

二奴1
254
A



電學 卷四

格物入門



門二 1
號
卷

第四卷電學

上章論乾電

雷電一物

電氣隱伏於萬物

電分乾濕

乾電由揩摩而顯

地中有電

論乾電機

筒輪以生電

架以引電

瓶以蓄電

叉以放電

台以接電

易製電機

電氣二說

一氣分多寡

二氣分陰陽

二說難辯

各物入門 卷四 目錄





物以引電分類

試電有無

辨其陰陽

二氣並生

電氣發光作聲

電花美觀

電氣劈物

電氣生火

電燒金類

以電穿物成孔

以電震人

度量電氣

起風催水

搖鈴運物

蒸汽生電

電蓄於物之外

電有濃淡

機器所造與雷電無異

雲際引電

須防危險製器宜慎

防雷衛室

防雷衛身

雷患無多

北方曉由電返照

龍掛由電

生物發電

雷魚生電

雷鱗生電

天生電機

魚身雲際電無二致

三輕相連

中章論溼電

二金交感因生溼電

電堆電池

但氏電池

葛氏電池

斯美電池

電極電路

溼電發光

溼電然火

溼電化水

電化諸物

化物變色

以電融金

以電包金

電製印板

電氣吸鐵

電稱

電鐘

以電代炬

以電醫病

附論磁石

磁石大用

磁石吸鐵

磁石定向

二極之異同

傳失吸力

吸驅有解

磁氣運行於地球

電極與地極不同

定北鍼偏上下

定北鍼偏東西

無極鍼

航海羅盤

下章論電報

通信極速

電之疾徐

設法驗之

放炮擊鐘為號

印字寫字通言

為益極大

由漸而興

電力八種

電報八法

初興多弊

漸用漸精

其力由吸鐵

電報磁鐵

電鑰

副磁鐵

畫直機式

印字機式

寫字機式

指字機式

不可少者有五

申論電池電路

池有正副

路有來回

地為回路

銅絲鐵絲用為電綫

防電氣散漫

防雷電入室

海底通信

海底電纜

英美二國海底通信

萬里長纜三修始成

海底斷纜失而復得

一纜未足

東洋電路

前則暫停繼又復行

電報鉅款公帑民捐

電報四奇

空中電見以之通信

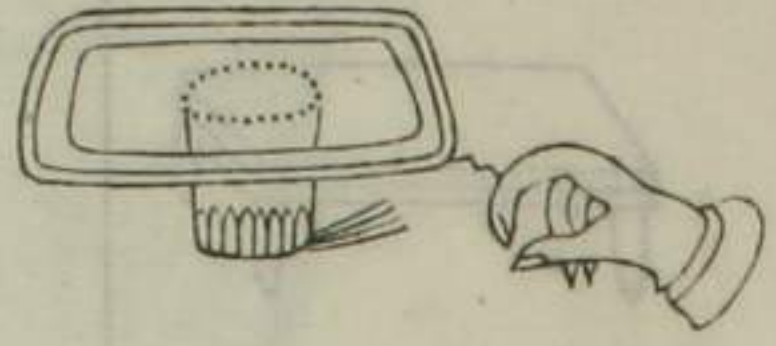
電報奇速先時可知

滴水生電通信海涯萬里

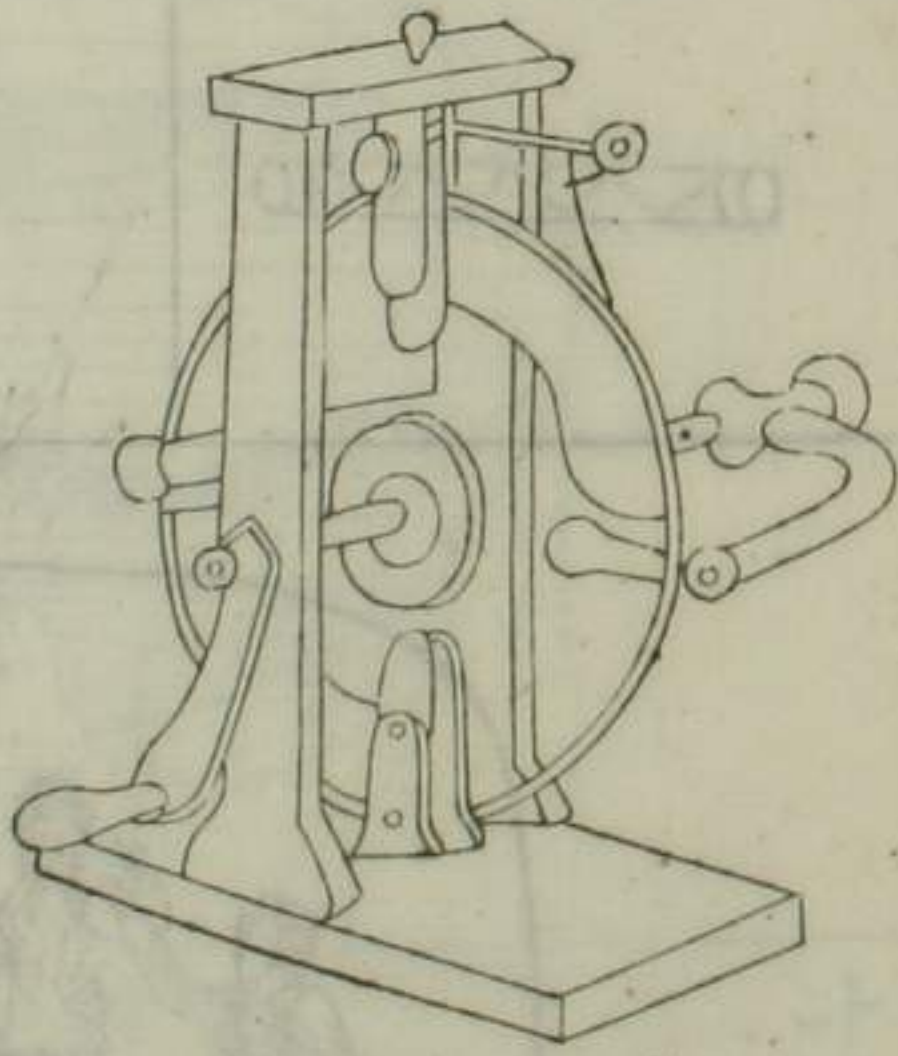
取火



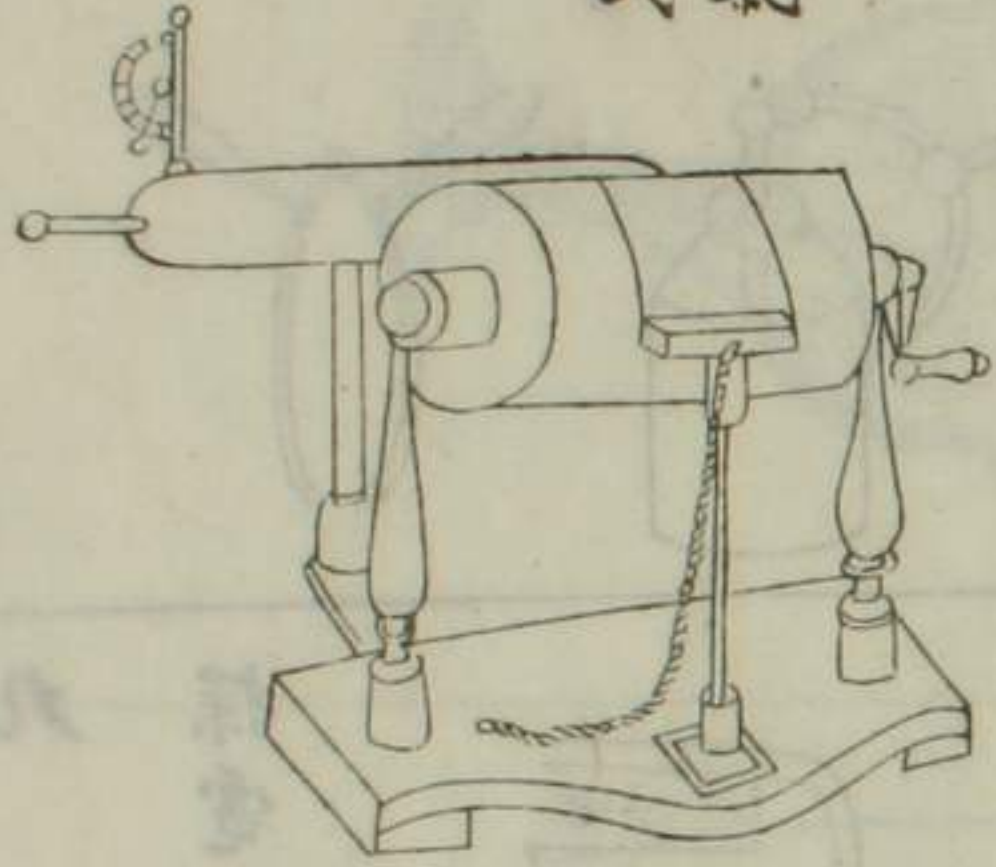
一 以片紙
生電



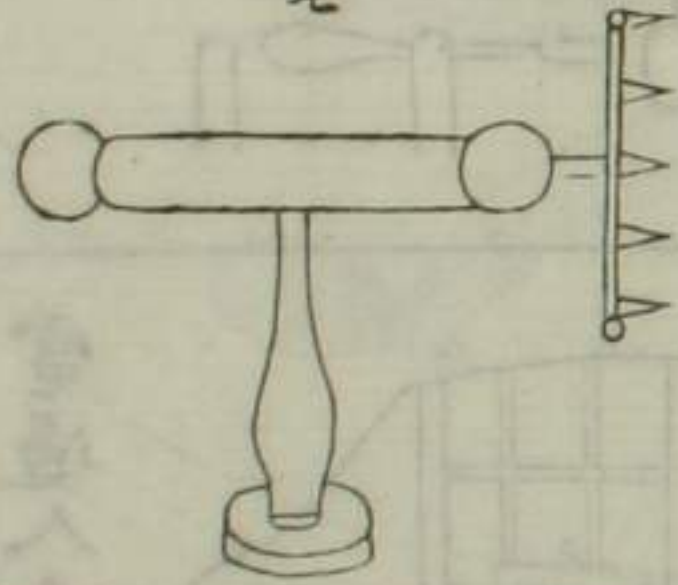
三 電機
又式



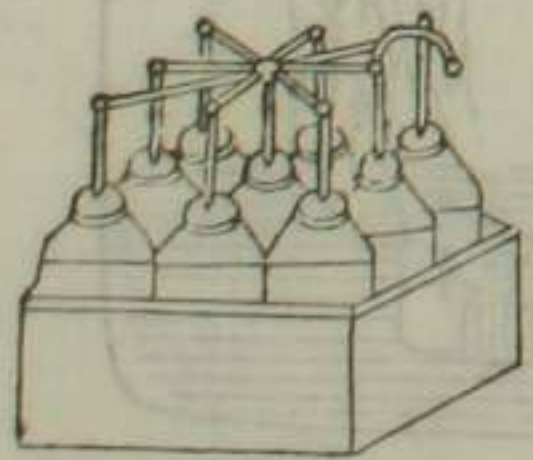
二 電氣
機式



四 引電
架

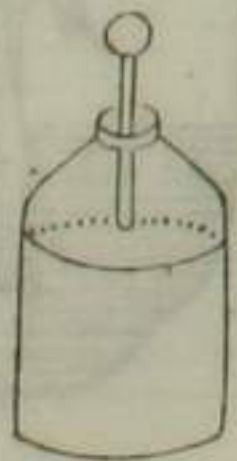


六 同上
數瓶
相連



蓄電瓶

五



各物入月

電學上章 論乾電

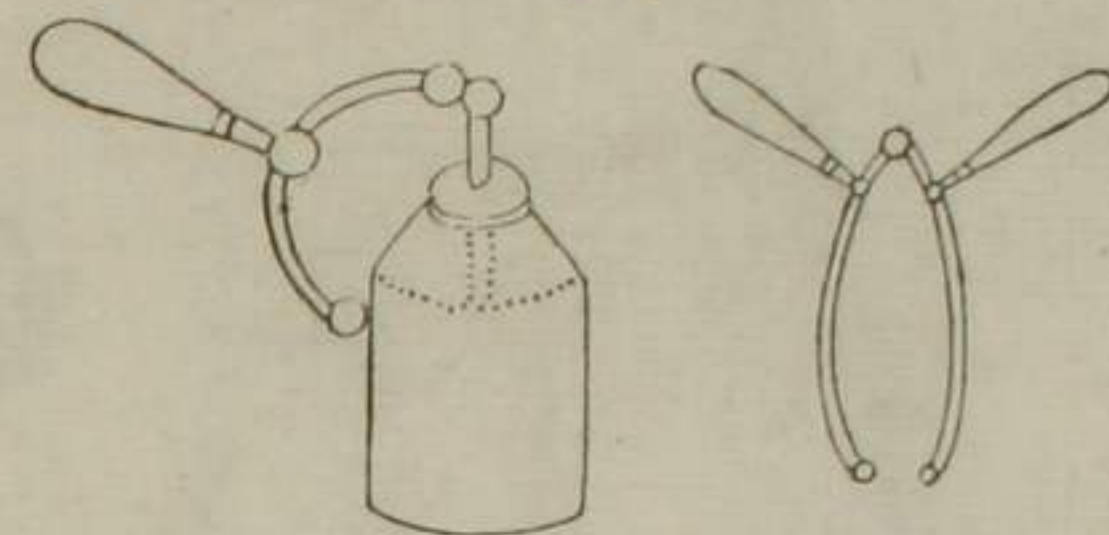
木牛刀門 卷四

四

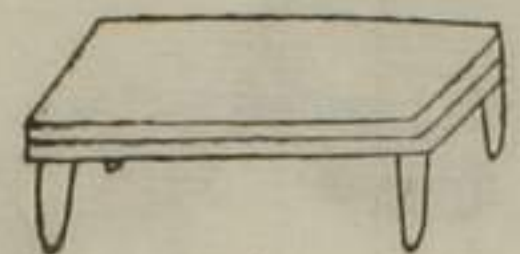
Blank vertical columns for text on the right page.

七

放電

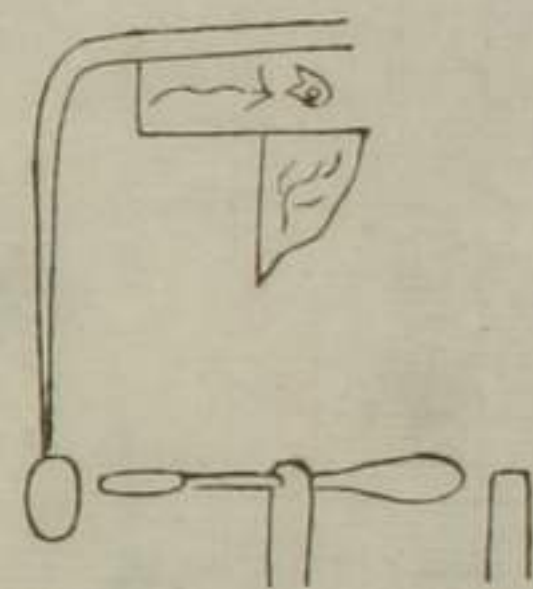


八 接電台



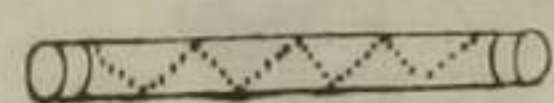
九

探電



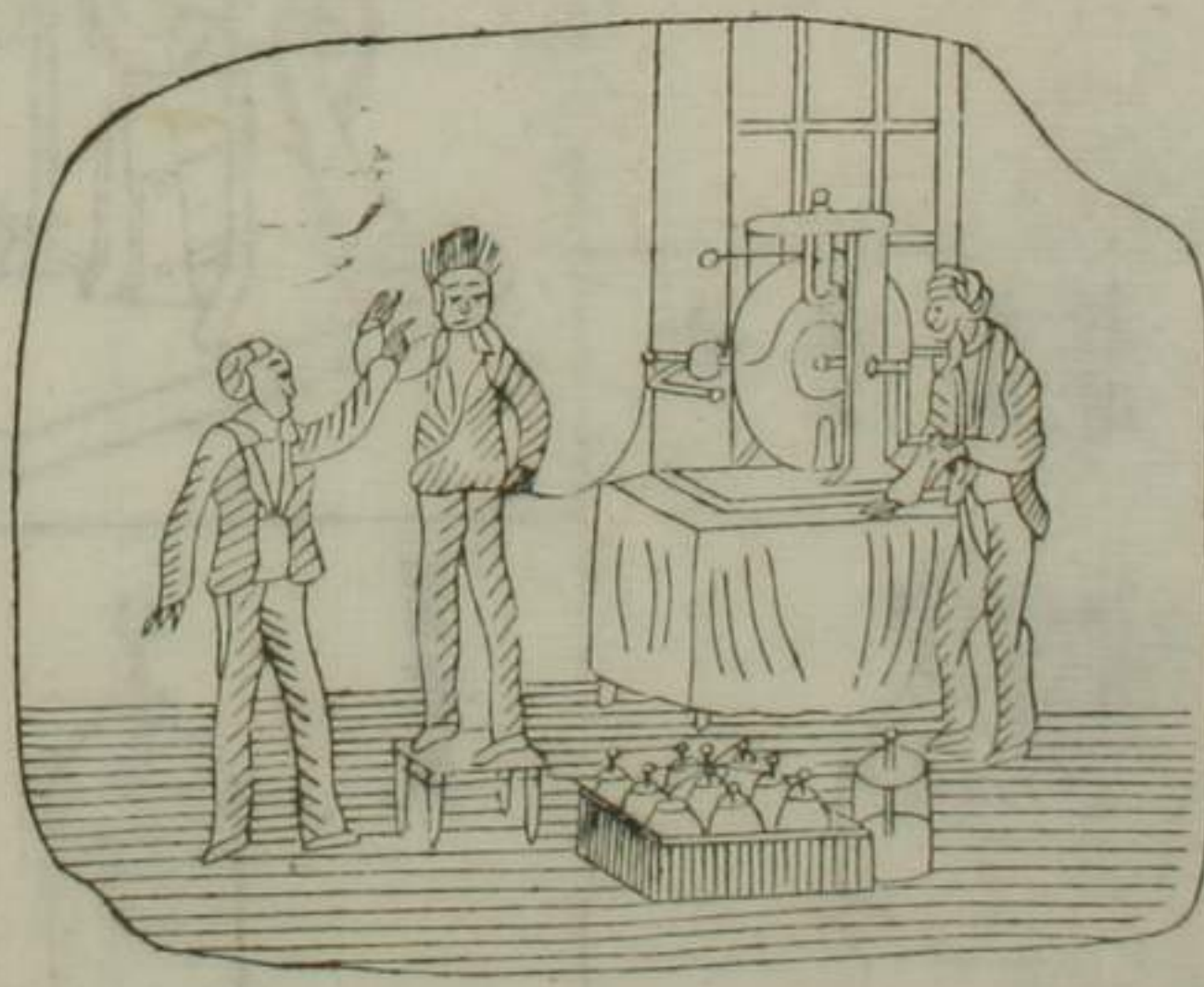
十

電光統
成花式



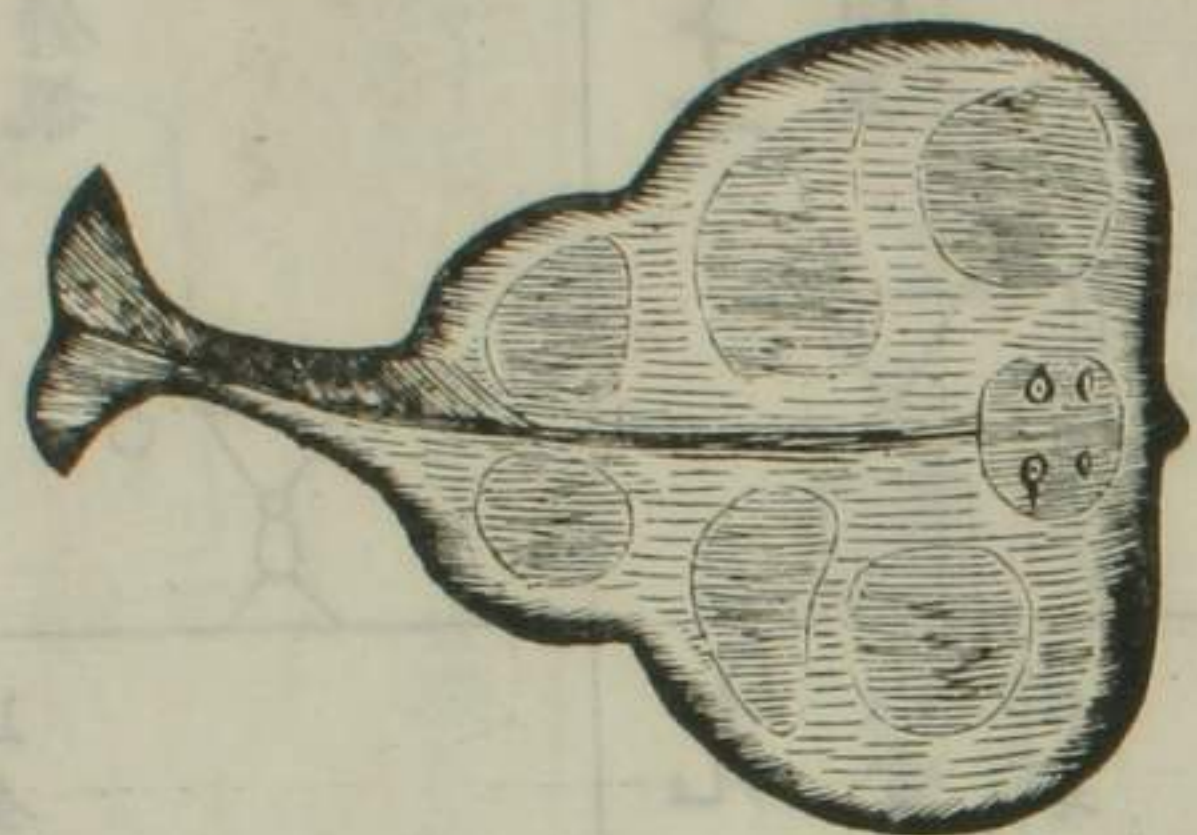
十一

電過人身



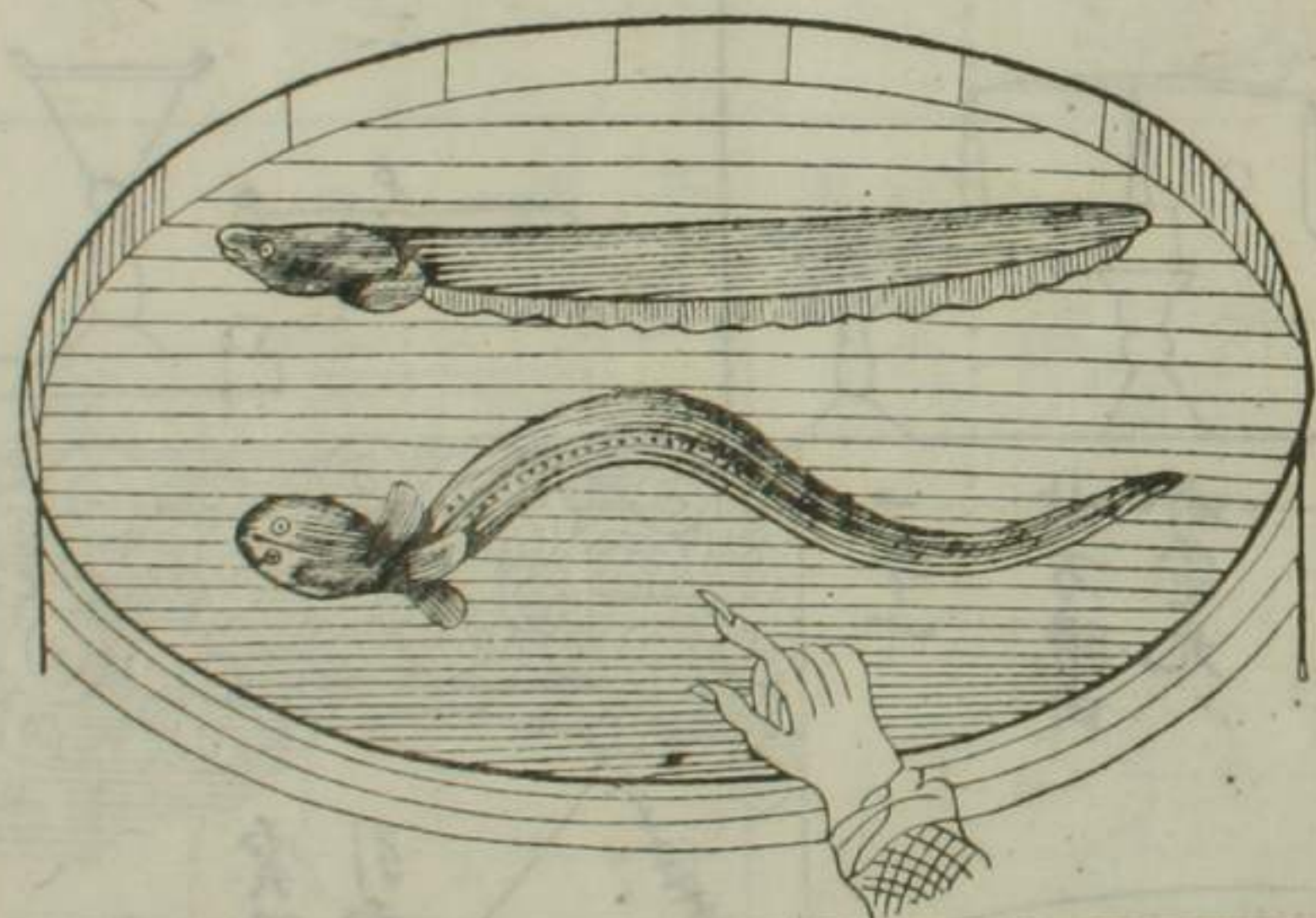
十二

雷魚



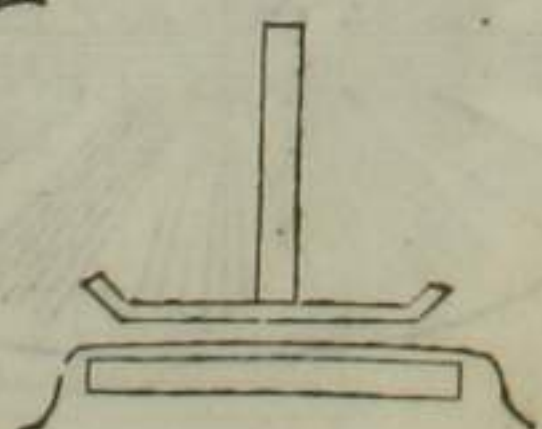
十三

雷鱧



十四

錫盤
生電

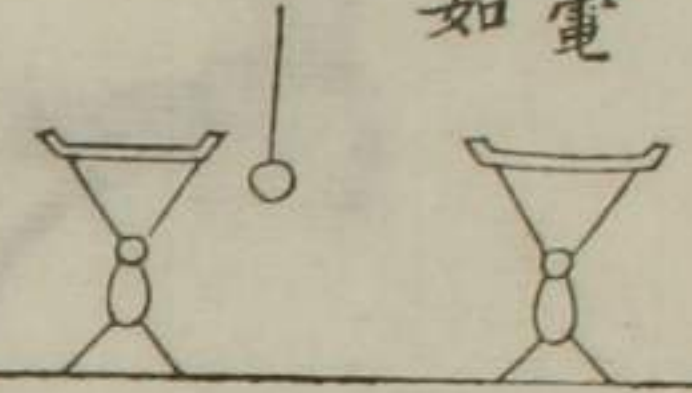


十五

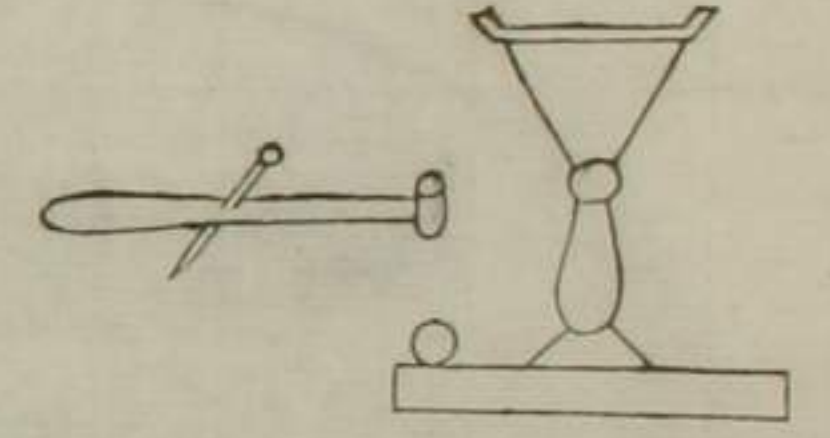
同上



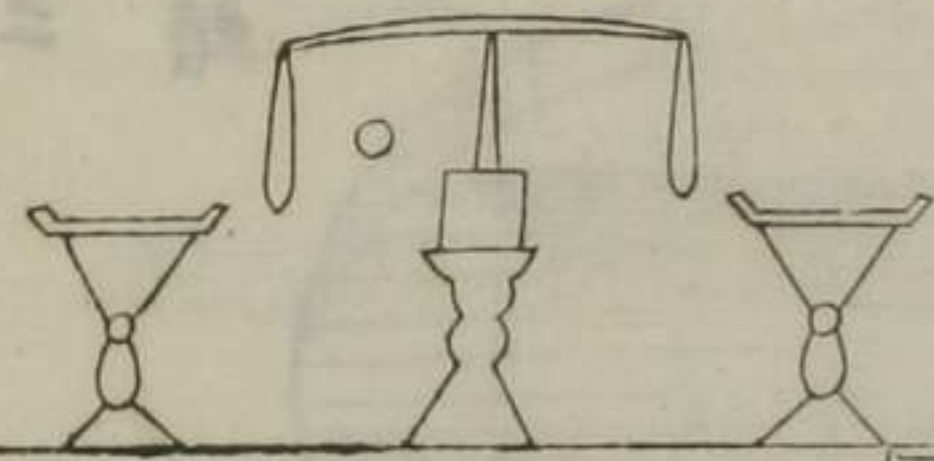
十六 紙團被電吸驅搖如鐘擺



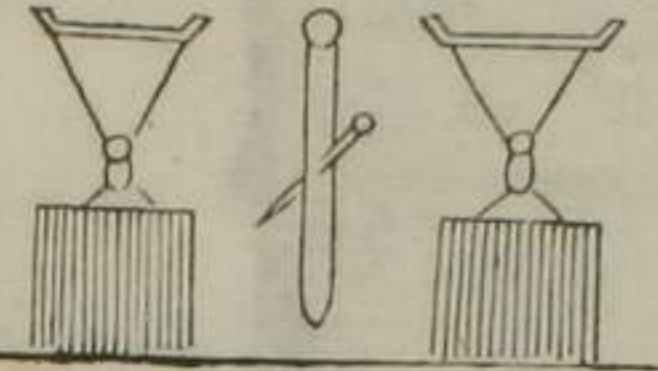
十八 以電運鎚



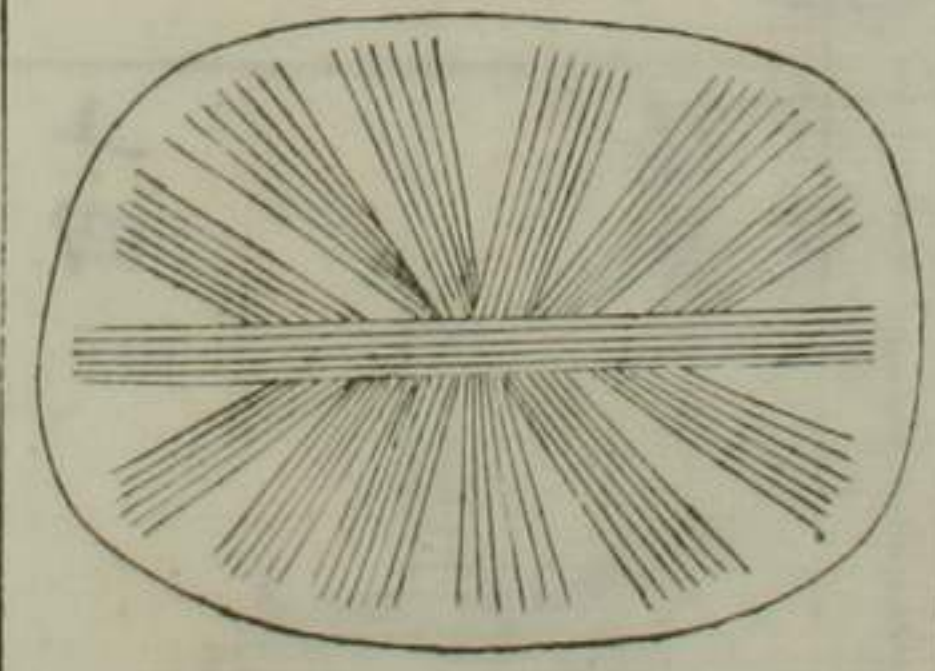
十九 以電使物轉運



十七 同上



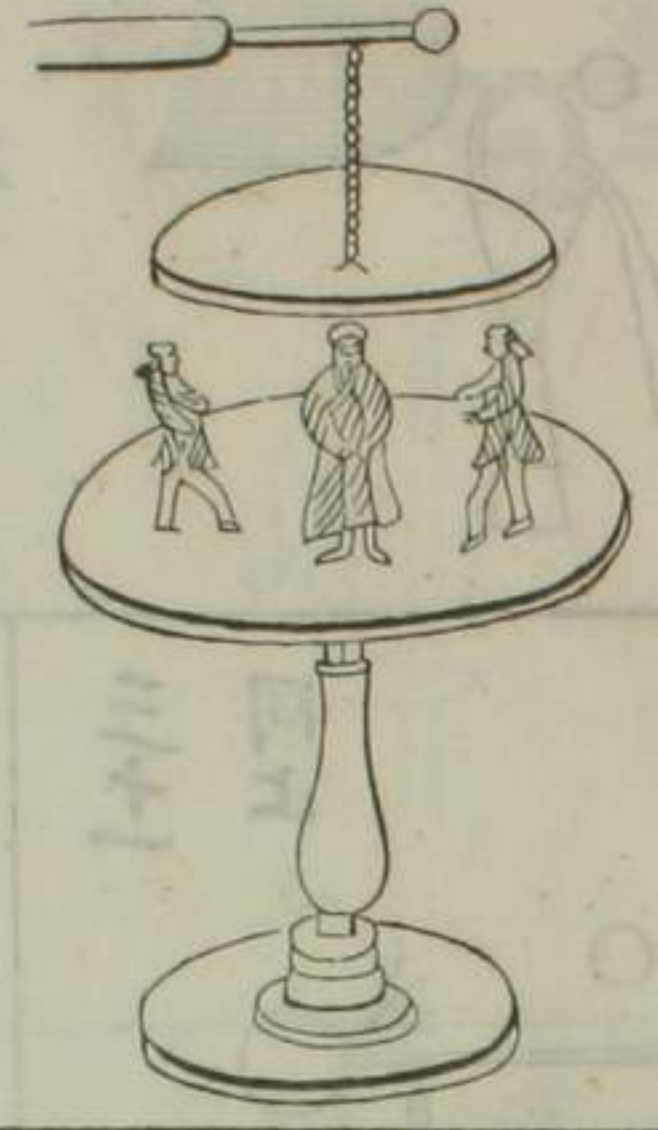
二十一 北方晚由於電光



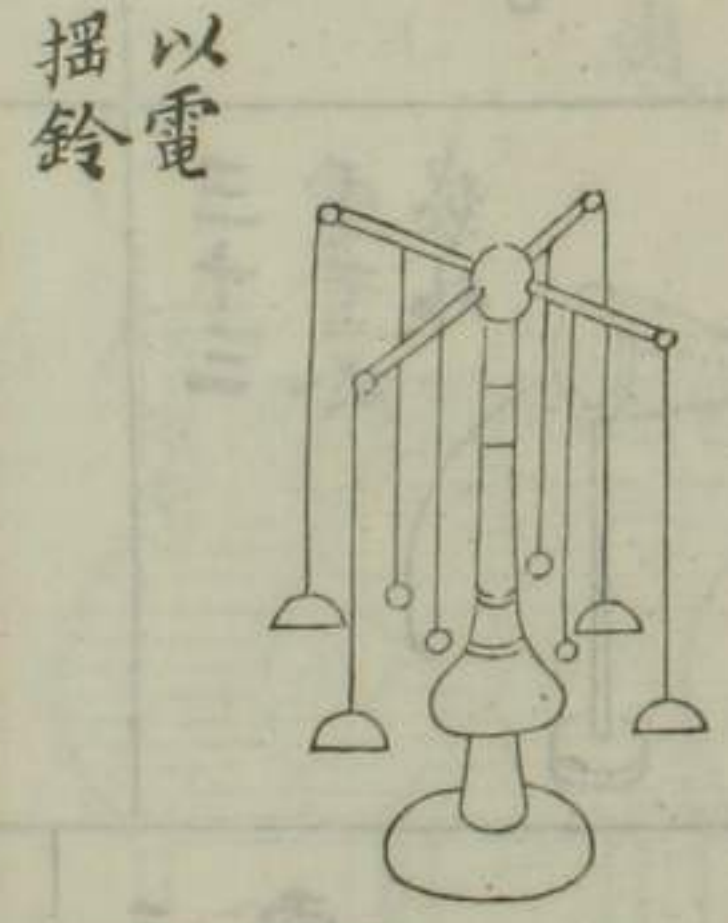
二十 雲際引雷



二十二 紙人被電吸驅跳舞

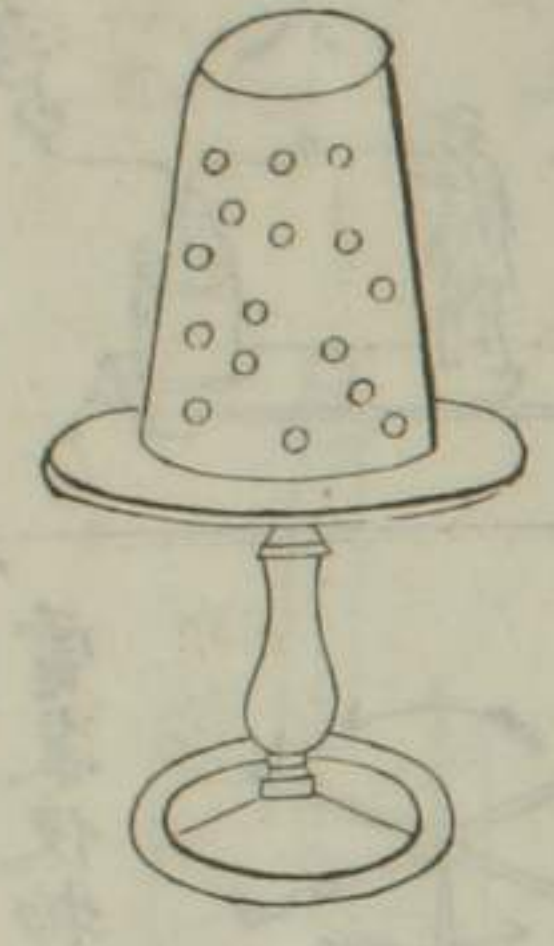


二十四

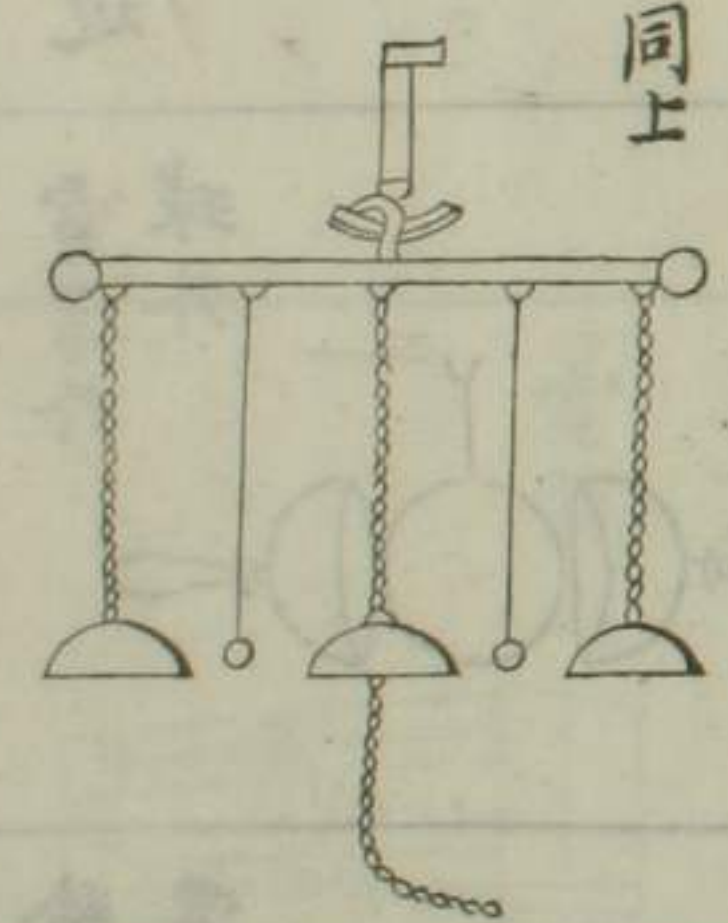


以電搖鈴

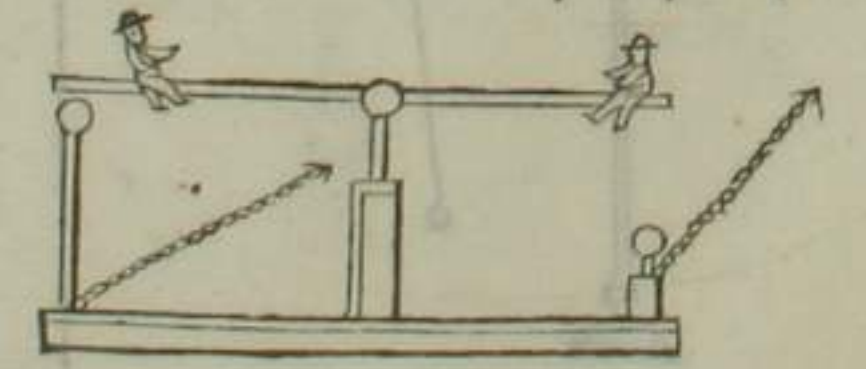
二十三 紙團被電吸驅跳躍



二十五 同上



二十六 電令橫梁俯仰

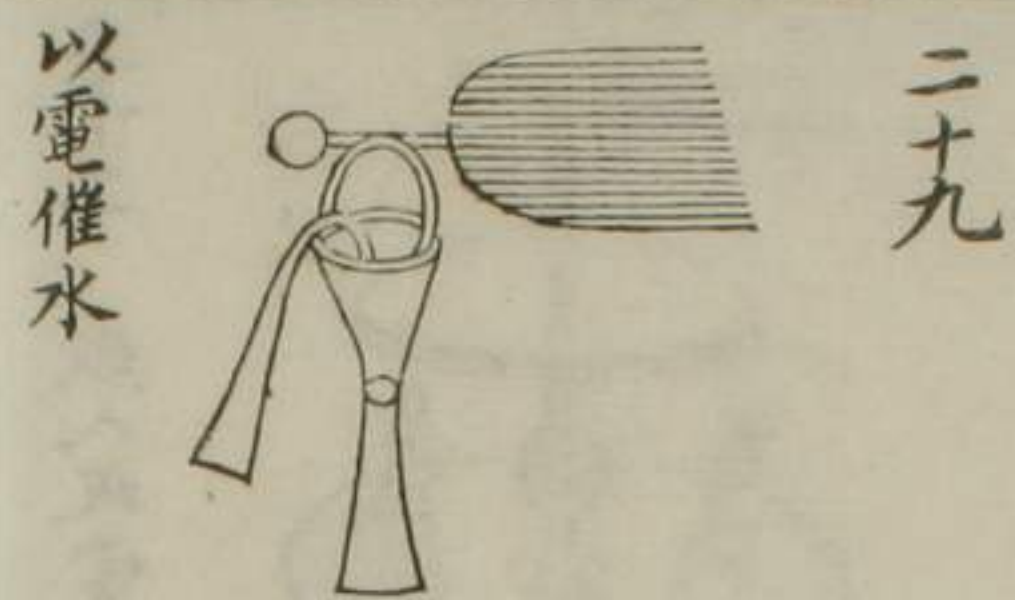


二十七 玩物電槍





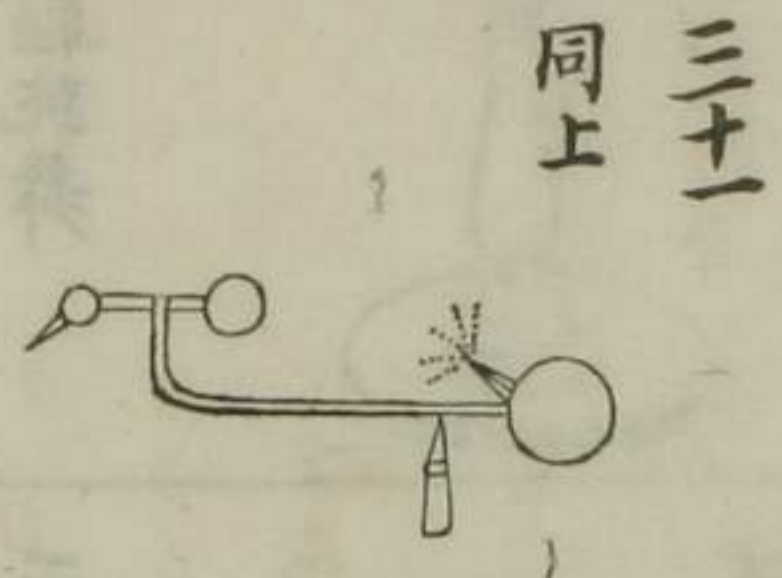
玩物電槍
二十八



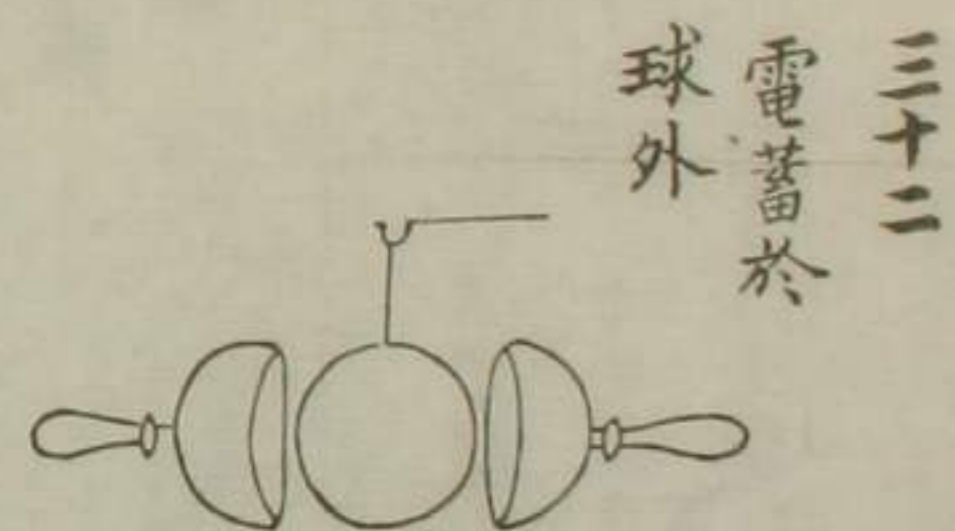
以電催水
二十九



電氣使物轉運
三十



同上
三十一



電蓄於球外
三十二



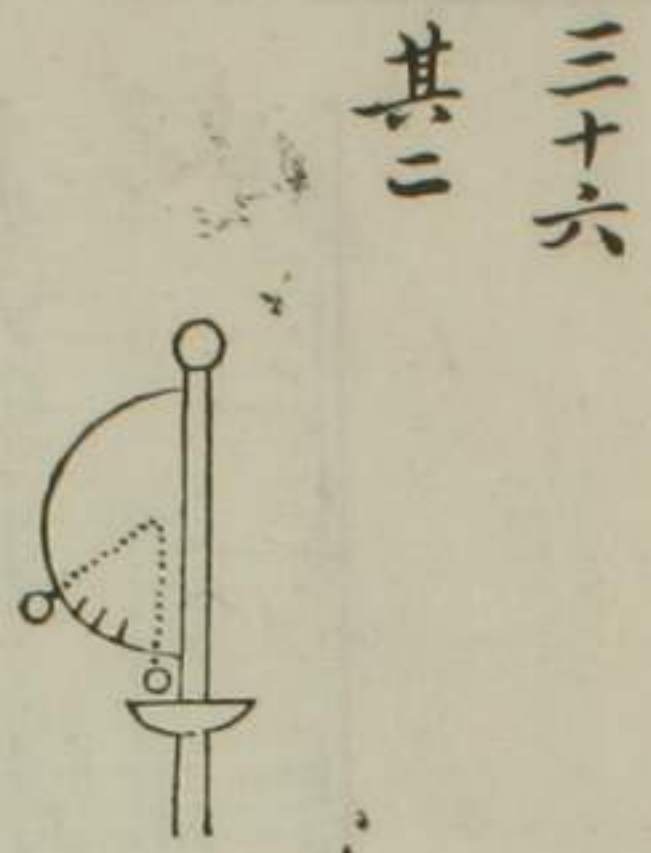
電蓄於袋外
三十三



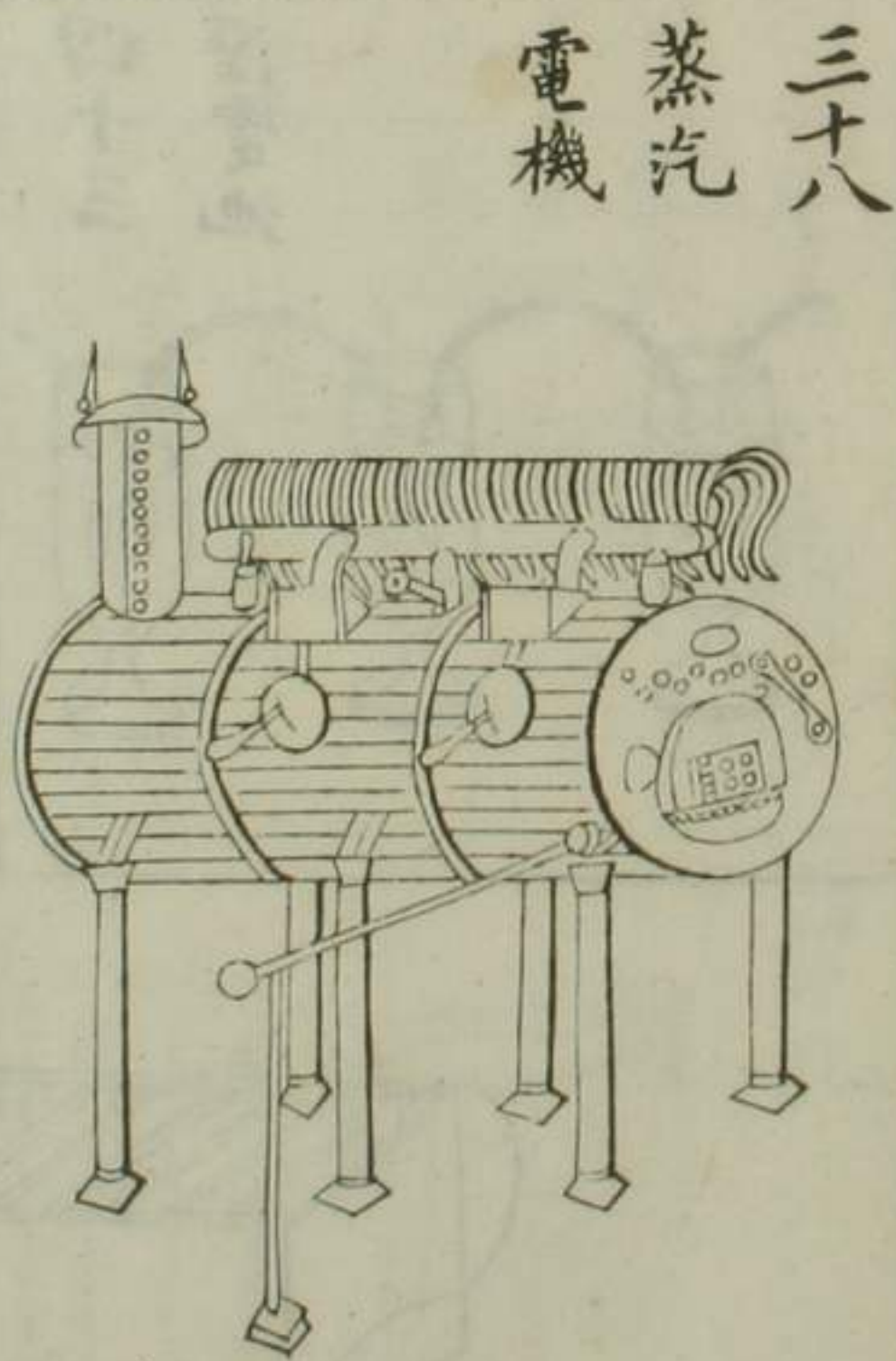
驗電之濃淡
三十四



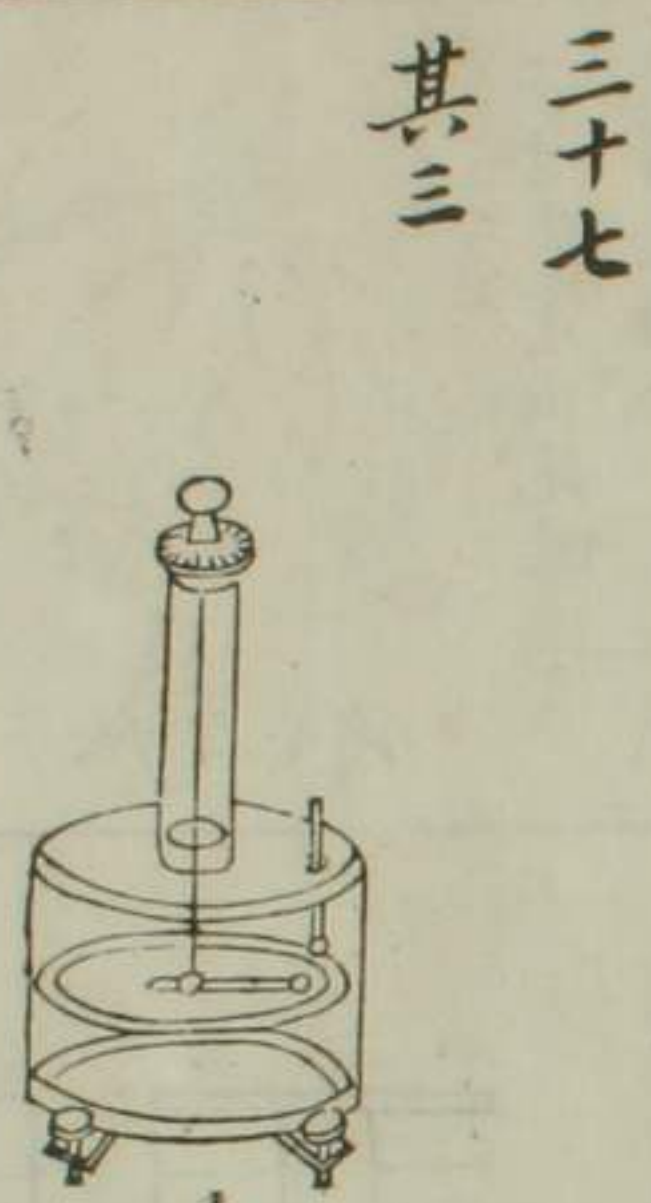
電表
三十五



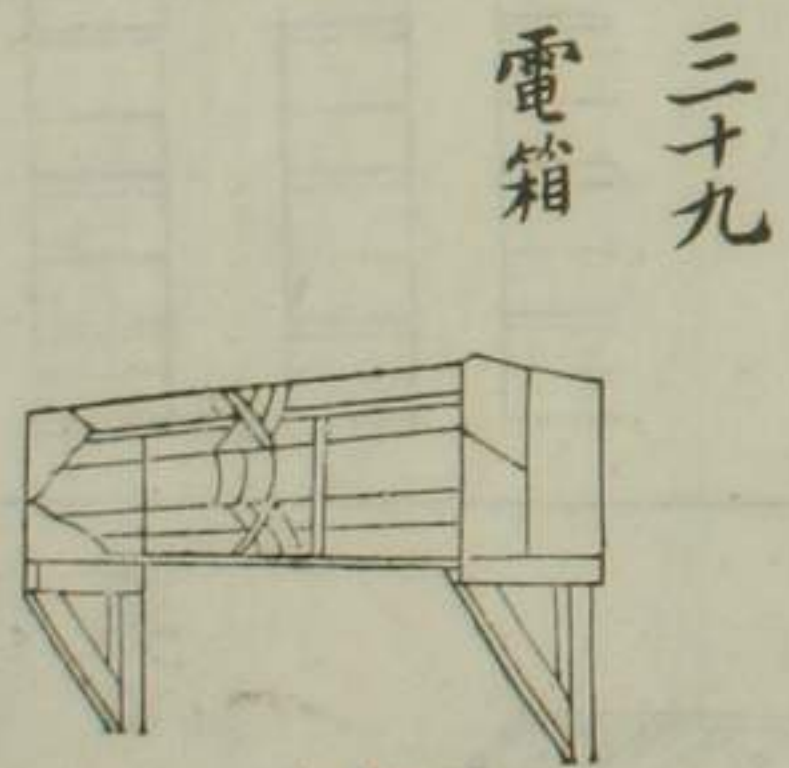
其二
三十六



蒸汽
電機
三十八

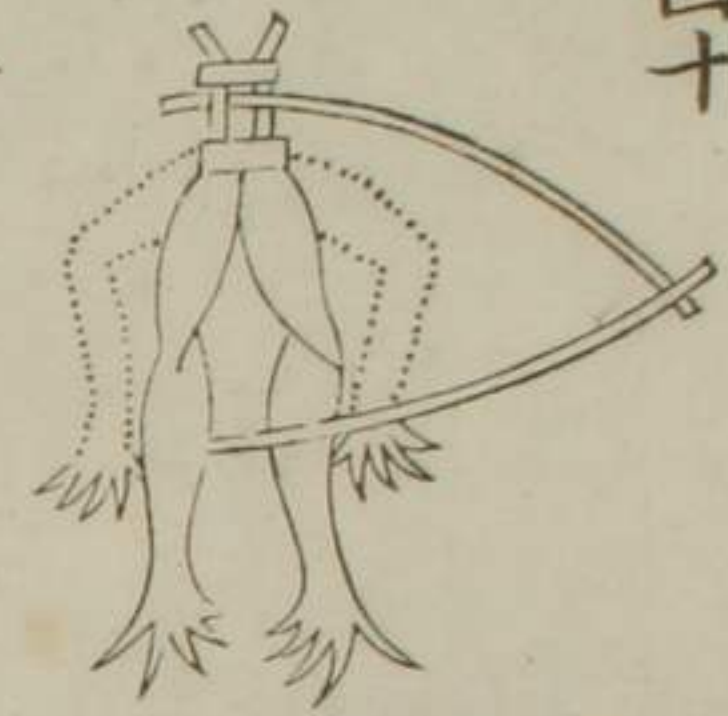


其三
三十七



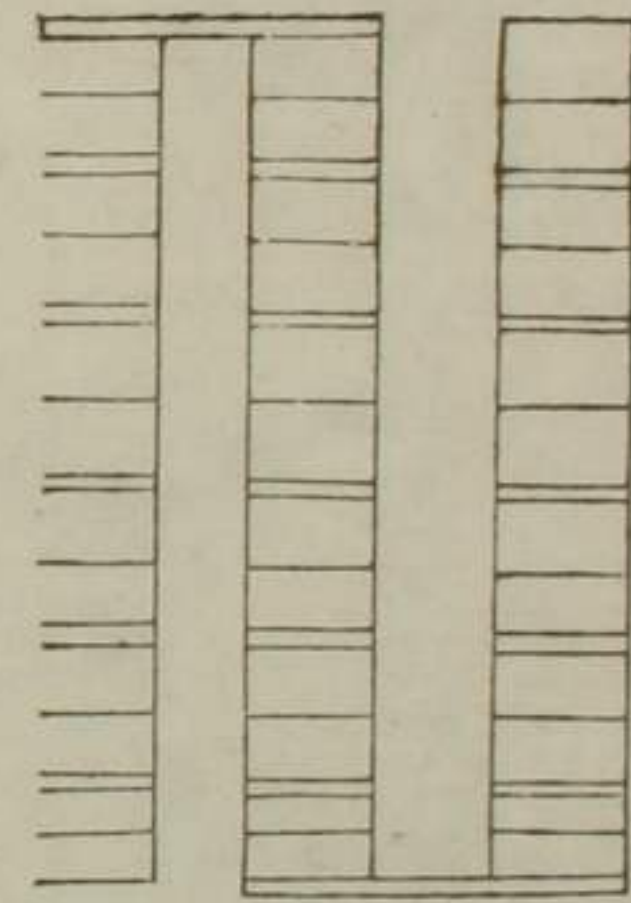
電箱
三十九

四十

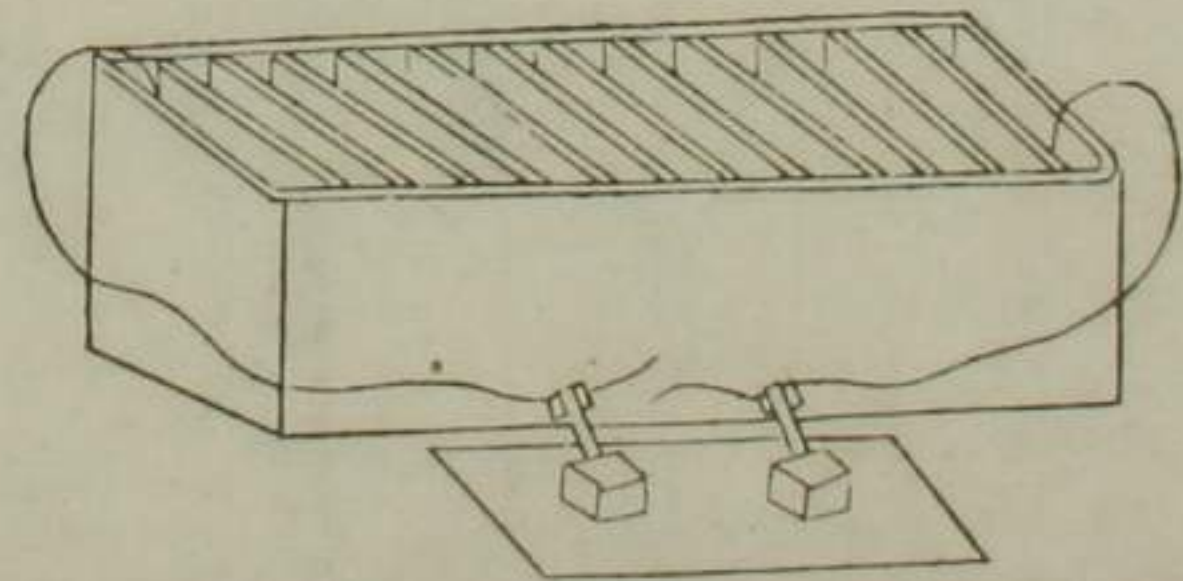


二金生電由死蛙
跳躍悟出

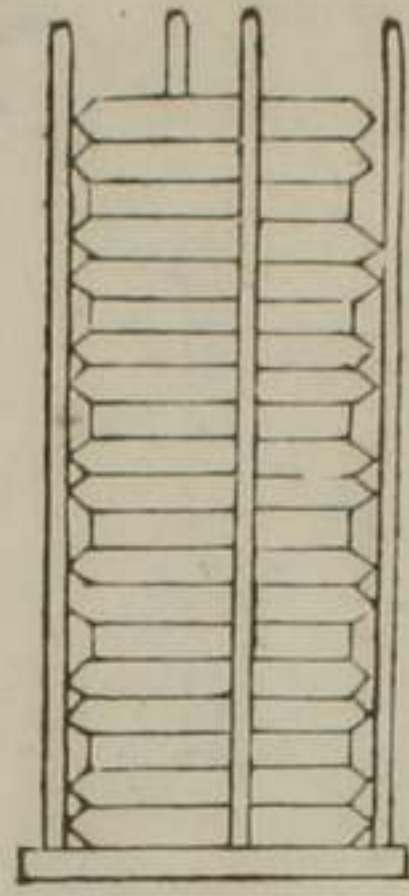
四十二 同上



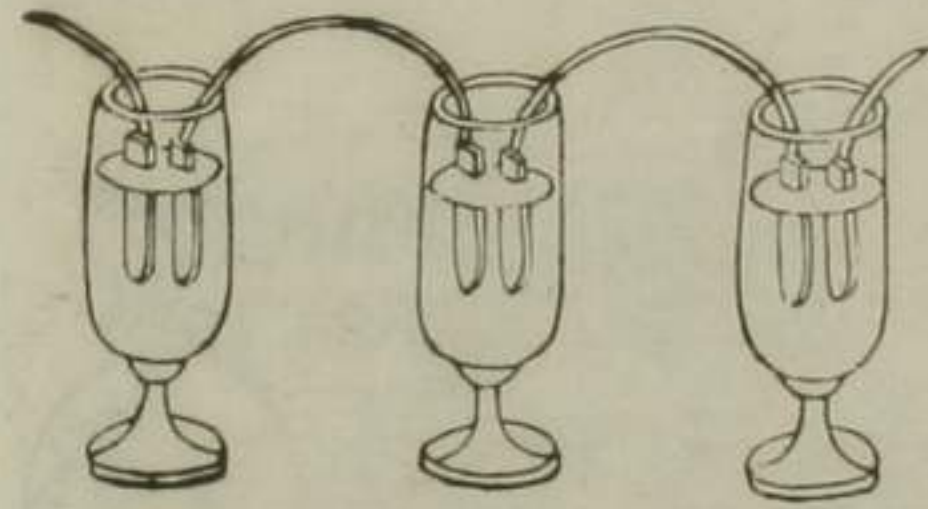
四十四
其二



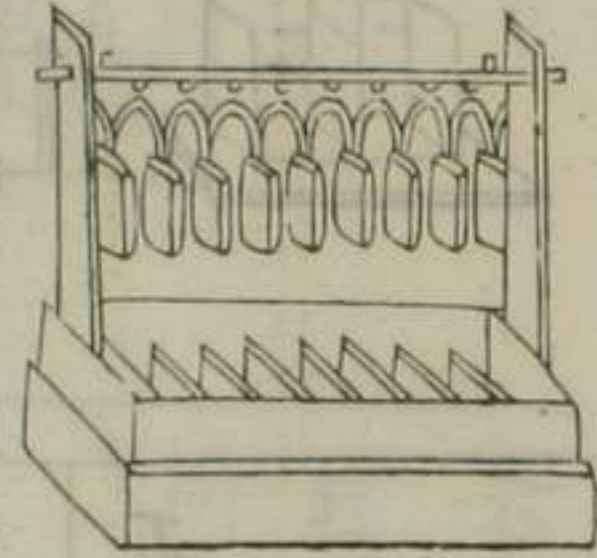
四十一 溼電池



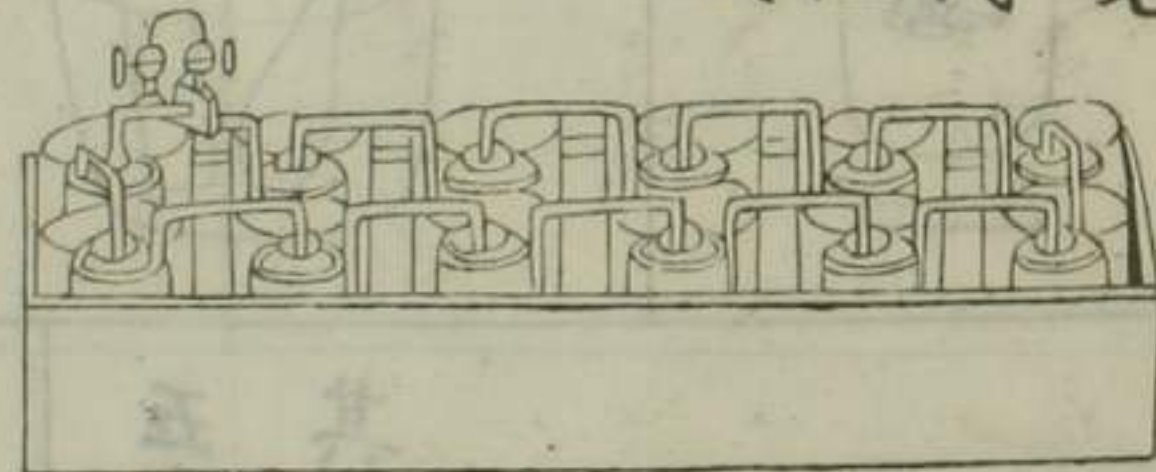
四十三
溼電池



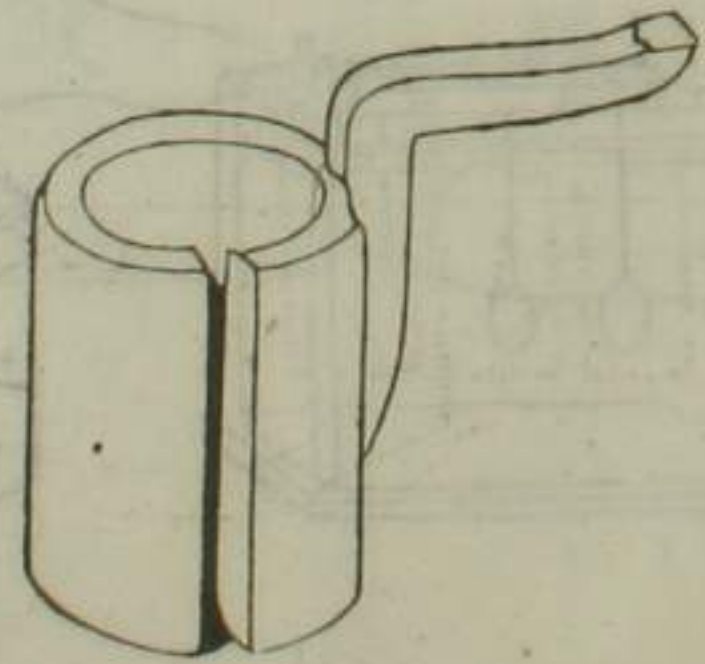
四十五
其三



四十七
葛氏
外電池

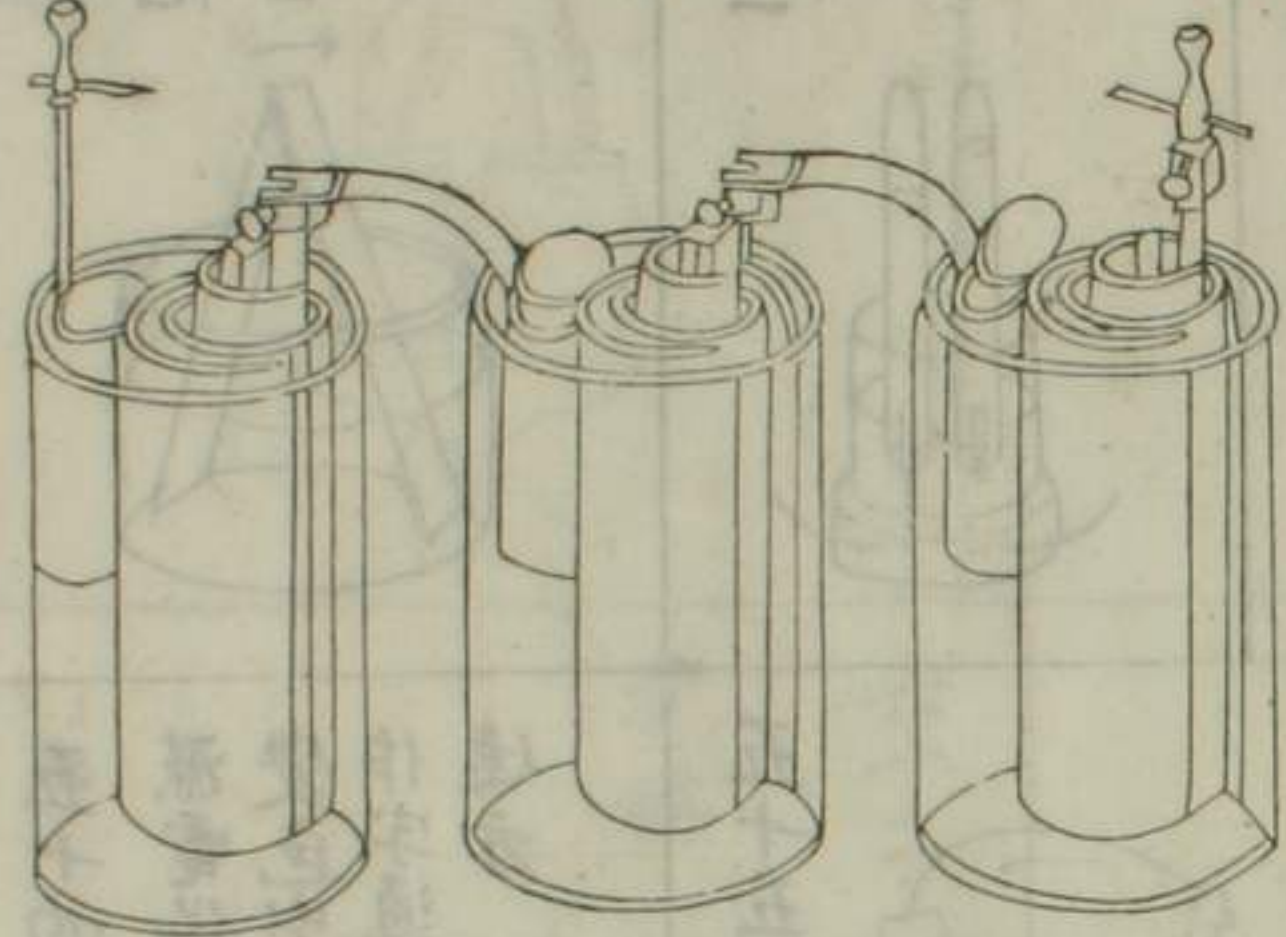


四十九



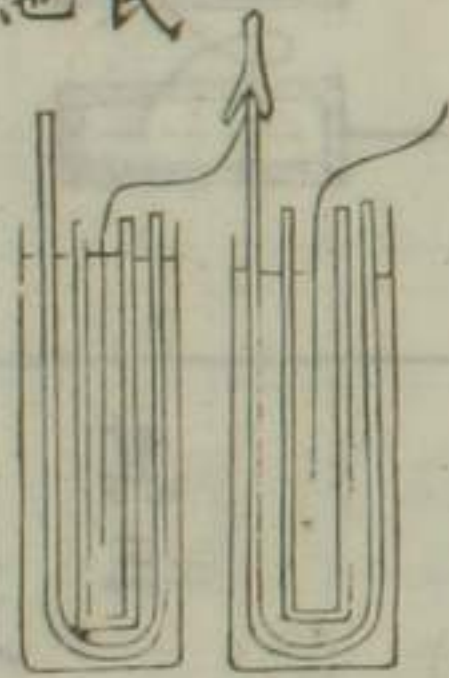
電池內用
白鉛筒

四十六
但氏
電池



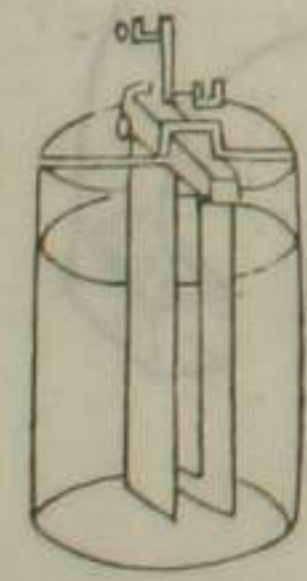
四十八

葛氏
內電池

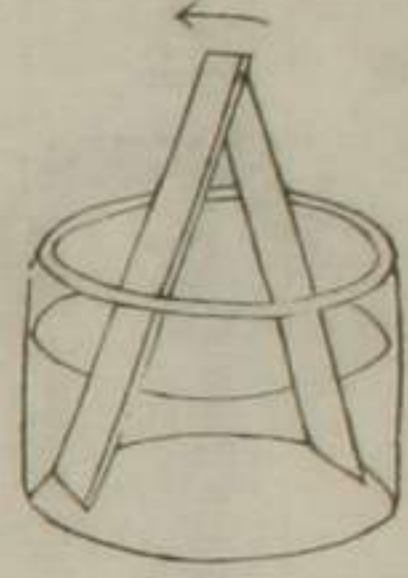


五十

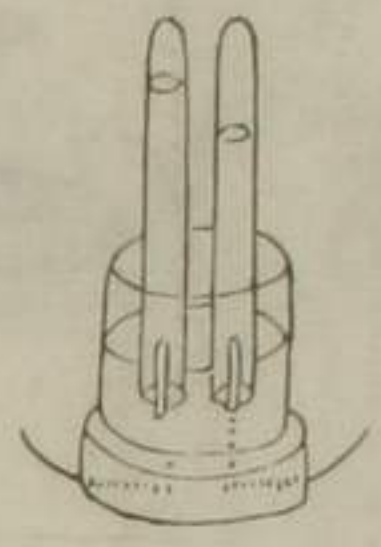
斯美氏
電池



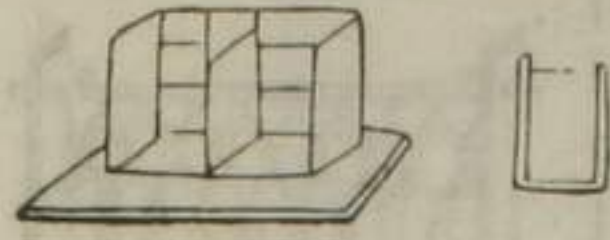
五十一
以電化
水為二
氣



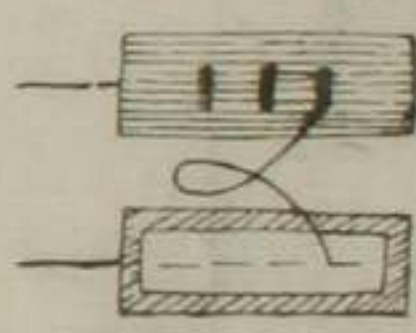
五十二
其二



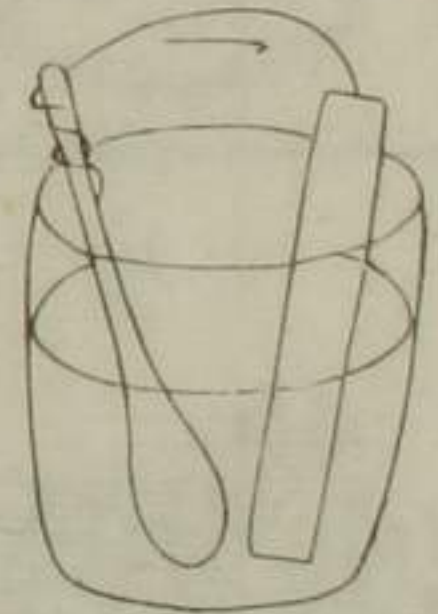
五十三
濕電
化物
其二



五十四
濕電化物
變色以之
作字通信
速方

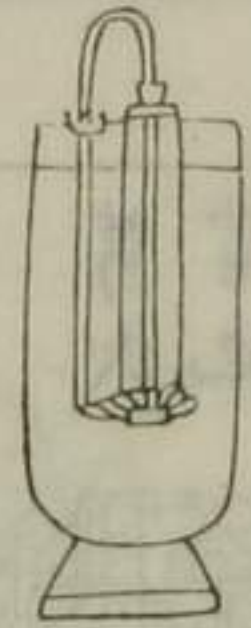


五十五

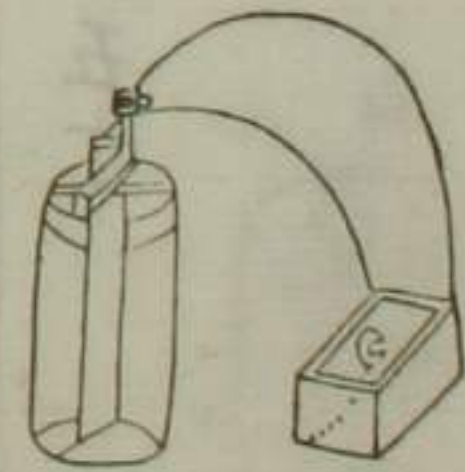


以電包金

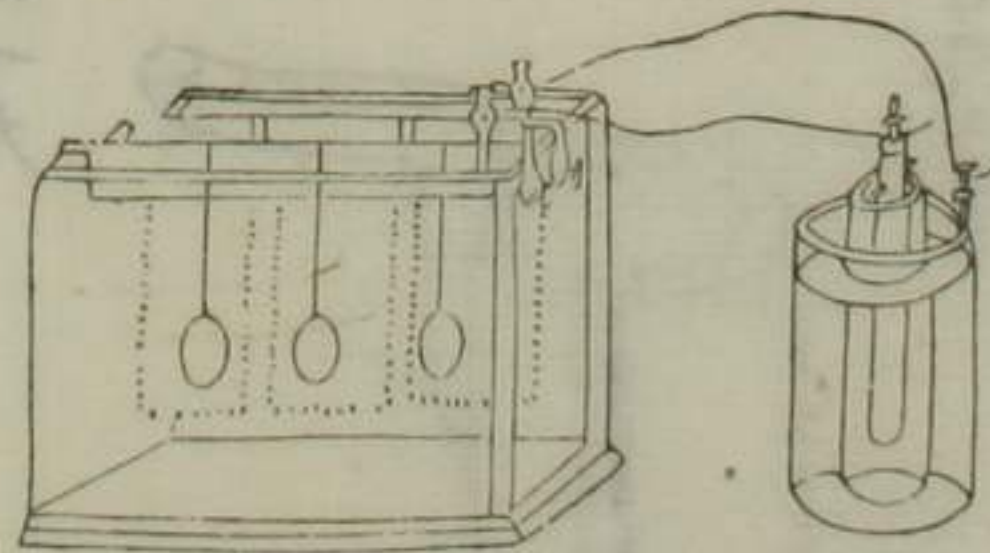
五十六 其二



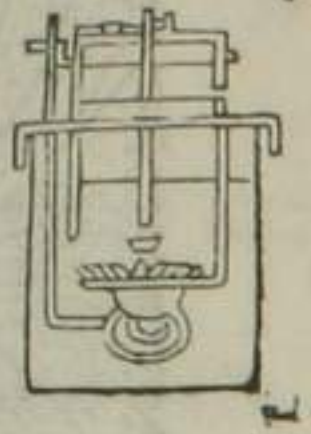
五十七
其三



五十八
其四

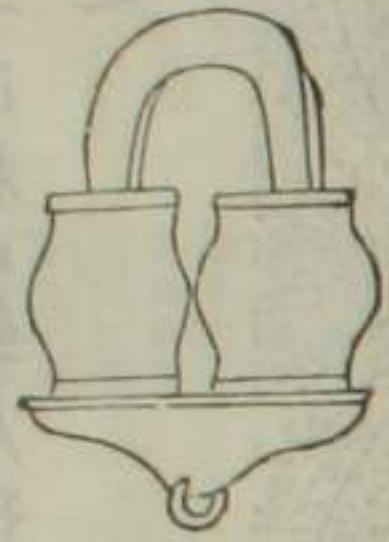


五十九
電化
銅板



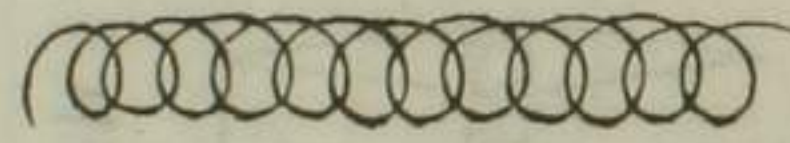
六十

電氣
吸鍊



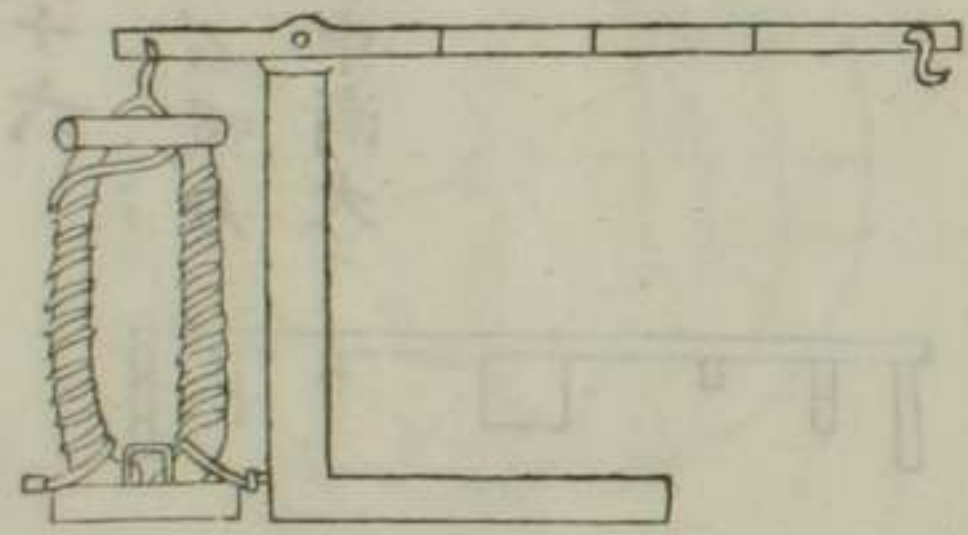
六十一

螺絲圈
同上



六十二

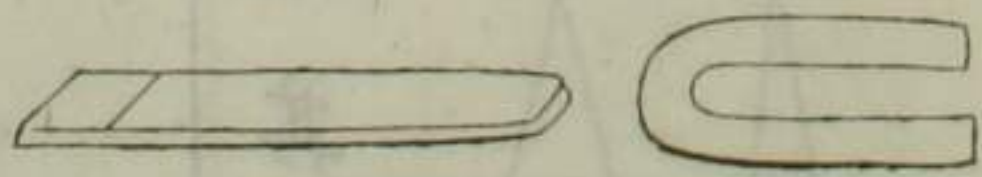
電稱



六十三

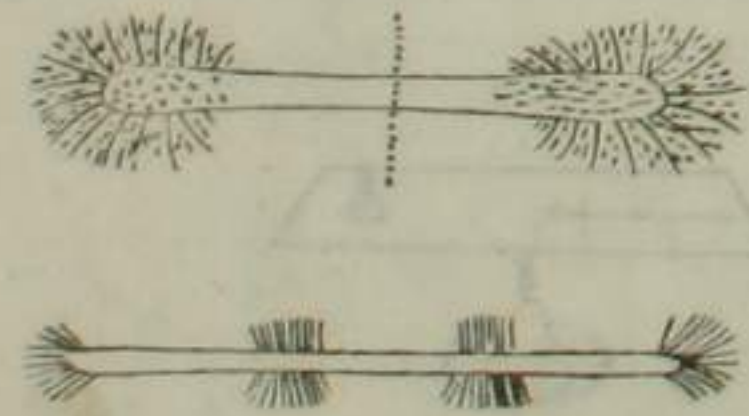
馬掌吸鍊

直條吸鍊

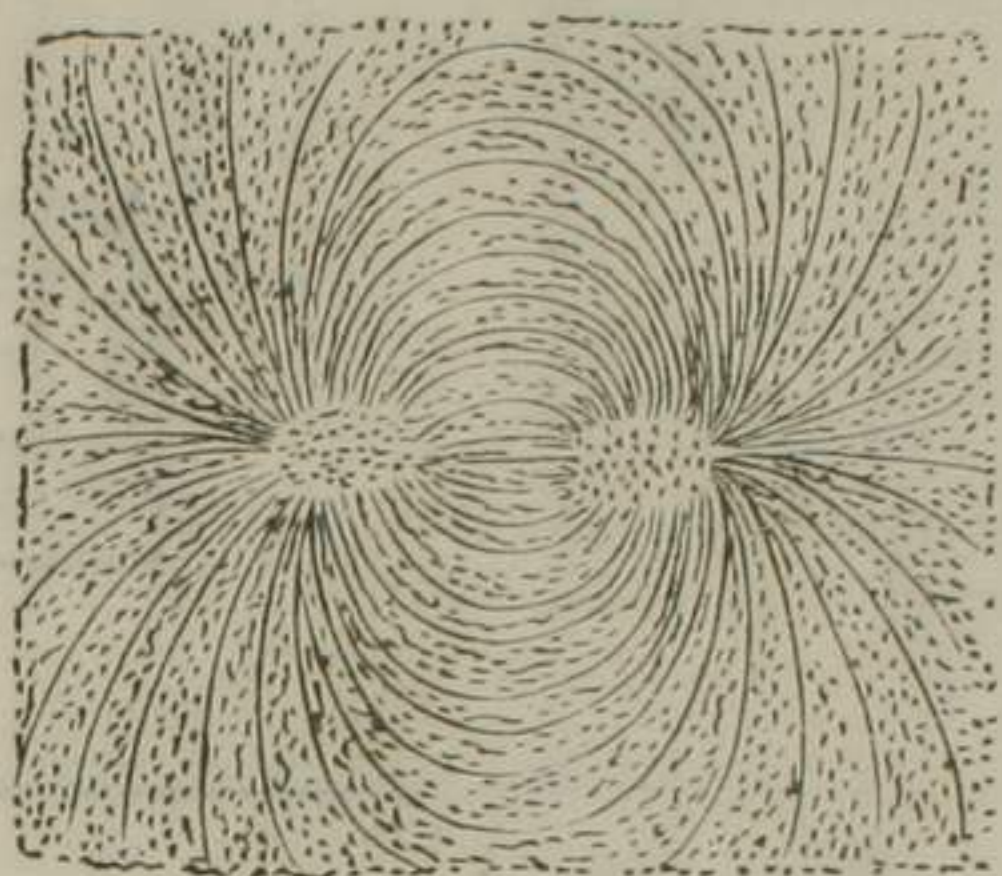


六十四

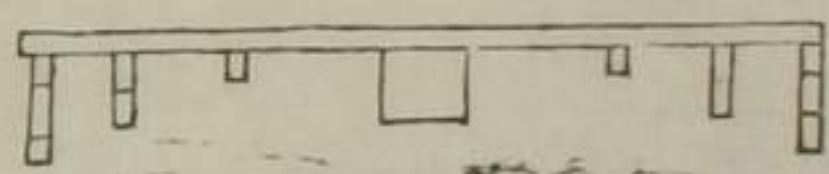
磁石吸
鍊力在
兩端



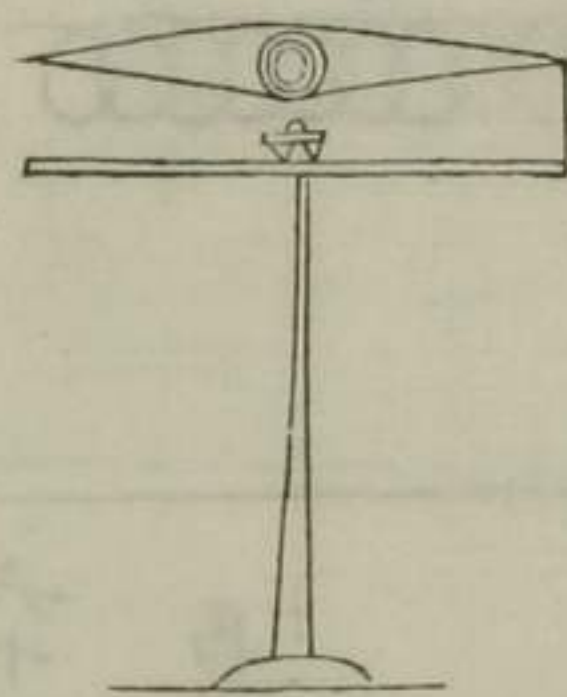
六十五
磁氣運行以鏡眉形
容之



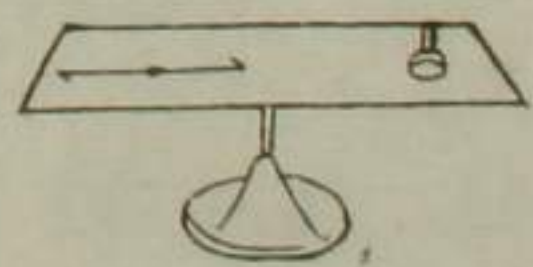
六十六
磁石吸力
離中漸大



六十七
二極異同圖



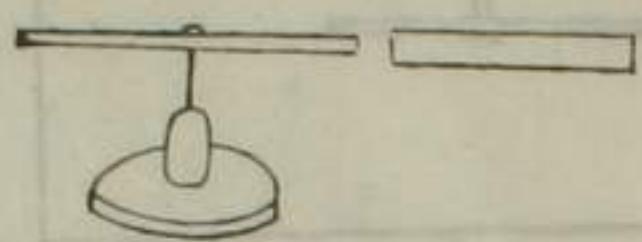
六十八
其二



六十九
其三



七十
磁石
傳力
圖



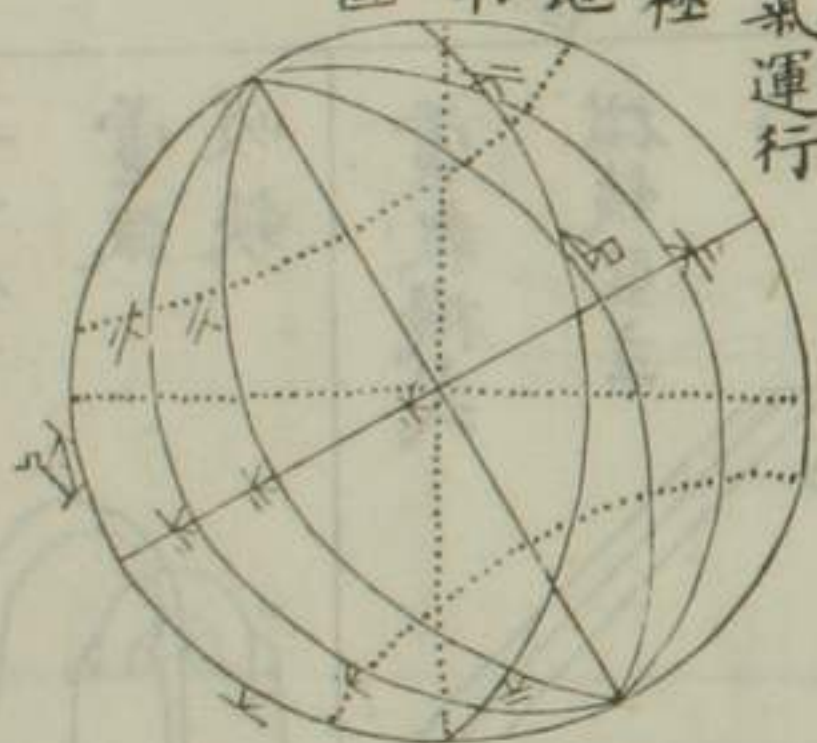
七十一
磁石吸
驅圖



七十二
磁氣於地球
東西
運行
令鐵
指南
北圖



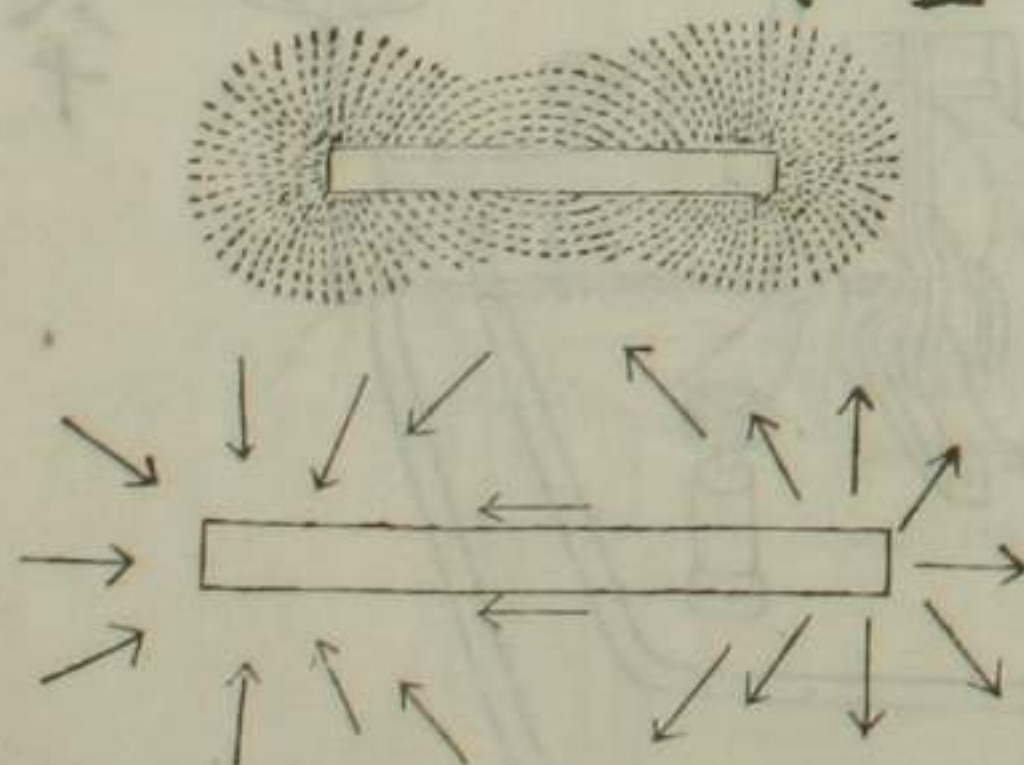
七十三
電氣運行
電極
與地
極不
同圖

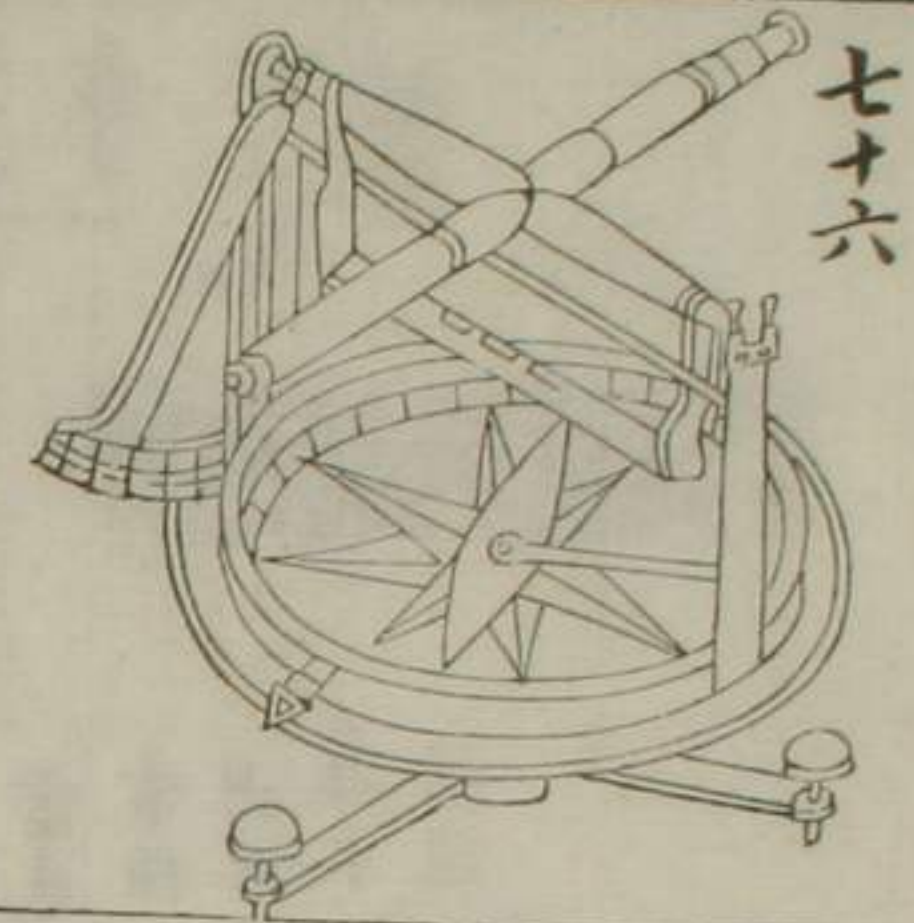


七十四
定北鐵
偏下圖



七十五
定北鐵
偏東西
圖

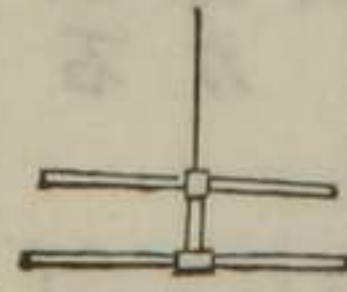




七十六

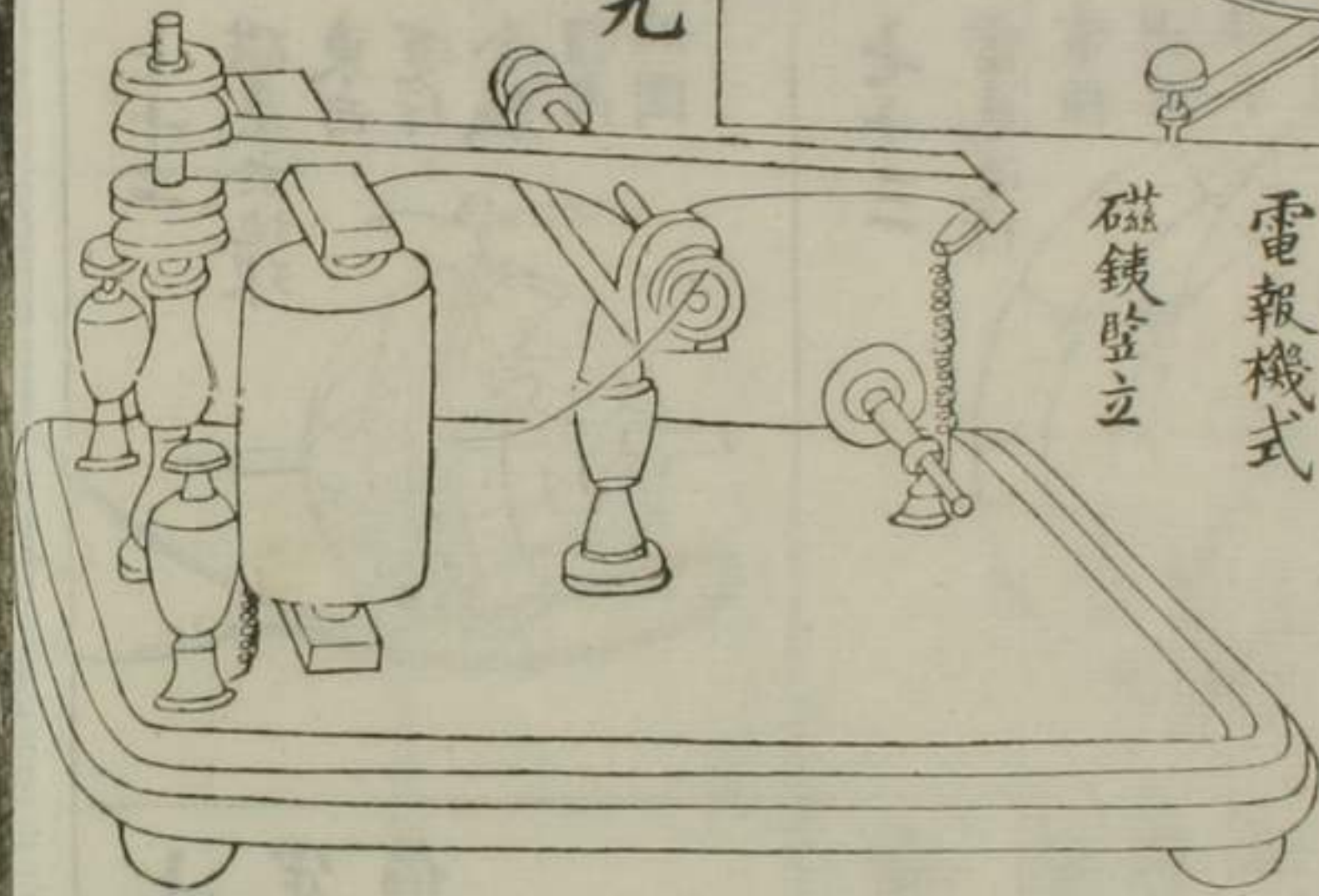
定北羅盤

無極鐵



七十七

七十九



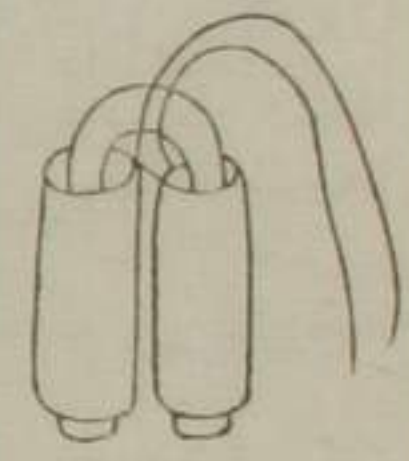
磁鏡豎立

電報機式

吸鏡

電報

七十八



八十

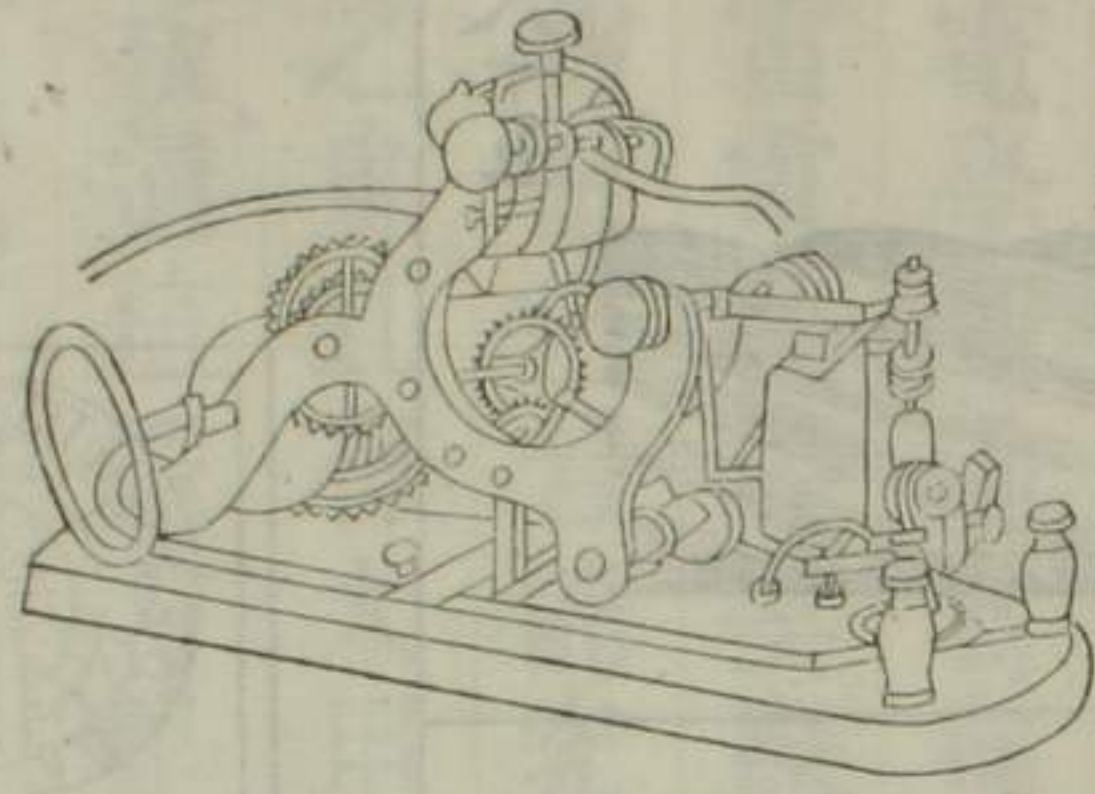
磁鏡平臥

電報機式

八十一

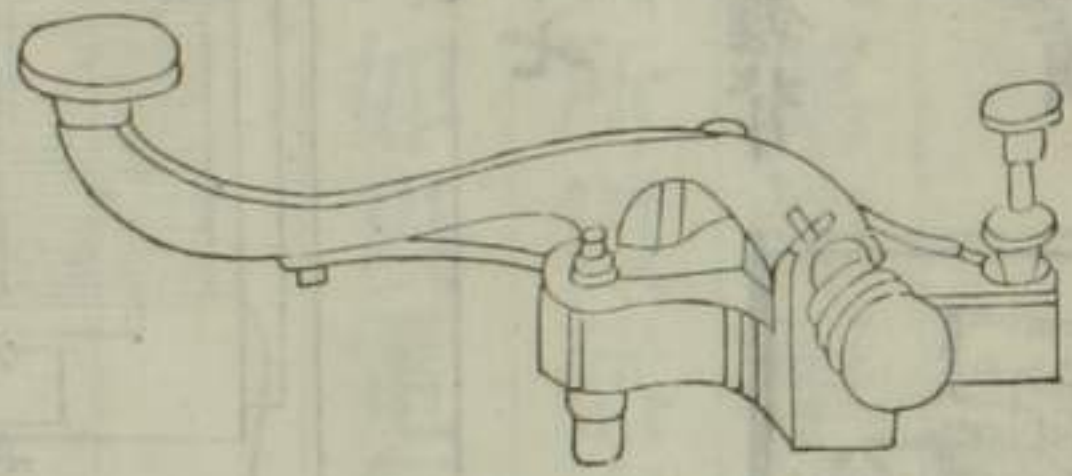
副磁鏡並

畫字機



八十二

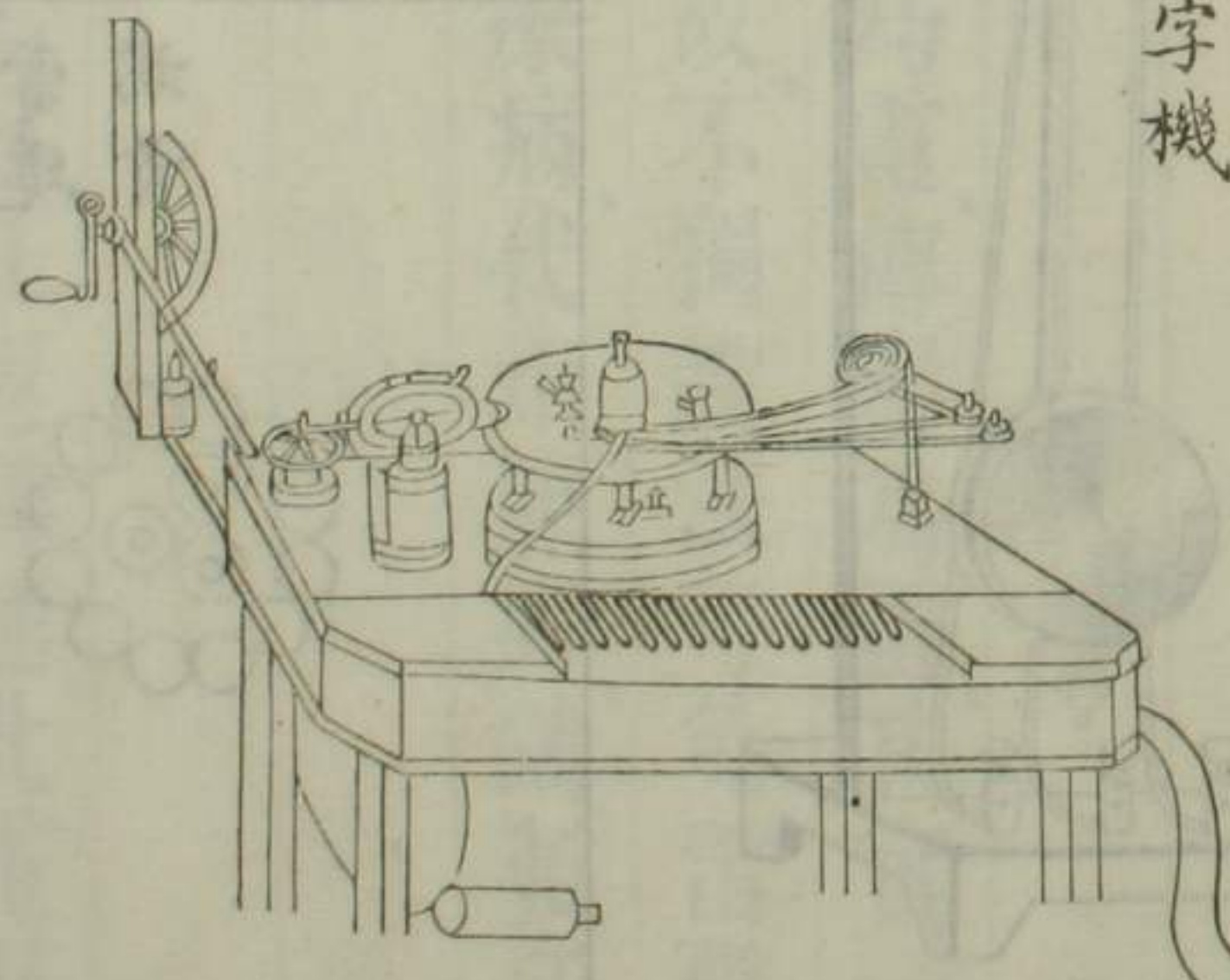
電鑰



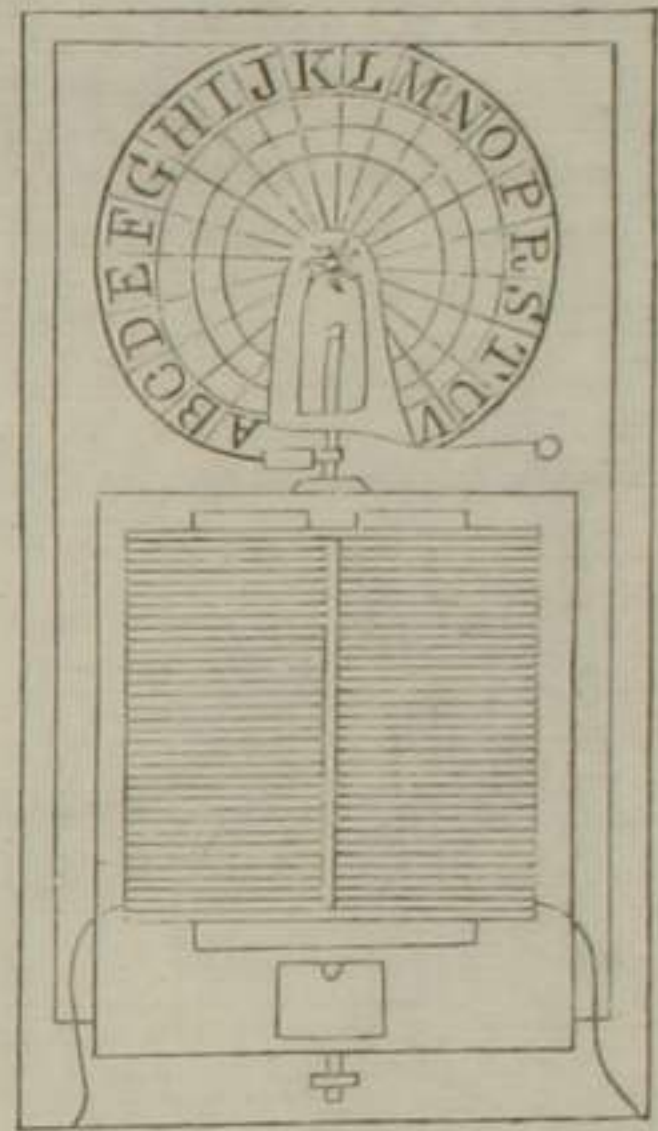
八十三

電報印

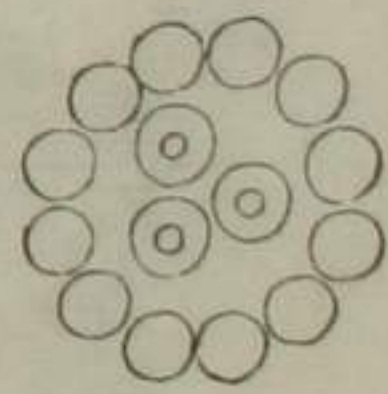
字機



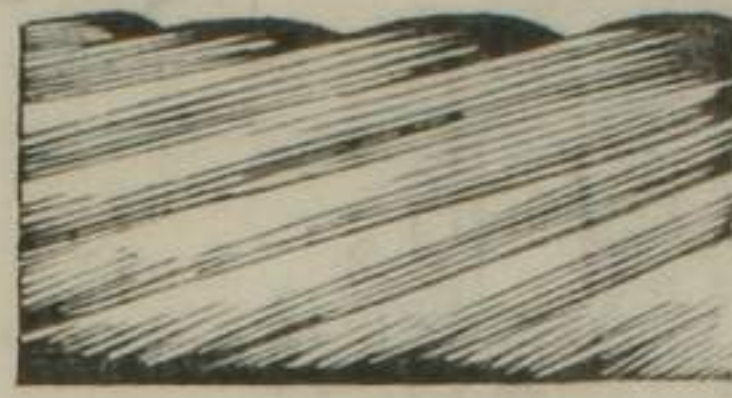
八十四
電報指
字機



八十六
電纜
端首



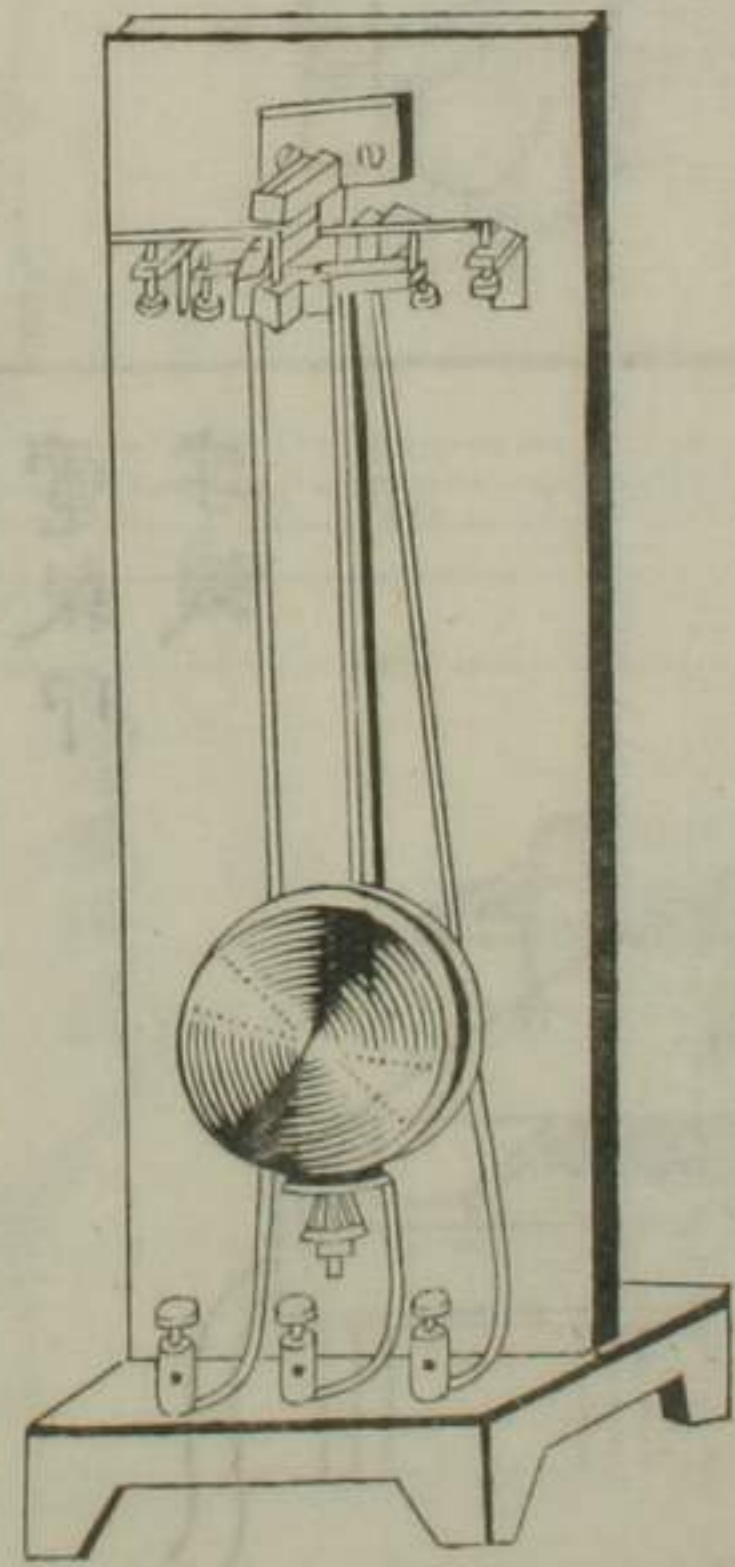
八十五



海底
電纜

八十七

電鐘背
式
其面有
文紀時
有鐵指
字



第四卷電學

上章論乾電

美國丁韞良著

電一物

電氣隱伏
於萬物

問、電學所論者何也、

答、雷電發於雲際、人第知掣光為電、傳響為雷、其實一物而已、若能究其所以然之故、不獨設法可免雷擊之患、且有大用、即如以電氣療病、代炬照野、鑄製印板、通信遐方是也、

問、電氣何物、

答、萬物中具有微妙之氣、運行不已、往返神速、此電氣也、

電分乾濕

問、何以謂之電氣、

答、此氣隱伏於萬物之中、其尤顯者、則為雷電、

問、電分幾種、

答、分為二種、由乾而生者、曰乾電、由溼而生者、曰溼電、此特舉其大概而言、亦有乾電不由乾而生者、溼電不由溼而生者、

五、問、電氣隱具於物、何法試驗、

答、其法甚多、畧述數四、

問、其一何也、

答、人髮猫皮、暗中以手拂之、常見發光、且聞爆響、此電

乾電由指
摩而顯

氣發出之驗也、

問、其二何也、

答、以玻璃一塊、指令乾濕、以碎紙近之、即被玻璃吸起、此玻璃中電氣發見也、琥珀指熱、可吸燈草、中國以此法辨琥珀之真偽、始而西國名電氣為琥珀氣、繼而知為電氣、仍以此名之、至西方常用之火漆、亦能如是、均有電氣使然耳、

問、其三何也、

答、木箸一支、兩頭各插輕木輓塞、以絲綫中懸使平、復以玻璃琥珀或火漆指熱、近輓塞而引之、箸即隨之

轉運矣

問其四何也

答鐵盤置於玻璃蓋上以粗紙一張火上煨熱以手措之鋪於盤上於去盤邊半分之處以指引之將見有一粒火星入於指矣復將此紙一提一落皆有火星隨之而出也蓋萬物均有電氣在內惟有多寡之殊與發見之難易耳見第一圖

地中有電

問地中有電氣何以知之

答乾電機有鐵鍊下垂於地引地中之電氣上通於機也若將鐵鍊離地則電氣立絕此係明驗故雷之擊

物不僅由雲而下亦有由地而上者易曰雷在地中職是故耳

論乾電機

問乾電機何物

答所以收聚電氣而使之發動也製造機式則有精粗大小之懸殊矣

問常用之電機其式何如

答以玻璃為筩或輪兩頭有軸可使轉動傍設立柱上置皮墊靠於玻璃皮上有紬一片覆於筩上復有鐵鍊下通於地持軸柄而轉運之令玻璃筩將皮墊磨熱電氣為玻璃所吸隨鐵鍊而上於引電架可蓄於

電筒輪以生

器用時一齊發動也若以白鉛屑與錫屑水銀和之敷於皮墊之上尤為利用見第二三圖

問引電架何物

答以鐵筭橫架於玻璃柱上一頭有鐵齒如鈹依近於電機之玻璃筭使之引電達於架上玻璃柱者防電入地因電氣不能過玻璃也其玻璃筭若轉運時即見有火星入如鐵齒如以指近之聞有爆聲矣見第四圖

問蓄電瓶何物

答玻璃瓶內外俱以錫屑為衣瓶口及肩外敷火漆以

架以引電

瓶以蓄電

木為蓋上加銅条為柄穿蓋而通於瓶內下接銅鍊垂於瓶底銅柄之首與引電架相依電氣引入瓶中蓄於錫衣之上迨蓄滿後以指按其銅柄即有爆聲如有電瓶五六上以銅絲聯絡儻將電氣一齊放出能令人遍體震動儼若小雷所擊也見五六圖

問放電又何物

答狀如火剪以銅為之玻璃為柄所以截電不入人身以又之一端按於電瓶之銅柄上又之彼頭依於電瓶之外錫衣上則電氣放出而爆然作響矣見第七圖

以放電

台以接電

問接電台何物

答係四足木几也足以玻璃為之使電氣不得歸地如欲聚電於物將物置於台上以引電練依之電氣便聚於物矣若人立台上手持引電練則電氣入身將見其髮豎立以指近其耳鼻等處皆有火星迸出且聞爆響也以西國煤氣燈近之可以然著見第八圖

問蓄電瓶置於接電台上不能盛受電氣何也

答因其外面與地隔斷故也如有人立其傍手按瓶外則電路通而能盛電矣

問何為二極

答二氣之所聚是也蓋二氣名分陰陽陽氣聚於陽極陰氣聚於陰極欲令隔斷不通則電氣不能放出矣須以引電之物使由此極達於彼極則電有路而氣可達矣

易製電機

問易製之電機其法何如

答以玻璃瓶去底入以木軸兩頭出於瓶外悉敷火漆其細蓋皮墊鐵鍊悉如上文所言之式再將小瓶盛水塞內嵌以銅絲下通於水上依玻璃瓶令其軸轉運亦可積蓄電氣此易為之法也或以硬木板一塊架於玻璃瓶之上亦易為之接電台也

二說

問錫盤機何如

答係錫盤一具用西國火漆為柄以厚紙煨熱措之鋪於几置盤其上以指近盤邊將見有火星入指提其柄而一起一落又見火星隨之也見第十四圖

問電有二說何也

答有謂一氣者有謂二氣並行者

問一氣之說何也

答以電氣如光如熱無光則暗無熱則冷電氣之散布於萬物者若水之平也偶聚於一物者如水之盛於器也放出者亦如水之流行熱之發散耳

一氣分多寡

問二氣之說何也

答以電有二種陰陽相交二氣并生也即如物係薄片則陽生於上而陰生於下若係長式則陽生此頭而陰生彼頭如二面兩頭以鐵絲相連則二氣合而均平矣故放出電氣係二氣並放一往一來至空中雷電則陽聚於雲際陰聚於地中電瓶蓄氣則陰聚於內陽聚於外非二氣烏能如是

問各說何恃為證

答宗一氣之說者謂電氣放出若水之流行天氣颺聲可以測度方向即如以燭焰試之若風吹隨向然非

二氣分陰陽

一氣流行，烏能若是。宗二氣之說者，以為紙條錫片之類，皆沾陽氣則離，皆沾陰氣亦離，非有物於其間，沖催之焉能如是。至蓄電於器，其陰氣亦能積蓄，而度其多寡，則非陰陽不分可徵矣。且觀火星之自電機而發，入於他物，其物若相距數寸，則火星於出入之時較明，居中一段似暗，以其為二氣往來相會之所也。至電氣之穿紙成孔，係二面凸出，非二氣烏能如是。

問^{三五}二說孰是

答、難言也。蓋一氣之說在先，厥後始有創為二氣之說。

者一倡百和，羣起而宗之。然今之博物家，仍有師前說者，愚按其說近理，簡而易明，雖以之考究電氣，似有難解者。蓋緣我輩知識淺鮮，未能透澈耳。若謂陰陽二字，不過卽有無而言，卽如凸為陽，凹為陰，明為陽，暗為陰，奇為陽，偶為陰，微分名目則可。儻謂實有陰陽二氣，一往一來，斯真不可解矣。如曰一氣遠傳而神速，若力之透物，光之遠射，音之傳響，尙可思議。彼二氣往來之說，愚以為無是理也。

問、能引電者何物

答、五金之屬為最。若水與木炭、生物之皮肉，亦可引電。

物以引電
分類

也

問不引電者何物

答類如琥珀火漆松香玻璃爲最若金剛鑽透光寶石
絲絨羽毛紙革天氣與木之乾者亦不引電也

問不引電者何用

答凡欲聚電氣者卽以此物托之使電氣不得引散又
能護衛人身俾免雷震之患

問探電何物

答其式不一擇易爲者述之以燈草團裹以金箔懸以
絲綫或以西國火漆製成細條下接錫箔一片使之

試電有無

下垂彼頭依於几上見第九圖

問此物何用

答試電氣之有無辨電氣之陰陽如以探電二條將指
熱之玻璃摩其錫片使之相近則二錫必離拒而不
合復以火漆摩其二片亦如是也若以玻璃摩其一
火漆摩其一則二片相吸合於一處矣

問此理何解

答各物因電氣之多寡有殊遂分陰陽卽如玻璃爲陽
火漆爲陰玻璃摩之俱感陽氣故二物離火漆摩之
俱感陰氣故二物亦離至一感玻璃爲陽一感火漆

爲陰故二物相吸而合也。可見受同氣則離，受異氣則合。

辨其陰陽

問、辨電氣之陰陽者何如。

答、卽如上文所言也。以粗紙手揩之，初不知其爲陰陽也。先以火漆摩其錫片，復以紙近之，則錫片拒離，可見粗紙爲陰。以玻璃如法試之，則粗紙與錫片相吸矣。若以二紙重疊而揩之，復以探電分試，卽知上紙爲陰，下紙爲陽。二紙稍近，必相吸也。從可知一物之中間有二氣，蓋由其地而分之耳。或謂下紙依物而氣微，足上紙離物而氣微，故異。

問、諸物分列陰陽，其序何如。

答、卽如絲紬、較火漆爲陽，較玻璃爲陰。以探電易分也。至他物亦如是。凡二物相摩而生電，必一受陰氣，一受陽氣也。如電氣機、玻璃爲陽，皮墊爲陰。至若貓皮、玻璃、烏翎、羊毛、粗紙、絲紬、火漆、硫磺，此八物皆有定序，各物俱較其上爲陰，較其下爲陽。卽如玻璃大概爲陽，然以貓皮揩之，探電試之，則爲陰矣。

二氣並生

問、陰陽二氣並生，何法試驗。

答、以銀匙橫架於玻璃之上，一頭依於探電之錫片，一頭依於火漆，則電氣傳遞而過，所受之氣相同。以火

漆近此錫片，則必離拒。若銀匙之兩頭，如圖中各留空隙，則錫片不能沾火漆之陰氣，而陽氣遂聚於錫片之上，欲究其故，蓋二氣相翕也。若兩頭不留空隙，則其氣散而不聚，如留空，則氣不得散，故專聚於一物也。蓄氣瓶之內陰外陽，亦同此理。凡以此物摩擦生電，遙近彼物，雖中隔以不引之物，而彼物亦能生電。惟此陽則彼陰，此陰則彼陽耳。此謂二氣並生也。見前九圖。

三五
問雷電之有聲何解。

答因爆開震動天氣故也。故先見電光，後聞雷響，以光

電氣發光
作聲

行較速耳。

問雷電之發光何也。

答因電氣透過天氣甚速，如敲石取火，故見光也。

問何法試驗。

答其法有三。

問其一何也。

答凡物與電機緊連，則電氣之入不見也。若相離少許，則見有火光入物，知光係由天氣而見也。

問其二何也。

答以玻璃管兩頭各入銅絲，中隔少許，電氣由銅絲放

入將見有火星跳過甚明，且有起伏之勢。若將天氣吸出一半，銅絲相離稍遠，則火星微淡。若將天氣吸之殆盡，則見火光散而愈淡矣。足見天氣阻礙而生光也。

問其^{四十}三何也。

答以玻璃細管，外加錫屑，曲而繞之。兩頭有銅桿，與錫相接，復以玻璃管束之。電氣放入，即見火光曲繞。如電掣金蛇也。亦因錫珠相間，中有天氣，故發光耳。若在玻璃片上，以錫屑製成花字之形，覆以玻璃片，電氣放入，亦由花色而見火光也。見第十圖

問雷電之劈物何解。

答因使物中之氣驟漲故也。欲驗其理，以木為凹字形，入以木球，下留空處，以二鐵条入於空處，上通於引電架。二条對處微留空隙，迨電氣一過，便將木球催之躍出矣。

問電氣生火，何法試驗。

答以松香屑撒水上，放電氣過水，松香即然燒矣。以之燒火藥亦可。須以鐵二条，中間濕繩，放電過之，火藥即能然矣。若祇以鐵引之，不能燒也。此因電之過鐵太速，有濕繩則蓄之，故然。或以放電父之一端，置棉

紙之類按於電瓶之銅柄，久之彼頭依於瓶外錫衣，則電氣過而棉紙然矣。若易紙數層，則電氣一過，爆然有聲，紙上穿成小孔。

問、電氣燒鐵，何法試驗？

答、以電瓶數具，將氣一齊放出，使過細小之鐵絲，即然燒矣。蓋鐵絲細小，則電有阻礙，故熱極而然燒。若究其故，電之過鐵絲，儼如氣之出管也。管若寬大，則無阻礙，管如細小，必有礙而摩擠之矣，是以生熱耳。

問、以電氣焚燒金箔，何如？

答、以金箔夾於乾紙，若以數瓶之氣放出，則金箔燒灰。

而紙如故，如金箔夾於玻璃之中，電氣一過，則金箔融於玻璃之上，不啻膠漆。若絲綫包金，電氣過則金成灰而綫無恙。

問、以電穿物成孔，何如？

以電穿物成孔

答、以小瓶盛油塞住，有鐵絲下通於底旁，外以放電。又隔瓶按於鐵絲之首，電氣一過，玻璃成孔矣。若紙片木片，均能成孔也。

問、放電震人，何如？

以電震人

答、一手按於電瓶之銅柄，一手按於瓶外錫衣，則以身為電路，迨氣放出，此身便覺震動。若數瓶相連，其震

愈甚假令一人右手按於銅柄一人左手按於錫衣
中有多人各以手相接電氣一過齊覺驚震

問電槍何物

答玩物也係以電氣放槍如打鳥之勢電瓶蓋上加以
兩岔銅條此岔之端繫以紙鳥製一木人執槍對彼
岔之端放電入瓶其鳥因氣催之力儼若飛翔電氣
放出則見火星入槍且聞訇然有聲而彼頭之鳥自
落矣見二十六二十七圖

問電表何物

答所以度量電氣之多寡也其式不一茲述三種其一

度量電氣

以絲綫二條懸燈草團二枚如探電之式使依有電
之物電少則二團微離電多則二團遠颺矣其二以
鐵柱插於引電架之上傍懸鐵鍼有活機可以轉動
外加半圈如弓形上畫度數針上插以燈草團離開
鐵柱若干即可按其度數計電之多寡也其三以大
玻璃筒上以銀綫橫懸鐵針於筒內針尖有燈草團
以金箔包之筒內周圍畫有度數亦可試電也見三
十四三十五三十六圖

問以電起風何如

答以鐵條插於電架條上尖銳反手依近覺有微風此

起風催水

電催氣使然也，以燭火依之，立滅。

問，以電催水何如？

答，多以電氣放入盆水，其水必跳躍四散，如以帶梁鐵筒盛水，下有小孔，漏不過涓滴，掛於電架，機關運動，則氣入而催水下注矣，再以酒撒入筒，便見水由曲管外流，四散甚急，蓋電氣驅之也。見二十八圖

問，以電吸紙何如？

答，以鐵臺通地，置紙人數四，其上復懸鐵盤，接於電架，機關轉動，便見紙人上下跳舞不休，以玻璃罩接於電架，使內蓄電氣，遂覆之於几，中置紙團若干，上下

滾躍，如以錫盤機間紙團鐵鍼於其中，便能搖如鐘擺，或使鐵錘上下運動如擊物然。見十六八九二十

一二二十三圖

問，以電搖鈴何如？

答，十字形之鐵條，橫於玻璃柱上，四端以鐵練懸鈴，復以絲綫各懸鐵丸，與鈴相近，鐵條接於電架，便見鐵丸被電吸來驅去，與鈴相擊矣，或以橫鐵，下懸鈴丸數枚，如前式，惟居中一鈴，懸以絲綫，下有鐵練垂地，亦易為之法也，室中有此，可以防雷，蓋聞鈴聲而知空中有電氣矣。見二十四二十五圖

搖鈴運物

問以電使物轉運何如

答以十字形之鐵条使平各首俱有曲尖一順左旋下
樞紐可以轉運使接電架便能旋轉不止因電氣由
尖放出驅之使然也亦有以大小紙球揮于尖上形
容星宿之運行者昔人以爲電氣既能使物轉動定
能驅使機關製造一切以代人工俄國有人以濕電
行舟頗效惟費大而力小今而知電氣無甚大力非
蒸汽可比不能代作諸工也見十九三十三十一圖

問以蒸汽生電何如

答蒸汽機運行之候以電表試之知所生之電氣不少
也嗣有專以汽機生電者法以蒸釜外包木板使不
易冷旁有平安合頁以防危蒸釜平安合頁均上加
詳見氣學中章
細曲之管數十通於蒸釜俱有合頁可以齊啟齊閉
蒸汽一出電氣便生復以木箱之內密排銅釘依近
曲管將見電光過入銅釘也雖生於蒸汽仍係乾電
蓋蒸汽一過細管如摩揩然故因而生電也見三十
八三十九圖

電蓄於物
之外

五五問電蓄於物於外而不於內何法試驗

答鐵球以絲繩懸之球上蓄滿電氣復以二半球皮合
於球外旋移之試以電表則球上電氣全無盡蓄於

球皮之外矣。見三十二圖

問其二何也。

答以鐵圈上加布袋貫以絲繩兩端盡露於外圈柱下墊玻璃使隔斷電氣不得入地將電放入布袋試之氣在外也以繩牽之使其袋翻轉試之電仍在外也。見三十三圖

電有濃淡

問電蓄於物其濃淡何如。

答物之外廓愈大則電氣愈淡愈小則電氣反濃欲驗其理亦有法焉。

問何法試驗。

答以鐵輪軸上加薄鐵片裹之數層使之加厚軸上懸以電表輪上放滿電氣則電表之二團離不甚遠足見物加大而電反淡矣及將鐵片放開則二團遠颺足見物小而電反濃矣。見三十四圖

機器所造
與雷電無異

問人造之電氣與雷電有異否。

答無異也美國博士富蘭林者因見電氣放出有光爆開有聲運行神速且能隱聚水中穿物成孔又能發火多則害命冶金均與雷電無異以為電氣與雷必係雷同之物於是設法試驗。

問富氏試驗之法何如。

各物入門 卷四 電學上章 論乾電 七

答以紙鳶一名風箏上有鐵齒如因電架然用麻綫放於空

中手持處接以絲綫以防引雷麻絲相接之處墜一

鐵匙俟紙鳶高接於雲便見麻綫周圍之亂絲蓬蓬

豎立即知電氣引下以手近於鐵匙便見有火星入

手旋以此法蓄之於器迨其放出發光爆響然物與

所造之電氣無異也緣富氏之胆大心細識廣學精

人咸服其高見且知電氣與雷電初非二物也見二

十圖

問若效富氏所為亦於空中引電有危險否

答危甚雖有不引電之物用之以防雷擊第恐稍有疎

須防危險
製器宜慎

畧性命攸關也即如俄國京都有博物者聞富氏此

舉效其所為而思欲過之於是造以巨器蓄電欲多

如前法引之迨器中蓄電已滿偶近器之銅柄火光

陡發轟然有聲震腦而斃驗之電係由首擊入穿足

透出不惟襪碎履裂室之門戶亦損壞焉因空際之

電引下蓄多即與霹靂無異也嗟乎以博物之功而

遽戕生命皆其不慎之過也可不謹哉英國有博物

者亦以此法試之紙鳶已放於雲際將電漸漸引下

蓄滿二器恐過多則溢而為患思欲解其索使下通

於地手持之頃忽覺遍體震甚幸未傷生耳故於空

際引電法須盡善宜用銅絲纏繞之綫其下必須兩端銅綫使通蓄電之器其一端接以絲綫仍不可手持繫於石柱木柱復於電器之外設鐵條通地離蓄電之器寸許若電太滿而外溢可過鐵條引之入地庶保無虞矣

問富氏此舉何用

答雷能擊物多以為怪故遇迅雷有畏之者自富氏引電以後咸知雷即電氣擊與不擊皆有定理由是創法保衛屋宇俾免雷震之患

問其法何如

答以數丈長之鐵條一頭埋於地中一頭出於屋脊之上數尺之高上有岔齒以銀包其尖恐生銹也如遇雷電即隨鐵條下入於地而人畜房宇可保無虞此名防雷鐵西國層樓高屋與海上巨艦多有此物惟舟中係以鍊為之由桅而下垂於海引雷入水也

問以此法防雷何物宜慎

答銅鐵之屬俱能引電故防雷鐵之周圍切不可與金類相依恐引雷入室也無論以鐵釘木釘聯壁須用牛角玻璃之屬為圈籬之方免引雷之患造者慎之
大五
問人在外遇雷何處宜避

答高樹之下高竿之傍高山之巔均不宜也。因高物與雲相近故能引雷俗以爲雷擊高物謂天忌之也。

問在室遇雷何以避之。
答不宜倚柱依壁因雷擊屋宇必隨牆壁而下也亦不宜前後窗牖洞開使風穿室而過雨時天氣皆濕或恐雷電隨濕而引入也。

問遇雷時衣服器用應何如。

答衣以紬絹爲佳若紬冠絲履雷自不能由上下而擊之矣。總之不論何衣以乾爲貴如立乾木之上四旁天氣皆乾則無慮雷矣。金類切宜遠鐵器不可持鐵

傘不可握。

問雷應畏否。

答若見電光之後良久始聞雷聲便知爲甚遠。見氣學下章

不必畏也。雨尙未降亦無足畏。因其隨濕而下也。且天下之衆林林總總而遭雷震者甚屬寥寥。卽以上文所言防雷之法兼之激發天良不作惡事自無患矣。

問夜閒北方忽有光亮俗謂之天開眼何解。

答冬夜多有之。近北方各處電氣聚於薄雲之中發見返照遙望如北方有日將出也。西人謂之北方曉。見

北方曉由
電返照

North-light

雷患無多

龍掛由電

二十一圖

問、^{七十}黑雲下垂、海水上升、俗謂龍掛、此理何解、

答、此電氣聚於雲際海水之中、兩處相吸使然也、其後必有颶風疾雨隨之、航海舟楫遇之、誠屬危險、或以巨砲擊之、則電氣散矣、

生物發電

問、生物體中有自然之電氣否、

答、莫不有之也、祇在隱見之分耳、卽如貓之電氣、不第指皮能見、若使近於面而拂之、覺有微風然、至電之最多而易於發見者、莫如雷魚、

雷魚生電

問、雷魚何如雷鱗、

答、魚身隱具電氣、捫之輒發、小則震體、大則傾仆、甚至傷生者有之、生於洋海、形體甚扁、鋪遊於水、漁人捕之、手覺麻木、因不知電氣使然、卽名之曰麻魚、見十

二圖

雷鱗生雷

問、雷鱗何如、

答、產於江湖淡水、狀同鱗魚、小者三二尺、大者丈餘、其電發動、有時立斃生物、藉此自衛、亦賴此捕食、南亞美利加多有之、土人捕之、勿敢遽近、先以羣牲驅之、入水、俟其電氣放盡、旋捕之、無能爲矣、而牲畜間有擊斃者、見十三圖

各物入門

卷四

電學上章

論乾電

三

問是魚之生電何如

天生電機

答此理未易詳究惟剖而視之體中有脆骨若干如鼓形然異於他魚意即天生之電氣機耳英國有捕得雷魚者身長四尺重七十三磅十二兩剖之共得鼓形脆骨一千一百八十二具其電之放收任其自便儻腦髓破壞則不能放矣因脆骨通於腦也人擾之輒以電拒連放則憊放甚則殭愚以為人之精神亦與電氣相涉也

魚身雲際 電無二致

^{七五}問是魚之電氣何以知其與雷電相同

答暗處可以發光惟不甚大耳以鐵器按之氣即隨之

而上人身便覺震動若以鐵物依近時久其鐵即沾氣吸物如吸鐵石然故毫無疑義矣

三輕相連

^{七六}問電與光熱相涉否

答三者相連若非一物幻形亦定為親屬也彼熱之生光光之含熱茲不復贅至電亦生光生熱光熱亦能生電足見三者之互相生發矣若究其性則與他物迥異凡物莫不有重輕惟此三者無輕重之可權而自為一類故謂之三輕夫電與光熱充塞乎兩閒散布於萬物或隱或顯體物而不可遺設非一本烏能如是哉

卷四電學上章凡七十六問

第四卷電學

中章論濕電

問、濕電原於何物、

答、二金交感、成爲濕電、若以二金浸於強水、強水詳則見化學

交感成氣更速、由濕而生、故名濕電、

問、濕電何用、

答、其用甚多、而最要者三、包金鑄製印板、一也、醫病、二

也、造法通綫、報信遠方、三也、法通綫卽電報詳見下章

問、始製於何人、始得於何事、

答、西人之究乾電也、昉自希臘人、知琥珀內蓄磁氣、可

二金交感
因生濕電

以吸物、已見上章其究濕電也、緣意大利人嘎喇法尼者、偶以二金置於死蛙腿上、見陡然跳躍如生、知有所感、由是究得之、愚按是二金者、必用飯之刀叉也、彼處素食田雞、卽蛙屬耳、從來極大物理、類由瑣事悟出、要在有識者之悉心探索也、見四十圖

問、二金生電、應用何金為佳、

答、凡金屬二者相合、均能生電、惟有優劣之殊耳、西國白金與白鉛最佳、因白金罕而見珍、故易紅銅亦合用也、

五、問、二金之生濕電、何法試驗、

答、其法甚多、姑擇其近者言之、卽如以白鉛放於舌下、復以白銀置於舌上、漸以二金之邊相依、口內覺有惡味、此濕電之可以口嘗者也、再以白鉛白銀各一條、啣口內、靠左右頰、外露若象牙然、復以彼頭相合、在暗室卽見發出火光、此濕電之可以目覩者也、

問、令濕電生多、應用何法、

答、其法有二、一名電堆、一名電池、

問、何為電堆、

答、以紅銅白鉛各數片、大如掌、二金成偶、以強水浸透之、厚紙間於其中、層疊堆起、復以銅絲二條、一頭壓

電堆電池

於最下之白鉛、一頭壓於極上之紅銅、再令兩頭相接、則電生而運行於銅絲之上矣、若以銅絲之兩端使之微離、則火光見矣、或人以手持其兩頭、電由身過、其人便覺震動、此名電堆、見四十一四十二圖

問、何為電池、

答、以木桶盛強水、內置紅銅白鉛各一條、上以銅絲聯之、則電生而運行其上矣、如以玻璃器盛強水尤妙、見四十三四十四四十五圖

問、電堆電池、創自何人、

答、始於意大利之佛爾塔者、先是嘎氏以為蛙腿之躍、

係由物體而生電、佛氏以為由金而生電、於是考其所以然之故、得悉二金遇濕而生電、屢試無訛、因而創造電堆、嗣因電堆有未便之處、復得一法、以木為長箱、中以銅鉛間之、盛以強水、再於箱蓋之下、嵌以銅鉛各片、用時浸於水內、電即生出、是為電池、

問、佛氏電池、尚有病否、

答、因其銅片易於生鏽、為時不久、其電漸少、故每用必須刮磨、考其所以生鏽之故、因水被電分化、養淡二氣、淡氣歸銅、養氣喫鉛、復歸於銅、遂致銅片之外、掛鉛一層、只如一金、不復成二金矣、

但氏電池

問此病何法除之、

答其法不一也、於道光十六年間、英國但氏者設法、既用二金、復用二水、以磺銅水盛於玻璃管內、以紅銅片捲若筒式入之、復以鹽強水盛於瓦管內、以白鉛條豎其中、入於銅管之內、用瓦器者、取其質鬆易濕、而通電、二水不至淆亂、斯鉛為水化、不得附於銅矣、如數池相聯、則以此銅接於彼鉛、其餘仿此、見四十六圖

葛氏電池

問葛氏電池何如、

答亦用二金二水、其一係磺強水和清水而成、其一為

斯美電池

問斯美氏電池何如、

答仍以白金白鉛、惟用一水、係清水十分、和磺強水一分、以之包金最佳、見五十圖

電極電路

問何為二極、

答濕電由紅銅歸於白鉛、運行往復、銅鉛二物、即名二

各物八門

卷四

電學中章

論濕電

三

極蓋銅為陽而鉛為陰也凡金屬生電自分陰陽自有二極

十五
問何為電路

答濕電運行之道路也或隨銅絲鐵綫或過強水皆在電路之中也有去路有回路其路不同從陽極而出至陰極而入或從陰極而出至陽極而入假如銅絲由此頭起仍回此頭止則電氣不得運行必由此頭達於彼頭斯電氣循環不已也如截斷銅絲間之以不引電之物則電路隔而不通矣惟水與潮溼之士亦可為電路能引電歸原也

濕電發光

問濕電之發光何法試驗

答電氣若多則電路有微離之處即見火星爆出如兩頭以木炭將見火光更大矣因此設法代炬照野

詳見下文

問濕電於水中發光何法試驗

答電路銅絲之兩頭均敷水銀一層離開少許則火光倍明雖在水中亦能見之足見電光非水之所能滅矣即燭焰中試之亦顯見也

問濕電然火何法試驗

答以銅絲為電路復以鐵絲數寸兩頭接於電路之銅

濕電然火

絲若鐵絲極細且短則熱甚迨電氣多即光亮如然燭矣銀絲亦可爲之因其引電俱不若銅絲之速似稍阻滯故較熱至紙棉火藥之類均能以電過鐵絲而然之也若電路以粗大鐵綫爲之中接細短鐵絲亦能然燒

問此法何用

答防守海口營壘以火砲沉於水底或埋地中以銅絲爲電路復以鋼絲數寸接於銅絲之中以通火藥以千里鏡窺敵人至其地便將電氣放出火藥然而地雷震矣雖百里之遙均能用之蓋限於目力之所能

濕電化水

及也

問濕電之化水爲氣何法試驗

答其法有二其一以玻璃盃盛清水入礮水少許以紅銅白鉛各一豎於盃內上以銅絲聯之電氣便生見水上起小泡無數此淡氣出矣其鉛片漸漸消化蓋養氣尅之耳見五十一圖

問其二何也

答以玻璃盆盛清水入礮水少許復以白金絲二條由盆底通入再以玻璃筩二箇注滿前項之水罩於金絲之上下通電路便見筩內氣泡上升久之漸漸盡

化爲氣移開試以火其能然者爲養氣其不然者爲淡氣量其多寡養氣倍於淡氣也化學所論水係養淡二氣合成此以濕電可驗矣見五十二圖

問電氣之分化諸物何法試驗

答與化水爲氣相同也卽如有藥名磺銅係磺強水與養氣銅合成者以之置於桶中以銅鉛二片一通電池之陽極一通陰極電路既成將見磺銅漸漸還原仍化爲磺強水與養氣銅二物也養氣銅旋化爲純銅因淡氣與之並生合養氣復化爲水耳

問其二何也

答有藥名海藍與勃達撒或謂卽鹹砂也和之加以豆粉盛於

水箱中隔爲二各有銅絲通於兩極電路既成其藥還原海藍歸於陽極水易藍色陰極之水不變色也

詳見化學見五十三圖

問其三何也

答以木板銅板各一皆與電綫相連木板包以錫箔敷漆數段於銅板上鋪藥水浸透之紙藥係布國藍與鹹砂合成者復以銅絲一頭按於錫箔一頭按於藥紙電氣運行藥紙感之而變黑色兩頭並行便畫黑直遇過漆電絕則仍爲白紙又因此設法以漆寫字達至遠方彼

處藥紙現出白字、見五十四圖

^{三五}問電之分化諸物其理何解、

答昔英國化學士達微者見電能化水為二氣因思水似純一之物尙能分而為二可見凡物人見為純一者未必不雜也於是以電池試之是知有多物雖以火煨之仍為原體以電分之儼為二物矣即以勃達撒置於二極之間立時便化其養氣由陽極而出見有滴滴點點之碎金歸於陰極此金雖於水中亦能自然發火蓋水中養氣與之相合也雖以冷冰摩之亦能生火各種土類均可以此法分之便知其中有

金矣俗以為土生金實金生土耳達微云凡二物合成之物均能分為二質者一歸陽極一歸陰極也又曰各種原質所以能合成各物者以此質含有陰電彼質含有陽電按上文二氣相吸之理合而成之也故仍以電之陰陽二極分之可析而為二矣物之分合詳見

化學

問以電融化金屬何法試驗

答其法甚多而易者有二

問其一何也

答以玻璃盃盛喫銅磺水磺強水能化金屬會經化銅之水故名以銀匙

以電融金

白鉛分豎左右，上以銅絲聯之，則濕電生矣。將見水內之銅，漸聚銀匙之上，包裹一層也。見五十五圖

問：其二何也？

答：玻璃管下口繫以牛脬，內盛喫金強水，置磺水桶內，以白金絲一頭置管中，以白鉛條豎於桶，令二金相聯，則濕電生而管內融金包裹白金之上矣。見五十六圖

問：此理何用？

答：以之包金、鑄製印板等事。
問：以電包金，其法何如？

以電包金

答：如銅板之上有凸出人像，浸之於磺銅強水箱內，上加銅絲，通電池之陰極，復以銅片浸水中，上加銅絲，通於陽極，電路既成，將見水中之銅，漸聚於像上，包裹一層矣。惟銅像之周圍，須以蠟包護，祇令其像外露，彼頭銅片，漸漸消化，以補水中之不足，可用之不竭矣。見五十七、五十八圖

電製印板

問：以電鑄製印板，其法何如？

答：如上文所言包金之法，惟須加厚，將其像剝下，可為模，以鑄他像。若鑄印字之板，以桶盛喫銅磺水，復以寬大之玻璃管，下口以牛脬蒙住，內盛強水，置前桶

中離底隔起少許，以白鉛條豎於管內，桶底以鐵絲曲盤墊於牛脬之下，上與白鉛相接，將印板置鐵墊上，濕電生出，水內融金，聚於板上，便成銅板矣。惟先以凸字木板，以蠟印之，即係凹字，以蠟板入桶而成電化銅板，仍為凸字也。西國以此法易木板為銅板者眾矣。邇來中華上海亦仿此法，以木化銅，可垂久遠，永無模糊虧朽之虞也。見五十九圖

電氣吸鐵

問：電氣與吸鐵之氣相同，何法試驗？

答：其法有二。其一，以鐵條曲之，若提梁之式，復以絲綫纏繞之，銅絲繞於鐵條之上，銅絲兩頭接於電池之

兩極，電路既成，電氣運行鐵條之上，再以鐵條數寸橫置其下，便能吸住。此電氣儼如磁石也。若銅絲一頭離開電池，則鐵條落下矣。電氣若多，即重物亦能吸起，或以乾紙包裹銅絲，亦可用之。見六十圖

問：其二何如？

答：以銅絲繞作空圈，即名螺絲圈，以兩頭接於兩極，電路成而電氣運行銅絲之上，以鐵鍼入圈內，少頃取出，便能吸鐵，且能定方向，若指南鍼也。見六十一圖

問：以電懸物，其法何如？

答：懸螺絲圈兩頭接於兩極，則電行其上，以鍼置圈內，

電稱

便能中懸若電池大而絲圈寬則電多而力厚雖數百觔之重物亦能懸之

問電稱何物

答以鐵梁銅絲如前兩頭接於兩極惟鐵梁之兩足向上復有橫梁上聯稱鉤其稱有架可以俯仰彼頭掛以稱錘其橫梁被電吸住以錘權之可知電力多寡能吸重若干也見六十二圖

問電鐘何物

答以電紀時也其式不一理則相同或以電氣之吸驅運行擺條或以磁鐵之橫梁一吸一放運行機關甚

電鐘

以電代炬

有以數十數百鐘電綫相連使之齊鳴者

問以電代炬何如

答乾電濕電均能發光其理畧已言之曩不過製之悅目耳未知大用也厥後俄國君主之園囿於冬夜率宮人數百作遊冰之戲遂以濕電造巨鏡照遠如書光雖明而所費鉅民間不堪用之邇來英國有人設法以濕電代炬光多而費省其法用磁鐵旋轉如磨濕電運行其上旋速電多其光倍明望之似日有以之照畫者謂較日光尤勝由人力施為無陰雲之阻也愚謂電既隱伏於萬物定能設法令其顯見將來

無論何處均可以電代炬也

問以電醫病何如

答既知電氣能隨筋絡運行意與精神相類定能療病也試之果效由此崇尚特甚以為百病可療且謂電氣既能穿骨透髓必能引藥入人臟腑爰設法以藥餌盛於玻管放電過藥而入腹遂謂藥味送入矣既免服劑之勞又獲取效之速濟世良方莫善於此相沿日久以訛傳訛嗣有明哲之士力白其非電之能療疾者須對證耳不過關乎精神筋絡者大抵可醫至送藥入腹之說斷無是理電之過藥也電自電而

藥自藥耳電與藥兩不相關如謂藥已送入受益與服劑無殊設遇噎膈等證食不下咽何不以電送食俾得度命耶噫謬矣

問電氣醫病實益何在

答實益有三一在運行於筋上也感之精神雖死物能令活動如生一在細管催水隨血絡運行以通脈發汗也一在便於用也即如疾在一臂一脛若按方服劑未免全體胥受藥力且恐有益此損彼之虞至以電醫病惟就患處治之較內服外敷簡而速矣

問以電能醫之證何如

答、暴絕之證類如水溺、夢魘、酒醉、懸梁、爲時不久、均可挽救、蓋以電通氣而生之也、又如耳聾、失音、目發清光、頭疼、牙疼、腦氣筋疼、腰節骨病、存傷筋絡、食不消化、大便秘結、中風不語、麻木不仁、體僵發挺、左癱右瘓、半身不遂、羊癇瘋、以及婦女產難、經血不調、以上各證、均能治之、須將陰陽二極、置於病者之要穴、若鍼灸然、甫能獲效、邇來西土、有以此專門名家者、蓋愈求愈精耳、是知乾電濕電、均能療病、

卷四電學中章凡四十問

附論磁氣 磁石吸鐵之氣同於電氣故附論之

問、磁石何物、

答、一名吸鐵石、有自然生於鐵礦者、係生鐵與養氣合成、望之似石、故名磁石、有出於人力造成者、係以輓鐵、故名磁鐵、見六十二圖

問、磁石何用、

答、最大之用、定方向也、洋海之中、茫茫大澤、有時既無岸島、不覩日星、藉此不致迷途、海角天涯、任其往復矣、

問、磁石吸鐵、始知於何時、

磁石大用

答西國自古時已知之矣因其不第吸鐵且能傳力於熟鐵使之沾有磁氣亦能吸鐵故西國古時以之譬擬善人取其能感化也爰藉吸力製釣魚引鳥水中戲具

問磁石定方向始知於何時

答嘗考中華指南車之作始於周公迨宋世西國始以之定南北之向愚按此法自中土流傳之也西人賴此履海遊歷各國明初始過西洋覓得亞美利加大洲旋入東洋歷經東來水道遂與中華印度由是通好交易往來皆賴磁石導之耳

磁石吸鐵

五 問磁石之吸鐵何法試驗

答此盡人而知之也然尚有可述者三

問其一何也

答以長条之磁石置鐵屑中少頃提出則見石之兩端

吸鐵甚多居中若不吸然見六十四圖

問其二何也

答以紙平鋪於磁石之上加之鐵屑手彈紙邊使鐵屑

震動將見層層紋理圓轉若地球圖中經綫之式見

六十五圖

問其三何也

答以長條之磁石中懸架之復以鐵塊若干於兩頭盡處雖數塊相連亦能吸起漸近居中吸鐵漸少蓋其力由首至中以次而殺也見六十六圖

磁石定向

問磁石之分南北何法試驗

答以長式磁石浮之水面兩頭自向南北居中或以纜索懸之或以鍼鋒托之均如是也中國謂指南以其昉於指南車耳西國謂指北因航海每視北辰為定向耳似異而實同也蓋鍼有兩端一指南一指北苟各執一端而言若風馬牛之不相及也人之首鼠兩端膠柱鼓瑟者觀此鍼可以悟矣

二極之異同

問二極之異同何如

答與電氣無殊異則相吸同則相驅

問此理何法試驗

答以磁鐵二條其一居中懸之復以其一依近試之如南極對北極則吸之使轉若南對南北對北則驅之轉也又如北頭上加鐵屑以南近之則鐵屑吸過此異則吸之理也以北近之則鐵屑落下此同則驅之理也若將磁鐵分為細小之段各有南北二極也見六十七六十八六十九圖

傳失吸力

問磁石之傳授吸力何法試驗

答鐵條中懸令磁石之南極對鐵條之北極則其南極亦能吸鐵若磁石離之稍遠則鐵條如死不能吸鐵矣若以鐵條依於磁石之上順摩數次則得力微覺時久也鐵愈軟其得吸力愈易若將鐵燒紅置磁石上片刻旋投於水使之速冷斯得力堅固見七十七

圖

問磁石之失力何也

答常用則其力加日久不用則其力漸漸消滅有因擊觸硬物而失力者若將磁石燒紅其力全失矣

問磁石之吸驅何解

吸驅有解

答其說不一或曰內有陰陽二氣層層相間如北頭第

一層屬陰則南頭末層為陽故吸驅不同也或曰因有自然之電氣圍繞磁石故能吸驅如以銅絲為電路作螺絲圈懸之不第吸驅若磁石亦自然指南指北豈非磁石之上有自然之電氣運行與電路無殊乎見七十七十一圖

十五問磁石之指南北何解

答因地球之大無非一大磁石也地皮之上有電氣圍繞他物不覺惟磁石覺之如輕物之被風吹可知風之方向也定北鍼若順放於電綫則必易向而橫如

磁氣運行
於地球

以木為地球之式，按居中赤道，以銅絲纏繞，放電過之，復以定北鍼順依其上，亦必易向而橫，或曰：磁氣之生於地球，因各處冷熱不同也。蓋地之旋轉向日，則熱背日則冷，故磁氣順日運行，由東而西，令鐵鍼橫指南北耳。見七十二圖

問：磁氣運行於地球之上，更有何據？

答：其一，以鐵條按南北方向，置久自能吸鐵，或窗櫺之鐵條，若係南北方向，日久亦有磁氣，正如鐵條被磁氣圍繞，即有吸力也。其二，磁氣運行之路，考查可得而知也。其三，每逢北方曉天開眼時，指南鍼必亂而

電極與地
極不同

有礙

問：磁鐵所指方向，係正南正北否？

答：於正北正南，稍有乖離，蓋定北鍼所指，非地之北極也，係另有一處，名為電極。北電極於赤道七十度之北，一百十四度之西。自英國京都倫敦算起南電極於赤道七十二度之南，一百二十五度之東。見七十三圖

問：地球之電極，如何查考？

答：因鐵鍼無論懸之托之，兩頭均平，復傳之磁氣，立見其北頭下沉，側而不平矣。地愈北趨，愈偏下側，迨至七十度之處，則其鍼直立矣。若南旋則漸漸而平，及

近赤道平而不偏，又南趨則南頭下沉，迨至七十二度，亦直立矣。其鐵鍼直立之處，卽爲電極。鐵鍼兩平處，卽爲電氣之正緯。

問：電極旣於七十度北，七十二度南，試問地球周圍一遭，俱係電極否？

答：不能也。惟有二處在北，二處在南，地極爲奇。電極成偶也。其南北度數，旣由鐵鍼偏下而得，其東西度數，卽由鐵鍼偏左右而得。卽如美國之馬日頓，鐵鍼偏西八度五十一分，於三盧驛，鐵鍼偏東十度四十七分，便知不偏之道，必在二處之間也。是爲電氣之正

經，亦係圍繞地球一遭。所過之境，卽可由鐵鍼之偏東偏西考之。至電之正經，與南北二圈相交之處，卽爲電極。或謂電極卽於地球極冷之所是也。見前圖

三十 問：定北鍼偏下，何法形容？

答：長條磁石，以數鍼懸於其上，或托之亦可。其居中一鍼，必與兩端俱平。左鍼必左側，右鍼必右側，愈偏愈側。迨至兩端盡處，鍼必直立。此處正如電極也。見七

十四圖

問：定北鍼之偏東偏西，何法形容？

答：亦如前法。惟移鍼於石側而試之。將見居中之鍼，亦

定北鍼偏
上

定北鍼偏
東西

與兩端俱平左鍼左側右鍼右側到頭則橫矣又如以長條磁石覆以紙上加鐵屑以手彈令震動將見變成紋理如地球經綫之式因電氣之運行於磁石者如是其運行於地球亦然見七十五圖

問定北鍼之方向亘古不移否
答有漸漸改易也人雖不知其故然所差之分度仍可考查卽如於一千六百年間在倫敦鍼偏東四度半厥後六十年鍼指正北以後復漸漸偏西迨至一千八百十八年閒偏西竟至二十四度從此以後漸漸復原由是觀之地球之電極由漸遷移周而復始往

還一次約計四百餘載且定北鍼尙有每日之改移從朝至暮夏日差至十九分冬日差至七分因隨天氣之冷熱不過所改在微渺之間耳然必須細心體察也航海舟楫惟恃此鍼爲眼目鄉導某處險阻某處島嶼儻差之毫釐斯謬之千里閤船生命寄託此鍼可不謹歟

問無極鍼何物

答兩頭相同之磁鐵是也兩頭旣同便不分南北故名無極或以磁鐵二條顛倒併爲一條或以二條顛倒居中安一橫梁懸之均不能指南北矣夫他鍼欲其

無極鍼

指北而是鍼獨不然者用之以試各物感受磁氣之多寡也見七十七圖

三四問海舟所用之羅盤何如

答以圓式之盤中懸指北鐵鍼上加玻璃罩復有水秤與遠鏡俱懸於架斯舟雖搖動而盤自平穩矣見七十六圖

卷四電學中章後附論磁氣凡二十四問連前共六十

四問

第四卷電學

下章論電報

問濕電之用何為最大

答通音信也故名千里信又名法通綫又名電報

問能通信於幾許之遠

答可通於千萬里之遙惟需千萬里長之銅絲鐵綫以為電路方能達到

問通信遠處需時幾何

答既稱電報係以之為號迅如疾雷雖路有遠近無或後先遲早之可分也惟路若極遠須分數節以次遞

傳均用機關未免稍需時刻然雖萬里迢迢當日可得回信也

電之疾徐

問電氣運行疾徐何如

答乾電濕電或有快慢之殊實難論定惟電之透過各物則有疾徐之不同因物之於電莫不有阻滯然亦有阻滯多寡之分卽如電過銅絲較鐵絲快多矣過鐵絲有於一秒內行至二萬洋里者過銅絲有於一

五
問電行如此之疾何法試驗

設法驗之

答英國惠子敦思得一法以數百里之電綫於去路回

路之間各留空隙令電光過此發見以便考查無如千里之遙其往返甚速似一齊發光然有非目力之所能辨其先後者遂以大鏡平置於電綫空隙之下電光過時返照於上上懸平板若輪令其轉運極速看二光之方向卽可度其先後所差之分度矣蓋將一秒分作百小分設若二光先後祇差一小分目視斷不能辨假令大輪外廓於一秒內能轉一百丈則是每丈佔一小分二光之相差必係一丈其疾徐由此可算矣此將極短之時刻使之放長以便從容稽核也

放炮擊鐘
為號
印字寫字
通言

問、電報通信亦如放砲為號否、

答、非也、以電放砲、或為信號、或發地雷、上章言之矣、至於通信、或使擊鐘、以敲數達意、若空谷傳聲然、或此處指字、即由彼處顯出、藉字傳言、儼如晤對、或此處隨意寫畫、彼處筆跡相符、悉由各式機關、運用精巧、下文歷歷詳之、

問、電報何處用之、

答、邇來西土各國均有之也、一國之中、各城各鎮、俱設鐵綫電路、四通八達、分布經緯、故無論遠近、隨時可通音信、

為益極大

問、電報通信何益、

答、或遇盜潛逃、通信各方、可以迅速緝獲、或海口驟起颶風、通知各口、以便先期預防、軍令傳於遠方、能於速秘、如城邑被困、寄信神速、隨時救護、不至失陷、既有電報通信、復以火輪載兵、雖寫遠若附近、遍國如一家、保國安民、為益綦大、格物為治平之本、不其然哉、至若上諭邸報、播諸遠方、即處邊隅、如居輦轂之下矣、

問、電報始於何時、

答、非由一人、非出一時、遂致若是之精巧也、係各國多

由漸而興

士歷有年所探蹟索隱考究而得之先是電氣之引於金類知之者衆矣美國富氏因而創造防雷鐵時在中國乾隆間各國學士由是奮發研究電學思以電為號此電報之昉也

問以電為號何如

答其法不一意電能發光因以之為號電能發熱因以之為號電能化物變色因以之為號電能震人因以之為號電能蓄瓶因以之為號電能吸驅輕物因以之為號電能感動指南鍼因以之為號電能吸鐵因以之為號電有八力生出八法無不可為號者然亦

分優劣焉

問以上八法創作者何如
答初造時雖不甚精可畧述以為證足見西土各國之士研究電性創造電報用心良苦矣如一千七百七十四年間法國里氏以電能吸驅燈草因以為號閱十三載碑丹氏以電蓄於瓶因以為號閱七載布國來茲以電能發光因以為號復有甬氏者以電發熱能煨紅白金細絲因以之燒紙成點成畫以為號一千八百有九年日爾曼人索馬凌以電能化水因而變化字母閱十一年法國安氏以電能感動指南鍼

因以爲號荷蘭底喜爾以電能震人因以爲號閱十六載美國賢禮氏以二電路相聯其力加倍因使運錘擊鐘爲號閱一歲英國惠子敦者復以磁鐵運鍼指字美國莫爾斯亦以磁鐵畫直編字嗣有意大利人嘎色利者因電能變色創造電報於遠處描畫寫字

問以上諸法中多有用之不久者何也

答或因通信極慢或因窮於變化或因糜費材料難以通遠卽如來茲以電發光而爲電報法以錫屑粘於玻片而作字母須二十五塊且有數目字樣十塊共

初興多弊

需電綫三十五條以通之電過某綫卽顯某字因在暗室字感電光顯而易見惟銅絲多而費用繁不易爲也索馬凌以電化水見字之法亦需電綫若干安氏用綫至六十條之多至底喜爾以電震人爲號需綫十條以十指各按其一此處某綫放電彼處某指便覺微震以數定字藉以通言諸法因未盡善故難垂久遠惠子敦初造電報不過用綫五條厥後日爾曼人高斯設法祇用綫二條爲往返之路嗣有石氏者惟用一條其回路之綫可免較之若干綫去必須若干綫回節省多多矣以後惠氏莫氏等立法最精

由是通行其法既省且速故至今遵之

問電綫惟用一條能辨許多字樣何解

答先是精化學者數家究得一法以電造磁鐵雖由一綫微傳電氣能令磁鐵有極大之吸力惠莫等旋因此法以電運行槌鍼鐵筆多字由是化出

問電造磁鐵運行槌鍼鐵筆其理何解

答磁石之吸鐵盡人而知之矣然以鍼近之第能吸而不能放也至以電造之磁鐵則能吸起放下隨意指揮運用如臂指故電報之妙用悉由一吸一放而生猶夫蒸氣機之運行由於一漲一縮耳見七十八圖

^{十五}問磁鐵何以旋吸旋放也

答以銅絲作螺絲圈使電過之便能吸鐵上文已言之矣鐵条置圈中藉氣吸鐵電通即有力電止則失力電路通塞皆由乎人於此而啟閉之則彼頭亦如是開合也加以巧妙機關遂能製成各用蓋此感而彼應不啻音響之傳聞矣

問電報磁鐵何式

答以至純熟鐵造成灣形如馬掌之式或製二柱下聯橫鐵柱上以絲綫裹成之銅絲纏繞電路乃通惟柱鐵若稍有攙雜則類乎磁石祇能吸而不易放也上

有橫條似無齒鐵鈹鈹頭離柱首不遠鈹柄彼頭下聯繞絲鐵條能於伸縮電路通則磁鐵將鈹頭吸住其柄仰電路閉則磁鐵將鈹頭放離因彼頭之鐵條下縮其柄俯如此隨電路之啟閉以為俯仰其勢便活矣二柱橫卧者亦有之理相同也見七十九圖

問啟閉電路以何式機關

答有物名電鑰專司啟閉也以銅為之狀類如意其柄中間下聯銅釘係電之來路復露釘頭於端頸之下係電之去路與電路之首可離可合鑰柄托以輓條能於伸縮以指按其柄則銅釘與電路合移指則鑰

柄被輓條托起與電路離矣電路之通塞既賴電鑰則彼頭之吸放全靠此物轄之至彼頭無論擊鐘寫畫長短疾徐任我所為也見八十二圖

問副磁鐵何用

答其式與正磁鐵無異因電氣之力漸遠漸衰至於數百里數千里之遙即不足以運行機關矣故在彼更設磁鐵副之另需電池電路迨此處電氣達到即有輕巧機關使通於副電路致副磁鐵有力以運動各機也美國國學總管賢禮氏創作此法於中國道光十六年間以之遠處擊鐘為號又莫爾斯用此於遠

方畫直寫字，見八十一圖

問莫爾斯以電畫直其機式何如

答副磁鐵上之橫梁通有銅柄可以俯仰彼頭豎有鐵筆電路通則橫梁被吸銅柄上仰筆按於紙上因紙行動故畫成一直電路閉則橫梁被放銅柄下俯筆即離紙矣至畫之長短任意為之由長短以辨字母由字母以編語言遂通音信其紙條上有輪軸捲舒甚捷故用之靡窮日爾曼石氏先造一法與此相類惟用墨水滴於紙上恒有模糊之弊不如鐵筆之善

見前圖

問似此畫字傳言恐難甚速

答極速也與人手寫字無異如久久習慣不必書於紙也即聽鐵梁傳響如聞其聲便解其語不啻覲面交談矣並可以筆照錄之

問以電報印字其法何如

答其法不一而美國郝氏之法甚便以櫃若洋琴然中有銅絲若干上聯字母下接電路其上復有活字印板中藏字母與電路相通如此處將某字一按則彼頭活字應機而出印跡於紙可由字而傳言矣往返皆然且能便捷有一時之久傳至五千言者郝氏於

道光二十年起二十六年止專功於此者六載其機始成見八十三圖

問以電報寫字其法何如

答近有意大利人嘎色利者創得一法以電報達於遠方作字法以藥水浸透之白紙電氣過之登時變色兩頭各有銅板為几上有鐵筆一齊運行此頭以筆作某字形彼頭之筆如之因紙上敷藥電氣遇之而變色字形顯露矣邇來在法國有人以此法於遠處立約畫押以為信據者不必遠勞跋涉也愚按此法用於中國最妙因西國二十六字母有難為中國之

文字者有此則無字不傳矣嘎氏此法與上章以電化物變色同理惟另設巧機使能畫黑字耳

問以電報指字其法何如

答畧如羅盤之式周遭寫以字數均有活機盤心復設鐵鍼電路通鐵鍼運行不已電路閉鐵鍼立時止住如此處將某字活機一按則彼處盤鍼便指定某字不動蓋電路於此處忽絕故也此物可以之傳字切音編成中國言語以通信報見八十四圖

問電報機式不一所不可少者何也

答電池以生電也電路以通電也電鑰以開合其路也

不可少者有五

申論電池
電路

池有正副

磁鐵以運其機也、副磁鐵以助其力也、五者皆備而電報乃成、

三五
問何式電池合用

答、有用但氏者、有用葛氏者、詳見上章蓋合玻璃筒二金二水為一具、應用電池若干具、視其路之長短、送信之遠近、以為則、無論數具或數十具、以銅絲聯之一處、即為一電池也、電路雖長、其正電池不過一處、惟中途有接信之處、若驛站然、該處設有電機、必有副電池以濟之、故電路若長、其中節節設駟、應需副池不少矣、

路有來回

問何式電路合用

答、自電池之白金起、至遠處復回、至白鉛止、皆電路也、蓋此二金、乃二極也、去路自陽極、回路歸陰極、電始運行、儻以回路之電綫、移於白金之陽極、則不運行矣、遠去之路、須以銅鐵絲作成電路、至回路無論多遠、不必用綫、自能於地中而回也、

地為回路

問、以地為回路何解、

答、初造電報時、不知地中自有回路、無論遠近、俱以雙條電綫為往返之路、嗣有石氏者、思藉火車鐵道、以為電路、屢試不驗、究其弊、悉因鐵道近地、電氣入地、

銅鐵絲
用為電綫

而散之故也。因思電氣既喜入地，地即通電，於是以此頭陽極與彼頭陰極皆埋於地，試之頗效。由此費用節省多矣。迄今用之者，均係單綫電路也。惟兩頭電綫須聯銅片而埋地，宜深必達於潮濕之處，方驗蓋濕能引電也。

問、應用何等電綫、

答、以引電而論，鐵不如銅，故以先皆用銅絲。惟以銅為極長之路，其費較多，其質脆而易於折壞。今之陸路電報，其長路盡以鐵絲為之，厚約二分，外敷以漆，所以禦潮濕而防銹壞。至電報信局之室內，仍以銅絲

防電氣散
漫

與外之鐵絲相接，因銅絲可用細小圈繞，移動甚便，且室中所用無幾，不必較其值也。

問、電路中恐電氣散漫，何以防之、

答、房中銅絲或纏以絲綫，或纏棉綫，以蠟裹之，或包以樹漿。至室外鐵絲，敷之以漆，原防銹壞，亦可防電之散漫。更將鐵絲懸於木柱，勝地中多矣。因天氣乾時，不引電也。惟鐵絲接木之處，須隔以玻璃，方妥。然雖如此小心防備，陰雨連綿，仍是散漫。以鐵絲盡濕，濕能引電也。故落雨時，於較近處，節節通信，極遠之所，未易達到，甚而至於近處，亦有時難通者。

三十
問、遇雷電與電報有礙否、

答、常有患也、輕則損壞機器、重則震動傷人、蓋鐵絲在外、遇雷電斯引入室矣、雖震斃者少、亦不得不預為之備、若陡見室內、電機動勢改常、便知雷電將引入矣、急以細絹套手、摘下房內銅絲電綫、使於戶外、鐵絲接聯、遣而散之、可保其不入室矣、更有防雷鐵可用、法以鐵条托於電綫之下、中隔以紙、下通於地、若通信之電、不能透紙也、如遇雷電、便能破紙隨鐵而入於地矣、

問、電報之路、遇有江海、何法濟之、

答、江河狹處、隨橋梁以濟之、若洋海遼濶、須沉電綫於海底以通之、惟鐵絲之外、加以錫皮、以防浸電散、或包樹漿亦可、此種樹漿、由南海覓得、其樹極多、而流溢之漿、凝結堅若牛皮、又如錫之可以融化、水不能透、電不能過、永不朽壞、易得而值賤、遂以之包裹鐵絲、為水底電路、英法相隔之所、海面一百餘里、即以此法、於海底通信、意大利距埃及二千餘里、中途有數處海島、遂以此法、由數島直達埃及、紅海南口、距印度二千餘里、亦由海底電報通信焉、

問、海底電報、其式何如、

答陸路不過單條鐵綫耳用於海底則需數條以至於十數條編成巨纜即名電纜陸路不用銅絲海底用之閒於鐵絲之中取其通電較易至堅固則有鐵絲衛之也有用一條銅絲者有用數條銅絲者蓋電纜雖一中閒若干銅絲即可於同時通若干信報也惟各條銅絲單包樹漿方合用至電纜通身有包以錫者有包樹漿者欲長久堅固須較粗大然其費甚鉅也見八十五八十六圖

問、邇來英美二國海底通信其事何如

答、二國相距約萬里大洋迤北畧狹中有二島一在東

名阿爾蘭一在西名牛芬蘭

又名二島相距五千餘里洋海之淵深不下數十里若以鐵絲電路沉之勢必折斷因美國有人曾於大洋中查探淺深知北邊一帶水勢較淺深不過二三里遂於咸豐八年沉以

電纜首報叩謝上帝默佑之恩蓋如此難為之舉而竟成功豈人力所能為哉二報兩國君主以禮修問迨通信時第一信即英法於天津海口與中國修好立約之事惜哉通信不過月餘電纜遽壞如此大用如此鉅款成功匪易而一旦摧殘豈巧奪天工竟為造物之忌耶

萬里長纜
三修始成

問若大電路廢棄二國甘心否

答未已也曾經一月之用遂謂此法頗效惟須電纜製之極精以防損壞之弊爰是重修電纜較前精益求精不惜鉅款於同治四年告成以電纜載於巨舟沉之先是數年前英人以鐵製造火輪巨舟長六十丈空船喫水約三丈五尺嗣因體巨而用繁遂等諸廢棄姑置之際茲萬里電纜非他舟所勝此舟載重而穩故用之盛纜若天預爲之備者大洋之中若能遙望巨舟沉纜之景意者類蜘蛛之吐絲歟誠奇觀大觀也不料舟駛中流纜忽中斷而海底已沉之纜百

三五
般打撈不起吁洵敗興哉返棹而回

問事又敗於垂成二國之士由此灰心否

答前失全局尙無退志此猶得半何遽灰心遂悉心探討察知其弊由於放纜之機關重復修整並添造失去之纜功及一年迨同治五年孟夏風平浪靜之候於是再行出洋放纜此次機關靈巧便捷異常每日隨行隨放至三四百里之遙於中途駛行之際時由電報寄信而回蓋電纜雖屈盤於舟電氣之運行無異也迨第十四日抵牛芬蘭島而大功告成二國仍舊通聲氣焉由是言旋及至大洋於上年失纜之所

海底斷纜
失而復得

擬設法覓之、爰考其度數之定所、未旬日間、將舊纜勾起、與舟中所備之餘纜相接、放至海底、且行且放、復抵牛芬蘭、又成一電路矣、試思茫茫大澤、以萬里長之巨纜而沉溺之、幸無危險阻碍、洵屬難得、能於海洋既失之物、詳其地勢而旋得之、尤屬難之又難者矣、夫以格物之士、窮究有年、始獲電學之妙法、而二國之衆、竟能恒心銳志、不惜重帑、務底於成、可謂任重而道遠矣、亦可知凡天之挫而抑之者、正其勉而堅之者也、

問海底電報西洋止此一處足用否

答、未已也、國事既繁、而商民之事尤眾、豈電纜二具之所能勝哉、惟恃一處通信、司其事者、居奇專擅、斯信費必昂、二國偶或失和、或一國有故、電報有阻、中止不獨本國不利、卽東西二半球之各國、胥受其害、又兼西人因見司電報者、獲利甚鉅、亦欲效之、邇來會議另設電路、由美國南方、過大西洋、直達法國、復由美國西疆、過大東洋、直達俄國、通法國之海底電纜、與上文相類、茲不復贅、至通俄國之電路較長、越地較多、且近中國疆域、須詳述之、先是十餘年前、有擬爲此舉者、適值英美海底電纜中斷、意大洋過深之

前則暫停
變復行

故耳復思大東洋雖濶處有寬至三萬里者然未有
西洋之深且俄美之間洋面有較狹處所中有小島
數十節節接聯此舉似屬可行乃因地近北方天氣
嚴寒居民寥落擬於中途隨地設兵司衛其事道由
美國金山口迤北越美國三省英國一省俄國一省
計陸路四千餘里西入於海歷各島達黑龍江口約
水程萬餘里於黑龍江岸達卡克圖復計陸路二千
餘里迨二國西洋電纜重修妥協此舉中止復思地
遠事繁不如多加一路電報之可恃也遂復鼓興重
修約數載之間可以告藏若使電路分岔達至中國

電報鉅款
公帑民捐

電報四奇
空中電見
以之通信

則二半球無論何國均可於當日通信往返也

問電報之造於西國其鉅款何出

答國家將有事於某地發帑造纜軍行之時隨行隨放
以便中途奏報君主又便於將帥傳令故軍至某處
則電報立時可通復有出商民立會公議捐資而成
者至海底之電纜雖經費浩繁亦出商民之捐辦因
與國有裨二國主亦贊助焉至電報所通之信設官
監查於公事無碍較郵驛傳書費用節省無算矣

問電報最奇之處何如

答其一係能用自然之電氣通信也每際冬令北方曉

電報奇述
先時可知

時、電氣於空中發見較多、遇電綫輒隨之而行、於電池所蓄之濕電有阻、且因兩路電氣其機便亂、故向來北方曉之時、電報必暫停止、因思空際之電、既能有害定能有利、蓋逆之而為我阻、順之而必為我用也、爰屏電池之濕電、專用空中之電、試之頗驗、後每值北方曉、恒以之通信焉、北方之忽曉也、昔人偶見、羣驚駭異、乃今人因以為用、洵屬奇談、

問其二何也、

答、瞬息之間、通信遐方、已不可測矣、不知尤有先時可得信者、即如此處、某日午刻、有何事故、彼處於是日

辰刻、即能得信先知、此事之最奇者、然確有實理可據也、即如由東以電報通信於西、均能如是、設由西而東、得信反覺稍遲、以地球東旋向日之故耳、

問其^{四十}在何也、

答、傳信於極遠、需電甚多、始能運行畫字之機關也、不知雖極少之電、亦能遠達、美國賢禮氏、於道光十年間、以硝強水一滴如珠為電池、復以銅鉛二鍼尖浸入、上通電綫、達於數十丈之外、由地而回、能感指南鍼使之動也、邇來有人以有底之戒指圈、盛滿強水、作為電池、由海底電纜、通信於英國、

滴水生電
通信海涯

萬里取火

問其四何也

答、電過海底於彼岸生火也、海底電纜大工甫成、有英國富翁、至報局詢之曰、若由彼處電來極多、令火星發見、需值幾何、司事者以六白金對、翁領之、少頃、火星顯見、翁以煙管對火吸之、果能然著、遂解囊付值而去、夫以管煙吸火、其值似鉅、然取火於萬里之外、路經海底、頃刻頓然、雖竭府庫之資、恐難辦此也、

卷四電學下章凡四十一問三章共一百八十一問

附電學雜問

問、電學何自而作、

問、乾電以何法蓄之、使可震人、

問、電分乾溼何謂、

問、電分陰陽何謂、

問、電氣二說何如、

問、機器之電、與雲雷之電相類、何以知之、

問、生物體中有電、何以見之、

問、偶遇迅雷、何法防之、

問、溼電漸興、從何創始、

十、問電堆電池各種何如、

問以電分水鎔金各法何如、

問溼電與乾電相類何以知之、

問電報漸興從何創始、

十五、問昔人有急務設法速報遠信皆不如電報何也、

問電報各種何如、

問中國若用電報以何機為便、

問指南針何物何用自何而創、

十八、問磁石之氣與電氣相類何以辯之、

電學雜問凡十八則



