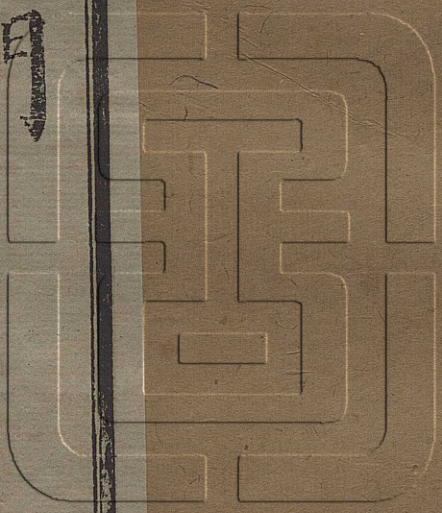
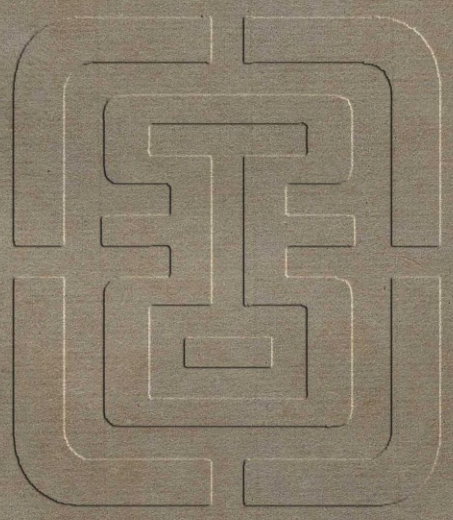


24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
4

格物入門

9210  
98561  
=4





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

筩輪以生電

架以引電

瓶以蓄電

以以放電

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

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

電氣勞物

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

防雷衞室

防雷衞身

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

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

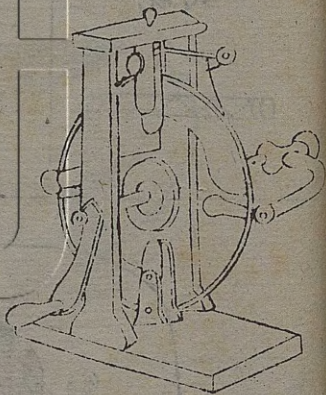
滴水生電通信海涯萬里

取火

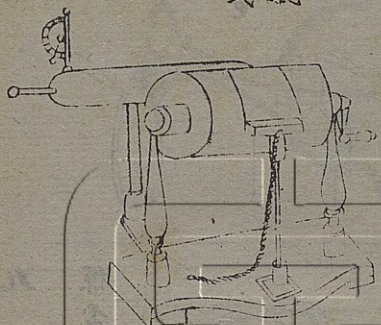
一 以片紙  
生電



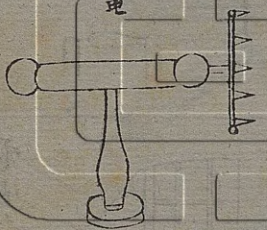
三 電機  
又式



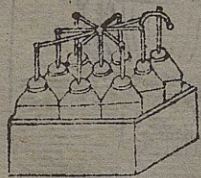
二 電氣  
機式



四 升電  
架



六 同上  
數瓶  
相連



蓄電瓶



五

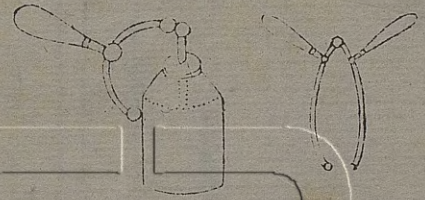
電學上章

論乾電

各物入月

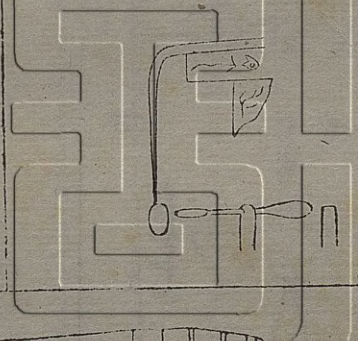
七

放電



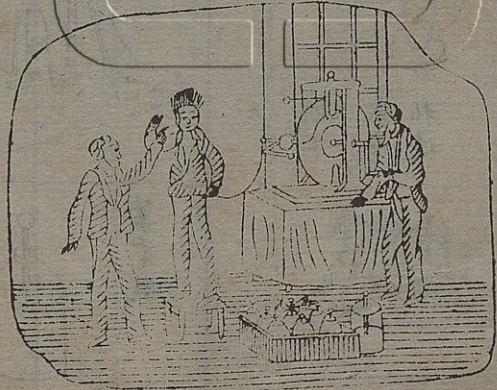
九

探電

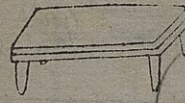


十一

電過人身

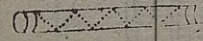


八  
接電  
台



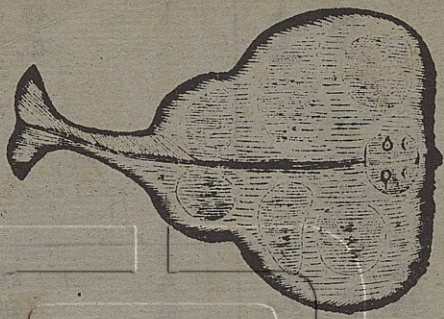
十

電光繞  
成花式



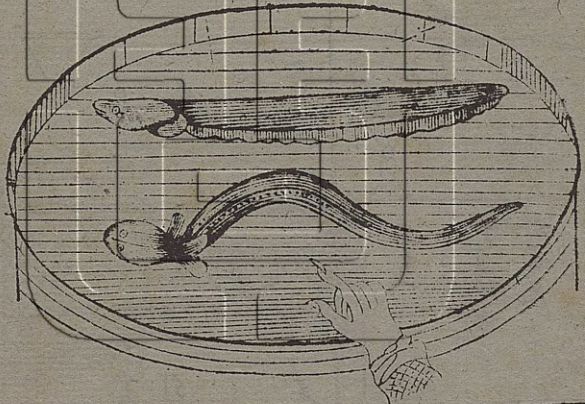
十二

雷魚



十三

雷鱔



十四

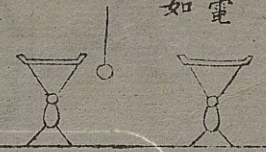
錫盤  
生電



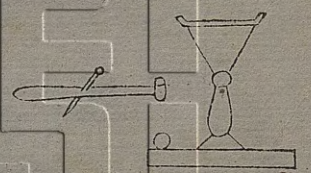
十五  
同上



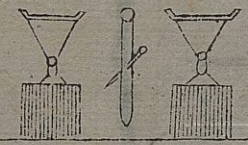
十六  
紙團被電  
吸驅搖如  
鐘擺



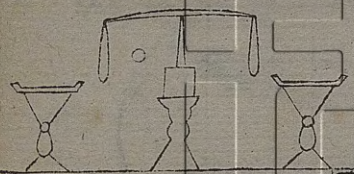
十八  
以電  
運鏈



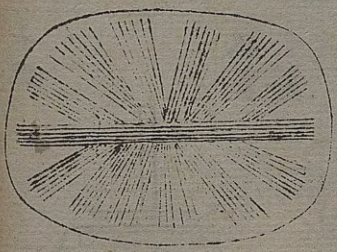
十七  
同上



十九  
以電使  
物轉運



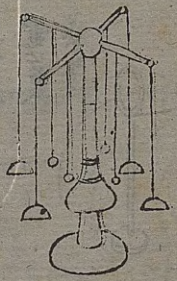
二十一  
北方曉由  
於電光



二十二  
紙人被電吸驅跳舞



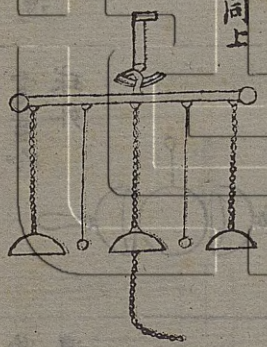
二十四



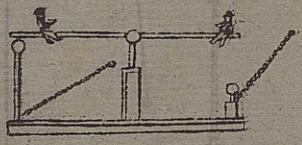
二十三  
紙團被電吸驅跳舞



二十五  
同上

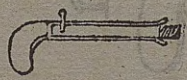


以電  
搖鈴



二十六  
電令  
橫梁  
俯仰

二十七  
玩物  
電槍



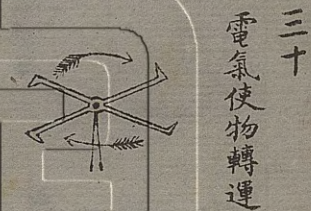




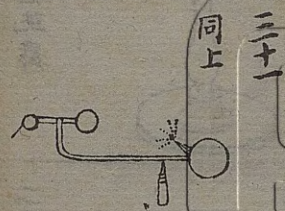
二十八  
玩物電槍



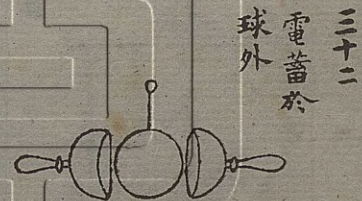
二十九  
以電催水



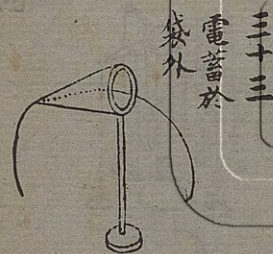
三十  
電氣使物轉運



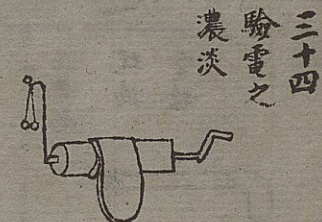
三十一  
同上



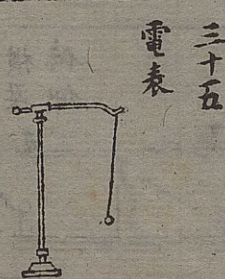
三十二  
電蓄於球外



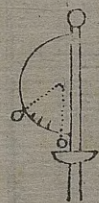
三十三  
電蓄於袋外



三十四  
驗電之濃淡

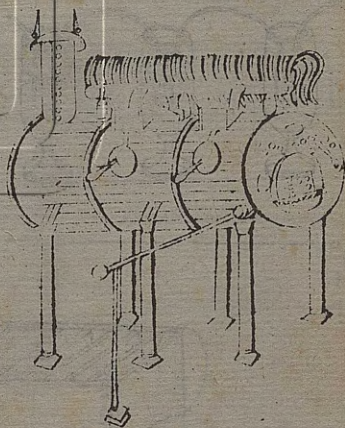


三十五  
電表



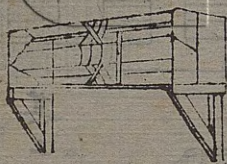
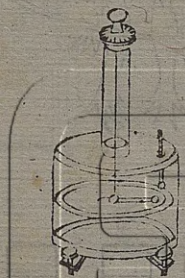
三十六  
其二

三十八  
蒸汽電機

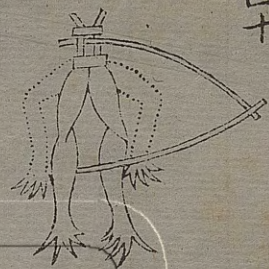


三十七  
其三

三十九  
電箱

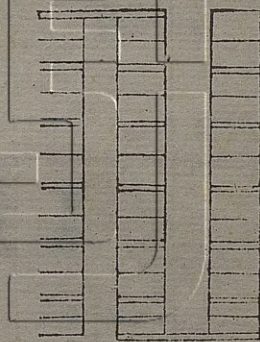


四十

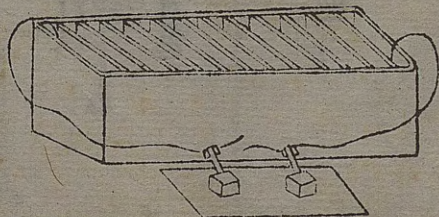


二金生電由死蛙  
跳躍悟出

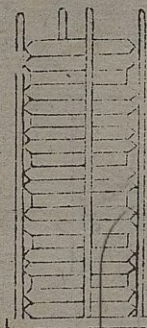
四十二 同上



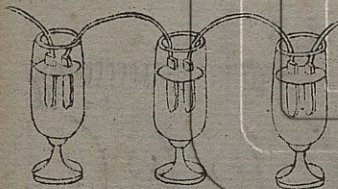
四十四  
其二



四十一 溼電池

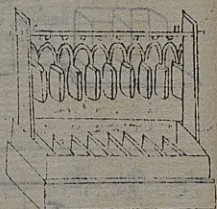


四十三  
溼電池



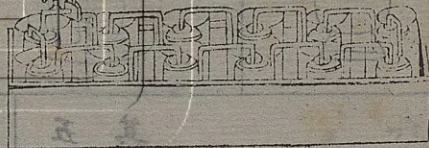
四十五

其三



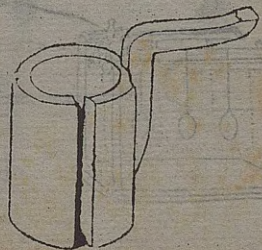
四十七

葛氏  
電池  
外式



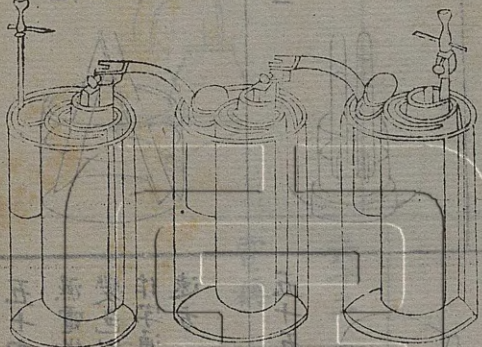
四十九

電池內用  
白鉛筒



四十六

但氏  
電池



四十八

葛氏  
電池  
內式



五十

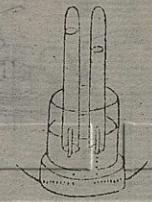
斯美氏  
電池



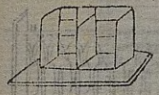
五十一  
以電化  
水為二  
氣



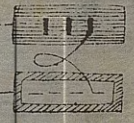
五十二  
其二



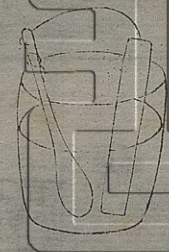
五十三  
濕電  
化物



五十四  
濕電化物  
變色以之  
作字通信  
速方



五十五

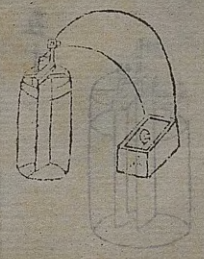


以電包金

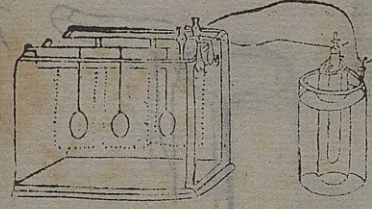
五十六 其二



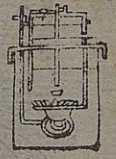
五十七  
其三



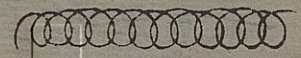
五十八  
其四



五十九  
電化  
銅板



六十一  
螺絲圈  
同上

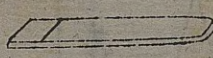


六十三

馬掌吸鐵



直條吸鐵

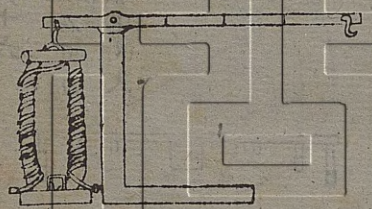


六十

電氣  
吸鏡

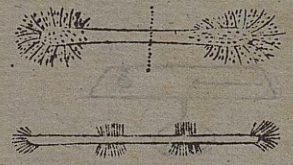


六十二  
電稱

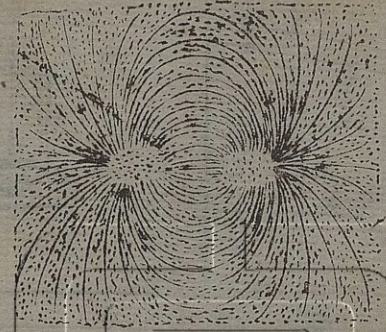


六十四

磁石吸  
鏡力在  
兩端



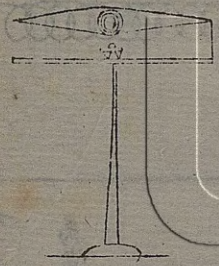
六十五  
磁氣運行以鏡盾形  
容之



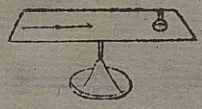
六十六  
磁石吸力  
離中漸大



六十七  
二極異同圖



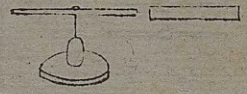
六十八  
其二



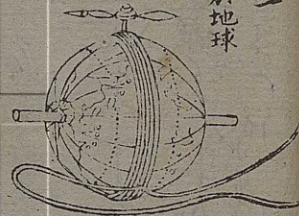
六十九  
其二



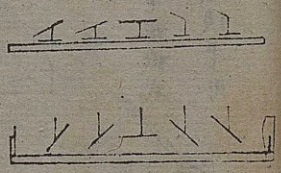
七十  
磁石  
傳力  
圖



七十二  
磁氣於地球  
東西  
運行  
令鐵  
指南  
北圖



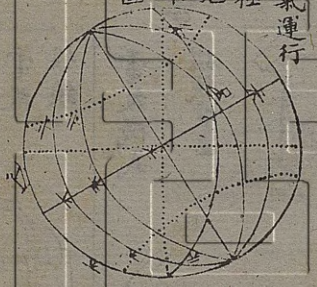
七十四  
定北鐵  
偏下圖



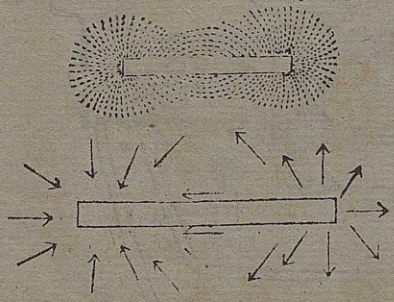
七十一  
磁石吸  
驅圖

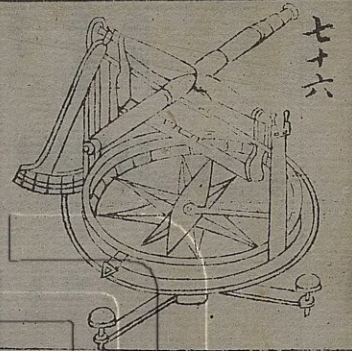


七十三  
電氣運行  
與地  
極不  
同圖



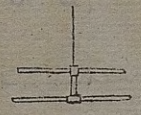
七十五  
定北鐵  
偏東西  
圖





七十六

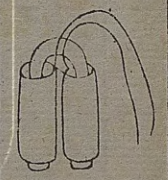
定北羅盤



七十七

無極鐵

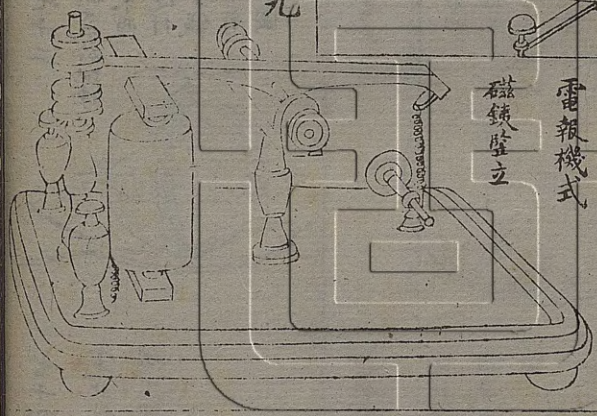
七十八  
電報  
吸鍊



電報機式

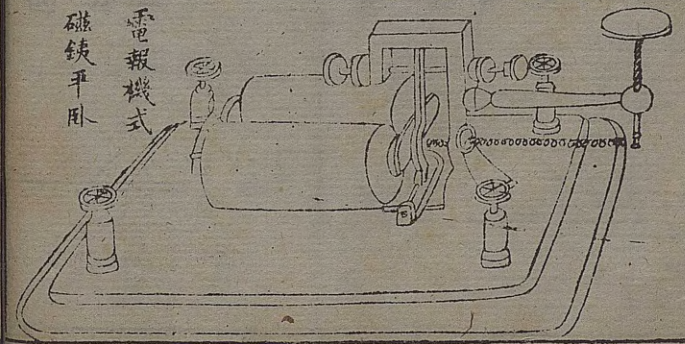
磁鍊壁立

七十九



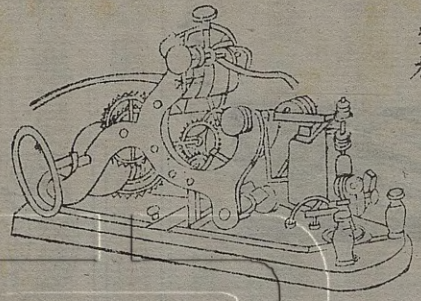
八十

電報機式  
磁鍊平用



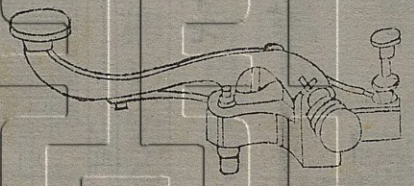
八十一

副磁鍊並  
畫字機



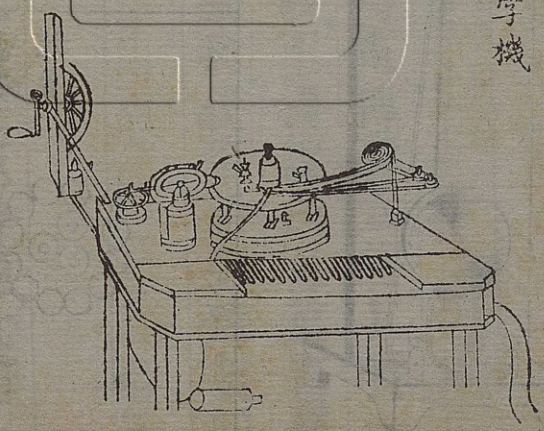
八十二

電鑰

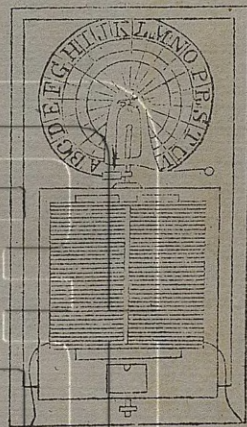


八十三

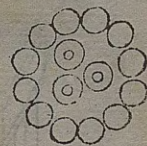
電報印  
字機



八十四  
電報指  
字機



八十六  
電纜  
端首



八十五

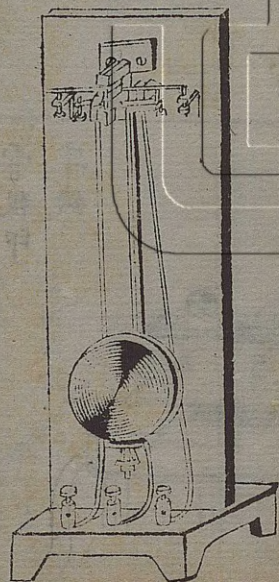


海底  
電纜

八十七

電鐘背  
式

其面有  
文紀時  
有鐵指  
字



第四卷電學

美國丁韋良著

上章論乾電

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、

電一物

電氣隱伏  
於萬物

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

氣發出之驗也、

問、其二何也、

答、以玻璃一塊、指令乾温、以碎紙近之、即被玻璃吸起、

此玻璃中電氣發見也、琥珀措熱、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、兩頭各插輕木軟塞、以絲綫中懸使平、復

以玻璃琥珀或火漆措熱、近軟塞而引之、箸即隨之

乾電由指  
摩顯

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摺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

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

球是故耳

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

答以玻璃為筒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細一片覆於筒上復有鐵鍊下通於地持軸柄而轉運之令玻璃筒將皮墊磨熱電氣為玻璃所吸隨鐵鍊而上於引電架可蓄於

地中有電

論乾電機

萬輪以生電



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，一頭有鐵齒如鈿，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，以木為蓋，上加銅條為柄，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

<sup>十五</sup>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，以火之一端按於電瓶之銅柄上，火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

架以引電

瓶以蓄電

又以放電

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、

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、

問錫盤機何如

答係錫盤一具用西國火漆為柄以厚紙煨熱指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

電氣二說

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

陽二氣分陰

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

一氣流行，烏能若是。宗二氣之說者，以爲紙條錫片之類，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，以其爲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。

<sup>三五</sup>問二說孰是。

答難言也。蓋一氣之說在先，厥後始有創爲二氣之說。

二說難辯

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，卽如凸爲陽，凹爲陰，明爲陽，暗爲陰，奇爲陽，偶爲陰，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，愚以爲無是理也。

問能引電者何物。

答五金之屬爲最。若水與木炭、生物之皮肉，亦可引電。

物以引電  
分類

各物入門

電學上章

論乾電

七

也

問不引電者何物

答類如琥珀火漆松香玻璃為最若金剛鑽透光寶石  
絲綉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

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

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条將指  
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為陽  
火漆為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為陽一感火漆

為陰故二物相吸而合也。可見受同氣則離，受異氣則合。

問、辨電氣之陰陽者何如。

答、卽如上文所言也。以粗紙手揩之，初不知其為陰陽也。先以火漆摩其錫片，復以紙近之，則錫片拒離，可見粗紙為陰。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，卽知上紙為陰，下紙為陽。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、卽如絲紬較火漆為陽，較玻璃為陰。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、玻璃為陽，皮墊為陰。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。各物俱較其上為陰，較其下為陽。卽如玻璃大概為陽，然以貓皮揩之，探電試之，則為陰矣。

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。凡以此物摩熱生電，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<sup>四十</sup>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又之一端置棉



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

四五  
問以電穿物成孔何如

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

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

以手接

愈甚假令一人右手按於銅柄一人左手按於錫衣  
中有各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

落矣見二十七二十八圖

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

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

十七三十五三十六圖

問以電起風何如

答以鐵條揮於電架條上尖銳反手依近覺有微風此

起風催水

度量電氣

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。如以帶梁鐵筩盛水，下有小孔，漏不過涓滴，掛於電架，機關運動，則氣入而催水，水下注矣。再以酒撒入筩，便見水由曲管外流，四散甚急，蓋電氣驅之也。見二十九圖

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，或使鐵錐上下運動如擊物然。見十六、八、九、二十

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，惟居一鈴，懸以絲綫，下有鐵練垂地，亦易爲之法也。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

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

蒸汽生電

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 蒸釜平安合頁均詳見氣學中章 上加  
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措然故因而生電也 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

問雷蓄於物其濃淡何如

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

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

機器所造  
與雷電無異

有濃淡

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

透出不惟破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条通地離蓄  
電之器寸許若電太滿而外溢可過鐵条引之入地  
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

答以數丈長之鐵条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  
雷電即隨鐵条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  
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墻壁而下也亦不

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

雷雨

雷患無多

北方曉由  
電返照

各物入門

卷四

電學上章

論乾雷

十九



龍掛由電

二十一圖

七十  
問、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、即如貓之電氣、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、

雷魚生雷

問、雷魚何如、

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、即名之曰麻魚、見十一圖

雷鱣生雷

問、雷鱣何如、

答、產於江湖淡水、狀同鱣魚、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、無能為矣、而牲畜間有擊斃者、見十二圖

天生電機

問是魚之生電何如。

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。

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。

魚身雲際  
雷無二致

輕相連

七六

問電與光熱相涉否。

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。

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。



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

問何爲電池

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爲蛙腿之躍

係由物體而生電佛氏以爲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爲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卽生出是爲電池

問佛氏電池尙有病否

答因其銅片易於生鏽爲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

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筒內以紅銅片捲若筒式入之復以鹽強水盛於瓦筒內以白鉛條豎其中入於銅筒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

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

硝強水盛於瓦器不用紅銅以白金小片垂於水內其白鉛片圈作筒形對口之處離而不合復以水銀敷外使不易化也儻白金珍罕以木炭一段代之亦能合用若數池相聯即仿上文之式見四十七四十八四十九圖

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

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

極蓋銅爲陽而鉛爲陰也。凡金屬生電，自分陰陽，自有二極。

十五  
問何爲電路

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，間之以不引雷之物，則電路隔而不通矣。惟水與潮溼之土，亦可爲電路，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，卽見火星爆出。如兩頭以木炭將見火光更大矣。因此設法代炬照野。詳見

文下

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。卽燭焰中試之，亦顯見也。

濕電然火

問濕電然火，何法試驗

答：以銅絲爲電路，復以鐵絲數寸，兩頭接於電路之銅

絲若鐵絲極細且短則熱甚迨電氣多即光亮如然  
燭矣銀絲亦可為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為之中接細短鐵絲  
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  
為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

及也

濕電化水

問濕電之化水為氣何法試驗

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  
盆底通入再以玻璃筭二箇注滿前項之水罩於金  
絲之上下通電路便見筭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即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、卽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

學化  
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条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

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

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

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

電製印板

以電包金

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  
者衆矣邇來中華上海亦仿此法以木化銅可垂久  
遠永無模糊鈔朽之虞也

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

答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

三五  
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幸宮人數百作遊冰之戲遂以濕電造巨燈照遠如晝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、由此崇尙特甚、以爲百病可療、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、卽如疾在一臂、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

四十 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

問磁石之吸鐵何法試驗

答此盡人而知之也然尚有可述者云

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

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

六十五圖

問其三何也



磁石定向

答以長条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

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綫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而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

答以磁鐵二条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

問磁石之傳授吸力何法試驗

傳矣吸力

吸驅有解

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輒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七十一圖

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

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

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有礙

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：電極既於七十度北，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，既由鐵鍼偏下而得，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

定北鍼偏  
上卡

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

問：定北鍼偏下，何法形容？二十  
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

定北鍼偏  
東西

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

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間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尚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閣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

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

二十四 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即如電過銅絲較鐵絲快多矣過鐵絲有於一杪內行至二萬洋里者過銅絲有於一杪內行至二十八萬洋里者較光行尤速也

設法驗之

五 問電行如此之疾何法試驗

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即可度其先後所差之分度矣蓋將一杪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杪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  
爲號  
印字寫字  
通言

問電報通信亦如放砲爲號否

答非也。以電放砲或爲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卽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

爲益極大

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爲益綦大格物爲治平之本不其然哉至若上諭邸報播諸遠方卽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爲號此電報之昉也

問以電爲號何如

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

電力八種

分優劣焉

電報八法

問以上八法創作者何如

答初造時雖不甚精可畧述以爲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鐙草因以爲號閱十三載碑丹氏以電蓄於瓶因以爲號閱七載布國來茲以電能發光因以爲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爲號一

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錘  
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

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  
爲也索馬麥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

初學電學

初學電學 卷四

各物入門 卷四 電學下章 論電報 四三

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

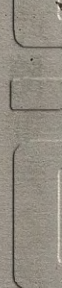
答磁石之吸鐵盡人而知之矣然以鍼近之第能吸而不能放也至以電造之磁鐵則能吸起放下隨意指揮運用如臂指故電報之妙用悉由一吸一放而生猶夫蒸氣機之運行由於一漲一縮耳見七十八圖

其力由吸  
鐵

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

電報磁鐵

電鑰

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

副磁鐵

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、嚶色利者、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、嚶氏此

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、則彼處盤鐵鍼、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

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。詳見上章蓋合玻第<sub>二</sub>金<sub>二</sub>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。

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。儻以回路之電纜。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。不必用纜。自能於地中而回也。

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

條電纜為往返之路。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

甲論電池  
電路

池有正副

路有來回

地為回路

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。

銅絲鐵絲用為電綫

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。

防電氣散漫

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。



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，法以鐵條托於電綫之下，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。耐爛易得，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。問於鐵絲之中。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。中間若干銅絲。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

英美二國  
海底通信

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。又名新著二島相距五千餘

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

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為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

般打撈不起吁洵敗興哉返棹而回

三五問事又敗於垂成二國之士由此灰心否

答前失全局尚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

纜未足

答未已也國事旣繁而商民之事尤衆豈電纜二具之  
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

東洋電路

前則暫停  
繼又復行

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  
則二半球無論何國均可於當日通信往返也

電報鉅款  
公帑民捐

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

電報四奇  
空中電見  
以之通信

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

電報奇速  
先時可知

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。

<sup>四十</sup>問其三何也。

答：傳信於極遠，需電甚多，始能運行畫字之機關也。不

滴水生電  
通信海涯

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，盛滿強水，作為電池，由海底電纜通信於英國。

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

問電堆電池各種何如

問以電分水鍍金各法何如

問溼電與乾電相類何以知之

問電報漸興從何創始

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爲便

問指南針何物何用自何而創

問磁石之氣與電氣相類何以辯之

電學雜問凡十八則

