盛水一次不必再加。每箱盛於瓶內。蓋密以備立刻可用。欲用小力之原發電氣器。而發大力之電氣。必用此器。押可皮已用次發電氣器於電報。

氣發電氣器 第一百五節

顧路見次發電氣器之法。仿其意而用氣質新式發電氣器。用鍍鉑之鉑片。闊四分寸之一。共五十對。安於玻璃管內。各管相間。盛輕氣與養氣。倒覆於玻璃杯內。如第一百四十三圖。杯內盛淡硫酸強水。以水較重。一三其所發之電氣。傳過五人相連之手。俱能覺之。獨傳一人之手。人身覺

第一百四十三圖

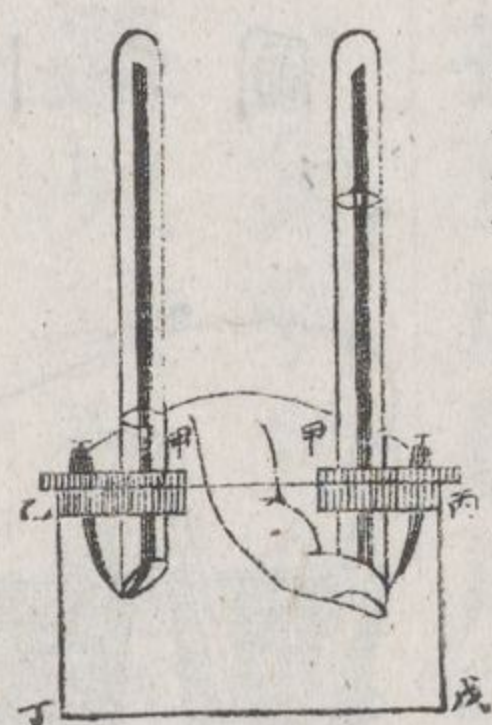


痛若獨傳過測器則針偏至六十度
加傳一人則針偏四十度加傳二人
針僅稍偏獨傳過炭尖則日間能見
甚光亮之火星用四鉑片而傳過鉀
碘輕碘俱能化分用三十六鉑片而
傳過淡硫強水則能使其水化分成
二氣收之可燒發氣之方向同於化

學之理輕氣在此養氣在彼傳過金箔顯器能使張合
管內用空氣或用炭養與淡氣或用養氣與淡氣皆不發
電氣

顧路後設一法可不換水而試各氣如第一百四十四圖
第一百四十五圖乙丙丁戊為長方玻璃箱或瓷箱其管

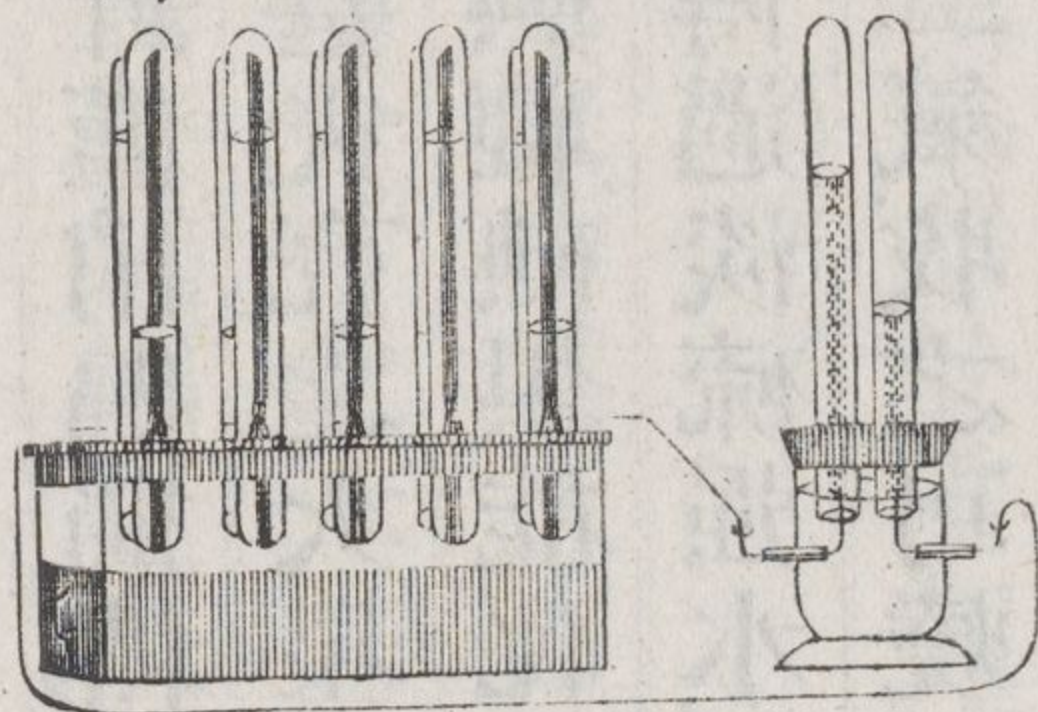
第一百四十四圖



第一百四十五圖



第一百四十六圖



百四十六圖內盛養氣與輕氣而連於化分水之器又用

插於木板甲乙丙
丁易於取出甲甲
空處手指可放入
按塞管口而移出
鉑片在管口彎向
上連於螺絲五管
合成之器如第一

五十管各管內水升之數略等而化分水之器水降之數與每管水降之數亦相等化分水之器內養氣輕氣與常式之器同又用十管試各種氣質所得者如左

養氣與淡養氣 鉀碘不化分
養氣與淡養氣 鉀碘稍化分而速停
養氣與炭輕氣 力小而耐久

養氣與炭養氣 鉀碘化分易見水稍能化分

養氣與綠氣 初時稍有力過二十四小時即無

綠氣與淡硫強水 初時稍有力過二十四小時即無

綠氣與輕氣 力大用二管水能化分

綠氣與炭養氣

用十管水能化分

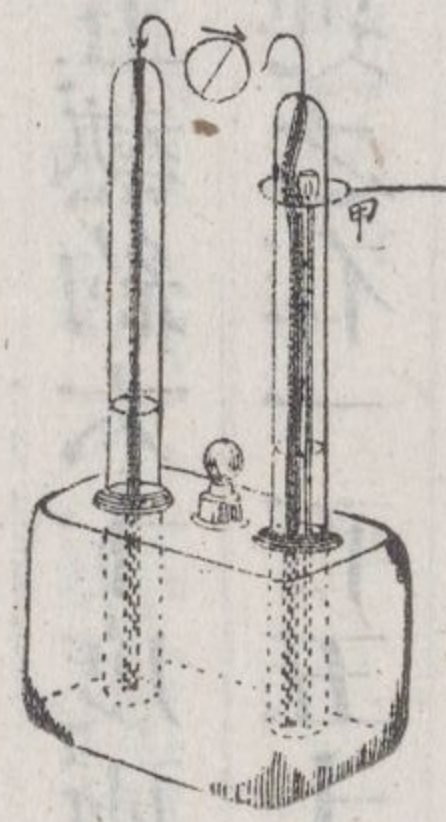
綠氣炭輕氣

力小

顧路依顧羅得斯之理而論氣發電氣之理云電氣傳過之時第一管內水中輕氣之質點化分與管內養氣化合而養氣質點則放出至第二管內與輕氣質點化合各管相同至末管獨有養氣之質點與輕氣之質點化合也或設自輕氣之管起亦同

顧路後設之器如第一百四十七圖空氣不能亂電氣用養氣與淡養能平勻曾將燐在淡氣管而為第二管內之養氣燒成燐養質此事甚奇因所燒之定質不能鎔不傳

第一百四十七圖



電氣又有連發電氣而有燒之質
燒質與養氣相距遠而又有水及
淡氣分隔

試以硫黃盛於小杯置於淡氣杯之中用有杯小鐵箍燒
燒熱套於管外加熱如甲硫黃鎔時能發電氣而測器之
針偏動硫若鎔若干時針偏若干時又試樟腦松香油桂
皮油酒精以脫等亦甚趣

第二章論化電氣之力

發電氣單器與多連之理

第一百六節

用大板成發電氣單器所發電氣之數甚多而淡不能勝大阻力電氣數多少依板面積之大小與金類與養氣變力之大小及金類與養氣合成之質移去之速遲也化電氣器雖極小者其電氣之數較諸尋常之摩電氣器已大至無窮法辣待曾作極小之化電氣器用鉑絲銻絲徑各十八分寸之一相距十六分寸之五安於小玻璃管內管內盛水深四寸加濃硫酸強水一滴將兩絲浸入水中八分寸之五熱約六十度兩端用銅絲徑十八分寸之一長十八尺連之在一百五十分時之八內所發電氣之數同於十五來頓瓶每瓶有兩面加錫箔之玻璃面一百八十

方尺者容五十寸徑之玻璃片摩電氣器轉三十次所發
電氣之數

發電氣單器不必僅用相對之兩板可將大板分爲數小
板各安於不相傳之器內各器用相同之強水小板各對
之相距同於大板之各對而各鋅板總連一銅絲各銅板
總連另一銅絲則發電氣之數相同

將紅銅板與搽透水銀之鋅板各方四寸同浸于淡硫水
內相距一寸用粗銅絲連之數分時之後鋅面消去鋅若
干鉛面發出輕氣若干再將二板各分爲四條每條闊一
寸長四寸成對而浸于四器之內器內用之強水及各板

之相距俱與前相同用各鉑片總連于一粗銅絲各鋅板總連于又一銅絲則與前同時中銷去之鋅及鉑面發之輕氣亦皆必與前同數可知四對板亦爲單器也

四對板若不以此法相連而首對之鉑板連于二對之鋅板二對之鉑板連于三對之鋅板末對之鉑板連于首對之鋅板則消去之鋅發出之輕氣與前仍相同惟電氣之動力則四倍於前而器內之阻力亦加大前法電氣傳過水闊四寸厚一寸此法電氣傳過水闊一寸四層共厚四寸惟其電氣之動力加大故電氣之數雖與單器者之相同而電氣之濃卽能勝阻力之力則加大所謂電氣之

濃與板數有比也此名爲多連之器

電氣動力電氣阻力電氣傳行電氣數電氣濃之解

第一百
七節

電氣動力者發電氣器以所發之電氣自此傳行至彼所
程之功也測動力之法使若干電氣自此傳行至彼而以
其程得之功計之所程之功無論屬於重學化學熱學俱
與電氣動力之平方有比又與現動力之時有比又與傳
電氣物之阻力有比
電氣阻力者傳電氣物阻電氣使在某時內程功不能多
於某數傳電氣物之阻力與兩端所加電氣動力之程功

有反比。對電氣多之圓式與兩端相連之圓式。電氣傳行者多。連發電氣器之兩極點。能傳電氣物。所有成事之源。如能使近處之吸鐵器受力。又能化分雜質。又能使近處能傳電氣體相引。或相推時。有電氣傳過。與電氣數者。容電氣之物。能使恆相距之別物受力。在各物不同。如二體有恆相距。二體間有空氣。其電氣增大。則在任點之電氣數。與能附過空氣。使恆相距之物。受力有比。設有二物。容電氣數若干。二物相合。則其合體容電氣數。爲原二數之和。右所言。電氣動力。電氣阻力。電氣傳行。電氣數之解。係馬

客斯回辣與秦京之說英國人克辣克云常言電氣濃之意有二不同之性爲電氣動力並電氣能力電氣數也電氣最奇之性如化分水質鹽類焚燒金類使顯器之針偏使鐵有吸鐵力使動物震動等所現之大小俱依所傳過電氣之數如電氣加濃所現亦更大然所現之更大非因加濃而仍因某時內傳過之電氣數之加多也將粗銅絲繞數轉成測電氣器而受發電氣器一件或受六件或百件之力各件同大者則其針之偏相同因此銅絲能傳一件之電氣則亦一百件之電氣若用極細銅絲繞數千轉成測電氣器亦同因板之面積雖大而銅絲能傳電氣之

力不大故所傳過之電氣數相同無論用何種發電氣器其偏數依所傳過之電氣數而不在電氣濃

燒紅金類絲依電氣數而不依電氣濃如用發電氣器一件能燒紅若干長之鉑絲則加二件或三件能燒紅之鉑絲必長二倍或三倍鉑絲雖長所傳過之電氣數相同而濃相同則法辣待所言燒一寸金類絲之電氣數能燒一尺亦燒一里卽此理也

發電氣器板大而僅二三件雖能鎔鉑絲但不能使人覺振動因電氣數雖多而淡也發電氣器小板而多件能使人身大振動或不能鎔鉑絲因電氣雖濃而數少也

縮小電氣之濃則有發熱電氣燒金類絲或電氣火成弧
極大之熱並發電氣星之大熱大光俱因縮小其濃而發
也發熱之數與若干路中所縮小電氣濃有比又與所傳
過之電氣數有比

俄末所設之理電氣力之例

第一百八節

發電氣器內變化而發之電氣在器外不能得電氣之全
數所得電氣之數等於電氣動力之和以傳電氣物阻力
約之之數令已爲電氣實有之動力即能發熱或吸鐵力
或化分之力戊爲電氣之原動力未爲銅絲與水之阻力
則

未
戊

傳電氣物與電氣數之各相關俄末以算學之法考之甚
 詳其所設之各式但尼里與韋思敦等証之故後所考得
 之電氣動力俱以俄末所設之式為本
 發電氣器件數增多則電氣之濃增而電氣之動力亦增
 而傳電氣物之阻力亦增故傳電氣銅絲之徑加大則所
 得之事相同即電氣動力與阻力之加其數相同即
 未為銅絲之阻力與器外流質氣內流質與金類之阻力
 板之面積愈加則阻力愈減銅絲之阻力與其長有正比
 與其橫剖面有反比
 未為全阻力乙為發電氣器之阻力戊為銅絲之阻力若

未 卯
 未 卯
 未 卯

全傳電氣物無別物阻電氣則式為

$$\frac{未}{乙} = \frac{戊}{丁}$$

乙與板之相距有

正比命相距為丁又乙與板之面積有反比命面積為申

則 $\frac{乙}{申} = \frac{戊}{丑}$ 戊與銅絲之長有正比命銅絲之長為丑又戊與橫

剖面面積有反比命橫剖面面積為申則 $\frac{戊}{申} = \frac{乙}{丑}$ 式內將此二數代

戊與乙則 $\frac{申}{丁} = \frac{申}{丑} \frac{乙}{戊}$

故欲增電氣動力有四法其一增銅絲之徑其二減銅絲

之長其三增板之面積或減板相距其四增發電氣器之

力

由上式能推算改銅絲之長或徑及改板之尺寸與相距
所有電氣力之變以銅絲之料及發電氣器之料皆不改
也銅絲或器之料有改必用別元代之其元必實測而得

如所用流質之阻力為甲所用銅絲之阻力為寅則

$$\frac{\text{甲}}{\text{申丁}} = \frac{\text{申丑}}{\text{戊}}$$

金類之阻力與能傳電氣有反比馬生定各金類之數為

最新如左表

淨金類質

能傳電氣之力
銀熱至三十二度等於一百

熱至二百十二度能傳電氣之力
銀熱至二百十二度等於一百
各金類相比之數以熱至三十二度等一百

銀而抽成絲

熱三十二度
熱二百十二度
一〇〇〇〇
七一·五六

一〇〇〇〇
七一·五六
二八·四四

紅銅而抽成絲

九九·九五
七〇·二七

九八·二〇
七〇·三一
二九·六九

金
抽成絲
而硬

七七·九六

五五·〇九

七八·二一

七一·七〇

二八·三〇

鋅

二九·〇二

二〇·六七

二八·八九

七一·二三

二八·七七

鎘

二三·七二

一六·七七

二三·四四

七〇·七〇

二九·三〇

鈷

一七·二三

鐵

一六·八一

鎳

一三·二一

錫

一二·三六

八·六七

一二·二二

七〇·二一

二九·八九

鉛

九·一六

六八·五八

六八·五八

三三·四二

鉛

一八·三二

五八·六八

八·一八

七〇·九三

二九·六一

鉀

四四·七六

三三·三三

四·六五

六九·八八

三〇·二二

鈹

四·六二

三·二六

四·五五

七〇·五四

二九·四六

一·二四五

〇·八七八

一·三二七

七〇·五二

二九·六九

由表可知用鐵絲傳電氣則減電氣之力多於紅銅絲故
 用鐵絲傳電氣數若干而欲傳電氣數與用銅絲相同則
 鐵絲之橫剖面面積與銅絲之橫剖面面積必有九十九九五
 與十六八一之比略大六倍用圓絲者鐵絲之徑必為銅
 絲之徑二倍半

俄末多連之器之理

第一百九節

發電氣器之件數增多能使電氣之動力增大故電氣之
 全動力與件數有比此為各件相等者以卯為件數戊為

每件之力則電氣全動力為卯乘戌之積惟電氣全動力雖有卯倍而阻力亦增卯倍因電氣必傳過各件內之水

故電氣全動力不能有卯倍而其式為

$$\frac{\text{申} \times \text{申}}{\text{卯} \times \text{卯}} = \frac{\text{申} \times \text{申}}{\text{卯} \times \text{卯}}$$

已知一件之動力及傳電氣銅絲之長則用此可求得全

器之動力從此得三例

一例電氣之全動力與件數及各金類暨流質阻力之性有比與尺寸無干

二例一件之阻力與水內二板之相距有比又與流質阻力之性有比又與板之切水面積有反比

三例銅絲之阻力與銅絲之長有比與阻力之性亦有比
 與橫剖面積有反比。水內之流之阻與管內之流與管內之
 傳電氣之金類絲各處大小不同或用不同之金類數段
 相連而成則能傳電氣依小者之數凡電氣傳過金類絲
 或流質之阻力以定數為元而定之常以某徑某長之銅
 絲為元使諸傳電氣物之阻力皆以配此銅絲之某長命
 之設傳電氣物之長為丑傳電氣之阻力為丙橫剖面積
 為申當配銅絲之長為丑銅絲傳電氣之阻力為丙橫剖
 面為申則動力之式為 $\frac{\text{丑}}{\text{丙申}}$ 又 $\frac{\text{丑}}{\text{丙申}}$
 因傳電氣質之阻力與為元之質傳電氣之阻力必相等

則得式爲

$\frac{巳}{巳}$

卽

$\frac{丑}{丙申}$

卽

$\frac{丙申}{丙申}$

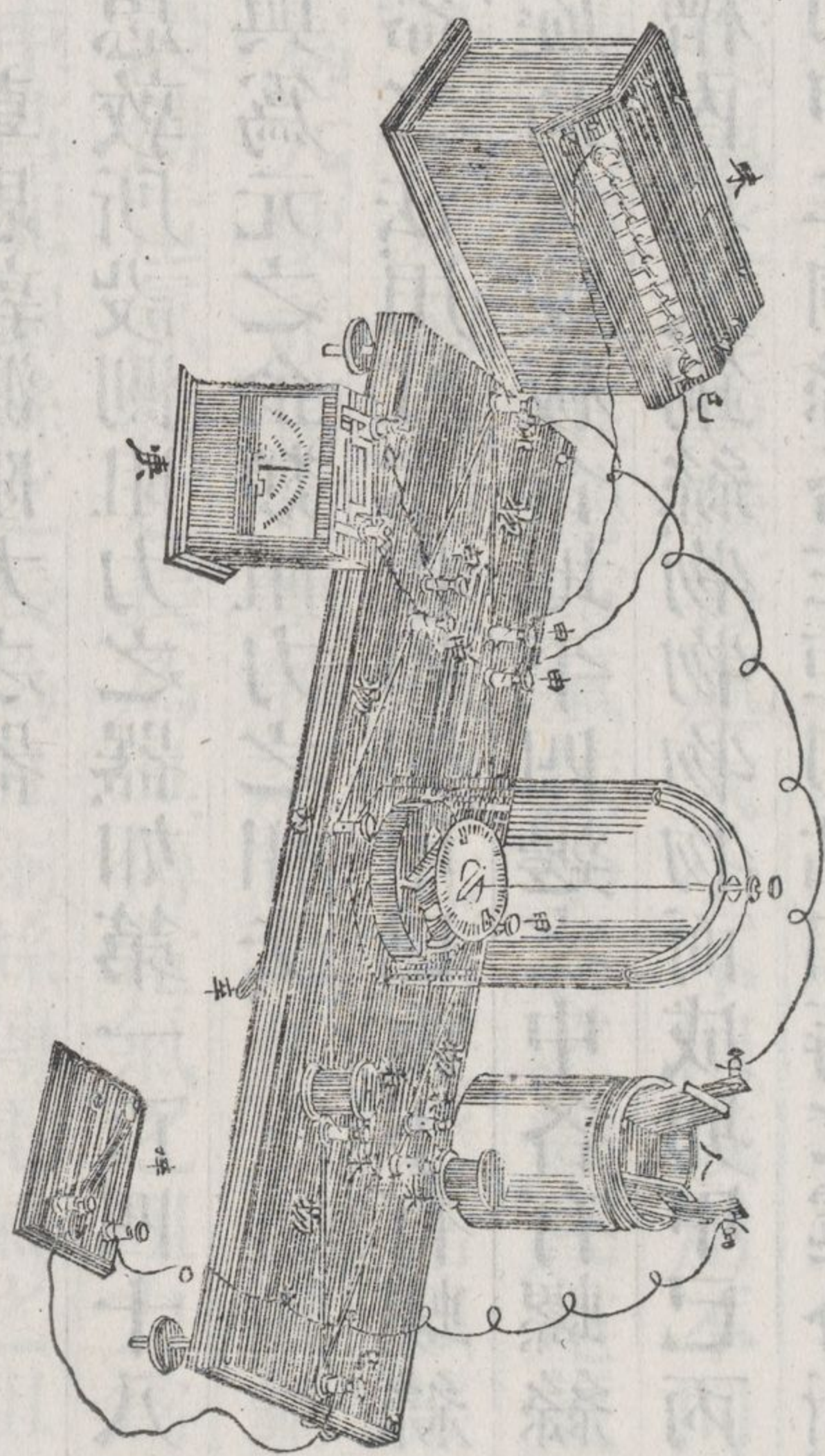
韋思敦測阻力之器

第一百十節

韋思敦所設測阻力之器如第一百四十八圖能測諸金類與爲元之金類阻力之相去

造器之法用紅木板如卯甲巳丙下有螺絲爲足螺絲能轉旋高低使板合地平四邊之中各有螺絲下連藏於板面槽內之大銅絲物物物而成卯甲巳丙平行邊形卯丙卯甲二銅絲各在距卯點相等之處分斷其端另連於螺絲申申申巳甲巳丙二銅絲亦同法分斷其端亦另

圖八十四百一第



圓板在立軸之能轉動圈上有刻分度之紙可見針之偏
 數紙之九十度處用灰連托刻石使針不亂動

連於螺絲
 未未未未
 銅絲之中
 有測器其
 針用生絲
 挂之在銅
 絲之上圈
 下連圓板

用銅絲連絲銅圈之兩端於丙甲二螺絲銅絲之長足使
紙與圈爲柄轉動使紙之○度對吸鐵之徑線人爲司米
或但尼里發電氣器之一件一極連於卯螺一極先傳過
電氣開辛而連至巳螺絲
用器之法銅絲物物在未未申申不斷則辛開相切之時
電氣自人傳至卯卽分歧而自卯甲巳卯丙巳二銅絲傳
行因其阻力相等故必各分傳電氣之半至巳螺絲而相
合而回發電氣器人
設在卯點電氣之濃爲十而在巳點爲○則在甲與丙二
點必各爲五而二邊相等故甲與丙間無電氣傳過而測

器之針不動若在申申二點之間加一英里長銅絲之阻力而在申申二點之間亦加相等之阻力則仍必各分傳電氣之半惟在卯與申卯與申各點電氣更濃而在丙點與甲點則更淡甲丙二點電氣之濃相等故自甲與丙間亦無電氣傳過而測器之針亦不動在申申二點所加之阻力若或大或小於申申二點所加之阻力則卯甲巳與卯丙巳兩邊不能各分傳卯點電氣之半而甲丙二電氣之濃不相等故甲與丙間必有電氣傳過而測器之針必偏觀其偏向何邊卽知何邊之阻力大也

器之功用卯甲巳與卯丙巳在卯與巳相合故此二傳電

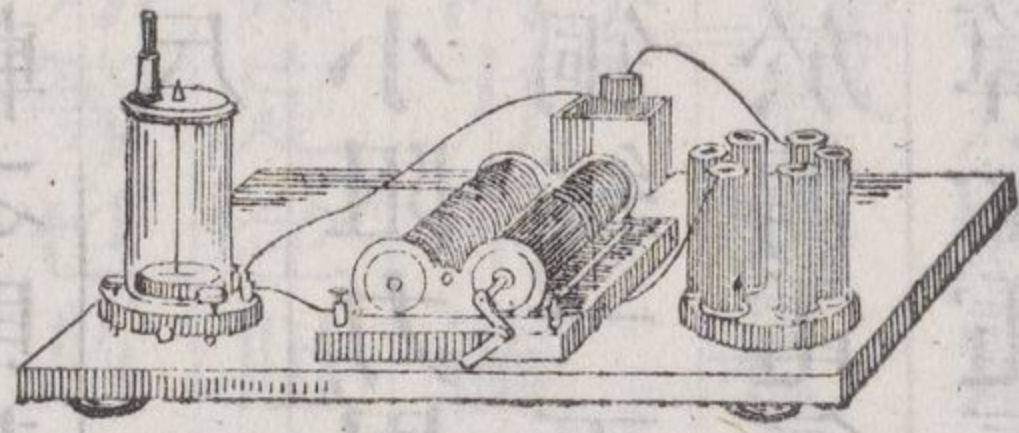
氣線之濃必相同。雖傳電氣之阻力與電氣之濃有改變，亦仍同。故得阻力比爲卯甲與甲己比。若卯丙與丙己比，如此則甲與丙電氣之濃必相等。則甲丙二點間無有電氣傳過。測器之針不偏。第一百四十四次圖說第一頁五十一欲求傳電氣線或他物之阻力，可連於器之一邊，而在他邊累連已知阻力之器。至測器之針不偏而止，卽知二邊之阻力相等。自己知之阻力，可知此邊之物之阻力。二百零二已知阻力之器有二種。一名立何司搭得，小阻力用之。一名阻力圈，大阻力用之。二器俱是韋思敦所設。今時常用此器測海內電報銅絲繩之阻力。二百零三

立何司塔得與阻力圈

第一百十一節

日耳曼與法蘭西之電氣學家試俄末之理時先不加外
阻力而觀測器針之偏後加已知阻力之器而試之韋思
敦之法則不用不改變之阻力而用改變之阻力使二邊
之力相定自針之二差間所加之阻力則知路內電氣動
力與阻力
其器名立何司塔得如第一百四十九圖如第一百五十
圖用二管第一爲木者外刻螺絲槽而繞極細甚長之銅
絲第二爲黃銅者有柄可搖而繞木管之銅絲銅絲在木
管則電氣必全傳過各圈以有槽所隔也銅絲在銅管則

第一百四十九圖



電氣直傳至簧而不傳過各圈所以木管外所繞銅絲之長可測阻力之數管長六寸徑一寸半螺絲槽以四十轉爲一寸用紅銅絲徑一百分之一有針可指轉開之圈數軸上又有針可指幾分圈之一

阻力圈所以測大阻力之用如電報之長銅絲或難傳電氣之流質而用包極小之銅絲圈絲徑約二百分之一有二圈銅絲長五十尺又有八圈銅絲長一百二百四百至八百尺各圈之兩端連於短之大銅絲大銅絲連於管

之面使各圈能連成一圈各圈之面有雙黃銅簧能繞而轉動則端或切大銅絲之端而能傳電氣或移開而切於木上切於木之時電氣必傳過圈切於大銅絲則電氣傳過簧矣有圈之阻力各簧切於大銅絲則無各圈之阻力若將其簧轉之則某可傳電氣而能加阻力自五十尺至一千六百尺

韋思敦測小阻力用管長十寸半徑三寸又四分寸之一管外繞紅銅絲一百八轉徑十六分寸之一將管轉動則各處可連於傳電氣之物
韋思敦推算全電氣路內電氣動力和之法凡二路發相

等電氣動力則電氣動力之和以阻力之和約之得數為

常數即

未 卯 戊 卯 未

如未與戊依比例加或減則已知之數自不

變故知同力兩循環路阻力之比即能知電氣動力之比

但有時難定全阻力因全阻力內有發電氣器與測電氣

器之阻力等也故設下簡法將第一路已知之阻力與已

知之數味相加即得

味 未

如欲令第二路之力等於此力

則必將所加之阻力與成電氣動力及原阻力之乘數相

乘得

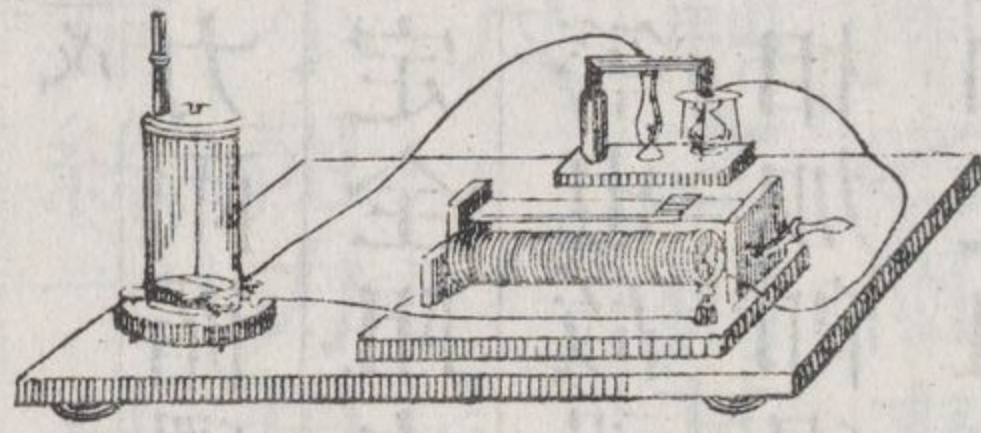
未 卯 戊 卯 未 味 未 戊

因已知所加阻力未與味長之比例故自此能

得電氣動力之數。

假如有但尼里銅養硫養器一件，欲與二件相比，電氣動力則將立何斯塔得與測器，如第一百五十圖連之，再或

第一百五十一圖



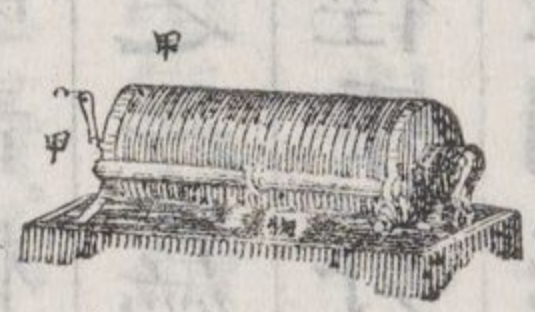
轉開，或轉緊銅絲，至得測器之針在四十五度，再將絲轉開，至得四十度，所有之轉數，即發電氣器之電氣動力，設為三十五轉，再將但尼里器二件，以同法轉之，至亦得四十度，若為

七十轉，則二倍於前，而兩者之電氣動力，有一與二之比，如將但尼里器二件，連成發電氣單器，則阻力必更大，先

使測器之針至四十五度而轉動之使減至四十度則轉數必與一件相同加板之尺寸電氣之動力不加也

白客剗設一器能免韋思敦器轉開轉緊之不便如第一

第一百五十一圖



百五十一圖以銅絲於不傳電氣之管有小輪物在刻分度之桿甲甲之外能移動而能任切某數圈之銅絲氣管轉動之時小輪移於桿又可用手將桿推開而使小輪可任移至切某圈以免多轉其柄

阻力之元數 第一百十二節

韋思敦設阻力之元數以紅銅絲長一尺重一英釐為準

法利設阻力之元數以第十六號紅銅絲長一英里爲準

此種常用作埋於地內之電報線今時測阻力之圈常用白銅絲欲其天

時冷熱阻力不甚改變也同治元年博物院內有西門子

與哈司格之阻力圈其元數以冰界熱之水銀柱徑千分

枚之一爲準又有別人所造之圈阻力等於鐵絲長一千

枚徑千分枚之四者此種爲西國常用之電報線馬底孫作圈等於最

純紅銅絲長一英里徑十六分寸之一熱百分表十五五

度之阻力大不同于常買之紅銅絲長一英里徑十六分

寸之一之阻力因常買之紅銅絲阻力各不同不能與純

紅銅有定相比常作電報之銅絲之阻力大於純紅銅之

阻力十分之二也。

徵巴與湯生吸鐵測電氣器

第一百十三節

各國之人皆能同用一測阻力之元數則益處甚大。徵巴與湯生二人設法能指各種電氣現力與程功之數。將來現力與程功必相連也。奈京論其大略如左。

發電氣器有若干。電氣動力則在若干時內傳過若干阻力之路。必傳過若干數。而現若干力。而程若干功。但各數之大小與比例。徵巴曾試數法以定之。最便之法。用吸鐵器。以若干電氣數傳過若干長之路。而在若干相距。能使若干吸鐵力之針。受若干動力。定以爲元。其吸鐵極之

元則專在體積與長與時之三事也。

定電氣阻力之元數並別電氣之元數必依各電氣數之

比例歷時體積路長而定之。

徵巴與湯生之電氣吸鐵法其程功之各元數與電氣之

主數有三式

酉未丙一戊

① 戊為在酉時內所傳過未阻力體之電

氣數即能程之功也時勒與湯生之式為

未戊丙一

② 戊為電

氣之動力俄末之式為

酉丙午一

③ 此式法辣待初得其據午為

在酉時內傳過之電氣數或減去之電氣數定各數之法

以元數之電氣傳過元長之路必使吸鐵器元極在元相

距現元力如不論吸鐵器則前言變成主之電氣數統主
之而積之兩平圓而行。○立之平面彼此有正角之方向
一循環路距第二循環路爲大遠數爲丁能使二在等於
丁相距之倒立方之路而行動此比例能明徵巴所設之
法連測電氣與吸鐵之數以一數爲主自以上四比例能
明其未丙戊午四數而不論時與相距與體質主數外之
別主數將未依各原指數化之則得未爲連數卽長以時
約之之數所以阻力數名之爲秒分之枚數或秒分之尺
數同於重學內功力之指數乃重數與路長相乘者卽尺
數也。

主數難用簡法使人易明秦京著主數之論自此可知能用連數測阻力數即用循環路之一分所必得之速能使所欲測有若干阻力之循環有若干電氣傳過之數秦京之論曰秒分之板之阻力者謂立鐵條長一枚移過有若干濃之吸鐵條面而與吸鐵力之線正交與本方向亦正交一秒時得一枚之連所有吸鐵電氣力能在有本阻力之路內在一秒時中所發之電氣如不程別功而在本路內現熱等於一秒板之功或依時勒所試之事其熱必能使水○○○○二四〇五格蘭未即法得熱百分表之一度

電氣之各元數之彼此相比並與重學功力之元數相比則以發元數之電氣在元時內傳過元數阻力之路元長則所傳過之電氣爲元數所程之功爲元時內之元功而能在與吸鐵器有元相距現元數之力

徵巴求金類絲阻力之準數有二法

一用銅絲圈平轉而使與地球吸鐵經線忽改則圈內自能暫發之電氣傳過定圈而使吸鐵針忽動可自動過之度數測其每秒之動數

暫發之電氣所傳過之電氣亦暫而發電氣之全數在動圈之大小並地球吸鐵力之濃淡其傳過電氣之全數以

電學四
吸鐵針之動數測之吸鐵針之動數以動過之度測之以
所傳過之電氣數約所發之電氣數卽得二圈之共阻力
二用大力吸鐵器在銅絲圈中搖動通以電氣其銅絲則
發吸鐵力而減吸鐵器之搖動將傳電氣時搖動所減小
之速與斷電氣時搖動之速相比卽知路之阻力

英國博物會所定電氣阻力之元數

第一百十四節

英國馬客司韋勒司斗亞特秦京試測電氣阻力之時用
湯生所設之器又觀吸鐵針之偏依電氣吸鐵之測法所
得之數能定圈之阻力

用銅絲圈與地面平行合常速而轉電氣恆自東而西傳

過圈內之銅絲惟圈恆旋轉故圈端每過東西方向則在銅絲內傳行之方向迭更相反。

將吸鐵針挂於圈中必爲圈所吸動而偏所偏之方向必合圈轉之方向惟令針偏之力其大小與方向恆改變因其時小故加吸鐵針周圍之物之體積可使其搖動而至不能見設知圈之尺寸與動速與吸鐵針之偏數則能知圈之阻力因地球吸鐵氣之濃與測得電氣之數及發得電氣之數有相關而阻力之數卽此二數之較也。

欲究此器之造法用法所得之各數必觀同治元年英國博物會論此器之書會中測電氣阻力之器用鉑與銀合

成依徵巴之法爲千萬秒枚與西門子所作水銀法略同亦甚便於用又略同於十六號不純之紅銅絲長三十分英里之一之阻力有言此元數必爲自然之元數不必稱爲秒枚數須另立記號如乙甲數是也後人能設更便自然之新元數則此數亦不必改變祇將此數用倍數乘之可變得新元數也

第三章論化電氣化分之力

化電氣化分之始

第一百十五節

嘉慶五年臬果生與賈來勒考化電氣能化分物質初以水試之十一年兒飛著書論電氣化分之力十二年始能

化分碱類道光十一年至二十年法辣待考電氣化分而
得多理

以化電氣傳過清水或數鹽類水卽化分而放其原質水
能化分放其養氣與輕氣鹽類能化分而放其酸類與碱
類而養氣與酸質現於正極輕氣與碱質現於負極極清
淨之水難化分難傳電氣也加少許硫強水則易傳電氣
而電氣力不甚大亦能化分矣

化分酸水之器如第一百五十二圖用有底玻璃管管內
盛酸水另用玻璃杯底通兩金片或鉑片如兩片相距約
四分寸之一杯內亦盛淡強水將管倒覆罩於鉑片上而

鉑片之外各連於發電氣器之線則水化分成二氣而浮
上至管底如用二管各罩於鉑片上則在負電氣極鉑片
者收輕氣在正電氣極鉑片者收養氣輕氣之體積為養

第一百五十三圖



氣體積二倍有餘依化學之理水
內輕氣與養氣之體積恰有二與
一之比此所得輕氣二倍有餘者

因養氣幾分消化於水中也

化分鹽類質有數法

一將鈉養硫養少許消化於水加少許藍色萊之水

西名里低

司毋盛於矩曲管內如第一百五十三圖管之二口各有鉑

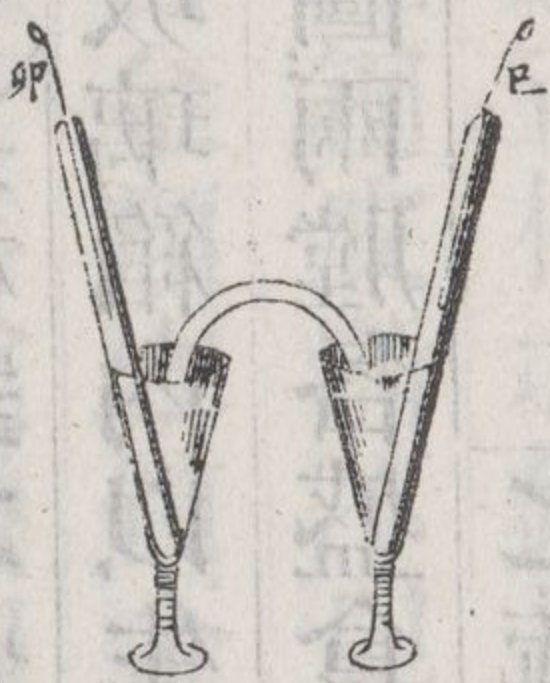
第一百五十三圖



絲連至電氣之二極不久而連於正極之水變紅色連於負極之水變綠色知酸質向正極而碱質向負極也反換其正負二

極色亦漸換此為極簡之法又法用二管分安於二杯內管內各有鉛片或鉛絲杯與管皆盛有藍色之鹽類水二杯之間以彎管盛水連之如第一百四十四圖以電氣傳

第一百四十五圖

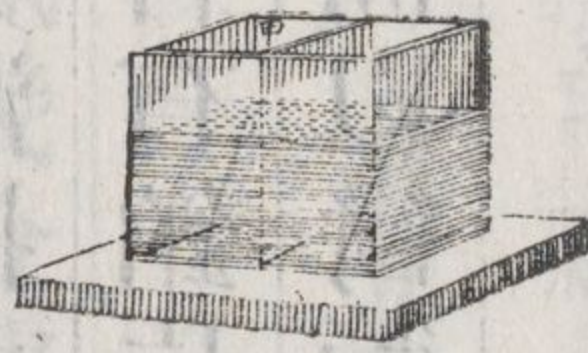


則已管內變紅而卯管內變綠久之而見鹽類內之本質自巳管移至卯管而配質自卯管移至巳管本管與配質皆以對面之方向行過彎管內

而暫失其相對之性。

二用玻璃箱內以生紙二三層分隔爲二腔如第一百五十五圖兩腔各盛食鹽消化於水而加輕綠水及消化靛

第一百五十五圖



之硫強水數滴以電氣傳過二腔之水則連至正極之邊失色而連至負極之邊未變色如反換其電氣極則他邊之水亦失色失色之故因連正極之邊發綠氣連負

極之邊發輕氣綠氣能漂白藍靛也。

三將極稀之小粉漿加輕綠水少許再加鉀碘水數滴盛於前器以電氣傳過則連正極之邊變藍藍色因有碘分出

碘與小粉化合成藍色也。

四以食鹽水加鉀衰鐵水數滴盛於前器內兩腔各安鐵板一塊鐵板而連至正負二極則連正極腔之水變深藍色因鐵與養氣化合而消化遇鉀衰鐵而盛普魯士藍也五以稍濃之銅養硫養水滿盛於前器之兩腔而各浸長鉑片連正負二極數秒之後連負極之鉑片而結紅銅皮一層連正極之鉑片無之再反其正負二極則鉑片面所結之紅銅皮漸不見而他鉑片又結紅銅皮一層以電氣化分含金類之質金類恆結於連負極之物也。

嘉慶十一年兌飛報數種電氣化分物質之事於英國博

物院茲錄其一款

用三玻璃杯以極細之彎不灰木二條騎其口而連之如

第一百五十六圖左杯盛鉀養硫養水右杯盛清水中杯

盛淡之淡輕水用發電氣器一百五十件

以負極通至左杯水內以正極通至右杯

水內不至五分時清水杯內微有酸質二

刻時之後嘗水頗有酸味用鉍養淡養試

其結成之質則知為硫強水惟此硫強水不先過淡輕水

不能清水內而淡淡輕為猛性之碱類也又用食鹽水代

鉀養硫養水以同法試之則清水內有鹽強水又用鉀養

第一百五十六圖



淡養水則有硝強水。又將負極通至右杯清水之內。而中杯盛硫強水。或鹽強水。或硝強水。正極通至左杯。而盛鈣養。或鉀養。或鈉養。或淡輕。或鎂養。爲本質之鹽類水。則碱類質亦過強水。而至連於負極之清水內。與強水過碱相同。兌飛佈傳此事。見者詫異。無能解其理。僅能意爲。其有電氣傳過之時。物質之愛力暫失。必再至所引之極。而仍復原性也。

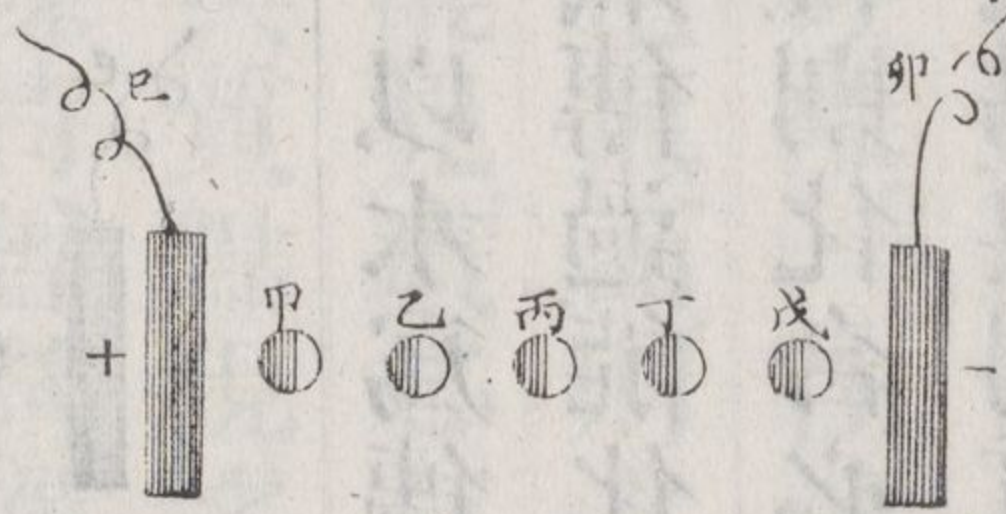
顧路脫司電氣化分物質之理

第一百十五甲節

顧路脫司初論化電氣能化分物質之理。曰二質化合者。

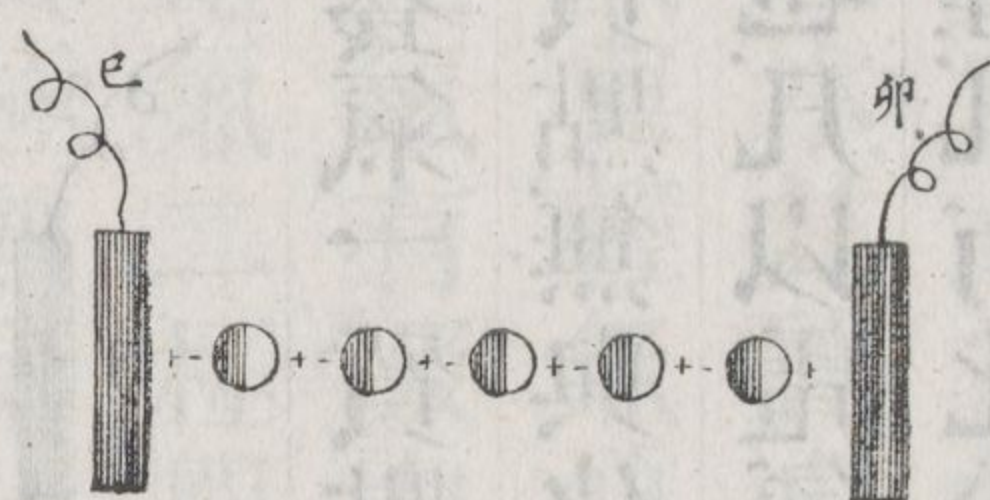
一質容正電氣一質容負電氣化電氣傳過二質化合而成之水其質自此極化分而至彼極而在化合如淡水內養氣與輕氣質點容正與負之電氣化合而相定養氣與負電氣有吸力輕氣與正電氣有吸力若以電氣傳過則傳電氣二極間水之負電氣質點往正極而正電氣質點往負極如第一百五十七甲圖甲乙丙戊各圈爲水質點其黑半爲負電氣質點卽養氣其白半爲正電氣質點卽輕氣也正極面遇水質點甲則有附電氣使養氣受負電氣而移向正極又負極面遇水質點戊則附電氣使輕氣受正電氣而移向負極水質點之輕氣容正電氣亦有附

第一百五十七甲圖



電氣而水質點亦如此故甲傳至乙乙傳
 至丙丙傳至丁自丁傳至戊而二極面間
 之各質點皆成對極之性矣已成對極之
 性則各質點必放電氣與鄰質點而養氣
 卽化分而隨之移過再與鄰質點化合如
 此逐點變化至遇正極面則無與化合而
 有養氣一質點分出成氣質發出負極面自必亦有輕氣
 一質點無與化合而成氣質發出如第一百五十七乙圖
 是也凡以電氣化分物質及前兌飛所試者俱可用此明
 其理凡有化分必有質點相連其二極面間皆如前之酸

第一五百七十七乙圖



質過碱類或碱類過酸質而至清水必因
 不灰木之微絲吸力使鹽類行過至相連
 之器而使二極面相連也

以水為傳電氣之極

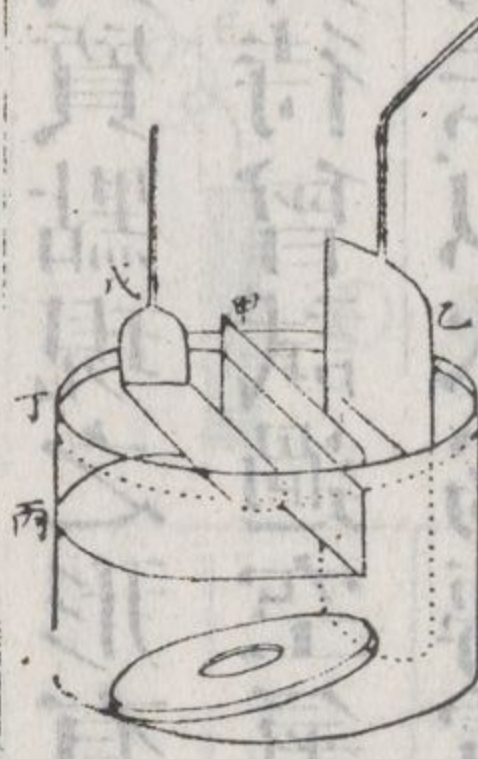
第一百十六節

電氣傳過能化分之質至所分出之質點無別質點與之
 化合則化合必停而其質點乃結於傳電氣之極因獨有
 一質點與別質點不化合則亦不能化分也如不覺有電

氣傳過而依分劑數與別不對性之原質相合則兩質點必分離一往連正極面一往連負極面故有一原質往一傳電氣面則必有他質往相對傳電氣面他質雖不現而不能見實必有之其傳電氣面任爲何性與化分不相關而與質點現之形有相關法辣待曾試過空氣爲傳電氣之極前已言之見第三十六節又有簡法以水爲傳電氣之極可化分鎂養硫養用玻璃盆徑約四寸深約四寸如第一百五十八圖中隔雲母片如甲下邊距盆底二寸半左右二邊切盆邊而不漏水再用鉑片闊三寸放於雲母之一邊如乙下有玻璃

一塊使之不動。鉑片之面發氣不能過雲母而往他邊。再將極濃鎂養硫養水漸漸傾入至稍高於雲母之下邊。慎勿使器丙邊之玻璃與中雲母片之上有濕。再將薄軟木

第一百五十八圖



一塊用蒸水濕之。輕輕放於丙邊之水面。以蒸水輕輕傾於軟木面上。至鎂養硫養水之上有清水一層。厚約八分。寸之一。待數分時。如有鎂養硫養水黏於軟木。自能沉下。至軟木全浮於清水上。再加清水。至清水深一寸半。而略齊於玻璃盆之口。為止。平觀之。易見二種水之分界。則丙邊鎂養硫養在下。而清水在上。乙邊則全是鎂養硫

養水。鉑片如戊略平放於水，而稍斜。一端離水面以放所發之氣。入水之面長三寸半，闊一寸。鉑片與鎂養硫養水間之清水約七方寸。右各物全備後，以戊鉑片連於大力發電氣器之負極。乙鉑片連於正極。則戊片之面速發氣。因中一隔淡水，故化分慢於全是鎂養硫養水者。待一分時之後，平觀之，見清水與鎂養硫養水相界之處，有鎂養一層，厚約四分寸之一。甚清。此鎂養僅至清水面，而不至鉑面。卽以水爲負極面也。久之而所發之輕氣，使清水稍動。清水自中升而至周圍。降鎂養水被鉑片所引上。實不然也。未濁之先，所試

者已甚明矣。

原質自此極移至彼極之例

第一百十七節

原質若無相配之原質，而有愛力與之化合，則不能對面方向。而自此極移至彼極。如炭粉或硫黃粉，與鉑或金粉和勻於淡硫強水內，以電氣傳過，永不能至二極面。愛力因雖分點極細，能數小時浮於水中而不沉，稍受力而極易動。然二質不相配，而化合之愛力故竟不動也。化分銀綠，可明原質在二極之中，易行之理。用銀絲為極面，將銀綠少許置於玻璃加熱鎔之，用二銀絲連于其兩邊，以電氣傳過之，則連負極之銀絲消去多銀，而連正極

之銀絲結成多銀將連負極之銀絲漸漸移開銀能隨銀絲而出成新銀絲長五六寸連正極之銀絲則爲綠氣所消故必伸進與移出同速也此專用銀與綠氣二原質者欲其易明也

原質依正負電氣之性分類

第一百十八節

左各原質依正負電氣之性而分列之二列之內任何原質又皆與下各原質爲負電氣與上各原質爲正電氣如養氣與綠氣化合之質用電氣化分之則養氣至正極面綠氣至負極面綠氣與磷化合之質以電氣化分之則綠氣至正極面磷至負極面是也此所列之各金類未全試

驗故次序容或有小差要亦無大誤也

一負電氣質

養硫硒淡弗綠溴碘磷鉀鎘釩錫砒砷矽輕

二正電氣質

鉀鈉鋰鋇鎳鈣鎂鋁鈹錳鋅鐵鎳鈷鈣鉛錫鉍銅銀汞鈇

鉑金

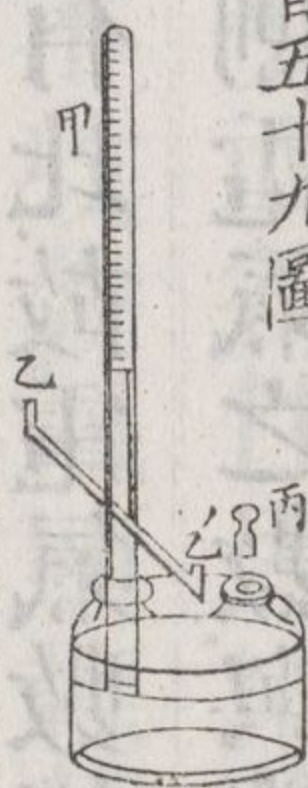
電氣化分力之數

第一百十九節

法辣待考得各要事此其一也欲求各物電氣化分力之數當用一器以化分一物所用電氣為元數而元數以化分淡硫強水定之器式如第一百五十九圖名曰化分物

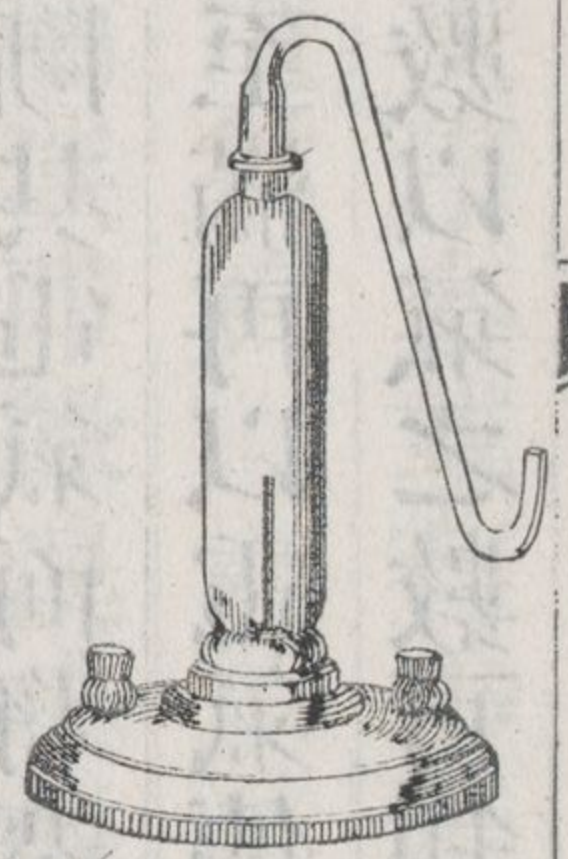
質測電氣器丁爲玻璃有底直管外刻度分乙乙爲二鉞
絲穿入管內而與玻璃相連內端又連鉞片相連將管倒

第一百五十九圖



入雙口瓶之一口與口相切甚密
雙口瓶內盛淡硫強水至半或三
分之二將瓶斜迤而使淡硫強水流入管內之至滿再正
立之管內之水仍可不出瓶之第二口有塞可取出之卽
以電氣傳過鉞片則管內發氣上升而水下降至管內氣
滿卽斷其電氣而將塞塞入再將瓶斜迤使管內氣出而
水入至滿再以電氣傳過而同前管旁有分數可知化分
氣之數以氣之數可知所用電氣之數又有一式如第一

第一百六十六圖



百六十圖欲久試而收多氣則最
便其頂之曲管可引氣至收氣水
盆中而通入刻分度管內以見其

化分氣之數

屢試各式之器傳電氣之鉑面或大或小強水或淡或濃
傳過之電氣亦或淡或濃知化分水之數與所用之電氣
數皆有比故電氣數相同則化分物質之數亦相同而用
此可測電氣之數與濃淡不相關也

法辣待曾試將電氣傳過此器一件而記其化分氣之數
再同用此電氣傳過此器二件則二件化分氣之數之和

等於一件化分氣之數之二倍。惟管內之二鉑片相距須甚近。用二三件者。各件內鉑片之相距必等。使氣消化於水者少。而各件內消化於水之氣亦相等。乃可若獨收輕氣而不收養氣。則輕氣幾不消化於水。而得數益確。其法辣待考。得電氣連傳不同類之各質。則所化分各質之數。並各質內分得原質之數。依其分劑計之。必皆相等。此事於化學爲甚要。

法辣待用電氣化分錫綠。如第一百六十一圖。以鉑絲一條。端作小圈。細稱重數。以此小管封於玻璃管之底內。而絲在外。以錫綠滿管之半。另以鉑絲一條。繞於管而挂之。

一端自管入於錫線內以酒燈加管之熱而使錫線鎔成

流質將管底之鉑絲連於化電氣之負

極將繞管之鉑絲連於正極則錫線化

分而正極所發之綠氣必使錫線成錫

綠化氣散出而負極所成之錫與鉑相

合成撫金仍留管內受酒燈之熱而鎔

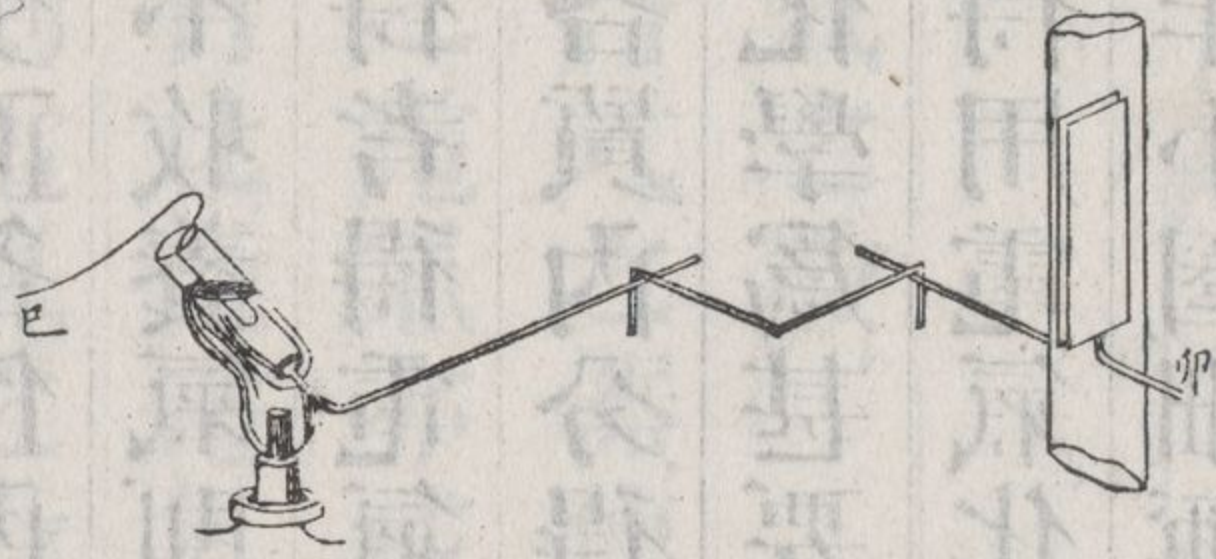
故無錫能雜於錫線內久試之斷其電

氣移去正極之鉑絲待管冷而打碎之

分檢其未化分之錫線與玻璃與鉑絲與鉑絲小圈之撫

金將鉑絲連小圈洗淨再稱之所增之重數即所化分之

第一百六十一圖



錫也。

曾試一次用負極鉑絲重三十英釐試後重二十三英釐知分得之錫重三二英釐收得之輕氣與養氣共三八五方寸輕氣與養氣依成水之分劑數則一百立方寸重十二九二英釐故所得之氣三八五立方寸必重〇四九七四二英釐故用電氣化分錫絲分得錫重三二英釐則用此電氣能化分水重〇四九七四二英釐也。水之分劑數九所以〇四九七四二與九比若三二與五七二比故五七九卽錫之分劑數也按化學書內有以錫之分劑數爲五十八者亦有爲五十七九者與此所試得

之數極相近而不確合。因試時稍差也。乃知化分錫綠及同類各物有定理矣。

法辣待又以同法試鉛綠。用筆鉛代鉑片爲正極。試之三次。得鉛之分劑數中數一百八五。按化學書內以鉛之分劑爲一百〇三五。有微差。因化分之氣爲水所收去也。

法辣待又以電氣連傳錫綠鉛綠與水等數質同時化分之所得錫鉛綠養輕各質之數。俱與化學之分劑數相合。

電氣化合力之數

第一百二十節

法辣待已定電氣化分力之理。又考得各物質點化合自有之電氣數。如化分水一英釐所當用之電氣數於三分

四十五秒時傳過必能使一百四分寸之一四徑之鉑絲恆
熱至紅此電氣數等於天空大力電閃之電氣數
故水一英釐原質化合自有之電氣數必等化分水一英
釐成原質所用之電氣數也而其力與每瓶有錫而一百
八十四方寸之十五來頓瓶放八十八萬次相等試在發
電氣單器內用淡硫強水消化有汞之銻一分劑重三十
二三一分所發之電氣能化分水一分劑重九分此可徵
化分若干質所用之電氣數等於質化合時所發之電氣
數

用重物質化合化分 第一百二十一節

用電氣化分物質與所得之質若與極面能化合則必有
合成之質所合成之質亦能自此極面移至彼極面與化
分所得之質未與別質化合者相同如鋅能與養氣及酸
質化合以鋅在強水內作正極面則所成之鋅養必移至
負極面也又炭在金類水內作負極面則不能與水內化
分所得之質化合炭在淡硫強水內作正極面則能與水
內化分所得之養氣化合炭養氣與炭養氣鉑片在鈉
養硫養水內作正極面則化分所得之質爲鈉養輕氣養
氣硫強水俱不能與鉑片在鉛養淡養水或鉛養
酸醋水內作正極面則有鉛養結於鉑面因化分所得之

養氣與鉛養化合也。凡化分雜質所得之質在兩極面不
改變，謂之原化分質。若所得之質在兩極面有改變，謂之
次化分質。二鉑片在淡輕水內作正負二極面，則正極面
發淡氣，此淡氣雖是原質，亦已爲次化分質。因鉑片所得
之養氣與淡輕化合，而淡氣乃放出也。又以同理化分數
種金類之鹽類質，結於負極面之金類，亦非電氣化分而
徑成，故亦爲次化分質也。

物質成顆粒及與化分 第一百二十二節

白家路用數種金類水，並數種金類之極面，試之甚趣。今
錄其數事，以銅養淡養水傾入管內，下加銅養粉，再將紅

銅片置於管內將管口密封待十日則結成銅養顆粒有深紅色而光成八面形

以密陀僧粉置於管內加鉛養醋酸濃水與清水少許再將鉛條插入而密封之則鉛條面結成鉛養顆粒

以一瓶滿盛磁器之泥泥用鉀養淡養水濕之以鉛條浸於鉍養鉀養水內而銅條浸於銅養淡養水內二條以銅絲相連二瓶以彎管相連則碱類遇鉛而稍發電氣使銅養淡養化分養氣與淡養移至鉛內而成鉀養淡養與鉛養消化於碱類水內待數日後鉛條面積成鉍養明小顆

粒

以銀絲連銀片於木炭同入盛鹽強水之管內數日後成八面體銀綠顆粉甚明。

以同法用別金數能成銅綠或銀綠或鉛綠或錫綠之顆粒俱甚佳。

白家路又試石與金類礦在地內遇含金類之水能發甚淡之電氣茲亦錄其數事。

以含汞之鋅板圍於銅絲之外浸於消化矽養之鉀養矽水內半月之後鋅板面結鋅養顆粒成八面小體。

用鉛圍于銅絲之外而如前法則鉛板之面積成無水之鉛養顆粒。

以鉛硫礦浸於鈉綠與銅養硫養水內七年之後結成鈉綠爲立方形等之顆粒鉛綠爲針形與立方形之顆粒鉛養硫養爲八面形顆粒鉛綠與鉛養硫養相合之質成針形顆粒鉛綠爲小顆粒用顯微鏡能見銅綠色黑未成顆粒。

白家路意地壳內恆有與此相同之事如雨水入地壳內遇金礦能消化得鈉綠或銅養硫養水後再遇鉛硫則微發電氣多年之後亦成各質也。

克路司久用淡電氣成甚趣之物以端石連於銅養硫養發電氣器之負極以山上所產之灰石外繞鉑絲而連于

正極二物同浸於淡水內。端石面結成鈣養炭養之明顆粒。又以同法用錫養炭養與錫養硫養與銀養炭養與銀養硫養亦得各質之顆粒。又將白石英浸於鉀養炭養水連於正極則得砂養顆粒。

白而德設法欲得銅與銅養與鋅養之顆粒以玻璃筭徑約半寸長約三寸一端用石膏粉爲底厚八分寸之一而盛淡之銅養淡養水或銅綠水此筭再安於滿盛鈉養水或鉀養水之玻璃器內用鉛條與銅條之端相連成弧銅條入外器水內鉛條入內筭水內鉛條漸爲碱類消化而發電氣電氣傳過石膏銅養幾分變爲銅幾分變爲銅養

二質結於銅條之負極面。又將鋅養消化於鉀養水盛于外器內。則八日至十日後鉛條之正極面結成鋅養之顆粒。銅板之負極面結成銅與銅養之顆粒。

電氣化分得金類

第一百二十三節

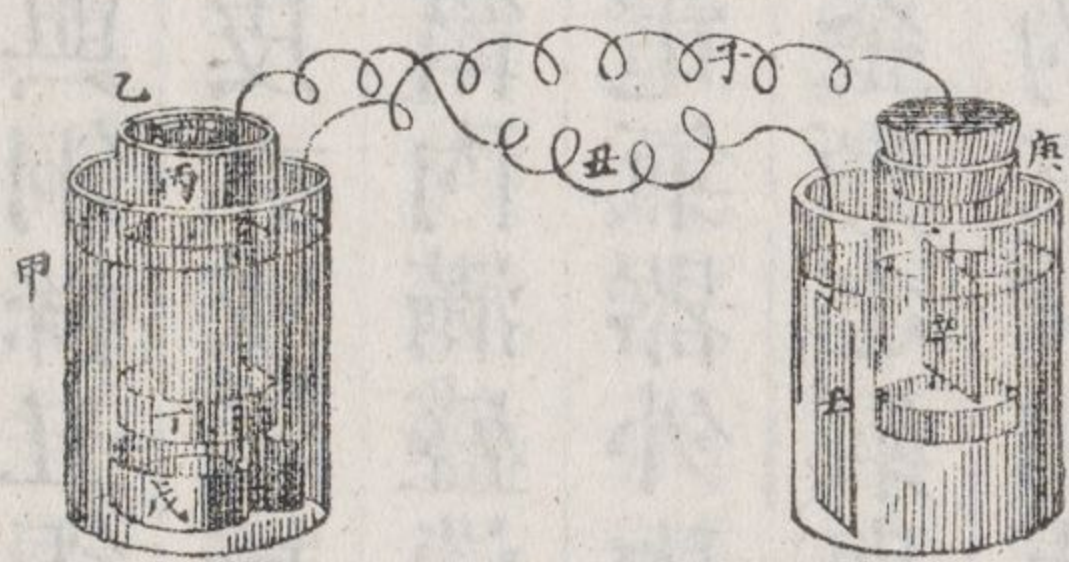
電氣化分碱類內之金類。係兌飛剗設其發電氣器用方六寸之紅銅板與鋅板一百對。或額路或本生之發電氣器八件至十件。用濕鉀養或鈉養之塊作小凹。凹內滿以水銀。而置於鉑片上。將鉑片連於發電氣器之正極。水銀內亦加鉑絲連於負極。不久而化分得鉀或鈉與汞質相合。又以同法用

淡輕¹⁷⁴綠代鉀養或鈉養可成淡輕¹⁷³與汞質銀相合也鈉鉀與汞相合時汞與凹皆漸增大將汞先稍加鈉或鉀少許則成更速。

白而德化分得鉀鈉與淡輕¹⁷⁴等金類與汞相合而成顆粒

之器如第一百六十二圖用發電氣器一件取其力甚淡也如但尼里式用玻璃小管徑一寸半長四寸如乙一端用石膏爲底如丁厚十分寸之七用軟木圈連於玻璃大筒內深約八寸徑約二寸如甲有銅片長六寸闊三寸成鬆捲

第一一百六十二圖



如丙與銅絲丑銲連銅片捲安於玻璃小管內又有同大之鋅皮亦成鬆捲如戊與銅絲子銲連鋅皮捲安大筭之底大筭內滿盛淡食鹽水小管內滿盛極濃銅養硫養水成發電氣器外內之水恆同高可數十日連發電氣不絕。化分金類之氣與發電氣器之式相同小玻璃管徑約半寸長約三寸如庚亦以石膏爲底內盛水銀與欲化分之金類水並鉑片如辛鉑片與銅絲子銲連銅絲過軟木塞大筭盛淡食鹽水如巳內有含水銀之鋅皮如壬與銅絲丑銲連待八小時至十小時後水銀之體積漲大二倍忽傾於極清之水內則發輕氣而水變有碱類之性如化分

所得者爲淡輕^四則與水銀相合質軟如牛乳油浸於水內發輕氣而水變成淡輕水^三

白而德試所成淡輕^四與水銀相合之質雖浸於水內少頃卽成淡輕水而連於發電氣器之負極則數十日不變

用前器又化分鐵銅錫鋅鈹鉛銀等與綠氣或淡養^五所成雜質之水得鈹鉛銀之顆粒甚佳銀之顆粒極白而光形如針光大而觸目又化分消化於醋之砂綠而得砂

本生用銀錫鈣與綠氣所成之雜質加淡鹽強水成膏加熱至二百十二度以電化分之用含汞之鉑絲作負極面所得之銀錫鈣等與汞相合以輕氣噴過之其汞可去盡

又用鋸綠在磁鍋燒鎔以枯煤一片作正極面以鐵絲一條作負極面用硝強水發電氣器四件至六件能取得鋸又能自燒鎔之鎂綠得鎂又能自鋁與鈉綠相合之物而得鋁皆同法又以鎘綠或錳綠極濃之水盛于小瓦罐置於炭鍋內而炭鍋連至正極用鉛片浸入炭鍋內之水而連至負極全器之下以熱水盆加熱則化分得鎘或錳甚純。

結銅鍍鋅

第一百二十四節

但尼里用銅養硫養發電氣器兩極相連時電氣傳過銅養硫養水見銅面不發輕氣而結純銅一層取開之時其

痕迹與銅面相同故知用電氣可鍍金類也同時得拉路亦著書言銅板面所結銅皮一層可揭開而所有痕迹俱相應與銅板面銅板面若極光滑則結成之銅皮面亦極光滑

道光十七年俄國京都人亞可比十八年英國立味不人司邊沙與阻爾敦初用此法造器
司邊沙初用之器甚簡用玻璃燈罩粗沙一層或石膏一層爲底而安於尋常玻璃盃內玻璃杯內盛銅養硫養水玻璃燈罩內盛鹽類水欲結銅之模用銅絲一根連於同大之鋅一塊鋅置於燈罩之水內模置於銅養硫養水內

模面即有銅結成亞可比又物法在非金類質之面擦筆
 鉛一層亦能鍍金類英國麥里初用之
 結銅之單器如第一百六十三圖人爲含汞之鋅條寅爲

第一百六十三圖

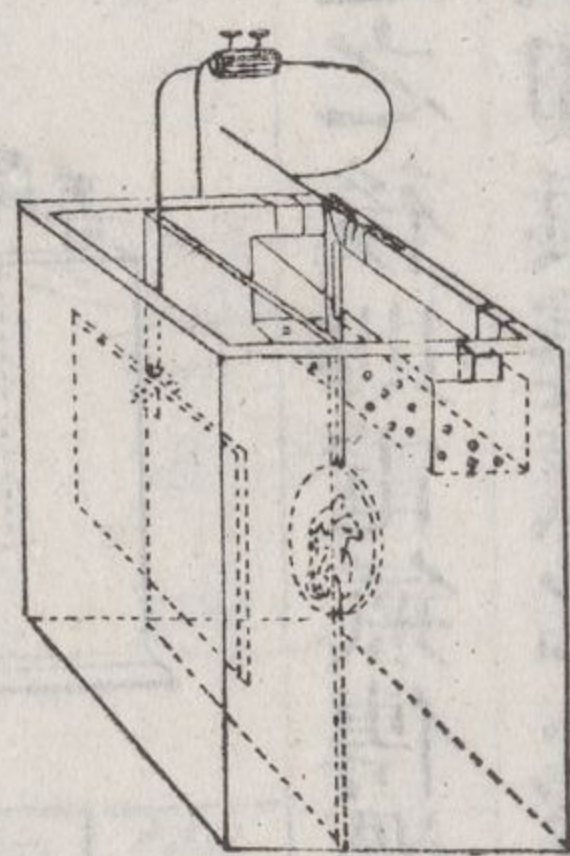


模物爲連模與鋅條之銅絲丙爲外
 器盛濃銅養硫養水已爲瓦罐盛淡
 硫強水在外器之多孔板上加銅養
 硫養顆粒使恆消化於水而補所化分者將模浸於銅養
 硫養水內模之面積不可甚大於鋅之面積銅養硫養水
 之濃者慎勿令沉於底沉則結成之銅上下厚薄不等也
 又式如第一百六十四圖用木箱內面敷漆以多小孔而

易漏之木板分隔爲大小二腔大腔盛濃銅養硫養水有

板可安銅養硫養顆粒使漸消化小腔盛淡輕綠水內浸不含汞之鋅板此法之結銅雖不及用強水之速而更平勻胡而加曰結金類

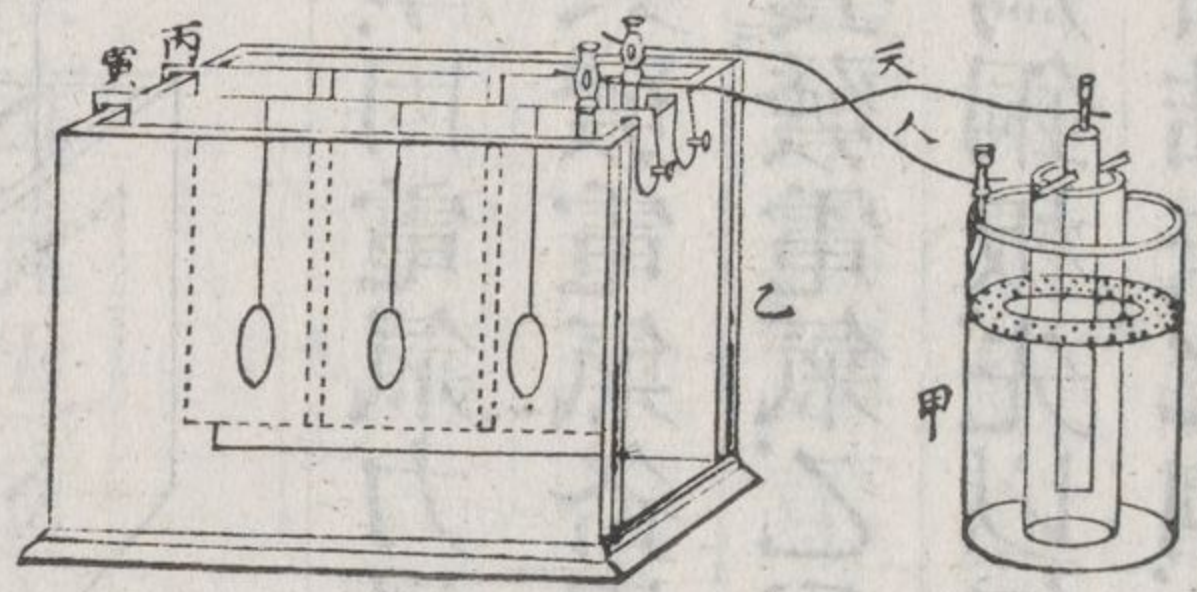
第一百六十四圖



之誤事因電氣力過大者多過小者少

結銅與發電氣各用一器者如第一百六十五圖甲爲銅養硫養發電氣乙爲結銅之器內盛銅養硫養水加硫強水丙爲銅板先以銅絲人連於發電氣器之正極恆消化而補所結去之銅寅爲銅條以銅絲天連於發電氣器之

第一百六十五圖



負極欲結銅之模挂於寅銅條配合
 結銅之水極濃銅養硫養水二分用
 硫強水一分淡水八分
 相連之後則電氣傳過而銅養硫養水內之銅結於模面
 銅板即與養氣化合再與硫養化合而消化補其所少者
 此法費時稍久於單器在二日能成甚厚之銅皮一層銅

質堅韌而可彎惟時之久暫略與空氣之熱度相關

同時在六模結銅之器如第一百六十六圖甲爲發電氣

器之銅管連乙器內之銅板如丙天

爲銅絲連發電氣器之鋅條於模如

寅丁丁丁丁爲彎銅絲五條兩端

各有模與銅板皆鐸連胡而加之書

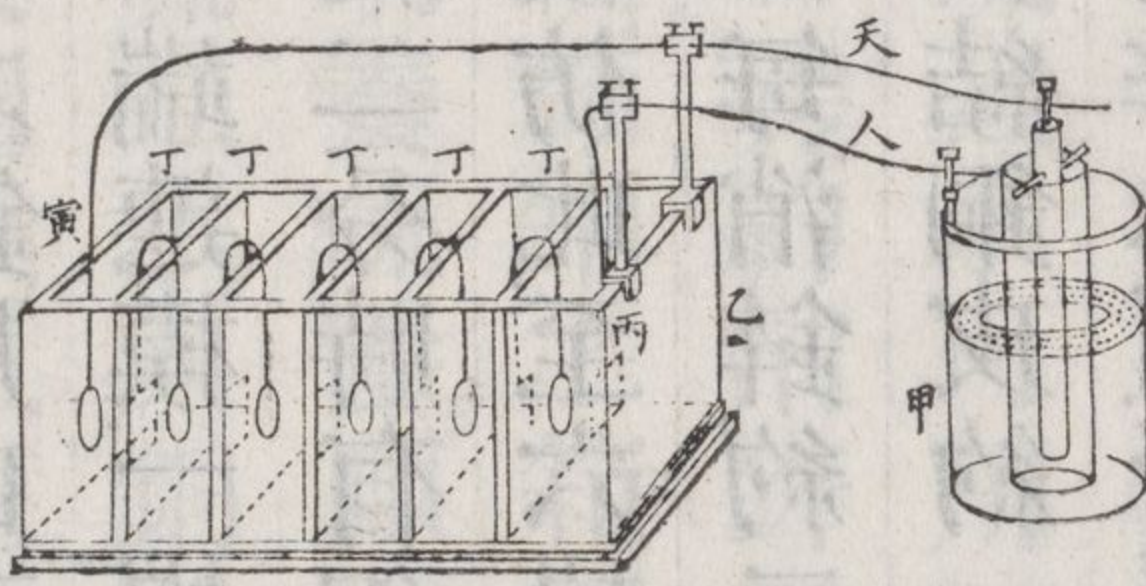
論用此器之法先將丙銅板連於發

電氣器再將銅絲一條彎成兩曲兩

端各連銅片浸於箱兩邊之腔內次

用天銅絲連鋅條於一模鋅條安於瓦管內而模安於寅

第一百六十六圖



膛內約二分時有銅結滿其面而不畏化分有亂也再將銅絲端之銅片自前膛內取出而移安於後膛內用彎銅絲丁一端連模一端連銅片以模入銅片之膛銅片入模之膛約二分時有銅結滿其面將銅絲端之銅片再移前一膛後仿此至六模俱安於膛內則六模皆能結銅矣用此器每消鋅約二兩則每膛之水內各消銅一兩而每模必各結銅皮約一兩無論用一模或六模或二十模相連每消鋅二兩所發之電氣必能結銅一兩或六兩或二十兩較諸單器甚省也

銅養硫養水彌濃則結銅彌慢銅質彌堅顆粒彌大結成

銅質或堅或韌俱可配水之濃淡與發電氣之力而得之。英國白明喊末之地愛而金頓鍍結金類局常用胡拉司登舊式發電氣器其器新配好之後可用四日而力無差。器內硫強水可用一箇月每硫強水一分加淡水八分每結銅一磅約消錳二磅結銅之面積當等於發電氣器之錳面積結銅之箱深約六尺能容一千六百軋倫箱上不必另安銅養硫養顆粒銅養硫養水用五年不必換亦不必再加硫強水與銅養硫養甚慎發電氣器房與結銅房之寒煖使週年恆在六十度。欲將錢或有花紋之玩物仿式而另作之果而之法用堅

象皮二分切碎海膠一分同加熱鎔之掉勻成膏用時先稍加熱至軟壓在花紋之面壓力以漸加大卽成模或用石膏亦可惟成後必浸於熱油內水始不能漬入面刷最細之筆鉛一層背若能傳電氣者必敷松香類之漆一層使銅不能結

以白德生設法能令花葉果等傳電氣而結金類用磷在以脫或炭硫內消化如水使淡以花草等浸入取出而使之遇空氣至以脫等化散再浸於銀養淡養水內使外面結銀一薄層則可在銀面結所欲之金類印圖之鋼板欲結銅亦必如前法結銀一層而後可也鐵面鍍鋅將鐵板

鐵條鐵鏈浸於鋅養硫養水內連於發電氣器之負極用
鋅一塊同浸於鋅養硫養水而連於正極以小力之電氣
傳過之。

鍍金銀

第一百二十五節

鍍銀用銀養淡養水五鍍金或鉑用金綠水或鉑綠水則結
成之顆粒大而質脆無論鍍之極慢皆然故必用銀衰鉀
衰或金衰鉀衰也用鈣衰代鉀衰亦可。

愛而金頓鍍結金類公局作鍍銀水鍍金水之法
將鉀衰鐵三上等而黃色者與鉀養炭養各在鐵板上稍加
熱使乾研成細粉鉀衰鐵三用八分鉀養炭養用三分相和。

掉極勻以鐵鍋熱而盛之使鎔蓋之甚密待半小時傾於鐵板成鉀衰再用銀養淡養水漸加鉀衰其內卽有銀衰結成以水洗之再加鉀衰卽消化而成銀衰鉀衰水可以鍍銀此水內含銀五十分重之一最便

欲鍍銀之物先在鉀養水內加熱沸之用細沙擦之再浸於淡硝強水內又用沸水洗之卽可入鍍銀之水內以電氣傳過數時取出用細銅絲刷之或細白沙擦之再入鍍銀水內以電氣傳過五小時至六小時而成用研器研光之

局內用胡拉司登發電氣器四件鋅板長三十二寸闊十

六寸一小時能鍍銀二十四兩如用炭硫在以脫內消化
加於鍍銀水內則鍍成之銀甚光亮否則鍍成之面粗毛
雖用炭硫仍必慎電氣之力力若太大仍不能光鍍成之
銀必發泡。

局內又多用吸鐵電氣器代化電氣器一器一小時能銀
十七兩。

造鍍金水較難昔時以鉀衰消化金養今時常以電氣成
之用瓦管內盛鉀衰水安於大筭之內大筭內亦盛鉀衰
水瓦管之內安金一塊與發電氣器之正極相連大筭內
安銅板與負極相連以電氣傳則瓦管之金卽消化而成。

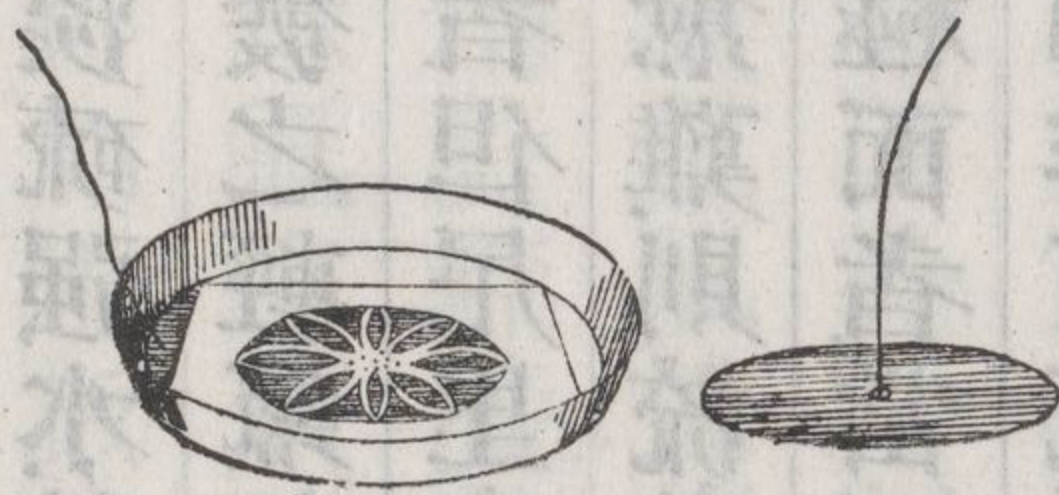
金衰消化於鉀衰水內至濃已合用將瓦管取出而大簞內之水已變爲鉀養水矣凡鍍金水必熱至二百十二度爲妙

鍍彩色

第一百二十六節

將鋼面磨之甚光連電氣之正極而浸於鉛養醋酸水則鍍得鉛養色最佳依法配其各處之厚薄可得各種顏色賈西胡之法如第一百六十七圖將鋼板磨之甚光置於玻璃盆內盆內盛淨鉛養醋酸水上蓋厚紙紙上刻成花樣用小木條圍之成邊木條之上蓋紅銅圓板以鋼板連正極紅銅板連負極發電氣器用二件或三件五分時而

第一百六十七圖



至二十分時鋼板上結鉛養薄層色
花簇因鉛養層之各處厚薄不等光
透至鋼面而返照有彩色之鋼板受
回光則觀之能有三稜玻璃所成之
各色光受若正光則觀之有前色相
對之色

將此彩色之鋼安於窻間以白紙成四十五度角在其上
遮光而觀之則更艷

化分鹽類 第一百二十七節

但尼里詳試用電氣化分鉀養硫養鈉養硫養淡輕養硫

養鉀養淡養等中立性之鹽類水知所用電氣數能化分
淡硫強水之養氣與輕氣各一分劑者此電氣亦能化分
中立性鹽類水之養氣與輕氣各一分劑及其本質與配
質亦各一分劑
故化分淡硫強水其硫強水積於負極面而其數與負正
極面所發之輕氣相比僅略爲四分分劑數之一其不及
一分劑者但尼里意硫強水有幾分流回至正極面流質
傳電氣愈難則流動愈大也故中有物分隔之則硫強水
積於負極面者當不少於一分劑矣至實試之而仍少於
一分劑知非有流質流過也又試化分鉀養與銀養與鎰

養等之水其質積於正極面而其數負極面所發之養氣
相比亦爲四分分劑數之一又以鉑絲爲正極面筆鉛塊
爲負極面電氣連傳過此鉛絲與鈉養硫養知化分鉛絲
與水及鈉養硫養各一分劑
化分含綠氣之質用錫板一塊細秤重數置於器內器內
盛鈉綠再加銅板發電氣而錫管板連於另管內已鎔之
鉛絲則錫板而不發氣泡又無綠氣之臭而銅板之正極
面則發輕氣與結錫絲各一分劑又以同法試淡輕綠所
得相同知淡輕綠內含一原質與一原質爲淡輕與綠氣
化分銅養硫養但尼里用玻璃小盅底有一孔以極薄腸

皮封之使不漏盛淡鉀養水至半挂於大玻璃器內大玻璃器內盛中立性之銅養硫養水玻璃盅稍浸入水內用鉑片浸於盅內之鉀養水而連於發電氣器之鋅此器共有二十件相連如前第一百三十七圖再將銅絲浸於銅養硫養水內正在薄皮之下而連於發電氣器之鉑片則銅養硫養水內正極面發輕氣鉀養水內負極面發養氣在皮面見有氣少許上升十分時之後皮之下面結紅銅一層紅銅之內有黑色之銅養與淡綠色之含水銅養因所用之質為鉀養水與銅養硫養水二種中有薄皮分隔電氣傳過此二質銅養硫養化分得銅與硫養與養也銅欲往負極

負極面遇皮不能過必結成而養氣則遇皮而與鉀養水內之輕氣化合成質往負極面而水化分之養氣不及過皮則與銅在皮相遇幾分能化合成黑銅養因電氣力大不及盡化故銅之幾分獨結於皮面而鉀養水內則有輕氣散出其能結成藍色含水之銅養或因二種水有少許掉勻也。

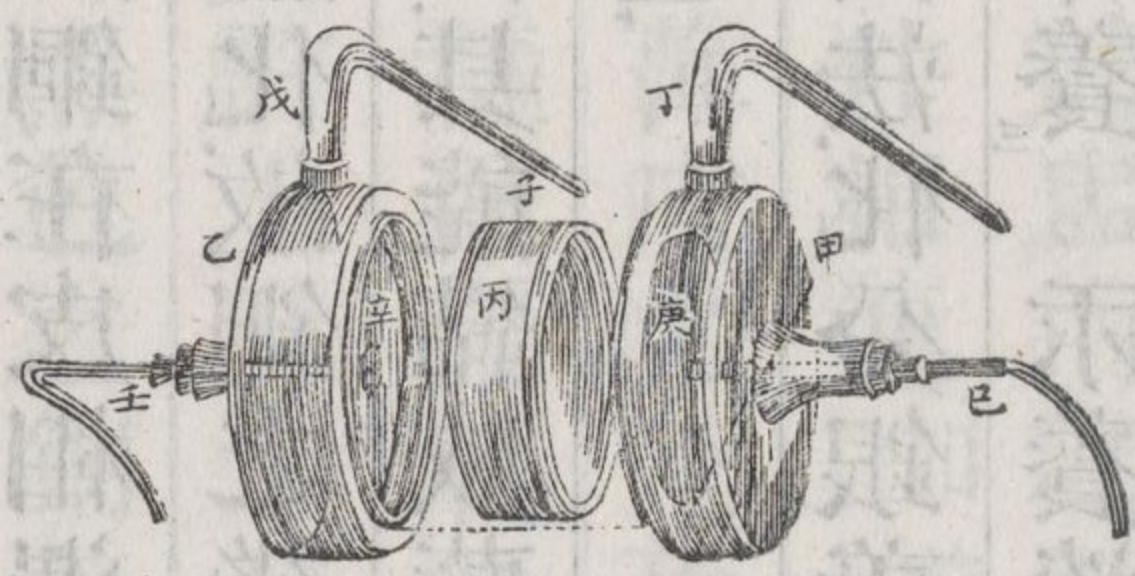
又以同法化分銀養淡養_三甲鉛養淡養_五乙鐵養硫養_三

鈿養硫養_三汞養淡養_五所得者亦相似。

化分二分劑配質之鹽類用鉀養二硫養極淨顆粒之濃水將少許滅其酸性用測碱類器詳測之至盡滅而加熱

化散與淡輕養炭養同燒秤之則知若干水內有若干中立性之鉀養硫養將其全水安於器二邊之腔內如第一

第一百六十八圖



百六十八圖但尼里化分此種質多用之甲乙各為厚玻璃圈而有底其邊磨甚平能接二半管而二邊各車一槽便於用線扎薄皮略似小鼓子為小孔能進流質丙為中隔圓板丁戊為二彎管能放所發之各氣庚辛為二圓鉑片為正負二極面連於壬巳二銅絲連至發電氣器共成三腔各腔可滿盛相同之流質或不同之流質

全器在木架之上以電氣傳過至化分水九英釐而得養
輕二氣共七十八立方寸再各正負二極面之水而各分
爲二半以半滅其性半與淡輕養炭養同燒鎔知負極面
增強水十八英釐而正電氣面減去強水十九英釐而負
極面減鉀養九九英釐正極面增鉀養九九英釐可知此
水雖易傳電氣而移至正極面之鉀養與輕氣相比僅五
分分劑數之一而移至負極面之強水與養氣相比則二
分分劑數之一但尼里論此事云電氣在二種能傳電氣
之質內分開鉀養硫養傳其小分淡硫強水傳其大分凡
電氣分傳多種則金類各金類所傳電氣之數與阻電氣

力有反比非獨行易傳之金類也依此理可推電氣傳過流質亦當如此不知昔人曾如此論之否也
電氣化分淡硫強水與碱類水外似不合而以前說解之無不通也如硫強水之原質爲輕養硫養水之原質爲輕養則電氣能分傳水與硫強水化分水三分劑化分輕養硫養一分劑也化分鹽類水亦與此同理

電氣化分鹽類水所得之輕氣與養氣爲次質法辣待化

分鎂養硫養

見第一百十六節

知電氣傳過鎂與硫養一則正極

面放鎂負極面放硫養硫養不能獨有必與水內之輕氣化合成輕養硫養而餘養氣一分劑在負極放出鎂則再

與水內之養氣化合成鎂養而餘輕氣一分劑在正極面放出。

電氣化分本配各一分劑之質則正負二極面各現本與配一分劑化分二分劑本之質則負極面現配一分劑正極面現本二分劑化分二分劑配之質負極面現配二分劑正極面現本一分劑而測化分力之管則皆化分鉛綠一分劑也。

電氣化分三鉛養二醋酸正負二極面俱用鉛板則正極面現鉛養二分劑並鉛一分劑稍少負極面現醋酸二分劑因鉛養原與鉛養醋酸化合略與顆粒內所含之水相

同其鉛養醋酸傳電氣而餘鉛養配質已去不能消化乃結於極面

流質自正極面移至負極面

第一百二十八節

步里得始考得此事後有密辣與韋敦孟與固因賈與苦羅斯得其徵韋敦孟用有底瓦管安於玻璃大器內瓦管之頂有玻璃鐘以灰相連鐘頂有孔能接直立之玻璃管管曲至橫而通至他器瓦管中有鉑片以銅絲過玻璃鐘連於發電氣器之負極大器內有鉑片以銅絲連于正極大器與瓦管俱滿水以電氣傳過之以測器測之電氣之濃淡瓦罐內之水受電氣而上升至橫管卽流至他器內

韋敦孟考此而固因賈徵其略。

一. 若干時內上升而流之水數與傳過之電氣數有比。

二. 上升而流之水與極面積並瓦管面積大小不相關。

三. 水上升之高與瓦等面積之大小有比。

四. 電氣壓若干橫刻面之水自正極面至負極面其壓力等於與電氣濃淡有比例之靜水壓力。

流質之愛力愈大則所移過之體積數愈多。如苦羅斯試白泥水用淡硫強水化清水則水移過向負極而上升。

第四章論發熱發光

發熱

第一百二十九節

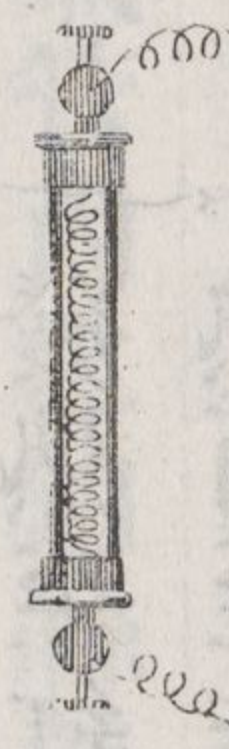
電學四
三
化電氣傳過金類之時必有發熱若電氣數甚多於金類所能傳者則金類發熱能鎔成流質有時能化爲氣質大化電氣器能發之熱甚大用別法最難鎔之物遇此熱卽鎔鉛銻錯等火爐之熱雖極大不能鎔而遇電氣之熱則易熱鎔。

諸金類鎔時所發之光各不相同用極薄之金類片光極大非燒金類所成乃質點忽散而成與來頓瓶燒金類相似也燒金得白光稍兼青燒銀得淡綠光燒紅銅得藍白光有紅星燒鉛得紫光燒鋅得明白光稍兼紅試法將鍍錫之鐵板面摩甚亮連于發電氣器之一極將所燒之金

類薄片連於又一極而切於鐵板即見其光雖在水下試之光亦甚大。

試化電氣使金類絲發熱之法將金類絲長約十八寸繞成螺絲形安於玻璃內管如第一百六十九圖兩端有螺

第一百六十九圖

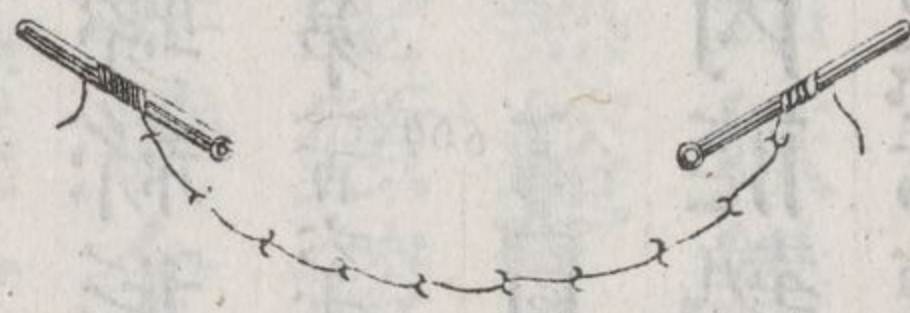


絲以連於發電氣器之二銅絲玻璃管發大熱銅絲或燒壞管若浸於少

水內能熱至沸凡用化電氣使金類發熱其熱常先自一端起法辣待已試之知不在電氣正負之別而另有別理。化電氣傳過金類絲發熱之大小依金類傳電氣之難易。電氣能使鐵絲或鉑絲發熱至白每不足使同徑之銅絲

或銀絲熱至白如第一百七十圖用鉑絲鉤與銀絲鉤相間連成鏈以電氣傳過之則鉑絲能熱至紅銀絲仍暗因

第一百七十圖



銀絲阻力小而易傳鉑絲阻力大而難傳難傳則發熱也金類加熱則難傳故金類傳電氣而發熱至紅時將其一段浸於冷水內則餘段更熱而至能鎔因加冷則易傳同於滅金類絲之長也金類絲傳電氣而發熱其徑依器板之面積其長依器之件數法辣待試發電氣器一件無論電氣傳過使金類絲長半寸熱至紅或金類絲長八寸熱至紅化分之水數相同法辣待又云用極細之細金

類絲傳電氣設法使絲之熱度不變則所傳過之電氣數亦不甚變故可制所發電氣之數也

化電氣傳過鉑絲在空氣內與各種氣內發熱各不同顧路用等長之二鉑絲一在養氣管內一在輕氣管內在能成水三兩之器內水熱俱六十度各以電氣傳過五分時養氣管內之鉑絲熱至白水熱至八十一度輕氣管內之鉑絲熱未至紅水熱僅七十度又用別氣熱度俱大於在輕氣者各金類絲連傳電氣則所發之熱與水化之汽有一定之反比如鉑絲在輕氣所化之汽七七立方寸在養氣所化之汽六五立方寸在淡氣所化之汽六四立方寸

輕氣因質甚薄能使鉑絲受冷而增傳電氣之力也

賈西胡用發電氣器一百六十件見鉑絲之連於正極者

較連於負極點者更熱二絲各入盛淡水等大之瓶約過

二分時正極絲之水沸負極絲之水不沸用此發電氣器

易鎔鉑之大條又能多鎔鎊銻錯等

發光

第一百三十節

用黃楊木炭或用炭精

即煤甌內所成之筆鉛

二條各磨尖如筆連

於大力化電氣器之二極先相遇而後相離則發極光亮

之火火成弧形因熱本欲上升也炭尖必先相遇發熱而

後相離始能得此弧賈西胡用發電氣器三百二十件仍

不能不先相切而得火。未傳時將絲手巾或乾薄紙能分
隔已傳後熱極大能鎔鑄。又能使第二十號之鉑絲長十
六尺四寸熱至紅。化電氣所成之弧光光亮極大之故。因自正極至負極有
甚熱之炭質點行過也。故在空氣內光亮更大。試畢後見
正極炭尖之中有圓錐形孔。略與負極之尖形相配。在真
孔內燒者孔更清。因無養氣燒炭也。
正極炭之燒速於負極炭之燒。故難用代燭炬。有人設數
器能使二尖之相距不改而電氣之傳過平勻。同治元年
博物院內有杜保斯克之法。僅可試電氣光而不合爲燈。

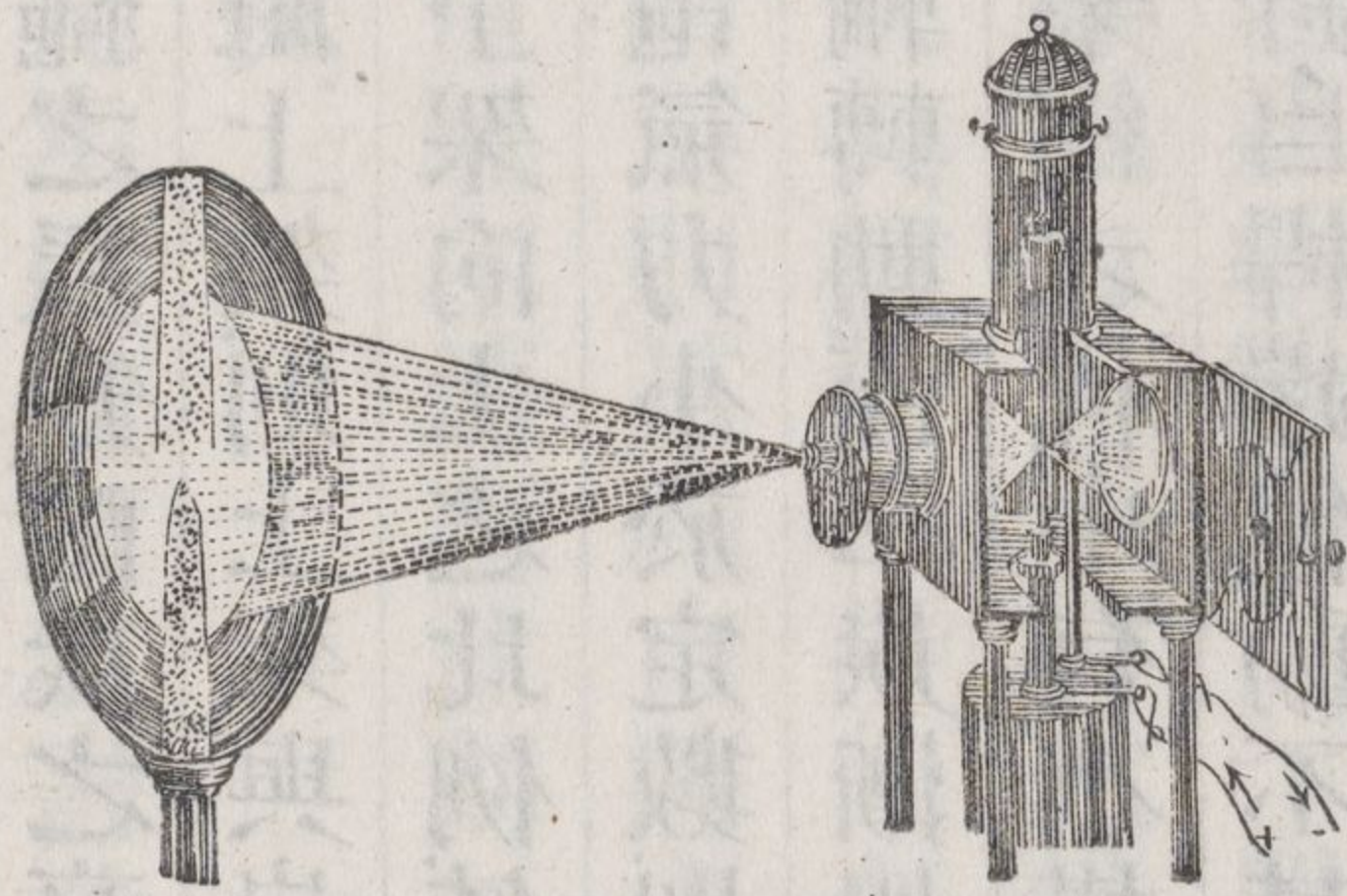
塔因偶然火熄不能自再燒必有人使之再燒也其二炭尖上下相對用齒輪齒條使漸移近而正極尖之燒速故移近亦較速則火光之處可不移若一移一不移或二移之速等則光之處皆必移也使炭尖移動用發條與接齒輪如時辰鐘之法有電氣吸鐵條連於閘以制之電氣力小於定數則放一齒或多齒而使炭尖相近先用手移使二炭尖相切再移至適當之遠而不必動齒輪改吸鐵條與閘之相距使吸力或加或減則炭尖之相距可加減。

電氣燈

第一百三十一節

杜保斯克初設之電氣燈如第一百七十一圖有鏡能照

第一百七十一圖



火於屏面在屏面能見二炭尖
之形正極炭尖漸減小而負極
炭尖漸增大炭面所見之小球
乃炭所含之矽養鎔成也電氣
路相接後負極炭尖先發亮正
極炭尖後發亮而更亮正極炭
尖能減小故宜粗大

何密斯之電氣燈更簡用吸鐵器發光無忽然發閃之狀
同治元年英國博物會論各電氣器之書內論此燈之說
曰有轉軸二處之徑不等而繞二繩以對面之方向一在

粗處一在細處繞於粗處之繩過動上炭架之一滑輪自滑輪向上連於桿此桿之用詳後繞軸細處之繩過動下炭架之一滑輪而再向上繫於轉釘轉釘可用手轉動以稍改繩之長短配炭之高低使光正對鏡心如軸轉動而無物阻上架則上架與炭向下而下架與炭向上上架向下與下架向上之比例依軸之大小有齒輪與簧閘使不動若電氣力小於定數則電氣吸鐵器之機能放鬆簧閘而使輪轉動而二炭漸相近與杜保斯克者相同

連上架繩之桿中有小橫軸能動而使上架與炭或低或高有釘自桿端使動不甚多又端有重物略與上架之重

相定而連軟鐵在又一吸鐵條之上如燈無電氣傳過則吸鐵條無力而不引軟鐵而架與炭之共重自能落下而使二炭尖相接相接卽有電氣傳過而吸鐵條引軟鐵使桿端向下則其繩自將上架與炭提上故有大風吹滅弧火而電氣不傳有此則二炭尖自再相接而電氣再傳仍發火弧。

同治元年博物會之書論賈司巴顧留司拉麥來希德等所設電氣燈謂其價甚貴而火光極大觸目故人未有用以代燈燭者。

戴司不留用本生發電氣器六百件得電氣火長七八寸

電氣弧火之大小

第一百三十二節

賈司孟詳考炭漬各鹽類水而發光之大小曾用本生測

光器測光之大小又用切線測電氣器測電氣力之大小

炭尖相距千分枚數 電氣力 光之大小

生炭

四〇五

六九五

九三二

炭浸足鉀養淡養水

六〇五
六七五

一八八

二七四

炭浸足鉀養水

二〇五
八〇

一〇二

一七五

炭浸足鋅綠水

一〇〇
五〇

八〇

六二四

炭浸足硼沙與硫強水

一〇五
五〇

七二

一七一

炭尖漬各鹽類水則火炎與光亮較之未漬皆更大而微

有燒各鹽類之色觀表內之數二炭尖相距愈大光炎愈小而傳過電氣之力亦愈小依費皂與夫果得所試知用本生發電氣器四十六件所得之光爲輕養燈之光三十四倍用八十件所得之光大於四十六件者不多用大器而件數少者所得之光更大本生曰炭尖相距一寸用本生之器四十八件所得之光等於大燭五百七十二支之光。

吸鐵條與電氣弧火之相關

第一百三十三節

兌飛初考大力吸鐵條能將電氣弧火推引與電氣傳過能傳電氣之質相同其推引以弧火改形而見之推引之

力甚大能使弧火斷絕二炭火間之弧火如第一百七十
二圖受吸鐵條一極之力所引而改變形如第一百七十

第一百七十二圖



第一百七十三圖



三圖杜拉里勿試以二吸鐵條對引弧火
必二吸鐵條甚近始能引之成分岐之火
星而發聲如所移過之吸鐵點其移過甚
勉強用鉑片連於大電氣吸鐵條之一極
而連於發電氣器之負極點則有嘶嘶之
大聲但如換電氣之正負則無此聲而電氣弧光再不能
直但往外向板之邊其弧常斷而所發之聲略同於放來
頓瓶之聲再用二紅銅尖以大力電氣吸鐵器相連電氣

力亦大則所發之聲略同於遠處放多洋鎗之聲。吸鐵條能成此各事必略因混亂傳電氣尖內質點之性或位置而質點行動光弧有改變也。

化電氣傳過金類絲發聲

第一百三十四節

以硝強水器五件至七件之電氣傳過鐵錫鋅鈹鉛各絲而絲切於電氣吸鐵條之二極能發聲。紅銅鉑銀絲亦然。水銀或淡硫強水或鹽水盛於玻璃管內同法試之皆然。金類絲之一端若挂重物一端連於增音板能試所發各音之高低。

銅絲繞成螺絲套於電氣吸鐵條之外而不相切以電氣

傳過繞銅絲亦能發聲惟電氣不可連傳必平勻斷續而傳也若用銅絲依法焯火所得之聲大於別金類略同於遠處打大鐘之聲杜辣里曰將來或能制鋼絲之聲而電報用此聲報信。

軟鐵忽傳電氣成吸鐵條忽斷電氣仍還軟鐵鐵質恆有震動微之用銅絲繞成螺絲形內安玻璃管或木管管內安鐵數小塊或鐵屑以電氣傳過而忽斷忽傳則鐵屑亂動彼此繞行其狀甚奇略似沸滾電氣力甚大則飛上如噴水鐵屑動時有聲如水沸之聲也欲試電氣光弧之熱可用枯煤作凹爲正極以炭尖在其上爲負極如第一百

第七十四圖



七十四圖將金類安於凹內用硝強水發電
氣器二十件或三十件之傳過金類不特能

鎔且能化氣而散

化電氣傳過炭養真空發光

第一百三十五節

凡用抽氣筒所成之真空不能全真依杜利色里之法造
水銀風雨表其真空處亦有極薄之空氣賈西胡試電氣
附過全真空所成之光用鉀養與炭養氣之大愛力成全
真空管內滿盛極淨之炭養氣以抽氣筒抽出之至最不
能出繼用鉀養條收所餘之炭養氣如此作數件長約六
六徑約一寸管內用枯煤球徑約四分寸之一連於鉑絲

作附電氣極如第一百七十五圖兩極相距約三寸用紅

銅絲或鉑絲外包玻璃

小管為附電氣極如第

一百七十六圖安鉀養

條之玻璃管一段已燒

如第一百七十七圖用

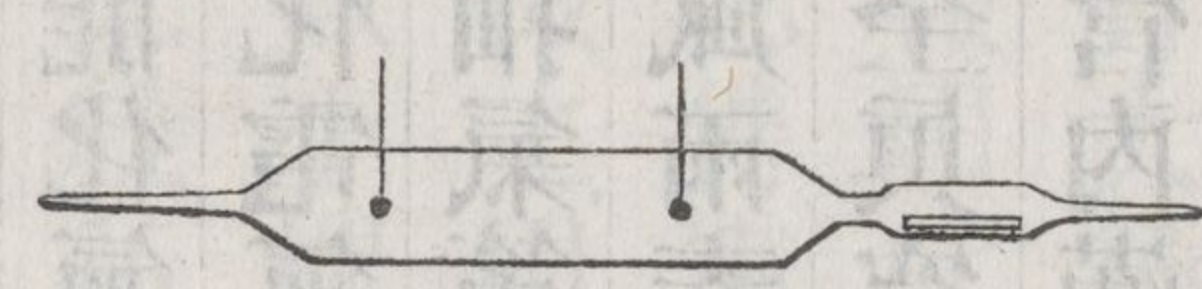
水發電氣器三千五百

二十件二極連於管之

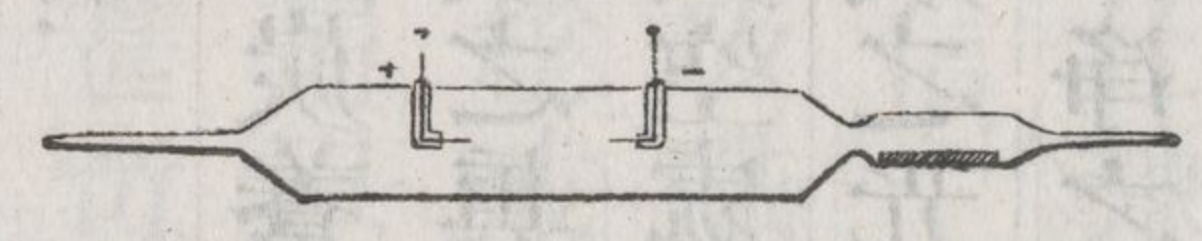
二鉑絲則管內成光多

層鉀養條若稍加熱則光不見管內光之形如第一百七

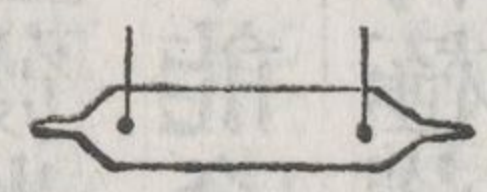
第一百七十五圖



第一百七十六圖



第一百七十七圖



十八圖用但尼里發電氣器五百十二件負電氣極點周

圍發亮而中不成層如第一百七十

九圖用額路發電氣器四百件枯煤

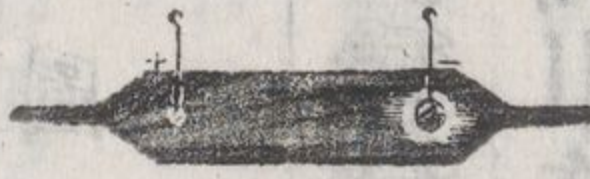
正極之光小管長二十四寸周十八

寸一極用凹形之銅板徑四寸一極

第一百七十八圖



第一百七十九圖



用黃銅絲在當中成各層光亮甚大目不敢視銅板上有
白光一層再有暗處闊約一寸再有青光凹形與板相同
換電氣使此板爲正極則光小而淡

又試長六寸徑一寸之管有盛鉀養之管相連用炭球傳
電氣發大熱火成極光之一條隔青色玻璃片觀之能見

光分層如第一百八十一圖不久而正極球熱至紅外面有

光球負極球亦有光圍之

如第一百八十一圖後將

彎吸鐵條近於管光變為

多層而電氣路內之顯電

氣針多偏而南北亂至針

停時在四十五度再將鉀

養管加熱則仍變甚亮之火一帶加熱更大則正極有大

光四層至五層如第一百八十二圖不久而光忽然極大

成圓錐形層如第一百八十三圖顯電氣器忽然甚偏且

第一百八十八圖



第一百八十一圖



第一百八十二圖



第一百八十三圖



發電氣器發電氣格外甚多。觀所發之淡養氣爲據。

用黃銅爲極。鉀養未加熱。火不現。惟火一現。卽成極大光。三層必隔深綠色之玻璃片。觀之。觀時末層移至負極。而不見。鉀養漸冷。各層漸小。久之而無光。

極點未相切時有電氣爆裂放出

第一百三十六節
第一百三十七節

賈西胡試右各事之時。知硝強水發電氣器能在空氣內放電氣。與水發電氣器相同。又其電氣附過極薄炭養氣內。所得之光有層累之形。與附電氣圈所得之光相同。然發電氣器之各件。若通地。則電氣路不分开。不能有光。若二極點一分開。卽有電氣光弧。弧長與光之大小。與發電

氣器之件數相關賈西胡用不通地之發電氣器四百件則電氣路未連之時有電氣火星放出電氣路一連卽現甚光之電氣光弧用水發電氣器三千二百五十件絕不現電氣光弧惟在二極點間連有火星行過不停至發電氣器之水略化乾而停

炭養真空管內用炭爲極點用硝強水發電氣器則放電氣成爆裂之狀測電氣器之針略不動發電氣器內不甚有消化成電氣光弧時則顯電氣器針偏動甚猛而發電氣器各件內大消化每次將鉀養加熱則能得電氣光弧光弧原是炭質所成因此略能使炭質點更分散行過而

成光弧也。

賈西胡意謂電氣光有層累之形。因電氣力傳過極薄氣阻力甚小也。又謂化電氣器放電氣常非相連而爲斷續。乃多振動而成。每動速之或大或小。依發電氣器之阻力或大或小。又依電氣之路內所有氣質之阻力或大或小。賈西胡又以水發電氣器之電氣傳過炭養真空。觀光所分數層之狀。又改其阻力。而考其光如何改變。用枯煤二小球相距一寸半。封於炭養真空管。長二寸半。徑一寸。以電氣傳過。則二球發大亮。負極每若干時光極大而亮。後有電氣閃過。二球間之暗處不能見層形。如電氣路內有

水約三寸則放電氣之形窄而有層用旋轉之鏡觀之見光忽有忽無改其阻力則所放之電氣光亦能改變或分層而忽有忽無或連

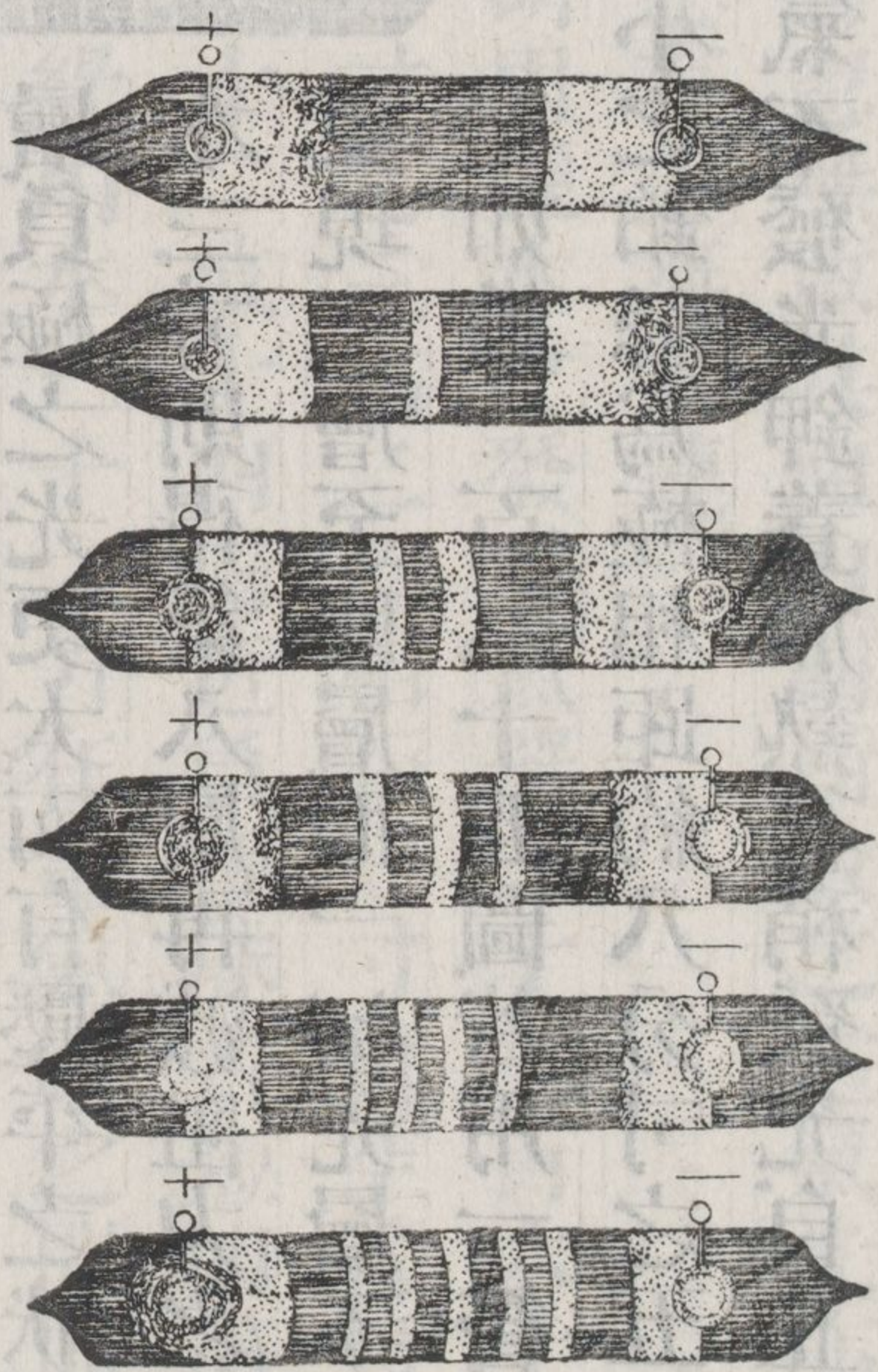
賈西胡用鹽水之發電氣器三千三百六十件用鉛爲球徑八分寸之三爲二極相距三寸真空管長約五寸其光甚大分十二或十四層近負極球者短如第一百八十四圖色淺綠用水三十六寸在電氣路之間則二球稍發亮阻力愈減小則二球之光愈相近如減阻力至水三十三寸則正極發光球不動減阻力至水二十三寸則正極之光行過管內至成第二層光卽停再減阻力至水二十寸

第一百八十四圖



得第三層再減阻力至水十八寸得第四層再減阻力至水十四寸得第五層再減阻力至水十一寸得第六層再減阻力至水七寸得第七層負極之光更大而有壓平之狀再減阻力至水三寸則得第八層再減阻力之水數則忽迭更現三層至四層而一切光層不定此各層光略如第一百八十五圖若用一管長三寸徑一寸用極小之鉑絲爲極相距約八分寸之五鉀養未卽加熱時電氣不發光鉀養加熱後稍發光自正極先有一層後二層如雲負極有大光圍之久而熱負極熱至紅可知

第一百八十五圖



真空甚真者電氣不能傳過故欲發光管內必稍有質則能發熱管內各層光形與方位在乎二事發電氣器之力

一也管內氣質之濃薄二也有法可制光層層數可或加或減方位與次第俱能改變欲改之將電氣路加減阻力也可知各層光可指發電氣器已成電氣路時電氣之濃顯電氣器之金箔相離能指未成電氣路時電氣之濃賈西胡謂黑層或爲動浪之靜點因正極至負極所放過電氣之動所成同於空氣有等速之動浪自對面相遇所成之靜點又同水面之浪相遇之定點或光層能指所有傳過電氣之動其動本是電氣傳過銅絲而現等說但無實據

電氣二極在真空或空氣相離電氣附過成光發熱

第一百三十八節

道光十八年賈西胡考發電氣大器之傳電氣銅絲二極稍相離而電氣附過則正極發熱至紅久之而鎔負極仍冷咸豐八年考得用附電氣圈在空氣內或在真空內放電氣發大熱者爲負極咸豐十一年賈西胡將上事詳報於博物會摘錄其略云用真空管長三寸徑一寸以炭球作極點球徑八分寸之一相距一寸用硝強水發電氣器四百件每件各不通地成光如前第一百七十九圖負極之炭球外有光漸增大而球熱至紅以鉛球代炭球負極不久鎔成滴落下正極仍有原金光

又試三真空管。管內用二黃銅空球爲極。負極不久甚熱。管內忽然發光一閃。玻璃面結金類一層。察其管知負極球之半分開。而幾分鎔去。鐸連二半球之銀受大熱而鎔結於管面者。卽此銀也。

再以同法試此管。負極球仍發熱至紅。後忽然發多層大光。三四秒時負極球速暗。正極球熱至紅。斷電氣二三秒後仍紅多層光現之時。發電氣器內多發淡養氣。

可知發電氣忽有忽無。則負極之阻力大。故發甚大之熱。若發電氣器之力更大。而成電氣光弧。此卽連於電氣而正極亦發甚大之熱。

賈西胡由此與別所試者得公理云發化電氣器之正極或負極發熱之故全在發熱處之阻力

吸鐵力阻真空內放電氣 第一百三十九節

賈西胡用大圓管長二十四寸最大徑六寸盛淡養氣而後抽去之用鉀養收其所餘器之二端有鉑絲入器內一端有紅銅凹板徑四寸連於鉑絲一端有黃銅絲連於鉑絲二鉑絲連於硝強水發電氣器四百件之二極放於大力電氣吸鐵條兩極之間吸鐵現大力之方向直通管內電氣傳過之時管內有多層光電氣吸鐵條現力時各層光速齊不見再後或因發電氣器之力減小或因別故不

見各層而見滿相連之光。又用發電氣器十件，使電氣傳過吸鐵條，則管內之正極發甚大之光層。光層行過管之上面或下面，依電氣行之方向，吸鐵條在電氣成路時，忽然斷之，則光層自正極先發而後退，如多雲逐層相隨，至正極似爲極所收去。電氣傳過吸鐵條時，管內傳過之電氣增多而力大，至能鎔去正極約半寸。此後發電氣二極連於管，電氣不能如前傳過後，將發電氣器之正極連於房內通煤氣之管，則電氣能傳過而電氣亦爲吸鐵氣所減，吸鐵氣減，此光之時能現，吸鐵力漸大而後漸小。

又試水發電氣器三千五百二十件所成之光亦爲電氣
吸鐵條全滅或斷

第五章論吸鐵性

測電氣器

第一百四十節

嘉慶二十五年胡斯特特取吸鐵氣與電氣有相關而朔
造測化電氣之器緣見指南針近於化電氣之路任何處
則速偏而偏之方向在乎針與電氣線相與之方向
傳電氣線平行安於針之上則針在發電氣器負極之端
偏西傳電氣線平行安於針之下則針在發電氣器負極
之端偏東

傳電氣線與針同在一地平面內平行，則針不合地平面偏。而欲在立平面偏，傳電氣線平行安於針之西，則針在發電氣器負極之端偏向下，傳電氣線安於針之東，則針在發電氣器負極之端偏向上。

兩傳電氣線同時在針之下與上，而電氣以對面方向傳過，則上下二電氣線之力相合，而針偏更大。

電氣線繞過針之上下多次，則針偏更大。盤繞愈多，故可作器使極小之電氣現大力。此卽顯電氣器與測電氣器之力也。最簡之式如第一百八十六圖。若欲顯極小電氣者，再必改式也。各種顯電氣器，其線繞多次，而線外包火

漆使電氣不能外散用二針者則能滅所受地球之吸鐵

力而針可無定向二針一在上一下在下一在下一在下一

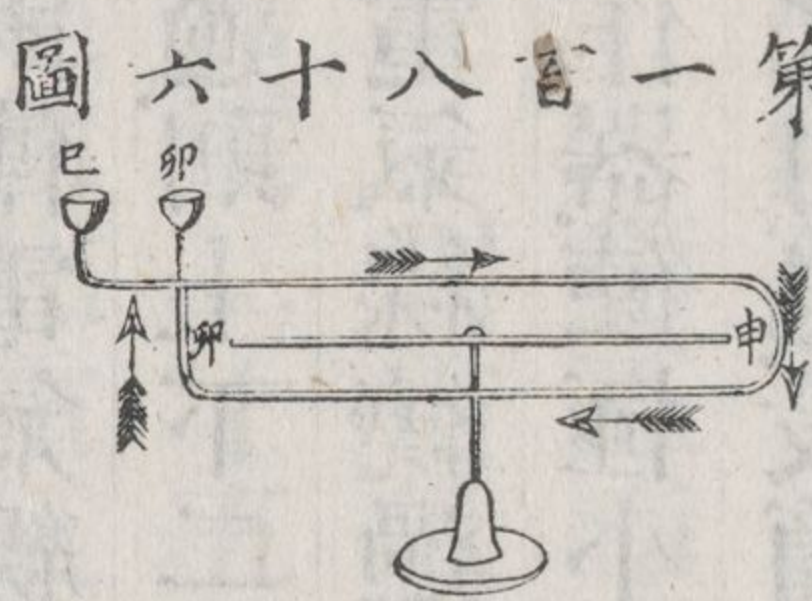
相連而極點相對熱學書內造二針之法將

二針各容滿吸鐵氣惟其力難相等而二力

之較仍能停於吸鐵之經線必將小吸鐵條

收去大力針之力少許使之正相等始能停

第一言八十六圖



於吸鐵經線正交之方向惟二針之吸鐵軸線難於正在

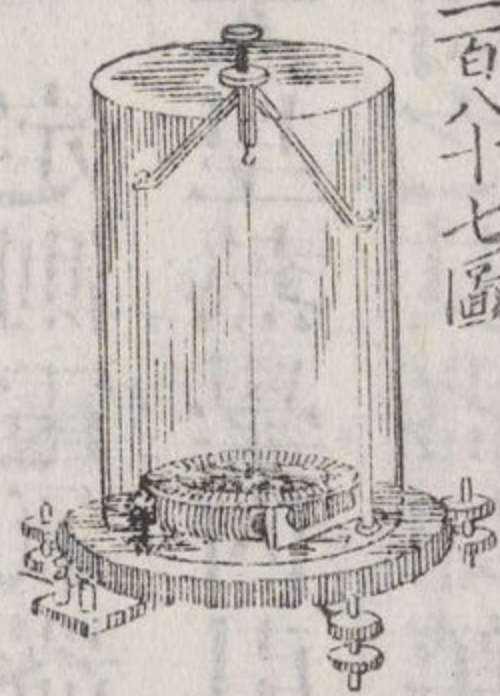
一箇立平面內故力雖相等尚微受地球之吸鐵力而不

停於正交方向也式如第一百八十七圖外有玻璃罩二

針之相距能內銅絲之盤繞以稻草一根貫二針及銅絲

之間而挂於絲線。銅絲極細而外包蠶絲絕不洩電氣。共

第一百八十七圖



盤二三千圈。針挂於漂白烘乾之極細蠶絲。不用之時。針靠於度分面。提玻璃罩之小柄。則針可起。上挂針之稻草有螺絲可配就之。使正在分度面之圓心。又有螺絲可轉分度面。至使○度正合於針。最好之針。一分時內搖動不多於二次。一動心直回至○度。然難有如此者。因針受極微之吸鐵氣。卽亂。而銅絲亦常含鐵少許也。田大里曰。曾囑布魯士京都人宿華特代造此器一具。試時未有電氣傳過。針偏三十度。以英國銅絲換其日耳曼銅絲。針偏減至

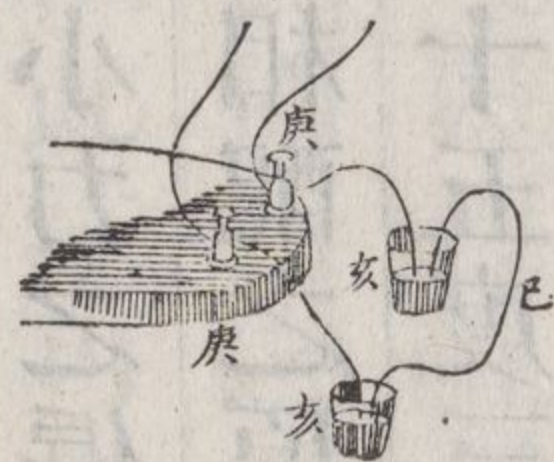
三度偏三度者因包銅絲之蚕絲染綠色綠色內稍用鐵質也後換白絲而絕無偏可為全善矣顯電氣器用以雷門得試動物植物之電氣者銅絲繞二萬五千至三萬圈其銅絲含鐵則針有偏必偏之不多者可改正之將吸鐵小塊長二十五分寸之一安於圈內則可改正針之稍距○度者而偏數度者則不能改正也。

定測電氣器之分度 第一百四十一節

田大里熱學內引法國人墨路尼之說另用銅絲以比較而得之其器如第一百八十八圖亥亥為二小杯盛水銀至半杯內各有銅絲連至顯電氣器之二端庚庚另用銅

絲如已連於二杯之水銀則電氣幾分必傳過此銅絲而

第一百八十八圖



過測電氣器之電氣數必減小針之偏亦減小若去此銅絲則針之偏仍依發電氣器之力原爲如針偏十度至十二度用銅絲後減至二度至三度觀原偏數與用銅絲減小之偏數能知成他各偏數當用若干力也

以倍數器所用之各數作式明定顯電氣器之度分

熱之源離發電氣器之遠至能偏五度以銅絲連亥亥二杯則偏一五度再以熱之源移近得偏五度十度十五度二十度二十五度三十度三十五度四十度四十五度各

同用此銅絲連亥亥二杯而得偏一五度三度四五度六
 三度八四度十一二度十五三度二十二四度二十九七
 度設以原力之偏數為一則各力之偏數可用下比例求
 之。

一五乘五得千甲則

$$\frac{1 \cdot 5}{5} \text{ 甲}$$

$$\frac{1000}{5} \text{ 甲}$$

甲為減小力之偏數天為

各他減小力之偏數故減小之力與原力比若各他減小
 之力與相配之原力比因得其偏為五度十度十五度二
 十度二十五度三十度而相配之力為五十五五二二十
 一二十八三十七三故器內自○至十五度其力與度數

相同過十五度則不相同度數愈加大其差愈加多
 右各度數以五進位又其中各度數相配之力可用推算
 或繪圖而得之畫圖之法雖不能甚準而已可用

依此法可作表如下

偏度	十三度	十四度	十五度	十六度	十七度	十八度	十九度	二十度	二十一度
力數	十三	十四	十五	十六	十七	十八	十九	二十	二十一
較數	一	二	三	四	五	六	七	八	九
偏度	二十二度	二十三度	二十四度	二十五度	二十六度	二十七度	二十八度	二十九度	三十度
力數	三十三	三十四	三十五	三十六	三十七	三十八	三十九	四十	四十一
較數	一	二	三	四	五	六	七	八	九

表內十三度以前者因其力數與度數相同也

自○度至三十度各度相配之力數已知則三十度以上如三十五度四十度四十五度等相配之力數易得矣此三弧角度減小之偏數十五三度二十二四度二十九七度

如將十五度依前推算之其力等於十五二將小數○三以較數一三乘之較數爲十五度與十六度間之數應有比例爲一與一·一等於○三又天等於○三所以第三十五度減小之偏數不能爲十五三而爲十五二加○三等於十五五又以同法得四十度之數爲二十三五加六等

於二十四。二而非二十二。四又得四十五度。減小之數爲三十六。七而非二十九。七。

減小之三。偏數爲十五。五度二十四。一度三十六。七度再必以其式三。三。三。甲推算力數得三十五度。四十度。四十五。各度之力數爲五十一。七八十一。二。一百二十二。三。將此各數與前各數相比。可知過三十度之偏。則靈動減小。

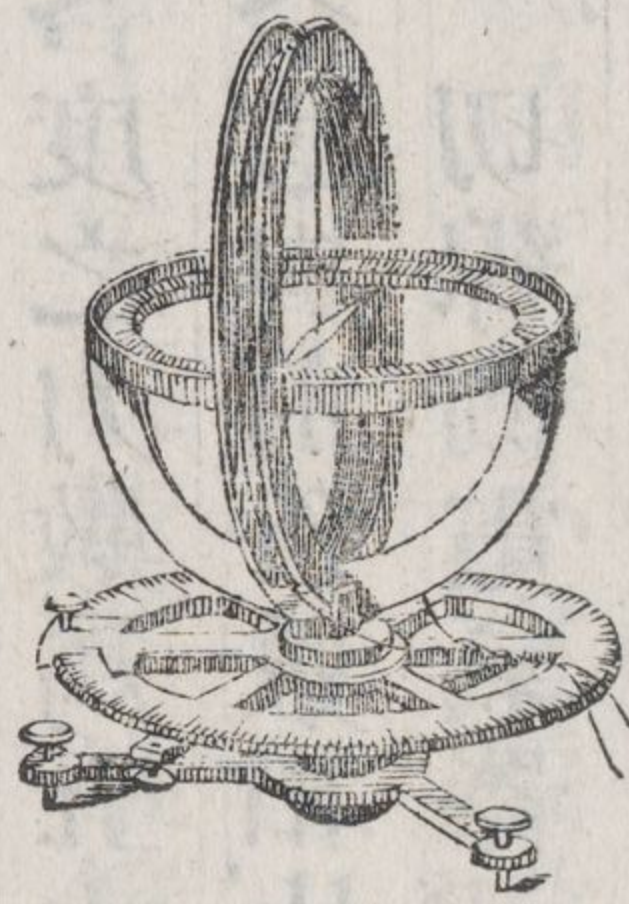
切線測電氣器

第一百四十二節

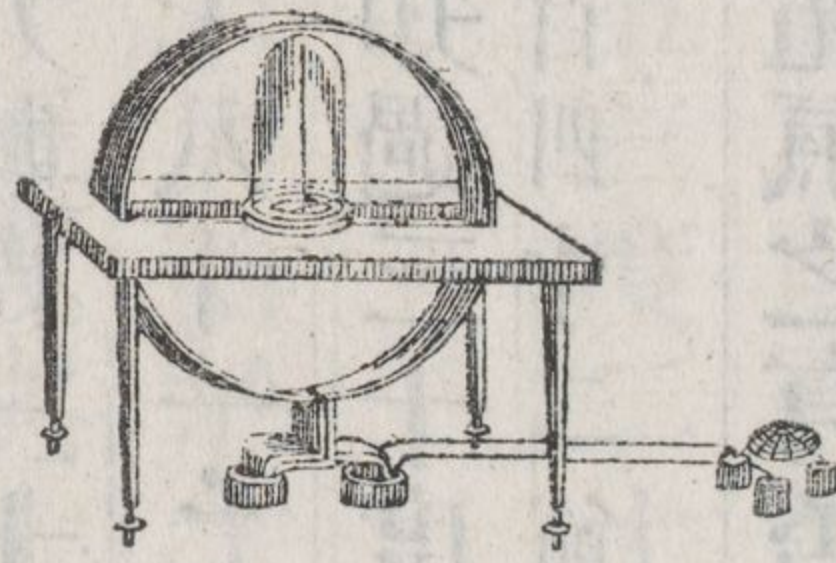
前器極詳細。極靈動。能顯電氣之有否。與方向。而難測電氣之數。測電氣之數者。當用切線測器。常用者如第一百八十九圖。第一百九十圖。用銅皮一條。外包蠶絲而成圈。

立安于有度分之平圈外而合吸鐵經線圈中以蚕絲挂
極濃吸鐵氣之指南針電氣傳過銅皮圈針必偏針偏角

第一百八十九圖



第一百九十九圖



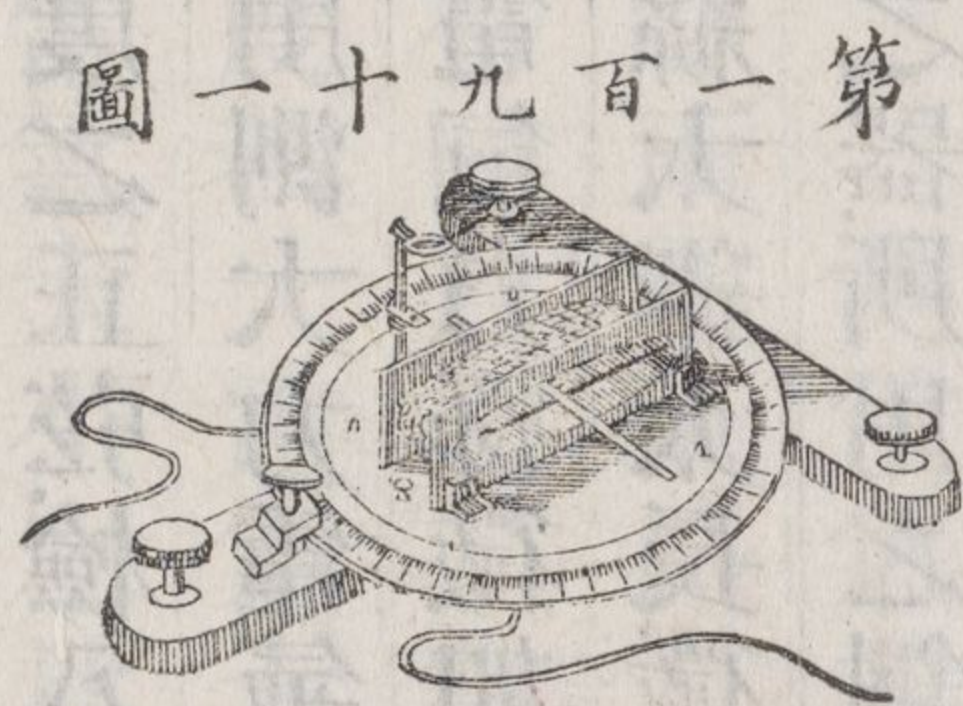
度之切線即電氣
力數故名爲切線
測器指南針小而
短連長紅銅以指
角度角之切線可

檢八線表得之針偏大於七十度則數不甚準加之力雖
大而所加之角度仍小而難分也以電氣傳過測化分器
如前第一百
五十九圖 與此器內則可知電氣化分力與吸鐵力之

比例故兼能定化分力也。

正弦測電氣器 第一百四十三節

正弦測電氣器如第一百九十一圖銅絲圈立安於度分



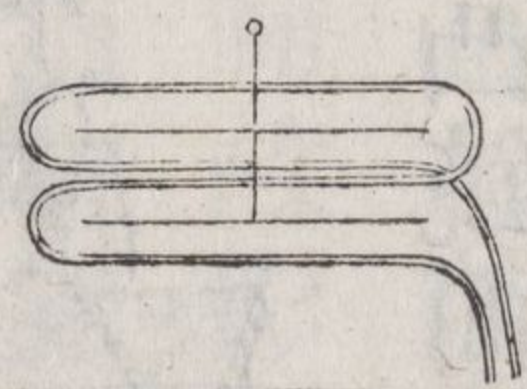
面上之中而回能施轉銅絲圈中挂指南
針偏角度之正弦有比將銅絲圈先合于
吸鐵經線而以電氣傳過則指南針為所
引而偏將銅圈轉動至方向與針之新方
向相合用顯微鏡察其平行否再觀圈外

之度分面則知銅圈已轉若干度轉過之角度為針與吸
鐵經線所成之角度又能指使針偏之電氣力亦等於地

球吸鐵之平面力即使指南針歸指南北之力因此力等於所偏角度之正弦則電氣力亦必等於角度之正弦角度之正弦檢八線可得之由此可知電氣力數惟此器之用測大力電氣爲便。

電氣力極微如熱電氣等則右各測器皆不合用因其銅絲太細太長微電氣不能勝銅質之阻力也測微電氣之器所用之銅絲僅可繞針數圈最小者徑必三十分寸之一費克那曰可獨用紅銅片一條與無定向而最易轉動之針如第一百九十二圖。

第一百二十九圖



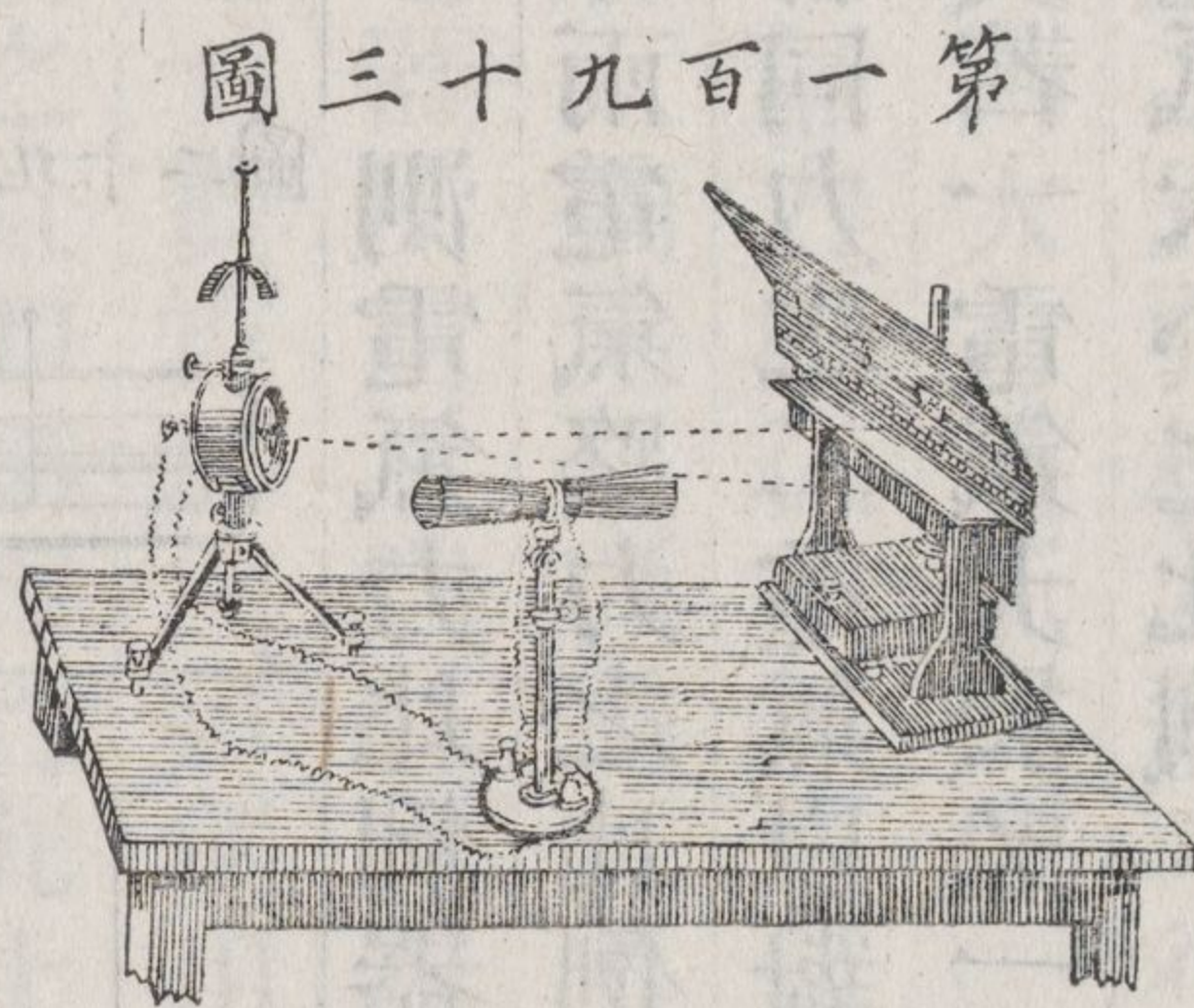
測電氣力比例器 第一百四十四節

顯兩電氣路力之比例所用之器用二銅絲繞於一架若
有同力之二電氣以對面方向傳過二銅絲則針必在。
度若一電氣大於又一電氣則針必偏觀針之偏數知二
電氣大小之比例。

唐孫回光鏡測器 第一百四十五節

其器如第一百九十三圖用一小吸針連於玻璃回光鏡之

背鏡與吸鐵共重一英釐半用極細之蚕絲挂於盒內盒在圓箱內能移動圓箱內有銅絲圈試熱電氣者用粗而



短之銅絲爲之試化電氣者用長而細之銅絲爲之圈之各層甚近於吸鐵針所以能顯最大之力圈有小圓孔向心而開不長於其回光鏡回光鏡前有透光凸鏡另有燈在架上架有能移動之分度面燈光直照于回光鏡回光鏡將光

返回透凸鏡而聚光在燈前之度分面吸鐵針與鏡偏左

右度分面上影亦偏左右吸鐵與鏡稍偏動而分度面之影多偏動故影所移動之數與電氣力有比

圓箱之頂有立桿立桿橫有吸鐵條能移上下又有切線螺絲能使吸鐵條稍平轉將吸鐵條移上移下可得一處恰滅地球之吸鐵力而吸鐵針不受地球之吸鐵力而可無定向也

唐生船上測器

第一百四十六節

船上測器測電氣可與陸地相同用蚕丝挂吸鐵針與回光鏡之重心而上下繫緊於架架能移回光鏡不動分度面上之影亦不動銅絲圈與吸鐵針與鏡盛於甚厚之軟

鐵箱內箱外有彎吸鐵條力大於地球吸鐵力

用此器可於船上測化電氣無論浪大而船大搖動行改

方向絕無差雖忽然振動亦不壞無金類之節或鉸鏈能

生銹今時電學家多知此器之妙已用多年可測二力之

比例可將銅絲圈與韋思敦測阻力器如第一百並用又

所照光點之動法可指各意而受人所報來之信以電報

之用



鐵箱內置有傳報機其力大於地球吸力
用此器可於船上測化電氣無論遠近
方向絕無差礙忽然振動亦不礙其測之
生務今時電學家多知此器之地區用多
年可測其力之
比備可將銅線固與桌邊設測阻力器
如第一八圖並用又
所照光點之動法可指各處而及人所
製其之信以電報
之用

