

富強齋叢書正全集

62 核 錄

電學卷二 論吸鐵氣

英國瑞挨德著

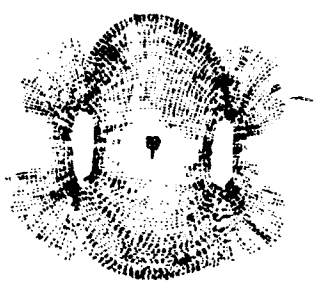
英國 傅蘭雅 口譯
無錫 徐建寅 筆述

磁石 第六十三節

磁石是鐵礦之一種質內有鐵與養氣化合者居其大半又另含砂養與鋁養等質瑞顛與奴而韋開鐵之處常遇大塊者又英國開鐵之處亦間有之

將磁石一塊無論何形埋於鐵屑之內鐵屑即聚於兩相對之點如第八十二圖兩相對之點名為二極如將小鐵針之中加於尖上使能轉動而移近磁石之某極針即為

圖二十八第



某極所引反之用磁石挂於極細之線移近軟鐵則磁石亦為軟鐵所引

將磁石一塊兩極各連軟鐵板用銅帶束之能增大其吸鐵力如第八十三圖甲為磁石乙乙為軟鐵板下端皆彎

圖三十八第

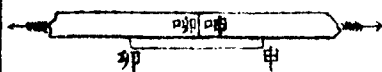


折向內丙丙為紅銅帶捆束軟鐵板末為蓋板上而連圈以便懸挂

造作吸鐵器 第六十四節

將硬鋼小條與磁石如第八十三圖之兩極相切而移動使兩極不離鋼條如此往復數次而取開之取開之時條中必通對兩極之中鋼條即有吸鐵之力矣若大條欲成吸鐵器則有數要法如左

圖四十八第

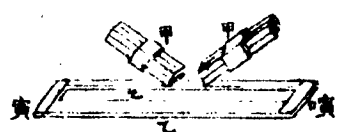


一內得之法如第八十四圖用鋼條申卯安於等力兩吸鐵條之對極申卯之下而將此兩吸鐵條相離各向外申卯慢慢移動移動數次之後鋼條已容滿吸鐵氣而再不能容矣司

可司皮亦用此法惟吸鐵條在鋼條之兩面各移動約六次

二杜哈暮之法如第八十五圖用兩鋼條稍相離而平行

圖五十八第



兩端各用軟鐵條連之如噴寅將單條或多條捆合之兩吸鐵條甲甲斜切於第一鋼條之上再如內得之法將此兩吸鐵條相離各向外移動數次之後再在第二條同法移之再在第一條同法移之迭更移於兩條至兩

條容滿吸鐵氣而止惟切第二條必倒換吸鐵條之極點三密哲利之雙切法如第八十六圖用同尺寸之鋼條四

五塊相接列成一條同時並作將兩吸鐵捆相並而相距約四分寸之一兩對極同在一端以此雙捆之端切於當

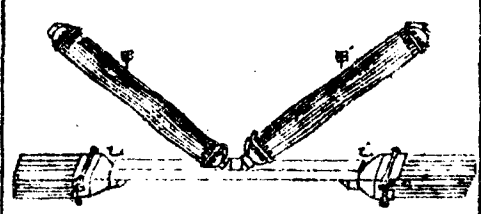
圖六十八第



中鋼條之面向外移動至兩端往復數次再將鋼條反轉之而切於其面同法爲之至容滿吸鐵氣而止大力彎吸鐵條亦可代兩直吸鐵捆之用

四果倫伯法用定吸鐵捆與移動吸鐵捆如第八十七圖將鋼條安於寅卯兩吸鐵捆之間兩端切於所凸出之鐵

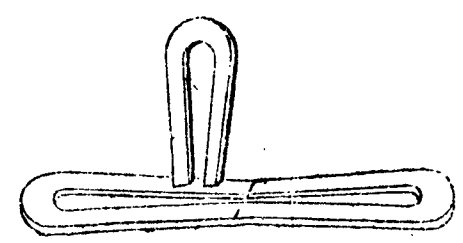
圖七十八第



再將甲甲兩吸鐵捆異性之極切於鋼條面之中成二十度或三十度之角二端之間夾木塊或紅銅塊將此兩捆向外移至兩端乙乙往復數次俟在中心時而取起再將鋼條反轉之切於其面同法爲之至容滿吸鐵氣而止

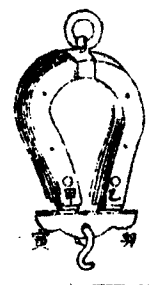
五作彎吸鐵條法如第八十八圖將彎鋼條二以端相接將大力彎吸鐵條之一極切於一彎條之一極恆向一方向旋繞移動數次再將彎條反轉之切於其面同法爲之至容滿吸鐵氣而已欲兩極同現力必用彎吸鐵條也造

圖八十八第



成數條可用螺絲相連則力極大如第八十九圖

圖九十八第



六化電氣之法用紅銅絲外包難傳電氣之物而再繞成短厚之管如第九十圖以大力化電氣傳過銅絲將欲加吸鐵氣之鋼條安於此管內而移動數次每次至端與管齊俟條之中心正對管之中心時斷其電氣將鋼條取出有吸鐵氣矣

圖十九第



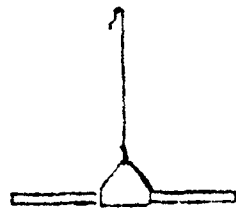
用此法作彎鋼條必用啣鐵連兩端而入管之孔內作直鋼條則用二條而以二啣鐵連兩端雖極大者如法一次即能容滿吸鐵氣吸鐵條不用之時須依指南針指之方向而安置慎勿忽

然擊物或被物所擊因每次震動力必減小也有兩吸鐵鋼條則同性之極不可相近每次相近力亦彼此皆減故須稍相離而以異性之極相並各用軟鐵條連之成平行四邊形彎吸鐵不用之時亦用軟鐵條連其兩極

吸鐵總理 第六十五節

一吸鐵指方向用銅皮或厚紙作馬蹄形而小以絲線挂

圖一十九第

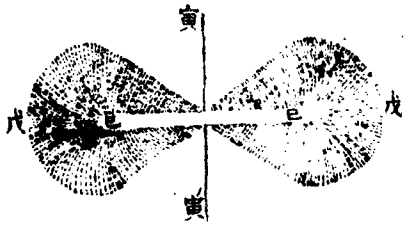


之將吸鐵條橫加於其中如第九十一圖相近處之鐵盡行取去則吸鐵條轉動數次之後必略定於南北之方向強改之放後仍自回原

二吸鐵相引相推將兩吸鐵條或挂起或加於針上則或能彼此相引或能彼此相推而有定法兩北極或兩南極相近必彼此相推一南極一北極相近必彼此相引也

三吸鐵極用細鐵屑散於吸鐵條之面成花形能有理不紊如第九十二圖戊戌鐵屑在兩端所成之紋甚長而與

圖二十九第

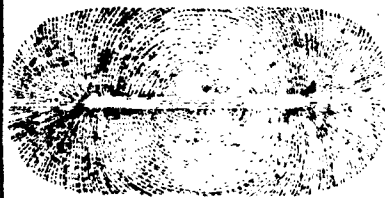


吸鐵之面正交漸近於條中則漸短而斜至近中線則甚斜而甚短在中線處則無鐵屑此謂之中立線條之兩端已己謂之吸鐵極無論為磁石或人造之吸鐵必有中立線與二極有時吸鐵條

兩端之內能多於二極而有二或更多之餘極此謂之相間極之吸鐵條

四吸鐵力曲線將吸鐵安於平桌上加白紙或玻璃薄片用極細紗布袋篩極細之鐵屑在紙或玻璃之面上輕輕敲之使震動則鐵屑圍抱吸鐵條列成有紋之曲線形如

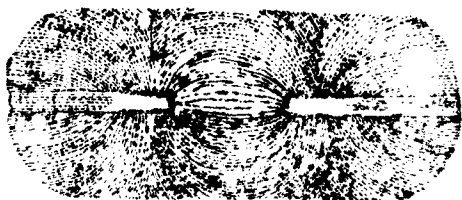
圖三十九第



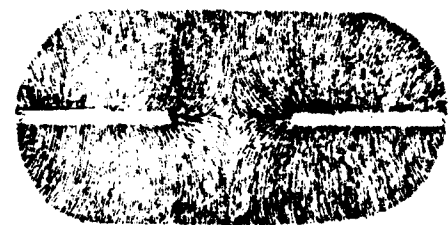
第九十三圖名為吸鐵曲線又名為吸鐵力曲線細察此曲線知吸鐵之力自極向中點或向兩極間之別點漸漸減小至此點而無力故名為吸鐵之中立點

五兩吸鐵條之極相引相推將大力之兩吸鐵條列成一直線相距約一寸半或二寸以異性之極相對上蓋紙一張用鐵屑盛於極細紗布袋篩於紙上則鐵屑自兩極發曲線或直線現彼此相引之狀如第九十四圖再以同性

圖四十九第



圖五十九第



圖六十九第



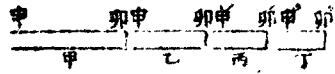
之極相對同法篩鐵屑於紙上則鐵屑自兩極發曲線現彼此

相推之狀如第九十五圖吸鐵條有更迭之極者則鐵屑之狀如第九十六圖

道光十一年路日著書論吸鐵力曲線算學之理云由線內之任何點至兩端所成之直線與本邊之軸所成角之餘弦為常數由此設各法可用規矩畫各曲線

六附吸鐵氣磁石或人造之吸鐵條與鐵或鋼不必相切亦可傳吸鐵氣惟力小耳如第九十七圖以鋼吸鐵條甲之北極卯近於軟鐵條乙之申端則申端速有兩極之性而卯端速有北極之性如甲吸鐵之南極申近於軟鐵條乙則軟鐵條之極相反再以軟鐵條丙近於軟鐵條乙之

圖七十九第



卯端則依同理亦速有吸鐵氣而卯申為北南極又以軟鐵條丁近之亦得卯申為北南極若去其鋼吸鐵甲則三軟鐵條之吸鐵性盡失矣由此可知吸鐵之引性與推性同於電氣之引性與推性皆異性者分則現大力合則有中立性而不現力皆有正負二性而

性之例亦相同乙丙丁三軟鐵條所有之吸鐵氣皆自吸鐵條甲所附得與用容電氣之體附至不容電氣之體相同如第七節凡吸鐵引軟鐵則軟鐵相近之端有異性之附吸鐵氣而兩異性彼此相引矣若吸鐵引鐵屑則近於吸鐵

之一鐵屑受附吸鐵氣而自變為小吸鐵再有附吸鐵氣

至第二鐵屑餘各粒亦然各粒異性之極彼此相引與皆

是吸鐵條相同測二吸鐵條異性之極引力之數及同性

之極推力之數而相比之知引力大於推力因附吸鐵氣

之理也異性之極相切則吸鐵引力彼此相增故引力加

大同性之極相切則吸鐵推力彼此相減故推力減小因

異性之附吸鐵氣故也大力之吸鐵條與小力吸鐵條以

同性之極相近則先推而後引因大力者能減小力者之

同性吸鐵氣而附以異性吸鐵氣也

附吸鐵氣之理可用下數法試明之

一將軟鐵絲三四條如第九十八圖吸於大力吸鐵條之

圖八十九第



北極卯鐵絲必各相斜而不平行因鐵絲暫容吸鐵氣而上端皆成南極引吸鐵條之北極而粘連下

端則皆成北極故必彼此相推也

二將軟鐵兩條用線挂於圈如第九十九圖以吸鐵條甲

圖九十九第



之北極近兩軟鐵條之下則兩軟鐵條受附吸鐵氣而下端同有兩極之性故彼此相推吸鐵器甚近之則二軟鐵條之下端

又彼此相斜而似相引因吸鐵條甲引二軟鐵條之力大於二軟鐵條自有之推力也軟鐵條之上端同有北極之性而仍現推力吸鐵條甲愈與軟鐵條相近則推力愈大三用叉形軟鐵如第一百圖丙丁戊以丁支切於吸鐵條乙之北極卯吸鐵條之力大者則戊支可吸鐵鎖匙如子

第一百圖

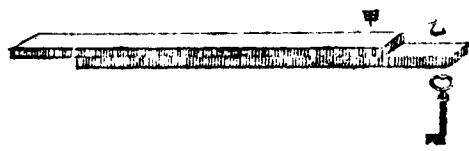


再以第二吸鐵條甲之南極申切於丙支匙即落下因乙條之北極性能使戊支有附北極吸鐵氣故

能引匙甲條之南極性又使戊支有附南極吸鐵氣二附吸鐵氣不同故彼此相滅而匙即落下也

四將軟鐵如鐵鎖匙等吸於大力吸鐵條乙之某極如第

第一百圖



一百一圖再將第二吸鐵條如甲以異性之極相並移於其面則甲端移至距乙端若干匙即落下與無有吸鐵力者相同若取去甲條則乙條仍能吸鎖匙

五將焯水合法而磨至甚光之鋼板用圓頭之吸鐵條在鋼板面上畫任意之字或花再將細紗布盛淨鐵屑篩於

板面則畫過之處露出而餘處有鐵屑蓋之若用吸鐵條之南極畫於板面則所畫之各線有北極之吸鐵氣而吸鐵力極大之處有鐵屑聚成花線此種吸鐵氣成之圖哈而得所初造也

造吸鐵器最宜之鋼 第六十六節

司果勒司比曾經屢試知造大直條或單層或多層用硬鑄鋼不退火最宜單彎條者用鑄鋼自硬如磁加熱五百五十度而退火或用硬剪鋼稍退火彎條多層者用硬鑄鋼加熱自八百四十度至五百度而退火或用極硬之剪鋼而不退火重指南針單層者大風大雨時所用用硬鑄鋼不退火輕指南針單層或多層者用最好之硬鑄鋼加熱自五百度至五百五十度而退火或用硬剪鋼或用李辣得福特鐵鍊成硬鑄鋼皆不退火極輕指南針與小吸鐵條用上等硬鑄鋼在沸油之熱度退火若用第一號猪鐵鑄成條兩端焯火至硬力亦能大而耐久弗打依此作二十四條每條重三磅能攝重六十磅弗打謂生鐵條獨以兩端變硬不能多容吸鐵氣而反有數弊不及全體稍變硬更善也

司果勒司比考知鐵能容吸鐵氣之性與能伸長之性有比鋼愈良者能容吸鐵氣愈多曾試各種鋼之吸鐵力知

鋼之硬或軟與能容吸鐵氣之性大有相關意後必能由吸鐵氣之力而知鋼所含炭質之數亦能知成鋼之鐵是何成色也

吸鐵條最宜之形 第六十七節

吸鐵條之形來門得云有二形皆最宜俱為平板一中闊而兩端減狹成尖二中與兩端同闊第一形者吸鐵力與重之比大於第二形者八分之一可知吸鐵條自中向兩端愈減小愈便

吸鐵條并用之例 第六十八節

選擇大力之數條依法連合能成極大力之吸鐵條司果勒司比用十五寸長之硬鋼條吸鐵力比用等長而遇火為簧之條大五六倍將數條連合則力大於與此等重單條數條之和惟所加之力亦有定限加之過限不特不能加力而反減力各條間若用小圓板分隔則力更大凡吸鐵條之硬軟略在脆如磋至韌如簧為限

測吸鐵條之力 第六十九節

果倫伯用扭力稱之法 如卷一第六圖 司果司勒比用相比之法可合於常事之用將欲測力之各吸鐵條平臥而與指南針之方向正交以指南針近於各條觀指南針偏過之度其條若等長者自各偏度之切線能知各條吸鐵力之相

比考吸鐵條或指南針相比之力先分考各條之力再將各條以相配之極相並而捆合而考之分考各條之力雖相等而捆合考之知有大別

吸鐵力之例 第七十節

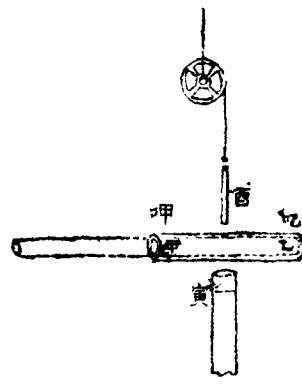
奈端初試吸鐵力之例謂力與相距非有二倍比而略有三倍比何客司比與韋而生與兒辣三人推得之例謂力與相距有一五倍比墨深不陸客屢考之而謂力與相距無定比無論吸力與推力皆然美約與馬汀謂吸鐵力之真例與向地心之力相同用吸鐵條近指南針而使偏若干度所須之吸鐵力與使指南針回原方向所須之地心力相同其力可與所偏之角度有比則吸鐵力為與相距平方反比蘭白德試小指南針與吸鐵條測指南針偏之數與吸鐵力有比與相距之平方有反比蘭氏試得此例後果倫伯証之得其據

哈理司近時試得吸鐵條所現附吸鐵力之例在各吸鐵條不同且不特與吸鐵力之大小有相關而尚與別事有相關原例之略為附吸鐵力與吸鐵力有比附吸鐵力與相距有自平方根至一五方根有反比哈理司試體質與焯火皆平勻之鋼條容大吸鐵力外刻平分之多點用靜水測吸鐵氣秤試之知吸鐵力與自距吸鐵力心之相距

有比又在條之任何點與軟鐵之引力則與自吸鐵力心之相距之平方有比

哈理司設試法能徵吸鐵氣僅聚在體之外皮故容吸鐵氣之多少與內體積之大小無涉與電氣相同可用器試之如第一百二圖實為吸鐵條西為測力之條呬呬為鐵

第一百二圖



管在寅與酉之間管內有鐵條甲乙恰相配先試其吸鐵力再取去內條而試其吸鐵力二力必相同因外面積相同也將內條之端對管口試之則吸鐵力

略減半因外面積略二倍也

田大里曾考吸鐵氣之例記有四要

一吸鐵條與軟鐵球相切則引力與吸鐵條之力有比
二吸鐵條與軟鐵球稍相離則引力與吸鐵條之力之平方有比

三吸鐵條與軟鐵球在各相距則引力與相距有反比

四軟鐵球受別牽開之力能與引力相平使吸鐵條與軟鐵球之相距常改變則引力與相距之平方根有比

地球之吸鐵氣 第七十一節

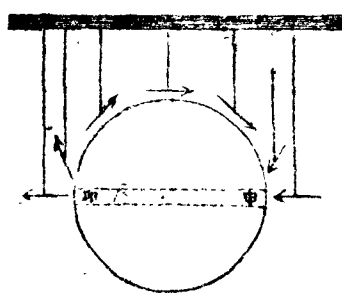
地球即極大磁石也能引指南針同於磁石高司推算地

球全吸鐵之力與鋼條重一磅容滿吸鐵氣之力比若八十四萬六千四百萬萬萬與一比若以地面之吸鐵力為均勻鋪列則二十九立方尺有鋼條重一磅者容滿吸鐵氣之力六倍

鋼條繫於重心而懸之必能相平加以吸鐵氣而仍懸之則不相平而斜矣地面各處鋼條之斜度不同愈近於地球之兩極斜度愈大愈近於赤道斜度愈小在英國倫頓鋼條之北極斜下約與地面成六十八度一五之角

地面各處鋼條之斜度可用法明之如第一百三圖將吸鐵條包於輕木球或紙球內設為地球再用線挂小指南

第一百三圖

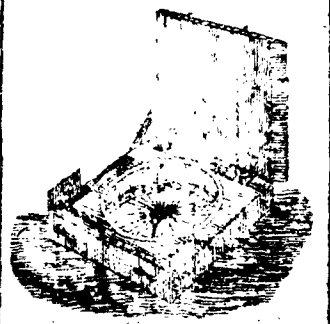


針移對球之赤道針必略平針之北極對球之南極移過球面則針之斜度各不同球之南北極如申卯針之北極如箭頭

陸地指南針 第七十二節

以鋼針容滿吸鐵氣藏於木匣內或黃銅匣內戴於中心之尖上如第一百四圖匣底內有度分圈另有二鋼針可移對某向鋼針之上或另有照星匣口鑲以玻璃片使針不為風所吹動有銅小圈能舉上切針使針不動放下而

第一百四圖



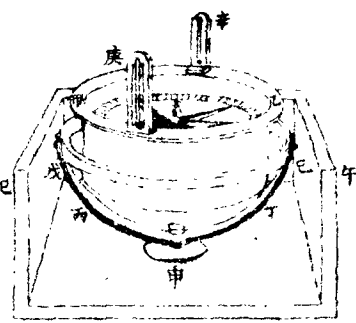
針即轉匣底之度分圈分爲三十
二向及四分向之一其南北向點
之式與針之式略同取其易定他
物之方向惟針指之方向必依各

地之差而改之

船用指南針 第七十三節

用鋼針容滿吸鐵氣而藏於匣內針戴於中心之尖上皆
與陸地者相同惟度分面連於針與針同轉測他物方向
之用者如第一百五度甲乙爲匣在外箱已午之內匣旁
有兩平樞連於平圈平圈亦用平樞連於立半圈如丙丁

第一百五圖



戊己立半圈以立樞連於箱底
匣旁之樞與平圈之樞彼此正
立匣底有重物無論船搖動如
何匣恆自平度分面連於針常
用僅分三十二向及四分向之
一測他物之方向者則外周再

分三百六十度而自南極或北極起故西南即南偏西四
十五度也東北東即北偏東六十七度三十分也餘類推
匣口另有二照星如庚辛可測他物之方向與指南針成
之角度人目在辛照星孔觀庚照星略對所測之物旋轉

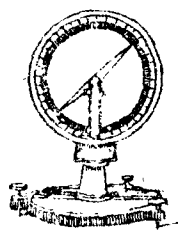
其匣至庚照星孔間之細絲正對所測之物時觀面上之
角度即他物方向之角度

英國戰船部信用之指南針用吸鐵四條度分面用雲母
爲之上糊薄紙紙面印三十二向外周連白銅薄圈分三
百六十度針中之帽用瑪瑙爲之中心釘尖用相合之金
類爲之匣用黃銅爲之

指極針 第七十四節

乾隆二十一年間英國倫頓造格致器之人奴爾曼考知
懸挂指南針俾上下四面皆易轉動則針不與地面平行
而必成角度名爲指極針嗣後多年人覺此斜度常有變
改後又用指極針試各地斜度有不同並試一處各時斜
度亦有不同嘉慶五年間造作此針益精而無差誤

第一百六圖



螺絲爲足有酒準能使板合真地平
板中有黃銅大空柱柱上有圓匣直
立匣內容指極針針有小橫軸加於

甚光之兩瑪瑙面能轉動甚靈

指極針難於極精不一觀而知真數常法先觀八次至
十次記其各數繼乃旋轉而換東西再觀八次至十次記
其各數柱上之活節刻分度甚細故旋轉亦可無差也將

各數相加而以觀之次數約之得其中數再將針自匣內取出而用引吸鐵條之常法倒其極點再安於軸上則前向下之端變爲向上針若原相平者則向下向上之二數必不同當另試得二數以四數相加而四約之得其中數爲斜度之略近數

測斜微數之指極針 第七十五節

指極針斜度每日之改變或每年之改變轉動之弧甚短故針當甚長且另用物逆等察其微數安此針之處必極平穩絕無震動再用諸法免其微差始可測得極微之數器若有差則難於測準而改變之理不能明也

測指南針地差之器 第七十六節

指南針所指之南北非地軸之實南北其差名爲地差而各時有改變可用法測之用未絞過之生蠶絲挂方形吸鐵條而衡之條端連小回光鏡與條中線正交以柱形之木匣容之匣頂有孔以繫蠶絲匣邊對小鏡之處有孔稍大於鏡鏡之對面相距約十六尺有測地經緯儀儀內遠鏡之軸與指南針之挂線同在指南針經線內儀之架上

能在遠鏡內自回光鏡見之回光鏡與遠鏡之相距等於回光鏡與尺之相距另有記號可徵經緯儀方向有否移動各件若無差則在遠鏡內自回光鏡見尺之。度必正對遠鏡內所懸之金絲次以遠鏡察定遠處之一點另測此點至遠鏡點之線與真子午線之交角即指南針地差之數也又指南針地差有改變則在遠鏡內不見。度對所懸之金絲而見某分數對金絲矣已知尺與鏡相距之數則由某分數易求改變之角度再將指南針反轉以上面爲下面則回光鏡之斜差易於考準依此法指南針地差並地差改變極易得其微數也

指南針之地差 第七十七節

周遊地球各處之人常測指南針之地差得指南針之經線與地球經線相合而無地差者有數處焉或偏東或偏西而有地差者略各處盡然也韓司典所作地圖內有指南針同地差之各經線又有每經線地差之數無地差之經線即地球吸鐵氣經線之。度在西者自北緯六十度之北黑德生海灣之西岸起向東南過北亞美利加各大湖再過安低利山與生路格角至南大西洋在南緯六十度與固林爲志經線相交此線自北端至赤道稍南之處略爲直線再向南則繞南亞美利加之東邊而彎矣

在東者自奧地利亞洲之南南緯六十度之處過奧地利亞洲之中再過南海諸島成二圈而過赤道三次先過波泥阿之東邊後近於西倫再過赤道一次後在南海之東邊再過赤道一次再順中國之海岸向西成半圈至北緯七十度再向南成一圈至俄國北邊之白河止此線各處甚彎曲成無法之形數處成圈可知必因另有吸鐵力也道光十年巴羅作指南針地差之新地圖內有陸司所見吸鐵氣之各事又言依指南各經線之形性將各線引至一極點正合陸司所遇指南針直立之點明萬曆四年至道光十一年在倫頓所記指南針偏差之數如左表

年代

記之人名

偏差之數

萬曆四年

奴而曼白路司

東十一度十五分
為極大之數

天啟二年

根打格利不蘭特

六度十二分
四度五分

崇禎七年

無差

順治十四年

西三十四分
二度六分

康熙五年

三度〇

康熙九年

四度〇

康熙三十九年

十三度〇

康熙五十九年

十六度十分

乾隆五年

十九度三十分

乾隆三十九年

二十二度二十分

乾隆五十五年

二十二度三十分
二十三度三十九分

嘉慶五年

二十四度三十六分

嘉慶十一年

二十四度八分

嘉慶十八年

二十四度三十分

嘉慶二十一年

二十四度二十七分

嘉慶二十五年

二十四度十七分

道光三年

二十四度十一分

道光十一年

二十四度四分

步弗

二十四度

觀表可知自康熙元年起指南針初偏西至嘉慶二十年

偏西極多後漸退而向北至同治四年偏西仍約二十一

度

現在歐羅巴洲惟有俄國之一小處指南針不偏餘則俱是偏西俄國東方至勿而加河口並沙拉路與尼失尼那夫谷拉得與阿克因治各處之東邊指南針漸偏東與亞細亞洲同安低利山之西邊與司比子白根等處數百年內指南針之偏皆甚少而不覺又哲美加地自順治十七年至今指南針無有改變

侯失勒云西印度各島昔時各人之田產依指南針之方

向定界限幸數百年內彼處周圍各島之指南針無有改變而界限不致混亂若指南針有改變則此處各人之田產必致混亂而爭訟不怠矣

指極針之變改

第七十八節

指極針之斜度亦常有改變與指南針相同有數處斜度

漸增大有數處斜度漸減小康熙五十九年至同治二年

漸增大有數處斜度漸減小康熙五十九年至同治二年

漸增大有數處斜度漸減小康熙五十九年至同治二年

漸增大有數處斜度漸減小康熙五十九年至同治二年

漸增大有數處斜度漸減小康熙五十九年至同治二年

漸增大有數處斜度漸減小康熙五十九年至同治二年

漸增大有數處斜度漸減小康熙五十九年至同治二年

漸增大有數處斜度漸減小康熙五十九年至同治二年

漸增大有數處斜度漸減小康熙五十九年至同治二年

漸增大有數處斜度漸減小康熙五十九年至同治二年

漸增大有數處斜度漸減小康熙五十九年至同治二年

漸增大有數處斜度漸減小康熙五十九年至同治二年

漸增大有數處斜度漸減小康熙五十九年至同治二年

漸增大有數處斜度漸減小康熙五十九年至同治二年

漸增大有數處斜度漸減小康熙五十九年至同治二年

間英國倫頓指極斜改變之數如左表

年代	實見之斜度	記之人名	推算之斜度
康熙五十九年	七十四度四二分	格留漢	七十六度二七分
乾隆三十八年	七十二度一八分	黑白頓	七十三度四九分
乾隆四十四年	七十二度八分	苟拉丙	七十三度一八分
乾隆五十四年	七十一度五三分		七十二度三九分
嘉慶五年	七十一度五三分	沙丙	七十一度五八分
嘉慶十五年	七十一度五三分		七十一度一五八分
嘉慶二十三年	七十一度五三分	加得	七十一度三四分
道光元年	七十一度五三分	沙丙	七十一度三四分
道光八年	六十九度四七分		六十九度四三分
道光十年	六十九度三八分		六十九度四三分
道光十三年			六十九度二一分

觀表內可知康熙五十九年指極針之斜度極大至同治

二年五月紀和星臺指極針之斜六十八度十五分此一

百四十三年內共減六度二十七分每年得二分七秒道

光二十七年三月十一日亞美利加之土倫多指極針之

斜七十五度十六分

指南針依時改方向 第七十九節

指南針改變之數有每年及每日二者依太陽在夏至冬

至春分秋分四點之相關及地球每日旋轉而熱度改變

之相關

每年改變之數英國正月至四月初即自冬至至春分之

間針自地球之北極稍退而增偏西之差自四月至七月

初即自春分至夏至之間針進向地球之北極而減偏西

之差自七月至十月初即自夏至至秋分之間針乃退而增偏西之差故十月之方向略與五月相同又十月至三月之間其向西之偏少於七月至十月所以春分至夏至之間針向北而進其餘夏至至春分之間皆是向西而退也

每日改變之數格留哈末於雍正二年初見之嗣後各處有人用器詳測之沙丙乃集英國四處屬地所設之星台久測每日所有改變之數而印於書內四處者北亞美利加土蘭多曾測三年也奧地利亞何白頓曾測五年也好望角曾測五年也生黑里那曾測三年也因知日間之偏差皆多於夜間而每日之同時內則偏差恆略同而有小差偏差極多之時不在太陽極高之時亦不在午後極熱之時而在日出後一小時至二小時約辰初至巳初也惟土蘭多地則更早而在卯正至辰正又自午正至未正偏差又增大至與辰正略等何白頓與生得利那二處同時亦有偏差二次增大

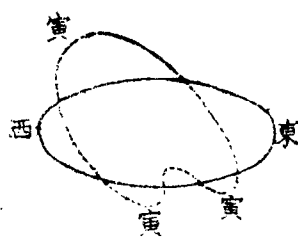
英國愛爾蘭島之得布令星台官陸以得每日夜每二小時觀偏差改變之數知一年內每日改變之中數得指南針之北極自早晨稍向東至辰初而向東極多自辰初漸向西至未初十分而向西極多後自未初十分漸向東至

亥正而向東極多各日所改之中數爲九分八秒夏時辰初變改之數更多而午後無極多之時因針之北極自戌初至辰初俱向東動也但冬令則易見午後極多之時而早晨不見極多之時因針之北極俱向西而動至已初而動慢再後仍向西動而至偏西極多此極多之時周年各日俱略在同時而夏令每日所偏之極多十三分七秒冬令每日所偏之極多七分二秒

地球吸鐵氣之赤道 第八十節

地球吸鐵氣之赤道成亂形之線與地球自轉之赤道有四交點如第一百七圖實線爲地球自轉之赤道如東西虛線爲吸鐵氣之赤道如寅寅寅交點有四可知必另有吸鐵大力而混亂也

第一百七圖



法國人杜不來之書內云地球吸鐵氣赤道與地球自轉赤道祇在對面二點相交一在大西洋一在太平洋略在法國京都經線之平面內在海島散列之處地球吸鐵赤道稍離地球自轉赤道海島更多之處相離更甚陸地之處相離極多南北兩半球皆然又云地球吸鐵氣赤道南北二半線之式比昔時所意想者更相配

在地球吸鐵氣赤道之處指極針與地面平行向南北則斜度皆漸增大韓司典所作之地圖內有等斜度之各緯線略與地球吸鐵氣赤道平行至六十緯度而止過此緯度則繞地球吸鐵氣之北極而彎陸士試得地球吸鐵氣北極在北緯七十度五分十七秒固林爲志西經九十六度四十五分四十八秒此處指極針之斜八十九度五十九分與直立差一分而已若依地球吸鐵氣赤道推算地球吸鐵氣北極則當在西經二十五度北緯七十六度三十分與地球自轉北極相距十三度三十分也但自各處所測者知非如此而自各處所見之斜度及所見斜度變改之數可知各處各有吸鐵軸吸鐵極吸鐵赤道

地球吸鐵氣之濃淡 第八十一節

指南針以重心爲懸點南北兩半之吸鐵力相等者將針轉過而放之則搖動而每次之動路減小漸減而至停此因針之兩半同受地球之吸鐵力使強合地球吸鐵氣經線故針之吸鐵力愈大則搖動之數愈少針停於經線愈速略與地心力動之擺相同針內之吸鐵力與若干時內動數之平方有比
指極針合於吸鐵經線而上下搖動亦同此理設在地球自轉赤道處一秒動二十四次他處二十五次則二處吸

鐵力之濃比若二十五之平方與二十四之平方比即六百二十五與五百七十六比即一〇八五與一比針若移至地球各處則各處吸鐵氣之濃俱可依其動數定之

各處吸鐵氣之濃每日每月有變改與指南針偏差指極針斜差相同喊司頓見每日淡時在巳正至午初濃時五月內在申正至戌初六月內在戌初每年之十二月極濃

六月極淡每月之改變在十二月與六月最多因地球在最高最卑點時也在三月與九月最少因地球在春分秋

分點時也每日之變改在冬令最多在夏令極少一年極濃與極淡之較爲〇〇三五九哈司頓又考知歐羅巴各

國吸鐵氣逐日漸淡歐洲北邊與東邊比南邊與西邊漸淡更多意因亞細亞洲北邊之吸鐵氣北極漸移向東也

自沙丙等所考知二半球各有二大濃之心諸等吸鐵力處相連之線繞此二心成卵形圓線惟二半球內之二心

非等力也北半球大濃之心在亞美利加近於黑德生海灣之西南岸略北緯五十二度十九分濃略爲一八八北

半球小濃之心在色皮利亞即俄國東方在中國之北固林爲志

東經一百二十度濃爲一七六南半球大濃之心陸司干道光二十年至二十三年測得在固林爲志東經一百三

十四度南黃極圈之稍北南半球小濃之心沙丙云在西

經一百三十度北亞美利加之內勒夫來推算大濃心處之吸鐵力率得十三九喊司頓與杜格推算在色皮利亞小濃處之吸鐵力率得十三三又山黑利捺即小濃線內極小濃之點其數爲六四而倫頓之濃爲十〇三一此各數所爲一之數爲引一釐重一秒時行一英尺

吸鐵氣亂流 第八十二節

嘉慶十一年亨波彼在布魯士京都見指南針亂動知必因吸鐵氣亂流而成嗣後講求吸鐵氣之人精考而徵之嘉慶二十三年在寬四十七經度之地面內同時各處之指南針亂動又道光二十一年九月二十五日在土倫多與好望角壤地利國不留格與中國澳門同時俱有吸鐵氣亂流又在反低門地西西里瑞顛國烏步沙辣亦同時有之吸鐵氣亂流之時恒有北曉與電氣亂流電氣亂流即地面有電氣行過也有時電報能收之而亂報信

考究吸鐵氣之人意謂吸鐵氣亂流之源在乎太陽特所之地博物士失窪皮細觀太陽約四十年所見發出之黑斑盡記於簿中約每十年有一極多黑斑之時在道光二十八年與咸豐九年簿中記黑斑極多沙丙在土倫多見吸鐵氣極大亂動時在道光二十八年紀和之地所記吸鐵氣極大亂動時在咸豐九年司低阿特云有一次曾見

太陽亂吸鐵氣咸豐九年八月初四日天文家賈令敦與
好者孫二人同時各在一處觀太陽面之大光斑至午初
一刻見大光斑內忽發極光之星行過大光斑之面甚速
後賈令敦往紀和星台觀照相法自記指南針搖動之器
知正在發光星之時吸鐵氣有亂動

太陽之黑斑與吸鐵氣亂動之相關人未能定司低烏特
云恐諸曜不能有向心攝力之相關而尙有別相關其理
玄奧今人意想不到

電學卷三 論生物電氣

英國瑞挨德著

英國 傅蘭雅 口譯

無錫 徐建寅 筆述

賈法尼考得動物電氣 第八十三節

乾隆五十五年步路捺地之醫生賈法尼家見已死之田雞發動為知動物電氣之端倪

賈法尼嘗有事外出其妻買田雞剥皮而將作羹偶有小刀切於田雞腿之腦筋其學徒適將相近處之摩電氣器轉動乃見田雞之腿忽然亂動甚猛

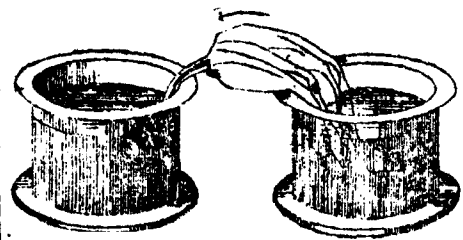
由翁云已死田雞之腿能亂動乃附電氣之理也

拉得捺云賈法尼精究動物之各理歸而聞妻此言以為前人未知之動物新理遂將田雞之腿及下半身分開使脊髓外露將紅銅鈎鈎住脊骨之一塊而挂於房屋前之鍊欄杆即見腿亂動因甚詫異知必有別理

步路捺之博物會存有書稿可知印書之前二十年賈法尼已試田雞能伸縮之理謂田雞之筋縮因回發電氣又有書論鬆空氣能傳電氣而發光之理知賈法尼先已略明電氣之理雖見磨電氣器發光星及田雞腿亂動之事以為詫異亦不可謂其不明電氣之理也蓋深電學之人初見如此亦必詫異也

賈法尼之書第三卷論試金類電氣係乾隆五十一年九月二十日親筆所寫之原稿內云用紅銅鈎挂田雞於鐵

第一百八圖



欄杆以摩電氣器在近處搖轉田雞之腿能伸縮又以二不同金類相連而成弧一端切田雞之腦筋一端切田雞之動筋腿亦伸縮且云用二不同金類相連成弧比用一金類成弧使田雞之動更靈又以田雞脊骨之腦筋置於水杯內而腿置於另水杯內如第一百八圖再以金類弧連二杯之水腿亦伸縮

賈法尼動物電氣之理 第八十四節

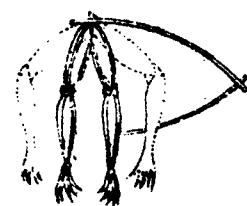
賈法尼謂動物另容一種電氣名為動物電氣積於動筋之中亦有正負而專為腦筋所放故用金類弧相切而動筋能縮即金類弧放電氣之故也又云動筋之能縮因腦隨之電氣有改變而由腦筋傳至動筋也

試動物電氣之法 第八十五節

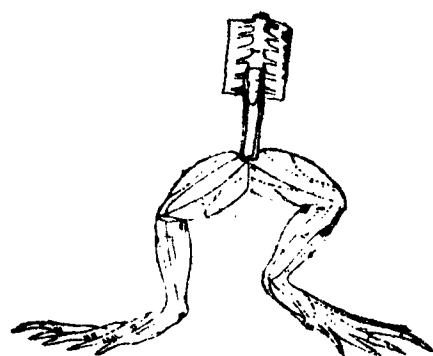
割田雞之二腿使脊骨處有腦筋相連如第一百九圖用紅銅絲與鋅絲相交鐸連而一端切於脊骨之腦筋一端切於腿之動筋其腿即動賈法尼割田雞之法以刀割活田雞之腰間止留後腿與胯骨與脊髓之一端剥去其皮

再將剪刀剪去脊髓與胯骨間二處如第一百十圖如此

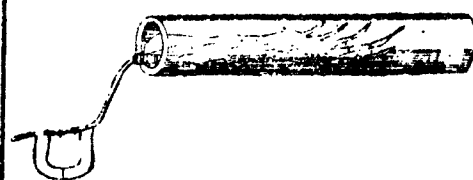
第一百九圖



第一百十圖



第一百十一圖



則電氣可獨自腦筋流過也若再在胯骨處去其一腿之動筋而留其腦筋並胯骨處脊骨之一塊將所餘之一腿安於外敷漆之玻璃管內如第一百十一圖則能現有電氣傳過手執玻璃管之端而發電氣物之二極切於腦筋其腿即縮另用二濕紙置於發電氣二極與腦筋之間使不致為切於二極而有相磨之動

弗打考得電氣之理 第八十六節

弗打初試賈法尼之法先以電氣傳過田雞知其能動用金類弧兩端切於田雞腦筋之二點知其動筋能縮又用金類弧切於人目腦筋之外有時能覺有光切於舌能覺有味所以想凡動筋之縮皆因腦筋受所感也腦髓受感或能使五官有覺或能使動筋收縮後又思得金類弧能感動腦筋必金類弧之發電氣也又謂不同之能傳二質

相切發電氣如有第三質相切則放電氣

或云用一種金類作弧亦能發電氣亦能感動田雞之腦筋弗打謂此係弧之兩端稍異如一熱一冷或一光滑一粗毛故能發電氣也賈法尼亨波得阿地巴三人云不用金類弧而將田雞腿彎之至與脊髓相切亦可使其動筋收縮弗打云田雞之腦筋與動筋有二種金類之意即此理之據也

弗打所謂不同二種金類相切而發電氣僅是空言究無實據至嘉慶元年八月始以二種金類相切作弗打發電氣堆其理傳至各處凡有相關之各學俱得其大益賈法尼等再不敢言動物電氣矣

馬士細考動物電氣 第八十七節

動物之動筋自有電氣可以試之將刀割田雞之動筋成孔而如前法割出其腦筋入於所割動筋之孔內以腦筋之端切於孔底又一處切於孔口其腿即縮知自發氣也又有數種禽獸死後多時試之亦有電氣惟其電氣已絕之後則無法能加入寒血與煖血之動物皆然

馬士細作動物動筋之發電氣器能使測電氣之針偏動將田雞五六隻依賈法尼之法割之慎勿傷其動筋割斷其臀使前後各田雞之割面向一方向而前之內面與後

之外面相切一極通至動筋之內面一極通至動筋之外面電氣自動筋之內向外傳行連二極於測器得針之偏動十五度二十度三十度至六十度與田雞之數有比田雞壯大者用二隻能使偏二度至四度四隻能使偏六度至八度六隻能偏十度至十二度餘類推

蟾魚等物及鴿小鷄羊牛等物之動筋割之成片俱能發電氣可知各種種物殺後不久將動筋之內面連至外面皆能發電氣所用塊數愈多電氣力愈大惟動物愈笨則動筋之電氣愈濃死後有電氣之時愈久試將兔鴿田雞之動筋各八塊各自相連則免者能使測器之針偏八度鴿者偏十四度田雞者偏二十二度免者一小時後已不偏鴿者一小時後尚偏二三度田雞者一小時後尚偏八度至十度二十四小時後尚偏二三度

動物動筋之發電氣器無論置於空氣或養氣或極鬆之空氣或炭養氣或輕氣之內其電氣之力相同在輕氣內測器針之偏度數小時不改變馬士細謂動筋在無論何氣內電氣力相同者緣發電氣之源在乎動筋之原質常有變化也故殺牲取血分出定質以同法試之絕無電氣馬士細又將田雞依式割之

如前第一百二十八圖之式

以其脊髓置於一小水杯內腿置於又一小水杯內再以測器連至此二

水杯知電氣自足向頭傳過用數田雞置於難傳電氣之面如第一百十二圖使後田雞之腦筋通至前田雞之腿

第一百二十八圖



而連於測器則針能偏動各田雞之腿即縮所現電氣力頗濃加以增

電氣器使能化分物質

將前式田雞之脊髓與前腿之動筋相切則自縮以測器之一極切於後腿一極切於前腿則電氣自後腿傳至前腿而亦有電氣自一腿傳過腿筋至第二腿

馬士細屢試而得三理

一田雞所發之電氣自一腿傳至脊髓與脊骨

二使二腿相切則此腿內有彼腿之電氣傳過

三用測器試田雞之電氣所得者為二腿彼此阻傳電氣之和

馬士細試田雞之身所發之電氣及電氣之濃淡與身內各分體相關得三理

一田雞身內自發電氣之濃及傳過之方向與脊筋及脊骨之動筋內不相關無此二物電氣之濃及方向仍同去其前腿動筋所能見之腦筋亦仍有電氣傳過
二電氣係在腿之上下二節之動筋內所發

三田雞不去脊筋與脊腦筋及過動筋之各分腦筋而餘如前法爲之則此各腦筋亦能發電氣與上腿之動筋同

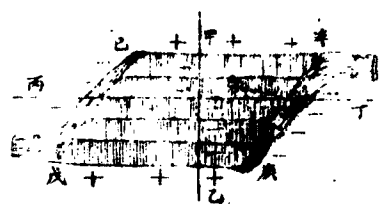
來門得所試電氣 第八十八節

來門得云無論何種動物或寒血或煖血皆自有電氣傳過可試而知之有向前而行者與田雞腿內之電氣相同亦有向下而行者與田雞腿內之電氣相反但各同類之各物同此一腿則電氣之濃淡與方向各相同一物之各腿則電氣之濃淡不同

來門得謂動物之腦筋動筋等之各質點同能發電氣即相同之質內自能發出不必如弗打之說兩不同之動物質點切而發也如將動物之動筋與肉相連則電氣傳行之方向常依動筋與測器相連之法

來門得分割動筋之剖面有二種一爲直剖面順動筋之質紋剖之二爲橫剖面橫動筋之質紋剖之剖面有人所割成者有自然成者如第一百十三圖甲乙爲人所割成

第一百十三圖



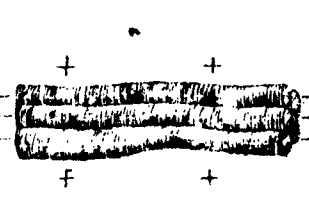
之橫剖面丙丁爲人所割成之直剖面

自然成之橫剖面爲各質紋之原端外有膜蓋之此端與筋帶相連相連之處如戊己與庚辛而難傳電氣自然成之直剖面爲自第一自然成橫剖面至第二自然成之橫剖面之外面也與連於筋帶之皮不相關其色似紅銅如己辛戊庚

動筋傳行電氣之例動筋內第一自然成或割成之直剖面與第二自然成或割成之橫剖面內之任何點爲相配之正電氣

動筋之電氣或向上而行或向下而行俱依二橫剖之上面或下面與測器之一極相切而直剖面與他極點相切也依此則動筋雖極小之分必有電氣傳行與全動筋或

第一百十四圖



大塊動筋相同動筋雖小至僅有數原質紋亦然如第一百十四圖乃來門得所試動筋極小之分傳行之電氣圖內之各條爲動筋之質紋放大七十五倍者來門得

試腦筋亦有傳行之電氣與動筋相同腦筋與動筋原以生物之理相連而所傳行之電氣因動筋所發其腦筋不易傳電氣故腦筋之本電氣不傳至動筋也

以上所考雖極精細亦向易誤必慎勿使所用水內之鹽

類質與動物內之流質有化合化分有則另發電氣而亂矣馬士細所用之測器兩極用鋅板而漬透水銀浸於鋅養硫養之濃水內易傳電氣而遇動物質不能有變化來門得將所試之動筋或腦筋安於多層薄生紙之上其紙先浸鹽類水而切於測器之鉑極所浸之器之邊動物與濕紙之間隔以濕膀胱一小塊膀胱塊浸蛋白以濕之則鹽類水與動物內之流質不能有變化而電氣仍能傳過每試一次所用之兩濕紙墊有第三濕紙墊連之使電氣仍易傳而鉑極若已成對極之狀則兩極彼此能相滅

動筋縮時所現 第八十九節

將田雞如前法爲之使相連之腦筋與他田雞之腿相切二田雞皆不通地以化電氣之兩極連至一田雞脊骨之動筋則此動筋能縮而又一田雞之腿亦能縮又用鋒利之刀刮脊骨之腦筋則第一田雞之腿能縮而第二田雞之腿亦縮用兔試之亦同馬士細用田雞腿之腦筋切于活兔腿之動筋用化電氣使兔之腿縮而田雞之腿亦縮若以難傳電氣之物隔於動筋與腦筋之間則第二田雞之腿不能縮若用薄生紙隔之則第二田雞之腿仍能縮可見此非腦筋動而使腿縮也

白格路謂田雞腿縮之時腿之腦筋切動筋之處自發電

氣來門得則謂動筋直剖面內之某點有易傳物連於橫剖面之某點則有電氣自橫剖面傳至直剖面故可知電氣不特四肢之各動筋所發而動筋之各質紋亦能發田雞動筋之橫剖面與直剖面任何連於腿之腦筋則腦筋必有電氣自直剖面傳至橫剖面腦筋初相切之時腿之動筋即縮久切而電氣傳過腦筋時動筋再不縮斷電氣時則再縮不特相切相離之時動筋能縮其所傳之電氣濃淡忽改亦能縮依此論馬士細所試得者知腿之腦筋切動筋電氣傳過腦筋動筋亦連縮多次每縮一次電氣減小所縮之多少與發之電氣多少有比與馬士細之理合馬士細云來門得之說腦筋與動筋不切於二處法國京都之博物士信之

電氣感動動物之五官 第九十節

電氣獨遇動物五官之腦筋則不感動其動筋與聲色味等之感動五官相同弗打試用化電氣之一極切於人之眼球或眼皮一極切於舌雖電氣極淡不能使眼之動筋收使縮亦能覺有光知僅感動視官之腦筋也又用化電氣傳過二耳覺有嘶嘶之音至電氣斷而止弗打謂爲初傳電氣之時能覺有音在負極更大素沙試得以電氣傳過人舌能覺有味用

鋅片在舌之下面銀片在舌之上面以銅絲連二片舌覺有酸若將二板之上下舌覺有碱此二片所發電氣極淡必非化芥人涎所含之鹽類而有味也弗打又試在手中執錫板內盛淡碱類水以舌之下面切此水覺有酸味可知舌所覺皆非碱類之味而是電氣感動舌內嘗官之腦筋而覺味也總之電氣傳過五官之腦筋必感動之而使有所覺

電氣若傳過活動物或初殺動物心內之腦筋心與肺即動惟傳電氣後不即動必少待而動斷電氣後動不即止亦少待而後止又加碱類或加熱或擦磨亦能感動腦筋與電氣相同

動物動筋縮時發電氣 第九十一節

動物之電氣即自動筋內所發則動物身內必常有電氣傳行將動筋之橫剖面與直剖面相連即發電氣可知身內自有傳行之電氣也前法所試測器所顯數乃全身電氣之小分來門得將活田雞二腿各置於盛鹽水之杯內二杯連至測器按奴比利之說田雞之電氣自腿向上傳行則二腿之電氣必在二腿相連之處彼此相滅故測器無所現若一腿之電氣減小而一腿之電氣不減小則不減小者必使測器之針偏來門得將田雞一腿之動筋割

斷使不能動再使食毒藥即馬前使大振動則未割斷動筋之腿其動甚猛動筋傳行之電氣因而減小則測器能顯他腿傳行之電氣矣

來門得又自試之以左右手之食指各浸於鹽水杯內不割斷動筋左手不動而右手之動筋伸縮甚猛見測器之針能偏又右手不動而左手伸縮甚猛見測器之針亦偏而與前反電氣常自伸縮之手傳行至肩因不動之手電氣原大於動之手故不動之手電氣之方向自肩至手內

電魚 第九十二節

動物體內有能多發電氣而擊他物以護身者電魚是也此魚西國自古而知之名托比杜古人里與阿比安之書論之產於地中海與英國海大者重十八磅至二十磅



第一百十五圖

雌者狀如第一百十五圖乙為胸所剖下之皮甲為發電氣之處丁為魚口如新月形戊為腮共五孔庚庚為各前橫骨辛辛為大旁翅之外邊壬為內邊近於發電氣處丑為肚寅寅為後橫骨之處此為單骨與脊骨相連又托住二小旁翅卯卯辰為糞門已為尾翅發電氣每器長約五寸前端闊三寸後端闊半寸器內各件為柱形自體之小面起至上面止其長依所在處

魚身之厚而異最長者一寸半最短者四分寸之一徑約十分寸之二各件爲六不等邊形或五不等邊形有時略爲方形或圓形英國人恒達考此種魚一尾左右兩邊各柱形有四百七十件又有人考甚大之魚長四尺半重七十三磅左右二邊各有柱形一千一百八十二件長一寸之柱內分隔爲一百五十分

欲令魚發電氣必先用法挑致之發電氣之時翅自震動甚速人以指切其身即受其電氣矣其發電氣雖能極速而久惟置於金類板上以板切於魚之發電氣處人執此板則魚翅動雖速手中不覺有電氣必以手徑切於魚之發電氣處始可覺有電氣故魚之電氣不能傳過他物而再擊物也

魚所發之電氣能使鋼針變有吸鐵性又能發熱亦能化分物質

馬士細曾試得三例一例魚內發電氣處之後面爲前面之正電氣二例背面傳過發電氣處腦筋之各點爲背面他點之正電氣三例發電氣處前面所有通至腦筋之外各點爲前面別點之負電氣

魚類名記麥奴脫司類者亞非利加與亞美利加熱地有之記麥奴脫司類之內有魚一種能發電氣形略似蟾皮

平滑無鱗凡發電氣之魚無鱗發電氣之器有不同之料層層相間中多腦筋割去此物魚仍能活而無害若發電氣過多魚體即軟弱久而死

恒達所作之記麥奴脫司電魚圖如第一百十六圖英國

第一百十六圖



第一百十七圖



格致院內所養之此種魚如第一百十七圖恒達之圖內皮已割去可見內體甲爲頭之下面

圖之孔乙爲糞門戊爲背面留皮之處庚庚爲魚下之長翅戊戊爲魚之外旁動筋丑爲未割去之動筋己己爲大發電氣器辛辛爲小發電氣器寅寅寅爲分隔大小發電氣器之皮卯爲已割去此皮之處發電氣器爲全魚體三分之一兩發電氣器上端有背內之動筋分隔當中有浮泡分隔下端有皮分隔

大小發電氣器用二物所成一爲平板一爲薄板薄板橫分於平板平板之方向自魚頭至尾闊約等於魚之半徑而長不等有等於魚全體之長者薄板橫分平板自平板之前至後俱極齊整每寸約有二百四十薄板

此魚之發電氣能自主某處要緊即將其發器之電氣向某處放之二人以手相接而一人用手切魚有時二人同覺有電氣有時電力雖極大亦僅切魚之人覺有電氣英國有格致院蓄此魚一大尾已活多年無病法辣待曾往試之得四事如左至道光二十二年三月一血管忽破而死

一擊物人以一手切於近頭之處一手切於近尾之處覺受力甚大與多連之來頓瓶放淡電氣相似此魚每次放電氣之力甚大且能連放二三次每次間之時甚小每放電氣一次其力常略等於十五來頓瓶瓶內外錫箔共三千五百平方寸者

二火星用玻璃空球上下有銅帽以一紅銅絲通過上冒入球內端連金箔又一銅絲通過下冒入球內端連黃銅球金箔與球幾相切而不切挑致其魚使放電氣傳過銅絲則金箔為球所引而有火星

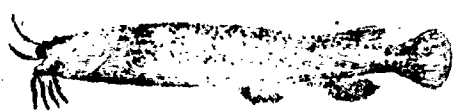
三化分以鉀碘消化於水用紙三四層浸濕夾於鉑片與鉑絲端之中鉑片通至魚之一面鉑絲通至魚之彼面鉀碘即化分知魚體中之前半各處為負電氣後半各處為正電氣

四吸鍊使魚所發電氣傳過測器則針偏至三十度若自

前半傳過測器而至後半體則針常向一邊而偏又用蠟絲包之細銅絲繞於鵝毛管外管內置鋼針針變有吸鐵性屢次試之觀針之極即知電氣自魚首傳至魚尾多人之手同時置於養此魚之大盆之水內魚發電氣各人受之力有大小可知魚發電氣之時周圍能傳電氣之體所受之力約似吸鍊曲線之式記麥奴脫司魚繞行他魚成圈而發電氣以他魚為圈之徑能擊之致死即食之此即其覓食之法也

細路路司電魚如第一百十八圖在阿非利加色未加勒知而與內辣各河內長約二十寸將此置於一手而第二

第一百十八圖



手執金類切之覺有電氣其發電氣之器比他魚為簡脫得辣頓電魚產于即利海島脫利荷亞路司電魚產印度又他處亦產電魚尚未詳考

植物電氣 第九十三節

華得門曾試植物電氣兩年得七要植物各件內有傳行之電氣而舊皮等難傳之物則無一也植物春夏秋冬各時或斫下之塊而未乾者皆有傳行之電氣二也植物之

根或身或枝或葉或果蒂或花蒂俱有電氣在內則向下傳行在外則向上傳行三也植物身之外層木與內層皮周圍相切之處有電氣向左右傳行四也葉內各層之體至筋內如自葉至葉根之間有電氣傳行五也花內電氣力甚小甜味之果並數穀類電氣易見果內電氣多自外面傳至相近之內其力在四季有大小春令樹汁極多時電氣亦極多六也植物有電氣傳行至土內如將不相連之兩植物中連以測器知有電氣傳過七也

彼格路証此而又考得自木之軟心有電氣傳行至皮可知生長植物之地地面恆存餘正電氣而樹皮並木恆存餘負電氣此電氣隨植物所呼之氣而至空氣又因植物與地面之電氣不同類可知熱地花草樹木極茂之處必與空氣電氣有相關

花之橘皮色者多能發光閃在熱天日初落後見之色華司苟詳細考之知英國七月八月內見者更多又見一花能連放光閃數次

步以來試植物之電氣知空氣之電氣幾分自植物生長之時所發試法將十二玻璃盆列成二行於桌上桌面先敷格末辣格漆一層各盆之徑俱約八寸自口向下深約二寸亦敷辣克漆一層盆內盛爛植物所成之土用銅絲

自一盆中之土內過盆邊至他盆之邊亦至盆中之土內十二盆之內面與爛植物之土相連略同於一體首盆連於增電氣器之上板末盆通地

試時天氣甚乾將多穀種於各盆內房不開門亦無燈無光亮無容電氣之體第一日與第二日穀腫大而發小芽長約十分之一未出土面第三日芽出土面成小葉向窗戶斜迤試增電氣器知容滿正電氣故知各種子發芽之時所放之炭養氣容正電氣與燒物時發之炭養氣相同試之數次各次皆然若天氣非極乾則不能見故必在房內置收水之料始可見之自所試而知生長草木之面積一千平方尺所發電氣足容滿大力之來頓瓶

電學卷四 論化電氣

英國瑞埃德著

英國 傅蘭雅 口譯
無錫 徐建寅 筆述

第一章論發化電氣之器

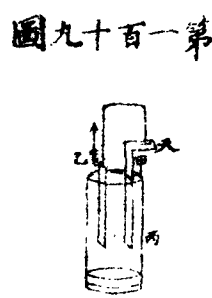
弗打初試 第九十四節

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九十九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之電氣也英國之電氣學家周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化合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為連於鋅板之圓板所引如用發器之正極切之則其金箔必為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



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管如丙將生氫一塊浸以鉀

碘水安於鉑板之端如天以淡硝強水或淡硫強水或淡

鉀養水加入玻璃管內則天點之鉀碘速即化分鉑絲之

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

傳行使水化分若用鋅與鉑相連而發電氣循環傳傳則

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大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即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

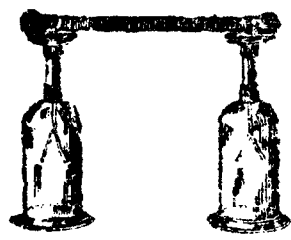
器張開鋅端有正電氣銅端有負電氣若二手浸水而後切於兩端之板能覺電氣之力將其二線相切能見小火星若將紙或布先浸濕鹽水而夾於板中如前試之則人身覺震動所發火星亦更大其鹽水化分而電氣之數增多也惟顯器金箔張開之多少在乎電氣之濃淡

乾電氣堆 第九十五節

得路格初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即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鉛絲一段徑五千分

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
此堆之性與摩器收箭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即增大鉅端為正銀銅
端為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
箔即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鉗端或銀端
與銅端迭更連於顯器之金箔必恒來往將兩端連至顯

第一二百一十一圖



第一二百一十二圖



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

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鉍皮
一面上極細之鉍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

鉍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
少許水內養氣與鉍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鉍漸消壞也此堆
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即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暖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候之數日力仍能復

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於效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
他力所變而似乎變為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為質內之變化仍其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即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為二金類之質點在相切時其性或形能改變則為變化之理而非相切之理矣又依相切之理其二金類一為正電氣一為負電氣當中所發之電氣為二種電氣彼此相減既是相減何能重有總之相切之理以為有正負電氣彼此相敵而後知其理尚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不嘗見有此蓋凡有發力必費原力也

化電氣簡器 第九十七節

第一二百三十三圖



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

第一一百二十四圖



電氣力不濃久之而力幾無乃鉀片之面結鉀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鉀面所結之鉀養爲強水所消化而面常淨水即更易化分也故知其鉀與養化合始發電氣乃自鉀面傳至水內傳至鉀片傳至過金類絲回至鉀片如箭之方向加以硫強水者則有成鉀養硫養消化於水內加以鹽強水者則成鉀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鉀板鉀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鉀片先浸於淡硫強水內取出搯透水銀再浸淡硫強水而不與鉀片相連則不能消化若與鉀片相連則見鉀片之面速發多水泡如鉀片大有變化者而鉀片之面則寂然不見此水泡爲輕氣實自鉀面之變所發不見於鉀面而反見於鉀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鉀片傳至鉀片則其間之各質

點盡皆變化故輕氣亦自鉀片由水逐點遞傳至鉀片也若用淡硫強水則其質爲輕養硫養電氣能傳之時切於鉀片者即變化而硫養及養即與鉀化合成鉀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鉀面不能與鉀化合必留於鉀面成泡可用下式明之

電氣不傳之時質點之次序爲

鉀 輕養硫養 輕養硫養 輕養硫養 以至鉀面

電氣能傳之時質點之次序爲

鉀養硫養 輕養硫養 輕養硫養 以至輕與鉀面

輕氣雖遞傳而過而鉀鉀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即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即向前移一步如此逐質傳行至末而輕氣質點遇鉀片而無養氣化合乃留於鉀面積成小泡浮至水面而散焉

連鉑片與鉍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鉍
片之鉑片有輕氣泡一層此亦由鉍片發電氣而傳過強
水至鉑片即由金類絲傳過輕碘水而回至鉍片輕碘之
輕氣亦行相同之路而留於連鉍之鉑片

作發電氣器不必用二種金類而用二種流質亦可發電
氣如鉍片連於匣中至二邊而分隔匣為二腔使不漏一
腔內盛淡強水一腔內盛食鹽水或不用一種金類不用
二種流質亦可發電氣如鉍片之二面粗毛與光滑不同
平常之鉍含鐵約百分之一鐵與鉍非化合而是相和故
浸於淡硫強水內鐵與鉍之質點自成發電氣兩極使其
中之強水為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

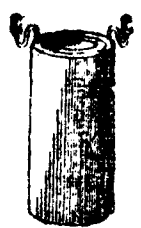
兩種金類同浸於強水或鹽水內其一種金類若與水內
一原質之愛力愈大則又一種金類愈不能為水所消化
如將鉍與紅銅相連同浸於強水內則較諸各獨浸於強
水內者鉍之變化甚多紅銅之變化甚少故紅銅皮若獨
浸於海水內則極易消化而成銅綠若與鉍相連而浸於
海水內則銅不變化而獨有鉍變化矣兌飛知此必有益

於製造意用少鉍能保多紅銅不壞故試用少鉍釘於
紅銅面四十或五十平方寸久浸於海水果能不銹壞又
試用鉍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鉍或
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鉍自四十分
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
之弊故用鉍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

圖五十二百一第



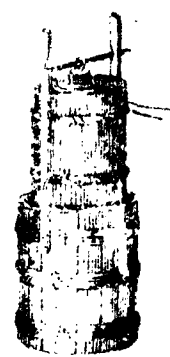
圓筒底相連不漏另有鉍管徑大於
內層而小於外層安於二層之間軟
木墊之上使不切於銅筒鉛管與銅

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

圖六十二百一第

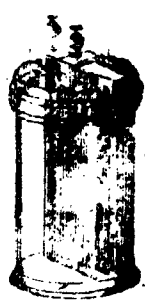


各一層各長六十尺闊二尺二層相疊而中夾毛繩使不相切將二層同捲成

柱形挂於桶內以輓轆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

圖七十二百一第



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

鍍鉑之法以玻璃甯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搗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

將此挂於甯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甯內盛

第一百二十八圖



生瓦甯瓦甯內盛搗透水銀之鋅條不與瓦甯相切紅銅甯內滿盛極濃

銅養硫養水另以少許硫強水生瓦甯內盛淡硫強水紅銅甯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甯相連即發電氣而瓦甯內之水所化分之輕氣即過瓦甯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甯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經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箒。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。瓦箒之用。所以阻二種流質相合。然銅養硫養水入亦多流入瓦箒之內。故瓦箒之容積當大於銅箒之容積。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。用永養硫養代銅養硫養。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。

第一百二十九圖



第一百三十圖



五顧路硝強水之器。如第一百二十九圖。人爲鋅管兩端皆通而中開。安於玻璃箒或養箒內。鉑片大而摺疊。如第一百三十圖。安於生瓦箒內。箒內盛硝強水。發電氣時。輕氣過瓦箒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。電氣傳過瓦箒。可用下或明之。丁丁爲瓦箒面右邊之括弧。爲未發電氣時之位置。左邊之括弧。爲已發電氣時之位置。

鉑 輕淡養 養 輕 養硫養 輕 養硫養 鋅

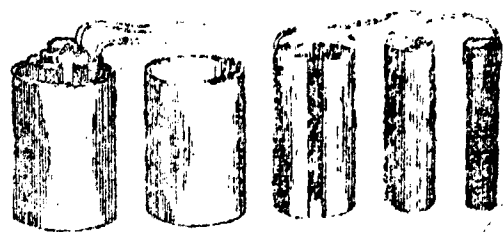
鉑 輕淡養 養 輕 養硫養 輕 養硫養 鋅

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。鋅與銅之發電氣器。所發電氣之力。等於養與鋅之愛力。減養與銅之愛力。但尼里之器。所發電氣之力。等於養與鋅之愛力。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。等於養與鋅之愛力。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。至粘結成。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
鉛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
用鹽水或鉀綠水代硫強水

發化電氣多連之器 第一百節

一弗打初初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
面擦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

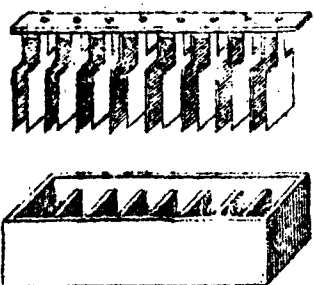
第一百三十三圖



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

三巴丙登之器如第一百三十四圖用銅片與鋅片約方
四寸成對而有一點鋅連常用瓦箱分爲十腔或十二腔

第一百三十四圖



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

四胡拉司登之器如第一百三十五圖銅板彎摺以對鋅
板之兩面申爲連板之木條乙乙爲鋅板丙丙爲銅

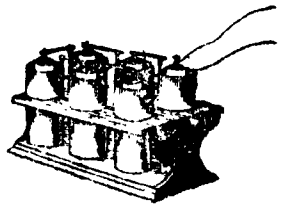
圖五十三百一第



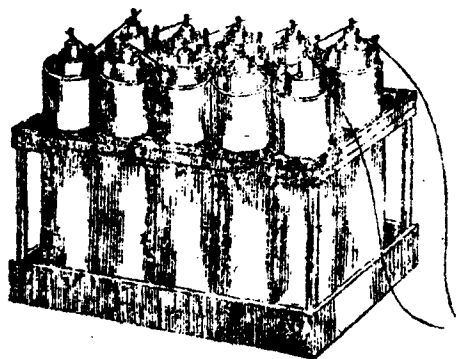
板用木或軟木在銅板梓板間使不相切作十箱或十二箱其電氣力大

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箱高六寸徑三寸半用三十箱已有大力大者用七十箱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鋅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

圖六十三百一第



圖七十三百一第

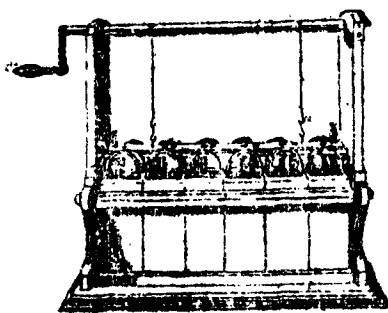


隔板分爲六腔箱與而板整塊內用生瓦板分隔爲二二邊與

下邊用灰相連於玻璃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

六司米之器如第一百三十八圖用六箱上用軸與搖柄將片起落十箱至十二箱者力已頗大用時慎勿使銅鉛

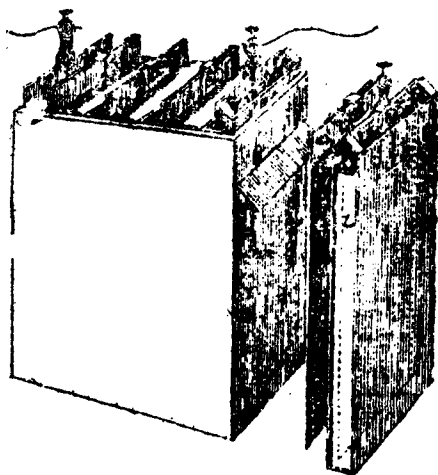
圖八十三百一第



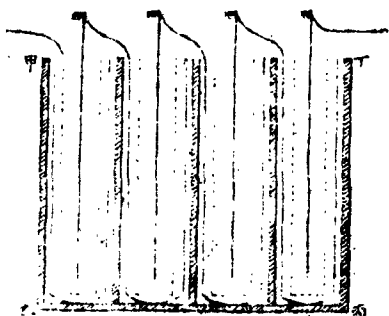
等金類之雜質入強水內恐結於銅片也同治元年博物院內有對也所造之此器鉗片易於取換而洗淨鉗片下端浸於汞杯內則鉗片能常漬汞而以紅銅條入此汞內連鉗片與鍍鉍之銀片紅銅條不切汞之處外

包象皮鉗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鉍之銀片近時炭精亦鍍鉍使輕氣更易放而多免減力之弊且不易污鍍鉍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

圖九十三百一第



圖十四百一第



百四十圖呬甲爲曲鉑片乙爲鉑片八生瓦器內丙亦爲鉑片用螺釘在甲點連於鉑片

試此器之五腔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五十五腔者鉑片闊二寸長四寸用炭尖成電氣火長一寸又四分之一能使數種金類燒而散用又試一百腔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銻硫能化分而燒甚光亮

八賈蘭之器用生鐵與銻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鉑板方四寸再有生鐵筭一百十筭內有瓦筭瓦筭內盛鉑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鉑板方六寸共生鐵筭五百七十七共面積二百方尺鉑板之面積九十九方尺各生鐵筭內盛濃硝強水十二分濃硫酸水十一分半各瓦筭內盛硫酸強水五分硝強水二分水分四十五分共用硝強水四十軋倫硫酸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即死觀其腹內胃已破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即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

強水浸鐵之變 第一百一節

鐵絲浸於以水較重一三五之硝強水內即被硝強水消化甚速若連於金或鉑則不能消化內將鉑或金在硝強水與鐵一切而即取出鐵亦不能消化另將鐵或鉑切之則鐵再能消化鐵絲加熱浸入硝強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強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鉍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即消化測器之針偏甚速

司根比作發電氣器用鉍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

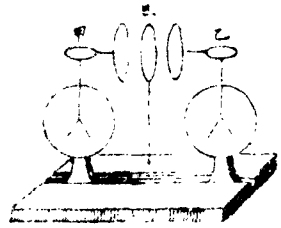
用銅板鉍板數百對相間排列於箱之各腔內腔內各盛清水能發極濃之電氣與摩電氣略同若傳至多連來頓瓶之內外皮則少頃而容電氣自來頓瓶略能連發電氣

不絕

顧路用銅板鉍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

賈西河得用紅銅管與鉍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鉍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鉍管之甲板有負電氣甲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

第一百四十一圖



發電氣器之銅絲雖未連已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面

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箇相連慎勿使不通地其八十箇安於第一盆上又八十箇安於第二盆上再用極細之測器一極連於第一盆之銻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箇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即偏鉀碘化分可知發電氣器各箇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箇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箇之銅絲未連已有對極之性一也用箇多對則電氣濃而銅絲端不相切能有光星附過空氣二也各箇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為多

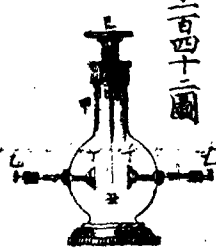
次放濃電氣而各次極速速至無窮四也所發之電氣自淡漸濃可測漸濃之時五也所能現之靜電氣為化分或化合之初基之據六也

發電氣箇之二極未連時已有濃電氣

第一百節

道光二十四年美國李里差特用顯器試化電氣器一箇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鉍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已板則金箔向乙圓板而引即連至鉍片之圓板也又將松香條磨擦而近已板則金箔向乙圓板而引即連至鉍片之圓板也

次發電氣器

第一百四十四節

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筩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

件之鉑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筩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

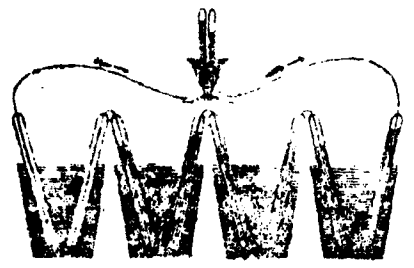
次發電氣器專欲發濃電氣則其件數與原發電氣器之件數必相配如次發電氣器有五件必用本生之器十五件惟尺寸可小也

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

第一四百三十四圖



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

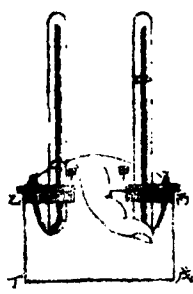
學之理輕氣在此養氣在彼傳過金箔顯器能使張合

管內用空氣或用炭養與淡氣或用養氣與淡氣皆不發
 電氣

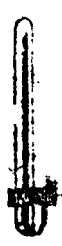
顧路後設一法可不換水而試各氣如第一百四十四圖

第一百四十五圖乙丙丁戊為長方玻璃箱或磁箱其管

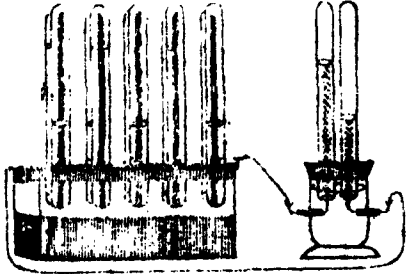
第一百四十四圖



第一百四十五圖



第一四百四十六圖



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

百四十六圖內盛養氣與輕氣而連於化分水之器又用

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

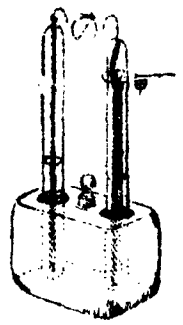
綠氣與炭養氣 用十管水能化分

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銘不傳

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錘燒
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愛
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鉑絲徑各
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為數小
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鉑板總連一銅絲各銅板
總連另一銅絲則發電氣之數相同

將紅銅板與搭連水銀之鉑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鉑面消去鉑若
干鉑面發出輕氣若干再將二板各分為四條每條闊一
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鉑板
總連于一銅絲則與前同時中銷去之鉑及鉑面發之
輕氣亦皆必與前同數可知四對板亦為單器也

四對板若不以此法相連而首對之鉑板連于二對之鉑
板二對之鉑板連于三對之鉑板末對之鉑板連于首對
之鉑板則消去之鉑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
四寸惟其電氣之動力加大故電氣之數雖與單器者之
相同而電氣之濃即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

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

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為電氣實有之動力即能發熱或吸鐵力或化分之力戊為電氣之原動力未為銅絲與水之阻力則

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

全傳電氣物無別物阻電氣則式為 $\frac{L}{A}$ 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 $\frac{L}{A} = \frac{L}{A} \times \frac{A}{A}$ 戊與銅絲之長有正比命銅絲之長為丑又戊與橫

剖面有反比命橫剖面為申則 $\frac{L}{A} = \frac{L}{A} \times \frac{A}{A}$ 式內將此二數代

戊與乙則 $\frac{L}{A} = \frac{L}{A} \times \frac{A}{A}$

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 $\frac{L}{A} = \frac{L}{A} \times \frac{A}{A}$ 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	銀抽成絲	熱三十度	熱三度	銀抽成絲	熱至二百十二度	能傳電氣之力
銀而硬	一〇〇〇〇	七二五	一〇〇〇〇	七二五	銀而硬	七二五	一〇〇〇〇
紅銅而硬	九九五	七〇二	九九五	七〇二	紅銅而硬	九九五	七〇二

金	抽成絲而硬	七七·九六	五五·〇九	七八·二一	七二·七〇	二八·三〇
鋅		二九·〇二	二〇·六七	二八·八九	七二·三三	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
鉛		一七·三三				
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	三二·四二
鉛		八·三二	五·八六	八·二八	七〇·九三	二九·六二
鉀		四·七六	三·三三	四·六五	六九·八八	三〇·二二
		四·六二	三·二六	四·五五	七〇·五四	二九·四六
鉍		一·二四五	〇·八七八	一·二二七	七〇·五一	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積與銅絲之橫剖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戊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

中寅卯
中寅卯

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

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

丑
申
又
申

因傳電氣質之阻力與為元之質傳電氣之阻力必相等

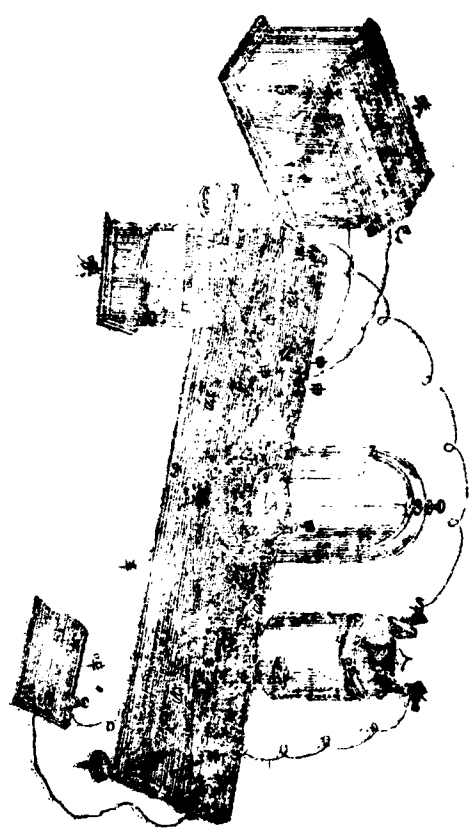
則得式爲

$\frac{乙}{丙} = \frac{甲}{丙}$ 卽

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已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已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已甲已丙二銅絲亦同法分斷其端亦另



圖一百一十

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

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

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已螺絲

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岐而自卯甲已卯丙已二銅絲傳行因其阻力相等故必各分傳電氣之半至已螺絲而相合而回發電氣器人

設在卯點電氣之濃爲十而在已點爲○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已與卯丙已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

器之功用卯甲已與卯丙已在卯與已相合故此二傳電

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已比若卯丙與丙已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

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即知二邊之阻力相等自己知之阻力可知此邊之物之阻力

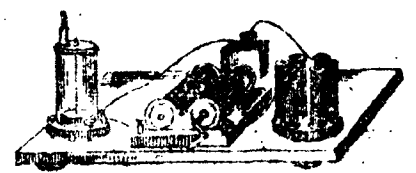
已知阻力之器有二種一名立何司塔得小阻力用之一名阻力圈大阻力用之二器俱是韋思敦所設今時常用此器測海內電報銅絲繩之阻力

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寸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寸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

常數即卯未卯未卯未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

知之數味相加即得利未利未利未利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

乘得利未利未利未利未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

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

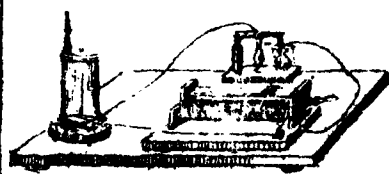
所有之轉數即發電氣器之電氣動

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

七十轉則二倍於前面兩者之電氣動力有一與二之比

第一五百五十圖



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

白客初設一器能免韋思敦器轉開轉緊之不便如第一

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為準

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

枚之一為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為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之二熱百分表十五五

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

第一五百一十圖



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秦京論其大略如左

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 丙未西 ①戊爲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爲 未戊 ②戊爲電

氣之動力俄末之式爲 丙酉 ③此式法辣待初得其據午爲

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來依各原指數化之則得未爲連數即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即尺數也

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○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即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即知路之阻力

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泰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即此二數之較也

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二十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

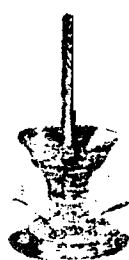
嘉慶五年臬果生與賈來勒考化電氣能化分物質初以水試之十一年兌飛著書論電氣化分之力十二年始能

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即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强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强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

第一百五十二圖



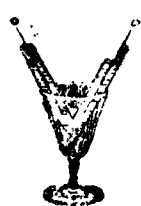
氣體積二倍有餘依化學之理水內輕氣與養氣之體積恰有二與一之比此所得輕氣二倍有餘者

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菜之水西名里低司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鉑片或鉑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一百五十四圖以電氣傳則已管內變紅而卯管內變綠久之而見鹽類內之本質自已管移至卯管而配質自卯管移至已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

第一百五十四圖



第一百五十五圖



二用玻璃箱內以生紙二三層分隔為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之硫强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恒結於連負極之物也

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

第一百五十六圖



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鉀養淡養試

其結成之質則知爲硫強水惟此硫強水不先過淡輕水不能清水內而淡淡輕爲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

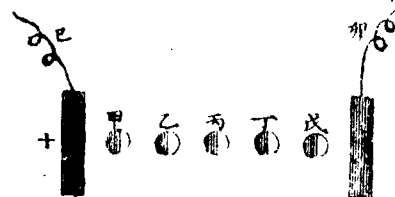
淡養水則有硝強水又將負極通至右杯清水之內而中杯盛硫強水或鹽強水或硝強水正極通至左杯而盛鈣養或鉀養或鈉養或淡輕或鎂養爲本質之鹽類水則碱類質亦過強水而至連於負極之清水內與強水過碱相同

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即養氣其白半爲正電氣質點即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

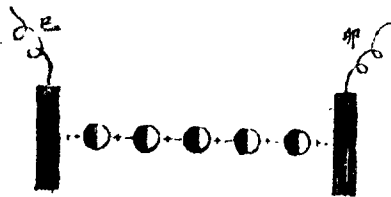
第一百五十七圖甲



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即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

第一百五十七圖乙



以水為傳電氣之極 第一百十六節

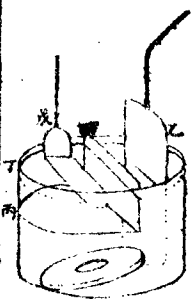
電氣傳過能化分之質至所分出之質點無別質點與之化合則化合必停而其質點乃結於傳電氣之極因獨有一質點與別質點不化合則亦不能化分也如不覺有電

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為何性與化分不相關而與質點現之形有相關

法辣待曾試過空氣為傳電氣之極前已言之見第三十六節又有簡法以水為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鉚片闊三寸放於雲母之一邊如乙下有玻璃一塊使之不動鉚片之面發氣不能過雲母而往他邊母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內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而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即以水為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

化分銀絲可明原質在二極之中易行之理用銀絲為極面將銀絲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為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為負電氣與上各原質為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鎢鈳鎢砒炭銻銻鎢砂輕

二正電氣質

鉀鈉鋰銀鋁鈣鎂鋁鋁錳鋅鐵鎳鈷鈣鉛錫鈹銅銀汞鋇

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鉑絲穿入管內而與玻璃相連內端又連鉑片相連將管倒

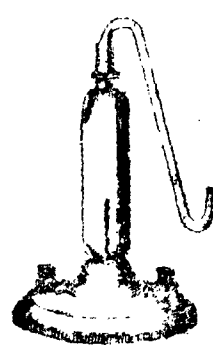
第二五十九圖



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

分之二將瓶斜運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鉑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運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一百六十圖欲入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

第一百六十圖



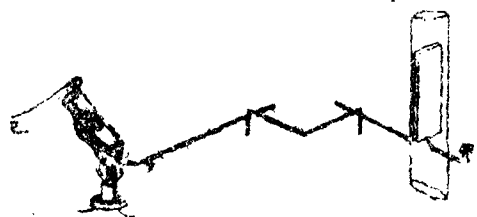
百六十圖欲入試而收多氣則最便其頂之曲管可引氣至收氣水盆中而通入刻分度管內以見其

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

第一百六十一圖



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綠內以酒燈加管之熱而使錫綠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綠化分而正極所發之綠氣必使錫綠成錫綠化氣散出而負極所成之錫與鉑相合成摻金仍留管內受酒燈之熱而鎔故無錫能難於錫綠內久試之斷其電氣移去正極之鉑絲待管冷而打碎之

分檢其未化分之錫綠與玻璃與鉑絲與鉑絲小圈之摻金將鉑絲連小圈洗淨再稱之所增之重數卽所化分之

錫也

曾試一次用負極鉛絲重二十英釐試後重二十三·二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○四·九七四二英釐故用電氣化分錫緣分得錫重三·二英釐則用此電氣能化分水重○四·九七四二英釐也

水之分劑數九所以○四·九七四二與九比若三·二與五七·二比故五七·九即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緣及同類各物有定理矣

法辣待又以同法試鉛緣用筆鉛代鉛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○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緣鉛緣與水等數質同時化分之所得錫鉛緣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徑之鉛絲恒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面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鉍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

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鉍能與養氣及酸質化合以鉍在強水內作正極面則所成之鉍養必移至負極面也又炭在金屬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成炭養氣與炭養氣鉍片在鉍養硫養水內作正極面則化分所得之質爲鉍養輕氣養氣硫強水俱不能與鉍化合鉍片在鉍養淡養水或鉛養酸醋水內作正極面則有鉛養結於鉍面因化分所得之

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鉀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鉀養明小顆粒

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砂養之鉀養砂水內半月之後鋅板面結鉀養顆粒成八面小體

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

以鉛硫磺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

白家路意地壳內恒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鉍養之顆粒以玻璃管徑約半寸長約三寸一端用石膏粉為底厚八分之二而盛淡之銅養淡養水或銅綠水此管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管水內鉛條漸為碱類消化而發電氣電氣傳過石膏銅養幾分變為銅幾分變為銅養二質結於銅條之負極面又將鉍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鉍養之顆粒銅板之負極面結成銅與銅養之顆粒

化分得金類 第一百二十三節

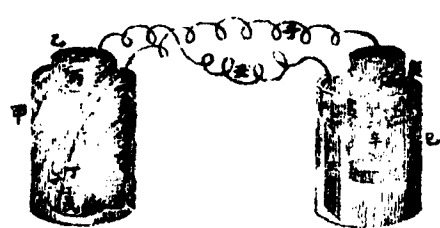
電氣化分碱類內之金類係兌飛初設其發電氣器用方六寸之紅銅板與鉍板一百對或顧路或本生之發電氣器八件至十件

用濕鉀養或鈉養之塊作小凹凹內滿以水銀而置於鉀片上將鉀片連於發電氣器之正極水銀內亦加鉀絲連於負極不久而化分得鉀或鈉與汞相合又以同法用

淡輕綠代鉀養或鈉養可成淡輕與汞質銀相合也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等金類與汞相合而成顆粒

第一百六十二圖



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為底如丁厚十分寸之七用軟木圈連於玻璃大管內深約八寸徑約二寸如甲有銅片長六寸闊三寸成鬆捲如丙與銅絲丑鐸連銅片捲安於玻璃小管內又有同大之鉍皮亦成鬆捲如戊與銅絲子鐸連鉍皮捲安大管之底大管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恒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為底內盛水銀與欲化分之金類水並鉀片如辛鉀片與銅絲子鐸連銅絲過軟木塞大管盛淡食鹽水如已內有含水銀之鉍皮如壬與銅絲丑鐸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

白而德試所成淡輕與水銀相合之質雖浸於水內少頃即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

本生用銀鎢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鉛絲作負極面所得之銀鎢鈣等與汞相合以輕氣噴過之其汞可去盡

又用鋸線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

又能自燒鎔之鎢線得鎢又能自鋸與鎢線相合之物而得鋸皆同法又以鎢線或鎢線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鎢或鎢甚

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入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初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實爲

第一百六十三圖



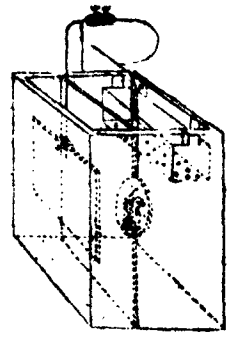
模物爲連模與鋅條之銅絲丙爲外器盛濃銅養硫養水已爲瓦罐盛淡硫強水在外器之多孔板上加銅養

硫養顆粒使恒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

易漏之木板分隔為大小二腔大腔盛濃銅養硫養水有

圖四十一百一第



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鉍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

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為銅

養硫養發電氣乙為結銅之器內盛銅養硫養水加硫強

水丙為銅板先以銅絲人連於發電氣器之正極恆消化

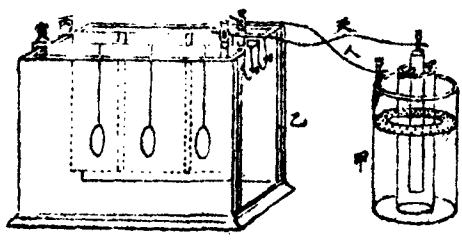
而補所結去之銅寅為銅條以銅絲天連於發電氣器之

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

圖五十六百一第



相連之後則電氣傳過而銅養硫養水內之銅結於模面

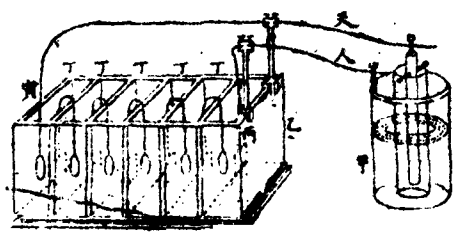
銅板即與養氣化合再與硫養化合而消化補其所少者

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為發電氣

圖六十六百一第



器之銅管連乙器內之銅板如丙天為銅絲連發電氣器之鉍條於模如寅丁丁丁丁為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

用天銅絲連鉍條於一模鉍條安於瓦管內而模安於寅

腔內約二分時有銅結滿其面而不畏化分有亂也再將

銅絲端之銅片自前腔內取出而移安於後腔內用彎銅

絲下一端連模一端連銅片以模入銅片之腔銅片入模

之腔約二分時有銅結滿其面將銅絲端之銅片再移前

一腔後仿此至六模俱安於腔內則六模皆能結銅矣

用此器每消鉍約二兩則每腔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

連每消鉍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
結銅一磅約消銑二磅結銅之面積當等於發電氣器之
銑面積結銅之箱深約六尺能容一千六百軋倫箱上不
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
寒煖使週年恒在六十度

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即成模或用
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燐在
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銅板欲
結銅亦必如前法結銀一層而後可也鐵面鍍銑將鐵板

鐵條鐵鏈浸於銑養硫養水內連於發電氣器之負極用
銑一塊同浸於銑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鉑
衰或金衰鉑衰也用鈣衰代鉑衰亦可

愛而金頓鍍結金類公局作鍍銀水鍍金水之法

將鉑衰鐵上等而黃色者與鉑養炭養各在鐵板上稍加
熱使乾研成細粉鉑衰鐵用八分鉑養炭養用三分相和
掉極勻以鐵鍋熱而盛之使鎔蓋之甚密待半小時傾於
鐵板成鉑衰再用銀養淡養水漸加鉑衰其內即有銀衰
結成以水洗之再加鉑衰即消化而成銀衰鉑衰水可以
鍍銀此水內含銀五十分重之一最便

欲鍍銀之物先在鉑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即可入銀銀之水內以電
氣傳過數時取出用細銅絲刷之或細日沙擦之再入鍍
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銑板長三十二寸闊十

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箆之內大箆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箆內安銅板與負極相連以電氣傳則瓦管之金即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箆內之水已變為鉀養水矣凡鍍金水必熱至二百十二度為妙

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買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銅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為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鎳

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為四十分割數之一又以鉑絲為正極面筆鉛塊為負極面電氣連傳過此鉛絲與鉑養硫養知化分鉛綠與水及鉑養硫養各一分割

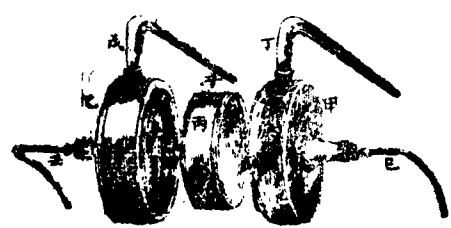
化分含綠氣之質用錫板一塊細秤重數置於器內器內盛鉑綠再加銅板發電氣而錫管板連於另管內已鎔之鉛絲則錫板而不發氣泡又無綠氣之臭而銅板之正極面則發輕氣與結錫綠各一分割又以同法試淡輕綠所得相同知淡輕綠內含一原質與一原質為淡輕與綠氣化分銅養硫養但尼里用玻璃小盅底有一孔以極薄腸皮封之使不漏盛淡鉑養水至半挂於大玻璃器內大玻璃器內盛中立性之銅養硫養水玻璃盅稍浸入水內用鉑片浸於盅內之鉑養水而連於發電氣器之鉑此器共有二十件相連如前第一百三十七圖再將銅絲浸於銅養硫養水內正在薄皮之下而連於發電氣器之鉑片則銅養硫養水內正極面發輕氣鉑養水內負極面發養氣在皮面見有氣少許上升十分時之後皮之下面結紅銅一層紅銅之內有黑色之銅養與淡綠色之含水銅養因所用之質為鉑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鉑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鉑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 鉛養淡養 鐵養硫養 鉑養硫養 汞養淡養 所得者亦相似

化分二分割配質之鹽類用鉑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鉑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減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英釐正極面增鉀養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鉛片以銅絲過玻璃鐘連於發電氣器之負極大器內有鉛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即流至他器內

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

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為氣質大化電氣器能發之熱甚大用別法最難鎔之物遇此熱即鎔鉑鉍錯等火爐之熱雖極大不能鎔而過電氣之熱則易熱鎔

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減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鐘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銻銕錯等

發光 第一百三十節

用黃楊木炭或用炭精即煤餅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錯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為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

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為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

第一百七十圖



第一百七十圖



二圖受吸鐵條一極之力所引而改變形如第一百七十
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噴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銻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為正極以炭尖在其上為負極如第一百

鎔且能化氣而散

凡用抽氣簫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壓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

層鉀養條若稍加熱則光不見管內光之形如第一百七



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圖不久而正極球熱至紅外面有



光球負極球亦有光圖之
如第一百八十一圖後將
彎吸鐵條近於管光變爲
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

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稍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開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稍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

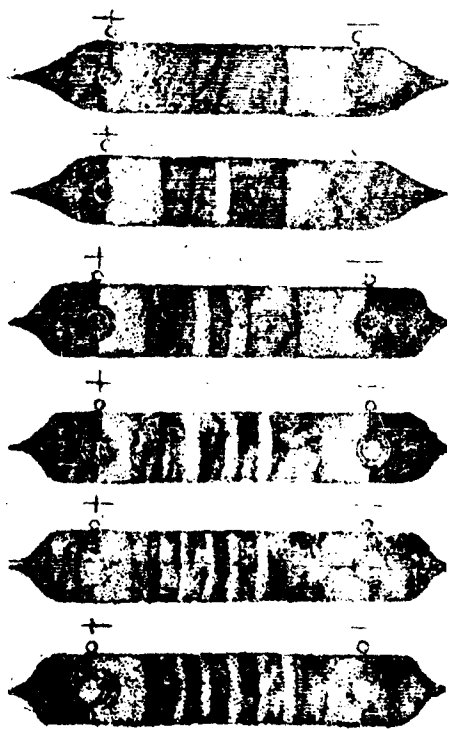
賈西胡用鹽水之發電氣器三千三百六十件用鋁爲球徑八分寸之三爲二極相距三寸真空管長約五寸其光甚大分十二或十四層近負極球者短如第一百八十四圖色淺綠用水三十六寸在電氣路之間則二球稍發亮阻力愈減小則二球之光愈相近如減阻力至水三十三寸則正極發光球不動減阻力至水二十三寸則正極之光行過管內至成第二層光卽停再減阻力至水二十寸

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

寸用極小之鉑絲為極相距約八分寸之五鉑養未即加熱時電氣不發光鉑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為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為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鎔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

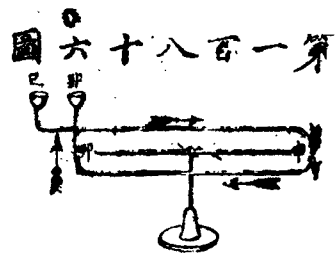
測電氣器 第一百四十節

嘉慶三十五年胡斯特特取吸鐵氣與電氣有相關而製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即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減所受地球之吸鐵



力而針可無定向二針一在上一下在下一平行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

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傳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即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蠶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

第一八百八十八圖



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為如針偏十度至十二

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度五度六

三度八度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

一五乘五得十甲則

$$\frac{1 \times 5}{10} = \frac{1}{2}$$

甲為減小力之偏數天為

谷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五十五五二十二

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	三度
力數	十三	十四	十五	十六	十七	十八	十九	二十	三
較數	一	二	三	四	五	六	七	八	九
偏度	三度	四度	五度	六度	七度	八度	九度	十度	十一度
力數	三	四	五	六	七	八	九	十	十一
較數	一	二	三	四	五	六	七	八	九
偏度	十二度	十三度	十四度	十五度	十六度	十七度	十八度	十九度	二十度
力數	十二	十三	十四	十五	十六	十七	十八	十九	二十
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為十五度與十六度間之數應有比例為一與一三等於○三又天等於○三所以第三十五度減小之偏數不能為十五三而為十五二加○三等於十五五又以同法得四十度之數為二十三五加六等

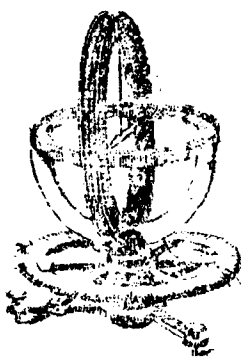
於二十四而得四十五度減小之數為三十六七而非二十九七。

減小之三偏數為十五五度二十四度三十六七度再必以其式三三三三推算力數得三十五度四十度四十五各度之力數為五十一七八十一一二一百二十二三將此各數與前各數相比可知過三十度之偏則靈動減小。

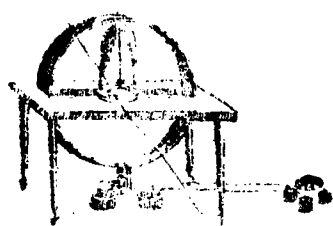
切線測電氣器 第一百四十二節

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蠶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

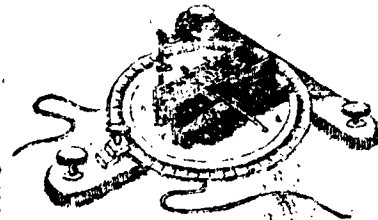
檢八線表得之針偏大於七十度則數不甚準加之力雖大而所加之角度仍小而難分也以電氣傳過測化分器

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。

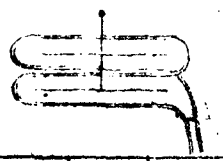
正弦測電氣器 第一百四十三節

第一百九十一圖



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同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爲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爲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。

圖二十九百一第



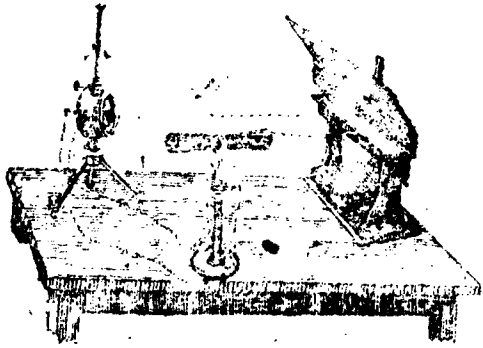
測電氣力比例器 第一百四十四節

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蠶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

圖三十百一第



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

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蠶絲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銕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一百四十八圖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。

電學卷五論電氣吸鐵

英國瑞挨德著

英國 傅蘭雅 口譯

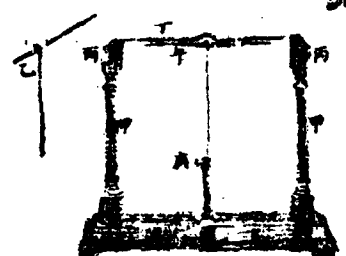
無錫 徐建寅 筆述

回司對特考得電氣吸鐵之理 第一百四十七節

嘉慶二十四年回司對特考知吸鐵針近於發電氣器傳電氣之銅絲或炭或鹽類水皆速偏方向所得之新方向依吸鐵針與電氣路相與之方位

試電氣吸鐵之器如第一百九十四圖丁為傳電氣之銅線兩端入甲甲二木柱上水銀杯丙丙之內午為吸鐵針橫於甚尖之立針上此針易於上下至銅絲丁之上或下

第一百九十四圖



以螺絲丙定之銅絲丁正合吸鐵經線而正在吸鐵針上有電氣傳過則針近于電氣負極之端必偏西若銅絲正在吸鐵針下則針近于電氣負極之端必偏東銅絲與針平行而與

針同在一個地平平面則針必依立平面轉動銅絲在針之西則針近於電氣負極之端必偏向下若銅在針之東則近於負極之端偏向上

考電氣吸鐵必識吸鐵針與電氣路之相關欲識之有便法設人在河內逆水而划船以水流代電氣之傳行人背

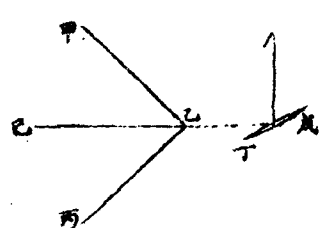
向上流則針之北極向其左手而偏人面向上流則針之北極向其右手而偏

針之偏數與傳過電氣之數相關不與傳過電氣之濃相關昔時考電氣各事之人所用者為靜電氣其未得電氣吸鐵氣之故或因此也

電氣吸鐵力之例 第一百四十八節

電氣傳過無窮長之直線則電氣吸鐵力與針距電氣路之數有反比此為皮何與何法和所徵之理辣不辣司徵電路之剖面能動針之力與電氣路距針之平方有反比與別種攝力相同又與電氣路過剖面心傳行之方向交

第一百九十五圖



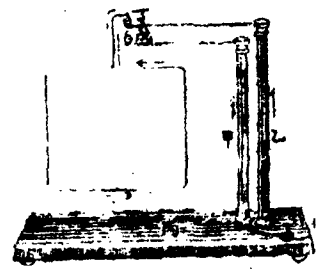
針之角之正弦有比依理推算小針所受電氣傳行直線力或大或小之和知力與相距有反比試之悉合可知電氣傳過角形路如第一百九十五圖甲乙丙其角度無論大小所令

小針受之電氣力與乙丁相距有反比亦與角形之半角甲乙已之切線有比

吸鐵條與電氣傳行之性 第一百四十九節

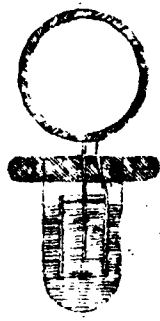
安派而所設之器如第一百九十六圖可顯吸鐵之二極與電氣傳行之相關甲乙為二金類柱下端連於底板丙

第一百九十六圖



柱頂平連銅桿其端各有盛水銀之杯如丁戊以銅絲彎成長方形兩端彎向上而再彎向下成鉤鉤于二杯之水銀內以發電氣之一極連一柱之下端又一極連又一柱之下端電氣傳過若依圖內箭之方向則將吸鐵條安於銅絲之下而平行銅絲即動至與吸鐵條正交而停如換電氣之方向或倒吸鐵條之方向則銅絲必轉動一百八十度至再與吸鐵條正交而停

第一百九十七圖



銅絲長方形若長十八寸至二尺而傳過電氣有大力則能受地球吸鐵氣之力至與吸鐵經線正交而停地球之吸鐵性與吸鐵條之吸鐵性南北相反故銅絲亦必相反得辣利所設之小器如第一百九十七圖亦能顯吸鐵條與能動之傳電氣銅絲相與之性傳電氣銅絲外包蠶絲而繞成數層之圈圈外再包蠶絲銅絲之一端鐸連于鉍板一端鐸連于銅板銅板圍於鉍板之外二者同安于小玻璃管內上加軟木蓋使之能浮而浮于水盆內再將淡硫強水盛于管內則發電氣而銅絲圈有吸鐵性不動之則圈之平蓋必自恆能向東西將大勻吸鐵條近之

第一百九十八圖



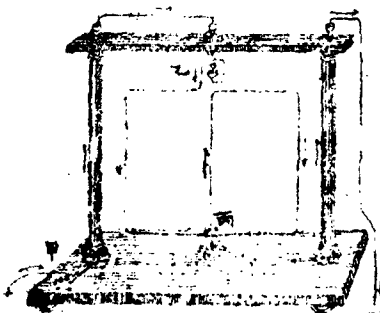
則顯推引之性甚大如將銅絲圈安于木小盆木小盆外上漆如第一百九十八圖亦浮於水盆內則比玻璃管更便而與吸鐵條相距數寸亦能推

第一百九十九圖



銅絲繞成平螺絲而掛之至能最便轉動如第一百九十九圖以化電氣傳過則平螺絲之平面必向東西正電氣在西邊上而在東邊下同于時辰表直立而面對南也表針所行之方向平螺絲向北之邊如吸鐵條之北極向南之邊如吸鐵條之南極二邊俱能吸鐵屑

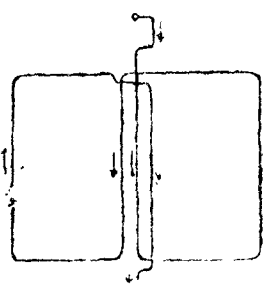
第二百圖



平行兩電氣傳行之性 第一百五十節

兩銅絲同時有電氣傳過而一銅絲能移動則能或相引或相推俱依電氣之方向兩銅絲傳之電氣若同方向則相引異方向則相推以兩圖可明之如第二百圖以發電器五六件之正極連於水銀杯甲電氣由左柱向上而過水銀杯乙循長方形銅絲至水銀杯丙而向右柱連於負極圖

第二百一圖

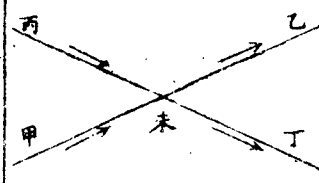


內之箭合電氣傳之方向而柱內與銅絲內相同故銅絲必為柱內電氣所推若用如第二百一圖之長方形銅絲則柱內與銅絲內相異故銅絲必為柱內電氣所引此皆安比而初考得也

電氣傳行角形曲路之性 第一百五十一節

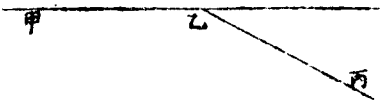
兩傳電氣銅絲如第二百二圖甲乙與丙丁在未點相交則甲未與丙未必相引因甲未與丙未向未點相近又乙未與丁未亦相引因未乙與未丁自未點相離也甲未與未丁必相推因甲未與丙未向未點相近又丙未與未乙相推而未乙與未丁相離也

圖二百二第

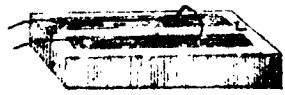


未乙相推而未乙與未丁相離也

圖三百二第



圖四百二第



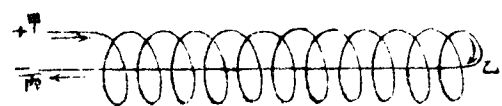
電氣傳行角形曲路如第二百三圖甲乙丙則電氣有欲變成直路之性其甲乙乙丙彼此相推有令乙丙至與甲乙成直線之性已成直線仍有推之之性故電氣傳行直線路則各分彼此相推安比而用法徵之用木塊作孔如第二百四圖以難傳之面甲乙分隔成二腔再將蠶絲包之銅絲彎成曲折如丙用蠟包之兩端各作彎與孔內水銀相切以大力電氣傳過之則銅絲速退可知銅絲與

水銀有彼此相推之性

電氣行曲線路 第一百五十二節

電氣循迭更偏左右之曲線前行其力與循同長之直線前行之力相同直線與曲線相連名為蘇倫諾如第二百五圖將銅絲繞成螺旋圈而一端彎過直通各圈之中以電氣傳過則自甲乙曲線路電氣前行之力為乙丙直線路電氣前行之力所減故所餘之電氣力僅等於平行圈路與中線正交之力惟定線與動線各有電氣傳過則定線之電氣能使同向電氣之動線與已平行故將蘇倫諾挂于立軸而任其轉動

圖五百二第



圖六百二第



以電氣連傳過直線與蘇倫諾則蘇倫諾必轉過至圈與直線平行如第二百六圖用蘇倫諾挂于二水銀杯內使便于立轉以大力化電氣傳過下直線則蘇倫諾能轉過與下直線正交而各圈與下直線平行直線若

直立於蘇倫諾之一端則蘇倫諾或引或推依電氣之向或同或異如用二蘇倫諾則其引推之性與二吸鐵條相同如用蘇倫諾與吸鐵條則蘇倫諾亦與吸鐵條相同以

大力電氣傳過蘇倫諾則蘇倫諾之中線能與指南針之

第二百七圖



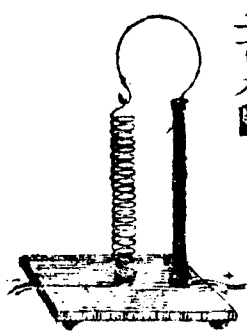
第二百八圖



中線平行銅絲自左至右而繞如第二百七圖則電氣進之端為南極銅絲自右至左而繞如第二百八圖則電氣進之一端為北極

路失初造之螺絲圈如第二百九圖能顯電氣傳過之向相同銅絲彼此能相引之驗用極細之銅絲繞成螺絲圈上端挂於架下端恰入水銀內以電氣傳過之則各圈彼

第二百九圖



此相引而縮短下端即離水銀而電氣斷各圈即不相引而再放長下端再入水銀內各圈再相引而縮短如此上下之動甚速

吸鐵氣之理 第一百五十三節

乾隆二十四年以比奴司初言吸鐵氣之理依弗蘭克令電氣之理而分四條

一容吸鐵氣之條同性之極彼此相推其力與相距有反比

二吸鐵條之質點能引鐵質點又能為鐵質點所引

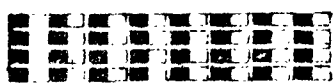
三吸鐵條之質點能推鐵質點又能為鐵質點所推

四吸鐵條移過鐵與軟鋼之面則吸鐵氣入其質點之間而無所事若移過硬鋼之面則鋼愈硬而吸鐵氣愈難入極堅之鋼與鐵礦其入極難

引推之理可自此明之若一吸鐵條分為二分而各分皆有南北二極之理尚不能自此而明因依此理則分為二分必一分全為南一分全為北也故以比奴司另設理云分為二分時則南北之相定有亂而吸鐵氣之一分自多之一邊散出又有一分在少之一邊補滿也

固倫伯之理云吸鐵條係極細極多質之點合成而每質點各有南北二性之吸鐵氣而其力或僅在鐵質點之間

第一百十圖



所現也準此理則質點之狀如第二百十圖質點之右邊有一種吸鐵氣而左邊又有一種吸鐵氣黑者為北白者為南故合成全條亦一端指北而一端指南也凡鐵之每質點皆相連此二性之氣甚親不能相離尋常軟鐵則二氣化合故無吸鐵力若使二氣化分而一種聚在鐵質點之此邊一種聚在鐵質點之彼邊則有吸鐵力矣

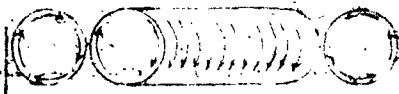
安比而電氣動力之理 第一百五十四節

安比而謂吸鐵條為多平行之質紋所成每質紋又皆是

質點所成每質點各有電氣繞之而轉行其轉行成平面與質紋之軸正交無吸鐵性之鐵條則電氣藏于內而不現有吸鐵性之鐵條則電氣順時辰表針而轉之端有南極之性逆時辰表針而轉之端有北極之性

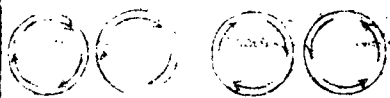
質紋平臥而北極向北南極向南則電氣轉行如第二百

第二百一十一圖



十一圖在上面者自西向東在東面者自上向下在下面者自東向西在西面者自下向上同性二極相推異性二極相引俱因此理與電氣以異向傳過二銅絲彼此相推電氣以同向傳二銅絲過彼此相引同理也

第二百一十二圖



同性二極相近如第二百十二圖相切之面電氣以異向傳過故相推異性二極相近如第二百十三圖相切之面電氣以同向傳過故相引

第二百一十三圖



各質紋如此連成吸鐵條則電氣仍常繞其外面而轉行

第二百一十四圖

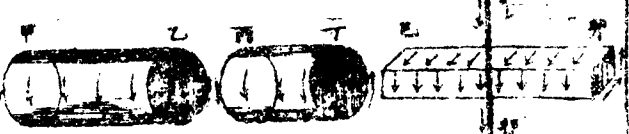


如第二百一十四圖為圓吸鐵條剖面之假形中國為質紋每相近之二質紋電氣以異向傳行而彼此相減近周之質紋電氣不減故

外面能有吸鐵力

吸鐵條與傳電氣線能彼此成正交即因吸鐵條有電氣

第二百一十五圖



繞行也吸鐵條與傳電氣線之相關如第二百一十五圖申卯為吸鐵條己卯為傳電氣線箭頭指電氣傳行之向電氣繞行之平面與吸鐵條中線正交故銅絲己卯與吸鐵條之中線正交則傳過之電氣能與吸鐵條繞行之電氣平行軟鐵與吸鐵條之一極相切而受附吸鐵氣由此可明之如第二百一十六圖

第二百一十六圖

吸鐵條能使軟鐵條有同向之電氣繞行故人對吸鐵條

之乙端見其電氣自右向左而轉轉身對軟鐵條之丙端

則見其電氣自左向右而轉南北極既全賴電氣轉行之

向故乙端與丙端必異性丁端與乙端必同性丙端與甲

端亦同性也一吸鐵條分為兩段斷處為異性即此理會

用極深之算學考之知其有微自此理可明吸鐵條與電

氣之相關及吸鐵條與電氣吸鐵諸事惟安比而尚未明

橫吸鐵之理故後人又將安比而之理通於橫吸鐵謂橫

吸鐵質內電氣轉動之向與吸鐵質內電氣轉動之向有

異或在無電氣處能使有電氣傳行也若吸鐵質則不通

勉強其質點內各自不同向之電氣使之循定向而傳行

也韋伯又踵安比而之理而增之云質點內有一種電氣傳行原無定向至遇吸鐵條始有定向而其向與直吸鐵之向相反故此物名爲橫吸鐵質

銅絲圈傳電氣而能吸鐵法辣待之原論云吸鐵條遇軟鐵使軟鐵有吸鐵力不能大於原有之吸鐵力銅絲圈傳電氣使圈中之軟鐵有吸鐵力能大干原有之吸鐵力百餘倍

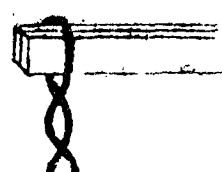
杜拉利夫云安比而與韋伯二人之意俱不差其理以爲各質點有同性之電氣依質點原性之一分恆能圍環傳行其力與速恆不減其每質點之電氣自外通過質點之徑此徑可爲而流出於外四面分散至各處而在其軸之對面積聚再入質點內循環而行周而復始不絕其積聚之點與四散之點即爲其力之極點

某體積內若質點甚近甚多則恐數質點能合成一圈而其流動之電氣可彼此相合而不如前之在各質點外面返回如此即成吸鐵條之大質點顯明安比而質點流行電氣之理某體積若質點相距遠而少或易傳而電氣傳過其面與通過其徑軸同易則數質點不能合成一幅之吸鐵條之大質點但因有外吸鐵氣與流動電氣則有成附電氣之類而合於韋伯反行電氣之理

法辣待考得吸鐵之理 第一百五十五節

法辣待用附吸鐵電氣測試吸鐵力所有附電氣之數與發電氣銅絲遇吸鐵條之次數有比見第六十五節第四段如第二

第二十七圖



百十七圖以吸鐵條入于銅絲單圈內面不動則測器立偏八度使發電氣二次即先取去吸鐵條次將銅絲之一端自水銀杯取出再放入而以吸鐵條再放入于圈內則偏十五七五度

三次則偏二十三八七度四次則偏三十一六六度

吸鐵力在吸鐵條之內及周圍位置甚簡甚整齊故將銅絲一段自吸鐵條之吸鐵赤道某點穿吸鐵軸至對面之某點則必與所過橫剖面之一切吸鐵力線相交又以銅絲一段自吸鐵條一端循吸鐵軸至吸鐵赤道之某點則必交大平面全吸鐵曲線之半又銅絲一段在吸鐵條之外自一極循吸鐵軸至彼極經過赤道則不受附電氣因與大平面內之外線之半在異向二次而交也

各種金類絲移過吸鐵力線所受之附電氣力與能傳電氣之力有比

用銅絲則測器之針偏 三十六度

用銀絲 六十一九度

用鋅絲 三十度

用錫絲

十九。一度

用鐵絲

十八度

用鉑絲

十六。九度

用鉛絲

十二。二度

法辣待謂吸鐵極之力係吸鐵力線一分內之相對二端所現惟此性非現或引或推也將吸鐵針置于周圍有吸鐵力相等之處則不能顯二極之性因針能顯二極之性而亂其力之平勻也若將銅絲移過吸鐵力線即能現全吸鐵力而不亂其力之平勻

法辣待云吸鐵力線有雙性以相異之二吸鐵力有相關與靜電氣不能獨有一性而無相配者同理故吸鐵條不能獨指北而無指南反之亦然吸鐵條二極外之力與其曲線亦有相關故將第二吸鐵條置于近處則第二條力線之位置雖能改而其和數不改其力線必為相連之曲線而曲線路中必有一處過吸鐵條又一處過周圍之空氣用銅絲移動於其面之法可得其據故法辣待由此以吸鐵力線為實有之物

電氣與吸鐵氣相似之狀 第一百五十六節

吸鐵條與化器不連別物之外力線其位置相似惟化器之力線不直過器之中故將化器當中分隔則當中不現

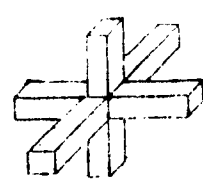
正負電氣之性又無新發附電氣力之性而所分隔之二分各存正負之性吸鐵條之力線則直過條之中故將條當中分開則有新發之力而外線無定南北之處

安比而與兌飛微過電氣傳行有欲漲長之性吸鐵力軸有欲縮短之性電氣傳行同向者彼此相引吸鐵力線同向者彼此相推故初見必謂不相似而相反然知其立軸彼此正交則知電氣與吸鐵力相同也如異性之二吸鐵極面相切彼此相推異性之二電氣力而如此亦彼此相推同性之二吸鐵極面相切彼此相引同性之二電氣力亦然同性流動電氣其端相對其數不加如化器加板之數電氣數不能相增又同性吸鐵極之面相切吸鐵數亦不相增同性流動電氣相並即大板化器與小板化器相並電氣數能相增同性吸鐵力相並吸鐵數亦增

無吸鐵力之處 第一百五十七節

法辣待將吸鐵條六條各以同性之極相奏如第二百十八圖中成小方孔小方孔內安小指南針知針絕不受吸鐵力又在孔中挂鉍粒亦然以鐵屑撒于紙上安於孔內則吸鐵力在中心絕不顯而近於外角則稍顯再以繞多次之銅絲圈安於小方孔內而連極精之顯器亦絕不見有電氣可知大力吸鐵條同性之極所奏成之小方孔絕

圖八十五第



無吸鐵性同于金類空球積塵電氣球內絕無電氣也此以正負二性不能同時在孔內而既無第一性則亦無第二性也法辣待意謂吸鐵條乃雙性力之源其雙性彼此必相關無此相關則不能有其性其相關即吸鐵力曲線也吸鐵條周圍之空氣內必有此曲線試在空氣內以紅銅或水銀等近吸鐵條而移動即可發吸鐵電氣也吸鐵條能容吸鐵氣之數大小不同俱在乎相連其兩極之物如以鐵相連其兩極則力大如以空氣相連其兩極則力小如以鉍相連其兩極則力亦小故吸鐵條周圍無物連其兩極則吸鐵力絕無若吸鐵條周圍空氣之內有更大力之吸鐵氣則吸鐵條之力減小矣各吸鐵線在二極皆一向而在各處則有各向因遇吸鐵條周圍之物而相近或相離也

法辣待初試電氣吸鐵力 第一百五十八節

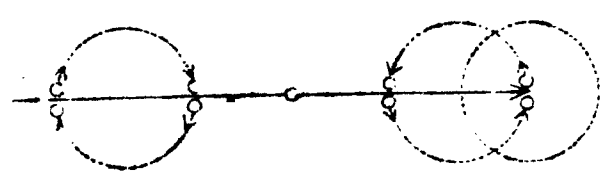
法辣待初試指南針與傳電氣線所成方向時偶得電氣吸鐵之數新理將傳電氣線直立而以指南針移於各處試之知線在南北二邊各有二引點與二推點將指南針置於銅絲之東而使北極與中之間近于銅絲則相引再以北極近於銅絲則相推若指南針置於銅絲之西而如

前則相反

傳電氣銅絲直立而近于指南針之極其極即偏過偏之多少依其引推之較力銅絲若近于針之中偏即減少再近於針之中則絕不偏至對於中而針之偏相反可知針兩端之力心即極點非在針之端而在距端少許此力心有欲繞銅絲而轉之性銅絲亦有繞此力心而轉之性若銅絲在針之他邊則方向相反而理相同可知各極點之感動銅絲與相近之極點及對面之極點不相關

銅絲與針彼此所成之各向如第二百十九圖圈為現力之極點箭頭為指銅絲在各處欲向極點而轉之性可知有傳電氣之銅絲與吸鐵之二極無相引之力惟銅絲欲繞吸鐵極而轉而吸鐵極亦欲繞銅絲而轉也

圖九十百二第



電氣吸鐵轉動之器 第一百五十九節

電氣吸鐵轉動之理法辣待有五法以顯之

一吸鐵極繞銅絲而轉如第二百二十圖卯申為吸鐵條

第二百二十圖

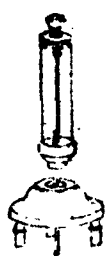


用絲線連於彎紅銅絲丁丙為彎紅銅絲通過杯底杯內滿盛水銀甲乙亦為紅銅絲以化電氣自上銅絲傳

過水銀向下至下銅絲則吸鐵條北極繞甲乙銅絲而轉轉之方向自東而南而西依時辰表針之向化電氣自下向上則轉之向相反

二銅絲繞吸鐵條極而轉如第二百二十一圖以吸鐵條通小木杯之底杯內盛水銀極點恰出水銀之面杯口相連玻璃管玻璃管上有木冒木冒上又有盛水銀之杯有

第二百二十一圖

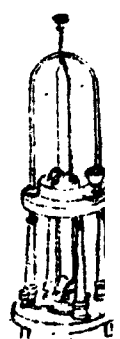


銅絲自水銀通過上杯之底而下作一鈎另挂銅絲以化電氣傳過則此銅絲速繞吸鐵極而轉若吸鐵亦作

能轉動者則二物能以同向繞公心而轉有彼此相追之狀

三吸鐵條繞本軸而轉法使電氣傳過吸鐵條之半段即行傳出使再傳過餘半段其吸鐵條若直立而北極在

第二百二十二圖



上以電氣自上向下至中點而傳出北極必自右向左而轉若不傳出而竟傳至南極則南極

又必自左向右而轉故彼此相阻而不能轉此乃安比而

所制華京司仿之而造器如第二百二十二圖吸鐵條之

兩端作甚尖下尖在瑪瑙杯內上尖在直螺絲之孔內螺

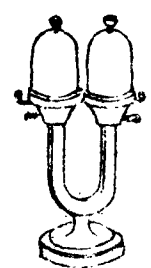
絲上有小輪便旋轉用二水銀杯一在吸鐵條之中點一

在吸鐵條之下端以電氣連此二水銀杯則電氣自吸鐵

條端傳至中點而傳出吸鐵條即旋轉矣

四傳電氣物繞本軸而轉如第二百二十三圖用彎吸鐵

第二百二十三圖



條外各連圓木杯而端之上各有小孔木杯內盛滿水銀另以有底紅銅管二底內各有尖針

各倒套于彎吸鐵條令尖針入於吸鐵條端之小孔內底

外作小凹亦盛水銀紅銅管之口在木杯之水銀內以電

氣傳於管底外小凹內之水銀由管傳至下水銀管即旋

轉若由化器並連二管底外之水銀而電氣連於下之二

水銀及二木杯內之水銀則二管以異向旋轉若以化器

之二極連於二木杯之水銀而另以一銅絲連二管底外

之水銀則二管以同向旋轉

五化器繞吸鐵極旋動指南針挂於化器上亦以吸鐵氣



而偏化器既能動指南針則吸鐵條亦必能動化器安比而所設之器如第二百二十四

圖用圓柱形雙層有底紅銅管上有彎担挂于吸鐵條之極上又有鉗管亦有彎担挂于銅管彎担之上而鉗管入於紅銅管雙層之間雙層之間盛淡硫强水則發電氣銅管與鉗管以異向運動彎吸鐵條之兩極上各套一器則二器亦以異向速轉

傳電氣銅絲之吸鐵性 第一百六十節

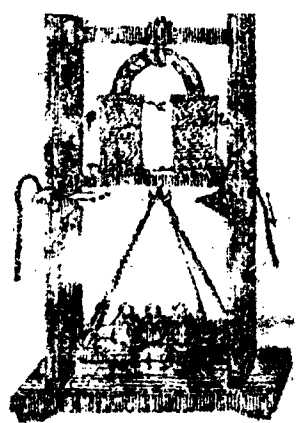
連于化器兩極之銅絲有電氣傳過時能吸鐵屑將小銅針與銅絲正交則變為指南針以銅絲繞成螺絲形圈而以鐵針或銅針入於圈內則所得吸鐵力更大其針之南北極依螺絲繞之向螺絲自左繞至右則電氣傳入之端為北極自右繞至左則電氣傳入之端為南極

化電氣能變鐵有吸鐵力其顯甚速電氣一傳鋼條能速受盡所有之吸鐵力哈而倫人以利何司以電氣傳過螺絲圈成大鋼吸鐵條見第六十四節第六條波得告又以電氣傳過銅片繞成之螺絲圈將堅鑄鋼條重六磅入圈內移動往復一次即容滿吸鐵氣

電氣吸鐵條 第一百六十一節

軟鐵條用法以受電氣之力則能有吸鐵力甚速甚大電氣力若絕則吸鐵力亦速絕因軟鐵之質性阻吸鐵氣之二性化分化合之力俱甚小也常式之電氣彎吸鐵條如

第二百二十五圖



第二百二十五圖將銅絲外包蠶絲而以同向多次繞於二木管外成圈如甲乙套于吸鐵條二支之外鐵條大者銅絲亦必大外

包蠶絲亦必厚吸鐵力之大小與銅絲徑之大小圈徑圈長之大小電氣數之多少有比

特白試銅絲圈云吸鐵條能偏指南針之力與圈徑之平方根有比能挂重之力與圈徑有比

連子與亞果皮與墨辣三人考得電氣吸鐵力之例以寅為電氣吸鐵條之吸鐵力卯為銅絲繞之轉數丁為軟鐵

之徑午為所傳之電氣數丙為常乘數則

寅一丙卯午丁

長甚大于徑之鐵條而用淡電氣力銅絲繞之轉數不甚多而外圈加力於鐵條不減小者可用此式求其力電報所用之電氣吸鐵條俱合於此式

觀式內知寅午卯三者同增但卯若減則午亦同減此以為電氣力恆不變也可知銅絲阻力與電氣路餘各件阻力之比例必合定例則能得極大之吸鐵力其定例為銅絲圈之阻力等于電氣路餘各件之阻力等于即傳電氣

線及化器內之阻力則吸鐵力極大

法富試前各事而得五例其一電氣吸鐵條能挂之重依吸鐵氣之濃而軟鐵所顯吸鐵氣之濃與銅絲圈內傳過電氣之數有比其二傳過電氣之數相同而加減銅絲之轉數則能挂之重與轉數有比即諸轉數所有之共力等于每轉所有之力之和也其三能挂之重與電氣吸鐵條之體積有比長相同則與條徑有比其四能挂之重與鐵質純軟勻有比其五能挂之重與其形亦相關大小相同則方條力最小圓條稍大圓管剖去一片而橫剖面如馬足鐵者力益大極點之面稍作凹力亦增大銅絲繞于管外必用數條分繞各條之端相聚而連至化器使電氣仍以同向傳過各銅絲

烈起考得吸鐵條短而極點相近鐵好而軟則電氣斷後所能存吸鐵力之時甚暫吸鐵條甚長則電氣斷後所能存吸鐵力之時久又考得電氣吸鐵條之短者雖能挂甚重之物而不能使彎鋼條久存吸鐵氣電氣吸鐵條長四尺者能挂之重不大于短者而能使彎鋼條久存吸鐵氣

軟鐵受放吸鐵氣而發聲

第一百六十二節

用包蠶絲之銅絲繞於長鐵條一端之外而將此端直切于增音板以電氣傳過銅絲能發樂音甚大有皮得生者

橫挂鐵條使易擺動而端切增音板鐵條外繞銅絲而不切鐵條以電氣斷續傳過則鐵條其在內擺動而發音略同小鐘之音又考電氣一傳而發音則鐵質忽漲大電氣一斷而音絕則鐵質忽縮小此漲縮因鐵受吸鐵力而亂質點之位置與電氣之能發熱無涉固路法設法試之用玻璃管二端密封旁有孔以盛水入內中和磁石粉自管之此端過彼端觀稍遠之物則為亂列之磁石粉所隔而透之光少見物不清若管外繞銅絲而以電氣傳過則磁石粉有定列而透之光多見物能清田大里云鐵條因電氣而變有吸鐵力時忽然漲長者其質點之長軸順條之兩端也試將紙安于平面之吸鐵條上而散鐵屑于紙面則鐵屑每粒之長軸必順吸鐵曲線之向同此理也

電氣吸鐵發動之器

第一百六十三節

電氣力不大能使軟鐵條顯大吸鐵力且可忽有忽無忽反故可作發動之器初以為甚善甚廉迨後多人歷試多法知大不如汽機也近知欲得能力與汽機相同則所用之鋅與強水其價甚大於汽機所用之煤且吸鐵力僅在相切時能大而不相切時則甚小其減小不止力與相距之平方有反比故摩力亦甚大於汽機之摩熱也其便當者無險無污無熱安置無擇處惠時無徒費如此而已欲

此各益而費大可不計者用之最宜

杜門得曾試電氣吸鐵發動之器而得三理其一能力之大用費之省雖俱不及汽機而用於合宜之事則有大益其二欲發大能力固大不及汽機而欲發小能力則與汽機相將而或更善凡機器甚小不足用汽機運動而用無定時且忽停忽用者則用此甚善於汽機也其三往復運動者摩力小而能力大勝於轉動者因附電氣之弊小也道光十四年俄國京都人亞果皮造電氣吸鐵發動之器能顯大力十八年安于船內船長二十八尺闊七尺半入水深二尺八寸坐十人至十二人初用十漿划之後用電氣吸鐵器以運動明輪在凜法河行走初時電氣力不准電氣吸鐵器不精而船常致停迨後修改至能連行數日而每小時能行四英里十九年又試之坐十四人能逆流而行每小時三英里用化器共六十四件每件鋅片之面積三十六方寸用硝强水與硫强水

道光三十年貝知作電氣吸鐵發動之器其說曰鋼絲圈直立而連于大力化器圈內安鐵條能受附吸鐵氣而不落下人手引之使稍下放後自能向上其能往復俱賴此惟獨用一銅絲圈則力點有極大與極小之病當用數短圈相接成長圈各短圈不相連而逐一受電氣力則鐵條

在圈內能來往甚速而平勻惟此器換電氣之向時發次電氣而有摩力故自昔至今不能大用也

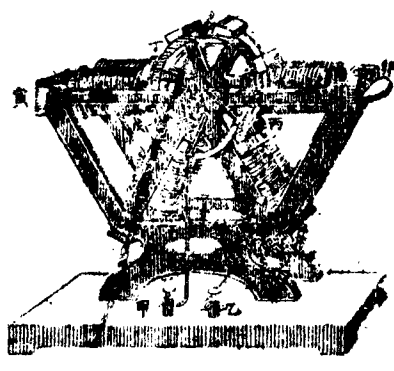
其器有五馬力化器之共體積三立方尺用往復之法往復路二尺發動器與化器共重約一頓自云每日消化鋅三磅有一馬力

時勒云此器之最精者用固路法化器每馬力二十四小時消化鋅四十五磅用但尼里化器每馬力二十四小時消化鋅七十五磅

弗色利與貝那與兒拉與兒非生與打薄得俱設此器費皆甚大兒非生者道光二十二年所造發動器與化器共重五頓在鐵路行走僅能得速每小時四英里不及一人之力

法國造天文算學器者弗路曼得作此器運動數種精細

第二百二十六圖



機器式如第二百二十六圖卯寅為生鐵架下有底板中容電氣吸鐵條四件甲乙為傳電氣之線丙丁為生鐵輪周外有軟鐵八條轉動之時軟鐵條極近於電氣吸鐵條而不相切將近時即傳電氣至正對時即絕各

條迭更而使輪轉動

傳斷電氣之器有圓弧如戊己定於生鐵架而連三小簧大輪之軸連小齒輪而同轉輪齒遇簧端小輪電氣即傳下一簧連下二吸鐵條旁二簧各連一旁吸鐵條吸鐵條僅能在甚近處題引力故小輪之位置必軟鐵甚近吸鐵而傳電氣至相對即斷所以電氣吸鐵條必多始能平勻轉動也

第二百二十七圖



傳電氣之簧與小輪如第二百二十七圖甲乙丙丁爲傳電氣之二簧各連於象牙塊如己而不相切丙丁簧端連小象牙輪如辛輓於寅卯齒輪之面齒輪過小輪則二簧相切而傳電氣戊庚爲紅銅螺絲旋入象牙塊之端而過丙丁簧之孔與孔不相切而端對甲乙簧之庚點以消息二簧相切之久暫

