

最新

中學教科書

靜

電

學

北平大學 工學院圖書課

1年9月1日收到

第310號全部1冊

新扇

書 終 鼓 覺 中

靜 電 覺



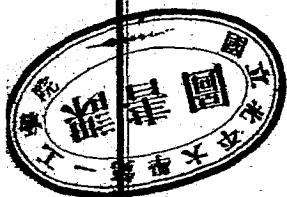
國立北京大學工學院圖書館

登記號 中05574

新扇

書 秩 鼓 學 中

靜 電 學



*Commercial Press New Text Book Series.*

# Elementary Treatise on Physics.

*For the use of Colleges and Schools.*

**PART VII. STATIC ELECTRICITY.**

**COMPILED**

BY

**WU KWANG KIEN.**

**SECOND EDITION.**

**SHANGHAI:**

*Printed and Published by the COMMERCIAL PRESS, LTD.*

1906.

MG  
G634.7  
114

物理教科書 靜電學 目次

物理學第九卷靜電學目次

- 第一章 電之推吸
- 第二章 電力例
- 第三章 感電
- 第四章 發電機
- 第五章 蓄電器
- 第六章 電平
- 第七章 量電表
- 第八章 電量
- 第九章 放電之效
- 第十章 空際之電
- 第十一章 電源

凡一百六十六節

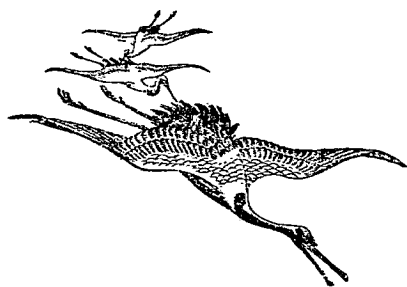
電之分布

電力

通感係數  
電能



附課題



# 靜電學

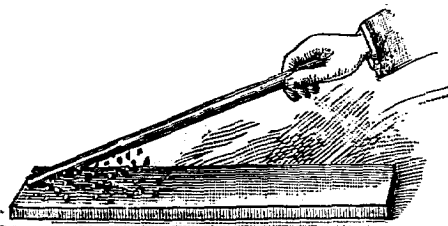
## 第一章 電之推吸

第一節 電者不知其為何物。其效雖可得而見。而未窺其本。電無毀滅。與質及能略同。而非質非能。以其效觀之。有時類流質。有時類無重之氣質。近來格物家以爲卽充塞宇宙萬物之以脫。

電學者論物受電而顯之變象。惟此變象極繁。視電之所處之情形而異。若自動狀觀之。可分四類。一曰。電停止不動時變象。二曰。電流動時之變象。三曰。電轉動時變象。四曰。電擺動時之變象。論第一類之變象者曰靜電學。又曰。阻力電學。又論其餘之變象者曰動電學。又曰。流電學。而電之轉動是生磁性。別爲磁學。又曰。磁電學。電之擺動者曰電浪。

第二節 磨擦生電。○止電之顯。不一其道。以磨擦

第一圖

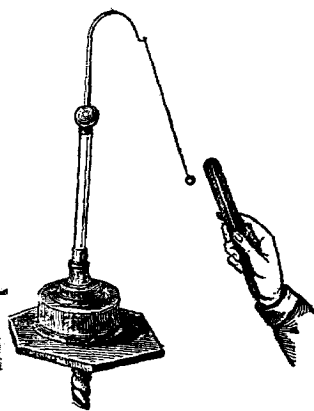


北京  
圖書



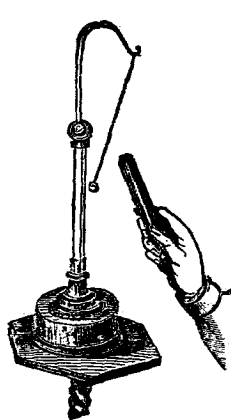
之法為最易。試以羊毛布或貓皮磨擦玻璃條。須相擦之兩物或磨擦火漆條。則擦過之條能吸碎紙草屑金葉等物。其輕者且黏於條上。俄而被推。復與條離。一圖玻璃條與貓皮皆謂之已受電。

圖 二 第



試驗第一○欲驗物之已受電與否。宜以絲線懸通草球。掛於玻璃條上。而以物持近之。若物已受電。則草球為所吸。如第二圖。及球黏於物上。則反為所推。如第三圖。第三節 試驗第二○草球既黏於玻璃條而復被推之後。試以手近之。則球趨近手。可見球雖未受磨擦。而因其黏於玻璃條之故。亦得有玻璃條所得之電。可知其黏而復離。實因玻璃與草球受同名之電矣。

圖 三 第



試驗第三○同名之電相推。

得以另法顯之。以羊毛布或

絲巾磨第一玻璃條。以鉤懸

之。復以羊毛布或絲巾磨第

二玻璃條。若持第二條近第

一條。則第一條爲所推。

試驗第四○以綿線繫兩通

草球。懸於玻璃條上。如第五

圖。以羊毛布擦玻璃條。以條點兩球。則兩球皆受同名之電。而相推。分離頗遠。

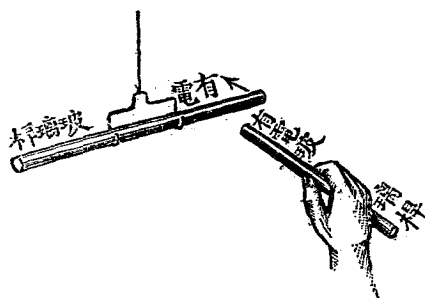
第四節 試驗第五○凡物之受擦得電者。不必盡相推。試以絲線懸鳥毛。以既

受磨擦之玻璃點之。則鳥毛與玻璃相推。若以既受磨擦之火漆持近之。則鳥毛

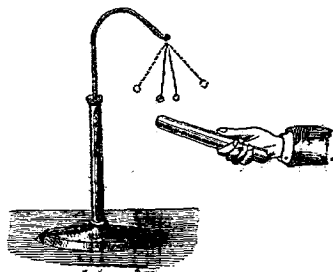
反與火漆相吸。設先以既受磨擦之火漆點鳥毛。則鳥毛與火漆相推。而與既受

磨擦之玻璃相吸。又上圖之草球。既得電後。若以既受磨擦之玻璃持近之。則兩

第四圖



第五圖



球相推愈力。若以既受磨擦之火漆持近之。則兩球相趨近。

第五節 電有正負○觀於以上試驗。可知電有兩類。以正負分之。絲巾與玻璃相擦。玻璃所得之電爲正。羊毛布與火漆松香琥珀相擦。火漆松香琥珀所得者爲負電。同名者相推。異名者相吸。然物之所得之電。正負無常。貓皮與玻璃相擦。玻璃所得者又爲負電。若火漆松香與錫汞藥相擦。則松香等所得者又爲正電。第六節 兩電並生○凡兩物相磨擦。則兩電並生。一得正電。一得負電。而正負兩電之多寡常相等。試驗之法如下。

試驗第六○以絲巾擦玻璃條。驗以通草球。則不獨玻璃條能吸球。若以絲巾持近之。球亦爲所吸。惟相擦時。持絲巾之手。須套樹膠皮。否則電即散去。此證兩電並生。

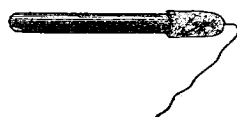
試驗第七○玻璃條與絲巾相擦之後。先以玻璃條點草球。而草球爲所推。若持絲巾近之。則草球爲所吸。若試以羊毛布與火漆相擦。以火漆點草球。則爲火漆所推。而爲玻璃所吸。其草球爲玻璃所點者。則爲玻璃所推。而爲火漆所吸。此兩

電並生。一正一負之證。

第七節 試驗第八○以絲巾玻璃相擦生電。先以玻璃點通草球。復以絲巾點之。驗得草球無電。又試以火漆塊與羊毛布相擦。而前後分置於驗電器上。則金箔分離。若兩物同時並置器上。則金箔不離。第六節第十此正負相等之證。

試驗第九○試以羊毛布套於舍勒克上。而擦之。如第六圖。乃持絲線牽套使出。而持近於通草球之受有正電者。驗得草球爲羊毛布所推。可見羊毛布所受者爲正電。若持舍勒克近草球。則草球爲所吸。是舍勒克之電爲負電。若於羊毛布套仍在舍勒克之時。持近通草球。則無推無吸。可見正負相等。

第六圖



第八節 前節嘗論物與物擦。每物所得之電。正負無常。今將法拉狄所驗得各物。開列於下。表中凡列前之物。與列後任一物相擦。則在前之物得正電。在後之物得負電。試以水晶論。表列第四。若與第六之棉花相擦。則水晶得正電。若與第一之貓皮相擦。則水晶得負電。

一 貓皮

五 玻璃

九 木

十三 松香

二 羊毛布

即  
絨法

六 棉花

十 金類

十四 硫磺

三 象牙

七 絲

十一 樹膠皮

十五 各搭伯查

四 水晶

八 人手

十二 火漆

十六 棉花藥

第九節 不獨異類之物相擦生電。即同類之物亦然。而爲正爲負。則視物之情狀。設有兩玻璃片。一粗一滑。兩片相擦。亦能生電。滑者得正電。粗者得負電。設以兩絲巾橫直相擦。直者得正電。橫者得負電。又設有兩物。其面之光滑相等。而熱度不同。則相擦時。熱度低者得正電。熱度高者得負電。

前表所列之棉花藥。與其列前之物相擦。則得負電。若擦於牛皮之沾有汞錫藥者。則得正電。總而言之。擦物而生之電。頗無定準。若相擦之面。稍有不同。所得之電亦異。

第十節 引電物阻電物○物有善引電者。有不善引電者。亦有居於善不善之間。而難於類別者。蓋善引與不善引云者。不過比較之辭。最善引電之物。亦未嘗

不略阻電。最不善引電之物。亦未嘗不略引電也。不善引電之物。又曰阻電物。兩引電之物相擦。雖亦生電。然因其善引電故。隨得隨失。不復能顯。故金類相擦。雖生電而不顯。至阻電物相擦則不然。以其不善引電。故得電而不失。欲物之已有電而不使失去者。宜有阻電物以承之。

引電物表

第一等

金類

燒透木炭

筆鉛

酸類

水類

雪

菜

動物

竹布

棉花

第二等

酒醋

以脫酒

研碎玻璃

硫磺粉

乾木

紙

冰度在 攝

第三等

銹類

類即 養化 合氣 與金 之物

冰度在 十五 度二

石灰

樹膠皮

空氣

乾氣

乾紙

絲

金剛鑽

寶石

玻璃

蠟

硫磺

松香

琥珀

舍勒克

第一等為善引電之物。第三等為阻電物。第二等居於兩者之間。曰半引電物。

上表不過言其大略。其實物之善引電與否。頗視物之情狀而變。玻璃原為不善

引電之物。試熱之至二三百度。則善引電矣。常度之水善引電。及冷至成冰則不

甚能引電。若冷至負二十五度。則為阻電物。列入三等。玻璃為不善引電之物。然

亦視其化合之料而變。故有玻璃雖甚乾者亦能引電。

第十一節 試驗第十○欲試物之善引電與否。先加電於驗電器。第十節二以手

持物。點器之頂。若為善引電之物。則電隨物入人之身。入地洩去。而金葉相合。

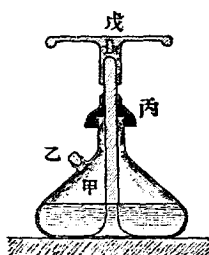
第十二節 阻電架七圖○物之受電者。欲保其電不失。

須以阻電之物承之。玻璃之曾染舍勒克一層者。或蠟

餅。或舍勒克塊。皆能阻電。其最合用者。以一大底玻璃

瓶。自瓶底接一玻璃柱甲。通出瓶口。瓶頸有塞丙。以硬

第七圖

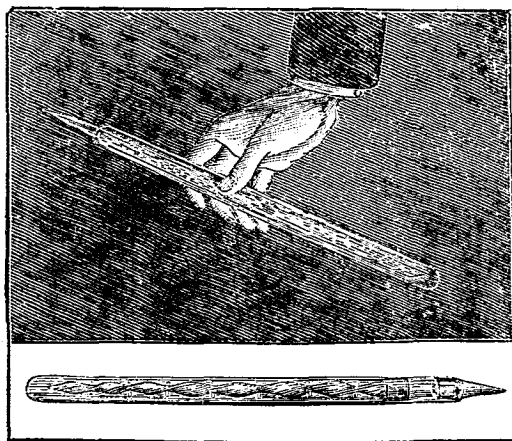


象皮爲之。甲從此出。上鑲一盤戊。瓶旁有孔乙。以灌硫酸於瓶。故甲柱無溼氣。電不能洩。

第十三節 自來電光管八圖 ○水銀與玻璃相擦。亦能生電。試取水銀風雨表而搖動之。則於黑闇中現電光。有自來電光管者。亦本此理。其形如圖。共有兩管。皆先抽出空氣。內管作扭紋形。貯水銀。其一端連鎔於外管。離此不遠。有小孔。水銀可流入外管。若倒置之。則水銀分流。一流過內管。一流於內管與外管之間。同時在黑闇處。發現電光。

第十四節 浮水電光塔九圖 ○此置於海上。其用與燈塔同。其製於浮標上。搭架。架上置環形空氣管若干具。每具所處之角

第 八 圖





第九圖



度不同。每環之內貯有水銀。架上復懸鐘一具。水動則架搖動。環內水銀與其邊

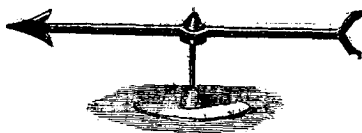
相擦。而現電光。同時鐘亦發響。

### 驗電器

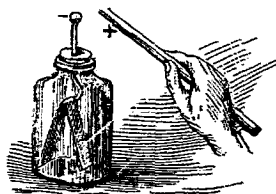
第十五節 驗電器之用有二。一則驗物之曾否得電。二則以顯電平較。絲線懸通草球。即驗電器之最簡者。設以木一條。或稻稭一枝。中作一孔。以針承之。如第十圖。亦可作驗電器。物之得電者。若持近之。則針為所吸。

第十六節 金箔驗電器圖十。驗電器以此為最醒。其製以大口玻璃瓶一枚。以蠟作塞。塞中插一玻璃管。管外漆以舍勒克。有一銅條穿管而過。管之上端鑲一圓銅片。圖十一條之下端受金箔兩葉。此器須以物罩之。使不受潮。不受塵土。則能顯極微之電。物之得電者。點器上之銅片。則金箔離開。

第十圖



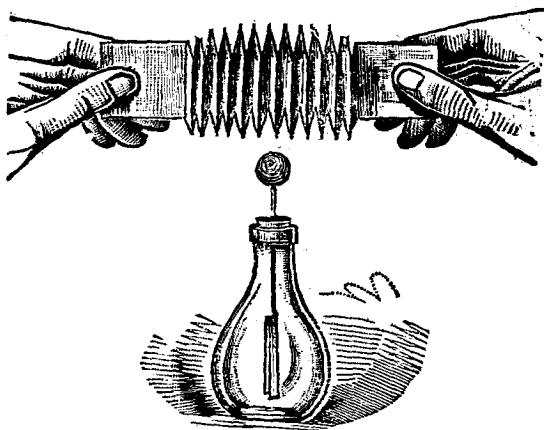
第十一圖



第十七節 試驗第十一○試以貓皮擦玻璃管。持管近驗電器。雖相離二三尺。而金箔亦離開。試以小刀削鉛筆。削下之木柿。墜於銅片之上。金箔立即離開。或以紙疊作一物。如第十二圖。以絲巾擊之數次。持近驗電器之上。而張翕之。張時則金箔離開。翕時則金箔相合。

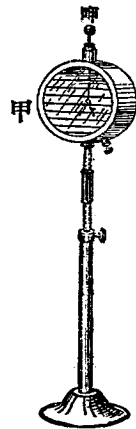
試驗第十二○金箔驗電器。不獨可以驗物之有電與否。且能驗其電之爲正爲負。設以粗紙擦樹膠皮。而欲驗所得之電爲正爲負。其法先以絲巾擦玻璃管。而以玻璃管點器上之銅片。金箔離開。其所受者爲正電。乃以粗紙持近器。驗得金箔離開更甚。可知其所受之電與粗紙所得之電同名。故粗紙與樹膠皮相擦。粗紙得正電。樹膠皮得負電。

圖 二 十 第



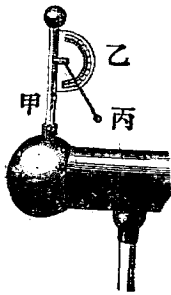
第十八節 銅網驗電器 圖十 ○上文所論之器。金箔常爲外電所擾。故以銅絲或銅箔罩於外。亦有不用玻璃瓶。而用銅鼓者。其製如圖。甲爲銅鼓。鼓之兩平面。以玻璃爲之。頂上有短銅管。中塞以蠟。小銅條穿心而過。上端有銅球。卍。下端受金箔。玻璃片之內面罩以銅絲。相連不斷。亦可任便與地相連。鼓下有架。得以上下移動。最便講堂之用。

圖三十第



第十九節 衡氏驗電器 圖十 ○以木或銅作直柱。如甲。柱旁設象牙度數表。如乙。表心有針。以麥稭爲之。可以旋轉。針末有通草球丙。直柱得電。而傳於球。則球離柱。有表以示其度。惟電多時。宜用此器。故常置於發電機上。以驗其曾否發電。若置連於引電之物。亦可略知其受電之度。

圖四十第



## 電之設解

第二十節 電之爲物。格物家雖尙未窺見其本原。然有爲之設解。以便解說者。沈氏謂電爲兩異類無重而善流動之散質。兩電相合。則相克而無效可睹。凡物皆有此兩電。其多寡常相等。若一相磨擦。則兩電立分。而顯電性。法朗令則謂電只一種無重而善流動之散質。凡物皆有之。平時不顯。及兩物相磨擦。則電分。而物之得電不同。一則加增。一則減少。其有餘與不足之數常相等。有餘者謂之正。不足者謂之負。法拉狄則謂電爲物之微塵之變象。近人有謂電爲以脫所致。又有謂電卽以脫者。

## 第二章 電力例

第二十一節 電力例二條

一。同名之電相推。異名之電相吸。

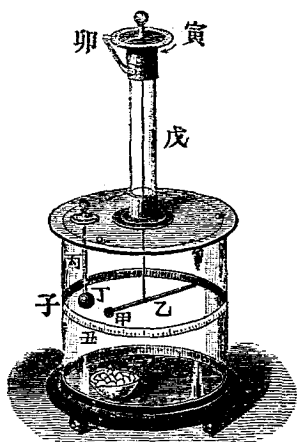
二。推吸之力。與電積相乘爲正比。與其相距之遠近自乘反比。惟受電之物點須極小可當作兩點論

否則不能參觀  
學第二十節七節

試驗第十三圖 十 ○ 驗第二例之法。亦用扭力表。與驗磁力例略同。圖中甲乙爲

舍勒克條。其端甲有小通草球。丙丁爲玻璃條。其末亦有小通草球丁。玻璃罩旁有角度表子丑寅爲螺絲頭。上刻角度。旁有不動之小針卯。以紀角度。試驗時。先置丁使與子丑之起點相對。繼轉螺絲頭。使其量角之起點與小針卯相對。乃轉玻璃柱戊。戊轉之而寅使甲丁兩球相切。隨將丙丁取出。加電於丁。復置原處。甲丁相切。則甲亦得電。兩球相推。甲球往復擺動。俟相推之力。與懸線之扭力相等時。甲則不動。此時甲丁相離若干度。設驗得甲丁相離之角爲三十六度。是扭角亦爲三十六度。其扭力即三十六倍於扭轉一度之力。設轉螺絲頭。使甲回向丁。相離十八度。驗得螺絲頭須轉一百二十六度。是扭角共爲  $126 + 18$  度。卽一百四十四度。此時扭力一百四十四倍於扭轉一度之力。設再轉螺絲頭。使甲復回向丁。相離九度。驗得螺絲頭須轉

第十圖



物理教科書 靜電學 第二章

五百六十六度半。是扭角共為 $566\frac{1}{2} + 9$ 即五百七十五度半。作五百七十度半故得

甲丁相離之角相比如  $36 : 18 : 9 = 1 : \frac{1}{2} : \frac{1}{4}$

其扭力相比如  $36 : 144 : 576 = 1 : 4 : 16$

可見甲丁相距之遠近半於前。而相推之力則四倍。若相距四分之一。相推之力且十六倍。

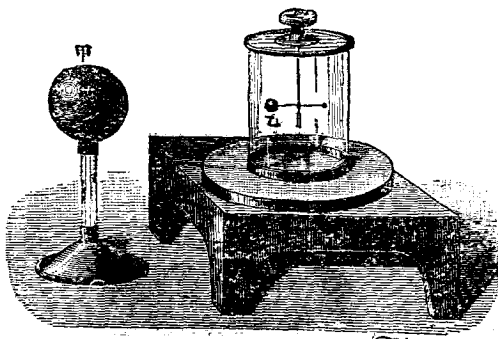
以上試驗。以弧代弦。亦未盡確。不過證例之大

概而已。參蘇學第三十節

試驗第十四 ○欲證電積相乘正比。則先加電於丁。使與甲切。甲丁相推。則相離。紀其相離之度。乃以同體函之通草球點丁。而分其電。則丁之電積只半於前。甲丁相離之角則小於前。應驗得此時扭力。只得前此之半。

第二十二節 擺動法 六圖 + ○自乘反比之例。

第十 六 圖



亦得以擺動法驗之。與驗磁力例略同。圖中甲爲銅球。乙爲舍勒克針。一端有小金箔或銅球。懸於玻璃罩內。加甲乙以異名之電。略動小針。使之擺動。而紀其每一往復所須之時。卽以時字代之。

設小針之長。比甲乙相離之遠爲甚小。則兩電相離之遠。可作爲自球心至針之懸點。球上之電可當作聚於心點

設以長代針長。方字代針之頑固力矩。力代電力。則得

$$\text{時} = 2\pi \sqrt{\frac{\text{方}}{\text{力} \times \text{長}}} \quad \text{秒} \quad \text{六十} \quad \text{分} \quad \text{十} \quad \text{秒} \quad \text{餘}$$

設驗得第一次球心離懸點子生脫。每往復須辰分。第二次相離子。生脫。每往復須時辰<sup>1</sup>分。以力力<sup>1</sup>代電力。

$$\text{則辰} = 2\pi \sqrt{\frac{\text{方}}{\text{力} \times \text{長}}}$$

$$\text{辰}_1 = 2\pi \sqrt{\frac{\text{方}}{\text{力}_1 \times \text{長}}}$$

$$\text{驗得辰}_2^2 : \text{辰}_1^2 = \text{子}_2^2 : \text{子}_1^2$$



惟  $辰^2 : 辰1^2 = 力1 : 力$

故  $力1 : 力 = 子^2 : 子1^2$

以上證自乘反比之法。皆不甚準。其最善者。以圓球之內無電力推算。詳見後第節。

第二十三節 電積么匿 ○上文電力第二例。可寫作

$$\text{電力} \propto \frac{\text{丑} \times \text{丑}'}{\text{丑}^2}$$

亦可寫作  $\text{電力} = \text{定} \times \frac{\text{丑} \times \text{丑}'}{\text{丑}^2}$

定者爲一定之數。丑與丑'卽兩物所得之電積。巨者兩物相距之數。

設有兩相等之電積。相離一生脫。而相推之力適等於一代晤。卽以此電積爲電積之么匿。則得  $1 \text{代晤} = \text{定}$

故  $\text{電力} = \frac{\text{丑} \times \text{丑}'}{\text{丑}^2} \text{代晤}$

因得電積么匿之界說曰。設有同名相等之兩電。相距一生脫。而相推之力等於

一代晤者。此每電之積。即電積么匿。以劑稱之。一電么匿曰一劑。兩電么匿曰兩劑。餘可類推。此指兩電同在不空於一代晤否

第二十四節 設問一〇設有兩物。其一有正電六劑。其一有正電四劑。相距三生脫。求相推之力。

$$\text{因 電力} = \frac{6 \times 4}{10^2}$$

$$\text{故所求之力} = \frac{4 \times 6}{3^2} = 2\frac{2}{3} \text{ 代晤}$$

設問二〇設有兩相等之銅球。一有正電五劑。一有二十劑。兩球相切之後。分置兩處。相離十生脫。問相推之力若干。

因兩球相切。則平分其電。各得  $\frac{25}{2}$  劑。

$$\text{故得相推之力} = \frac{\frac{25}{2} \times \frac{25}{2}}{10^2} = \frac{19}{16} \text{ 代晤}$$

設問三〇設以扭力表驗電力。其始兩球相離三十度。今欲兩球相近。使離十五度。問須轉螺絲頭若干度。

以甲代螺絲頭第二次應轉之度。

因第二次兩球相離半於第一次。故相推之力則四倍於第一次。而扭力亦須四倍。

第一次扭角 = 30度

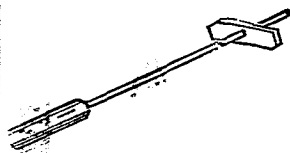
第二次扭角應 =  $4 \times 30 = 120$ 度

故得 甲 + 15 = 120度

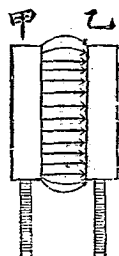
甲 = 105度

第二十五節 電力界○設有兩物。一得正電。一得負電。若相離不遠。則兩物之勢。常欲趨近。設以玻璃針穿一紙屑。七圖而置於兩物之間。則紙屑之勢。常欲自正電趨向負電。其所欲行之線曰電力線。曰。靜電之凡電力所及之地曰電力界。設有兩平面甲乙。甲得正電。乙得負電。則界內力線如第十八圖。其向自甲趨乙。在中央之方線直。其旁之方線則曲。設在力線內。任取一點。

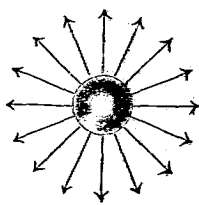
第七十圖



第十圖



第十一圖



該處力線之向。即在該點之總電力之向。設有圓球。得有正電。與他物相離甚遠。則力線有如第十九圖。皆起自球面。不起自圖心

若向心引長各線。則共交於圓心。正電之力線向外。負電之力線向內。若置正電於電力界內。此正電勢所欲趨之向。曰力線向。若力線平行。而相距之遠近相等。則此電力界為均平之界。

第二十六節 試驗第十五○欲顯電界之力線。宜以長方玻璃器。內盛松香油。灑以金雞納器之兩端。插粗銅線。線末作小銅球。若連銅線之

兩端於發電機。電須輪機轉則金雞納顆點湊集成線。即電界之力

線。十圖二

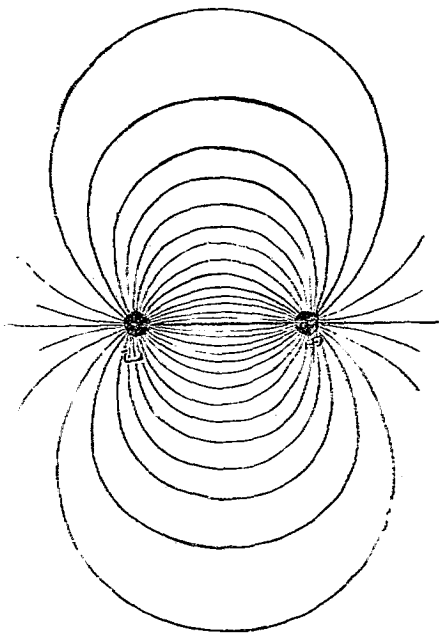
試驗第十六○連兩小銅球於發電機。則銅球間有力界。試篩輕黃粉於其間。而以電光照之。則粉布置成線。即電界之力線。

第十二圖

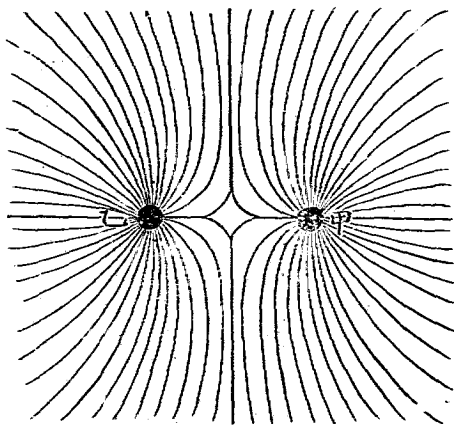


第二十七節 兩球之力線 ○設有兩球甲乙。一得正電。一得負電。其電劑相等。

第二十一圖



第二十二圖



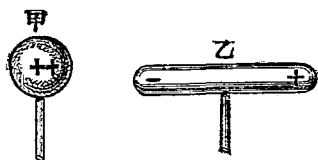
其力線之分布如第二十一圖。若兩球有同名之電。其力線則如第二十二圖。居間力勢○觀上第二十一圖。可見居間之物。若施兩力然者。一力沿線而施。其

勢如牽力。常欲牽合兩球。與其上之電。以收短力線。一力與力線作交正。其勢如壓力。常欲推力線使分離。故球面之電。不復分布均平。有或厚或薄之不同。

### 第三章 感電

第二十八節 試驗第十七○設以引電之物乙。置於阻電架上。而持近於有電之物甲。設甲得正電。乙入甲之電界。則亦得電。向甲之一段爲負電。背甲之一段爲正電。如第二十三圖。驗之之法。先加正電於驗電器。則金箔離開。以電勺點乙之右端。而加於器之頂。則金箔離開愈遠。此爲正電之證。若試其左端。則驗得有負電。若驗乙之中段。是爲中立處。則無電。引電之物。入於電界而得電。有如此者。曰感電。感電正負並生。其數相等。試移乙離去電界。而復驗之。則兩端皆無電。其中立處。不在乙之中點。因感電分布不勻。近甲略厚。遠甲略薄。故中立處稍偏於左。

圖 三 十 二 第



試以指點乙。則其上之正電。從指過人身而入於地。其左端之負電。則存留不失。

若此時將甲移去。則負電攤布乙面。欲證此事。宜以驗電器顯之。其法如下。

試驗第十八十四二 ○試以貓皮或羊毛布之類

擦火漆。則火漆甲得負電。持近驗電器之頂乙。

因感電之故。乙得正電。其下之金箔得負電。故

分離。若以指點乙。則負電隨指入地散去。金箔

復合。而乙之正電仍在。若將甲移去。則乙之正

電分布。金箔得之。故復分離。

第二十九節 感電之力線圖十五二 ○設甲為引電物。得

有正電。乙為銅球。本來無電。而持近於甲。則乙得感電。甲

之力線。穿乙而過。自乙之右入。而從左出。其出入之線數

相等。而分布之狀則不同。近甲之一邊。力線較密。遠甲之

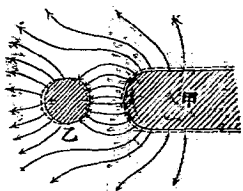
邊則較疎。

第三十節 是故欲授電於物。有二道焉。一則以既有電之物甲。點於未得電之

第二十二圖



第二十五圖



引電物乙。則乙得電。其名與甲之電同。而甲則略失其電。二。則以感電法授電於引電之物。其名與發感之電相反。而發感之電。未嘗略失。用第一法。須以阻電物隔乙。用第二法。則須使乙與地相接。

上文謂欲得感電。須用引電物。之如銅器其實用不善引電之物。亦能得感電。不過中有阻力。電難流通。感電頗不易得耳。其不善引電之物。若得感電。則能久留而不失。此與物之受磁略同。軟鐵受磁易。而失磁亦易。鋼受磁難。而失磁亦難。

第三十一節 設有可分拆爲二之引電物。當其得感電時。而分拆爲二。則其電既分。不復能合。一段得正電。一段得負電。若甲爲已有電之物。而乙爲引電物。與地相接。則惟乙之近甲處有感電。其餘之感電入地散去。若與牆相近則入於牆故祇得感電之一種。其名與甲之電相反。

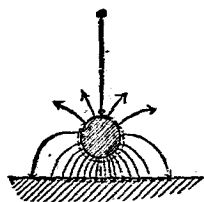
第三十二節 物得感電。其大小多寡之數。視發感之電之大小。與兩物相離之遠近。若兩物相離甚近。則本電與感電相吸之力甚大。此兩異名之電。愈積愈厚。則飛合爲一。而發電光。其相近之端。無復有電。而遠端仍留感電。其名與失去者



相反。

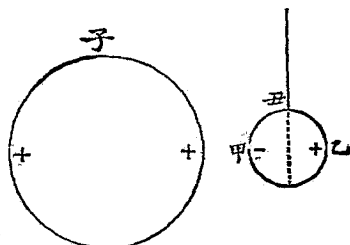
第三十三節 試以一有正電之銅球。懸於桌上。桌得感電。其近球處得負電。電界之力線如圖<sup>十圖六</sup>。其球桌相近之處。力線較密。居間之物。受力最大。及球桌相離極近。則居間之空氣之力。不復能阻。兩電穿空飛合。發爲電光。若居間不以空氣。而易以油。則抵力較大。兩電較難飛合。

圖六十二第



第三十四節 既明感電之事。則可以解第二節通草球被吸之故。設子爲銅球。得有正電。丑爲通草球。置近於子。則得感電。<sup>十一圖七</sup>向子處甲得負電。背子處乙得正電。故子吸甲而推乙。惟按電力第二例。子吸甲之力。大於推乙之力。故丑被吸。若懸丑球之線。爲引電物。則正感電從線洩去。只餘負電。子吸丑之力更大。

圖七十二第



第三十五節

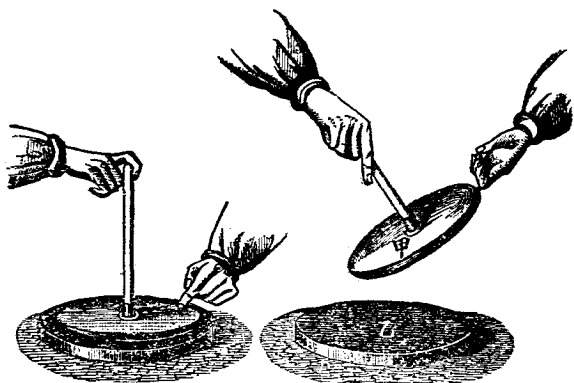
感電盤

圖

二十九

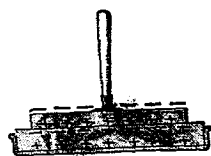
○此器可供無限之

圖九十二第 圖八十二第



電。其形如圖。甲爲圓銅塊。上有玻璃柄。乙爲硬象皮所製之圓盤。有銅塊承之。以爲之底。盤與其底。銜合牢固。甲謂之蓋。乙謂之盤。底謂之底。用時先將全器焙乾。乃以貓皮之類。擊盤數次。則盤得負電。乃以甲蓋之。隨以指點蓋如第二十九圖。持柄揭蓋。則蓋得正電。試以指節持近之。則現電光。再以口蓋盤。持柄揭之。試以指節。又得電光。如是類推。可得之電。無有限度。蓋盤爲貓皮所擦。則得負電。其底得感電。正電在銅底。負電入於地。而盤之負電。因爲其底之正電所吸。故深入於盤。而盤面無電。及加銅蓋。銅蓋亦得感電。其下爲正電。其上爲負電。如第三十圖。以指點之。負電隨指而入於地。只餘正電在蓋之底。及揭蓋而正電無所制。故以指

第三十三圖



近之。則生電光。

正電與負電相近。其勢常欲牽合。甚而至於生火。是爲電分之能。以感電盤而論。其蓋既離盤。以指近蓋。則迸出電火。無有限度。而盤內之電。無或少失。似若電能。取之不竭。而莫睹其所從來。有違功能之理。詳審而後知其不然。蓋揭蓋時。須用二力。一則拒地心吸蓋之力。二則拒蓋與盤正負兩電相吸之力。故揭蓋則拒阻而立功。然拒地心吸力之功。與電能無涉。其拒正負兩電吸力之功。則變爲電分之能。及以指節近之。則變爲光能。有功以供之。功若不竭。能亦不竭。固未嘗違功能之理也。

第三十六節 引電之物。置近於電。則得感電。其感電之近於原電。爲原電所吸。制而不能散去者。曰制電。其離原電遠。不爲所制者。曰自由電。自由電之在引電物者。有路以洩之。則立刻洩去。制電則否。

第三十七節

滴水收電機

十一三

○此機創自憶爾文。其理與感電盤略同。而製

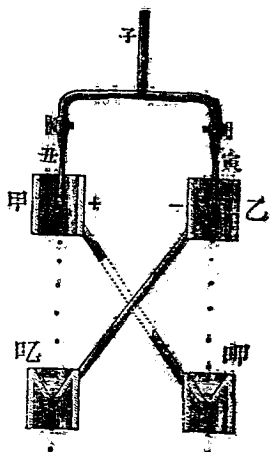
則大異。圖中甲乙爲空心銅圓柱。所以發感呬呬與甲乙同。惟中有銅器。形若漏斗。所以收電。呬與甲。呬與乙。有銅條以相連。子丑寅爲水管。水自子來。丑寅爲塞門。略開之使水滴下。水所滴出之處。在甲乙之中心。

設甲微得正電。水從丑管滴出時。則得感電。正者從管洩於地。負者滴入

呬。自漏斗流出時。水則無電。呬得負電。分之於乙。水自寅管滴出。亦得感電。負者洩於地。水點挾其正電。滴入於呬。故甲添受正電。久之。甲呬之正雷。與乙呬之負電。愈積愈多。甲乙之間。電火飛過。推原其始。甲之得電極微。有時並無須加電於甲。卽任其取電於空氣。水滴若干時之後。甲乙亦積電甚多。以功能之理推之。水滴之功。變爲電能。

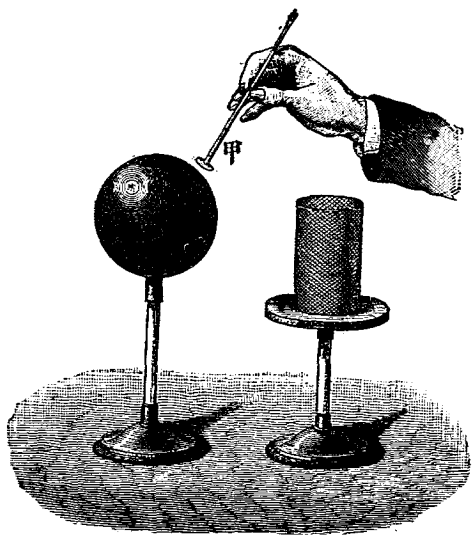
## 電之分布

第三十一圖



第三十八節 電鋪物面○凡引電之物。其所得之電。鋪於外面。其內無電。設有圓銅球。無論其中空中實。或中實以木。而外鋪錫箔。若同為圓形。則得電時。其電鋪於外面。情形皆同。驗之如下。

試驗第十九十圖三○試以有小孔之中空銅球一枚。置於阻電架上。而以感電盤



過電於球。隨以電勺電勺者以玻璃柄鑲

如銅片用以取電點球之外面取

電。而點於驗電器之銅頂。則金箔分離。此球之外面有電之證。再以電勺從球孔入。點球之內面。而點於驗電器之銅頂。金箔則不分離。此球之內面無電之證。不獨圓形之引電物如此。即以銅絲網所製之圓筒試之。亦

第三十二圖

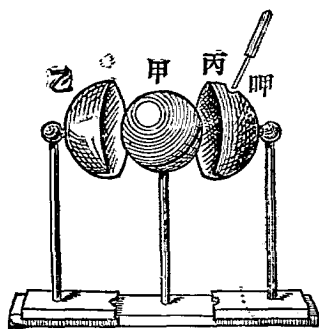
然。外面有電。內面無電。

第三十九節 試驗第二十○試以同徑之銅球兩枚。一實一空。皆架於阻電物之上。先過電於一球。而後使兩球相切。則分得同名之電。乃使球點驗電器之頂。則金箔分離。而空球點頂時。金箔分離之度。與實球所點者同。可見兩球分得之電。其積正同。而與球之質積無涉。

第四十節 試驗第二十一<sup>十圖三</sup>○甲爲銅球。乙丙爲半銅球。徑比甲略大。以阻電架承甲乙丙。而過電於甲。乃合乙丙兩半球。以罩甲。丙有小孔。入以小銅線呷。使甲與乙丙相接。以電勺點甲。而加諸驗電器。則金箔並不分離。此亦電鋪於外面之證。

試驗第二十二<sup>十四三</sup>○甲爲中空之銅半球。置於硬象皮板上。加電於甲。而以略大之中空銅半球乙。罩之。乙有玻璃柄丁。又有銅

第三十三圖



簧丙。

簧皮組亦以類

以指壓。

簧。使甲乙相接。移乙驗之。

則乙有電而甲無電。

試驗第二十三圖五三〇法

勒狄管以銅環。上縫紗網。

以阻電架承銅環。網尖繫絲線。可以牽網使出。

變內面為外面。設過電於網。而以電勺取電驗

之。驗得電在網之外面。若牽網使出。反其內面

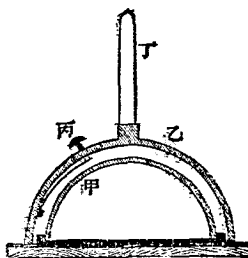
為外面。復以電勺驗之。而電仍在外面。

電鋪物面。幾為公例。惟有二事。則與此相反。一為流電過線。則全線皆過電。不盡

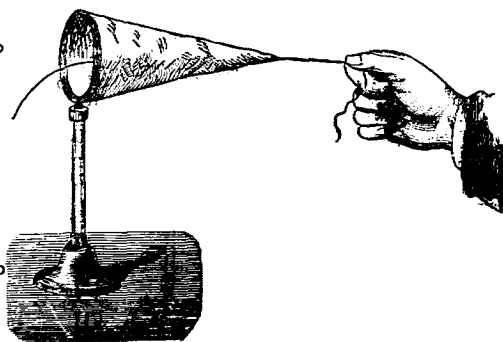
鋪於線之外面。二設有一物甲。置於一物乙之內。而甲乙之間。隔以阻電物。若甲

得電。則乙之內面有感電。

第四十一節 法氏試驗圖六三〇以銅簞一枚甲。置於阻電架上。離甲稍遠。置一

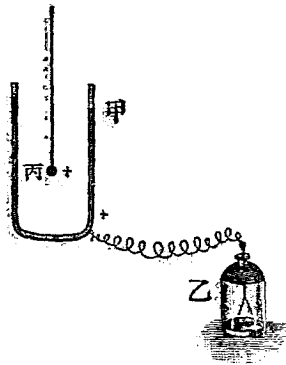


第三十五圖



驗電器乙。以銅線連甲與乙。丙爲銅球。繫以絲線。若加正電於內。而纜下箭內。則

第三十六圖



乙之金箔分離。此時驗金箔所得之電爲正電。球愈下。纜則金箔分離愈甚。以球下至若干深爲度。此後雖再下。而金箔不復更離。若以電勺驗之。則箭之內面得負電。外面得正電。若將球取出。則金箔復合。可見箭內箭外之電。異名而相等。

纜球下箭。金箔分離。若以球點箭之內面。金箔分離之度如前不改。而銅球之正電已盡失。箭之外面有正電。而其內面無電。可見球之正電。與箭之內面所得之感電。亦相等而異名。

若球在箭內。而未點箭之內面時。以指點箭。或以他物暫連於地。金箔隨即相合。以電勺驗之。箭之外面無復有電。而箭之內面則有負電。與球之正電相等。

若球仍在箭內。以指點箭之後。將球取出。不點箭之內面。則內面之負電。走出箭



外。鋪於外面。其分布之情狀。與未以指點箔之前。正電分布之情狀同。

以上試驗。不獨可以顯感電與其分布之情狀。且可以實驗兩物相擦。其所得之電。爲異名同數。蓋兩物相擦。若同置箔內。金箔不分離。若分置驗之。金箔開張。其度相等。又物之得電甚少。而不便以電勺分取而驗之者。亦得以上法驗之。

第四十二節 設以四箔相套如第三十七圖。兩箔之間。以舍勒克隔之。最外之箔。則連於驗電器。設丁球已受電。以線縋下於

第四箔之內。則金箔分離。與無第二第三等箔

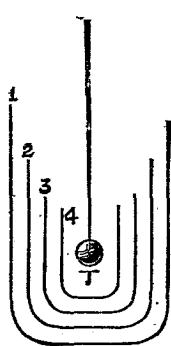
相隔時同。蓋每箔皆得有同積異名之電。蓋如有積

外有正電則滿其積即等於丁球之電。

設當丁在箔內時。連箔即第四箔於地。則金箔復合。餘箔無電。丁球之電。與第四箔之電。其施於在外之任一點。爲無效。若連第三或第二箔於地亦然。其在外之箔無電。

第四十三節 法拉狄電櫥○法氏嘗製木櫥。長廣深皆十二尺。外蒙錫箔。以玻

第三十七圖



璃柱支之。櫥外置發電機。過電於櫥。法氏居櫥中。布置各種驗電器。雖櫥之外面。電火閃爍。而櫥內各器。不顯電狀。可見凡中空之引電物。置於電力極大之電界內。其中空之處。固無電也。若在櫥內。以絲巾擦玻璃。而以銅線連櫥之外面於驗電器。其金箔並不開張。蓋相擦之物。所得之電。正負相等。卽擲絲巾於櫥底。而金箔仍不分離。或在櫥內轉動發電機。使之生電。其電界仍困於櫥內。其外之金箔仍不動也。由是觀之。在室中作種種驗電之事。不問其有阻電物相隔與否。固未嘗有電離室散去。卽平常所謂與地相接時。其電固並未入地也。

上文謂在櫥中以絲巾擦玻璃。雖擲絲巾於櫥底。而櫥外驗電器之金箔並不分離。若擦後從櫥窗擲出絲巾。則金箔立卽分離。蓋以玻璃有正電。故櫥之內面有負感電。櫥之外面則有正感電。

第四十四節 由此觀之。設一處有電。

正無論或負

則他處亦必有電。與前電同積而

異名。或疑此說不確。謂銅球之有正電而承於阻電架者。是祇有此一種之電。而不見其他。殊不知此與來頓瓶正同。球卽瓶之內衣。既有正電。則其所處之室之

牆。即外衣。必有負電。室牆與球間之空氣。即居間之通感物也。

第四十五節 銅絲櫥圖八十三 ○以銅絲網作櫥。須細大眼其所顯之電狀。與法氏電櫥

無異。因有網眼。則易於從外觀其內之變象。圖中甲

為銅絲櫥。其下無底。以阻電架丁承之。以絲帶懸驗

電器乙於其中。櫥外雖發生大電。而乙之金箔不

離。即加電於銅絲。而金箔亦不動。若以膠皮包裹之

銅線。接連乙丙兩驗電器。而過正電於甲。則乙丙兩

器之金箔。同時分離。乙有負電。丙有正電。若連丙於

地。則丙之金箔相合。而乙之金箔相離更遠。

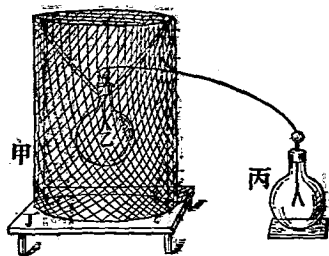
第四十六節 電密率 ○電之鋪於物面。常不均勻。邊角之處。積電較厚。坦平處

則較薄。設有銅球。承於阻電架上。而離他物甚遠。則球面之電平鋪。如第三十九

圖之甲。其鋪電密率。處處相同。至若圓端銅柱。則兩端鋪電獨厚。如乙。若有兩銅

球。皆置於阻電物上。而皆得電。若兩球相切。則相切處之電薄。其離切點最遠處

第三十八圖



爲最厚。若兩球大小不等。則小球之電厚。如圖丙。至於薄片上之電。則沿邊之電厚。其鋪於底面之電則均勻如丁。卵形之物。電聚其尖。圓錐亦然。凡電之在尖者。積電既厚。則過電於其旁之空氣。空氣被推。尖處之電。從此洩去。故電學器具。非專爲洩電而設者。不宜有尖。火燄洩電與尖同。參觀下節六十三六十四節

第四十七節 凡欲求一物上某點之鋪電密率者。以

其處一么匿面積。一方生寸脫或所聚之電劑計算。設有一

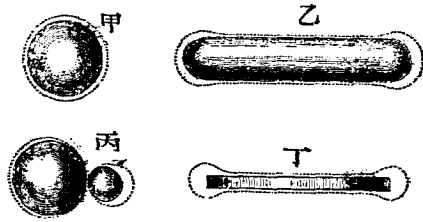
點。其處一方生脫。有電四劑。其鋪電密率。電密率之曰即等於四。餘類推。

凡電鋪物上。本無厚之可言。不過借厚言之。以便解說耳。

求電密率之法。或用實驗。或用算術。求得立體上之電。其邊之中點。電密率二倍。半於面之中點。其角尖之電密率。比面之中點。則四倍有奇。

第四十八節 物之分電。○設有一物。其上有電。承於阻電架上。而四圍無他物。

圖 九 十 三 第



以擾其電界。試以電勺點於物上以取其電。該處之電。雖爲所取。而餘處之電。復歸此處。以補其缺。又設有一物。既已得電。而以一同形同函同類之物與之相切。一切之後。立即分離。則驗得此時兩物皆有電。其劑相等。若三物四物相切。分得電劑亦如之。

設有兩相等之銅球。各以絲線懸之。一球有電甲劑。一球有電乙劑。若相切之後。立即分離。則每球所得之電。等於  $\frac{1}{2}(甲 + 乙)$  其兩球之各得異名電者。其分電與此同。設一球有正電五劑。一球有負電三劑。相切既離之後。每球所得之電劑  $= \frac{1}{2}(5 - 3)$  即每球得正電一劑。

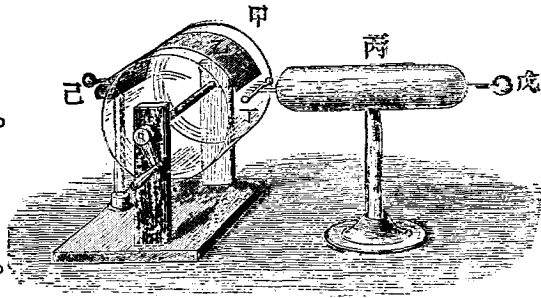
若兩球之體函不同。或形式不同。則分得之電。視其電量。第九十五節

## 第四章 發電機

### 磨擦發電機

第四十九節 圓柱發電機 十四 ○以絲巾擦玻璃。雖得電而不多。若用發電機。則能多得電。其製不一。最簡者曰圓柱機。其製如圖。甲爲玻璃圓柱。有軸以旋轉。

第十四圖



之。與甲相擦者爲己。曰韋墊。以韋裹馬鬃。韋之外面。鋪以汞錫藥。韋墊之旁。縫一絲巾。蓋於柱上。如乙。柱前置銅柱丙。曰引電柱。以阻電架承之。近甲之端。有銅櫛。如丁。其彼端有小銅球如戊。轉軸則韋墊與玻璃柱磨擦而生電。柱之所得者爲正電。墊得負電。丙在界電。則得感電。正者居右。負者居左。因銅櫛有針。負電從此洩去。正有謂者其說不靈確射於柱上。故柱將轉至韋墊之時。則無電。既與墊擦。又復生電。如是者若干次。則有正電聚於銅球戊。若欲並得負電者。須以阻電架承韋墊。而連一銅球於墊以聚之。惟平

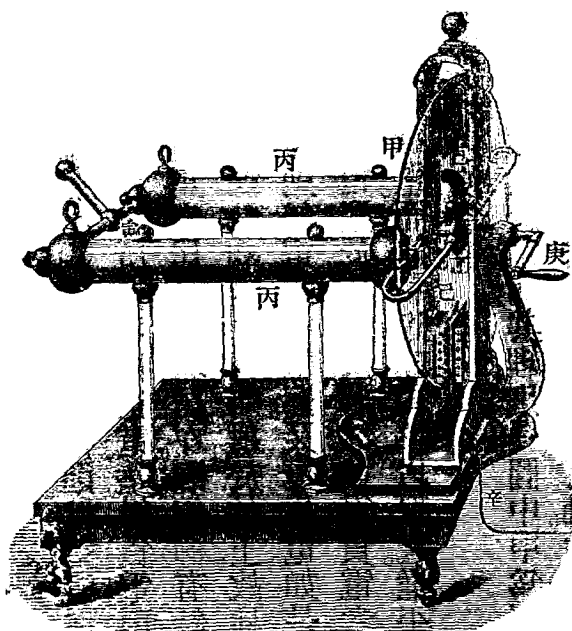
常試驗所用。只須正電。故以銅鏈連墊於地。以洩負電。

第五十節 圓餅發電機圖十一○此機之製。頗異於前。而其理則一。圖中甲爲圓餅。以玻璃爲之。己已爲韋墊。上下各一。墊中有罅。圓餅過其中。圓餅有軸。軸連一

柄庚。搖庚則圓餅旋轉。與韋墊相磨而生電。圓餅之前。有銅柱丙丙。以阻電柱承之。銅柱近圓餅之一端。鑲有彎銅條。條上有銅針。銅柱之彼端。有銅條寅。以連兩柱。搖庚時。玻璃與韋墊相擦。玻璃得正電。韋墊得負電。銅鏈辛連墊於地。故負電洩去。丙丙在圓餅正電界內。則生感電。近餅處得負電。遠餅處得正電。負電從銅針射向圓餅。與其正電相合。只餘正電於丙丙。

第五十一節 凡發電機之玻璃餅。最忌受潮。須蒙以絲巾。以免洩電。韋墊之上。

圖 一 十 四 第



須鋪汞錫藥。製藥之法。以錫一分。鉍一分。置爐上鎔之。取出。加汞二分。隨置木箱中。加聖少許。大力搖之。及其未冷。置鐵臼搗之成粉。裝於玻璃瓶以備用。乃將韋墊取下。先鋪以脂。再加藥粉。以皮球研平之。亦有不用錫汞藥而用錫硫二者。亦有用筆鉛粉者。

### 遞感發電機

第五十二節 感電盤卽遞感發電機之一。惟生電不多。未便於用。近年所製者。機件頗繁。其理猝不易解。茲詳論於下。

設有兩銅球甲乙。置於阻電架。而甲得有甚微之正電。乙得有甚微之負電。又設有小銅球丙。電亦承上阻本來無電。而能往來於甲乙之間。丙行向甲時。因甲之正電故。而得感電。若此時以指點之。則感電之正電洩去。惟餘負電。設以此時丙行向乙。卽以此負電授於乙。則乙之負電。比前較多。及丙與乙離而仍相近之時。又得電感。設又以指點之。則感電之負者洩去。惟餘正電。復行向甲。而以此正電授甲。則甲之正電。又比前多矣。如此往返。不久而甲乙之電。愈收愈多。遞感發電機。皆



本此理。茲為圖解於下。

第五十三節

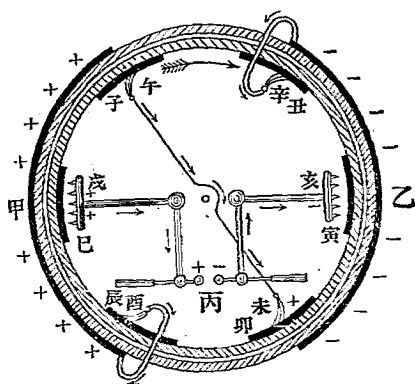
遞感發電機略圖

十四

○圖中甲乙為界片。子丑寅卯辰巳為旋

轉電遞。午未為克電刷。以輦銅絲為之用。以點電遞。午未有銅條以連之。無須隔以阻電物。辛酉為收電刷。收取電遞之電。以與界片。戊亥為銅櫛。以收電遞之餘電。聚於丙之兩球以備用。

第十四圖



乙至是微得負電。子既如是。巳辰卯寅等亦然。其電遞之在乙片界內如卯者。得有感電。及為未所點。則負電去而正電留。及旋至酉時。此正電為酉所收。而以與甲。轉之既久。則甲乙所收之正負兩電甚多。而戌亥收聚之餘電亦愈多。丙之兩

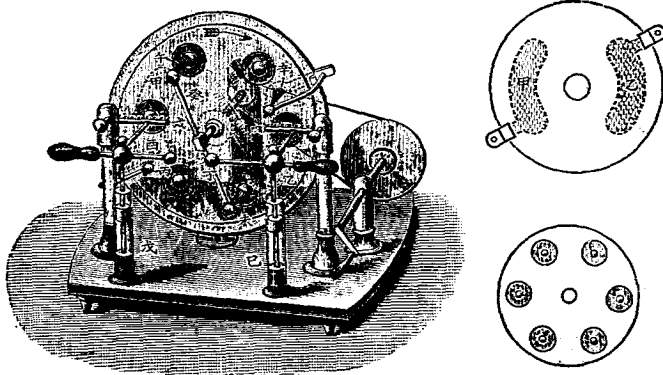
球之間。則有電火飛過。

午未辛酉等刷。須與電遞緊切。假使易戌亥為銅絲刷。則甲乙兩片常失電。其電遞與界片之間。有玻璃兩層。不獨用以安置電遞各件。且免電遞之電與界片之電相牽合。

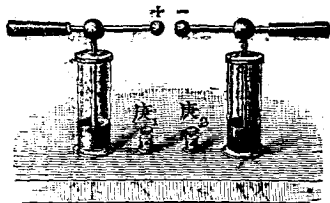
第五十四節 華士發電機十圖三四○其發電

之法。與上同。而其製則稍異。上文所云玻璃兩層。以玻璃圓柱為之。此機則以圓玻璃片為之。如分圖。其甲乙界片。則以錫箔為之。黏於在後之玻璃片定又片曰之後。護以漆紙。又以錫箔為電遞。或六枚或八枚不等。黏於在前之玻璃片旋又片曰之前。錫箔之間。鑲以小銅鈕。以耐磨擦。克電刷午未。置於銅條癸之兩端。

第 四 十 三 圖



第四十四圖

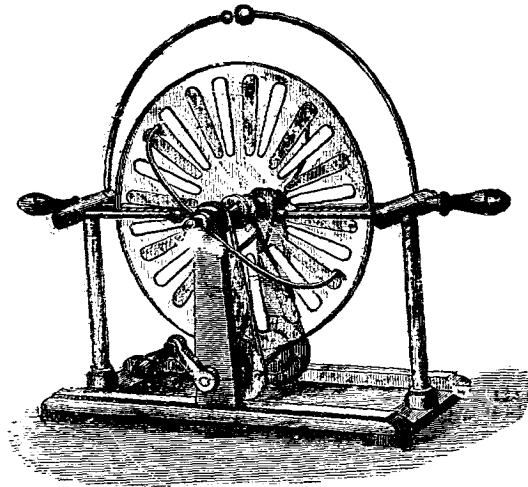


收電刷辛酉以銅條鑲銅絲連於甲乙。屈曲而至旋片之前。與電遞相切。銅櫛戊亥。置旋片之前。以收餘電。不與電遞相切。而連於放電球丙丁。丙丁又各連於來頓瓶戊己。以蓄電。第來頓瓶四十四圖若無此瓶。則丙丁之間常過電火。有瓶則過電不數。而電光較大。

欲發電時。先使午未辛酉。四刷與電遞相切。使丙丁相離略遠。不使過電。乃搖柄轉輪。使前片旋轉。若全器未受潮。又無塵土。則數旋之後。當能發電。乃使丙丁相近。當現電光。兩瓶之旁。有置螺絲庚庚者。與瓶外之銅片或錫箔相連。以便引電於遠處。若不引電於外。則宜以短銅線連螺絲。

第五十五節 維氏發電機 ○此機前後有圓玻璃片兩塊。同時旋轉。而向則相反。前片之前面。後片之後面。各黏錫箔若干塊。兼作電遞界片之用。器前有銅條。兩端有克電刷。與前片相切。第四十五圖器後亦如之。惟銅條之向。與在前者作正

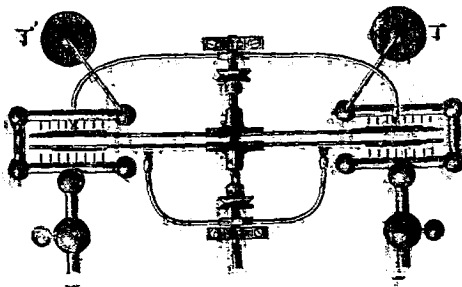
圖 五 十 四 第



爲放電之器。有時則連之於來頓瓶以蓄電。如第四十六圖之丁丁是。欲解其發電之理。須觀第四十七圖。圖中易前後旋

交。前後克電刷。計共四枚。四十七圖至是而發電之機件皆備。惟以使用之故。則添設收電放電之件。收電之器。則有銅櫛。左右各一。承上圖其齒向兩旋片。而不與之相切。第四十七圖右之銅櫛。各與小銅球相連。是

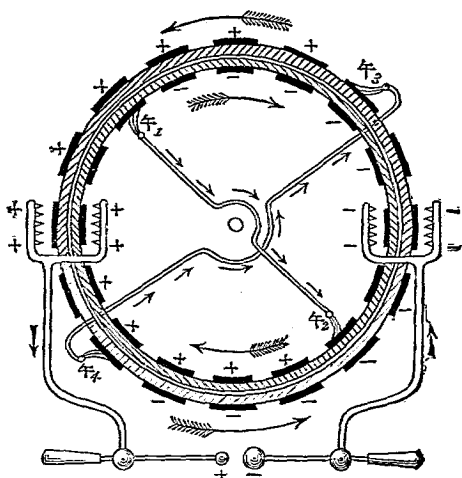
圖 六 十 四 第



片爲兩同心之玻璃圓柱。繞心旋轉。在外者代後片。向左轉。在內者代前片。向右轉。午<sub>1</sub>午<sub>2</sub>爲在前之兩克電刷。午<sub>3</sub>午<sub>4</sub>爲在後之克電刷。

設在後片之錫箔一塊。圖之上方七略得正電。其往左旋至午<sub>1</sub>時。前片之錫箔。得

圖 七 十 四 第



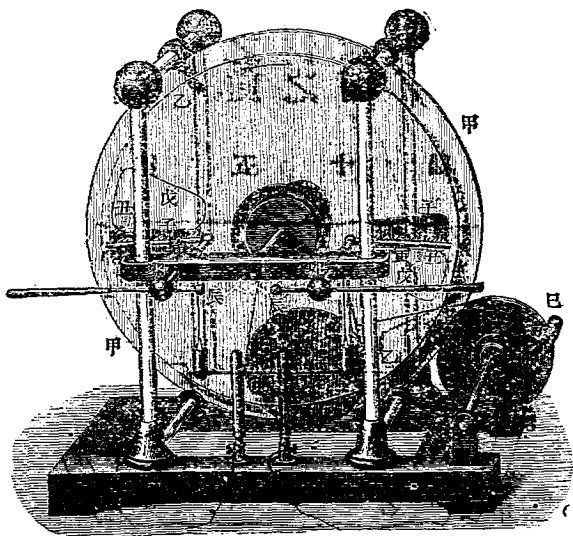
箔而洩正電。此正電入於銅條。出於午<sub>2</sub>而入於所點之錫箔。故下半方前片之錫

有感電。爲午<sub>1</sub>所點。則洩正電。而留負電。此前片之錫箔。既得負電。則旋往右。及至午<sub>3</sub>後片之錫箔。則得感電。爲午<sub>3</sub>所點。則洩負電。而留正電。此後片之錫箔。既得正電。則旋往左。是前片之錫箔得負電而往左旋。後片之錫箔得正電而往右旋。愈積愈多。此指在圖之上半方時而言。若至下半方。則情形正相反。蓋午<sub>1</sub>既點前片之錫

箔。得有正電。而自右旋向左。其在後片之錫箔。爲午<sup>2</sup>所點。則得負電。自左旋向右。故兩片之錫箔。既爲界片。復爲電遞。故正電皆遞於左。負電皆遞於右。故在左右置銅櫛以收電。十四  
十七而引於小銅球以備用。欲得電甚多者。用旋片兩對或四對不等。器之小者。旋片徑長二寸。大者至七尺。有製爲旋片六對。徑長三十寸。每分時旋轉三百次者。可得電火長十三寸半。

第五十六節 賀士發電機 ○此機有玻璃圓片兩塊。在後者爲定片。甲甲。在前者爲旋片。徑略小。如乙乙。八圖  
十四甲之徑上。開有兩窗。如戊戊。在戊

第 四 十 八 圖



之下。在甲之後面。黏有紙塊。如子。復以硬紙作舌。黏於子上。伸入窗內。如丑。戊窗

之上亦然。如第五十圖之子

丑。其定片旋片子子丑丑等

件。皆漆以舍勒克。此器之紙

舌。即當收電刷之用。

旋片之前。與紙塊等高之處。

置銅櫛。圖四十九。以銅條之

有球者承之。如卯卯。穿球而

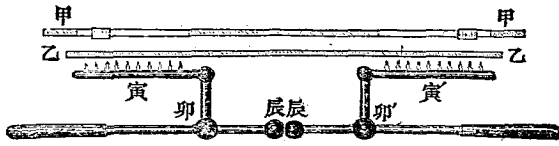
過者。復有小銅條。其端亦有

小球如辰辰。是為放電之器。

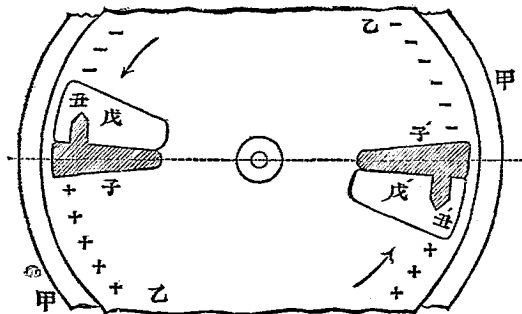
甲甲之旋轉。由於旋盤已。

八十甲轉時。須向丑丑而轉。如

第四十九圖



第五十圖



圖中之矢向。此器不能自生電。須先受電於外。其法。先以貓皮擦硬象皮。隨使辰

辰兩球相切。<sup>十四</sup>而以負電加於紙塊。乃旋乙片。銅櫛得有感電。其正電射於旋片之上。同時在右之銅櫛。則射負電於旋片。故半周之後。旋片之上半得負電。其下半得正電。<sup>十五</sup>以窗爲分界。凡在旋片前面者。在窗之上爲負電。在窗之下爲正電。而紙塊與紙舌得感電。其在右者。紙塊得正電。紙舌得負電。而射於旋片之後面。其在左者反是。惟紙舌既洩電。則紙塊之反對電愈積愈多。若電聚已多。乃將辰辰兩球分離。而仍轉旋片。則辰辰之間。有電火飛過。賀士發電器。頗易受潮。故須煖之。或用他法。以去潮氣。有時又須先加頗大之外電。而後能自發電。

第五十七節 凡發電機。皆以力而生電。其事亦可反而行之。以電而生力。設一器甲生電。而引此電於一器乙。則乙之旋片自轉。

發電機之旋轉。不獨能生電。且能生熱。惟韋墊及旋片等件之熱度。難以實測。故力電相生之數難求。其用賀士發電機以求力熱相生之數者。求得其數爲 $1.397$ 。則頗與用他法求得者相合。



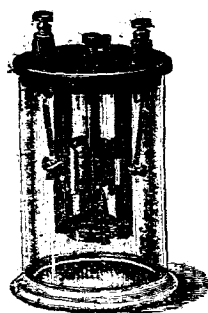
第五十八節

供電機

圖五十二

十一

第五十一圖

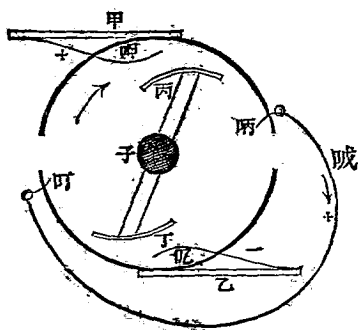


○此亦發電機之一。創自愷爾文。其機如第五十一圖。其發電之機件。如第五十二圖。甲乙為兩直銅條。與銅製空心半圓柱相連。圓柱之間作小窗。有銅簧呷。呷從窗而出。呷呷亦與甲乙連。圓柱下段。復有小窗。有銅簧伸出。如呷。呷。此兩簧則有

銅線以連之。圓柱間之空處。有一兩葉輪。如丙子。丁。丙丁為銅輪葉。子為垂軸。輪轉時。則按序與呷。呷。呷。各簧相切。

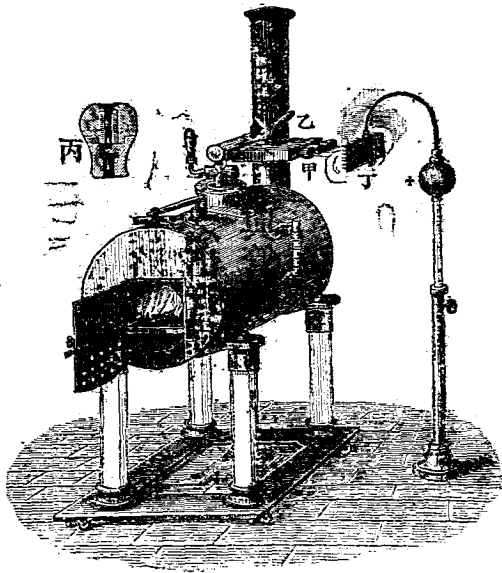
設連甲於有電之物。而連乙於地。丙在甲電界內。得感電。及其與呷相切時。丙留負電。其正電過呷。呷。呷線而入於呷。以入於丁。及丁至呷。以其正電交於呷。從呷入於甲。丙則以其負電交於呷。從呷入於乙。則乙既入於地。輪轉若干次。則甲乙積電甚多。此器用以供電於量電表之針。

第五十二圖



此器用以供電於量電表之針。

第五十三圖



使其電平升至一定之度。第七十八節  
 第五十九節 發電汽機圖三五〇以熟鐵鍋爐一

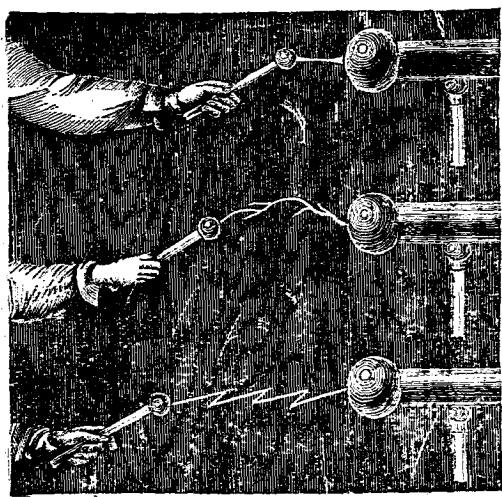
汽有正電。而鍋爐得負電。其始以為汽漲生電。又以為汽凝生電。其後法拉狄驗之。始知實由於汽含水點。與管相擦而生電。驗得管內所鑲之物若變。則汽所得

具。承以玻璃柱。出汽之具如乙。中有數管如甲。乙內貯涼水。汽自管出。略為所凝。甲之分圖如丙。丙內鑲以硬木。汽從管出時。則有電。以銅板之有針者如丁。以收電。可得電火長五六尺。汽機之發電。知自偶然。昔有匠人以一手置於洩出之汽之間。而以一手按汽機之平安門。覺為電所震。有試驗此事者。驗得

之電亦變。若以象牙為管裏。則生電甚小。有時並不得電。若鍋內之水。沾有油質。亦不生電。雖以各物作管之裏。亦屬無益。水無雜質。生電如常。若雜以鹽類或酸質。則不生電。若置松香油於水。則其效與用清水相反。汽得負電。鍋爐得正電。狄氏以此法驗空氣。驗得空氣之微溼者。洩出時。所生之電。與汽機略同。惟用乾空氣則無電。流質炭養二之出管時。觀熱學第六十節因實質之炭養二與管相磨。驗得管得正電。

### 發電機之試驗

第六十節 電火○電機既發電。其電聚於引電器。試以指近之。設引電器之電為正電。則指得感電之負者。其正者從人身洩去。及引電器之正電與指之負電。積之

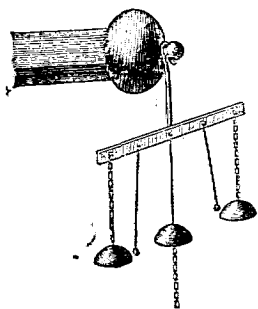


第五十四圖

第五十五圖

第五十六圖

第五十七圖



既厚。其勢常欲合。則居間之空氣。不復能阻電。於是兩電相合。穿空氣而過。則生電火。同時且聞爆裂之聲。指覺微痛。略如針刺。

電火之狀不一。若所過之處甚近者。其路直。如第五十四圖。若所過之處長逾二三寸者。其狀若珊瑚枝。如第五十五圖。若電力甚大。則狀若鋸齒。如第五十六圖。空際過電。其狀如後二圖。參觀下節一百二十節

設以玻璃作架。人坐其上。而以手握電機之引電器。則人身引電。怒髮直指。面上微覺痛癢。設另一人以指近其身。亦得電火。且聞爆裂之聲。指覺微痛。

第六十一節 試驗第二十四圖七五○以銅條懸鐘三枚。在兩端者懸以銅線。在

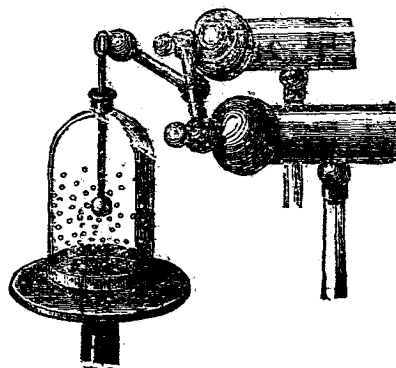
中者懸以絲線。而另以銅線連之於地。三鐘之間。以絲線懸兩小銅球。隨以銅鉤懸銅條於電機之引電器上。機一發電。銅球為在外之鐘所吸。則擊鐘。一擊受電。復為鐘所推。而擊在中之鐘。電為連地之銅線所洩。則無電。又為在外之兩鐘所吸。故復擊鐘。以至

電機停止不動。乃不復擊。

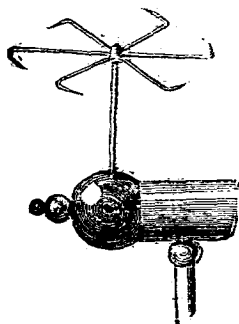
第六十二節 試驗第二十五十四八五〇 試以銅底玻璃罩內放小通草球數十枚。以銅條一端之有小銅球者。插入罩內。若電機發電時。連銅條於引電器。則通草球被吸。隨即被推而墜。草球之電遂失。復被銅條之球所吸。草球上下跳躍。至機不發電為止。空際浮雲兩層。時見有電。跳躍其間。其狀甚怪。疑即與此試驗之理略同。

第六十三節 試驗第二十六十四九五〇 以銅針微彎其尖。製為六幅輪。如圖。以銅條支其轂。而置於引電器上。機一發電。則電積於針尖。其旁之空氣。得有同名之電。故推針。而亦為針所推。

圖八十五第



圖九十五第



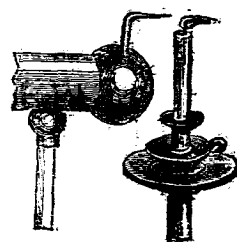
針既被推。則後退。而輪轉。輪轉之向。與針尖之向相反。若置輪於真空之內。則輪不轉。無氣故也。若置於水。輪亦不轉。以水洩電也。置於橄欖油。輪則又轉。不洩電也。

第六十四節 試驗第二十七○針之洩電。亦可以燭火試之。設置燭於針前。針前之氣。得電被推。則生風。力能滅燭。如第六十圖。若置燭於引電器上。而以針持近之。而燭亦滅。此因針得感電。而與引電器之電異名。針尖洩電。則生風燭滅。圖六十一

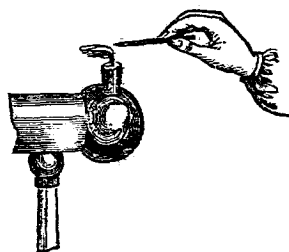
針前所生之風。可名電風。電風有電光。能於黑闇處見之。若放出者為正電。則其光微紫。若為負電。則放電之尖祇有光點。

試驗第二十八圖六十二○銅針之電。又能使塵土團結。試以玻璃瓶。內置兩銅櫛。而與引電器之兩端相連。瓶內

第六十圖



第六十一圖



燒粗紙。使生濃煙。或燒亦可若轉動發電機數次。銅針出電。煙塵則自相團結。而瓶內清朗。不復見煙。此法可用以收聚散浮空際之鉛粉。

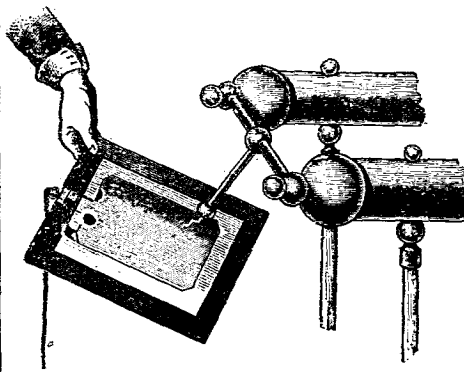
### 第五章 蓄電器

第六十五節 前文嘗論兩異名之電相吸。又電

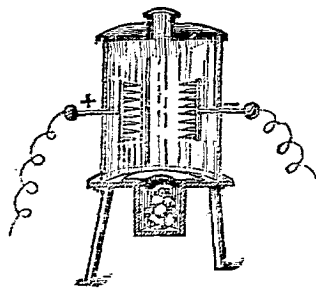
不能過玻璃。然

雖有玻璃以間之。而異名之電仍能相吸。設有通草球。得有負電。而懸於玻璃瓶內。若持一已受磨之玻璃條於瓶外。則草球為所吸。又設有玻璃一片。而於其兩面各黏錫箔。一加正電。一加負電。十觀三第圖六則此兩電相吸。惟不能過玻璃。兩電既互吸。則不復能自由。雖以電勺取之。而不可得。不獨此也。設再加電於兩錫箔。則能受

第 六 十 三 圖



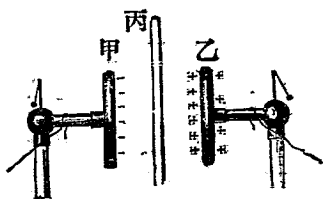
第 六 十 二 圖



電甚多。比之鋤箔之獨處。不與他引電物相近者。多若干倍。可見凡引電之物甲。若置近於已得電之引電物乙。則甲之受電之量大加。凡布置兩物。有如甲乙。使能多受電者。曰蓄電器。

第六十六節 試驗第二十九圖四十六○試以阻電物承兩銅餅甲乙。而中隔以玻璃片丙。連乙於發電機。而連甲於地。甲在乙之電界。則生感電。感電之正者入於

第 六 十 四 圖



地。其負電則聚於甲向乙之面。同時甲面之感電。又吸乙之正電。使聚於乙面。於是又有正電。從電機而至乙。是聚於乙之電。比前較多。此亦蓄電之一法。設挪移甲乙。使更相近。則感電之力更大。而蓄電更多。可見甲乙相離愈近。則其受電之量愈大。俟甲乙積電既多。將甲連電機之銅線。及乙與地相連之銅線。取去。而移動甲乙。使相離較遠。同時其上之通草球飛開。蓋以乙近甲時。其受電之量變大。及離甲較遠。則受電之量變小。而電之勢力則加高。故電雖不多加。而草球反飛開也。



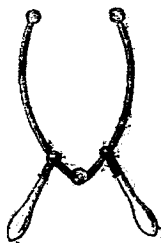
第六十七節 通感物○凡居間通感之物。如上文之玻璃片。謂之通感物。凡通感物皆阻電物。而阻電物之通感之度。各有不同。如空氣玻璃。皆絕好之阻電物。遠勝於蠟與硬象皮。至以通感論。則玻璃為最。硬象皮次之。蠟次之。空氣又次之。

百下第一  
十三節

第六十八節 蓄電片圖三六○此器以木作架。鑲以玻璃。玻璃之兩面。各黏錫箔。一面之錫箔連銅環。懸銅線以接於地。其一面則與電機相連。若兩面已蓄電。而欲放之。則用放電叉。形如第六十五圖。其叉以銅為之。其末有小銅球。其柄以玻璃為之。用時以叉之一球。點一面之錫箔。而以一球點其他面。則所蓄之電相合而生電火。並聞響聲。

第六十九節 來頓瓶圖六六○此器亦名蓄電瓶。以玻璃瓶為之。自底以至過瓶身之大半。內外皆黏錫

圖五十六第



圖六十六第



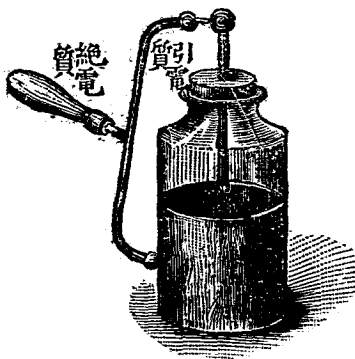
箔。有銅條穿塞而過。上端有銅球。下端有銅鏈。與瓶內所黏之錫箔相接。欲蓄電時。以手持瓶。使銅球與發電機相接。設爲正電。則此正電自銅鏈入於瓶內之錫箔。謂之內衣。瓶外之錫箔。謂之外衣。得感電。負電聚於在外錫箔之內面。正電從手入於地。若不以手持瓶。須以銅線連地。

電機數搖之後。則蓄電可滿。瓶內之錫箔蓄正電。在外之錫箔爲負電。若瓶身乾燥。又無塵土。而置瓶於乾處。所蓄之電。可數日不失。若欲放電。則用放電叉。

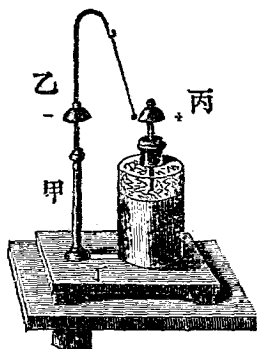
放電之法有二。如上文之用放電叉者曰速放法。蓋一放而兩電相合。如第六十七圖。有日慢放法者。先以指節點瓶頂之銅球。則電過而生電火。繼以指節點外錫箔。亦生電火。如是放電則甚緩。若干次而後能將電放盡。

第七十節 試驗第三十圖八〇有用慢放法以擊鐘者。於來頓瓶之頂。置小鐘。如丙瓶。

第六十七圖



第十六圖



旁置銅柱甲。柱上亦有小鐘乙。柱底有銅片丁。與外錫箔相連。柱末以絲線懸小銅球。丙有正電。則吸球。球既擊丙。則被推而擊乙。遂失正電。復被丙吸。擊丙

之後。又復擊乙。如是往復。至盡洩瓶電為止。

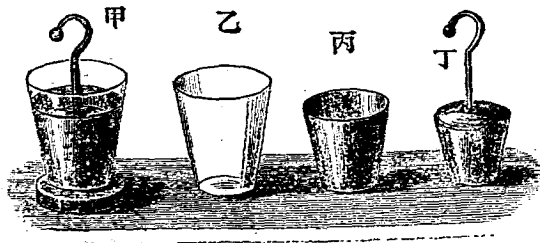
凡電瓶蓄電。既放之後。置之幾時。而復試之。則往往可得電火。是為餘電。蓋其電有深入於玻璃之內。一時未能盡出者。若放電之後。隨即以物擊之。則餘電易出。

第七十一節 試驗第三十一圖九〇電瓶之蓄電。其

電皆在玻璃之兩面。餘電則深入可得而驗之。圖中乙為玻

璃器。其形如杯。丙為錫杯。可套於乙之外。丁為錫器。其形如瓶塞。上鑲銅條。若置丙於乙外。置丁於乙內。則成

第十六圖



一來頓瓶如甲。若連甲於電機。使蓄電。而置於阻電物上。乃拆而分驗之。丙丁皆無電。復合而成之。試以放電。則得電火。蓋錫箔之用。不過引電於玻璃而已。

第七十二節 試驗第三十二○ 驗電之在玻璃兩面。更有妙法。以玻璃器內盛

水銀。而浸器於水銀。器內之水銀。即當乃灌電於在內之水銀。隨將玻璃器

取出。而使內外之水銀相攪和。再以此水銀灌於內。而置器於水銀之中。試以放電。復得電火。

第七十三節 試驗第三十二○ 以玻璃瓶一。外黏錫箔。其內盛水。以銅線穿塞

而過。入於水中。乃以電過銅線。而入於水。將水傾出。而另灌以水。試以一手執瓶。而以一手浸水。則覺電震。可見電在玻璃。而不在水。

第七十四節 聯瓶圖七 ○來頓瓶蓄電之量。與其錫箔之面積爲正比。而與玻

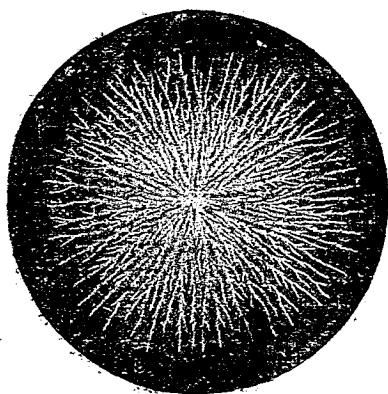
璃之厚薄爲反比。惟瓶過大。則不便。玻璃太薄。則易碎。故有聯瓶之法。聯數小瓶。即得一大瓶之用。其法以銅條連瓶內之錫箔如甲。而置瓶於箱內。箱底以錫箔爲之。與瓶外之錫箔相接。箱邊有銅條乙。與箱底錫箔相連。復有銅鏈兩條。與乙

相接。一連於地如丁。一連於放電器如丙。聯瓶蓄電甚多。其力甚大。試驗須慎。

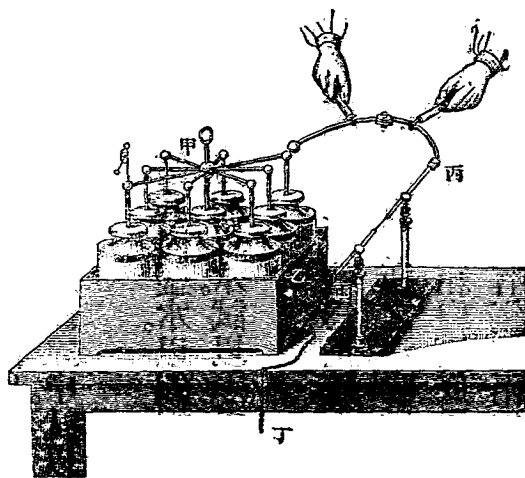
第七十五節 試驗第三十三〇來頓瓶內外兩層錫箔。得電不同。可使其電作圖顯之。設以手持瓶。

瓶內錫箔為得

第七十一圖



第七十圖



正以瓶頂之銅球。在玻璃片上。松管可接隨置瓶於阻電架上。而以手執瓶頂。以瓶外錫箔。復畫線於玻璃片上。隨攪和紅

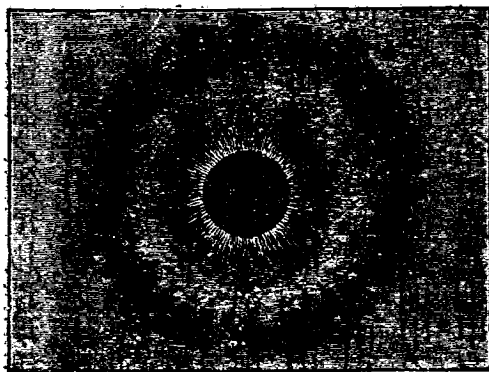
鉛粉與硫磺粉。以細篩篩於玻璃片上。因篩時兩粉相磨。硫磺得負電。故爲玻璃片上之正電線所吸。紅鉛得正電。故聚於片上之負電線。故片上硫磺線如樹枝。紅鉛所聚之處作小圓形。黃紅相間。頗爲悅目。嘗有以來頓瓶之頂。正先電得點松香塊者。得線如第七十一圖。若以羊毛布擦舍勒克片。而以來頓瓶之頂置片中。則得第七十二圖。

第七十六節 試驗第三十四○若無來頓

瓶。亦可以得圖。其法以羊毛布擦硬象皮片。則此片得負電。以手執銅針在片上空際書字。此針不必與片相切而篩紅鉛硫磺粉於片上。則硫磺粉所聚之處。現出所書之字。

試驗第三十五○以銅錢一枚。置玻璃上。加電於錢。將錢取出。而以口氣呵玻璃。

第七十二圖



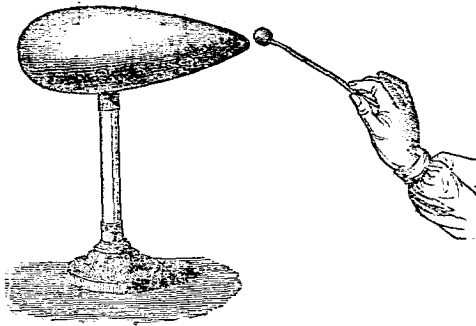
則現錢形。嘗有以銅錢或銅章。置於照相之乾片上。而以電火過銅錢。則乾片立得銅錢之相。可以藥水現之。

### 第六章 電平

第七十七節 試驗第三十六〇 設有一引電物。形如第七十三圖。得有正電。試

以銅線一條。一端連驗電器之銅頂。以玻璃箸夾持銅線。而以其彼一端點於引電物之上。驗得無論所點何處。而金箔分離之度不變。然前文嘗論。引電物之尖處。積電厚。凡積電之厚薄。視其面之曲徑。惟積電既有厚薄。則金箔分離之度。似應隨積電厚薄而變。今驗之而不然。中必有故。其所以致此者曰電平。電或動非設有兩引電物甲乙。若以銅線連之。而無電流過。則甲乙兩物之電平等。設有正電從甲過乙。則甲之

第七十三圖



電平高於乙。

電平者。與水學之水平相類。水由高就下。電則從電平之高者。流於電平之低者。設有兩水桶。其一水平高。其一水平低。設以管連之。則水從高流下。至兩水同平爲止。其水之或流或否。全視水平之高低。而不在乎水之多寡。惟電亦然。電之流否。不視乎電之多寡。而視乎其電平之高下。

第七十八節 水平以高低論。而高低者。不過比較之辭。原無本數。設謂一處水平高二百尺。此指其離海面而言。電平亦然。亦有所從算之處。格物家均從地之電平起算。設有一物甲。得正電。若以銅線連於地。則正電自甲流於地。則甲之電平爲正號。地之電平爲無。即起若甲有負電。則正電從地入於甲。甲之電平爲負號。地之電平爲無。正凡言電而未指明爲

電平與電積。大有分別。試以熱喻之。物之熱度高者。其熱嘗傳射於物之熱度低者。物之電平高者。其電則流於電平之低者。故電平又與熱度相類。設燒白金線。至發白光。以與大桶之溫水相比。白金之熱度。高過於水遠甚。若論熱之多寡。則



白金又遠不如水矣。空際所發之電。其積並不多。然電平則固甚高也。

### 量電平

第七十九節 設甲爲小銅球。上有正電。而置於阻電物上。設又有一小銅球乙。十四七上有正電一劑。甲乙相離尙遠時。其相推之力甚小。此時若移

乙使近甲。立功之數少。及其相近。則相推之力大。故所立抵阻之功亦大。設乙得負電。則甲吸乙。甲立功而乙不立功。總之。乙爲甲推。則乙所立者爲正功。乙爲甲吸。則乙所立者爲負功。又立功之數。不問其路之曲直。只視其起迄所居之位。此與力學計功同。觀力學第一節

第八十節 量電平法。十五七○以甲爲小銅球。上有正電子劑。試求在庚點之電平

圖 四 十 七 第

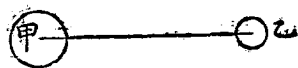
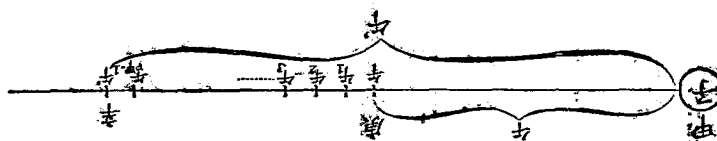


圖 五 十 七 第



先求在庚辛兩處電平之較。

以平<sub>1</sub>平<sub>2</sub>代在庚辛之電平。所求之電平較即  $\frac{F_1 - F_2}{4\pi^2}$ 。

以午代甲庚相離之遠。以午代甲辛相離之遠。

即得庚辛相離之遠  $\frac{F_1 - F_2}{4\pi^2}$ 。

庚辛相比之電平較。謂言之曰平較即從辛移一劑之正電。以至於庚。所立之功。

惟功  $\frac{F_1 - F_2}{4\pi^2} \times$  所行之遠

故得  $F_1 - F_2 = 力 \times (午 - 午)$

一電劑在庚。其與在甲之子劑相推之力  $= \frac{F_1 \times 1}{4\pi^2}$

一電劑在辛。其與在甲子劑相推之力  $= \frac{F_2 \times 1}{4\pi^2}$

設將庚辛之間。分爲呬等分。如圖中之午<sub>1</sub>。午<sub>2</sub>。午<sub>3</sub>。以至於午<sub>呬-1</sub>。午。而求在

各該分點之電力。

則得在午點相推之力  $= \frac{F_1 \times 1}{4\pi^2}$

在午點相推之力  $= \frac{F \times 1}{r_{12}^2}$

在午點相推之力  $= \frac{F \times 1}{r_{22}^2}$

餘可類推。

故從午<sub>1</sub>至午。折中電力  $= \frac{1}{2} \times \left( \frac{F}{r_{12}^2} + \frac{F}{r_{21}^2} \right) = \frac{F}{r_{12}^2 \times r_{21}^2} \times \left( \frac{r_{12}^2 + r_{21}^2}{2} \right)$

若等分之數甚大。大即極則午點與午點可使極其相近其  $r_1 \times r_1$  即可

當作  $r_1$  與  $r_1$ 。折中之數故  $r_1 \times r_1 = \frac{1}{2} (r_1^2 + r_1^2)$

故從午<sub>1</sub>至午。折中電力  $= \frac{F}{r_{12}^2 \times r_{21}^2} \times r_1 \times r_1 = \frac{F}{r_1^2}$

惟功  $= \text{折中力} \times \text{途}$

故從午<sub>1</sub>至午所立電功  $= \frac{F}{r_1^2} \times (r_1 - r_1) = \frac{F}{r_1^2} (r_1 - r_1)$

由此類推。從午<sub>2</sub>至午<sub>1</sub>之電功  $= \frac{F}{r_1^2} (r_1 - r_1)$

從午<sub>3</sub>至午<sub>2</sub>之電功  $= \frac{F}{r_1^2} (r_1 - r_1)$

從午<sub>1</sub>至午<sub>1</sub>之電功  $= \frac{F}{r_1^2} (r_1 - r_1)$

故從辛至庚之電功  $\parallel \frac{1}{2} \left( \frac{1}{2} - \frac{1}{2} \right) + \frac{1}{2} \left( \frac{1}{2} - \frac{1}{2} \right) + \dots + \frac{1}{2} \left( \frac{1}{2} - \frac{1}{2} \right)$

故  $\frac{1}{2} - \frac{1}{2} = \frac{1}{2} \left( \frac{1}{2} - \frac{1}{2} \right)$

此即庚辛之平較也。

今求電平。

設辛點離甲為無限之遠。即午為無限之大。則  $\frac{1}{2} = 0$  故得  $\frac{1}{2} = \frac{1}{2}$

蓋謂從無限遠之處。移一劑正電。以至於庚。庚離甲之遠為午。而甲有正電子劑。則所立之電功  $\parallel \frac{1}{2}$

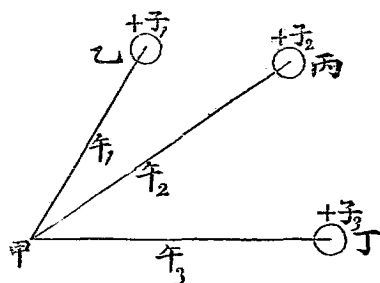
此項電功。即在庚點之電平。此即電界說

第八十一節 為便算起見。則以地之電平作起點。

故地之電平作為 0。高於此者。電平為正號。低於此者。電平為負號。

設有若干微點。得有正負各電。如第七十六圖之

圖六十七第



乙。丙。丁。其電劑爲子<sup>1。2。3。</sup>子<sup>1。2。3。</sup>子<sup>1。2。3。</sup>其距甲之遠近爲午<sup>1。2。3。</sup>午<sup>1。2。3。</sup>午<sup>1。2。3。</sup>則得在甲之電平如下。

$$平_{甲} = \frac{子_1}{r_1} + \frac{子_2}{r_2} + \frac{子_3}{r_3}$$

餘可類推。惟須視電之正負。正者用正號。負者用負號。

第八十二節 電平較○設有兩點庚辛。此兩點之電平較。卽等於移一劑正電。從辛至庚。所須之電功。若以平<sub>庚</sub>代在庚之電平。以平<sub>辛</sub>代在辛之電平。則該兩處之電平較 = 平<sub>庚</sub> - 平<sub>辛</sub>

又因電功 = 電力<sub>計折</sub> × 所行之遠

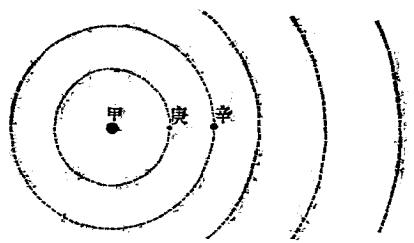
設庚辛兩點相離之遠爲西。則得 電力<sub>計折</sub> = 功 / 西 = 平<sub>庚</sub> - 平<sub>辛</sub>

故曰。折中電力。卽每一長么匿<sub>每部每寸或每生脫</sub>之電平變率。

電平相等面<sub>又曰等面</sub>

第八十三節 設有一小銅球。既已受電。其電雖鋪於球面。而電力之施於外。一若此電居於球之心點。<sub>故算不具餘類</sub>而其電力。則愈遠愈小。惟離心等遠之處。則

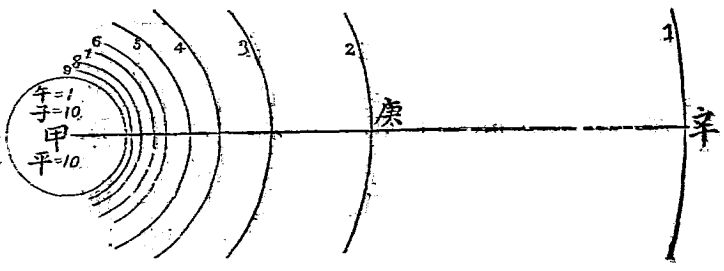
第七十七圖



從無限遠之處。移一劑正電於此球面。所需之功相等。而同在球面。自此點移一劑正電於彼點。則無須立功。設有一點辛。離甲遠於庚。則在辛之電平。異於庚。又可以另作一相等之電平面。從此類推。可作無限若干之相等電平面。以一面而論。其電平無變。以

電力相等。而電平亦相等。設甲為球之所在。電劑為子。設庚離甲之遠為午。則在庚之電平。等於子午。設以甲為心。以午為半徑。作一圓球。則在此圓球之上。無論何點。其電平皆等於子午。故此球面。謂之電平相等面。圖七十七若

第七十八圖



此面與彼面論。電平各異。

設庚辛相離之遠。須立功一么匿。而後能移一劑之正電。從辛至庚。則庚辛

兩等平面之平較。爲一么匿。第七十八圖甲爲銅球。半徑長一生脫。有電十劑。其

面之電平。卽等於十。以甲作心。畫若干相等電平面。作中圓惟每兩面之電平較。皆

等於一。近球處其面甚密。離球心五生脫之面。電平等於二。自此以往。則甚疎。離

球心一密打。電平只等於十分之一。

第八十四節 力線○電力所施之向。常與等平面作正交。在平均電界內。其等

平面皆平行面。其力線亦平行。小銅球之得電者。其力線皆直線。上第九圖卽等

平面之半徑。大概而論。力線皆曲線。其某點之切線。卽該點之電力向。凡力線不

能相交。因總力不能同時有二向。凡力線所圍之地。又謂之力線管。設有小銅球。

其上有電。則環球之處皆有力量。可分作若干圓錐力線管。錐尖皆在球心。

第八十五節 密面無縫引電物之電平○前文第十第九十八節驗得無縫引電物。

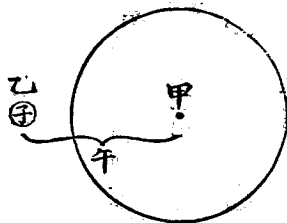
其電皆鋪於外面。而內無電力。惟電力卽等於每生脫之電平之變。若既無電力。

則亦無電平之變。故物內之電平處處相等。與其面之電平同。故無縫之引電物  
之知 其外面之電平亦相等。故其外面即一等平面。否則必有電。從電平高處  
之知 流入於電平低處。然既流之後。則電平立刻相等。

第八十六節 鋪電密率與電平有別。最宜分辨。設有引電物甲。置近有電之物  
 乙。甲與乙最近及最遠之處。皆有電。而此電有其密率。亦有一定之電平。初時。因  
 甲之向背兩面。離乙之遠近不同。故電平亦異。故有電自此面流入彼面。然此不  
 過俄頃之事。一俟電流既定。則甲面之上。因向背兩面。及因乙而致之電平。處處  
 相等。

第八十七節 設有一銅球。心點在甲。球外有一點乙。上  
 有電子劑。甲乙相離之遠為午。則在甲點之電平九七。惟  
 球內各點電平皆等。故球內各點之電平皆九七。惟  
 地球為極大之引電物。若離球面相近之處。置正電子劑。  
 地之電平即九七。午即地球半徑。 $= 636,000,000$ 。生脫。惟既

第七十九圖

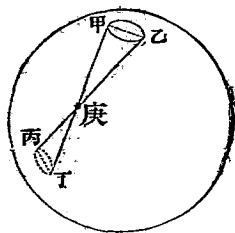




生正電。同時亦生負電。而因此負電而得之電平。則同。故總計電平。應得同。故地之電平等於無。

第八十八節 證電力第二例十八 因球內無電力之理。得以算法證電力第二例。設有銅球。電鋪於面。在球內任取一點庚。因球面鋪電均勻。故不問面上何處。

第十八圖



任取一塊。其面積相等者。其電積亦相等。設以甲乙一塊論。又設置正電一劑於庚。則在庚之電。與甲乙之電相推。而有一定之力。引長甲庚乙庚兩線。至球面。如丙丁。作為割出兩圓錐。如圖。則球面丙丁一塊之電。亦與在庚之電相推。惟甲乙丙丁兩面積相比。如該兩面離庚之遠近自乘正比。故該兩面之電積相比。亦如之。然實驗得球內無力。故甲乙之電。推庚之力。等於丙丁之電。推庚之力。甲乙丙丁兩面如是。則球面他處。亦無不如是。可見電力實與遠近自乘為反比。

第八十九節 電量○前文已略論電量。今既知電平為何物。則可以知電量。電

量者。設有引電物。其電平等於0。今加以電。使其電平從0。升至於一。其所需之電劑。則謂之電量。設有大小兩銅球。若加電於小者。使電平從0。升至一。所需之電。不如加於大銅球者之多。則謂小球之電量小。大球之電量大。設以日字代電量。以丑字代電積。即丑以平字代電平。則得式如下。

$$\text{日} \parallel \text{丑}$$

又  $\text{日} \times \text{丑} = \text{日}$

即謂加電於引電物。使電平升高之數。等於平者。所需之電劑之數。即等於所升之數。乘電量之數。

第九十節 凡一引電物之電量。若有他引電物置近之。則其量即改。故凡言物之電量。乃指其置於阻電架上。而又與他物相離甚遠之時而言。

電量與熱量。有其相類之處。而不同之處尤多。如熱量視熱度而變。而電量則不視電平而變。熱量視物質而變。而與物之形無涉。電量則反是。視物之形而變。而與物質無涉。惟須電能流於其上。熱量不隨鄰近之物而變。而電量則否。

第九十一節 電量 $\epsilon$ 匿○設有引電器受電一劑其電平則從0升至一者則該器謂之有電量一 $\epsilon$ 匿。

銅球之半徑長一生脫者則有一 $\epsilon$ 匿之電量蓋球面電力之發施有如置電於球心若球面有電一劑球面之電平則等於一是以一劑之電而使電平從0升至一故曰有一 $\epsilon$ 匿電量。

第九十二節 銅球之獨處於空氣間者其電量與其半徑為正比○十圖九七設以甲為球心其始有電子劑在乙若移乙近球及至球面則午變作球之半徑又設以若干子劑之電鋪滿球面使所受之電變為丑劑則球面之電平十圖九七……十圖九七是故有大小兩球若其面之電劑相等則大球之電平小而小球之電平大設有銅球半徑一百生脫則須加電一百劑然後能使其電平升一 $\epsilon$ 匿。

第九十三節 演算○今有空心銅球一枚半徑十生脫有電十劑(一)求球面之電平(二)求球內之電平(三)求離球心十五與二十五生脫處之電平(四)若以細長銅線連此球於他球生中區一求每球之電積與電平。

(一) 用  $\frac{Q}{4\pi R^2}$  式得球面電平  $= \frac{10}{10} = 1$

(二) 凡球內各處之電平皆相等。即等於 1。

(三) 電鋪於球面。其力施於外物。與電聚於心點同。故得在離心十五生脫處之

電平  $= \frac{10}{10}$  在離心二十五生脫處之電平  $= \frac{10}{25}$

(四) 兩球相連後。電平相等。其電量則等於兩球電量之和。銅線之電量不計

故得兩球相連之電量  $= 10 + 1 = 11$

其電平則  $= \frac{11}{10}$

用  $\frac{Q}{4\pi R^2} \times \frac{1}{R}$  式求得第一球之電積  $= 10 \times \frac{10}{10}$  第二球之電積  $= 1 \times \frac{10}{10}$

兩球電積之比。如其電量之比。

第九十四節 鋪電密率 ○ 凡引電之物。既受電。其電鋪於物上。分鋪之厚薄。視

物形而變。若引電物作圓球形。則鋪電均勻。其非圓形者則否。圓餅之平。面鋪電亦勻 欲知

其分鋪之狀。須以數達之。設於面上任取一小塊之面。設此小塊之面積。為面方

生脫。其上有電丑劑。以申代鋪電密率。則得  $\frac{Q}{A}$

物在乾空氣之間。其受電之多寡。不逾一定之數。大約不過每方生脫二十劑。若過此限則電洩。

球面之鋪電密率○設有一球。半徑爲午。其面積積即皮則等於  $4\pi r^2$ 。設此球

面鋪電丑劑。則球面每方生脫鋪電  $\frac{Q}{4\pi r^2}$ 。故  $Q = 4\pi r^2 \frac{Q}{4\pi r^2}$

又可寫作  $Q = 4\pi r^2 \times \sigma$

第九十五節 兩球分電之數○設有大小兩球。連以小銅線。求得其受電之數。

與鋪電密率如下。縮線無電量

設以午午爲兩球之半徑。丑丑爲既連銅線後每球所得之電劑。

兩球既連以銅線。則電自電平高者流入於低者。兩球之電平立即相等。故得

$$\frac{Q_1}{4\pi r_1^2} = \frac{Q_2}{4\pi r_2^2}$$

故  $Q_1 r_1^2 = Q_2 r_2^2$

而  $Q_1 = 4\pi r_1^2 \times \sigma$

$$W' = 4\pi r'^2 \times \rho'$$

故

$$\frac{W}{W'} = \frac{r}{r'}$$

故曰。分電之數。與半徑爲正比。而電鋪密率則與半徑爲反比。

設有兩球相連。其一球爲甚小。可以作一點論。則此點之電鋪密率必極大。積電過厚則洩。尖角處之洩電。卽本此理。

第九十六節 演算○今有銅球。半徑二十五生脫。問須加電積若干劑。方可使其鋪電密率至 $\frac{5}{\pi}$

球之皮積  $= 4\pi \times 25^2$

設以丑代所求之電積。

則得  $\frac{5}{\pi} = \frac{W}{4\pi \times 25^2}$

求得  $W = 20 \times 25^2 = 12500$  劑

第九十七節 數物相連之電平○設有數物。彼此相離甚遠。而以銅線設電最無連之一連之後。物之電平皆相等。設以平字代公電平。曰。曰。曰。等。代各物之電量。

平。平。平。等。代其電平。則得

$$平 \times 日 + 平 \times 日 + 平 \times 日 + \dots = 丑$$

丑 有之者 各種共

$$而 平' \times 日' + 平'' \times 日'' + 平''' \times 日''' + \dots = 丑$$

丑 因電積前

$$故得 平 = \frac{平' \times 日' + 平'' \times 日'' + 平''' \times 日''' + \dots}{日 + 日' + 日'' + \dots}$$

此與數物之熱度各異而求其相攙和後之公熱度同理。又有桶盛水。大小不一。而有引水管以連之。設水管未相通時。傾水於桶。則各桶所盛之水多寡不同。而水平亦高下不一。設開管之塞門。使水相通。則各桶所盛之水。與其容水之量為正比。而其水平皆相等。

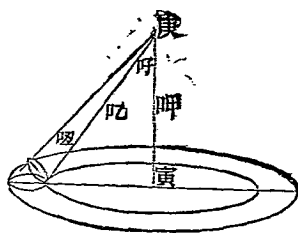
第九十八節 近球之電力 ○設有一球。半徑為午。鋪電密率為申。設自外移正電一劑於球面。求球電與此一劑之電相推之力。

$$以丑代球之電積。則得 丑 = 4\pi r^2 \times 申$$

此球之電力。其發施之效。與全聚電積於球心者同。

故球電與外電相推時。其相離之遠近即等於球之半徑。

圖一十八第



按電力例第二條。得

$$力 = \frac{E \times 1}{4r^2} = \frac{4\pi r^2 \times \sigma}{4r^2} = 4\pi\sigma$$

故曰。電力之數。等於  $4\pi$  乘鋪電密率之數。

第九十九節 近平面之電力 ○設有無限大之平面。受電至密率  $\sigma$ 。有正電一

劑。置於離面若干遠之處。求該處之電力。

十四一八

以庚爲該點所在之處。庚寅爲去平面之垂線。呬代其高。任取一圓錐。其尖在庚。其底在平面。以呬代圓尖之實心角。呬代圓錐之斜高。呬代錐軸與庚寅所成之角。圓錐與平面相交。成一斜面。此面與圓錐之正面相交之角等於呬。

而錐尖實心角

$$= \frac{\text{錐之正面}}{r^2} (= \sigma)$$

故得斜面

$$= r^2 \times \sigma \times \frac{1}{\cos \theta}$$

因平面上之鋪電密率

$$= \sigma$$

故斜面電積

$$= \frac{r^2 \times \sigma \times \sigma}{\cos \theta}$$



故此面之電與在庚之電相推。其力

$$\frac{C^2 \times \text{甲} \times \text{甲}}{\text{餘餘餘}} \times \frac{1}{C^2} = \frac{\text{甲} \times \text{甲}}{\text{餘餘餘}}$$

今分此力為二。一沿平面。一與平面作正交。沿平面者暫置不論。

其沿正垂線之分力

$$\frac{\text{甲} \times \text{甲}}{\text{餘餘餘}} \times \frac{\text{甲}}{\text{餘餘餘}} = \frac{\text{甲} \times \text{甲}}{\text{餘餘餘}}$$

設作無數圓錐。皆以平面為底。以庚點為尖。而算電力。則得無數沿平面之分力。及無數沿正垂線之分力。惟沿平面之分力互相抵制。則無效。只餘沿正垂線之各分力。

沿正垂線總力  $= \frac{\text{甲} \times \text{甲}}{\text{餘餘餘}} \times \text{甲}$

惟此無限平面所支之實心角  $= 2\pi$

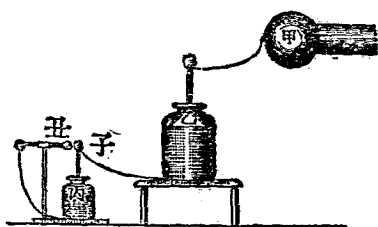
故在庚之總電力  $= 2\pi \frac{\text{甲}}{\text{餘餘餘}}$

### 第七章 量電表 又名電表

第一百節 驗電器。所以驗電之有無。或驗電之正負。雖亦可以量電積。而不得準。扭力表又只可量相推之電。而不可量相吸之電。量電表則可以量電積。亦可以量電平。其製各異。茲將常用者分錄於下。

來因量電平表圖二十八○圖中丙爲常用之來頓瓶。旁豎銅柱。上有銅條。條末有小

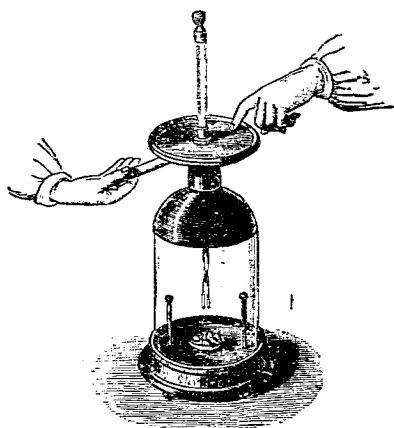
圖二十八第



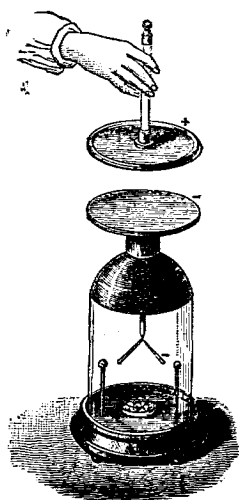
銅球丑。其離丙瓶銅頂子之遠近。得以任意爲之。另有銅線以連銅條於丙之外錫箔。設欲量乙瓶所蓄之電。則置於阻電架。使乙之外衣與丙之內衣相連。丙之外衣則連於地。試連乙於發電機甲。則有正電入於乙之內衣。同時負電。自乙之外衣而入於丙之內衣。及電積既厚。則子丑之間現電火。設現電火一次。乙瓶所得於電機之電積爲卅劑。若現電火 $n$ 次。則所得於電之電積爲 $3n \times 10^9$ 。

第一百一節 倭氏量電表圖八十四○倭氏合感電盤與驗電器而作量電表。其製如圖。去驗電器之銅頂。而易以銅盤。設以銅線兩條。各連於流電瓶之兩極。以阻電物夾持銅線。以正極之線點於在上之銅片。以負極之銅線點於下一片。而金箔不分離。若將銅線移去。而將銅蓋揭開。則金箔分離。如第八十四圖。因去

第三十八圖



第四十八圖

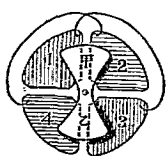


表。可以顯之。其法。以手執鋅條。而以銅條點在下之銅片。圖三八○以一手點在上之銅片。乃移去銅條。揭去上銅片。則金箔分離。且驗得金箔之所得者為負電。  
 第一百二節 雙玦量電表 圖五八○甲乙為銅玦。有阻電物以裹之。甲乙間有針。其半段丙丁。以銅為之。其餘半段。以不引電物為之。圖中以絲線懸針。掛於架上。使能搖擺於甲乙之間。若針有電。而甲乙皆無電。則針不搖擺。若針有正電。而甲

銅蓋而蓄電瓶之電量變小。其所得於負極之電積不改。故電平加高。金箔分離。若針銅條於鋅條。則生異名電。倭氏量電

亦有正電。乙連於地。則針受推。而擺向乙。若甲有負電。則針受吸。而擺向甲。俟兩電推吸之力。適與線之扭力相稱。而後針停不動。由針所擺之角度。則可以推得甲玦所受之電積。與其電平。

第一百三節 象限量電表 ○此表創自愷爾文。其理



圖六十八第

與雙玦表略同。而其製較精。其針形如第八十六圖之甲乙。以鋁爲之。懸以細線。有銅象限四片。以代雙玦。對角之兩象限。則以銅線連之。如圖中之一三。與二四是。用時。先加電於針。正設電爲若一三兩象限之電平。與二四者相等。則

針不動。若電平稍差。則針動。其量針旋之角度。則懸小鏡寅於針下。有燈光自前來。照於鏡上。鏡光射於度數表卯之上。從此可得針旋之度。觀第七第八欲針之電平不變。則以白金線連針於玻璃器乙。圖八器內盛劇礮強水。器外以

圖五十八第

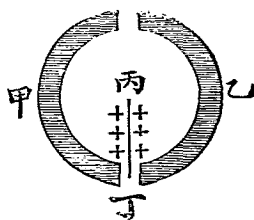


圖 七 十 八 第

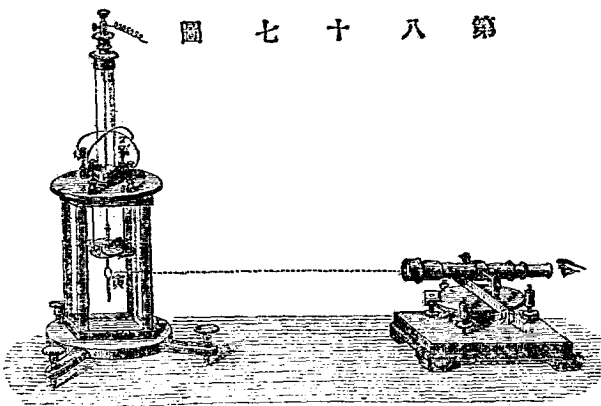
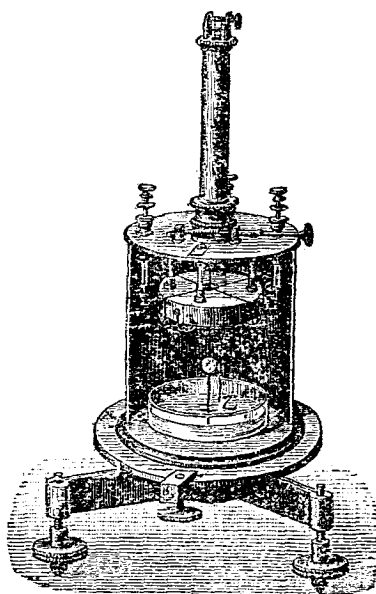


圖 八 十 八 第



錫箔爲衣。強水以收溼氣。兼當來頓瓶內衣  
 之用。針之電平。與器內之礮強水相等。欲加  
盤針只須用感電  
 欲針與礮強水之電平不變。又須連之於供

電器。觀上第五圖欲知針之電平。則用心片量電表。觀下第八圖  
 設以呷與吃。代一三與二四之電平。以呷代針之電平。以吃代針旋之度。則以算

法推得  $\frac{W}{L} = \frac{W'}{L'} \times \left( \frac{r_1 - r_2}{r_1 + r_2} \right) \times \left( \frac{r_1 - r_2}{r_1 + r_2} \right)$  (三十五)

定者視象限量電表之製而變。

惟此器專用以量電平較之甚微者。設呷與吃皆甚小。比之於呷。可棄置不論。

則得  $\frac{W}{L} = \frac{W'}{L'} \times \left( \frac{r_1 - r_2}{r_1 + r_2} \right) \times \frac{W}{L}$

若呷不變。則所量之電平較。與針旋之角度為正比。

第一百四節 電稱 又名心片 ○常用之天平。因

地心吸力。故以量物之輕重。電有吸力。故電力亦

可以重量之。其法。以天平一架。去其一盤。易以圓

銅片。若銅片受正電。其下置一物之有負電者。則

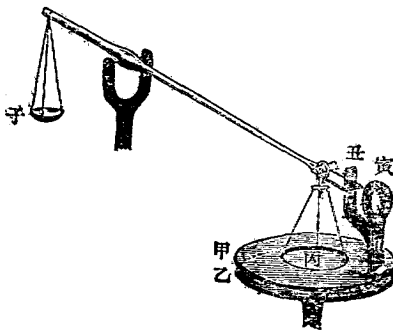
兩電相吸。圓片下墜。乃置法碼於天平盤以稱之。

即可算得電力。惟圓片之鋪電不齊。近邊處電厚。

其力線亦不直。 參觀上節四十六節 故量電力不得其準。愷

爾文製為心片量電表。如第八十九圖。只用圓片

第九十八圖



中心一塊之電力。而棄其餘。則力線直而平行。即平均以銅製為甲乙兩圓片。相離甚近。有螺絲以量其距。從在上之片甲。另割出一圓片丙。是為心片。以橫杆一枝。一端懸天平盤子。一端開叉。叉懸心片。兩叉之末有橫線穿過。此線能上下於直柱丑之前。直柱上有兩點。心片與甲片同在一平面時。該線適至兩點之中。其居中時之部位。有鏡寅以詳審之。丙與甲有銅線相連。以通電。使電平常相等。另有銅線連於發電之器。乙片則或連於異平之電。或連於地。

設各片皆無電。置法碼於子。使心片與甲同在一平面。試加電於甲。而連乙於地。則心片為乙所吸。勢必下墜。加置法碼於子。俟心片復與甲同在一平面為止。從所加之重。即可以得吸力。

因甲乙近心之處。電力界平均。設以申代心片之電密率。以面字代其面積。則該面所有之電積  $\parallel \text{面} \times \text{申}$

惟一劑之電。所受於片面之電者。其力  $\parallel \frac{2}{\text{面}}$  觀上節 十九節 故得乙吸丙之力

$$= \text{面申} \times 2 \text{丁申} = 2 \text{丁申}^2 \text{面} \text{。以力字代之。此即法碼所抵之力。}$$

接代電計

今求電功。設以平代甲之電平。以平代乙之電平。以呼代兩片相離之遠。以力字代兩片間一劑正電所受之力。

則得  $平_1 - 平_2 = 力' \times 呼$

而甲乙兩片間。一劑正電所受之力。可分兩起。一為吸力。  $= 2\pi\sigma$ 。一為推

力。亦  $= 2\pi\sigma$ 。則得  $力' = 2\pi\sigma + 2\pi\sigma = 4\pi\sigma$

故  $平_1 - 平_2 = 4\pi\sigma \times 呼$

惟  $力 = 2\pi\sigma$  面

即  $\sigma = \sqrt{\frac{力}{2\pi\text{面}}}$

故  $平_1 - 平_2 = 4\pi \times \sqrt{\frac{力}{2\pi\text{面}}} \times 呼 = 呼 \cdot \sqrt{\frac{8\pi\text{力}}{\text{面}}}$

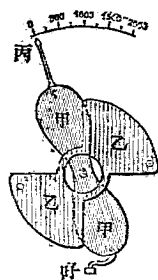
若設法使力不變。則  $\sqrt{\frac{8\pi\text{力}}{\text{面}}}$  為定數。則得兩片之電平較。與相離之遠為

正比。

第一百五節 靜電倭爾表。○象限量電表。用以量極小之電平較。故其針須受



圖十九第



頗大之電積。若量甚大之電平較。則無須先加電於針。祇須連一引電器於針。又連一引電器於象限。則針自旋轉。其角度頗大。儘足以量電平較。因針與象限相吸之力與電平較自乘為正比也。量大電平較

之器曰靜電倭爾表。如第九十圖。其大針如甲。甲以

鋁為之。其指度數表之處有小針如丙。大針之後懸

重物如呼。以鎮之。另有斧口承大針之中點。乙乙即

象限。若欲使表能量電平較之在一百倭爾上下者。

則合數針以為一針。合數象限以為一象限。如第九十一圖。

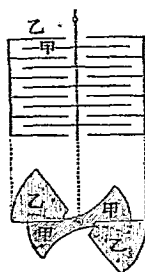
第一百六節 扭力倭爾表十四九 ○此器之針。作方架形。以鋁為之。如第九十三

圖之甲乙乙甲。其在下之一邊。鑲有小針丙。丙之所指。有短度表。中為起點。方架

針之兩長邊甲甲。置於銅製之半邊空心圓柱丁丁之內。

針線所從繫處有螺絲頭戊。連於戊者另有小針庚。針之所指有角度表。以量扭

圖一十九第



倭爾表之動電量學

九三十二圖 以磷銅線懸

角之度。若方架針與半圓柱之

電平相等。則丙應指無度。即起

若有平較。則針或左轉或右轉。

乃轉螺絲頭戊。使丙針仍指無

度。乃紀庚針所指之角度。則得

電平較。與角度之方根爲正比。

### 第八章 電量

#### 渾圓蓄電器之電量

第一百七節 設以兩同心球。

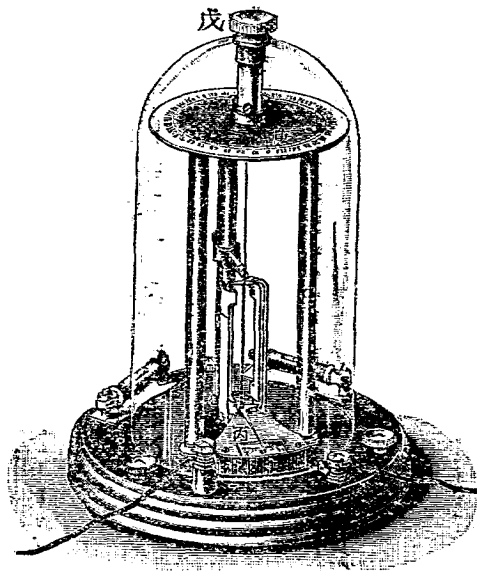
兩球之間。實以空氣。作爲蓄電器。如第九十四圖。

內球甲。半徑呎。外球乙。半徑呎。同心在庚。設授電

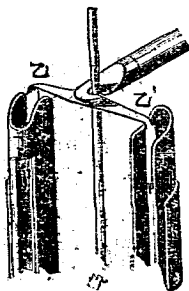
丑劑於內球。因感電故。外球之內面有負電丑劑。

外球外面之正電連於地面洩去。故外球之外面

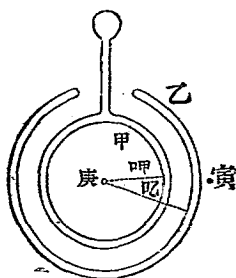
圖二十九第



圖三十九第



第 九 十 四 圖



電平等於無外球之外。設有點如寅與乙面甚近。則其處之電平亦等於無。蓋該點因內球而有之電平觀上節 因外球而有之電平觀上節 寅無電平觀上節 在甲外面。因甲而有之電平觀上節 在甲外面。因乙而

有之電平觀上節 故得在甲外面之總電平觀上節

惟乙之外面電平等於無。故甲乙之電平較即等於觀上節

然觀上節 故得

$$\frac{Q}{4\pi r^2} = \frac{Q}{4\pi R^2} \Rightarrow r = R$$

附見一○設兩球之半徑。大至無限。而兩球相離之遠不改。以厚字代之。則得

$$Q = 4\pi r^2 \sigma = 4\pi R^2 \sigma$$

甲球每方生脫之電量觀上節 而球面可當作平面。故得平面蓄電器每

惟球徑既變為無限之大。則觀上節 而球面可當作平面。故得平面蓄電器每

方生脫之電量  $= \frac{1}{4\pi r}$

設平面之面積等於面。則得平面蓄電器之電量  $= \frac{1}{4\pi} \times \text{面}$

以上所得算式。皆指以空氣為居間之通感物而言。若居間之物。其通感係數名又

率為咩。則蓄電器之電量  $= \frac{\text{面} \times \text{率}}{4\pi \times \text{厚}}$

附見二〇設吃為甚大。與呷相比。則呷可棄置不論。則得電量  $= \frac{\text{面} \times \text{吃}}{\text{吃}} = \text{面}$

此即一球之電量。此見上第二節設置一球之有電者於室中。則球與牆之間之空氣。

即居間之通感物。此球之電量。即等於其半徑。

演算一〇設有銅球甲。半徑十生脫。外罩空心銅球乙。半徑 10.2 生脫。兩球之

間。實以空氣。求甲之電量與甲乙相套時電量相比之數。

甲獨立時。電量  $= 10$

甲乙相套時。電量  $= \frac{\text{甲} \times \text{吃}}{\text{吃} - \text{甲}} = \frac{10 \times 10.2}{10.2 - 10} = \frac{102}{2} = 510$

求得相比之數  $= \frac{10}{510} = \frac{1}{51}$

即相套時電量大於獨立時五十一倍。

## 聯瓶電量

第一百八節 電機師以圖記代蓄電瓶。如第九十五圖。右圖代蓄電瓶之有錫箔六層者。第一第二第五等層錫箔相連。第二四六等層亦然。

同聯法十圖六九○設有兩蓄電瓶。以銅線連其錫

箔之有正電者。又以銅線連其錫箔之有負電者。如圖。則謂之同聯法。七參十圖第

設此兩蓄電瓶之電量爲日<sub>1</sub>日<sub>2</sub>。則同聯之後。即成爲一大蓄電瓶。其電量即等於

$$\square_1 + \square_2$$

如法類推。設有若干蓄電瓶。其電量等於日<sub>1</sub>日<sub>2</sub>日<sub>3</sub>日<sub>4</sub>……則同聯之後。即成爲大

$$\text{蓄電瓶。其電量等於 } \square_1 + \square_2 + \square_3 + \square_4 + \dots$$

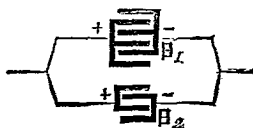
由此觀之。設有相等之來頓瓶呷枚。同聯之後。其總電量則呷倍於一瓶。

第一百九節 異聯法十圖七九○設有來頓瓶四枚。各以阻電架承之。如圖。第一瓶

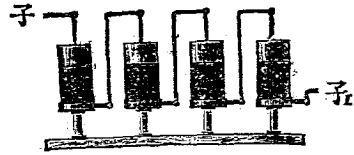
第五十九圖



第六十九圖



第九十七圖



之內衣與發電機相連。如子。第一瓶之外衣。連於第二瓶之內衣。第二瓶之外衣。又連於第三瓶之內衣。其第四瓶之外衣。則連於地。如子。以此法聯瓶者曰異聯法。蓋正電入於第一瓶內衣。其外衣之自由正電。則入於第二瓶之內衣。類推觀之。第四瓶外衣之自由正電。則入於地。放電有兩法。或每瓶分放。或連第一瓶之內衣於末瓶之外衣而總放之。

求電平之法。先設為祇有一瓶。外衣連地。則內外之平較。即

等於電機之電平。

代以平字

若有兩瓶。而末瓶之外衣連地。則平較之遞降。分爲兩

層。是每瓶之平較。等於  $\frac{1}{2}$ 。若有四瓶。則每瓶內外衣之電平

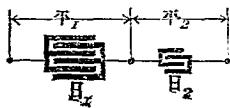
較等於  $\frac{1}{4}$ 。若有呷瓶。則每瓶內外衣之電平較等於  $\frac{1}{n}$ 。

第一百一十節 求異聯之電量。○設以異聯法 觀第七十九圖 聯來

頗有若干枚。求聯瓶之電量。曰。異聯法圖記。如第九十八圖。圖

中只 兩蓄電器。

第九十八圖



以日<sup>1</sup>日<sup>2</sup>日<sup>3</sup>等代第一二三等瓶之電量。  
以平<sup>1</sup>平<sup>2</sup>平<sup>3</sup>等代各瓶内外衣之電平較。

以平字代發電機之電平。

因各瓶之電積相等。設爲丑劑。

則得  $丑 = 日_1 \times 平_1 = 日_2 \times 平_2 = 日_3 \times 平_3 = \dots = 日 \times 平$

而  $平 = 平_1 + 平_2 + 平_3 + 平_4 + \dots$

又  $\frac{電積}{電量} = 電平$

故  $平 = \frac{丑}{日}$   $平_1 = \frac{丑}{日_1}$   $平_2 = \frac{丑}{日_2}$   $平_3 = \frac{丑}{日_3}$

故  $\frac{丑}{日} = \frac{丑}{日_1} + \frac{丑}{日_2} + \frac{丑}{日_3} + \dots$

故  $\frac{1}{日} = \frac{1}{日_1} + \frac{1}{日_2} + \frac{1}{日_3} + \dots$

設以異聯法聯相等之來頓瓶呷枚。其電量祇等於一瓶之電量呷分之一。其電平則呷倍於一瓶。

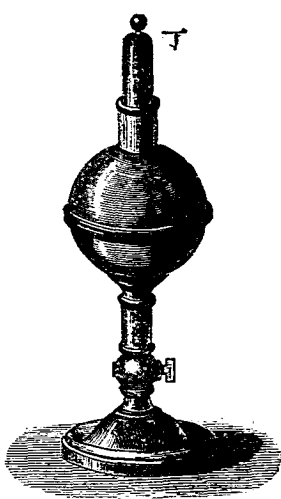
第一百十一節 通感係數○前文嘗論蓄電器收電之多寡視居間之物而異設有蓄電器居間物用蠟則收電且倍於用空氣昔人雖有知其事者而未推究。至今日而此理大明爲電學最要之事蓋感電與居間物有絕大之關係也。

試驗第三十七○居間物之通感不同甚易試驗。試置一金箔驗電器而以有電之銅球持近之。金箔則分離。設置舍勒克或硫磺於銅球與驗電器之間。則金箔分離更甚。可見空氣之通感。不如舍勒克或硫磺矣。

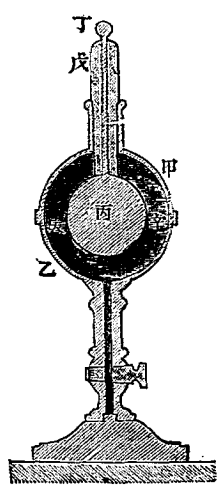
物之通感力與空氣之通感力相比之數曰通感係數。

第一百十二節 法拉狄求通感係數法○其所用之器形如第九十九

第九十九圖



第一百圖





圖內製如第一百圖。甲乙為兩半銅球相合而成。中有小銅球丙。上有銅柄。柄末有銅鈕丁。柄與外球之頸不相切。實以舍勒克。以阻電。如戊。內外兩球之間庚辛。實以通感物。以求其係數。承球之架內有直縫。配以塞門。以便引氣質入球。測驗時用同式同大小之器兩架。兩球之間。先均實以空氣。連外衣甲乙於地。從丁引電入於丙。以量電表量其電平。

設以丑代電積。以日代電量。以平字代電平。則得 
$$出 = 日 \times 平$$
 乃以銅線連丁丁。則此器丙球之電。入於彼器之丙球。驗得電平祇得 
$$出 = 日 \times 平$$
 於是放出第二器庚辛間之空氣。而易以所欲驗之物。設為舍勒克 設第一器之丙球仍受電丑劑。電平仍等於平。若以銅線連丁丁。以通電。則驗得此時電平不等於平。

設以日字代丙球之電量。以平代其電平。則得 
$$出 = 日 \times 平$$
 故 
$$出 = 日 \times 平$$
 即通感係數。又曰感電量。以空氣作準。

第一百十三節 通感物能留電。故雖放其電。而不能立時淨盡。常留餘電。久而後失。因此之故。各物之感電量。最難得其準數。各家所用之法不同。所得之數亦異。今將最後所驗得折中之數列表於下。

### 通感係數表

#### (一) 實質

空氣

準

1.00

硫磺

3.97

蠟

2.02

各搭伯查

4.2

樹膠皮

2.22

玻璃

5-6

舍勒克

3.04

黑膠皮

象又皮作硬

3.42

#### (二) 流質

硫炭油

1.81

洋橄欖油

3.16

石油

2.10

草麻油

4.78

松香油

2.23

酒醇

25

水

80

(三) 氣質

空氣

1.000

炭養11

1.000356

真空

0.99941

炭四輕四

1.000722

輕氣

0.99967

硫11養11

1.0037

設有兩物受電。其居間物之感電量爲曠。若電積不變。則兩物相推吸之電力與曠爲反比。若電平不變。則電力與曠爲正比。

第一百四節 通感物之抵電力○蓄電器之受電量有定限。若過其限。則不能抵電力。而電則穿物而過。發爲聲光。以空氣而言。其在壓力二十密理者。須電平 $3.23$ 。生電火長半生脫。若在壓力一百八十密理者。須電平 $12.2$ 。若在壓力六百八十五密理。須電平 $33$ 。在平常壓力之空氣。若受電至電平二百萬倭爾。則變爲引電物。

居間物之抵電力。得以細線之拒扭力喻之。設有一線。受甚小之扭力。而不復原

者。可比引電物之引電。若有一線。受扭之後。扭力去而即復原者。可比阻電物。若加大力不至斷線。而線不受扭者。則謂之脆線。若居間物。非至電力攻裂而不能過電者。可比脆線。

第一百十五節 演算○有相等同形之蓄電器甲乙兩架。甲以空氣爲居間物。乙以松香油爲居間物。感電量  $\parallel 2.19$ 。若以電五百劑分與甲乙。求甲乙各得電若干。

以日代甲之電量。日代乙之電量。

以丑代甲之電積。丑代乙之電積。

因電平相等。故  $\frac{\text{日}}{\text{丑}} = \frac{\text{日}}{\text{丑}} \dots \dots (1)$

又電積無缺。故  $\text{日} + \text{日}' = 500 \dots \dots (2)$

從第一式得  $\frac{\text{日}}{\text{丑}} = \frac{\text{日}}{\text{丑}}$

故得  $\text{日} = \frac{1}{\text{日} + \text{日}'} \times (\text{日} + \text{日}')'$

$$\text{甲}' = \frac{\text{甲}}{\text{甲} + \text{甲}'} \times (\text{甲} + \text{甲}')'$$

$$\text{丑} = \frac{1}{1 + \frac{2}{3}} \times 500 = \frac{1}{\frac{5}{3}} \times 500 = 158.2 \text{ 劑}$$

$$\text{丑}' = \frac{\frac{2}{3}}{1 + \frac{2}{3}} \times 500 = \frac{\frac{2}{3}}{\frac{5}{3}} \times 500 = 341.8 \text{ 劑}$$

### 第九章 放電之效

第一百十六節 電之既分爲正負者。其勢常欲復合。惟有所阻。則不能驟合。故欲合電。須有法以放之。略分爲三。一曰引放。二曰逼放。三曰遞放。

引放○設有電機。既已發電。試以銅線連機之銅球。則電從銅線經過而復合。又設有藥水電瓶。以銅線連其正負兩極。其正負兩電亦過銅線而復合。以此法引電使復合者。曰引放。

逼放○前文嘗論。凡兩電之間。其居間物受有大力。若此力變大。居間物不復能阻電。兩電穿物而復合。同時電火發現。此爲逼放。凡物之或引電或阻電。亦不過比較之辭。故引放逼放同爲一事。不過有快慢之別耳。

遞放○電之積於尖處者。積之既厚。則其旁之空氣沾電。自相推逼。氣點帶電飛去。此爲遞放。○凡放電時。其電能卽變爲他種之能。或變光能。或變熱能。或變爲分化化合之能。

第一百十七節 凡來頓瓶之已蓄電者。放之則正負兩電復合。而其復合之狀各不同。斐氏嘗驗之。如第一百一圖。圖中甲乙兩銅球。用以放電。丙丁爲雙凹鏡。置於直軸子子之上。此軸隨機旋轉。其動甚速。軸上鑲銅片戊己。電火飛過甲乙之間時。戊己之兩端適與銅線之兩端相接。電火之影。迴射於玻璃片庚。以此法驗之。電火作一光條。光條之長短。視電火之久暫。與瓶數之多寡。甲乙相離較遠者。電火所過之時亦久。若連內外衣之引電線阻力甚小者。則放電並不連貫。而作往復之狀。其向互易。其光條則有黑線以間之。若略增阻力。

第一百一圖

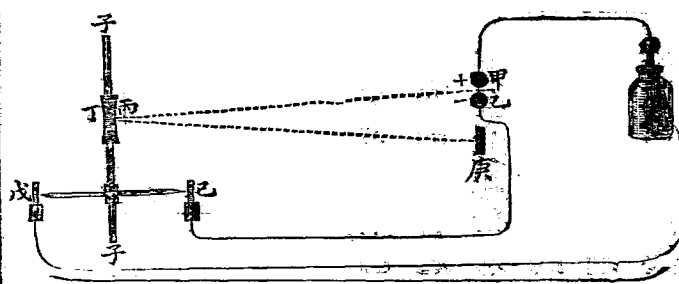
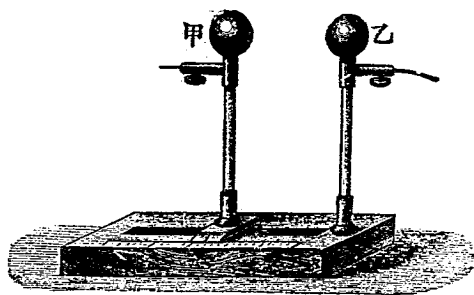


圖 三 百 一 第



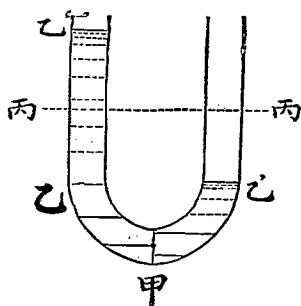
則放電連貫。光條作一線。無黑線以間之。若阻力甚大。則放電斷而復續。電火之過亦如之。而兩電火相距之時不等。凡此情狀。皆得以照相法照之。電學觀動 第一百十八節 放電之作往復之狀者。得以水學

喻之。設有彎管如第一

百二圖。管之彎處有塞

門甲以分之。設一管之水平至乙。一管之水平至乙。公水平為丙。丙。丙。乙等於丙。乙。驟開塞門。則兩管之水必起伏若干次。然後歸至於丙。丙。若當其起伏未定時。而關塞門。則右管之水雖本較低。至是反可高於左管。設初時不全開塞門。而祇開一隙。使水逐漸慢流。則水流接續不斷。漸至丙。丙。無起伏之狀。此與上增阻力而放電連貫之理同。

圖 二 百 一 第



第一百十九節 電火之光效長短○大抵而論。兩引電物之間。電火之長短。與平較爲正比。而與空氣之壓力爲反比。如驗下法。驗正比法百圖三一。賴氏之法。以銅線引電。聚於兩銅球甲乙。其相離之遠近。有表尺以量之。電源之電平。則有電平器以量之。驗得電火之長短。頗隨放電器之形而變。設電火之長短相同。則銅球所需之平較。略大於銅片。今將各家所驗得各數。列表於下。

### 電火長短表

放電銅球之  
徑長

電平較	電火長	電平較	電火長
5490 <small>毫</small>	0.1 <small>生</small>	94800 <small>毫</small>	5.0 <small>生</small>
26730	0.5	107700	7.0
48600	1.0	119100	13.0
64800	2.0	124200	12.0
76800	3.0	127800	15.0



在空氣論。欲得最短之電火。至少須平較三四百倭爾。若欲得電火長一邁。則須極大之平較。設以藥水電瓶供之。則須丹氏電瓶十萬萬枚。

驗反比法百圖一四一○以卵形玻璃器一枚。上下配銅帽。兩銅條過之。在上之銅條。可

第一四百圖



以上移動。而連於發電機。在下者與地相連。驗時使在下之銅帽與抽氣機相連。既抽出器內空氣。則搖動電機。銅條兩端之間。即發電光。其色

淡紫。其光連貫。若漸放氣入。則電光色白奪目。電火斷續。時有時無。若再加壓力。則電光漸短。若加至五十空氣壓力。雖相離極近。而無電光可過。若抽盡天氣。使其內爲真空。則亦無電光可過。蓋真空有完全之阻電性故也。電光之長短。又隨所在之氣質而變。設在輕氣。其密率與空氣同者。在輕氣之電光。倍長於在空氣者。

## 電光形狀

第一百二十節

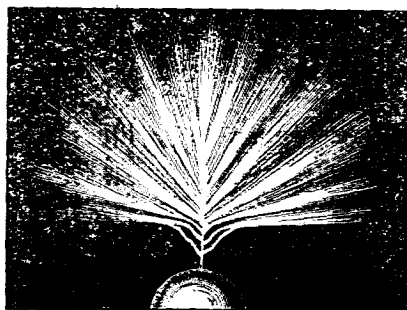
圖 五 百 一 第



帚形變大。正出之帚。大於負出者。而負出之帚。則

放電時。電火形狀不一。前已略論之。茲補論前所未及者。設有兩銅球。相離約數生脫。所過之電火。沿阻力最小之路而行。故其路不直。有時作樹枝形。如第一百五圖。其樹枝之間。從正向負。其電光之色。則隨放電球之質而變。蓋電光過時。帶有該物質之粉。而化之成氣。故色隨質變也。若放電球為銅質。或為銀質。則電光之色綠。若球為鐵質。則電光之色紅。若在發電機之引電器上。置一圓端之銅線。或銅鈕。則有電火流出。其形如帚。如第一百六圖。同時發吹氣之聲。若持銅片持近之。則光加濃而

圖 六 百 一 第



較易得。以旋鏡驗之。電帚乃斷續電光之相繼甚速者。

若易上文所用之圓端銅線。而用尖線。則無電帚。而發淡藍之光。謂之電暈。電暈即電帚之短小者。負電所生之電暈。其線尖與電暈之間。有空氣而無光。而仍遞電。謂之黑界。此黑界常現於真空管。

凡放電器之面。若常受磋磨變粗者。則不發電火而發電帚。故欲得電火者。球面須光滑。

第一百二十一節 蓋士拉管 蓋士拉管 上文所云卵形玻

璃器。即蓋士拉管之一。常用者如圖。以玻璃作泡。中接彎管。泡之兩端。鑲以白金線。以接電。先以抽氣機抽出泡與管內之空氣。乃以火炙玻璃而封之。用時。以兩端之白金線。接連發電機。設管內空氣未經抽出者。則白金線之間。有電火飛過。無甚奇異。已經抽出。雖不淨盡。而氣質已甚稀者。則其光微而寬大。負電所出之處。有電暈。其色淡藍。

圖 七 百 一 節



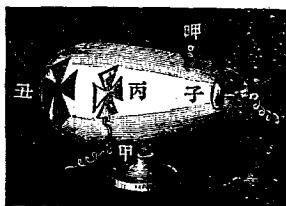
量與負端之間。有黑界。與量不相接。其正端則祇有電星一點。設管內空氣已甚稀者。則管內所現之光。不復連貫。斷爲碎塊。有若魚鱗。來往走動。而每兩碎塊之間。有黑界間之。

第一百二十二節 蓋士拉管內之光。隨所貯之氣質而變色。若管內貯淡氣。則負端之電暈作淡紫色。而光濃。餘光則作淺紅色。若管內貯輕氣。光所從出處作淡藍色。管之窄處則紅。若管內貯炭氣。則光白。

若正負兩端。大小相等。則負端之熱度較高。若灸正端使熱。而冷負端使涼。則不發光。若管內貯稀空氣。而置一燒至發紅之白金螺絲條。則環條之處皆無光。若負端熱至發白。則管內氣質引電。而不發光。

第一百二十三節 克魯士玻璃泡 圖八〇 克魯士管抽出玻璃泡內之空氣。使其質變至極稀。約三分空氣之一。而過電以驗其光。驗得負端之電量加大。正端之電流

第一百零八圖



出。作桃紅色。若復抽氣。使之更稀。其負端之電暈。與其後之黑界則更大。正端之電光漸縮。若更抽氣。則正端無電光。而黑界布滿泡內。同時玻璃即在黑闇處發

燐光。

類光學

蓋負端所發之黑闇。有黑光。不甚可見。謂之負電光。玻璃受之。則現燐光。金剛鑽受之。所發之燐光作綠色。紅寶石現紅光。綠寶石則發紅光。此負電光所行之路。直。有物阻之。則成影。圖中子爲負電光所從出之處。以雲母爲之。其形微凹。正電來自呷或甲。子前置十字形。以雲母爲之。如丙。負電光至此。爲丙所阻。則不能至丑。故丑處有丙之黑影。而影旁仍現燐光。

設以黑紙數層裹其泡。而以紙之染有銀鉗衰<sup>四</sup>者持近之。則此紙亦發燐光。若以手持近之。則見骨。平常之光。遇鋁。錳。木。紙。肌肉。皆不能透過。而負電光則能透之。此爲德國格物家郎根所驗得者。故負電光又名郎根光。

下餘詳卷

### 熱效

第一百二十四節 電能不獨可變爲光能。且可變爲熱能。來頓瓶所放之電。其

第一百九圖



亦可以此法燃之。美國高燥之地。人在地毯上行走。其鞋底之牛皮與地毯相擦。即能生雷。若其人以指節近煤氣燈管口。即有電火迸出。以燃煤氣燈。如第一百十圖。若置火藥於杯。如第一百九圖之法。亦可以燃火藥。惟須使電火先過溼棉線以減其勢。否則火藥爲電火所擊散。而不能燃。凡放電時。電過之銅線熱度略加。

力足以燒引火之流質。設以玻璃杯盛以脫酒杯。底置銅球。以銅鏈連於來頓瓶之外衣。而移瓶頂之銅球近杯。電火一過。而以脫酒卽燒。如第一百九圖。煤氣燈

第一百十圖



所放之電。其力甚猛者。銅線且熱至發白。或竟至鎔化。  
第一百二十五節 量放電熱度法

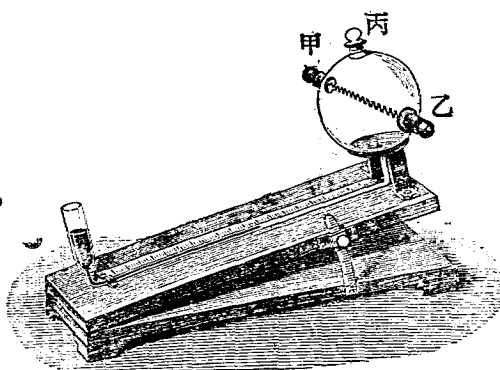
○法以氣漲求熱度。十圖一百以雙彎玻

璃細管一枝。一端連玻璃球。一端連玻璃杯。

杯比於管為甚大杯盛著色之水。管內之水雖有增

減。而所受之壓力不變。以斜面架盛管。斜面之角度。有表以量之。球頂有孔。有蓋丙以閉之。用時開蓋。使球內空氣壓力均勻。球之兩邊有螺絲甲乙。甲乙之間牽一白金線。連來頓瓶之內。外衣於甲乙。放電時則有電過白金線。白金線得熱。球內之氣漲。而管內之流質退。因其所退之多寡。而求熱度。驗得電能

第一百十一圖



熱能相關之例如下。

又 訓 丑者電積。面者來頓瓶之面積。

若專以電所過之白金線而言。設電積與線長皆不變。則所生之熱與線之橫剖面自乘反比。

第一百二十六節 求來頓瓶放電時之電能○上文 變又例之例。由實測而得。今以算法求之。設以日字代瓶之電量。其始內衣之電平爲0。加電至丑劑之後。電平自0升至平。其所立之電功  $\parallel \frac{1}{2} \times \text{日} \times \text{平}$

上法可以汲水喻之。設有水一池。如甲乙丁丙。積水丑磅。池水之高爲呎尺。以桶吸水至池面。以至水盡爲止。圖十一

二 試求所需之功。

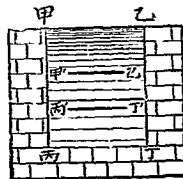
設任取一層之水重庚磅。如甲'乙'丙'丁'。而汲之至池面。設

此一層之水。盡聚於丙'丁'平面。則汲水之功  $\parallel \text{庚} \times \text{丙}' \text{丁}'$ 。又設此一層之水。盡聚於甲'乙'面。則汲水之功  $\parallel \text{庚} \times \text{甲}' \text{乙}'$ 。

惟此水並不在一平面之上。故汲此一層之水至於池面。所立之功。比於

$\text{庚} \times \text{甲}' \text{乙}'$ 。則略小。比於  $\text{庚} \times \text{丙}' \text{丁}'$ 。則略大。實則居於二者之間。而等於

圖二十百一第





庚  $\times \frac{1}{2}$  (甲甲' + 甲丙') = 庚  $\times$  中 中者地面之點該處

故汲盡池水之功。 =  $\frac{1}{2} \times 50 \times 50$  尺磅 此與力學第十九節之算法同

既得 電功 =  $\frac{1}{2} \times 50 \times 50$  爾格。

因 1 爾格 =  $238 \times 10^{-7}$  加羅 (又  $42 \times 10^6$  爾格 = 1 加羅)。

故 電功 =  $\frac{1}{2} \times 50 \times 50 \times 238 \times 10^{-7}$  加羅。

此放電時所得之熱之數。

惟 平 =  $\frac{50}{4}$

故 電功 =  $\frac{1}{2} \times 50 \times \frac{50}{4} = \frac{50^2}{4}$  ..... [

以來頓瓶論。  $Q = \frac{1}{4\pi} \times \frac{1}{d}$  丁者內外兩衣相離之遠即瓶厚

故 電功 =  $2\pi d \times \frac{50^2}{4}$

此與驗得之例同。

第一百二十七節 演算一〇 設有來頓瓶。電量一萬。電平十。問將電放盡。生熱

若干。

$$\text{因 電功} = \frac{1}{2} \times \text{E} \times \text{P} \dots\dots\dots (1)$$

而  $\text{E} = \text{E} \times \text{P}$

$$\text{故 電功} = \frac{1}{2} \times \text{E} \times \text{P}^2 \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{所求之熱} = \frac{1}{2} \times 10000 \times 10^2 \times .238 \times 10^{-7}$$

$$= .012 \text{ 加羅}$$

演算二〇來頓瓶電量如前。其始電平爲十五。略放其電。使電平降至五。求生熱若干。

$$\text{第一次電平十五。 電功} = \frac{1}{2} \times \text{E} \times 15^2$$

$$\text{第二次電平五。 電功} = \frac{1}{2} \times \text{E} \times 5^2$$

$$\text{所失電功} = \frac{1}{2} \times \text{E} \times (15^2 - 5^2) = \frac{1}{2} \times 10000 \times (15^2 - 5^2) \text{ 爾格。}$$

$$= \frac{1}{2} \times 10000 \times 200 \times .238 \times 10^{-7} \text{ 加羅。}$$

＝ 024 加羅。

第一百二十八節 設有兩相等之來頓瓶。各於受電之後。電平相等。隨以同聯法聯之。既聯之後。其電積即與一等厚倍寬指錫箔之瓶之電積相等。由此類推。設有若干相等之來頓瓶。各於受電之後。電平相等。若以同聯法聯之。既聯後之公電平。與未聯時之各瓶之電平相等。而電功  $\parallel \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$ 。

每瓶者瓶數積

可見呷瓶同聯之電能。即等於同厚而面積寬呷倍之二大瓶之

電能。

設有同電量之來頓瓶兩枚。其一有電丑劑。其一無電。設以短小銅線聯之。則兩瓶均分其電。電過時。火星發現。過電之後。每瓶之電積  $\parallel \frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$ 。每瓶之電平

$\parallel \frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$ 。是每瓶之電能  $\parallel \frac{1}{2} (\frac{1}{2} \times \frac{1}{2})$ 。而未分電時。其有電之瓶之電能

$\parallel \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$ 。可見分電之後。電能祇餘前時四分之一。蓋所失之電能。已變為

光能。熱能。聲能。故也。

總而言之。設有兩來頓瓶。電量爲 $\text{E}_1$ 。設第一瓶受電。電平爲平。其一無電。設以同聯法聯之。聯後之電能必減。可演算以證之。

設第一瓶之電積爲 $\text{E}_1$ 。

則其電能  $= \frac{1}{2} \times \frac{\text{E}_1^2}{\text{E}_1}$

既聯之後。一瓶之電分鋪於兩瓶。而其積不改。故得兩瓶之電能。

$$= \frac{1}{2} \times \frac{\text{E}_1^2}{(\text{E}_1 + \text{E}_2)}$$

前後電能相比。如  $\frac{1}{2} \times \frac{\text{E}_1^2}{\text{E}_1} : \frac{1}{2} \times \frac{\text{E}_1^2}{(\text{E}_1 + \text{E}_2)}$

如  $(\text{E}_1 + \text{E}_2) : \text{E}_1 \dots \dots (1)$

然 $(\text{E}_1 + \text{E}_2)$ 大於 $\text{E}_1$ 。此電能減失之證。故連有電之來頓瓶於無電者。必失電能。又依法類推。凡兩來頓瓶之電平不等者。以同聯法聯之。亦失電能。從上之算式(一)觀之。設以同聯法。聯相等之來頓瓶。而使之分受一定電劑之電。則電能與呷爲反比。又從上第二百二十八節算式。電功

$$= \frac{1}{2} \pi^2 \times R^2 \times \rho$$

設同聯相等之來頓瓶呷枚。而以電平不變之電授之。則電能與呷爲正比。

第一百二十九節 演算三〇設有渾圓蓄電器甲乙兩架。甲之外球徑二十生脫。內球徑十五生脫。乙之外球徑亦二十生脫。內球徑十八生脫。甲有電而乙無電。設甲分電與乙。則失電能四分之三。試演算以證之。

以丑代甲之電積。以日代其電量。以日代乙之電量。

按第一百二十六節第一式。未分電時。甲之電能  $= \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C_1}$

既分電後。甲之電積  $= \frac{1}{4} \frac{Q}{C_1}$

乙之電積  $= \frac{1}{4} \frac{Q}{C_2}$

故得甲之電能  $= \frac{1}{2} \frac{\left( \frac{1}{4} \frac{Q}{C_1} \right)^2}{C_1}$

乙之電能  $= \frac{1}{2} \frac{\left( \frac{1}{4} \frac{Q}{C_2} \right)^2}{C_2}$

故分電後。甲乙共有之電能

$$= \frac{\left(\frac{E_1}{Q+Q'} - \frac{E_2}{Q}\right)^2}{2E_1} + \frac{\left(\frac{E_1}{Q+Q'} - \frac{E_2}{Q}\right)^2}{2E_2} = \frac{E_1^2}{2(Q+Q')}$$

此數按第百二十八節可類演算而得

故所失電能

$$= \frac{E_1^2}{2Q} - \frac{E_1^2}{2(Q+Q')} = \frac{1}{2} \frac{E_1^2}{(Q+Q')} \frac{Q'}{Q}$$

因得所失之電能與原有之電能相比之數

$$= \frac{1}{2} \times \frac{E_1^2}{Q(Q+Q')} \frac{Q'}{Q} \therefore \frac{E_1^2}{2Q^2}$$

$$= \frac{E_1^2}{Q+Q'}$$

惟  $Q = \frac{20 \times 15}{20-15} = 60$

$$Q' = \frac{20 \times 18}{20-18} = 180$$

故  $\frac{E_1^2}{Q+Q'} = \frac{180}{60+180} = \frac{3}{4}$

第一百三十節 演算四〇設有平面蓄電器。每面以平方銅片爲之。邊長十生脫。兩片相離一密理。立功五百爾格。使電平較至一定之數。求電平與電積。以丑代電積。以平代平較。以日代電量。

按第二百二十七節第一式則得  $功 = \frac{1}{2} \cdot \mathbb{H} \cdot \text{平}$

又  $功 = \frac{1}{2} \frac{\mathbb{H}^2}{\text{面}}$

按第一百七節附見一得  $日 = \frac{\text{面}}{4\pi \times \text{厚}}$

故得  $500 = \frac{1}{2} \times \mathbb{H}^2 \times \frac{\text{厚} \times 4\pi}{\text{面}}$

$500 = \frac{1}{2} \times \mathbb{H}^2 \times \frac{4\pi}{100} \times \frac{1}{10}$

求得  $\mathbb{H} = \sqrt{\frac{500}{\pi}}$

惟  $500 = \frac{1}{2} \times \mathbb{H} \times \text{平}$

故得  $\text{平} = 2\sqrt{\pi}$

第一百三十一節 演算五〇有一來頓瓶甲。電量等於日<sup>1</sup>。受電之後而放其電。  
第一次放電 設再授之電。使其電平與前相等。而分其電與他瓶乙。電量爲日<sup>2</sup>。因分電  
第二次放電 此後復使兩瓶各放其電。  
第三次放電 求四次放電時所失  
第四次放電 之電能相比之數。

以丑代第一次甲瓶之電積。

用電能  $= \frac{H^2}{2E_1}$  式則得第一次之電能  $= \frac{H^2}{2E_1}$

甲乙共分電時其電平相等以平字代之其電量則  $= E_1 + E_2$

故得  $H = \frac{E_1 + E_2}{H}$

用電能  $= \frac{H \times H^2}{2}$  式求得甲瓶之電能  $= \frac{E_1}{2} \left( \frac{H}{E_1 + E_2} \right)^2$

其乙瓶之電能  $= \frac{E_2}{2} \left( \frac{H}{E_1 + E_2} \right)^2$

則第二次放電時所失之電能  $= \frac{H^2}{2E_1} - \frac{E_1}{2} \left( \frac{H}{E_1 + E_2} \right)^2 - \frac{E_2}{2} \left( \frac{H}{E_1 + E_2} \right)^2$

$$= \frac{E_2}{E_1} \times \frac{H^2}{2(E_1 + E_2)}$$

故得四次放電時所失之電能相比之數。如

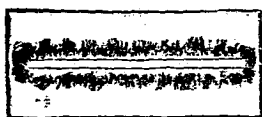
$$\frac{H^2}{2E_1} : \frac{E_2}{2(E_1 + E_2)} : \frac{E_1}{2} \left( \frac{H}{E_1 + E_2} \right)^2 : \frac{E_2}{2} \left( \frac{H}{E_1 + E_2} \right)^2$$

即如  $(E_1 + E_2)^2 : E_2(E_1 + E_2) : E_1^2 : E_1 \times E_2$

第一百三十二節 若通電於白糖、雞卵、鮮果、及鈣弗石、重石、等物、則能於黑闇



圖三百一第



處發燐光。多時不散。

設以玻璃片夾金箔。而以數來頓瓶之電過之。金箔受電之熱。散為金粉。嘗有以玻璃片夾錫箔而以電過之。錫箔成粉。玻璃過電處之跡。如第一百十三圖。

若有一來頓瓶。先加以電。隨即放之。再加再放。為之數次。則內

外衣間之玻璃熱度變高。此與輾鐵之受

磁失磁而得熱略同。參觀磁學第二十四節

### 力效

第一百三十三節 電能變為力能。則能

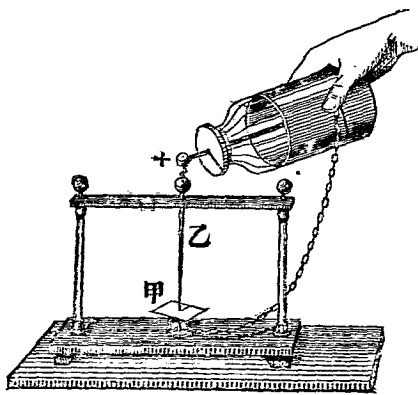
碎玻璃。木。石。流質氣質遇之。則為所擾。電

力鑽透玻璃。驗法如下。

試驗第三十八圖一百一十四 ○以兩玻璃柱。橫

架一玻璃片。片中有孔。以承銅針乙。針下

圖四百一第

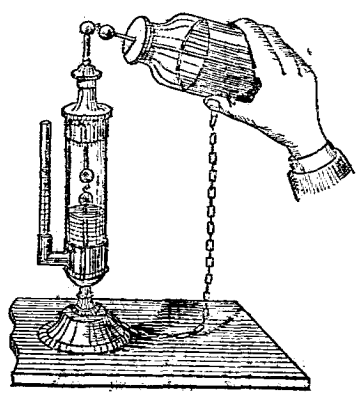


置玻璃杯。亦可玻璃杯內亦有銅針。兩針之間置玻璃片甲。針尖與玻璃相切乙針與玻璃片相切之四圍滴油少許。或漆以舍勒克。免電旁洩。以銅鏈連在下之銅針於來頓瓶之外衣。而以瓶頂加於乙針之銅球。則電過。而甲片為所鑽透一孔。玻璃若厚。則須電數瓶。嘗驗得欲鑽透一生脫半之玻璃片。須十六生脫長電火之電機。若電所過者為紙朴。而兩針正對者。則所鑽之孔直。若兩針不甚正對者。則不甚直。其負電所過之處有小孔。蓋負電入物。易於正電。若以電平論。若欲正電之洩。其電平須高於負電。由此觀之。正負兩電。性各不同。其說可信。

第一百三十四節 試驗第三十九圖一百一十五

○過電擾水。亦可試驗。法以大玻璃管。上下以銅蓋關之。管內貯水。旁出枝管。內亦盛水。大管之上下插銅針。末連銅球。以過電。其時水為所擾。遂至枝管。枝管之水平驟高。而立

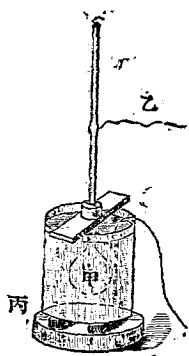
第一百五十圖



刻復舊。可見為電過所致。不由於熱。

第一百三十五節 試驗第四十圖一百一十六 ○來頓瓶受電。則玻璃略漲。而不由於

第一百六十圖



熱。試以有細管之玻璃泡甲。內貯引電流質。或水管間鍍白金線乙。以玻璃器盛水。而置泡於內。以銅線入水。以引電於地。如是布置。即成一蓄電瓶。與來頓瓶無異。試連乙於發電機。則

細管內之水下沉。此即管與泡受電而漲之證。器內之水在冰度不變。試以阻電物

承玻璃器。而復以樹膠餅墊之。如丙。連乙於地。而連器上之銅線於發電機。即反

瓶之內衣 驗得之狀。與前相同。

### 磁效

第一百三十六節 電過亦生磁效。設置鋼線於過電之銅線。與之作正交。則放

電時。鋼線即得磁性。若以銅線繞鋼條。以電過之。如第一百十七圖。則鋼條亦得

磁性。其兩磁極。視電入銅線之向。與繞線之向而變。若瓶之內衣為正電。而銅線

所繞之向。與鐘表之針同。則正電所入之端爲南極。惟因放電時。常作往復之狀。參觀第十七節故無定極。有時應作南極者。或作北極。若使電過溼絲線以減其勢。則無此異。

### 化分化合之效

第一百三十七節 氣質之可化合者。若按劑攪和。而過

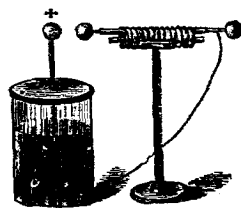
以電火。則立即化合。若不按劑攪和。則連過電火若干次。而亦能化合。若空氣含有潮溼者。過電火數次。則體函略減。驗以藍試紙則變紅。蓋因空氣之淡氣。變爲淡酸之故。

雜質之氣質。如淡輕<sup>三</sup>之類。過以電火。立即化分。餘如銹類。鹽類。及水等物。亦爲電火所化分。惟止電化分化合之力。不如流電遠甚。

試驗第四十一〇 試以溼白紙一張。沾以鉀碘。而以電火過之。則變棕色。卽原質之碘也。

倭氏電礮圖八 〇以小銅礮一。內貯炸氣。如輕氣攪養氣之類。煤氣亦可以木

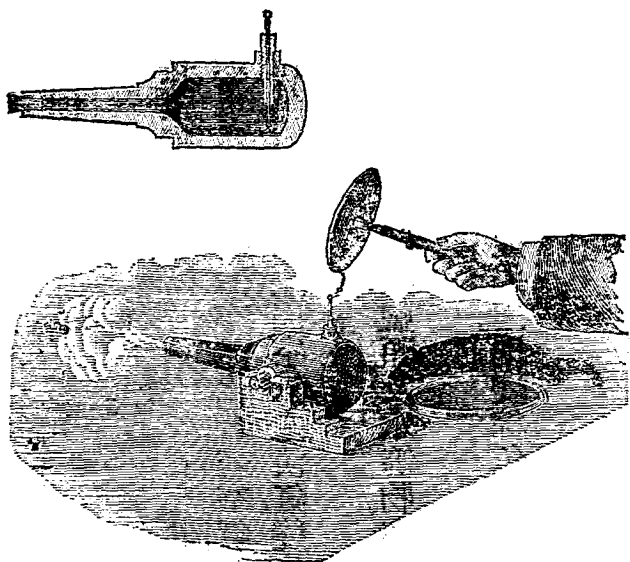
第一百一十七圖



塞礮口。其信門以黑膠皮塞之。穿以銅線。兩端作球形。其下端之球。須與腔邊相近。圖分若以感電盤之電。加於信門上之銅球。則下端銅球與腔邊之間。有電火過。兩氣相合。變為水氣。生熱甚多。其熱足以使氣炸。將木塞擊出。

第一百三十八節 凡兩電所過之居間地。實以氣質。則氣質受電力而變其性。驗之之法。以大玻璃管一枚。如甲。圖九管內復插小管。如乙丙。所驗之氣質。從丁管入。從丁管出。以大玻璃筒戊。盛磺強水。以盛甲。乙丙管內亦盛磺強水。電則從乙入。

第一百十八圖



從已出。一經電過。則氣質變性。若驗以養氣。則變為臭養氣。電機之銅針洩電時。常聞異味。即臭養氣也。

第一百三十九節 電入人身之效

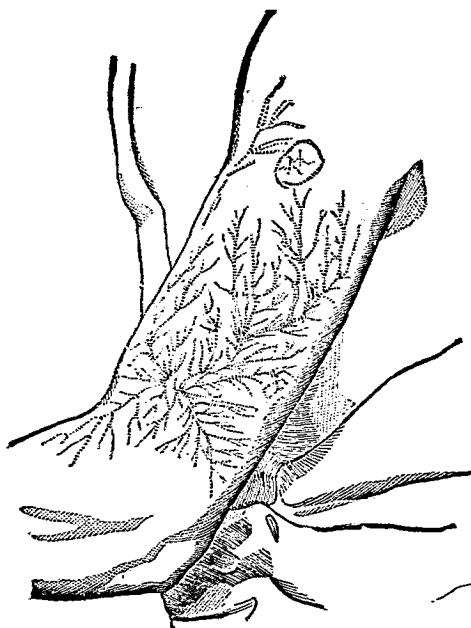
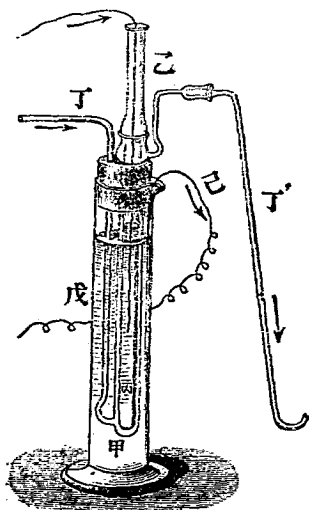


圖 九 十 百 一 第



○前文嘗論。以指節近感電盤。則覺微痛。若電力甚大。則可殺人。電力之大小。視乎電積與電平。若電平大而電積小。或電積大而電平小。雖入人身。而無大害。而放電之遲速。亦有關係。電震甚猛者。若

過溼棉線。則減其勢。而震甚微。來頓瓶之電震頗猛。小瓶之震及肘。中瓶分約加盛倫四之震及胸。大瓶之震及腹。人爲雷電所震者。嘗現樹枝形。如第一百二十圖。

### 電光之久暫

第一百四十節 世人喻事變之速者。每比於電光石火。以其爲時甚暫而不停留也。然其爲時雖甚小。亦未嘗不可量之。以知其大概。欲知電光之暫。宜以下法驗之。

試驗第四十二〇以紙朴作圓餅。從心至周。分爲若干尖塊。而著以色。黑白相間。以輪機使之旋轉甚速。在平常之光處視之。惟見圓餅旋轉極速。其色微灰。不復能辨黑白。設於是時以來頓瓶之電光照之。則見圓餅不動。而黑白分明。電光之暫。可想見矣。

第一百四十一節 惠士登嘗量電光久暫。其法以輪機轉鏡。使旋轉極速。放來頓瓶使現電光。以照於旋鏡上。而觀其反照之影。按光學反照例。旋鏡轉一度。則反照之影轉二度。設電光之現並不須時。則旋鏡只現一光點。反照之影亦只成

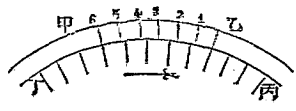
一光點。若電光之過必須時。則旋鏡現一弧。反照之影亦現一弧。而度數倍之。鏡旋速率。可從輪機算得。故電光之短暫。亦可推算。

惠士登嘗測得。旋鏡每秒鐘轉八百次。反照之電光影二十四度。按反照例。旋鏡轉三百六十度。反照之影轉七百二十度。今旋鏡每秒轉  $800 \times 360$  度。即  $298000$  度。故反照之影每秒鐘應轉  $2 \times 298000$  度。惟測得者只轉  $24$  度。故所須之時。只得

$$\frac{24}{2 \times 298000} \text{ 秒} = \frac{1}{2400} \text{ 秒}$$

第一百四十一節 陸氏克氏求電光久暫法 圖一百一十 ○此法比惠氏為尤精。法

以雲母圓片。以黑物蒙其一面。周分一百八十分。其分度線透光。餘處不透光。以橫軸過其心。而以輪機轉之。另以同徑之玻璃片一塊。近邊之處。畫線以均分六分。如第一百二十二圖之甲乙。其分度之線透光。餘處亦不透光。其分度之法。甲乙六度。等於雲母片丙丁上五度。故丙丁之有甲乙。如紀限儀四遊儀之有遊表。甲乙可量丙丁上每六分度之一。置於器上。則甲乙與丙丁同軸。前



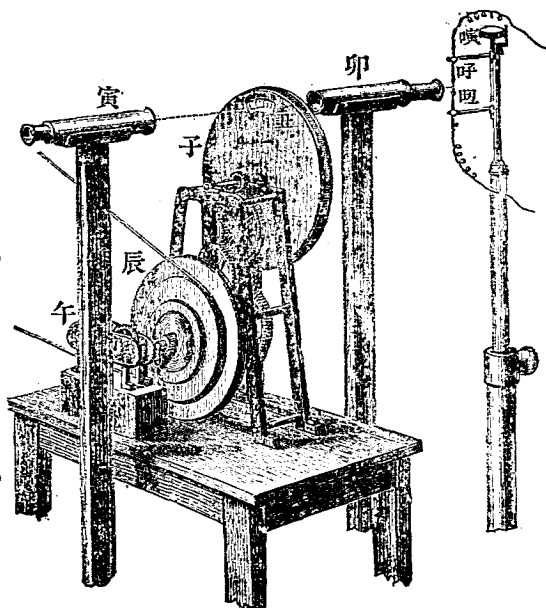
圖一百二十二第



後相離甚近。分度線相合。而無在上在下之分。

十與二圖異

第一二百二十二圖



鏡。及自卯出而入於子。其光線皆平行。辰輪之轉由於汽機。辰輪傳動於雲母片。其旋甚速。有器午以紀其速率。設雲母片每秒旋轉四百次。則每秒時有分度線

陸氏克氏所用之器。有銅盒如子。以盛雲母片。圖一百一十一片

後則置遊表甲乙。百不見十一

盒面有玻璃窗丑。窗前有顯微鏡寅。以看盒內兩片所刻之透光線。以電機發電。以

來頓瓶蓄之。以銅線引電至呼咄小銅球以放電。呼咄相離之遠近。有螺絲噴以進退之。呼咄所放之電光。入於卯

400 × 180 卽 72000 條。在觀者之眼前經過。若眼見兩分度線經過。則其時爲

$\frac{1}{72000}$  秒。惟甲乙丙丁兩片。餘時皆不透光。惟兩片之分度線相合。然後透光。故兩

光發現之間。須時  $\frac{1}{72000 \times 6}$  卽 0.000023 秒。卽一千萬分秒之二十三。

設電光所現之時。在一千萬分秒之二十三與四十六之間。若當分度線相合時。爲電光發現之始。則延至第二次分度線相合時。而後其光始畢。其現於目。則作兩光線。光參觀設電光發現之始。適在兩次分度線相合之間。至第三次分度線相合時。而其光已先畢。則眼見只一光線。是故以上文所定之速率而論。若有時眼見一光線。有時見二光線。則電光所過之時。在一千萬分秒之二十三與四十六之間。今將陸氏克氏所測得各數。開列於下。

電光久暫表

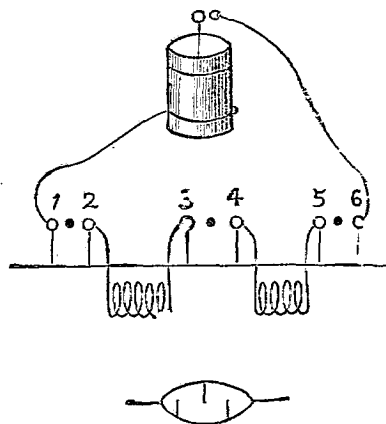
放電 球相 離五 密理

來頓瓶數	電光之時
2	$\frac{26}{10,000,000}$ 秒
4	$\frac{41}{10,000,000}$
6	$\frac{45}{10,000,000}$
8	$\frac{47}{10,000,000}$

電光之久暫。隨瓶數而變。又隨相離之遠近而變。而與銅球之大小無涉。

### 電速率

第一百四十二節 惠士登嘗測電之速率。其法以木板一條。上置三對小銅球。



第一二百二十三圖

以阻電物分隔之。圖一十三第一球與來頓瓶之外衣連。末一枚。即第六枚。與瓶之內衣連。第一球與第二球相離十分寸之一。第三四第五六等相離之數亦如之。第二第三球之間。有銅線長四分邁之一。以連之。第四第五球之間亦然。故放電時。第一第二三四第五六球之間。有電火飛過。

在木板前約十尺。置旋轉極速之鏡。設電火發現時。鏡不旋轉。或雖旋轉而速率甚慢。則鏡中只現光三點。若旋轉稍速。則現光線。愈速則愈長。光線齊端。若旋轉極速。從左向右。則光線之形如——。若從右向左。則光線之形如——。惠氏測得

旋鏡每秒時轉八百次。光線長二十四度。是電光所過之時爲  $\frac{1}{28000}$  秒。而在中之光線。比在左在右之線。或在前半度。或在後半度。若以時計。則合  $\frac{24000 \times 24 \times 2}{1152000}$  秒。是電過四分之一須時  $\frac{1}{1152000}$  秒。故得電之速率。每秒 288000 邁。比光之速率爲大。

格物家嘗測電線傳電之速率。其所用之電線長短不同。而所測得之速率亦各異。分列於下。

電線之長	電之速率
314 基勞密打	$1.018 \times 10^{10}$ 生脫秒
885	$.301 \times 10^{10}$
1004	$.359 \times 10^{10}$
863	$.359 \times 10^{10}$
285	$1.62 \times 10^{10}$
.639	$4.63 \times 10^{10}$

表中所列速率。相差甚大。蓋電速率一語。原無一定之義。電速率常因電平。電量。電阻力。與電線之長短。而變。設於電過之路。間以溼線。則電之流行。為之大阻。即此一端。可例其餘矣。

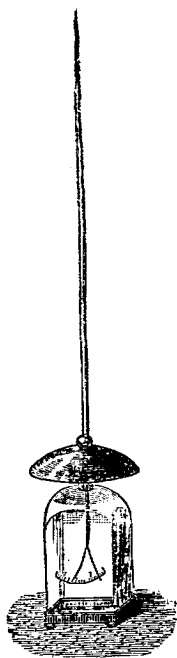
### 第十章 空際之電

第一百四十三節 證空際之電。與貓皮擦玻璃所得之電相同。始自法朗令。其法。以銅針插紙鳶上。以線飛於空際。線末繫銅匙。復以絲線繫匙。而拴於樹上。遇雨而紙鳶之線溼。則引電。以手近匙。果得電火。同時有豎四十尺長之鐵桿。以取中空之電者。亦得電火。隨後有用紙鳶法。以引電之物作線。得電火長九尺。以上取電之法。皆由感電。

#### 第一百四十四節 驗空

際之電。其器不一。最簡者為常用之驗電表。其連金

第一二百二十四圖



箔之銅條。引長至二尺許。其末有尖。玻璃瓶之形方。旁刻度數。另蓋銅帽以禦雨。

此器須置於高處。圖一百十四有以銅球連銅線。而擲於空中者。銅線之末有銅環。銅環遊行於銅條之上。銅條則連於驗電器之頂。亦有以銅矢射於空際者。

今解設爲無電平。以銅桿置針。驗空際之電之理。設空際浮雲有正電。銅針在其電界。則全針得感電。針尖得負電。其近地之下端得正電。故驗電器之金箔分離。針尖積電既厚。則洩電。以至電平與其周圍相等。此時驗電器金箔分離之度。卽示針尖與其周圍之電平。若周圍之電平升高。銅針又洩負電。而金箔分離之度愈大。若周圍之電平下降。則銅針尖洩正電。金箔分離之度則減。故觀金箔分開之度。而知針尖所在之處之電平。若遇大風之時。空際之電平甚高。近地之銅桿能震殺人。宜以大銅球之連地者。置近之。若有電震。則震球而不震人。俄國格物家某嘗被震死。近人不用銅針。而用慢燃之紙條。或用滴水。以洩電。

第一百四十五節 愷爾文驗空際電機 ○此機可分兩起。在高處者。曰滴水機。其製如第一百二十五圖。甲爲銅器。盛水。承以三足玻璃架。以阻電。承架以鐵柱。柱心有外裹阻電物之銅線。如下。以連甲於室內之驗電表。乙爲鐵蓋。以禦雨。丙

圖 五 十 二 百 一 第

置於室中者曰紀電平之機。如第一  
百二十六圖。子爲不透光之黑箱。內  
有銅鼓。蒙以照相紙。有輪機使銅鼓

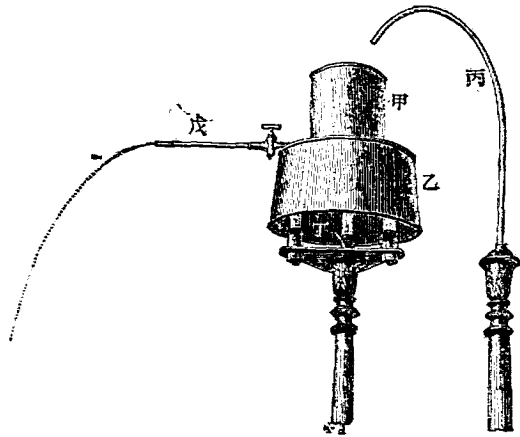
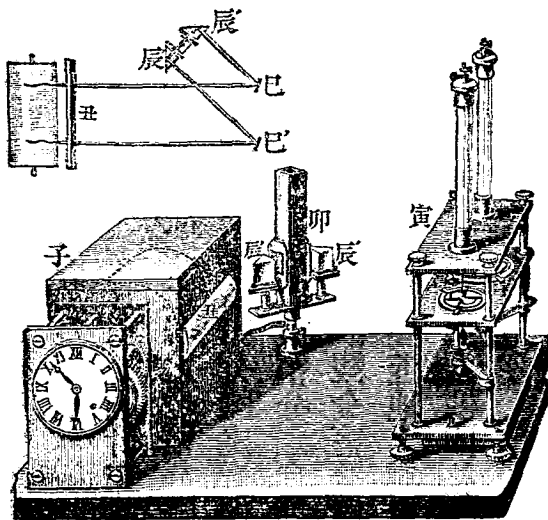


圖 六 十 二 百 一 第



爲水管以灌甲。甲旁有洩水管戊。管徑  
甚小。洩水甚慢。以洩電。其用與上文之  
銅針同。

自轉。黑箱之一邊有圓柱玻璃一塊。如丑。箱前置量電表兩具。如寅。與滴水機之引電銅線相連。黑箱之旁有燈。以不透光之方玻璃箝蓋之。如卯。玻璃箝相對之兩面。各有一長縫。透光於三稜玻璃辰辰。此光照於量電表之小鏡已已。分看左方而迴射於丑。則聚爲光點。而照於照相紙之上。空際之電平若加。則量電表之鏡動。而光點亦動。故觀照相紙之曲線。可知空際之電狀。

第一百四十六節 空際電狀○用以上各法。驗得不獨大風時。空際有電。平時亦常有電。其電常爲正電。罕見空際無雲時。電平爲正號。離地愈遠。電平愈高。房室街道與樹木之下。並無正電。以城市論。空曠之地。濱海之處。與橋梁之上。時有正電。愷爾文嘗驗得。在阿蘭島。電平之變甚速。每離地面一尺。電平加三十六倭爾。若遇北風或東北風。則電平之變。更有過於此者。冬令氣候寒燥。電平之變最大。嘗有於寒暑表在負八度與負十二度間之時。驗得每離地高一密打。電平升六百倭爾。

第一百四十七節 每日電狀○以晴天而言。夏季午前八點時。午後九點時。空



際之電爲最多。冬季則以午前十點。午後六點。爲最多。夏季最少時。則在午後三點。與夜半。又十二月之電。十三倍於五月。然測驗電狀諸法。皆未臻完備。以上云云。未足據爲定論也。

空際雲滿時。其電或爲正。或爲負。有謂空際有負電時。四十邁之內。必有雨。或雪。或雹。雨停後。空際有正電。則有數日晴。空際雲過。雲受有電。則空際之電無定。或正或負。一日數變。當大雷電時。電平之變甚大。則非照相法所能記。地面之電。常爲負電。而常隨燥溼與空氣之熱度而變。

第一百四十八節 空際電源○空際之電。其所從來。尙無定論。有謂水蒸成汽而生電者。有謂水蒸成汽。並不生電。而水之含有鹼類或鹽類。蒸散成汽時。其汽得正電。流質得負電者。若水含酸質則反是。故謂地面海水。含有鹽類。蒸散成汽。則有正電。而地則得負電。

有謂蒸散生電。由於水之微點與器邊相磨。而不由於他故。而以汽機發電爲證

者。類上節五  
十九節

法勒狄嘗驗得。水之微點與冰相磨。亦能生電。近人有以此爲空際得電之由來。謂空際高處。同時有冰與水之微點。相磨而生電。冰之微點得正電。水之微點得負電。雨降而負電隨之降。故空際只餘正電。

第一百四十九節 試驗第四十三〇 驗蒸散生電。以白金碟炙之甚熱。加水少許。而置碟於倭氏量電表之銅片。同時連其在下之銅片於地。三十一 第八十四圖俟流質化去時。移去連地之銅線。而將在上之銅片舉起。若水含鹽類。則金箔分離。否則不動。

第一百五十節 浮雲常有正電。而亦有有負電之時。雲之有正電。由於蒸散之水氣至高處而成雲。其有負電。則由於霧與地相切。挾負電而上升。有時則因雲霧之間有溼氣以間之。霧受雲之感而得負電。浮雲之電平甚高。其故亦由於蒸散之水氣之微點。設有水氣微點一千枚。各枚之徑相等。其所含之電亦相等。若結爲一大點。則此大點之徑。十倍於一小點。其電量亦大十倍。此大點所含之電。且千倍於一小點。而電平則高百倍。浮雲所含之點。不計其數。故其電平甚高。

第一百五十一節 雷電○空際所發之電光。離地近者其光白。離地遠者其光微紅。此因空氣稀微之故。常見之電光。長逾一邁。有時長至四五邁。電光所行之路不直。因空際阻力不同之故。

空際電光。其狀不同。略分三種。一曰曲線電光。其行甚速。其路彎曲。作曲線形。與發電機所現者略同。二曰成片電光。發現時。光滿天際。而無一定之形。以夏夜爲最多。只見電光而不聞雷聲。有謂曲線電爲雲與雲所放之電。其成片者爲雲與地所放之電。三曰球形電光。其光如球。徑約十八寸。自天下墜。其行不甚速。自起至滅。須時有至十秒者。有時墜地復起。有時炸裂。其聲如礮。球形電光。格物家尙未得其故。

此外尙有小電光。空氣多電。浮雲甚低時。則現於桅頂樹杪等物。其形與電帚光略同。只現於黑闇處。亦微有聲。

曲線與成片電光。其發現之時。不過一百萬分秒之一。其光甚濃。幾若日光。惟入目之時甚暫。故見之不過與月光等。若電光能久住。其濃當十萬倍於暫現者。

空際放電所發之聲曰雷。雷電本同時而發。惟聲行慢而光行速。故先見光而後聞聲。若人離發電處逾十五邁。則不聞聲。雷聲所過之處。有雲。有空氣。稀密不等。而聲又觸地。是數端者。皆生迴響。故作隆隆之聲。

空際之電。好入高樓樹木。人畜遇之則死。引火之物遇之則燃。金類遇之則鎔化。不善引電之物遇之則碎。電過鐵條。則變之爲磁。若遇磁針。則反其極。空氣之熱者。引電較易。故遇大風雨時。成羣之牛羊。爲電所擊。則同時可立斃數頭。

第一百五十二節 回電○浮雲之有電者。物在其電界之內。則得感電。及雲之電既放。則物所得之感電復原。是爲回電。其力雖無原電之猛。而亦可以殺人。而不見傷痕。

人之斃於雷電者。有謂因腦筋暫時受傷而停其呼吸之故。若設法以人力代爲呼吸。則可使復生。

第一百五十三節 電引○電引所以護房屋船艦。不使爲電所擊。馬克士維謂宜用鐵絲網以罩房屋。因罩內不爲外電所擾故。觀四上節從前皆用銅線自屋頂

引電以入地。近來考得。空際放電。大抵皆作往復之狀。因知善引電之物如銅線之類。反不宜作電引。故改用鐵條。近人新考得製電引之法。如下開各條。

一。電引須連貫成一條。不宜有接續之處。又宜專用一金類。不宜雜以他物。

二。銅條價值太昂。又不合宜。宜用鐵條之鍍銍者。

三。不獨房屋最高處宜連電引。凡屬高處。皆宜用之。

四。電引入地之處。須深至二十尺。若屋旁有井。則宜置電引於井內。否則在地下作池。引雨水於內。而以焦煤實之。

五。電引若經過煤氣管或水管之旁。宜以銅鐵線連之。

六。緣牆之電引。宜以阻電物隔之。

七。屋外之銍頂。銍槽。與飾觀之銅花。鐵花等物。宜以銅鐵線連之。另作電引。以入於地。不與總電引相連。

八。牆角。屋脊。煙囪之類。宜分用電引。

九。電引須粗。則不致爲電火所鎔化。

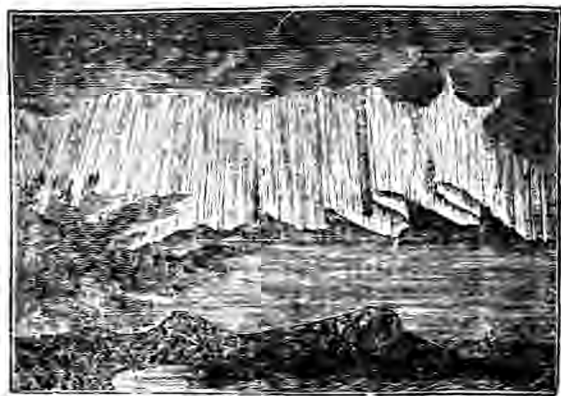
北曉

第一百五十四節 地球之兩極。常現電霞。其現於北極圈者。又曰北曉。其形狀

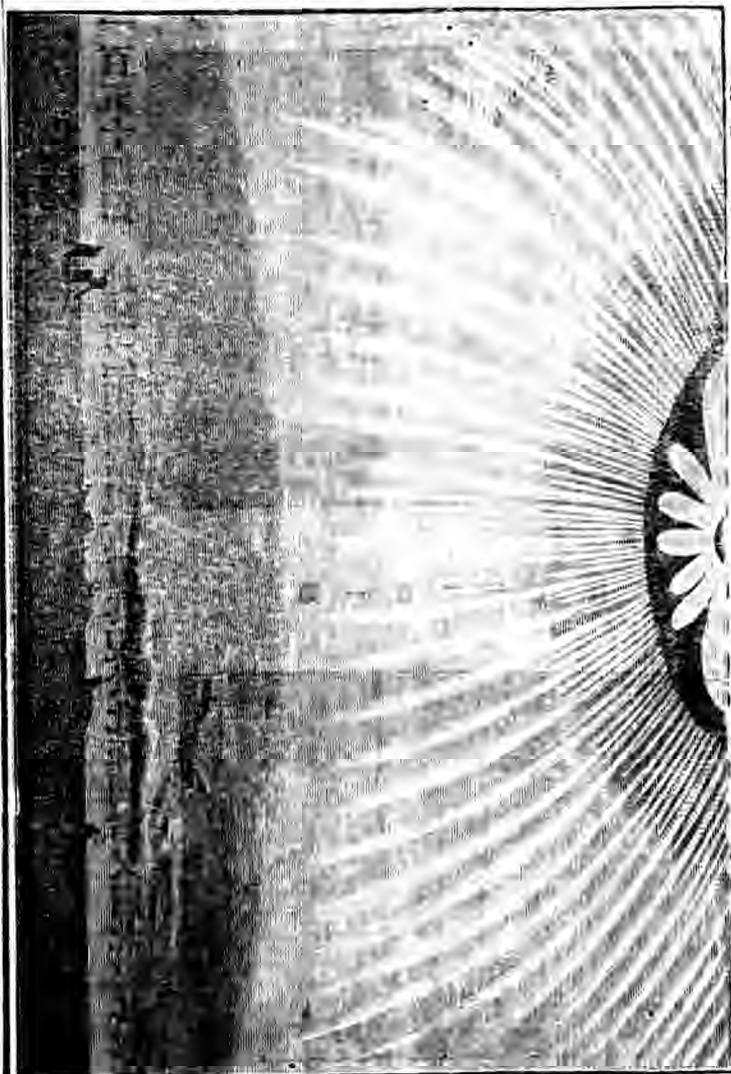
第一二百二十七圖



第一二百二十八圖



第一二九圖



西曆一千八百八十年八月十八日在柏林所見之北極

不一。有如扇者。有如弧者。常見之北曉。如第一百二十七圖。其射出之光。微作閃動之狀。一千八百三十八年之冬。在拉博蘭<sup>北緯七度</sup>所見之北曉。如第一百二十八圖。林氏在那威北邊所見者。其形狀最爲富麗。如第一百二十九圖。有時北曉浮滿空際。人皆可見。嘗有至北極圈考查此事者。謂二百日之內。見北曉一百五十次。大概言之。北極之地。無夜不見北曉。惟濃淡不同耳。北曉離地不遠。不逾三十餘邁。在離極稍遠之地。其高不逾二三邁。那氏謂地球兩極。常有光環之。或一圈或二圈。名曰電霞環。環之外周。離地約一百二十邁。其徑長約一千二百五十邁。環心不在地磁極。而在北緯八十一度東經八十度。電霞環平時無射出之光。與第一百二十七圖異。惟遇有磁風時。則有射出之光。北曉之現。有其最多之期。與磁風同。每十一年爲一期。惟電霞之現。並不擾及地面之電狀。一千八百五十九年。磁風甚厲。電霞之現。幾遍全球。而近地空際之電。不異平時。

第一百五十五節 嘗有以分光鏡驗電霞者。驗得綠界有數線。藍界有一線。而



不甚顯。紅界亦有一線。此與淡氣之甚稀而在甚低之熱度所現之光帶同。亦不大異於電過稀微空氣所現之光帶。此外尙有一黃光線。現於黃綠界之間。似爲電霞所獨有者。有時其光帶或不現藍綠各線。而惟此黃線獨在。然在試驗室所驗之電光。從未見有此線。

格物家謂電霞由於兩極空氣之正電。與地面之負電相近。故放電而生光。而兩極之正電。則由於赤道高處之空氣。含水氣而至於兩極。又電霞與真空管所生之電光同。故以電霞爲電所致。

第一百五十六節 林氏嘗試作電霞。其法在高一千一百密打之山上。豎銅桿若干條。桿末帶銅針。銅桿所佔之地寬約四千方尺。銅桿與銅桿皆有電線相連。而不與地接。復以電線連銅桿。此線之一端與連流電表之一螺絲相連。尙有一螺絲。則連於地。驗得有正電從空氣入於地。同時銅針之末放電光。其色黃白。高至一百二十密打。以分光鏡驗之。則見黃界綠界間之黃線。

## 第十一章 電源

第一百五十七節 本卷所論者。大抵皆磨擦所生之電。其實生電之方甚多。不獨磨擦。今分論於下。

第一百五十八節 碰擊生電○兩物相碰亦生電。一得正電。一得負電。

第一百五十九節 震動生電○設以銅條。外裹阻電物。如硫磺之類。而使銅條之內震動。則銅與硫磺相切處生電。

裂物生電○設在黑闇處。裂厚紙。則見電光。其裂開之兩塊。同時得電。在黑闇處以齒齧糖。或驟裂雲母片。使成兩塊。皆生電光。

第一百六十節 結晶凝結生電○以玻璃碟。鎔硫磺。俟其凍結時。驗之。則有電。鍾養<sup>五</sup>之在輕綠結晶者。則生電光。最奇者。以鎔罐。鎔合鉀與銅。硫養<sup>四</sup>。其凝結時無電。其後漸冷。忽自碎成粉。而生電。

第一百六十一節 燃燒生電○以熾炭一塊。連於驗電瓶之頂。則金箔分離。

第一百六十二節 蒸散生電空際之電皆詳見第一百九節熱之生電。與異物相接

生電。皆詳下卷。

### 第一百六十三節

#### 晶熱電

○晶類冷熱不同時。所生之電曰晶熱電。最顯者爲

土末連。石此石成塊時。質堅色黑。而不透光。有轉

光極之性。惟割成薄片。則略透光。其色深綠。常見

者。其形如第一百三十圖。其兩端如第一百三十

第一百三十三圖



一圖。謂之兩極。甲曰乾極。乙曰坤極。甲端三面相交線。

止於稜角。乙端三面之相交線。則止於稜身長面之中

點。若炙石使熱。其由冷至熱時。甲生正電。而乙生負電。

及其漸冷。由熱至冷時。則反是。甲生負電。而乙生正電。若熱度不變。則不問此熱

度之高低。而兩端均無電。若熱至一百五十度以上。則亦不生電。此非因其熱度

變高。而變爲引電物之故。蓋熱度雖過一百五十度。亦並不引電也。若熱度在十

度以下。亦不生電。若熱之而懸之以線。則爲有電之物所推吸。若熱第二枚之石。

而持近於第一枚。則兩枚同極相推。異極相吸。若斷之爲二。則每段仍有兩極。碎

之亦。然此與磁鐵相類。

第一百三十一圖



此外如布拉賽。石內含鎂養砒養三。石英。蔗糖。金雞納。鉀養。果酸。黃玉之類。亦有晶熱電。布拉賽之晶類如第一百三十二圖。卽立方之去其相隔之四角。其有尖之角爲乾極。其無尖之角爲坤極。

試驗第四十四○欲驗晶類之晶熱電。宜先炙之使熱。

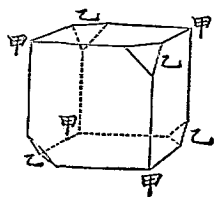
而以硫磺粉紅鉛粉相雜。飾於晶類之上。因飾動時。硫得負電。鉛得正電。及鋪於晶類時。則正電吸黃粉。負電吸紅粉。黃紅分明。各顯電性。

第一百六十四節 光電○鈣弗石之晶類。不獨受熱而生電。卽受日光或電光。亦能生電。石英之透光者亦然。銅片之類。承以阻電物。既受日光。亦能生電。凡此皆曰光電。

第一百六十五節 生物之電○水族有生電之器。電魚產地與大洋之電在其頭。

如第一百三十三圖。其器有小泡。約千枚。連於大腦筋四條。魚之上面有正電。下面有負電。電鱧之電器。自頭至尾。電鱧長至五六尺者。其電甚猛。植物亦有電。其

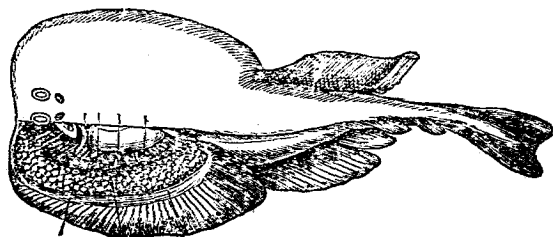
第一三百三十二圖



根與多水之處有負電。葉有正電。人身之腦筋受擾時。或筋伸縮時。亦微生電。

第一百六十六節 牽壓生電 ○晶類受壓。亦能生電。設以兩指乾須捏克勒克石。壓力之向。與鈍邊平行。則生電。數日不失。黃玉。雲母。鈣弗石。亦然。壓力加於土末林之兩極。或六角石英之相對兩面。亦能生電。一生正電。一生負電。若用力牽晶類。則亦生電。

第一百三十六圖



## 課題

一。有兩銅球相離五生脫。一有電五劑。一有十劑。求電力。

二。有兩銅球相離十二生脫。其相吸之電力等於六代晤。設一球有正電三十二劑。試求彼一球之電積。

三。有兩銅球。一有電三十二劑。一有電三十六劑。相推之力八代晤。求兩球相離之遠。

四。兩銅球相離十生脫。電力等於五密理格朗之重。設一球有電四十五劑。試求彼一球之電積。

得數  $1410.9$  劑

五。有同形相等之兩球甲乙。甲有電。而乙無電。兩球相切之後。相離八生脫。驗得相推之力爲十六代晤。求甲球原有之電積。

得數  $92$  劑

六。有兩相等之小銅球。一有正電十劑。一有負電五劑。其始相離五生脫。設使兩

球相切之後。復分置之。相離仍五生脫。試求前吸後推兩電力相比之數。

七。有一無電之小銅球。與一相等而有電之小銅球相切。相離六生脫之後。相推之力四代晤。設欲使其相推之力爲一代晤。問兩球相離之遠應若干。

八。有兩小銅球。每球有電五十劑。置於三等邊三角形之兩角。每邊打長求在第三角之總電力與其向。

九。銅球之半徑五生脫。有電千劑。試求球面鋪電密率。

十。有銅球徑長三生脫。問須電劑若干。可使其鋪電密率等於七。  
下  $\frac{23}{7}$

得數 198 劑

十一。有兩銅球。徑與徑比。如七之比十。承於阻電物上。兩球所受之電積相等。求

鋪電密率相比之數。

十二。有兩銅球。徑與徑比。如三與五比。其所有之電。如七與十比。求鋪電密率相比之數。

十三。有三小銅球甲。乙。丙。其所有之電積。如  $1:2:4$ 。若乙在甲丙一線之間。問如

何置乙。然後乙可不動。設置乙於引長丙甲線之上。問如何而後乙所受丙與甲相推之力。可以相等。

十四。有一銅球甲。離通草球乙三十生脫。甲乙皆有正電。又有一銅球丙。得有負電。置於甲乙線之間。離乙二十生脫。驗得草球不動。試求甲丙電積相比之數。

得數 9:4

十五。有一行秒之擺。學以銅球甲作墜。以絲線懸之。甲之質積爲十六格朗。擺墜之下。置一銅球乙。若以負電加於甲。以正電加於乙。驗得一擺之時。祇須十分秒之八。求甲乙相吸之力。計按重

得數重九格朗

十六。設有小銅球甲。有正電二十四劑。又有一小銅球乙。有正電一劑。設甲乙相離爲一。二。三。四。五。六。八。十。生脫。試求在各該點之電力。設以縱線代電力。以橫線代甲乙相離之遠近。試畫一電力曲線。

十七。設有一小銅球。有正電二十四劑。試求離球一。二。三。四。五。六。八。十。等生脫之



電平。並以縱橫線之法。作一電平曲線。

十八。設有一正方形。邊長一。其四角各置電五十劑。求在對角線相交點之電平。

十九。設甲。乙。丙。丁。爲正方形之四角。邊長八。乙。丙。丁。三角。各置電十六。三十四。二十

四。等劑。求在甲角之電平。

得數約等於八

二十。有兩引電器。其一之電量爲十。其一爲十五。有銅線以連之。設加電千劑於兩器。求每器分得之電若干。並其電平。

二十一。有引電器。電量七十五。電平二十。若分電於另一引電器。電量二十五。問此後每器有電若干。電平若干。

二十二。有三銅球。電量等於一。二。三。電平爲三。二。一。設以銅線連之。試求公電平。  
得數  $\frac{21}{3}$

二十三。有一銅球。半徑十四。生脫。受電至鋪電率等於十。問須電若干劑。球面之電平若干。

二十四。設有一點。在第二十三題銅球之外。而與球面相離之遠。小至無限。求在該點之電力。

二十五。設有銅球。半徑十生脫。受電六千二百八十四劑。分電於一球。半徑十五生脫。求兩球分離之後。各有電若干劑。並其鋪電密率。

得數

小球電積 = 513.0 劑密率 = 4  
大球電積 = 3770.4 劑密率 = 1.33

二十六。有兩銅球。其徑各等於一。生脫。有銅線以連之。公電平等於四十。兩球相推之力。等於五代晤。求兩球相離之遠。設移近兩球。使相離半密打。求相推之力。

二十七。有甲乙兩銅球。甲球之半徑二生脫。乙球之半徑三生脫。甲之電平五。乙之電平十。若以銅線連之。問公電平若干。

二十八。有甲乙兩銅球。甲球半徑二生脫。乙球半徑六生脫。甲球電積八十劑。乙球電積三十劑。設相連以銅線。問過電若干。

得數

52.5 劑

二十九。有相等之小銅球兩枚。相離四生脫。其所受之電。如二之比一。設使兩球相切。而復分離。相距六生脫。求前後兩次相推之力之比較。

三十。甲球半徑呷生脫。乙球半徑乙生脫。甲球有電。而分於乙。求甲乙兩球鋪電密率相比之數。

得數  $\frac{2}{3}$

三十一。銅球半徑二十五生脫。受電至電平一百。乃分電與一來頓瓶。電平降至二十。求來頓瓶之電量。

得數 100

三十二。甲乙兩球。甲徑四生脫。乙徑六生脫。乙甲之電平相比。如四與三比。求兩球鋪電密率相比之數。

三十三。甲球積正電四劑。乙球積負電九劑。兩球相離十二生脫。移去乙球。使與無電之球丙相切。丙徑半於乙。復置乙近甲。相離八生脫。求甲乙前後兩次推力相比之數。

得數 2:3

三十四。球之半徑二十五。生脫。受電至鋪電密率等於 $\frac{5}{2}$ 。求電平。

三十五。有銅球甲。半徑爲 $r_1$ 。電平至平。又有一空心銅球乙。半徑爲 $r_2$ 。電平至平。設置甲於乙內。並使相切。試求每球之電積與其電平。

三十六。兩小引電器之電量。等於呷與吃。其電積則等於甲與乙。設連以銅線。試求其公電平。並過線之電積。

三十七。第三十六問兩器之間有一點。無論兩器有銅線相連與否。該處之電平不變。試求其處。

三十八。有小球若干枚。環置於圓周之上。設每球受電。電平各異。其圓心之電平。無論有銅線連球與否。並不改變。試證其理。

三十九。有蓄電球。內衣之徑六十。生脫。以玻璃爲通感物。厚一。生脫半。其感電量。求球之電量。

得數 4284

四十。有一渾圓蓄電器。受電子劑。外連於地。內球半徑等於呷。外球半徑等於吃。兩球之間實以空氣。在兩球之間。任取一點。離心咄生脫。求在該點之電平。

四十一。有甲乙兩銅球。甲之半徑十生脫。乙之半徑五生脫。連以細長銅線。以空心球同與乙內半徑長  $0.5$  生脫者罩乙。設加電五百二十劑於甲乙。試求甲乙各得之電積。

四十二。有以同心之空心球兩枚作蓄電器者。兩球之間。實以硫磺。設大球之半徑長一百零一。生脫。小球之半徑一百生脫。硫磺之感電量爲  $0.4$ 。試求另一銅球之半徑。其電量可等於此蓄電器者。

得數  $34.34$  密打

四十三。有一蓄電器。有衣兩層。一連於地。一受電五千四百劑。驗得兩衣電平之較爲十五。求此器之電量。

四十四。有以正方銅片兩塊。作蓄電器者。每邊長三十五生脫。中實以樹膠皮。厚  $0.4$  生脫。感電量等於  $2.25$ 。求蓄電器之電量。

得數 548.8

四十五。有電線長一邁。以圓銅線爲心。外裹格搭伯查。厚 0.91 生脫。其感電量

= 2.46 銅線之徑 0.18 生脫。求電線之電量。1 邁 = 100,000 生脫

得數 82,164

四十六。有圓蓄電器。外球徑二十四生脫。內球徑二十生脫。電平至五十。求加電時所立之功。

四十七。有蓄電器。電量十。電平三十。求電積與所立之功。

四十八。有兩銅球。其一半徑長十二生脫。一長三生脫。一受電三十六劑。一受電

二十四劑。試求電平相比之數。與所有之電能。

四十九。有一來頓瓶。電量三十。電平十五。又有一瓶。電量二十。電平四十五。求立功相比之數。

得數 1:6

五十。有一有電之來頓瓶。分其電與兩來頓瓶。三瓶電量皆相等求分電後。一瓶之電能。

與未分時一瓶之電能相比之數。

五十一。有一蓄電瓶。電量一萬。電平十四。略其放電之後。電平降至五。設電能全變作熱能。問放電時生熱若干。

五十二。有一蓄電球。內徑二十生脫。外徑二十四生脫。有電七千五百六十劑。中實以舍勒克。感電量三。設放電時盡化爲熱。問生熱若干。

得數  $0.003782$  加羅

五十三。蓄電瓶之電量七百。若放電時生熱一加羅。求電平。

五十四。有一有電之來頓瓶甲。其內外衣連於一無電之來頓瓶乙。乙之電量倍於甲。求甲乙既連之後。與甲未連乙時。電能相比之數。

五十五。有引雷器甲。乙。丙。三枚。惟甲有電。若甲先分電與乙。再分電與丙。求既分電後。甲乙丙各有之電能。與甲未分電時之電能相比之數。

得數

$$\frac{1}{16}, \frac{1}{4}, \frac{1}{16}$$

五十六。設有引電器。電量一百。電平五十。又有石一塊。質積四百格朗。速率每秒

二十五生脫器之電能與石之動能相等。試演算以證之。

五十七。甲球半徑 $\parallel$ 呎。乙球半徑 $\parallel$ 呎。甲先有電。後乃分電與乙。求未分電時甲之電能。與既分電後甲乙共有之電能。相比之數。

五十八。有一來頓瓶甲。有電 $\mu$ 劑。另有與甲相等之來頓瓶四枚。其內衣皆相連。設此四瓶同受 $\mu$ 劑之電。求第一瓶與後四瓶電能相比之數。

五十九。有一來頓瓶。有電若干劑。連於無電之九瓶。共成十聯瓶。十瓶電量皆相等。求未連時一瓶之電能。與既聯後十瓶之電能。相比之數。

得數 10:1

六十。有一來頓瓶甲。有電 $\mu$ 劑。電平等於 $\mu$ 。放電之後。又加以電。電平亦至 $\mu$ 。乃分電於一半量之瓶。兩瓶相切。則略放電。復分離之。而分放其電。求四次放電時電能相比之數。

六十一。有一來頓瓶。有電 $\mu$ 劑。電平至二十。問全放電時所得之熱。

六十二。有蓄電器。電量五千。電平二十。略放其電。使電平降至十。求所生之熱。



六十三。有電表之心片。徑長八生脫。與在下之圓片相離。生脫。抵電力之重。等於 3.6 格朗。試求兩片之電平較。及 = 981。

得數約 18.90

六十四。有一量電表。其上下兩圓片之電平較為七十二。在上之心片面積八十。八方生脫。兩片相離三生脫。試求兩塊相吸之電力。 $\frac{1}{r} = \frac{29}{1}$

六十五。有甲乙兩銅球。相離甚遠。皆承於阻電架上。兩球皆受正電。其電平相比。如 4:5。其鋪電密率相比。如 1:9。求球徑相比之數。

得數 9:5

六十六。有渾圓來頓瓶甲。內半徑十二生脫。外半徑十四生脫。內衣受正電二十。五劑。又有一瓶乙。內半徑八生脫。外半徑十二生脫。內衣受正電五劑。兩瓶之外衣皆連於地。設以銅線暫連兩瓶之內衣。問電從甲流於乙乎。抑從乙流入甲乎。

六十七。有甚寬之銅片甲乙兩塊。皆受有正電。而其積不相等。甲面之鋪電密率

||  $\infty$ 。乙之鋪電密率 ||  $\infty$ 。設兩片相離二生脫。試求甲乙間正電一劑所受之  
推力。

六十八。有平面銅片蓄電器。每片面積五十方生脫。相離一密理。每片有電  
劑。求電功與電平較。

100  
25



# 靜電學勘誤

葉數	行數	字數	勘誤
七十一	一	五	而字旁之圈移上一格
又	又	十一	設字旁之圈移上一格
九十五	七	十八	乙字旁之圈移上一格
九十三	十二	十一	量字旁之圈移下一格
一百二十三	十	一	過電作電過
一百二十三	十	二	
一百二十九	四	數目	298000作288000
一百二十九	五	數目	298000作288000
一百二十九	六	算式	$\frac{24}{2 \times 298000}$ 作 $\frac{24}{2 \times 288000}$
一百三十一	八	八	物字作粉字
一百三十一	二	二	惟字作其字
一百三十一	二	二十四	合字下加時字

二百三十二	三	二十六	三對小銅球作小銅球三對
二百三十四	八	一至二	中空作空中
二百三十五	三	三至七	設為無電平五字刪
一百三十五	三	二十九	針字下加旁註設為無電平五字
一百三十七	六	二十七	電字下加即字
一百四十一	十三	旁註	四十節作四十三節
一百四十七	十二	十一	電字下加與字
一百四十七	十二	旁註	實際之電等字作直行不作旁註
一百五十	二	二	筋字刪
一百五十	二	六至九	亦微生電作生電亦微
一百五十七	七	八	問字作題字
一百五十七	七	九	兩字下加引電二字
一百六十	二	十八	其字刪
一百六十	二	二十一	之字刪

# 上海商務印書館新出各種教科書廣告

## 中學堂用

- 鴻賓全志(附圖一冊) 每部洋二元  
 物理學 每部洋二元  
 生理學 每部洋一元  
 化學 每部洋二元  
 熱學 每部洋七角  
 力學 每部洋一元  
 代數學 每部洋二元四角  
 靜電學 每部洋六角  
 地質學 每部洋一元二角  
 地文學 每部洋九角  
 動物學 每部洋八角  
 化學新教科書 每部洋一元二角  
 中國歷史第一冊 每部洋七角  
 中國歷史第二冊 每部洋五角  
 西洋歷史教科書 每部洋一元五角  
 中國地理學教科書 每部洋一元五角  
**高等小學堂用**  
 中國歷史教科書四冊 每部洋七角  
 地理教科書四冊 每部洋八角五分

## 初等小學堂用

- 理科教科書四冊 每部洋八角  
 算術教科書一至四冊 每部洋二角  
 算術教科書教授法一冊 每部洋二角五分  
 算術教科書教授法二冊 每部洋三角  
 算術教科書教授法三四冊 每部洋二角五分  
 修身教科書一至五冊 每部洋一角  
 修身教科書教授法一至六冊 每部洋一角  
 國文教科書第一冊 每部洋一角五分  
 國文教科書二至十冊 每部洋二角  
 國文教科書教授法第一冊 每部洋四角  
 國文教科書教授法二至四冊 每部洋三角  
 中國歷史教科書二冊 每部洋三角  
 地理教科書四冊 每部洋五角  
 算術教科書一二冊 每部洋一角五分  
 算術教科書三至五冊 每部洋二角  
 算術教科書教授法一二冊 每部洋二角五分  
 算術教科書教授法三四冊 每部洋三角五分

## 師範學堂用

- 算術教科書教授法第五冊 每部洋四角  
 算術教本二冊 每部洋四角  
 珠算入門二冊 每部洋四角五分  
 珠算教科書教授法第一冊 每部洋五角  
 物理學教科書 每部洋二角  
 習字帖第一冊 每部洋一角  
 習字帖第二三冊 每部洋八分  
 習畫帖(學生用)八冊 每部洋七分  
 習畫帖(教習用)二冊 每部洋二角  
**師範學堂用**  
 教育史 每部洋二角五分  
 教育學 每部洋二角  
 學校管理法 每部洋二角  
 教授法原理 每部洋二角  
 近世算術 每部洋二角  
 中國地理 每部洋二角  
 中國歷史 每部洋二角  
 各科教授法 每部洋二角  
 物理學教科書 每部洋二角  
 中國歷史 每部洋二角  
 和文範 每部洋二角

光緒三十一年七月首版  
光緒三十二年歲次丙午正月二版

(定價每本大洋六角)  
(靜電學)

原譯者 新會 伍光建

發行者 商務印書館

印刷所 商務印書館

上海北福建路第二號

上海棋盤街中市

總發行所 商務印書館

北京工業專門學校圖書室  
一年九月一日收到  
第310號全部1册

第310號

