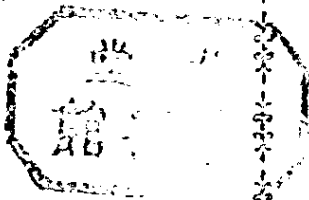


形性學要

光緒三十二年歲次丙午第二次重印

形性學要

西歷一千九百六年



上海徐家匯  
報印書館  
第二次校  
增訂重印  
正

形性學要序

泰西之學傳入中國。自明季利瑪竇始。留意人。識奉眞原。心殷佈化。不遠數萬里。繞道來東。當時卿大夫如徐子光啟。李子之藻。諸公企其才之優。學之博。品之高。而樂與之遊。與之講學。將其所攜天文地理算學諸書。翻譯華文。付之梨棗。俾士林耳目。賴以一新。惟於時格致之學。升堂未能入室。較之今日。蓋不啻天壤相懸。偉哉近代西人。有弗思思之弗得。弗措。有弗辨辨之弗明。弗措。舉兩大間。形形色色。莫不俯察仰觀。探其原委。於是學日進。

而制日繁。利國利民。駸駸日上。計其學之類。約二十餘種。內有形性一學。所包尤廣。曰重學。曰水學。曰氣學。曰聲學。曰熱學。曰光學。曰磁學。曰電學。凡八門。分之各爲一學。合之總稱形性學。我華人日與西人處。觀其所創輪舟火車氣燈電線日照像德律風等。每深觀止之歎。而終不知其所以然。何也。未讀形性學也。何爲不讀。無其書也。卽有其書。不能悟也。顧不諳西學。何以植富強根本。杖不斂。同善有心。爰賴比國赫君師慎之助。將法文迦諾一書。設爲問答。譯以淺詞。猶恐蘊義淵微。難於索

解。因又多附畫圖。用資講解。噫。天地之大。何奇蔑有。物理之微。探究靡窮。溯厥由來。皆出一元默化。此報本之責。所以重。祈禱之文。所以尙也。願閱是編者。亦三復乎斯言。

光緒二十五年春南沙李杅問漁氏識於滙報館

目錄

形性學要目錄

卷一

形體公性及動力

總論形物

論形體公性

論運動

論力

見一張

見二張

見九張

見十二張

卷二

重學

總論重力

論物墮定例

論重心

論斤兩

論擺

見二十一張

見二十三張

見二十九張

見三十四張

見三十八張

錄目

卷三

水學

總論水學

見四十一張

論水受壓力

見四十二張

論水自壓之力

見四十五張

論水學功用

見五十四張

論微孔吸力

見五十九張

論實物入流物之例

見六十三張

論形物密率

見六十九張

論浮表

見七十四張

卷四

氣學

總論氣學

見七十九張

論空氣壓力

見八十二張



目錄

卷五

聲學

論風雨表

見八十七張

論實物在浮物之例

見九十二張

論氣球

見九十五張

論浮物斂縮之例

見一百零一張

論衡量浮物漲力法

見一百零四張

論抽氣機

見一百零七張

論壓氣機

見一百一十一張

論壓氣功用

見一百十五張

論流水

見一百十七張

論洋龍

見一百十九張

論湧泉盆

見一百二十五張

論迴龍

見一百二十六張

目錄

總論聲學

見一百二十九張

論聲之由來

見一百三十張

論聲之傳佈

見一百三十三張

論應聲

見一百三十七張

論聲之大小

見一百三十九張

論聲之高下

見一百四十一張

論留聲機器

見一百四十四張

論弦管

見一百四十五張

論耳官

見一百五十三張

卷六

熱學

總論熱學

見一百五十六張

論寒暑表

見一百六十張

論熱力漲實物

見一百六十八張

五

錄 目

論熱力漲浮物	見一百七十四張
論浮物密率	見一百七十五張
論形物變類	見一百七十六張
論流物蒸汽	見一百八十一張
論流物滾沸	見一百八十七張
論流物自然蒸汽	見一百九十四張
論氣變爲流實質	見一百九十六張
論燥濕	見二百張
論熱力透傳	見二百二張
論熱力傳遞	見二百六張
論熱氣折射	見二百十張
論熱氣透達	見二百十四張
論發熱之源	見二百十七張
論汽機	見二百十八張

目錄

卷七

光學

論光之性

見二百二十九張

論光之源

見二百三十張

論光之傳佈

見二百三十二張

論影

見二百三十四張

論光行速率

見二百三十六張

論光之濃淡

見二百三十七張

論光之返照

見二百三十九張

論鏡

見二百四十三張

論平鏡

見二百四十四張

論鏡之呈像

見二百四十六張

論水中倒影

見二百四十九張

論彎鏡

見二百五十張

錄 目

論光之折射	見二百五十八張
論折光變全迴光	見二百六十二張
論三稜鏡	見二百六十五張
論透光坯	見二百六十八張
論透光坯呈像	見二百七十四張
論照海燈	見二百八十張
論光分七彩	見二百八十三張
論疊坯	見二百八十九張
論千里鏡	見二百九十一張
論顯微鏡	見三百張
論影燈二種	見三百四張
論光入暗室	見三百六張
論照像法	見三百十一張
論目官	見三百十三張

目錄

卷八

磁學

論磁石異性

論地下磁力

論傳磁氣之法

見三百十六張

見三百二十三張

見三百二十九張

卷九

電學

總論電學

論陰陽二電

論引電法

論生電機器

論測電表

論引電異景

論雲中電

見三百三十六張

見三百三十九張

見三百四十六張

見三百四十八張

見三百五十四張

見三百五十五張

見三百六十二張

錄 目

論聚電機	見三百六十五張
論電火星功效	見三百六十七張
論儲電器	見三百七十二張
論電生於化物	見三百八十張
論電槽	見三百八十三張
論蓬生瓶	見三百八十五張
論達尼厄電瓶	見三百八十七張
論電力著身	見三百八十八張
論電力發光	見三百九十張
論電浪化物	見三百九十二張
論電浪塗金	見三百九十七張
論電磁二氣異同	見三百九十八張
論電表	見四百一張
論電磁石	見四百四張

錄 目

總論電報	見四百六張
論電線三種	見四百九張
論電報機	見四百十一張
論電鈴電馬	見四百十六張
論電磁運機	見四百十八張
論電浪相遇	見四百十九張
論生乾電法	見四百二十四張
論乾電功用	見四百二十六張
論濕電引電	見四百二十八張
論磁鐵感電	見四百三十一張
論隆高福筒	見四百三十二張
論透物電光	見四百三十六張
論運機之效	見四百三十九張
論着身之效	見四百四十張



錄目

卷十

氣候學

論德律風	見四百四十一張
論磁電機	見四百四十三張
論電燈	見四百四十八張
論無線電報	見四百五十一張
論氣變	見四百五十五張
論水變	見四百六十張
論電變	見四百六十六張
論霹靂	見四百七十張
論電擊	見四百七十一張
論虹	見四百七十三張

# 形性學要 卷一

形體公性及動力

總論形物。

問 何謂形體。

答 凡有形之物。無論大小。皆稱形體。

問 何謂材料。

答 材料乃形體之所由成。未合謂之料。既合謂之體。譬諸餅。麩料也。餅

體也。

問 何謂原質。

答 材料可分小粒。切磨剖割。細逾秋毫。至不可分而止。不可分之小粒。

名原質。猶言形體之初質也。

問 材料同類否。

答 有形之物各有其料。如金之料。非鐵之料。銀之料。非鉛之料。他物亦然。物有涵一料者。有涵數料者。因之形物析二種。一曰純體。涵一料

形體公性

者是也。一曰雜體。涵二料或數料者是也。

問 何謂形性學。

答 形性學。論各物性之公例。如石入水則墮。木入水則浮。皆公例也。

問 形性學何如分類。

答 先論形物之公性。次論形物之動力。是為各學之綱領。他如重學。水學。氣學。聲學。光學。熱學。皆本乎此。

論形體公性

問 天地間形物有幾類。

答 有三類。一實物。如金石土木等是。一流物。如水漿水銀等是。一浮物。如空氣汽水等是。實物流物浮物。亦稱實質流質浮質。或又稱實體流體浮體。是書兼稱之。閱者留意可也。

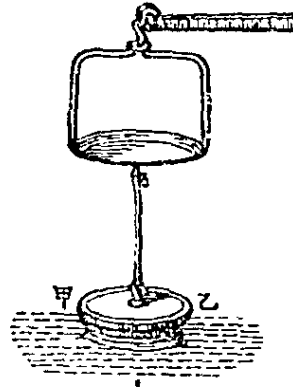
問 三類如何分別。

答 別于材料相合之堅否。堅合而不易分為實物。合而易分為流物。不合而散蔓則為浮物。

性體形

問 實物之料互相凝結。固不待言而知之。流物之料。何以驗其相結。  
 答 有一便法以驗之。今糖食舖中。有秤一種。如第一圖。不用鐵鈎。用五  
 六兩重之銅盤盛物。衡以稱錘。扣除銅盤之分量。便得物之斤數。以

圖一第



空盤浮水面。移錘權之。不止五六兩。必加重幾許。因水面粘貼盤底。故加重耳。水乃流物。其質有粘合力。從可想見。使水面有粘力。而水中無粘力。盤上加重必微。乃竟不然。可知水中之質。亦互相牽引也。

問 有更便之法。証此物理否。

答 試觀草上之露。點點成珠。苟無粘合力。何以能相聚為圓形。

問 浮物之質。互相扭合否。

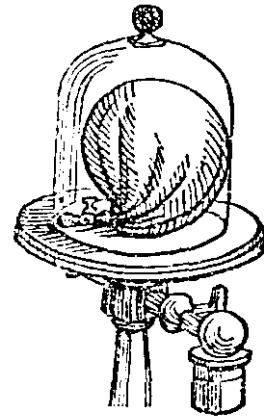
答 浮物之質。不能扭合。且具相拒之力。故常散蔓。

問 何法驗浮質相拒之力。

答 以猪尿脬一。半實以氣。閉其口。納玻璃罩中。如第二圖。罩置抽氣機

形體公性

第二圖



上。將罩中之氣。由機抽去。則罩中之氣  
 漸漲。其始皮猶縹。繼則飽綻如茄。原其  
 故。因罩中氣。初以外氣抑而不能縱。迨  
 外氣稀少而木力可施。則龐然大矣。

問 形物易於變類否。

答 有易變者。有難變者。有未變者。水本流物。凝而為冰。則成實物。熱而為汽。則成浮物。硫磺本實物。燒之則為流物。更燒之則為浮物。空氣本浮物。寒而壓之則成流物。更寒而尤壓之則成實物。金鋼石。至今未變。日後能否變類尙難逆料。

問 形體必佔地否。

答 形體必佔地。否則無以為形。但佔地不足。又須有他景。譬如窺面鏡中。成像亦佔地。然像非形物。鏡去而像即泯焉。

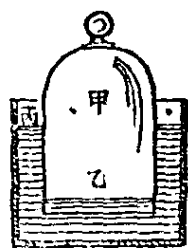
問 形物能相入否。

答 不能相入。譬如一鞘。僅容一劍。一履僅容一足。二物不能同佔一地。

性公體形

問 又如茶壺滿盛。投以小石。茶必溢出。因茶與石不能同居一地也。浮物亦係形物。其不相入有無證據。

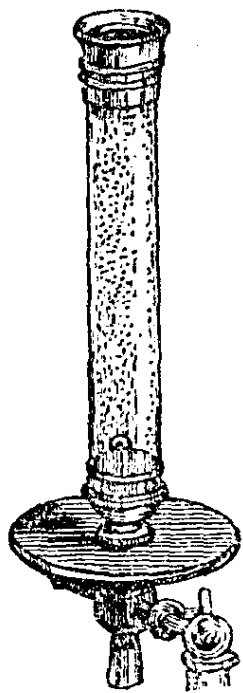
圖三第



答 以玻璃杯覆水中。如第三圖。見杯中水與杯外水。高下不平。杯中水面稍下。杯外水面稍高。其故安在。因杯中之氣。向下抵撐。水不能升。故稍下。此見氣亦佔地。佔地則不相入矣。

問 形物中有漏罅否。答 形物皆有隙。故無論何物。猛擊之必縮。或又以寒冽而斂形。木浸水中則重。水入罅也。大理石紋色燦然。作山水狀。因他質充隙。故成此像。以牛皮封玻璃管口。如第四圖。皮

圖四第



上置水銀若干。將管中之氣。用機抽去。便見水銀透皮而下。涔涔如雨。蓋空氣壓水銀。自皮罅下也。西人以黃金製空球。薄如紙。納以水。

性 公 體 形

問 四周封錮。絲毫不漏。以小錘擊之。球不破而水出如汗。蓋透隙矣。  
 漏罇之益。見於何事。

圖 五 第

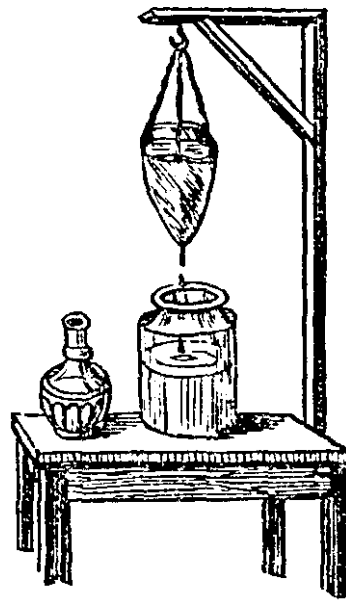
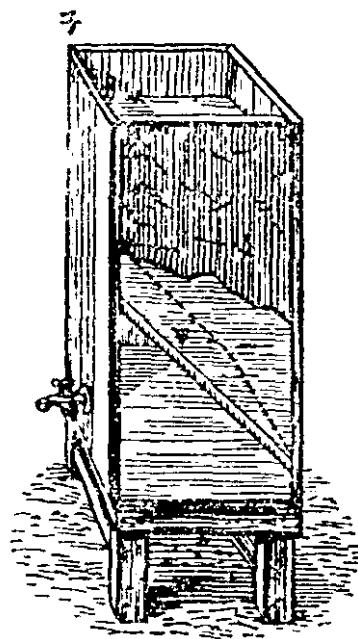


圖 六 第

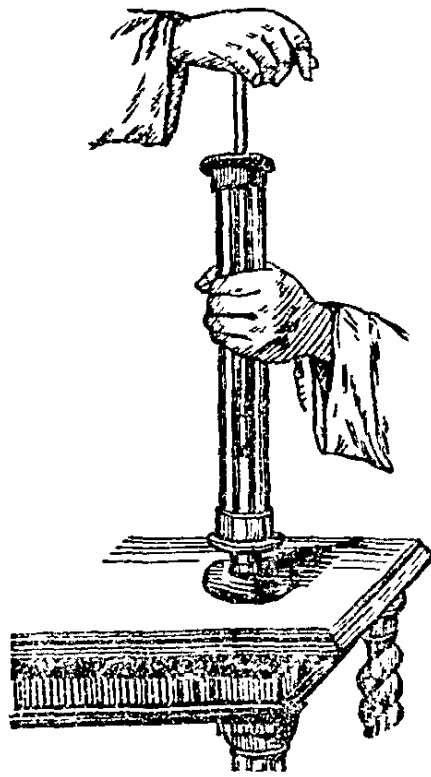


答 漏罇之益。見於濾水。西人製小沙漏。人少則用之。或築大沙池。人多則用之。可以甞為袋。濾水於甕內。如第五圖。可以碎石納桶中。用以濾水。如第六圖。近有人以磁料製小管。穿一極細之穴。水經多管。則污穢濾去。尋常之法。用沙石木炭碎磁者居多。  
 問 形物既縮。復能自伸否。

## 性公體形

答 浮物如氣。壓之大縮。佔地幾微。去壓則散蔓如初。其自伸之力最大。以玻璃作長筒。如第七圖。納一棍。與筒同粗。緊塞四周。筒邊不能出氣。棍下有火絨少許。執棍壓之。幾及筒底。因筒中之氣被壓而縮。直

圖七第



至五分之一。是時熱氣頓生。火絨燃灼。一去手。棍自退出。自伸之力使然也。流物如水。被壓則微縮。以銅盆承清水十升。以杵壓之。使水面方一分。受壓約重六斤。全盆之水僅縮立方寸半。實物可壓。盡人所知。如匠工打銅爲器。壓而成也。但實物自伸之力。大都無幾。鐵條



問 稍屈則伸。屈甚則曲。銅與玻璃稍屈便折。似無自伸之力。物分軟硬何故。

答 各物原粒。有吸拒二力。拒力勝則離散而軟。如浮質是。吸力勝則堅結而硬。如實質是。吸拒二力相等。則不軟不硬。如流質是。

問 能使物更硬否。  
答 其法甚多。如鐵匠鎚鐵。重且久。則鐵愈硬矣。以燒紅之鐵。淬於冷水中。欲其堅也。然使燒鐵太過或不及。淬後易斷。玻璃亦然。若以熱玻璃投油中。則難斷。自高處落下。不破。金鋼鑽亦不能劃。故先製器成形。然後投油內。如以

第八圖

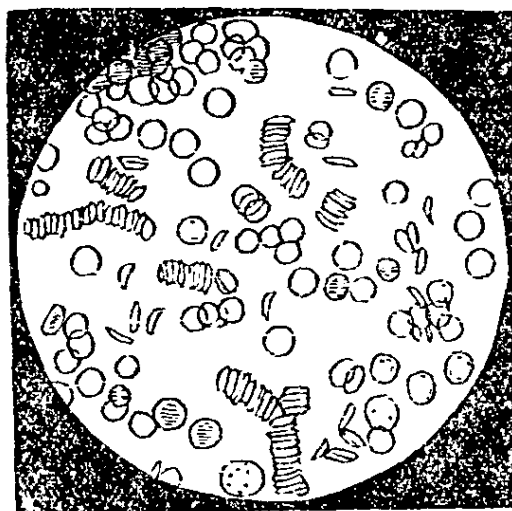


熱玻璃料少許投冷水中。成形如活東。西人謂之玻璃淚。如第八圖。因其物始製於荷蘭。故亦名荷蘭淚。首尾相接處。具二力。一謂離力。一為吸力。尾處吸力大。故鎚擊其首不破。既裂其尾。則離力大。全體砉然盡碎。如以置玻璃杯中。裂其尾則杯亦同碎。

問 形物可細析否。

答 形物可細析。殊出意料之外。以小針挑鮮血一點。用顯微鏡窺之。見

圖 九 第



小泡百萬粒。條理分明。歷歷可數。如第九圖。洵奇觀也。麝香一粒。置虛室中。滿室芬芳。連年不止。權之分量如前。即或減少。亦甚幾微。原其所以然。因麝香之質散布室中。由空氣傳入鼻中。故覺馨香耳。西人製金片薄甚。以十萬片疊之。僅厚三寸。又以二三分重之銅。製成銅

絲。長可二十里。此皆形物細析之明證也。

論運動

問 形物必可運動否。

答 動者易地之謂。無物不可易地。故無物不可運動。惟易地遠近。驗於他物。而他物或屹然亘止。或自亦遷移。驗者不可不察也。地以一日

夜自旋一周。瞬息不停。故地上物無一亘止者。

問 形物本靜否。

答 形物本靜。不能自動。須有外力推之。始動。既動。自不能增損其動。惟隨推力之大小以爲度。

問 物既動。其行有遲速偏正之別。曷故。

答 大抵出於三故。一曰地力。地心吸物。爲力甚大。故投物自下而上。其行遲。自上而下。其行速。凡物橫行空際。漸低而墮。亦爲地所吸而下也。二曰磨擦。物方移動。視所遇之物平否。以定疾徐。譬如推球几上。球行疾。推於地上則徐。地不及几之平也。三曰物阻。如投珠氣中。其行遠。投之水中則其行近。因水阻甚於氣阻也。

問 運動如何分別。

答 有勻運。參差運。與變運之別。

問 何謂勻運。

答 運行遲速。先後相同者謂之勻運。如舟以一下鐘行十里。十下鐘行

動 運 論

百里。首尾一轍。屈指可計也。又如地球日夜自旋。各方以一日夜旋一轉。在赤道者。每秒鐘行四百六十三邁當。一日夜行四十兆邁當。皆勻運也。按一邁當合中國二尺七寸九分三厘有奇。

問 何謂參差運。

答 先後不勻者是也。石自高塔墜下。初緩而後速。箭自地上仰射。初速而後緩。皆參差運也。

問 何謂變運。

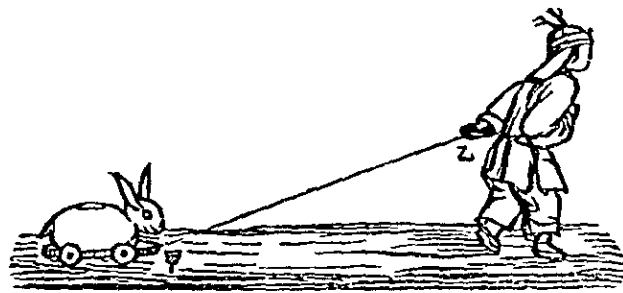
答 凡勻運而忽改其度。卽爲變運。如輪舟近岸。傾去鑪中熱水。以餘力尙在。仍復緩行。是爲變運。

問 尙有他種運動否。

答 尙有折中運。此非運之實數。惟併計而得之。譬如馬。一點鐘行二十里。一點鐘行十里。併計二點鐘行三十里。其折中之數。一點鐘行十五里。

論力

第十圖



論力  
問 何謂力。

答

凡能動物。或物既動而能損益其動者。皆謂之力。學者須知三事。一曰通力處。即用力之所。舉刃殺人。手執處即通力處也。二曰力數。一人舉重百斤。百斤力之數也。三曰力之向。如第十圖。孩拉紙兔。其行向前。此力之向也。

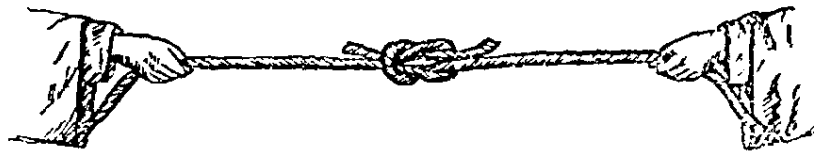
問

通力於物。物必動否。  
答 未必動。譬如置物於几上不動。懸物於索亦不動。其力惟歷几拉索而已。

問 力能相克否。

答 二力相背而其數同。則彼此相克。克則受力之物穩定不搖。譬如二

第十圖



人對拉一索。如十一圖。二力同。則索仍穩定。相克故也。

何以見二力相埒。

問 二力功效相若。便知其相埒。譬如同是

一物。以二力次第壓之。分量同則二力

亦同。若一重一輕。則知二力相殊。欲驗

推物拉物之力。亦視其功效。

問 量力之器何如。

答 西人以純鋼製曲衡。拉於手或懸高處。

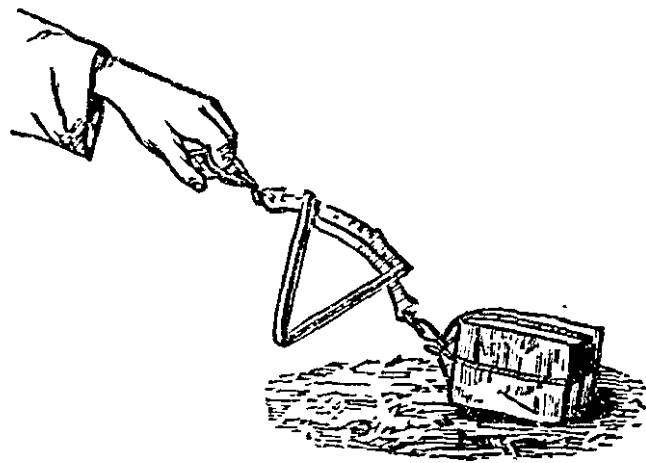
衡下懸欲權之物。衡必開展。衡間有斤

兩碼板。觀板上衡開幾碼。即知其力之

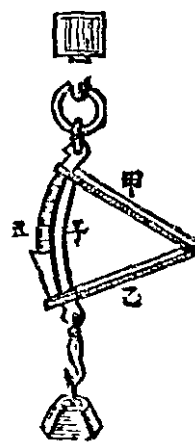
多寡。如十二圖。亦可以權物之輕重。如

十三圖。

圖二十第



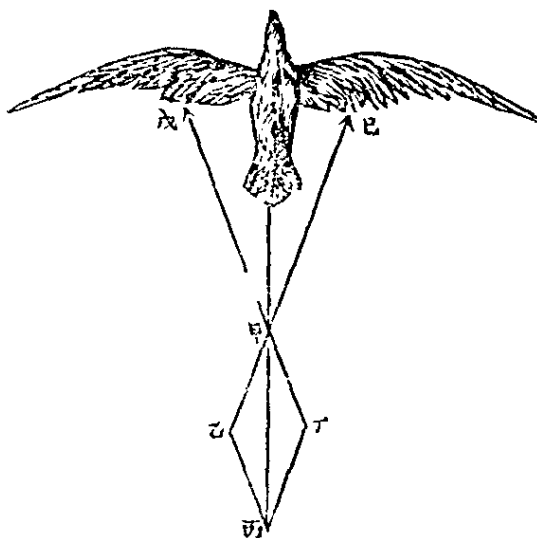
圖三十第



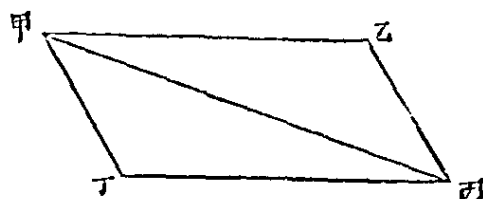
問 數力同歸一物。其行向何如。  
 答 數力並行。方向不歧。是以二馬並捧一車。其向與一馬無異。蓋二力

等。則其向在二力之中。譬以二人自兩岸捧一舟。舟行河中。無少偏倚。鳥鼓二翅。二力相等。滙一力於中間。飛舞而進。如十四圖。

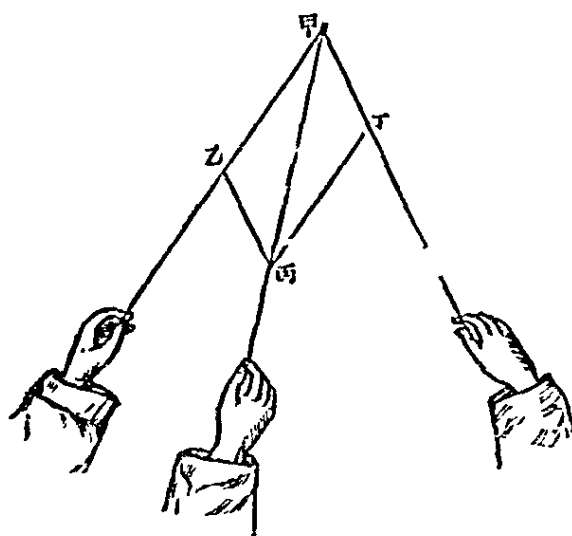
圖四十第



圖五十第



圖六十第

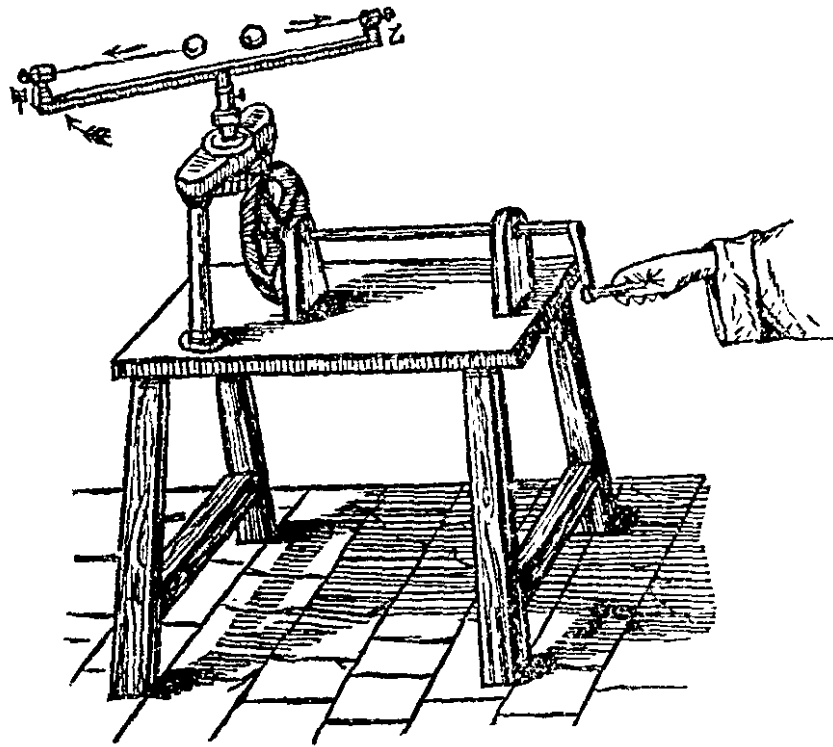


問 兩力斜而不等則何如。

答 凡並行方形。如十五圖。甲乙與丙丁。甲丁與乙丙皆並行。甲丙乙丁成對角。若二力斜而不等。則其力滙於對角線。譬如二人斜拉一物。其行在甲丙線。如十六圖。



圖七十第



問 何謂離心力。

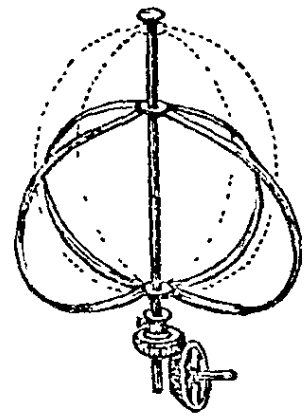
答 凡物動時。苟無阻碍。必

常直行。苟曲折之。而仍欲直行。此離心力也。如十七圖。甲乙係鉄條。兩端向上。穿一銅絲。貫象牙二小球。人以手搖機。則鉄條旋轉。二球離中。各歸一端。卒被鉄條向上處抵阻而止。

問 離心力有何效驗。

答 物動愈速。離心力愈大。小如車輪。速轉則輪上之坭射遠。大如地球。亦因離心力故。赤道上圓凸。兩極則扁下。如用

第十八圖



一鐵梗。貫兩圈而交之。如十八圖。支於十七圖機上。以手搖之。鐵梗與兩圈皆旋轉。兩圈中間忽凸。上下則扁凹。此明証也。

問 何謂向心力。

答 向心力與離心力適相反背。譬如地球無向心力。必直行至軌道之外。

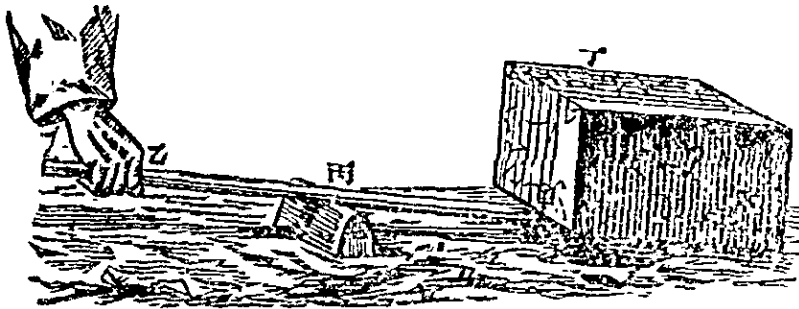
問 何謂馬力。

答 西人所稱馬力。非真一馬之力。乃機器之力。機器一馬力。約抵真馬五匹之力。能於一秒鐘舉七十五法斤。至一邁當之高。按一法斤合中國一斤十兩餘。

問 何謂機器。共有幾種。

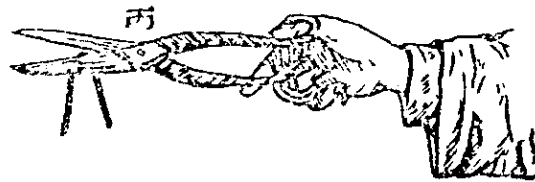
答 機器乃助人用力之具。不論何器。分簡繁二種。簡器係簡便數物所

圖九十第



成。繁器係數簡器所成。

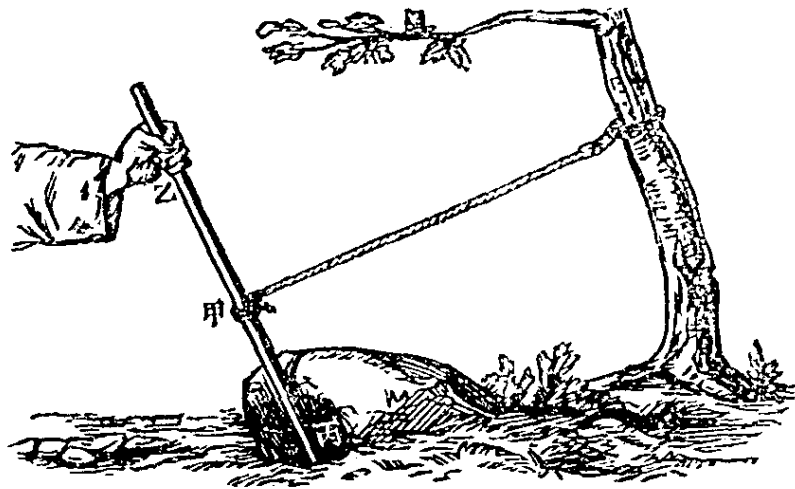
圖十二第



問 簡器有幾類。

答 簡器有六類。其一爲  
 桿。桿之用須分三點。  
 一曰力點。即施力於  
 桿之處。二曰倚點。即  
 桿所倚墊之處。三曰  
 重點。即桿受重之處。  
 如十九圖。用桿撬石。  
 乙係力點。丙係倚點。  
 甲係重點。又如裁物。  
 如二十圖。執剪處爲  
 力點。剪之釘紐爲倚

圖一十二第



圖二十二第



問

桿之用何如。

圖。

中。如二十三

圖。三力點在

一及二十二

在中。如二十

十圖。二重點

如十九及二

重點在兩端。

點在中。力點

分三種。一、倚

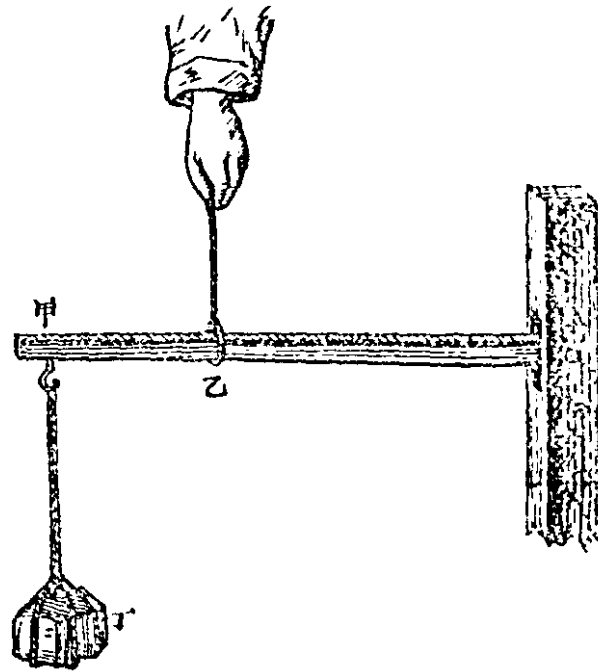
桿分幾種。

為重點。

點。剪之栽物

問 答

圖三十二第



答 力點至倚點。謂之力段。倚點至重點。謂之重段。如十九圖。乙至丙為力段。丙至甲為重段。力段長於重段一倍。則力增一倍。若長二倍。則增二倍。餘倣此。譬以稱稱物。物過重。將稱錘移遠。稱即平穩。

形性學要 卷二

重學

總論重力

問 何謂重力。

答 重力者。地心吸力。使形物下墮者也。形物無阻。無一不下墮。故形物

咸具重力。不特全體具之。而各元粒皆具。

問 既如是。何烟塵不下墮。

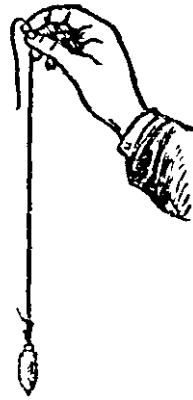
答 空氣濛濛。其擡舉烟塵之力。大于地之吸力。故烟塵不下墮。

問 重力何向。

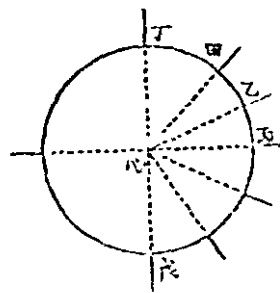
答 重力自上而下。不稍偏側。以鉛丸一。繫以絲線。如第一圖。手舉之。則鉛丸下墮。是為垂線。垂線恒與平地正接。平地者與水面平者也。正接者。一橫一直。織悉不歛者也。因地形圓。故不拘何在。垂線常向地心。如第二圖。於以知重力滙於地心。而其拖引元粒。必依垂線之向。

重 力 總 論

第 一 圖



第 二 圖



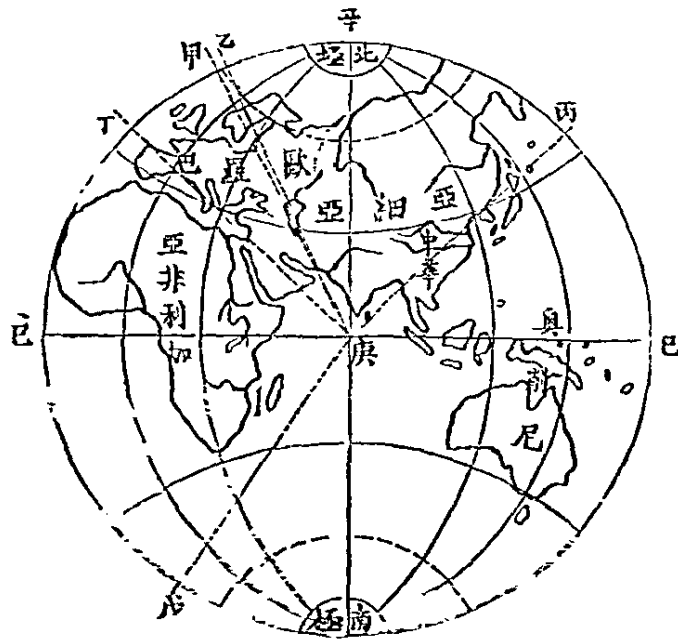
譬諸剖瓜。刀正則剖至瓜心。剖三四塊十數塊皆然。地上各方。均有垂線。引而下之。交於地心。其所成之角。視兩方相去遠近。以定角之大小。如第三圖。甲乙兩垂線。並行。故不成角。乙丁兩垂線。成乙庚丁一角。不及乙庚已一角之大。因乙已相去遠於乙丁也。

問 人處地球四週。足底相對。何以不墮。

答 因地有吸力。各處之人。皆受其吸。故不墮。

例定墮物

圖三第



問 論重物下墮之例  
 物墮空氣中何如。  
 答 二物同類。而形亦相同。則  
 不拘輕重大小。同時齊下。  
 如一斤之鐵球。與十斤之  
 鐵球。同時落下。若同類而  
 不同形。譬以銅一斤。作一  
 方塊。又以銅一斤。作一薄  
 片。薄片平置空中。與方塊  
 並投之。薄片徐墮。不及方  
 塊之速。因薄片多受氣阻。  
 故不能速下也。

問 二物不同類。而又輕重相  
 殊。則何如。



例定墮物

答 重者易於破氣。故速下。輕者反是。故恒見鷄毛與銅片。落下不齊也。  
問 形物下墮。遲速不同。其故安在。

答 物墮遲速。視空氣抵阻多少。氣阻多則物墮遲。氣阻少則物墮速。無  
氣則物不論大小輕重。同時墮下。試以玻璃製空管。長約五尺。上端

圖 四 第



緊封。下端裝旋針。  
可開閉。管中納金  
球木屑鳥羽楮片  
絨等物。以管之下  
端安抽氣機上。將  
管中氣抽盡。隨即

轉閉旋針。使外氣不入。卒乃携管手中。數四顛倒。如第四圖。見金木  
羽楮絨等。同時下墮。無稍參差。從知地之重力吸引各物。同然一轍。  
初不以材料形像分也。若又轉啟旋針。使外氣少入。則數物下墮。稍  
稍參差。迨外氣充管。徐疾之別益顯。

物 墮 定 例

問 重物自高墮下。先後一轍否。

答 重物初墮稍遲。愈下則愈速。

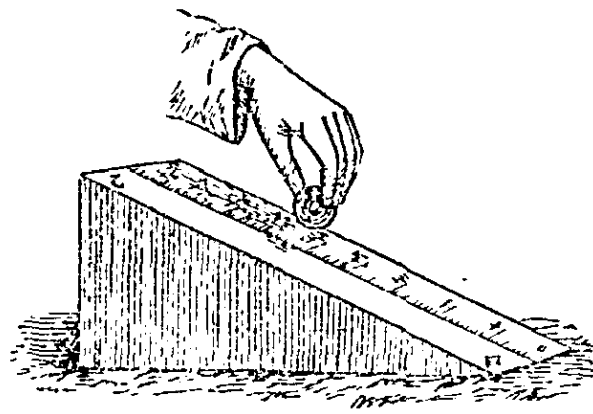
問 愈墮愈速。有無一定之例。

答 欲明此理。當別墮之界。與墮之時。人自高處下石。墮地得若干丈。丈數墮之界也。石自高處墮地。歷時若干秒。秒數墮之時也。欲知墮之速度。須以成方秒數。與第一秒之墮界相乘則得之。所謂成方數者。卽二二得四。三三得九。四四得十六。五五得二十五等是也。所謂成方秒數與第一秒之墮界相乘者。譬如第一秒。墮一丈三尺六寸九分半。以甲字代此數。則第二秒墮四甲。第三秒墮九甲。第四秒墮十六甲。第五秒墮二十五甲。以一丈三尺六寸九分半。與二十五相乘。便得五秒鐘所經之界。餘倣此。予曰。五秒所經。不曰第五秒所經者。因二十五甲之界。非第五秒一秒之界。然第一秒至第五秒。先後五秒間所經之界。由此計之。第二秒祇經三甲。第三秒祇經五甲。第四秒祇經七甲。

例定墮物

問 此例何器可驗。  
答 物墮甚急。目力不能辨。故驗之實難。意國名人伽利肋製斜板一。頗

第五圖



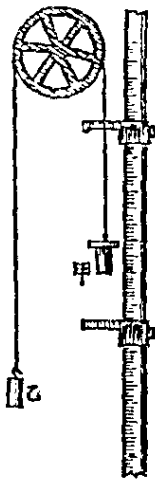
長。畫有度數。如第五圖。以圓珠置其上。自必滾下。惟緩。故易於審視。見珠行愈下愈速。其驗于度數者。明如指掌。

問 尙有他機以驗否。  
答 英人名雅附德者。別製一機以驗之。其機內制如第六第七圖。按形

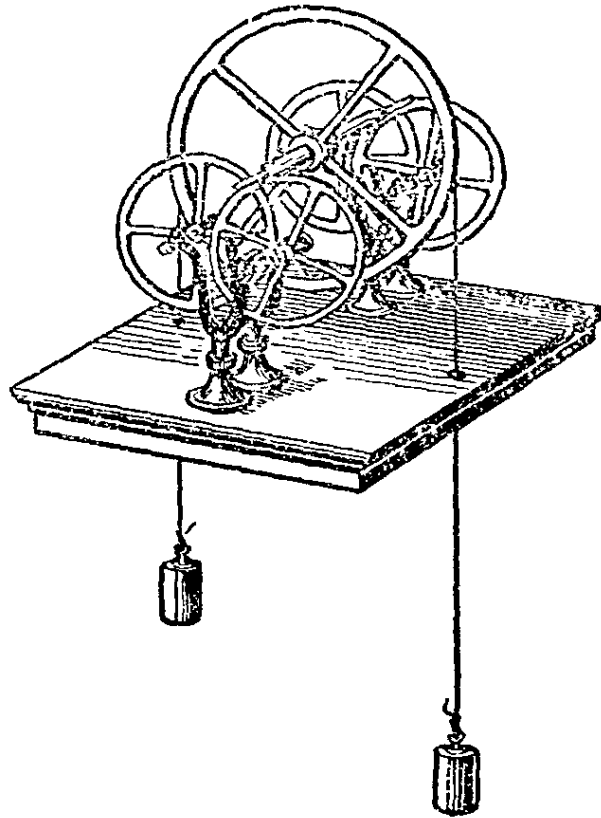
物於空氣中下墮過疾。不能驗其速率。故設法令墮下稍遲。而後可明驗。試先觀活輪之巧。而他事亦易曉矣。活輪之軸加于四小輪上。

例定墮物

圖七第



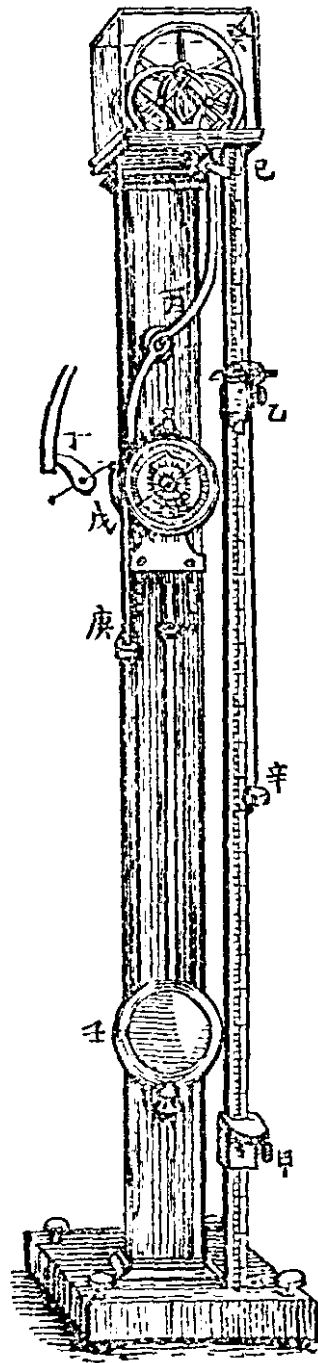
圖六第



欲其格外靈動。故輪  
 槽中安一線。線之兩  
 端繫以錘。因二錘輕  
 重同。故皆不墮。若於  
 甲錘上加一珠。甲錘  
 必墮。且牽乙錘上升。  
 故珠之下墮。較獨墮  
 空氣中稍遲。如各錘  
 重三兩八錢。於甲錘  
 上加一珠。重四錢。則  
 以四錢牽二錘共重  
 七兩六錢。遲於空氣  
 中墮下二十倍。若二  
 錘各重九錢。甲錘上

例定墮物

圖八第



一活輪架。旁於巳字處有度板一。在甲乙二處有圈。乙圈中空。可貫辛處之錘。甲圈實心。用以阻錘落下。架中戊字處有一報秒鐘。庚壬處有一擺。擺一動適一秒。若錘於第一秒墮一度。則第二秒墮四度。

問 加一珠。重二錢。則以二錢牽二錘。共重一兩八錢。則遲於空中氣十倍。餘可類推。

答 全機之制若何。

全機係木架一。約長七尺。如第八圖。架頂有玻璃罩。在癸字處。內置

第三秒墮九度。餘可類推。

問 重物下墮。其力增否。

答 重物墮時。必得勢力。其多少視墮時久否。

問 何謂勢力。

答 勢力者。物於行運時。去其所受外來之力。而仍復行運之力也。譬如盪槳駕舟。槳初息。舟猶前行。此勢力也。凡物下墮。皆得勢力。墮二秒後。力增二倍。三秒後增三倍。餘倣此。

問 此例何法可驗。

答 仍用雅附德架。架柱乙字處置一橫片。錘與珠以一秒鐘墮至片上。珠爲橫片截留。似錘宜卽止。孰意不然。仍墮下八碼。此何以故。錘之勢力致然也。旣而將橫片移至辛字處。珠與錘行二秒後。橫片又將珠截留。則錘之勢力墮十六碼。第三秒後墮廿四碼。蓋二秒之力二倍。三秒之力三倍矣。餘倣此。

問 形物下墮總歸幾例。

心重論

答 總歸三例。一、苟無氣阻。各物不分輕重。同時落下。二、一秒鐘約墮一

丈四尺。二秒則四倍其數。三秒則九倍其數。三、一秒後其勢力約墮二丈八尺。二秒後二倍其數。三秒後三倍其數。餘倣此。知此則自塔拋物。可計塔之高下。

問 論重心  
何為重心。

答 重心乃斤兩之居中處。以一物抵他物。而

穩定不欹。其所抵之處。即是重心。譬以手指。抵厚紙所墊之洋蚨。正對其重心。則洋蚨穩定不墮。如第九圖。否則欹而下墮。

第九圖

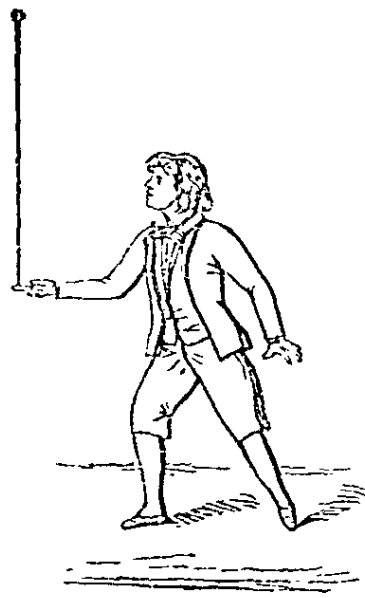


問 重心何在。

答 物苟具體方正。厚薄均勻。不雜他料。其重心必在物之中心。譬如圓盤之重心。在盤之中央。直尺之重心。在直尺中央。若物形不正。或物料不純。則重心偏側。求其所在。不甚易。精算家量物之料與形。以

心重論

第十圖



測重心所在。物苟不甚巨。可高懸空際。俟其穩定。視垂線所在。即其重心所在也。

問 形物何如則穩定。

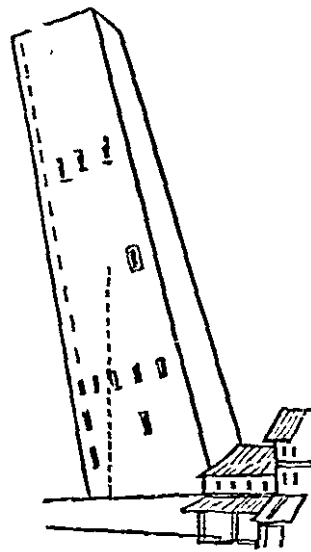
答 抵住重心垂線。無稍偏側則穩定。譬有一竿於此。以一指擡之。如重心垂線。適為指所抵。則

不倒。如第十圖。否則必倒無疑。嘗見售技之人。行走索上。穩若康衢。其故非他。因身之重心。適對繩索。而其重力。為索所抵也。西人坐足踏車。輪轉如飛。其所以不斂。亦以身之重心。適對車輪之故。孩童踏高蹻。離地數尺。安步自如。因身之重心。在兩竿間。二足分而抵之也。物有三四足者。其理更易曉。意國保老尼城。有一塔如十一圖。高十五丈。愈上愈斂。行人過其下。恐其坍塌。心為之寒。



心重論

第十圖



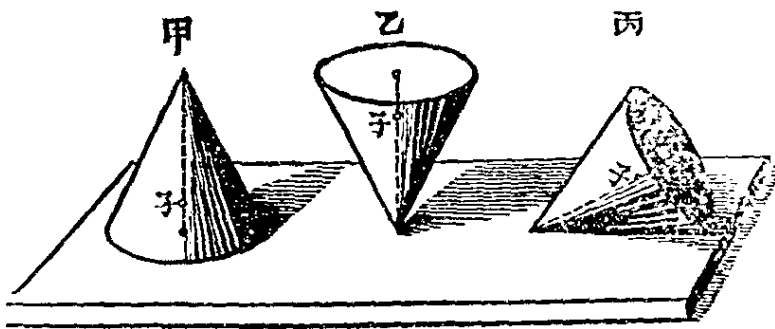
問答

然自興築以來。已七百餘年。依然屹立。因塔之重心。未出塔趾。故安如磐石耳。

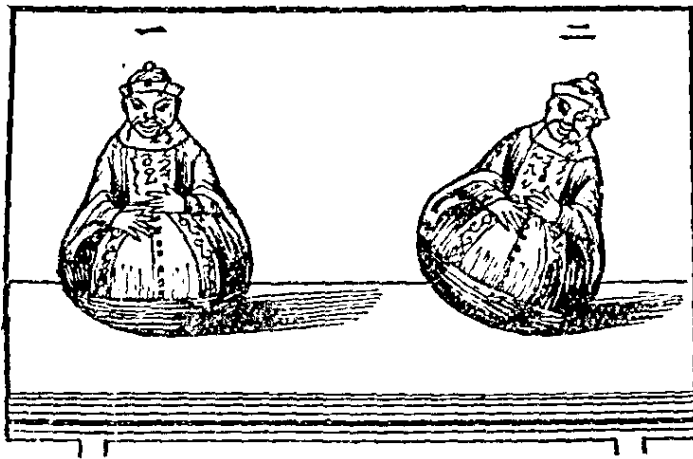
人如何站立則穩。理與他物同。身之重心不出二足立處則穩。出則必倒。以故一足立。易倒。二足相並。亦不甚得力。二足分開。始有大力。背負重物。身須偃前。大腹之人。行必挺胸。右手携水桶。身必側左。皆使重心不出足立處也。

心重論

圖二十第



圖三十第



問 穩定之式有幾。

答 有三。如十二圖。甲字一角。重心在下。雖有人動之。仍復穩定。乙字一角。重心在上。稍動即倒。丙字一角。重心在中間。左右轉旋。時常穩定。其所以能然。重心常向下故也。

兩斤論

問 此理有無別証。

答 術士所用樟柳神。俗名鑿鑿倒。俯仰偏正。任人翻弄。常不倒。因下有重物。故雖強其俯仰偏欹。必坐定而止。如十三圖。此重心在下之証也。又圓球在地。隨在能穩。因重心適在球心也。

問 重心常向下。有何別據。

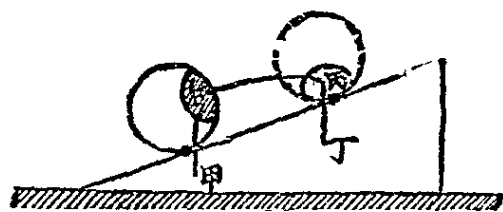
答 置木球于斜板上。球必墜下。若于球邊乙字處。鑲一鉛塊。如十四圖。則重心在右。勢必向上轉回。至丙字處而穩定。

論斤兩

問 何謂斤兩。

答 斤兩者一物壓於他物之力。其力大小。視全體元質。受吸多寡。故斤兩者。全體所受吸力之數也。  
問 重力與斤兩。有何區別。

圖四第十



兩斤餘

答 重力指物向地而言。其名公。斤兩指各物所受吸力之數而言。其名專。

問 同是一物。在赤道在兩極。其輕重有別否。

答 赤道畧凸。兩極畧凹。赤道離地心遠。吸力較兩極稍小。兩極離地心

近。吸力較赤道稍大。物在赤道重一千斤者。在兩極重一千零五斤。

問 斤兩巨細。何法以衡量。

答 須擇定一數。爲衡量之準。中國用斤。每斤十六兩。英國用磅。每磅合

中國十二兩。法國用基勞。卽法斤。每基勞合中國一斤十兩。一基勞

卽一千格郎默。

問 欲知形物觔兩。有何衡量之具。

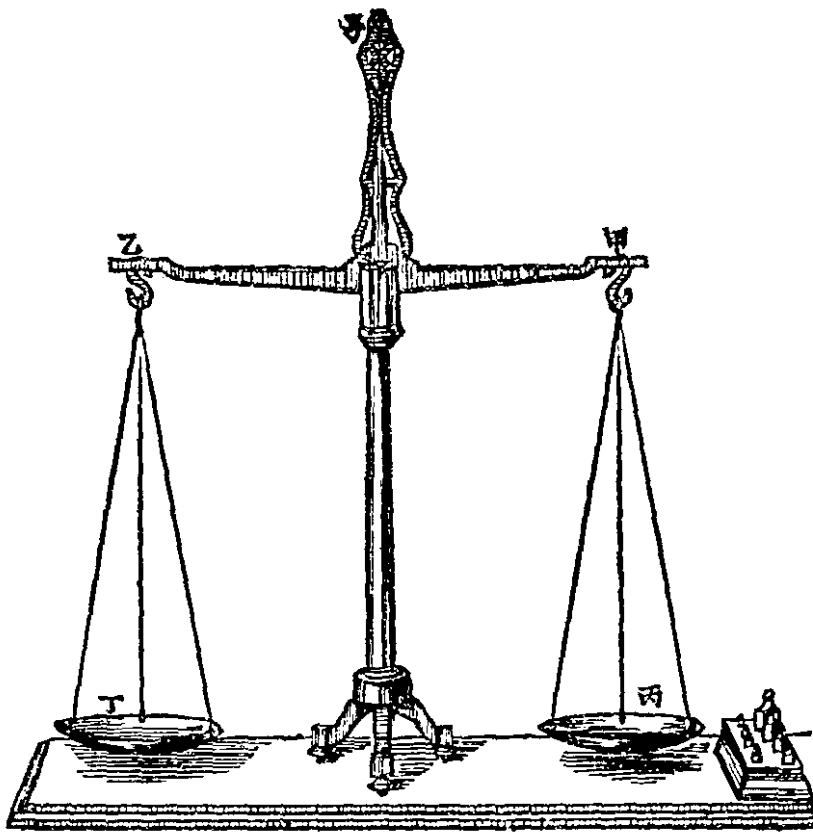
答 衡量之具多且歧。或係秤。或係天平。天平不一其式。以常用者言之。

如十五圖。有甲乙銅條一。置銅柱上。能活動。銅條兩端。懸丙丁二盤。

自甲乙處至柱。各以臂。兩臂須長短相同。不失圭撮。二盤空時。銅條

當平。以欲衡之物。置丁盤中。必全盤落下。加銅碼於丙盤。使銅條復

圖五十第



平。既而計銅碼幾何。便知物重幾何。不差累黍。若疑兩臂不勻。稱物因之不準。可以物與碼。易盤而置。視銅條平否。如是則雖有奸人。無由施其伎倆矣。

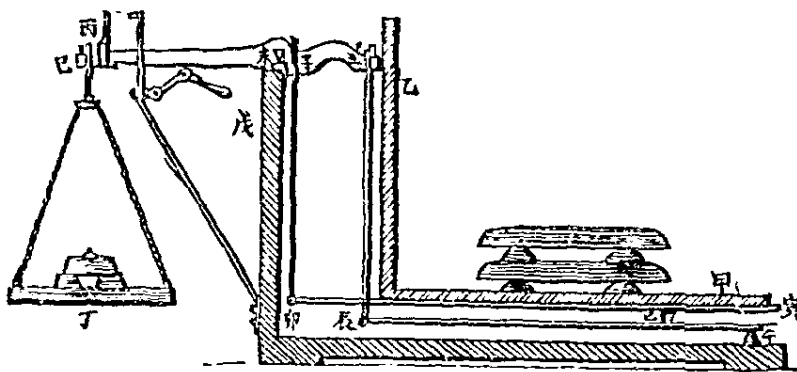
問 天平之製何如。

則易於致誤。又鋼條攔處。與兩端釘鈎處須平。無稍參差。天平以靈

答 銅條中間釘一細鋼條。作三角形。其薄邊攔於鋼片上。使能活動。若兩臂升降不靈。則衡物因之不準。角與片所以用純銅者。取其堅久不損。常能合準。第十五圖甲乙兩鈎。當釘定不移。否

問 爲貴。雖毫忽之殊。亦能顯露。此天平之大畧也。  
 答 天平只能衡輕物。若物重數百斤。衡以何具。  
 用磅稱。亦名梗登稱。梗登者人名。因其人創製此具。故名。第十六圖

圖六十第



斤之物。丁盤上祇用百斤之碼。能使橫條平正。此梗登稱之大畧也。

甲爲木板。欲衡之物置其上。乙爲直板。與甲板相接。此二板均靠戊板。亦係木質。戊板上有鋼柱二。中間未字處。橫一三角銅條。用擡己丑鋼條。其左右兩臂長短不齊。左臂長。懸丁字方盤。盤上加鋼碼。以爲稱錘。右臂短。懸子丑二鐵條。用擡甲乙二板及板上之物。因左臂長。故擡力甚大。十倍於右臂。甲板上置千

擺論

論擺

問 擺制何如。

答 以銅質作圓片一。懸以銅絲。上繫於橫軸。苟無外力推動。必垂下而

直。如十七圖甲乙線。若

移圓片。至戊字處。脫手

縱之。初回乙字處。因得

勢力。不能止。故盪至丙

字處。既至丙字處。為地

力所引。又下而回乙字

處。又以勢力故。再往戊

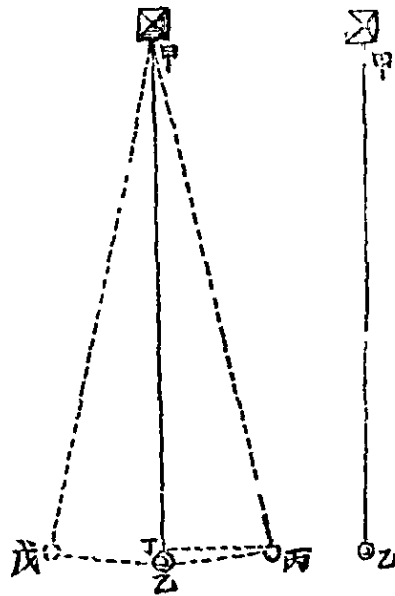
字處。如十八圖。如是往

返頻仍。為時頗久。惟以

空氣抵阻。地力下吸。並

以懸處磨擦之故。宕力漸衰。宕界漸小。卒至直垂不動而止。

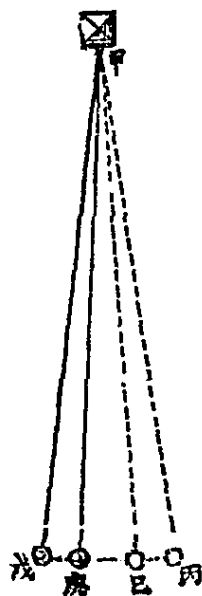
圖八十第 圖七十第



擺論

問 擺於飄盪時。有無一定之例。  
答 盪界雖漸減。其往返之時。仍先後無異。惟蕩界不可出四五度外。出

圖九十第



則不依此例。驗之之法。如十九圖。携錶在手。計盪數與秒數。便見其初盪之界大。譬以一秒鐘一往返。其後盪界雖小。仍以一秒鐘一往返。無瞬息之殊。

問 擺條長短不同。盪分徐疾否。  
答 長則徐。短則疾。此必然之理也。擺長三尺者。一秒鐘作一宕。欲其二

秒一宕。須加長四倍。欲其三秒一宕。須加長九倍。欲其四秒一宕。須加長十六倍。餘倣此。

問 擺料不同。盪之疾徐異否。  
答 無論用銅用鉄。或用別物爲擺。其疾徐皆同。因地力吸各物同也。



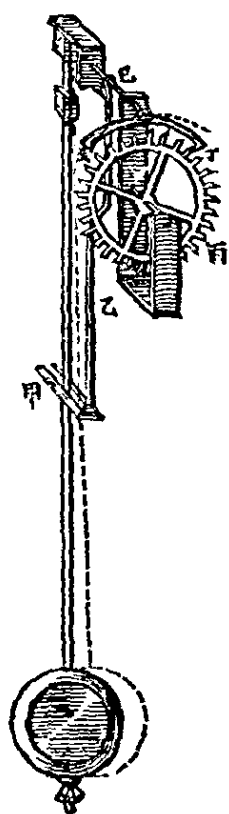
問 擺之搖宕隨地變易否。

答 地形愈高。離地心愈遠。其吸力愈小。故擺於極高處。搖宕稍緩。地形卑下則反是。西人曾以一擺。試驗於赤道上。固緩。試驗於兩極則速。因兩極稍凹。去地心稍近也。

問 擺有何用。

答 擺之用頗多。以鐘錶為最。鐘錶之所以行。因有一錘牽引。或以曲鋼

圖十二第



為戊字一鈎抵住。擺又一盪。盤又走半齒。足一齒之地。是以二盪經一齒。先後常一轍也。

條伸張而推之。惟其行不勻。故另用齒盤。勻其行動。如二十圖。甲字處有銅皮一。釘於乙字細條。擺貫銅皮中。擺一盪於右。丁字一鈎畧起。盤走半齒之地。卽

形性學要 卷三

水學

總論水學

問 何謂水學。

答 水學考衆流質之性。因流質中水爲最。故特名水學。

問 水學分幾類。

答 分止水流。水二學。茲先論止水。俟論氣學後方論流水。

問 何謂止水學。

答 止水學。論止水之公性。壓力。穩定。及功用。

問 水之外有何流質。

答 有油。酒。汞。乳等皆係流質。其性理與水相同。

問 流質能擠縮否。

答 祇能稍擠。首卷已言之。既縮。一去擠力。仍漲如初。

水受壓力

問 何謂壓力。

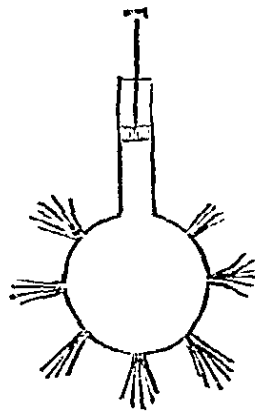
答 以重物壓于他物。如以大石置案上。案面不堅者。必被壓壞。此即壓力。實質流質浮質。皆有壓力。其輕重則不同。

論水受壓力

問 壓力施於流質。其一定之例有幾。

答 有二例。一、壓力施於流質。必傳遞四週。二、受壓之平面。大於施力處幾倍。則壓力亦大幾倍。

第一圖



問 第一例何法可驗。

答 試以空球。週鑿七孔

如第一圖。球上接空

管一。管中插活塞。可

壓下。以清水注球中。

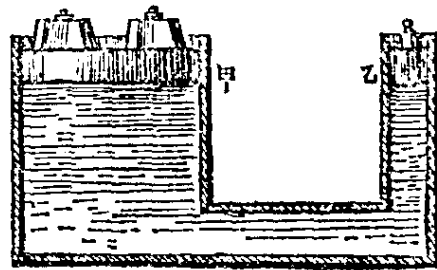
手壓活塞。水自七孔出。四周一轍。因壓力四面通傳。不特向下。故周圍出水相若也。

水受壓力

問 第二例何法可驗。

答 作甲乙圓桶二。如第二圖。乙桶口徑僅一寸。甲桶口徑五寸。即五倍

第二圖



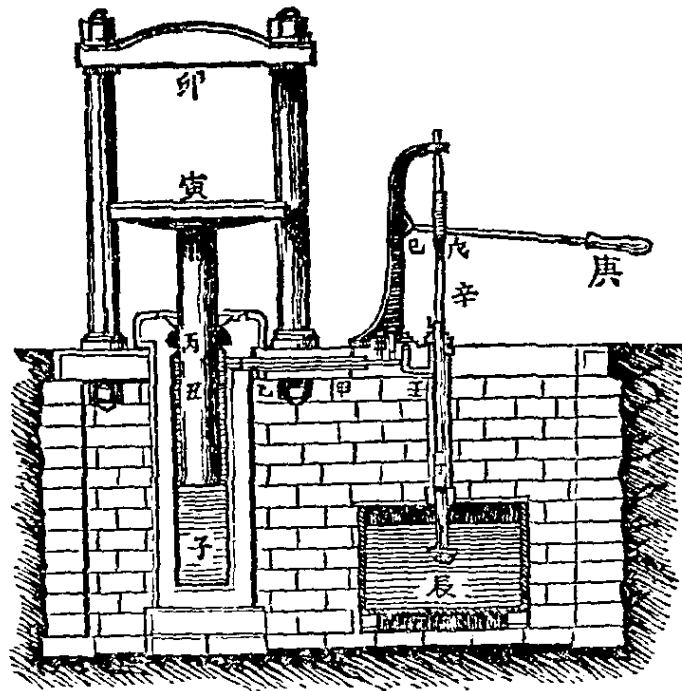
於乙桶口。二桶底處通以管。納水於一桶。則二桶之水必平。以彼此有管相通也。既而乙桶水面置一板上。加一斤之物。立見甲桶之水溢出。若於甲桶水面亦置一板。上加五斤之物。則二桶之水復平。其故無他。因甲桶平面。五倍於乙桶。故其受壓力。亦五倍於

問 此理有何功用。

乙桶。必五斤之物抵之。水始不出。由是遞推。百倍千倍。惟人所欲。

冰受壓力

第三圖



答 西人按此理。製一壓架。用壓棉花布疋楮料等物。使之匾小。法以大

小二桶。皆係熟鐵質。如第三圖。子字處係大桶。丁係小桶。有壬甲乙

管相通。大桶丙丑處

為杵。杵上寅處為板。

卯處之板。連於旁柱。

牢不可移。卯寅二板

中。置宜壓之物。辛處

為小桶之杵。執庚戌

已一柄。抑小桶之杵。

則大桶之杵。為其擡

起。卯寅二板中之物。

被壓而匾小矣。

問 壓架之力如何加增。  
答 若子桶水面大於丁桶百倍。則壓力增百倍。譬如壓力三十斤。則子

永自壓之力

桶得三千斤壓力。若用撬棍庚戌一段長於己戌一段五倍。則力又增五倍。子桶有一萬五千斤壓力。是以柄上用小力。子桶能有大力。論水自壓之力

問 水能自壓否。

答 水如他物。爲地心所吸。故上層壓下層。能自壓也。

問 水能自壓。其式有幾。

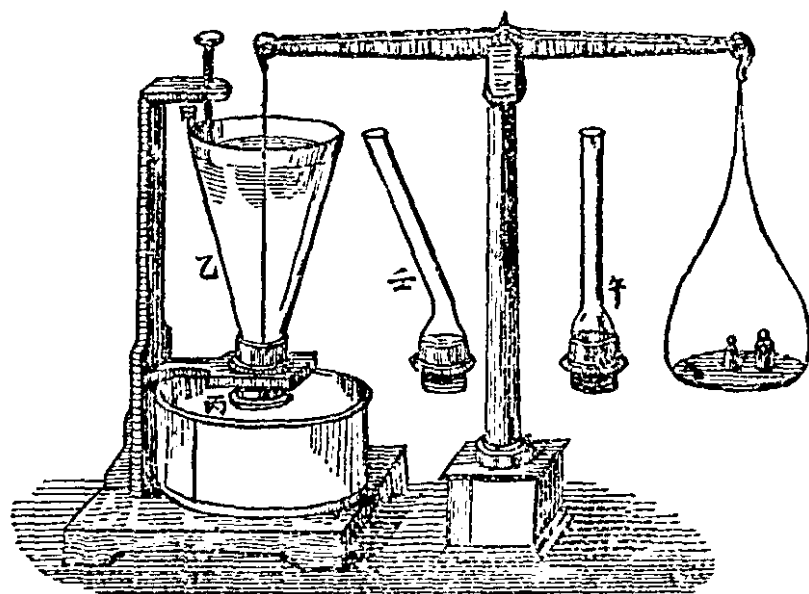
答 有三。一壓下。二壓旁。三擡舉。壓旁與擡舉之力。皆由上層壓下層而來。

問 流物自上壓下。其力如何。

答 流物壓力。祇論物之深淺。盛物器底之大小。及物質之輕重。不論物之多寡。與器口之大小。驗之之法。如第四圖有乙壬午貯水器三。其口大小不同。器之曲直又不同。然底之寬狹。與水之深淺則同。試以三器次第置丙字處鋼板上。板中有孔。板下有硬質片。繫以線。經板中器中。而懸於天平左端。右端則置銅碼。甲處插一旋螺釘。以驗水

水自壓之力

第四圖

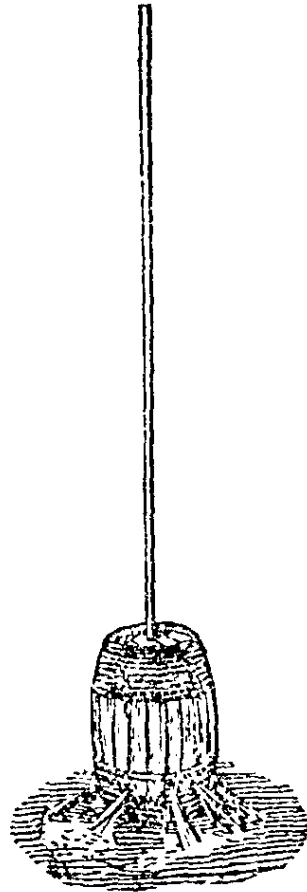


之深淺。若左端  
壓力五兩。而右  
端置五兩銅碼。  
則硬質片適阻  
器中水流下。三  
器皆然。若三器  
之水深淺不同。  
或器底寬狹不  
同。則水必溢出。  
入丙下盤內。觀  
此知流質壓力。  
不以物之多寡  
與器口之大小  
而變易也。

力之壓自水

問 別有便法以証此理否。

第五圖



答 法人巴思加作極細之管。接於圓桶上。如第五圖。管長三丈許。桶底徑約尺半。自管口納水。壓力至數萬斤之多。直至壓破桶底。若將長管截短。桶底改小。則壓力減。而桶底

不破。

問 海水山水壓力如何。

答 海底深至十三里下。海水壓力甚大。以塞口空玻璃瓶投下。其塞為水所壓。竟入瓶內。若玻璃瓶係方形者。因無讓力處。必致壓破。山水無地洩瀉。積之過多。石且崩裂。是即世俗所稱蛟水。

問 流物壓旁之力如何。

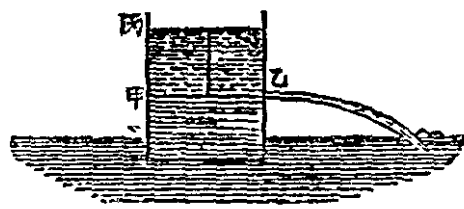
答 流物有壓旁之力。顯而易見。試注水于大口鉢中。滿至鉢口。如第六



水自壓之方

圖。既而鉢旁乙字處穿一穴。便見水出甚急。其始橫流。與鉢旁正接。

第六圖



繼以地心吸力故。折而墮。作彎弓形。此壓旁之力也。原其所以然。因流物在器。上層壓下而下層抵之。其力乃達於旁。壓器之四周。

問 壓旁之力。有何定例。

答 壓旁之力。由面至底。逐漸加增。蓋愈深

則上層之水愈多。壓力因之愈大。

問 水愈深。壓力愈大。其理有何功用。

答 譬如築隄防河溢。隄身須愈下愈廣。因

水愈深力愈大。若隄身上下相同。必有

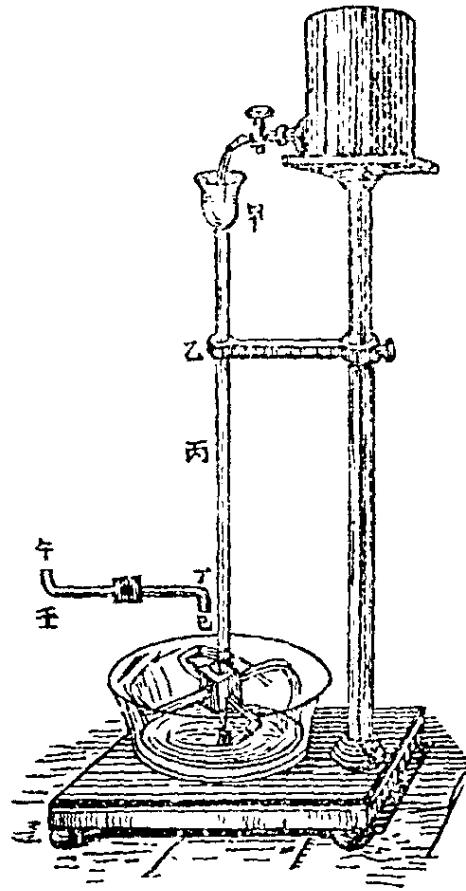
決口之虞。

問 壓旁之力。何法可解。

答 譬如第六圖丙字一桶。注以水。則甲乙二邊壓力本均。若右邊鑿一

力之壓自水

圖七第



穴。則右邊壓力輕。左邊壓力重矣。其桶在地。仍能不動。若懸掛空中。則桶必側右。此明証也。又如第七圖。以甲乙丙直管。貫于丁午壬橫

管。橫管兩端封塞。于甲字處注水。滿直管。既而啟橫管右端。水即流出。以左端壓力重。管乃動。至是啟左端。則水亦出。于是二端俱動。疾轉如旋盤。

問 流物擡舉之力何如。  
答 流物原粒四面受壓。其力均。故能穩定。據是以推。流物下層擡舉之

力之壓自承

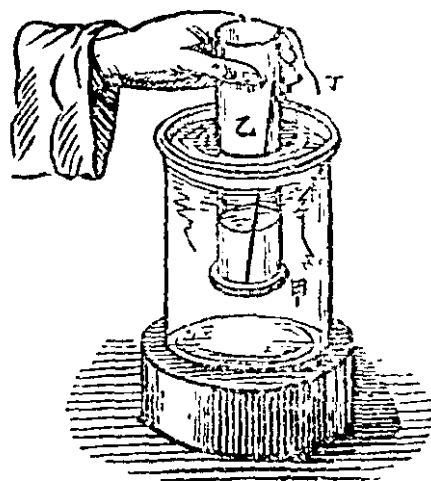
力。適抵其上層壓下之力。上層愈厚。下層擡力愈大。理固然也。

問 此理何法可驗。

答 作玻璃管一。如第八圖。兩

端皆開。用一硬質片置諸管底。自管上牽以線。納入甲筩。苟筩中有水。可去手中線。舉手將管壓下。則硬質片緊貼管底。必不脫落。因筩中之水上擡。硬質片遂緊貼管底也。

圖八第

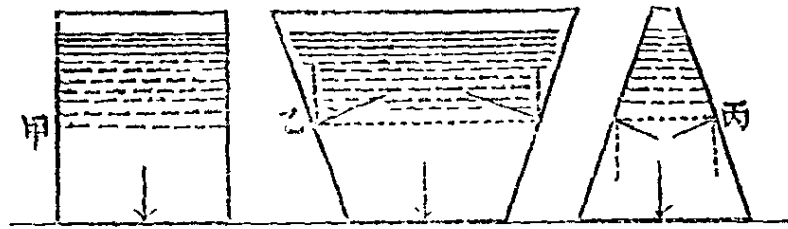


問 上擡之力有何別法可驗。

答 手掌覆流物上。其質愈重。上擡之力愈大。水之擡力重於油。汞之擡力重於水。其力輕重。手掌覺焉。又船底有隙。水必入船。亦擡舉之力致然也。

力之壓自水

圖九第



問 流質在器。有三種壓力。併計之當有幾何。  
 答 三力併計。適與水之斤兩相等。凡器不論其口與旁與底之大小。只

視流物多少。即知其三壓力總數。如三  
 壓力共一斤。流物亦一斤。如第九圖。甲  
 乙丙三器。但觀其壓下之力。因器高低  
 同。器底亦同。故壓下之力無殊。然三壓  
 力之總數不同。因甲旁壓力無所增。而  
 乙旁壓力大。丙旁壓力反是。故三器中  
 流質輕重不同也。

問 流物何如能穩定。

答 有三例。一流物當置器內。使不流散。二  
 流物之面當平。因面若欹側。高處元粒  
 為吸力所引。勢必至於滾下。譬以圓球。  
 置斜板上。安有不滾之理。流物之面平。斯元粒不滾而穩定。三。上下

冰自壓力之方

第十圖



四方水之壓力當均。不然。上力大。則元粒必降。下力大。則元粒必升。

旁力大。則元粒必移。永無穩定時矣。

水面常全平否。

問 答

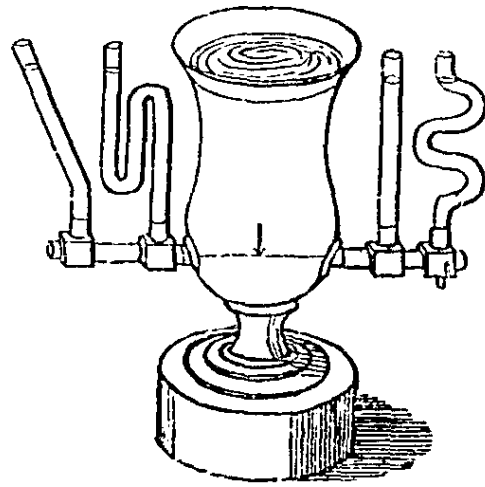
小河之水。為地無多。地心之吸力同在  
 一線。故其面常平。若夫海中水。廣至數  
 十里外。水面凸起。作饅頭形。因地形圓。  
 水亦隨之而圓。其水所以不散者。因地  
 心之力吸之也。試登海濱高山。觀遠來  
 之船。始見桅梢。繼見全桅。卒見船身。如  
 第十圖。因海面作圓形。故船在低處。只  
 見桅梢。稍升則見全桅。又升則見船身  
 矣。

問 流物在數器中。亦能平穩否。  
 答 流物在數器中。不論器之大小曲直方圓長短。只須彼此相通。流物

力之壓自水

圖一十第

戊 丁 丙 乙 甲



之面必平。如十一圖。甲乙丙丁戊五器。其形各不相同。而通于底處。

若注水於一器。則在旁四器中。水面皆平。

問 別有便法以証此理否。

答 譬有一茶壺于此。口與鼻高

下不同。滿注以茶。口內之茶

幾何高。鼻中之茶亦幾何高。

問 數流物同置一器。亦能穩定

否。

答 譬以油水汞三流物。同置一

器。其始混雜不清。浮沉無定。厥後汞居下。水居中。油居上。三者皆平。

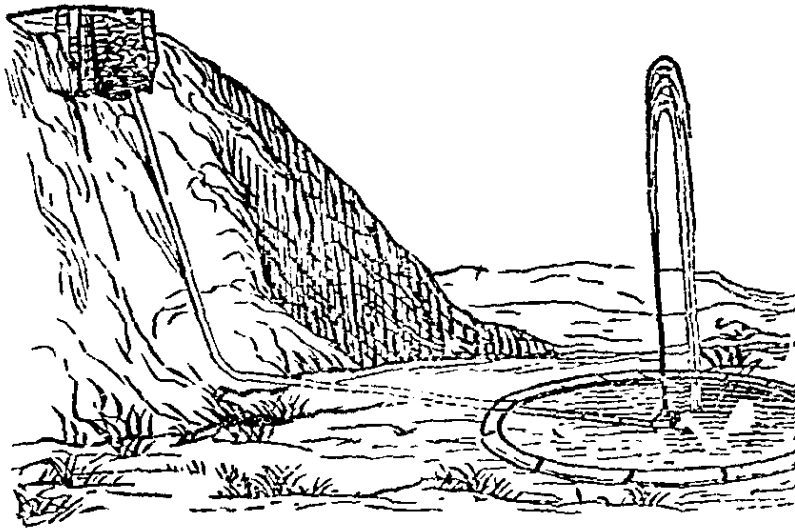
作爲三層。然後穩定。因油輕水重。汞則尤重。元粒之重者。雜於輕者

之中。勢必下墮。而輕者爲其軋起。直至元粒各得其所而後止。故不

分層不穩定也。

水學功用

第二十圖



儲源不絕。如十二圖。不知者詫為奇景。

問 此理又見于何事。  
答 海水鹹而重。江水淡而輕。故江水入海。其始一二里必浮於海水上。此外尚有多証姑不贅。

論水學功用

問 兩處流物苟能相通。其面必平。此理有何功用。

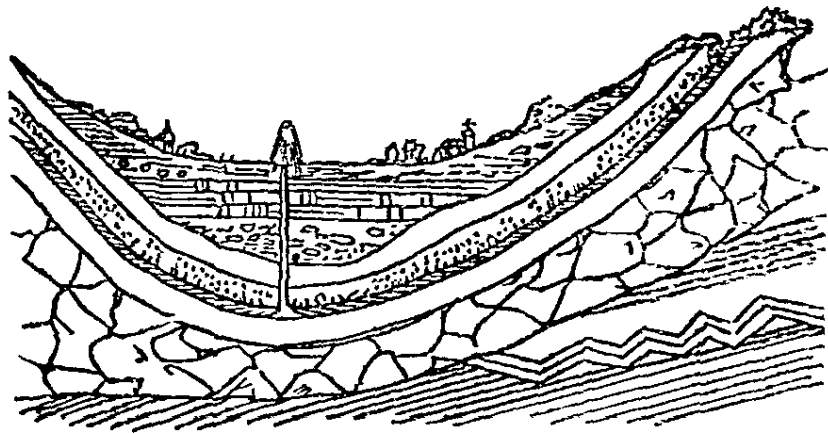
答 能製湧水盆。湧水井。自來水。

衡地表等巧法。

問 湧水盆之法何如。

答 湧泉盆係玩器。各國花園中。往往用之。法以河水積儲高處。用暗管通至低穴。水自此穴上湧。與高處相埒。水盡復

第三十圖



問 湧水井何如。

答 地中有砂土可以經水。有黃土則不可經水。若上下均係黃土。而中有砂土一層。則水即由此流貫。若於上層黃土中掘一井。直至下層黃土。則中間砂土中之水。由井湧上。如十三圖。水源幾何高。湧水亦幾何高。此種湧水。有來自數百里外者。深可一百五十丈。法國巴黎京有二井。水熱廿七八度。



冰學功用

問 自來水之法何如。

答 自來水有爲一城之用者。如上海一廠。於黃浦邊置吸水機。用火機吸水。入瀘水池。由此池折至他池。逐漸濾清。若池中穢料已多。則設法去之。後用壓水機壓濾清之水至高臺上。譬如臺高三丈。其水傳至他處。亦升三丈。于是設管地中。通至各家。水行管中源源不絕。取用無窮。若爲一家之用。可以人力運機。若爲數家之用。可以牲力運機。按自來水裨益甚多。一則免挑水之勞。街道不至濕滑。二則水既潔淨。疾病自必少生。三則水價極廉。較挑水爲省費。四則救火甚易。但須以皮帶接水管上。卽能噴注。

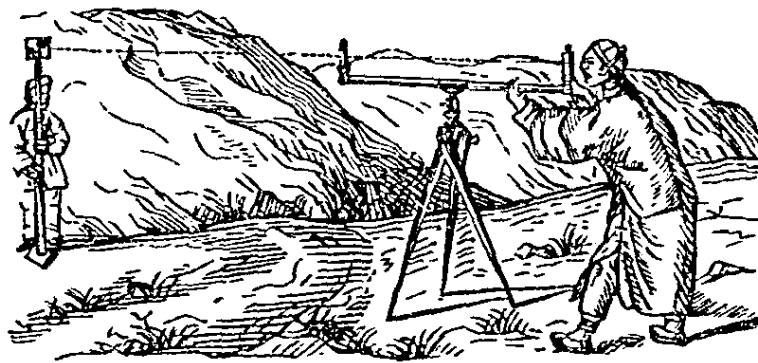
問 衡地表何如。

答 製橫銅管一。或馬口鐵管一。長尺餘。兩端插玻璃管。長二寸許。與橫管通。如十四圖。管下支三足架。使之穩定。于玻璃管之一端。納以色水。遵水平之理。兩端水面必平。

問 此表何用。

水學功用

第四十圖



甲

乙

答 可為造屋築基。相度

地土高下之用。表置

乙字處。在甲字處令

一童執一竿。竿首與

表適平時。記其碼數。

再以竿置乙字處。移

表甲字處。視所記碼

數增減否。便知甲乙

二地平否。如甲處高

五尺。乙處高八尺。即

知乙處低於甲處三

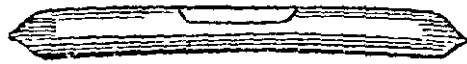
尺。

問 數流物同置一器。亦

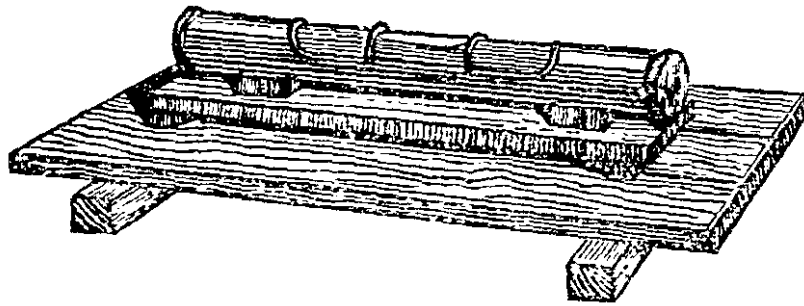
能穩定。此理有何功

水學功用

第五十圖



第六十圖



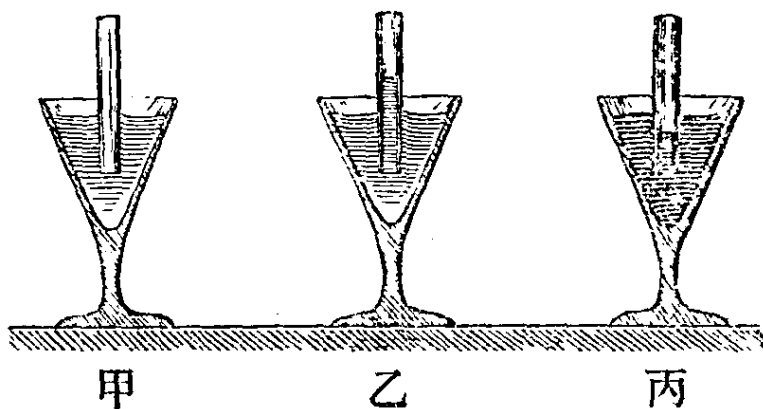
答

用。

西人按此理製水平表以衡物面。法以玻璃作橫管。如十五圖。裹以銅皮。使堅固不破。如十六圖。管中注水或火酒。留空氣少許。因空氣輕故常浮流質上。此管平置。則氣在中間。管稍側。則氣亦偏。譬欲知几面平否。祇將此表置几上。觀氣之所在。而几之平否昭然矣。

力 吸 孔 微

圖 七 十 第



問 論微孔吸力  
何謂微孔吸力。

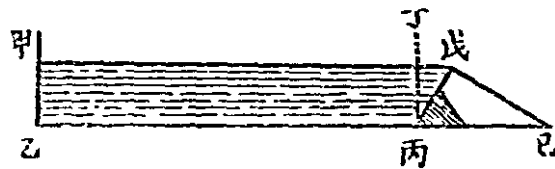
答

微孔吸力。與二水同平之例相反。有異  
景可觀。如十七圖。列玻璃杯三。甲乙二  
杯盛水。丙杯盛汞。甲杯中插一實心玻  
璃條。水貼玻璃杯裏面。與玻璃條外面。  
故畧高。在杯與條中間。水畧低。若移此  
條於汞杯中。則杯與條之邊。汞畧低。杯  
與條中間。汞畧高。若插空心玻璃管於  
水杯中。則水貼管中。高如乙杯。若插空  
心玻璃管於汞杯中。則汞入管心而低。  
如丙杯。但玻璃管須細。方能見效。  
微孔吸力。何自而來。  
自水面互吸之力而來。水面各元粒互

力 吸 孔 微

吸。如象皮之斂縮。從中分之。四旁之水復合此互吸之力也。按象皮。一名伽阿租。乃樹膠。非象牲之皮。

圖 八 十 第



問 水面互吸何以証之。

答 用甲乙丙丁四旁之長方器一。

如十八圖。丙丁一旁可開。戊字

處有已戊一線牽之。將線燒斷。

則丙丁一旁自回原處。因器中

水面有互吸之力也。

問 水面互吸之力。與微孔吸力。有

何相應之理。

答 凡物可濡濕者。其力與重力相反。不可濡濕者。其力與重力相濟。譬

如微孔入水。水必升。因其濡濕也。微孔入汞。汞必降。因其不濡濕也。

他物亦然。

問 物以濡濕而升。定例有幾。

力吸孔微

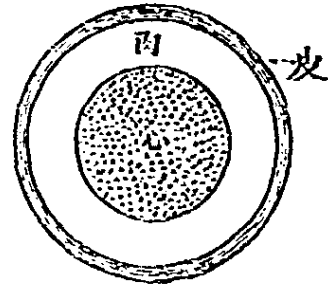
圖十二第



圖一十二第



圖九十第



答 有三例。孔愈微。流物愈升。一例也。流物

愈熱。其升愈少。二例也。各種流物性質

不同。其升多寡亦異。三例也。

問 微孔吸力。驗於何物。

答 燈心吸油。樹木吸汁。洋糖吸水。皆微孔

吸之也。十九圖。為樹之一段。外為皮。內

為肉。中為心。潤汁自皮上升。故心朽而

樹猶能生活。

問 有別事証此理否。

答 以鐵針橫臥水面。針重於水七倍。勢必

沉下。如二十圖。以油擦針。則水不能濕。

針乃浮而不沉。如二十一圖。惟此圖乃

放大之形。俾易於觀覽。中間一長箭。表

針之重力。當沉下。旁二箭表水之吸力。

力吸孔微

故不沉。河水面多生一種小虫。其身之重倍於水。因身上有油。故不沉。若以火酒洗去其油。則沉矣。又如二十二。二十三。二十四圖。以一

圖二十二第



圖三十二第



圖四十二第

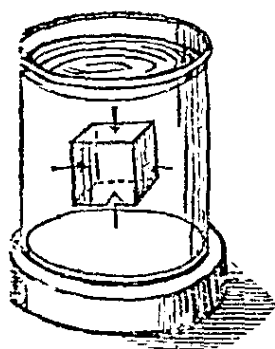


軟木。截為六塊。作圓形。置之水上。其黑色者有油。白色者無油。兩兩相對。各離少許。無油之二塊。因水入微孔。故水上升。其有

油之二塊。因不濡濕。故水下降。升者吸于上。故二塊近于上。降者吸于下。故二塊近于下。若一濕一不濕。則水之升降不同。二塊乃相拒。論實物入流物之例  
問 實物在流物中如何。  
答 流物擡上之力。適抵在上流物之重。故實物減去分兩。適合其壓開流物之斤兩。譬如壓開之水為一斤。其物減輕一斤。如壓開之水為

實物入流物之例

第二十五圖



二斤。其物減輕二斤。使有一雞于此。重六斤。失足墮河。倘壓開之水重二斤。則雞只重四斤矣。又使有銅壺于此。重十斤。置之水中。佔三斤水之地。此壺在水權之。僅重七斤。蓋減去其壓開水之斤兩也。

問 此例爲何人所得。

答 秦朝時希臘名人亞希梅德最先

得之。故亦名亞希梅德例。

問 此理別有法以解之否。

答 譬有木一塊。如二十五圖。方厚皆

二寸。入水則壓開二寸正方之水。

此二寸正方之水。原穩定。適抵上

下四旁水之壓力。原其故。因木上

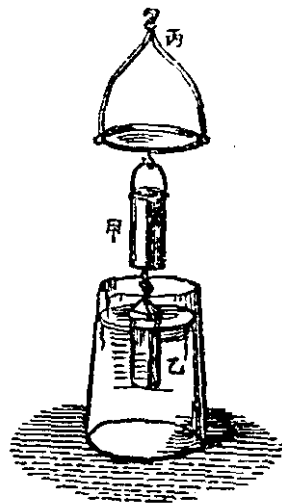
之水淺。故壓力少。然以木上之水。與木壓開之水併計之則深矣。故木下之擡力。大于木上之壓力。而木所失之斤兩。適合壓開之水也。



實物入流之物之例

又作鉛管一。空其中。如二十六圖。下有底。再作實心鉛條一。其大小

第二十六圖



長短適可。納入空管中。絕無餘地。既而空管在上。在甲字處。鉛條在下。在乙字處。挂於稱鈞權之。譬如得三斤。繼以鉛條納水權之。則減輕若干錢。稱錘落下。若注水於空管。滿至口。則稱又平。於以知鉛條在水。其減少之分兩。適合管中水之分兩。但管中水適合

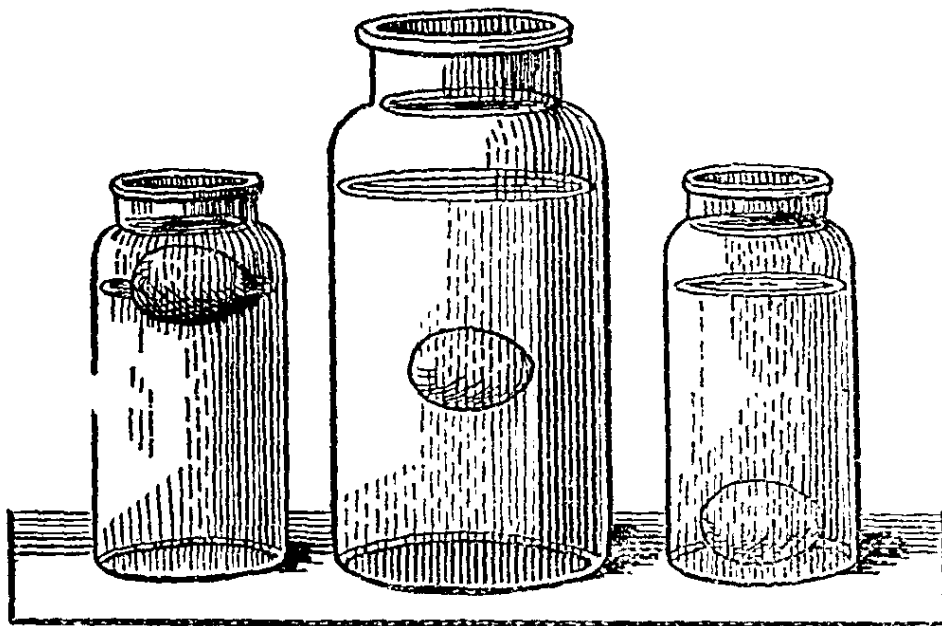
鉛條壓開之水。故所欲驗者明矣。

實物穩處。水中有幾例。

問 答 有二例。一。實物常壓下。二。水性常上擡。如實物壓力。與水之擡力相

實物流入物之例

第二十七圖

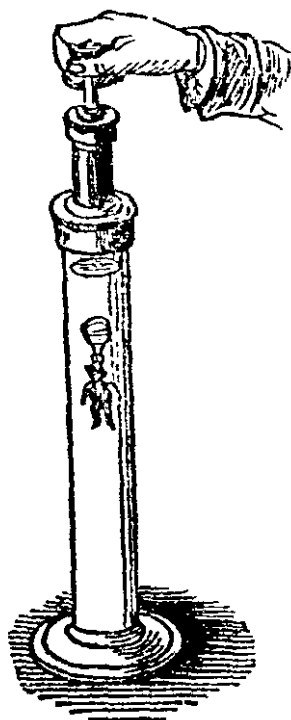


問

均。則其物穩。實物  
 壓力重於水之擡  
 力。則其物沉。壓力  
 輕則其物浮。如二  
 十七圖三瓶。皆注  
 以水。左瓶內加鹽。  
 至鹽多不能化。而  
 有沉底者為度。右  
 瓶內無鹽。中瓶內  
 鹹水淡水各半。若  
 以鷄卵置左瓶則  
 浮起。置右瓶則沉  
 下。置中瓶則穩定。  
 有別法以証此例

實物洗之例

第二十八圖



否。

答

如二十八圖。用長玻璃管。上置活塞。中注以水。畧留空氣。內置螺鈿人形。繫于玻璃小球。一球下有穴。將活塞壓下。水入小球。人形重而下沉。將活塞提上。水出小球。人形輕而上浮。魚在水中。何以能浮沉自若。魚腹中有氣脬。積

問

答

實物入水之例

氣其中。可以漲縮。漲則形大。水之擡力亦大。故易於浮上。縮則形小。水之擡力亦小。故易於沉下。

問 鵝鴨等禽鳥何以浮水上。

答 因此等禽鳥。身上有油。水不能入。且其身佔水較多。故恒浮水上。

問 人在水中何法能浮。

答 人身本輕於水。惟頭甚重。若人在水中。以頭後仰而又張臂。則佔水廣而浮起。獸頭輕。故入水必浮。二人覺水。同重百斤。一人胖。其身易浮。一人瘦。其身易墮。西人以軟木作圈。緊束腰間。入水不下。皆以壓開之水多。而本身減去斤兩亦多也。以銅鐵玻璃等重物。擴大其形。入水亦浮。譬以銅一斤。製成空球。可佔二斤水之地。入水必自升。捷於影響。今舟船載重。淨水。皆爲此故。

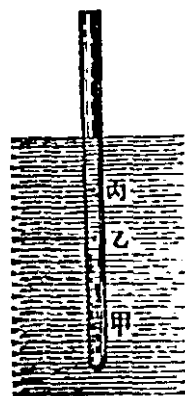
問 實物浮於流物上。如何能穩。

答 須有二。一。壓開流物之斤兩。須與實物。在流物中之斤兩相同。一。實物全體之重心。須與壓開流物之重心。同在一垂線。

實物入流之物之例

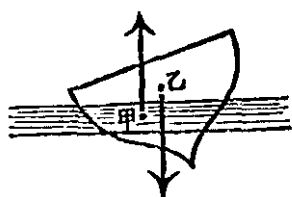
問 擲竹竿於河。不能立。必橫臥水面。何也。  
答 竹竿輕於水。故起。起則重心亦起。勢必橫倒。譬如五尺之竿。如二十

第九十二圖



九圖。重心居中。在二尺半處。入水而起。浮出二尺。則重心以上。得水僅半尺。不能支持。遂倒。若繫重物于下。便能直立。或落至河底。

第三十二圖



問 船在水中。何能穩定。

答 凡船之重心。深入水中。自必穩定。此盡人所知者。然使重心在水面上。如三十圖。因水之擡力。在甲字處。阻重心側下。故船亦穩定。

問 觀已上所言。物在水中。究循何例。  
答 凡物入水。外形與水同。而重於水則沉。輕於水則浮。若外形與重輕皆與水同。則止而不動。入油酒水銀等亦然。

形物密率

論形物密率

問 物沉水中。可量其外形大小否。

答 可也。先將欲量之物。用天平稱之。既而納入水中。又稱之。見初重而後輕。其斤兩相去之數。即壓開水之斤兩。按水上下四方。皆約三分。重一格拉默。中國一兩。合三十七格拉默。計壓開之水重幾格拉默。便知物形之大小。

問 知物類輕重。有何功用。

答 功用。在測物之大小輕重。譬有大木於此。高五丈。徑二尺。苟知是木輕重。便能測此木重幾何。又如空舟渡海。須壓五千斤。必先知石之輕重。乃可計幾許大之石為適用。再者知物類輕重。易辨物之真偽。譬有金錠於此。以水衡之。知其大幾何。然真金幾何大。當有幾何重。權之。便知有無鉛質。

問 何謂物之密率。

答 凡物大小長短同而輕重不同者。以其密率不同也。密率者。物質稀

形物密率

密之度。爲輕重之所由分也。

問 何以定物之稀密。

答 恒以水謂定衡。先將水與欲衡之物。稱其斤兩。以物之數。分水之數。卽知彼此相去如何。譬以一尺立方之木。與一尺立方之水。各稱其斤兩。見木輕於水。或重於水。則謂木之密率若干。

問 以水衡物。卽用尋常河水否。

答 河水不能純淨。故須蒸水爲汽。俟其涼至百度寒暑表上第四度。然後衡其大小輕重。

問 各物之稀密。何法以知之。

答 法有衡實物者。有衡流物者。

問 衡實物稀密之法何如。

答 有三法。一用瓶。一用天平。一用浮表。

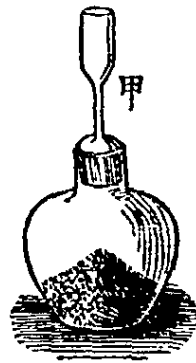
問 用瓶之法若何。

答 作小口玻璃瓶一。如三十一圖。滿注瀝清之水。至甲字處而止。置此

形物密率

瓶於天平盤上。旁置欲較之物。譬如赤金一塊。加銅碼若干於他盤上。使兩盤平正。先計銅碼之數。後携瓶出盤。納赤金于瓶中。水乃溢出少些。適合金之大小。將此瓶再置盤上。又權之。則因水減少之故。

第三十三圖



斤兩稍減。其所少即合赤金所佔之地。以此減數。分金之兩數。即是金之密率。若欲較之物。爲入水即化者。不可用水。須用不化之物。若欲較

之物爲吸水者。如炭灰之類。亦不可用水。須以鎔蠟代水。又因實物四周。附有空氣。未免壓水過多。故物入水瓶後。置瓶於抽氣罩下。去其氣。復注水盈之。或燃滾瓶中水。俟其涼而注滿之。乃不差累黍。用天平之法若何。別有一法。殊簡便。以欲衡之物。置天平盤上。於他盤加鉛碼若干。使



形物密率

天平平正。既而去其物。置鉛碼於盤。仍使天平平正。譬如鉛碼為二十兩。便知物重二十兩。繼又去鉛碼。懸物於盤下。納入水中。權之必輕而不平。其減去之斤兩。適合其壓開水之斤兩。卒於他盤上加鉛碼平之。譬如所加為四兩。以此數分二十兩。便知欲較之物。重於水五倍。

問 各實物之密率。可得聞乎。

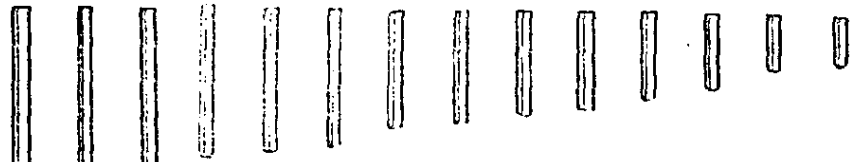
答 西學士驗得銀重於水十倍四分七厘。水晶二倍六分五厘。銅八倍七分八厘。鋼八倍八分八厘。金鋼石三倍五分三厘。鐵七倍七分九厘。象牙一倍九分二厘。硫磺二倍七厘。大理石二倍八分四厘。金十九倍二分五厘。白金二十一倍五分。玻璃二倍四分九厘。木與藤不及清水之重。左幅所列一表。直線指物之密率。蓋同是若干斤。物質愈密。其條愈短也。

三十七

率密物形

表率密類金

鹽 鎂 鈳 白 鐵 錫 鎳 銅 鉍 白 黑 水 黃 白  
 渣 鎂 鈳 鉛 鐵 錫 鎳 銅 鉍 銀 鉛 銀 金 金



六 七 七 八 八 九 十 十一 十三 十九 二十一  
 八 七 二 二 七 八 四 三 五 二 一  
 十六 十九 十九 十七 十八 十二 十七 十五 十九 十五 五  
 二 五十六

一 四十三

九十七

論浮表

問 何如較流物密率。

答 較流物之法。先將欲較之物。如油酒牛奶之類。注於小口玻璃瓶。滿至於口。置天平盤上權之。得若干兩。既而將物倒出。瓶中納已蒸之水。權之得若干兩。其相去之數。卽物與水輕重相殊之數。

問 較流物密率。尙有他法否。

答 有也。以實物一塊。懸天平盤下。初納已蒸水中。權之得若干兩。後納欲較之流物中。權之得若干兩。觀二數相去幾何。便知欲較之物。比於水輕重如何。

論浮表

問 何謂浮表。

答 浮表乃浮于流物之表。分二種。一高下同而輕重不同者。一輕重同而高下不同者。尼高宋表。法倫特表皆歸第一種。表上加鉛碼。使表入流物。常至某線而止。用探流物之稀密。第二種浮表。不加鉛碼。故輕重常一式。是表用探流物中所雜他物。鎔化幾何。

表 浮 論

問 法倫特表何如。

答 作玻璃管一。底處作大豈形。如三十二圖。半實水銀。使入水不欹。上

圖二十三第



有頸。頸上有小盤。所以承鉛碼。頸之中間刻一線痕。在甲字處。先權全表之斤兩。譬如重七錢五分。欲知火酒之稀密。以此表納純火酒中。必浮起幾許。在小

盤上加鉛碼。使沉至甲字線痕。譬如碼為四分。則表與碼共重七錢九分。便知壓開之火酒。亦重七錢九分。既而携表入淨水中。表亦浮起幾許。加碼若干。使沉至甲字一線。譬如碼為二錢一分。便知壓開之水重一兩。以七錢九分分一兩。便知火酒輕於水若干。較他流物亦然。

問 尼高宋表何如。

答 學士尼高宋別製一表。用以衡實物之稀密。以馬口鐵為空筒。如三十三圖。上有細條。細條上有一小盤。在空筒下丙字處。別懸一尖盤。

表 浮 論

用一玻璃瓶。滿注清水。納表於瓶中。將欲較之物。置諸上盤。旁置鉛

碼。使表沉至細條甲字處。既而去欲

較之物。加他碼於上盤。仍使沉下至

細條甲字處。此後加之碼。與欲較之

物。同重無疑。至是。去後加之碼。將欲

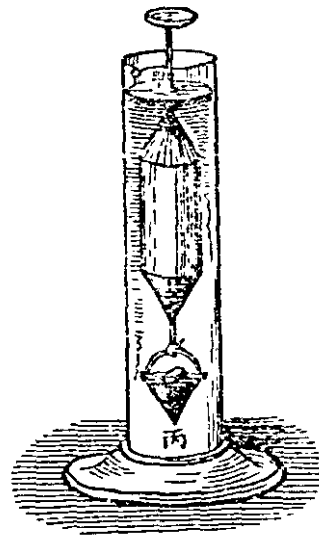
較之物。置諸下盤。則以是物斤兩稍

減。不能沉至甲字處。乃加碼以沉之。

此末加之碼。與是物壓開之水。斤兩

相同。以此碼之數。分是物之斤兩。便

圖 三 十 三 第



知其重於水幾何。

輕重相同之表有幾式。

有二式。一名步梅表。一名百度表。

步梅表何如。

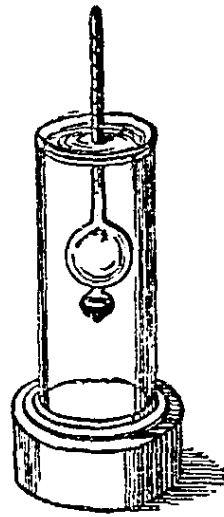
答 步梅乃法國醫士。因其首創是表。故以其名稱表。法以玻璃作長條。

問 答

表 浮 論

下接一小球。用盛水銀。使此表入水不側。玻璃條上刻度數。如三四圖。表入流物愈深。壓開流物愈多。其壓開流物之斤兩。適合表之斤兩。故表入愈深。知流物愈稀。其刻度之法。以全表納於已蒸水中。視玻璃條浸至何處。卽刻一圈。爲度數之始。後移入鹽水中。以八

圖 四 十 三 第



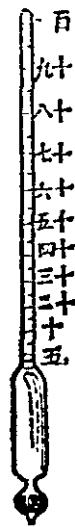
五分清水。十五分海鹽併合而成者。視表浮起幾何。在出水處。刻十五。遂自圈至此。分十五度。自是遞下刻至玻璃球。共六十六度。用此表驗強水。最爲靈便。凡流物厚於水。皆可用之。若流物薄於水。須別用刻度之法。先入鹽水中。以九十分清水。十分海鹽併合而成者。在表浮出處。刻一圈。既而納表於已蒸水中。在浮出處刻十字。自此遞上。至圈處分十度。又往下刻度。至玻璃球而止。此表利於驗火酒。表入酒愈深。其酒愈烈。尋常火酒。得三十五度。純清火酒。得四十五至

表 浮 論

問 五十度不等。  
百度表何如。

答 是表專量火酒中雜水幾何。其式與步梅表相似。惟刻度之法不同。

第三十五圖



十字樣。自是迭試遞刻。至無酒之水而止。如三十五圖。譬有火酒於此。欲知其雜水多寡。以此表納酒。如浮出處為五十度。便知半為酒。半為清水。

將全表入純清火酒中。在玻璃條浮出處。刻百度。既而入於九十五分酒。五分水中。刻九十五字樣。又入九十分酒。十分水中。刻九

形性學要 卷四

氣學

總論氣學

問 何謂氣學。

答 氣學乃考各浮物之學。浮物中最易考核者係空氣。因詳審空氣而  
他浮物可以類推矣。

問 氣有幾種。

答 有純質雜質二種。純質如輕氣養氣淡氣等。凡十種。雜質如煤氣磷  
氣等。凡五十種。

問 氣之性力如何。

答 性力有三。與流物同。一浮。二重。三伸縮。

問 何以証其浮。

答 氣所以浮。以其有相拒之力。故散而上浮。

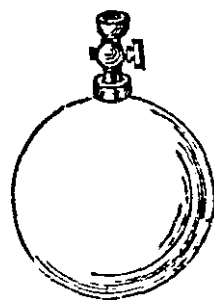


氣學總論

問 何以証其重。

答 作一玻璃大球。如第一圖。上裝銅柄。柄中置旋針。以便啟閉。納空氣

第一圖



於球中。置天平盤上權之。得若干兩。既而將空氣抽出。又置盤上權之。見份兩已減。若轉運旋針。任空氣復入。則份兩如初。不稍歧異。

問 諸氣輕重如何。

答 最輕者名輕氣。較之水得十萬分之九。最重者名重氣。較之水得十

萬分之五百八十。

問 何以証其伸縮。

答 卷一第七圖說。已証其事。

問 何謂空氣。

答 地球四周有清氣圍繞。或云厚一百十里。或云厚二百餘里。數說不同。莫衷壹是。是即所謂空氣。愈高則愈稀。至極高處。盡淨無氣。

圖二第

地球



問 地球以一日夜自旋一周。空氣隨之而旋乎。抑地旋而氣不旋乎。

答 地球如第二圖。與空氣同旋。不然。地旋甚疾。地上物隨地運行。迎撞空氣。其力十倍於大風。不特拔木偃禾。而屋宇皆將傾倒。今最大之風。以一秒鐘行四十五邁當。地球之運。以一秒行四百六十三邁當。速於大風十倍有奇。故氣力亦十倍於大風也。

問 空氣究係何物。

答 古人謂空氣之質。純一不雜。至西歷一千七百七十五年。始有法人辣襪西用化學法。將空氣本質。次第分析。見空氣以數物湊成。一曰養氣。約得五之一。二曰淡氣。約得五之四。三曰炭氣汽水及他三四

空 氣 壓 力

質。皆甚微。故不必計也。

論空氣壓力

問 空氣既重。壓下必有大力。其例如何。

答 空氣壓力。頗似流物。不特自上而下。又復四達。無一處不到。惟地形

愈高。空氣壓力愈減。以高處之氣。不及卑處之多也。

問 天下空氣共重幾何。

答 譬有一銅山。高下方廣皆九十萬里。其重可知。天下空氣之重。適似

之。地上最深之海。得十二三里。空氣之高。大約二十五倍于此。

問 空氣壓力何法可驗。

答 有學士名蓋利克者。以紫銅製二

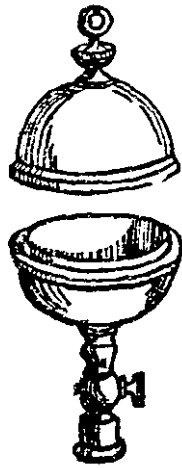
半球。如第三圖。合則為全球。空其

中。徑約三寸。上半球裝一圈。以便

携取。下半球裝一銅管。內有旋針。

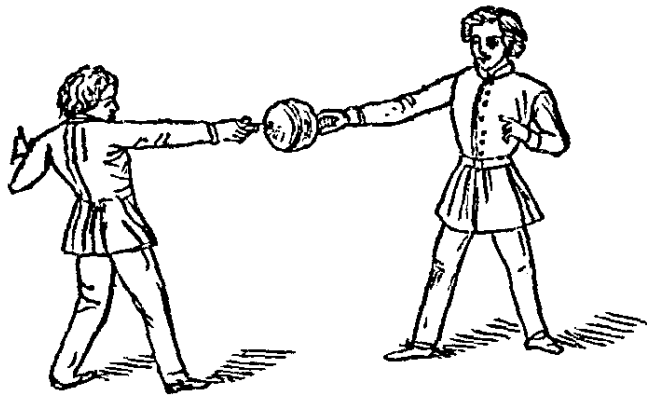
可以啟閉。將二半球併合之。四周糊以蠟。或他物。使外氣不能入。既

第 三 圖



力 壓 氣 空

圖 四 第



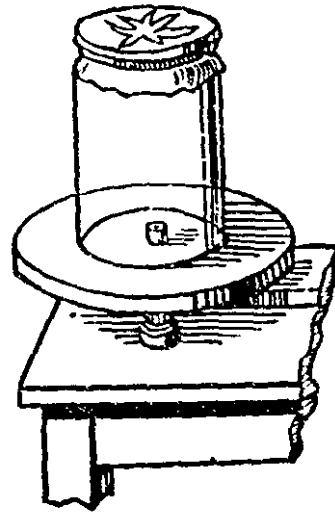
而。以。全。球。置。抽。氣。機。上。  
 將。球。中。氣。抽。出。即。閉。旋  
 針。雖。強。有。力。者。二。人。亦  
 不。能。拉。開。如。第。四。圖。計  
 外。氣。壓。此。球。多。至。一。百  
 二。十。餘。斤。稍。啟。旋。針。外  
 氣。復。入。則。二。半。球。應。手  
 而。解。因。球。內。有。氣。與。外  
 氣。相。抵。是。以。易。開。方。球  
 中。無。氣。時。祇。有。外。氣。之  
 壓。故。不。易。開。也。

問  
 空。氣。壓。力。自。上。而。下。何  
 法。可。驗。

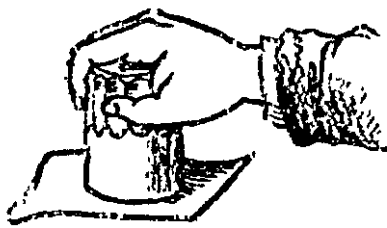
答  
 製。玻。璃。筒。一。兩。端。皆。開。

空 氣 壓 力

第 五 圖



第 六 圖



問 答

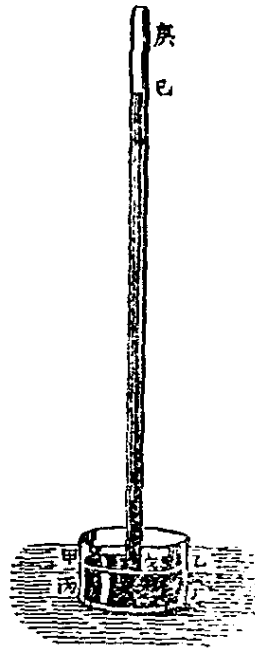
上端罩以猪尿脬。如第五圖。用絲麻緊束之。使尿脬不能移動。下端置抽氣機上。將筒中氣抽去。見尿脬漸凹。深入筒中。以上氣重壓故也。舉手指輕觸凹處。聞大聲如燃鎗。尿脬已破。聲之所由生。以外氣急入之故。空氣壓力。自下而上。何法可驗。備一杯或一瓶。如第六圖。滿注清水。直至於口。以尋常紙覆之。舉掌壓紙。輕輕倒轉。底在上。口在下。漸將手携去。水仍不出。其故無他。因下氣上擡。抵住瓶中之水。故不流下耳。

力 壓 氣 空

問 空氣旁壓之力如何。

答 取薄銅片一。須光潔而平者。緊帖板門上。空氣從旁壓之。亦不落。又以一瓶。滿注清水。封其口。旁鑿一小穴。水亦不出。因空氣從旁壓之也。

圖 七 第



也。

量空氣壓力法

問 量空氣壓力。當用何法。

答 作玻璃管一。徑二分。長

約二尺二寸。上閉下開。

如第七圖。以水銀注滿

一盆。又注於長管中。使上下充斥。內無纖毫氣。手掩管口。倒納盆中。

見管中水銀稍降。自庚至巳。大半仍直立如柱。原其故。因空氣壓盆

中水銀。故管中水銀不能下。管中水銀之斤兩。適抵空氣壓力。不相

頡頏。

問 此例為何人探悉。

空 氣 壓 力

答 西歷一千六百四十年。意人伽利雷始悉空氣之重。越三年其徒多利載麗。又得衡量壓力法。西國形性一學。實昉於此。前此皆泛泛其詞。未得實理。

問 除水銀外。可以他流物量空氣壓力否。

答 可也。惟他流物皆輕。上升尤甚。譬以水爲度。其升也較水銀十三倍有奇。水銀高二尺一寸二分。水當高三丈。此乃法人巴斯加爾所得之例。

問 管中水銀有時升降否。

答 稍有升降。視時之寒熱。與地之高下。時熱則外氣稀。地高則在上之氣少。水銀皆降。時寒地低則反是。大約水銀於海面升二尺一寸七分。

問 一人之身受空氣壓力幾何。

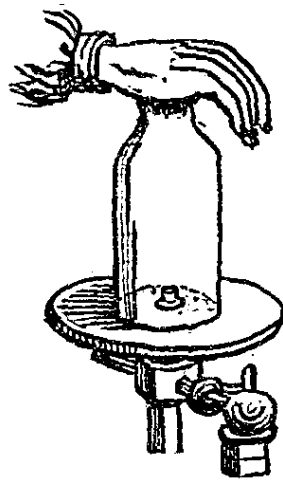
答 約二萬餘斤。其所以不被壓傷者。因四旁與下皆有氣力抵之。身內又有浮質流質自伸之力抵之。故人身仍運動自如也。有時人身覺

表 雨 風 論

重。疑為空氣加增。其實空氣適減。壓力較少。人身不能穩。故覺重。非  
空氣加增也。

問 身內浮質流質與外氣相抵。有何証據。  
答 試於瓶底鑿一穴。以手掌覆瓶。如第八圖。又以瓶置抽氣機上。抽去

第 八 圖



瓶中之氣。則手掌必至流血。因瓶中無空氣相抵。瓶上之氣重壓掌也。中西人有火罐法。以瓦罐一。取紙少許。燃以火。納之罐中。立即合於額。罐乃懸額上。因罐中氣。因熱而

稀。外氣之力壓之。故不墮。

論風雨表

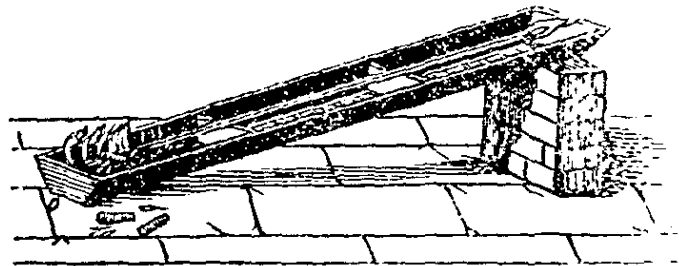
問 何謂風雨表。

答 風雨表者。量空氣壓力之具。學士用是具。量空氣之壓力。以測風雨



論風雨表

第九圖



之有無。故名風雨表。

板下炙以火。低處水銀既沸。然後移炙其上。漸移至管口。迨管中氣

問 風雨表有幾種。

答 有用水銀者。有不用水銀者。用水

銀者。即多利載麗之法。其法最善。

分三種。一盆表。二彎表。三盤表。不

用水銀者。用鋼銅等物。名空盒表。

問 盆表何如。

答 作玻璃管。僅開一端。中空。徑二分。

長二尺三寸半。若上下稍形粗細。

亦無妨碍。惟封閉之一端。不可容

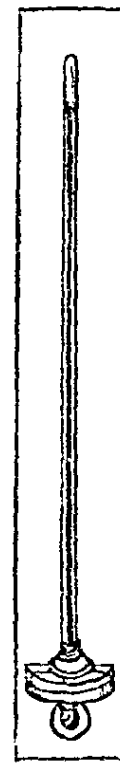
氣。容則以漲力故。表度不準。故製

表時。必須去管中氣。去之之法。將

水銀管。欹置薄鐵板上。如第九圖。

論風雨表

第十圖



去盡。復加水銀少許。俟其涼後。倒豎於水銀盆中。以盆與管同釘于

板上。如第十圖。旁  
刻度數。以盆中水  
銀面為初度之始。  
刻至管杪而止。視

水銀升降幾何。便知空氣壓力。增減幾何。

問 管中水銀愈升。盆中水銀面愈低。所云初度之始。不亦隨時變易耶。

答 盆中水銀面。果有升降。然甚微。故性學家不顧也。

問 彎表何如。

答 作玻璃管一。彎為兩管。如第十一圖。底下仍連接。一管短而稍粗。其

第十一圖



上開一穴。在丁字  
處。又一管細而長。  
頂上封閉。將水銀

注入短管。再四轉側。使入長管。將長管中空氣。盡行驅出。水銀降至

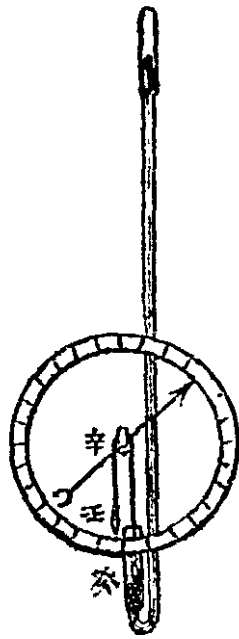
表 雨 風 論

乙字處。短管中水銀與丙字平。從知長管自乙至丙之水銀。適抵空氣壓力。將此表釘於板。自丙至頂。鐫刻度數。便成彎表。

問 盤表何如。

答 盤表之法。與上二式不甚異。惟短管中水銀面上。置一輕物。如第十

圖 二 十 第



二圖。輕物上有旋機。旋機中有針。四周有銅盤。鐫成度數。凡輕物升降。旋機動而針亦移。視針所指之度。便知水銀升降幾何。因此法不甚靈。故天文士鮮用之。

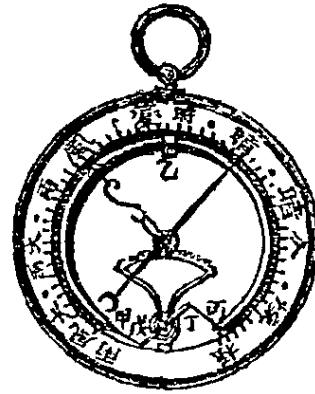
問 空盒表何如。

答 西人步爾同作銅表一。名空盒表。以極薄銅皮彎成大半圈。如第十三圖。僅闕於下。兩面障以軟綢。使外氣不得入。將障內之氣盡行抽

論風雨表

去。圈下兩端有短針。短針接於盤機。盤機上有長針。所以指度數者。

第三十圖



凡天氣重壓。銅皮稍合。則短針動。長針隨之而動。便知壓力度數。此法最宜於行人。且甚靈。惟稍有參差。亦為恨事。

問 風雨表升降有無定例。

答 風雨表升降之度。此方與彼方不同。即同在一方。以氣候多變。故升

降亦異。惟歷驗一方。一年半年中。截多補寡。計折中之數。頻年不甚異。法國海面。水銀升二尺一寸七分。在巴黎升二尺一寸五分半。蓋地形稍高。故升數畧減也。墨洲厄寡多京。地形最高。出海面二千九百邁當。風雨表折中之數。僅一尺五寸七分。

問 風雨表在赤道溫道有何異景。

答 頗有異景。常遵一定之例。表在赤道。午前九下至午後四下鐘常降。

實物在浮物之例

午後四下至夜十一下鐘常升。自夜十一下至明晨四下鐘又降。表在溫道亦有變遷。惟無一定之例。須隨時審視。大約北風東風至。風雨表升。爲天氣乾燥之證。南風西風至。風雨表降。爲雲雨之兆。西人執是以測風雨。苦不恒驗。須以他器參觀。乃可測風雨之大畧。凡大風雨至。風雨表必多降且久。航海者最當留意於此表。

問

風雨表可測地形高下否。

答

地愈高。空氣壓力愈減。緣是觀表於山下。至山頂又觀之。見水銀已降。計降下幾何。便知山高幾何。蓋水銀密於水十三倍五分九釐。清水密於空氣七百七十倍。以水銀較於空氣。密一萬四百六十四倍。然則空氣高一萬四百六十四寸。水銀降一寸。計水銀降下之數。便知風雨表所在之地。升高幾丈。惟空氣愈高愈稀。其寒熱又因時而變。故以風雨表測地勢。祇得其大畧云。

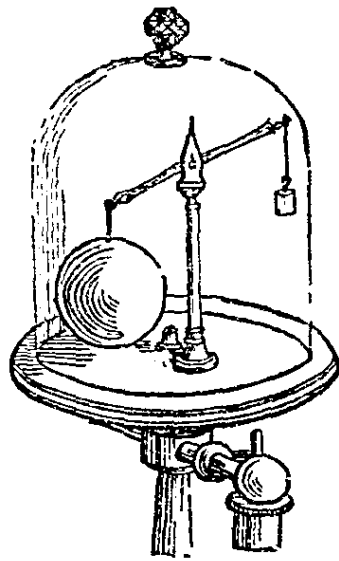
論實物在浮物之例

問

實物在流物中。減去份兩幾許。實物在浮物中。亦減輕幾許否。

實物在浮物之例

第十四圖



答 浮物與流物。其理相似。譬諸空氣。浮物也。無論何形之實物。全在空氣中。四周受空氣之壓力。適合此物推開空氣之份兩。譬如實物四周高下皆一尺。其在氣中失去份兩。適合四周高下一尺氣之份兩。

其四周空氣之壓力。均滙於一處。在推開氣之重心。與實物在流物中無異。

問 此理何以徵之。

答 姑不及精義。祇以簡法証

之。以銅鋼製天平一。狀如十四圖。橫檔之一端。懸一空球。以銅爲之。又一端則懸一鉛錘。實心而重。務使兩端穩定。橫檔全平。若兩端輕重不齊。祇須移檔稍偏。必得平正。已而納入抽氣罩下。將氣抽去。則見球降錘升。檔不復平。此以何故。因球形大。推開之氣較多。故失去份兩亦多。

之 物 浮 在 物 實

其在氣中時。與錘相平者。非錘本重如此。然以球減輕故耳。及至無氣時。球以重而降。明証實物在氣。其減輕之數。適合推開之氣之份兩也。

問 有別法以徵此理否。

答 用此具別有徵法。先納之無氣罩下。使球與錘適平。既而轉抽機之旋針。使外氣入罩。便見錘降而球升。蓋球在氣中減去份兩多也。

問 此具有無別用。

答 創製者。名蓋利格。嘗用以測氣之稀密。當時風雨表未行。故西人往往用之。及得風雨表法。以此具作弁髦之棄。

問 物之份兩。有虛實之別否。

答 有焉。量物於無氣之地。其份兩實也。量物於空氣之中。其份兩已減少幾許。故虛也。雖然。重物如金石之類。可不計虛實。惟浮物則不得不計耳。

問 實物在空氣中升降何如。

答 實物在氣。不啻在水。重於推開之氣則降。輕於推開之氣則升。輕重相均。則不升不降。輕於空氣者如雲烟氣球。故能浮氣上。有時與空氣輕重相同。則懸於空中不動。重於空氣之物。多不勝計。

論氣球  
何謂氣球。

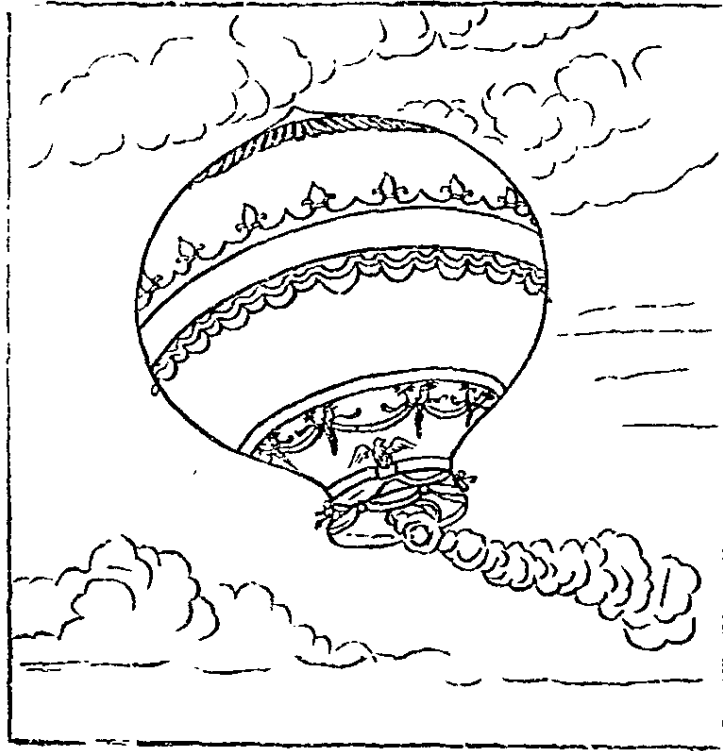
問 西人以薄綳作大圓球。高丈許。或數丈不等。納輕氣於球中。善爲封閉。因全球輕於推開之氣。故上升。是卽所謂氣球。西歷一千七百八十三年。法國學士蒙哥斐爾始創此法。人咸奇之。至今精益求精。法未臻美善。

問 製造氣球何如。

答 以樹膠塗細綳。剪作長條。善爲縫合。使無漏隙。又無針跡。乃內氣不洩於外。而外氣亦弗入于中。蒙哥斐爾草創球制。以球口覆於火。煨柴薪布疋等物。以蒸熱氣。如十五圖。於是熱氣進球。愈多愈漲。將綳球漲作圓形。此法有二不便。球旣漲足。不能復納氣。一也。氣旣冷。卽



圖五第十第



最爲便捷。此輕氣生於磺強水。及白鉛與鐵。須將磺強水中汽水。驅

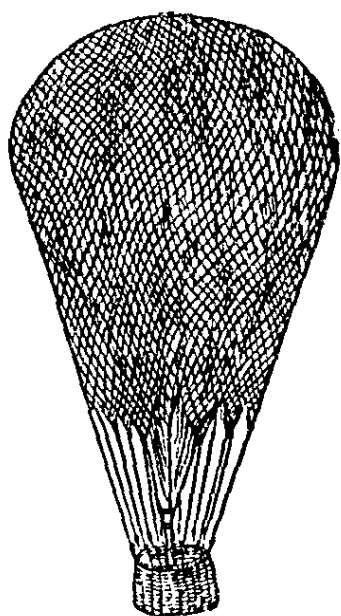
問 答

無漲力。球將縮小。以故球下須懸火爐。最易造禍。二也。嗣有人以海絨浸火酒中。用代柴薪。似稍穩妥。厥後有人於火爐上接一烟囪。爐之四周。以銅皮封錮。遂無失火之虞。惟重笨可憎。非上上策。

近今之法何如。

近今以輕氣充球。

第六十圖



升。曠觀世外。洵豪舉也。

袋若干。欲球升上。則拋去一二袋。乃球輕而高舉矣。球升則人船俱

人。及測天要器。又載沙船。如十六圖。船容一二繫於木圈。圈下懸一簾用防氣漲裂球。網網俱

之淨盡。否則致損細網。輕氣出外。其驅汽與納氣之法。頗不易易。須備磺強水數十桶。置備傳氣管。洗汽器。懸球架等。大張旗鼓。工料浩繁。一球之成。非百金不辨。

問 製氣球別有妙法否。

答 可用煤氣。卽用以燃燈。而射光於街道屋中者。其價殊廉。收藏亦易。

問 球外與球下。有何他物。

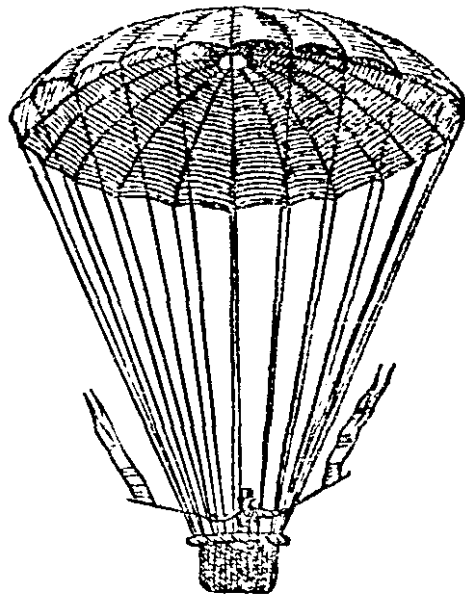
答 目下往往用之。

球氣論

問 氣球上升時。遲速何如。

答 球中氣未漲足。上升遲速先後相同。因球升愈高。天氣愈稀。稀則壓力少。而球中氣漲大。球形推開之氣亦多。彼此適可相抵。若球已漲足。仍復升舉。則愈升愈

圖七十第



問 人在空際。見危欲下則何如。

答 製一綢傘。狀如十七圖。升時將傘緊摺。置籐船之旁。欲下則坐于傘下

自開張。愈下愈徐。穩如肩輿。傘頂有一穴。所以出氣。使傘直下。無轉側之虞。

問 氣球大小何如。

球氣論

答 大小隨人所欲。如爲登高載重之用。球形甚大。斯有大力。一千八百七十八年。法京作一球。以長索繫于地。不使遠揚。故名俘球。猶俘者之受人拘束也。是球日必數升。載遊人登高觀覽。球徑長三十六邁當。承氣滿漲時。得二萬五千邁當立方。其升舉之力。約得二萬五千法斤。全球之重。得一萬八千八百五十法斤。內分球殼開門五千斤。網羅繩索。四千五百斤。籐船一千六百斤。大索七百五十斤。拉球索長六百邁當者三千斤。五十人同在籐船。約四千斤。已上共計一萬八千八百五十法斤。球之升力尙餘六千斤。爲大索所牽制。故不至遠去。用三百馬力之火機。運轉鐵軸。使大索盤于軸。球乃漸下。

問 氣球能上升。亦能橫行否。

答 氣球升降幾何。隨人自主。只須多納輕氣於球中。其升自速。若將球中氣放出幾許。球卽降下。操縱之權。在人掌握。若橫行則甚難。往往爲風所吹。隨風力而去。瞬息千里。捷於影響。甚有墮於汪洋沙漠中。救援無人。因而殞命者。近數十年來。有人創氣船之法。猶未達三昧。

空 氣 壓

問 氣船之法何如。

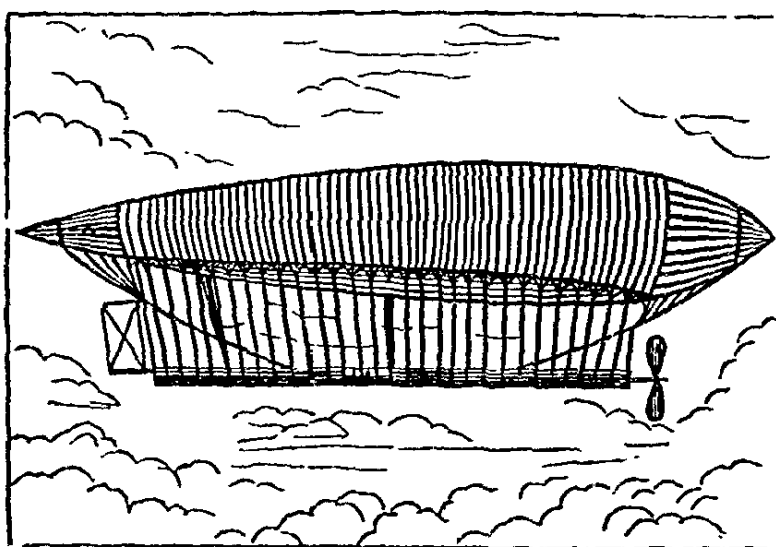
答 船在水中。所以能徂東往西。隨意駛行者。因船底擱於水。有所依靠。故風吹或搖櫓。卽能前行。若氣船則不然。下無所靠。又不能自用其力。故風靜而氣不動。船將穩定不行。終年在一處。欲氣船橫行。須有二。一在船底。裝一橫軸。軸有葉。軸轉而葉旋甚疾。撥氣運船。斯可前行。一在船尾。裝一舵。如舟之有舵。主行駛之方向。乃船在空際。不至飄蕩無定踪。

問 氣船之法始於何年。

答 西歷一千八百五十三年。始有藝學家名齊發者。創氣船法。一千八百七十二年。有名提布奚特老默者。做行之。厥後一千八百八十三八十四兩年間。諦勝提兄弟。與伯爾納克雷勃踵事爭華。頗著成效。法以電氣運軸。力大而速。可拒風力之阻。且能勝之。其船奇大。得一千八百邁當立方。按一邁當約合官尺三尺。載重四千斤。其形條長。如十八圖。旋葉在前。舵在後。人坐船下。在葉與舵之間。一千八百八

浮物斂縮之例

第十八圖

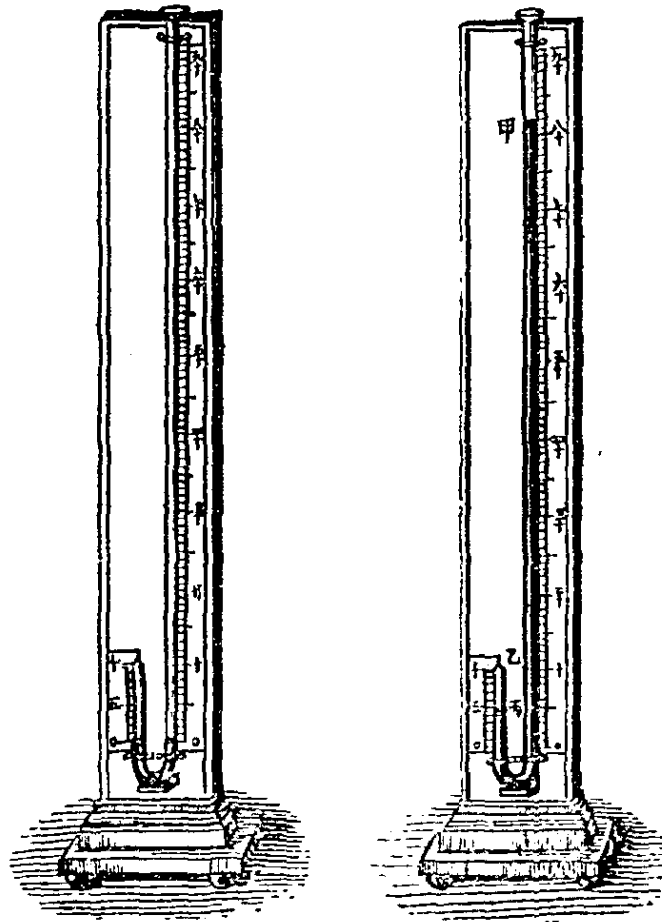


問 氣在器中。壓之則縮。有無一定之例。  
 答 壓力倍。氣縮亦倍。力增三倍四倍。縮亦三倍四倍。西歷一千六百七

十四年。八月初九日。午後四下鐘。天朗氣清。克雷勃等。縱船升舉。行二十餘里。駕駛從心。既而轉舵折回。仍至原處。離地約九十丈。人携傘徐下。安然無恙。是日觀者甚衆。咸嘆爲巧製絕倫。從來未有。惜工費過巨。鮮有做行者。論浮物斂縮之例

浮物斂縮之例

第十九圖



中之氣。遂不與外氣通矣。因二圈處水銀適平。故短管中之氣。適抵

二圈而止。短管  
 中。轉入短管。至  
 以水銀注長管  
 為碼數之始。旋  
 圈。彼此適平。是  
 管近底處刻二  
 旁亦鐫碼數。兩  
 不等。上端開通。  
 三尺許。或丈許

問 十四年。法教士馬里效德始得此例。故名馬里效德例。然必俟空氣  
 寒熱先後相同。乃驗之無誤。  
 答 有何試驗之法。  
 作玻璃彎管。如十九圖。短管長六七寸。上端封閉。旁鐫碼數。長管長

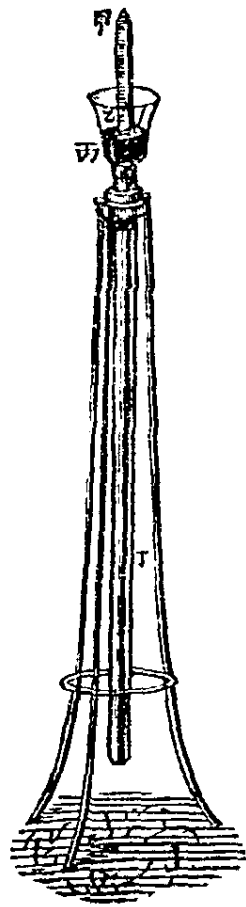
浮物斂縮之例

問 若他氣輕於清氣。不能抵一空氣之力。用何法以驗之。

答 作長管一。似風雨表中納水銀。至三之二。既而倒豎於水銀盆內。如

外氣壓力。既而長管中加注水銀。壓短管之氣。若長管中水銀增高。與風雨表相同。則短管中水銀。升至空處之半。其氣縮一倍。若欲短管中水銀升至空處三之二。長管中須增水銀兩倍於風雨表之高。於以知馬里效德之例。信而有徵。

圖十二第



圖一十二



之數。便得風雨表之半。從知氣伸一倍。其力亦減一倍。與馬里效德

二十圖。使內外水銀平。計管上至幾碼。旋將長管提起。使含氣之處。一倍于前。如二十一圖。至是。計水銀升高



法力漲物浮量衡

之例相符。惟浮物壓至將成流物。則與此例不甚相合。且浮物中亦稍有參差。

問 氣既被壓。其斤兩增否。

答 增也。且壓力增幾何。氣之斤兩亦增幾何。譬如器中氣。受一空氣之壓力。重一兩。若增至二空氣之壓力。氣惟佔半器之地。仍重一兩。計其全器。當是二兩。斤兩倍。氣之密率亦倍。蓋空氣愈受壓。愈加密也。論衡量浮物漲力法

問 欲知浮物漲力。有無衡量之具。

答 有二。一爲量浮物漲力。少於空氣壓力者。一爲量浮物漲力。大於空氣壓力者。

問 量浮物漲力。少於空氣壓力者。其制奚似。

答 有衡氣小表焉。以玻璃製細管。彎成兩管。如廿二圖。下連而上平。二管同長七寸許。一管封閉。一管洞開。使外氣可入。將水銀納之。充塞封管。而開管中僅充近底處。大約得五之一。將此管釘於銅皮。旁鑄

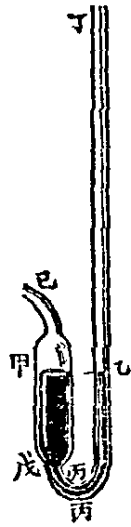
法力漲物浮量衡

度數。納之玻璃罩中。罩下鑲銅柄。設旋針一。以便啟閉。以銅柄接於浮物之瓶。浮物自瓶中出。直入罩中。若浮物之力。大於水銀之力。則封管之水銀。上升及頂。若浮物之力。小於水銀之力。則開管之水銀。上升。而封管中頓降。計升降

圖二廿



圖三廿



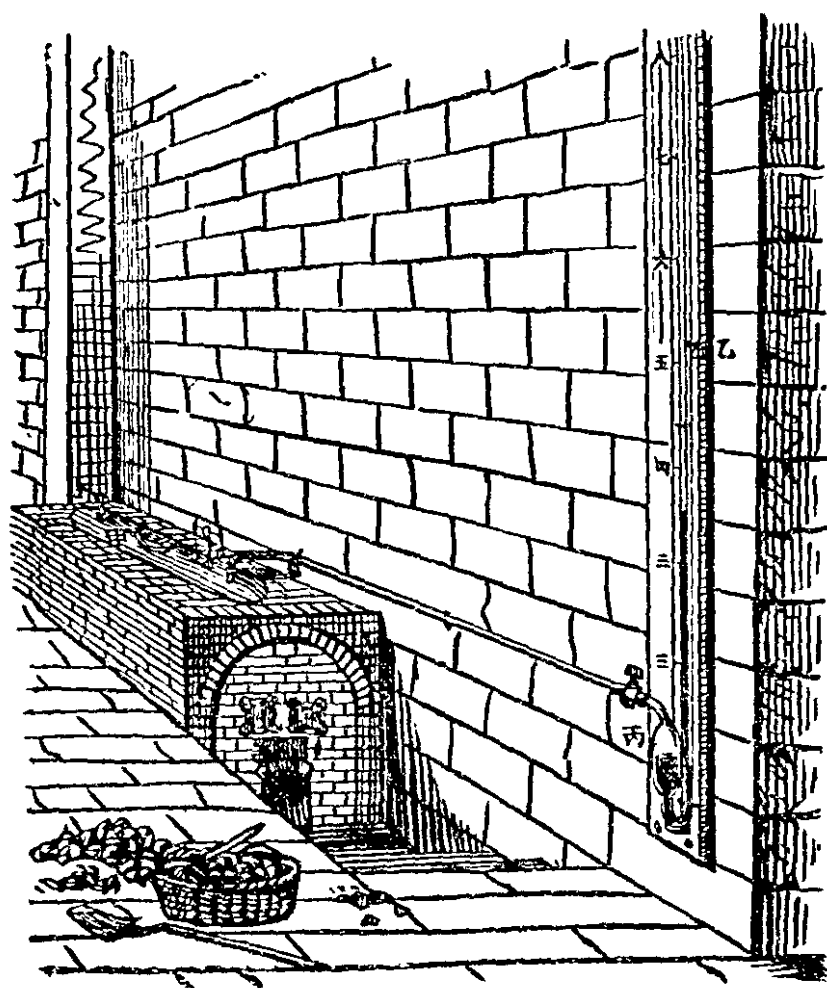
問 有何別具。  
答 有名散氣表者。法以玻璃作長管。彎為二。一長一短。狀如二十三圖。兩管上端皆開。長管徑一分餘。其長短無一定之例。惟欲衡浮物之大力

者。管須條長乃可。其短管倍粗於長管。上端亦開。以水銀納其中。轉入長管。二面適平。蓋兩管皆開。與外氣相通也。欲量浮物壓力。只以盛浮物之器。接於短管之口。長管中水銀自升。計升上幾何。便知浮

衡量浮物漲力法

第二十四圖

物壓力之大小。其計碼之法。如二十四圖。表旁鑄碼數。於水銀平處

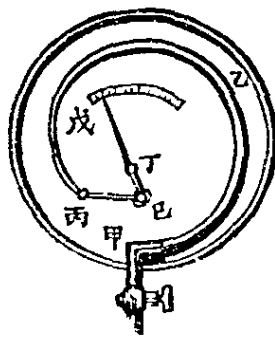


為第一碼。自是第二第三第四等碼。逐漸升上。每一碼抵一空氣壓

論抽氣機

力。故三碼四碼抵三空氣四空氣壓力。各碼相去之間分十度。俾一目之而了然。

問 衡量浮物漲力之具。有無他式。  
答 又有銅表一。最宜於火機。以薄銅為管。彎成圓圈。如二十五圖作蛇



第廿五圖

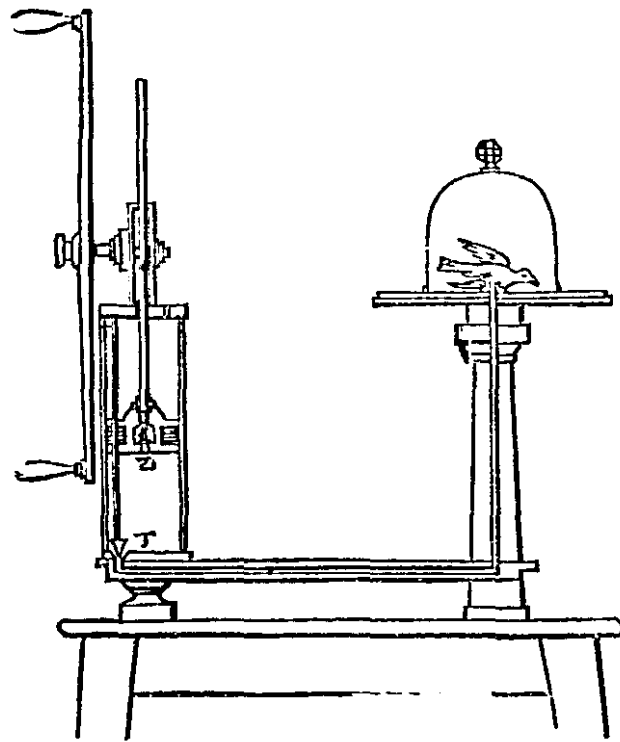
盤狀。其梢封閉。其底則開。梢處接一細銅條。條尾裝一小針。針指板上碼數。將管口接於火爐。爐中熱氣入管。管漲則伸。拉動細條。移動小針。視針所指之碼。即知熱力有幾。是為西人步爾同創製。故名步爾同表。

論抽氣機

問 不拘何物有空氣而欲去之。當用何法。  
答 用抽氣機如二十六圖。有長筒一。在圖之左。以堅銅或厚玻璃為之。

機氣抽論

圖六十二第



筒下有一橫管。接至右柱。通於玻璃罩。筒中有杵。一名活塞。可任意提抑。乙丁二字處。有閘門二。開時皆自下而上。若閘門上下。空氣之力均。板必自蓋。以其稍重故也。若板下氣稍多。板即自啟。殊形靈便。

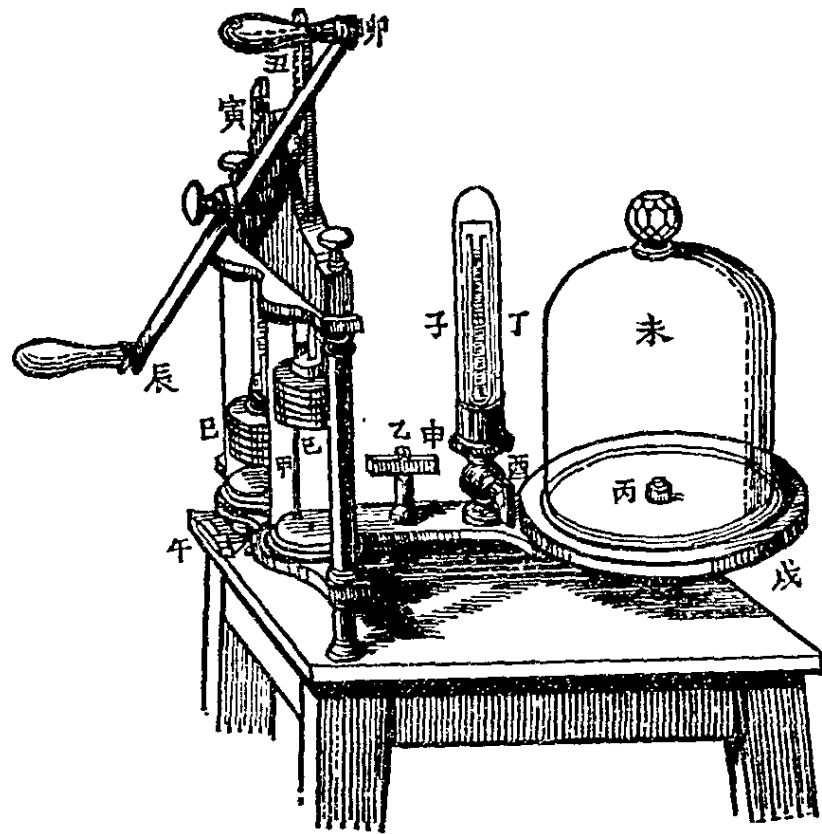
譬欲抽鳥身之氣。置鳥罩中。罩口糊以蠟。或塗他物。使外氣不能入。既而將杵壓下。杵下之氣。受壓而縮。推開乙閘。升至杵上。將杵提起。以杵下已空。乙閘自閉。其時筒

內無氣。而橫管中之氣。推開丁閘。擁入筒中。迨筒中氣與管中均勻。則丁閘自蓋。亦以稍重故也。將杵又壓。杵下之氣。出外如前。如是屢壓屢提。罩中氣漸出漸稀。卒至遺留甚鮮。但氣稀則閘之啟閉不靈。

機氣抽論

圖七十二第

適與此穴可相入。銅條上端。透出筒蓋。而蓋下近蓋處。有一匾珠。將



故杵之左側。設一銅條。下有一穴。作牛角形。銅條下端。亦作牛角形。

論抽氣機

問

杵壓下。則銅條塞穴。氣卽不達。將杵提起。則以匾珠撞蓋。故下閘惟稍啟而止。杵則直升及蓋。又於上閘之上。設一銅絲。作螺髮狀。俟閘下之氣。不能勝外氣之力。絲卽閉閘。按運機抽氣。初易而漸難。因內氣愈少。外氣愈壓。只一空氣之重。非強有力者。不能提杵。今西人用二筒二杵法如二十七圖。此杵提則彼杵壓。更相爲力。俱通於一管。運之較易。又於二杵接管處。設一旋針。針穴向管。則外氣入管。針穴向筒。則外氣入筒。又以罩下。置一衡氣表。以驗存氣多寡。

答

西人用此抽機。測驗各物之性。以燈火置罩下。抽氣未盡。火先熄滅。可知火非氣不燃也。以禽獸置罩下。氣盡卽斃。魚蛇則少待而死。小虫無氣。能數日不死。清水在罩下。氣盡而水泡沸騰。以水中之氣出也。以雞卵浸於水。納入罩中。卵外水泡踴躍。以卵中之氣出也。木料入水。則木中之氣猛發。以玻璃瓶半實以水。封其口而通以細管。迨罩中之氣虛。瓶中之水由管湧出。至傾瓶而止。以瓶中氣壓水而水

論 壓 氣 機

出也。

論壓氣機

抽氣有機。壓氣亦有機否。

問

有也。壓氣機與抽氣機。制度相似。其用則相反。法以厚玻璃作空筒

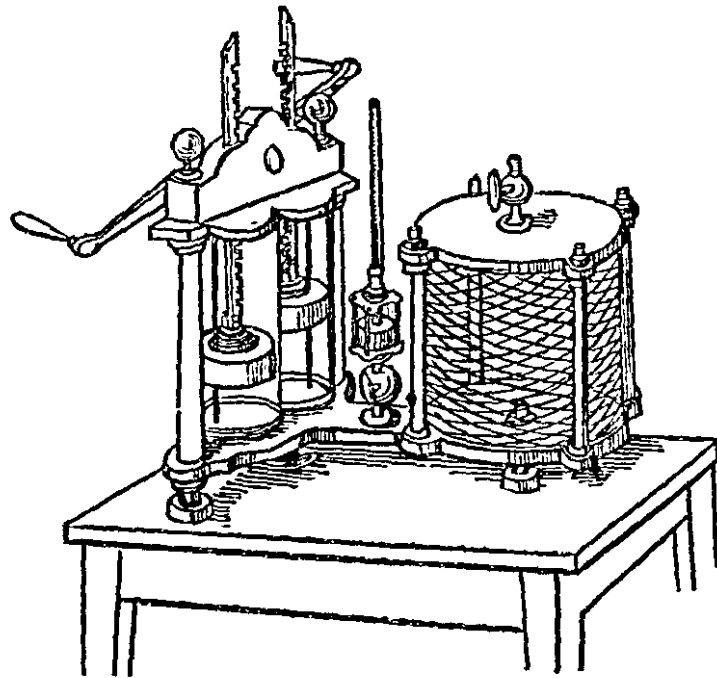
一。上下皆裹銅皮。周有銅柱四。筒外有鐵網幪罩。如二十八圖。因恐  
偶破。則玻璃遠揚。易傷人命也。自筒底至桶底橫通一管。桶以精銅。  
或以厚玻璃爲之。桶中有杵。杵中有閘門一。狀如吊窻。向下而開。桶  
底亦有閘門一。亦向下而開。將杵壓下。杵中閘門自閉。而桶底閘門  
自開。於是桶中之氣。壓入玻璃筒內。又將杵提起。則桶底閘門自閉。  
而筒中之氣不能回出。當是時杵中閘門。爲外氣所壓。頓卽自開。於  
是桶中又有空氣矣。又將杵壓下。則空氣又進筒中。如是屢抽屢抑。  
筒中之氣愈多。有人置火筒中。見氣愈多光愈大。其故非他。因氣愈  
多。養氣愈夥。火燄自然愈大也。以畜牲納筒內。皆活動自如。與在外  
無異。有西人作壓氣大機。高至五六尺。以生人納其中。壓氣至三倍



論 壓 氣 機

於空氣。其人氣不稍急。呼吸仍舒。惟氣入初盛時。覺耳中有聲。旋亦無所聞。身中耳中。氣皆增盛。

第 二 十 八 圖

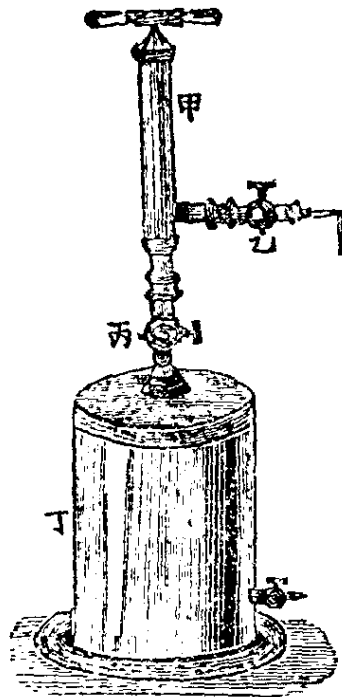


問 壓氣有簡法否。  
答 有手壓桶焉。殊形簡便。狀如二十九圖。甲字處為長管。管中有木塞。

機 氣 壓 論

條長如管。其下無閘門。乙丙二字處為二旋針。旁有細管。丙字處管內有閘門。自上落下。丁字處為空桶。先啟乙字旋針。使空氣或他浮

圖 九 十 二 第



物入細管中。至木塞下。手壓塞柄。氣將閘門推開。直入桶中。將木塞提起。則外氣又自細管入。而桶中氣為閘門所阻。不能出。又將木塞壓下。氣又入桶。如是愈壓愈

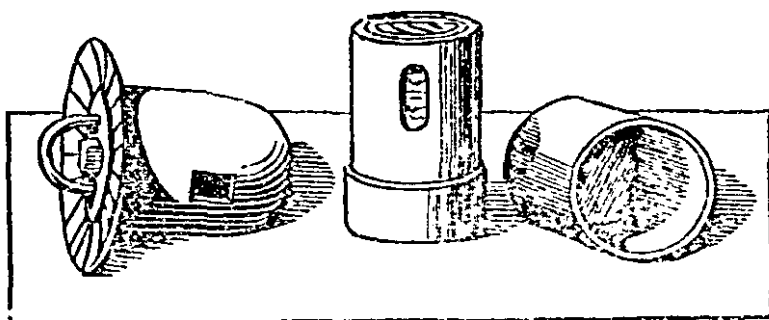
問 多。桶中氣斂縮甚密。誠便法焉。  
答 西人用壓氣法。製成何器。製器甚夥。最有益者。為壓氣報。入水衣。水底船。

機 氣 壓 論

問 何 謂 壓 氣 報。

答 壓 氣 報。多 行 於 城 中。掘 地 埋 管。管 圓 徑 不 及 二 寸。長 可 二 三 里。多 製

第 三 十 圖



鐵 匣。蓋 以 皮。每 匣 容 三 四 十 函。以 數 匣 置 管 中。自 此 端 壓 氣。逼 匣 至 彼 端。而 彼 端 之 氣。用 法 抽 之。全 匣 約 重 六 斤 半。一 分 鐘 能 行 二 里。三 十 圖 中 間 係 信 匣。右 係 匣 蓋。左 係 末 匣 之 底。

問 入 水 衣 製 法 何 如。

答 前 者 西 人 泗 水。僅 有 泳 鐘。鐘 內 有 氣。水 不 能 入。然 氣 易 吸 盡。不 能 久 留。後 改 用 壓 氣 法。儲 空 氣 於 箱。仍 多 不 便。今 則 以 像 皮 爲 衣 冠。以 玻 璃 掩 二 目。以 便 見 物。通 一 管 於 水 外。壓 外 氣 由 管 入 背 後

用 功 氣 壓

一箱。便於呼吸。口前有向外開之閘門。以吐炭氣。因像皮衣冠內。有緊壓之氣。故吐炭氣時。外水不能入。所吐之氣。由水上出。汨汨有聲。

圖 一 十 三 第



按像皮一名加伍租。係一種樹膠。狀如皮。故曰像皮。

岸上人藉知泅水者何在。用此衣。能在水三四下鐘之久。可取水中珍物。或安水底電線。或修築埠岸。皆極靈便。腰中有繩。拉之即能出水。

問 水底船何如。  
答 美人造一船。祇容一人。身穿入水衣。如三十二圖。舉足搖輪。船即破

用 功 氣 壓

浪直前。不啻腳踏車。又有一船如三十三圖。某法人所造。內有氣桶。立  
壓氣室。無事則飄浮水上。無異他船。遇戰則壓氣吸水。灌入船中。立

圖 二 十 三 第

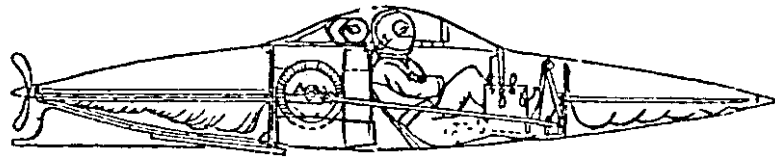
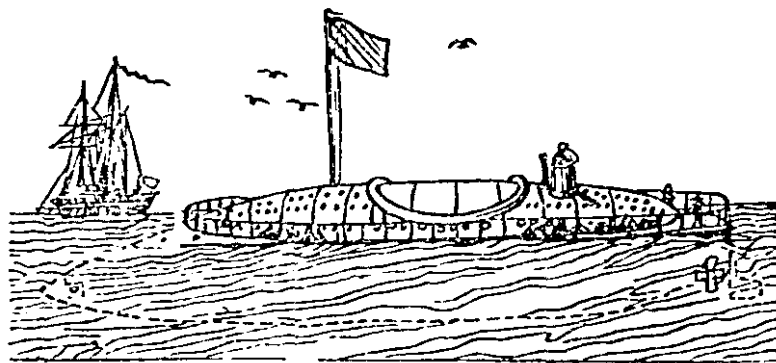


圖 三 十 三 第



問 卽沉下。用電氣之力。行于水下。  
壓氣法尙有別用否。

水 流

答 西人用作自行車。并鑿隧道。其用不一而足。

論流水

問 水桶旁穿一孔。水出流下。其速何如。

答 多利載麗驗得一例。謂小穴出水之速。如實物自水面之側。落至穴

圖 四 十 三 第

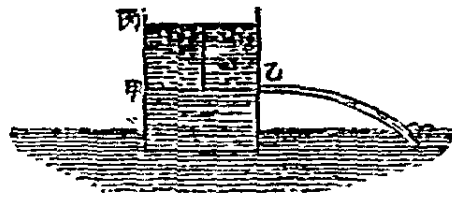
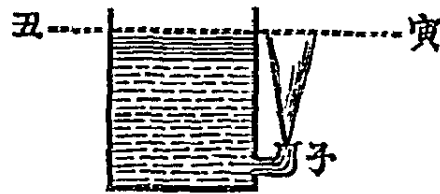


圖 五 十 三 第



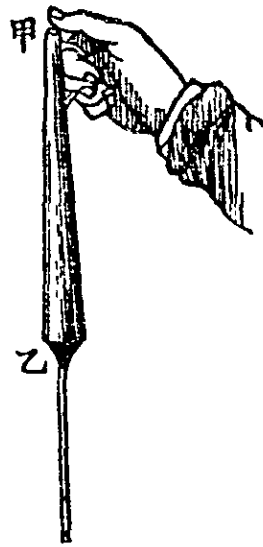
處。其理觀三十  
四圖而易悟也。  
譬有一物。自水  
面之側丙字處。  
落至甲字處。其  
速適與水出小  
穴相等。多利載  
麗欲証其事。在

小穴上接一彎管。使水躍上。如三十五圖。便見水力頗大。躍上與水面相平。

水 流

問 水於流出時。遇空氣阻塞則何如。  
答 阻塞則不能流。譬以筆帽入水。一指掩其上穴。提之出水。水仍不落。

圖 六 十 三 第



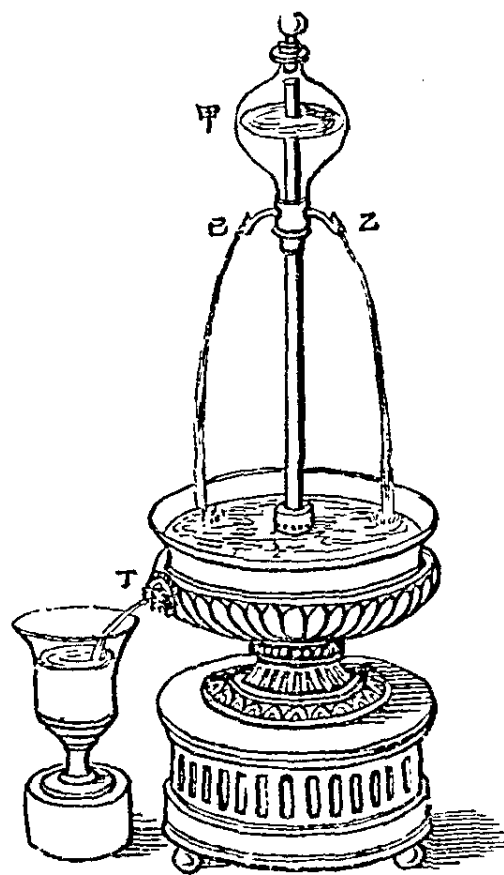
在乙已二字處。可以出水。然甚微。又有玻璃管一。兩端皆通。上端透入球頂。下端架於盆上。球中盛水約盈三之二。水自乙已細穴出。因球中氣壓水之力。與外氣壓穴之力適同。而球中又有水之重力。勝外氣之力。故玻璃管下端不閉。則穴中流水不止。然水墮盆中。漸積

問 何謂斷續泉。  
答 斷續泉。狀如三十七  
如三十六圖。  
壓。筆帽中之水即墮。  
一去其指。則上氣下  
圖。法以玻璃料為空  
球。在甲字處。上有塞。  
下有二穴。小如絲髮。

龍 洋

漸多。將玻璃管下端浸沒。而外氣不入管。於是球中氣漸稀。水亦漸少。卒至球中氣與水之重力。不能勝外氣壓穴之力。乃穴中不出水。若玻璃管下端。常浸水中。穴中終不出水。乃於盆旁丁字處穿一隙。

圖 七 十 三 第



其出水少於二穴。迨盆中水由隙入杯。玻璃管下端。不復浸沒。則外氣又入。而管中水又流。如此忽湧忽止。名之爲斷續泉宜也。

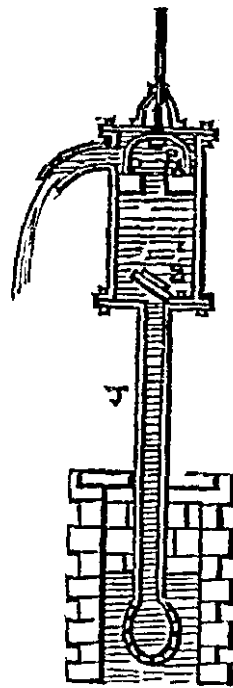
論洋龍



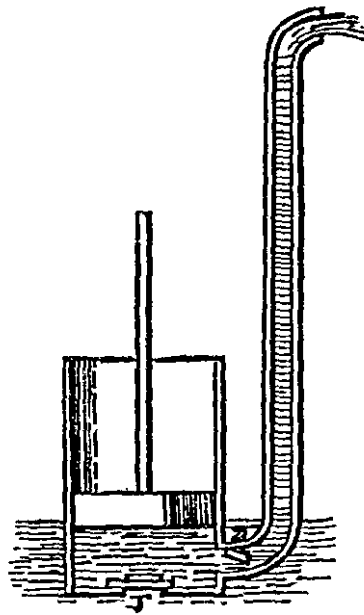
洋龍

問 西國洋龍之制何如。  
答 洋龍之制有三。一吸水法。二壓水法。三吸壓並用法。吸水法見三十

圖八十三第



圖九十三第

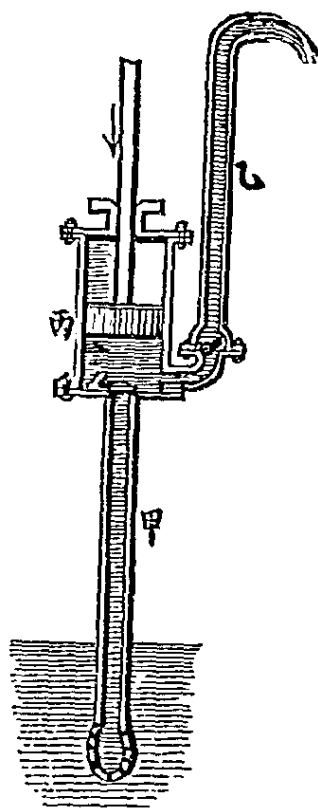


所壓。不能上升。繼將杵升降不已。則桶中管中之氣。由橫管出。水乃上升。由橫管流出。譬如茶壺然。壺中有氣。茶不出。迨入口含壺口。噉

八圖。上有長方桶。桶旁接一橫管。桶有杵。杵底有閘門。在巳字處。向上而開。桶底復有閘門。在乙字處。亦向上而開。桶下有吸水直管。在丁字處。長可二丈二尺。將此管安置水中。其始桶中管中皆有氣。水爲氣

龍 洋

圖 十 四 第



出壺中之氣。則茶亦隨之出矣。杵于升時。桶中氣少。長管中之氣將桶底閘門推開。水隨之而升。杵降下時。桶底閘門自閉。管中氣推開杵底閘門而出。其時桶中氣已少。長管中氣與水。衝開桶底閘門而升。此一式也。壓水機見三十九圖。亦有一桶。其中有杵。惟杵底無閘門。桶底則有閘門。在丁字處。桶旁接

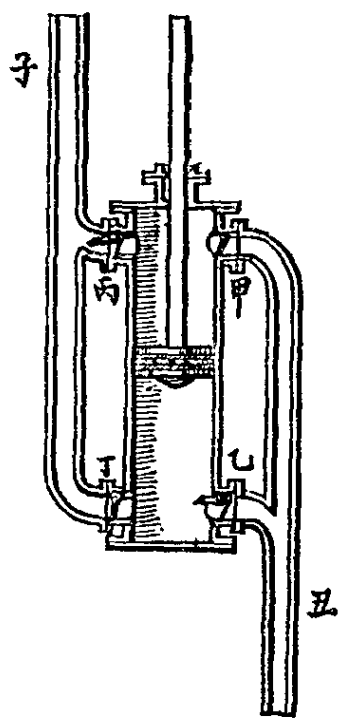
一出水長管。管底亦有閘門。與桶底閘門。皆向上而開。杵升時。水自桶底閘門入。將管底閘門衝開。杵降時。桶底閘門自閉。桶中之水被壓。由管底閘門上升而出。此二式也。吸壓並用之機。見四十圖。在壓水機桶底閘門處。安置一吸水管。在甲字處。其理與上二式無異。此三式也。

洋龍

問 杵升降需時。出水不亦間斷乎。

答 曰然。是以西人別用一法。使出水連續無間。名其具曰。常流水龍。狀如四十一圖。甲乙丙丁四處。皆有閘門。將杵抽起。乙字處進水。甲字

第十四圖

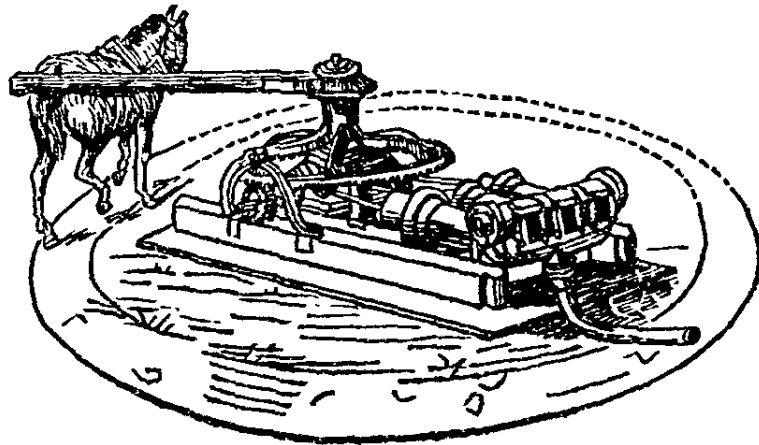


閘門。為上升之水所閉。是時丙字處出水。而丁字閘門為水所壓亦閉。將杵壓下。則甲字處進水。而丁字處出水。杵升降頻仍。

問 運此機當用何力。  
答 運此三機。用人力牲力火力俱可。人力即手足力。需水少則用之。牲

龍 洋

圖 二 十 四 第



力即牛馬力。需水多則用之。火力即機器力。需水尤多則用之。人力

能運一二杵。牲力加  
多。火力更大。左列四  
十二圖。即驢馬運機  
之像。

問 洋龍有何別式。

答 有救火龍焉。狀四十

三圖。用壓水法。水自

龍中出。連續無間。多

寡亦勻。甲乙為橫檔。

以八人提抑。檔下有

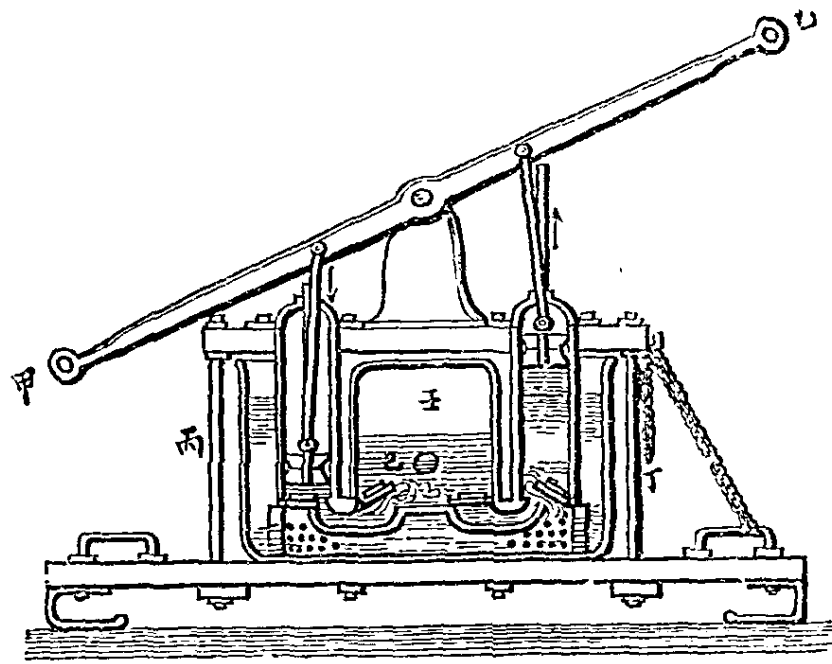
壓水龍二。均在大桶

中。此大桶中。須有水。

自井中吸來。或以人力挹注其間。壬字處為積氣桶。已字處接一皮

龍 洋

圖 三 十 四 第



火力大。故出水較多。高可數丈。

管。長可數丈。右龍之杵提起。吸水入杵下。則左龍之水。壓入積氣桶。

高出皮管口上。因桶中氣有漲力。遂壓水出管。殊形猛疾。迨左龍之杵提起。則水亦入杵下。如是此降彼升。外水入管。源源不絕。而持龍頭者。向火澆灌。無往不利。近年西人又得巧製。不以人力壓檔。然用火爐熬水。生汽運檔。只須八分鐘。水已滾沸。因

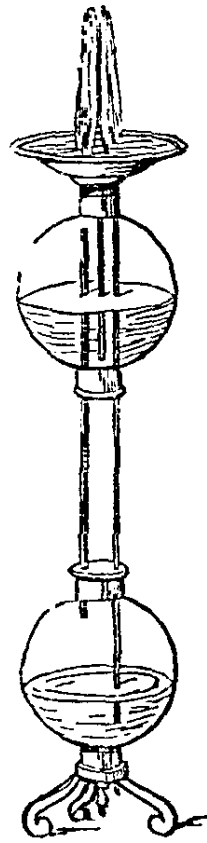
盆泉湧

論湧泉盆

問 西人有湧泉盆一物。其制何如。

答 湧泉盆。一名厄隆泉。厄隆人名。因其始創此法。故名。法以玻璃作二球。貫以銅管二枚。其上有一盆。亦係銅質。將全具置於座。作鼎足形。乃可直立。右管通盆與二球。左管僅通二球。不達盆內。中有一短管。

第四十四圖



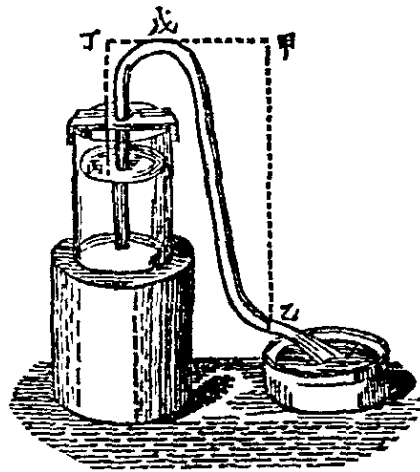
自盆中達上球之底。此中管可隨意抽去。不若左右二管之釘定不移也。去此中管。以注水上球。幾盈其半。注畢。仍將中管裝上。注水盆中。由右管入下球。於是下球中之氣。升至上球。而二球之氣。併於一球。遂猛漲。壓上球之水。由中管上升。高出盆上。既而盆中水復墮下球。復壓氣。而水又升。循環不止。若天然湧泉。洵巧製焉。

龍迴

論迴龍

問 流物如水酒醋油等。欲自此器注於彼器。而不便於傾瀉。宜用何法。  
答 可用迴龍如四十五圖。丁字處為入桶之管。稍短。乙字處一段頗長。

圖五十四第



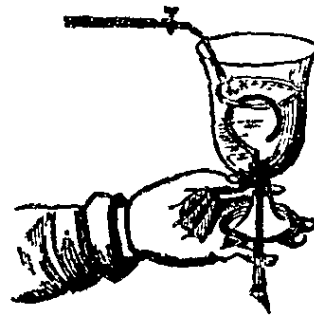
將油酒桶。擱於木板。或他物上。人口啣乙字管口。吸去管中空氣。則桶中物為桶中空氣所壓。由丁管上升。至戊字處。隨即流下。自管口出。直至流盡而止。

問 何謂斷續迴龍。  
答 斷續迴龍者。其吸酒水等物。有斷續之時者。狀如四十六圖。以玻璃作管。彎為鈎形。納之玻璃杯中。其短管口近杯底。長管則穿杯底而

龍 迴

至杯外。譬如酒桶去塞。酒注杯中。酒面升至杯口。則酒自短管入長管。自杯底出。如出甚速。過於酒之入杯。則片刻後。酒面低下。酒不能升入長管。乃止而不流。少傾桶中酒注下又多。酒面又升。則長管中

圖 六 十 四 第



酒又出。如是斷續頻仍。直至桶中酒不注而止。

問 生成之泉。出水亦斷續無常。曷故。

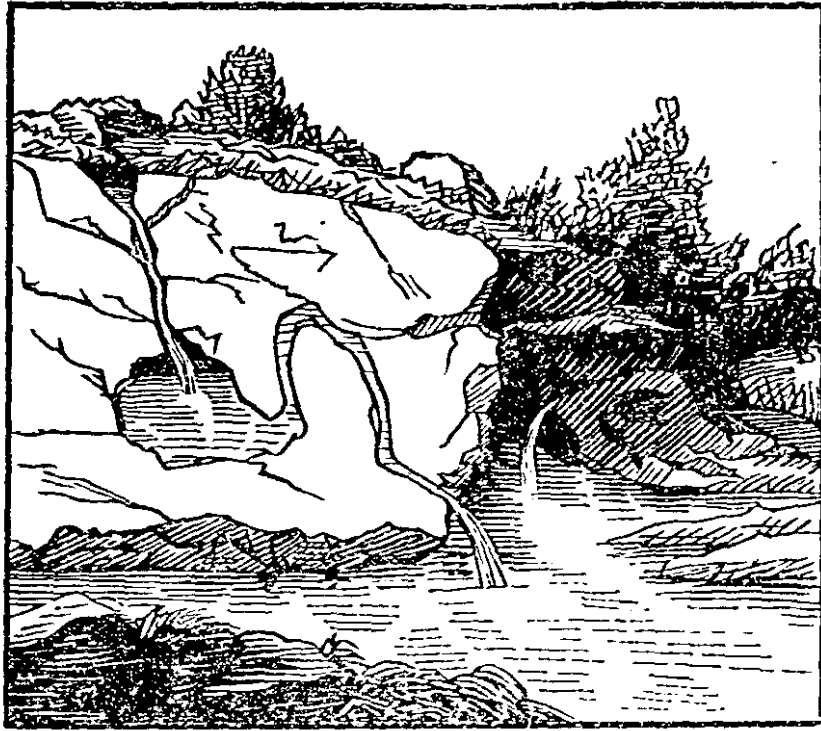
答 此等泉有數日出水。旋即無水者。有數月出水。忽而乾涸者。原其故。因地脈高下不齊。如四十七圖。地中有積水潭。有過水穴。若潭上進水之穴。小於橫行出水之穴。水出若干時。潭中告罄。或已減少。橫行之穴為空氣所塞。水無力抵拒。或潭中水。不能升入橫穴。便不



龍 迴

異。能出水。迨潭中充斥。水入橫穴中。則又復出水。其理與斷續迴龍無

圖 七 十 四 第



學 聲 論 總

形性學要 卷五

聲學

總論聲學

問 何謂聲學。

答 聲學論聲之由來。聲之傳佈。及別種規例。

問 聲學與音學。有何分別。

答 未成節奏謂之聲。已成節奏謂之音。聲學惟考聲之性。音學則調協

聲之律。以悅人之耳。

問 何謂聲。

答 凡聞於耳者。皆謂之聲。有清混之別。混聲如槍礮風雷之聲。清聲如

言語音樂。有規模之聲。

論聲之由來

問 聲自何而來。

聲 之 由 來

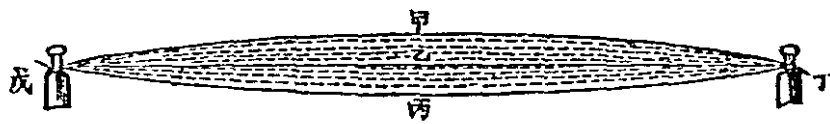
答 物 之 元 粒。疾 震 則 有 聲。從 未 有 靜 而 成 聲 者 也。

問 何 謂 聲 浪。

答 聲 浪 卽 空 氣 動 而 成 圓 紋 之

浪。一 往 一 來 者。爲 雙 浪。往 而 不 來。或 來 而 不 往 者。爲 單 浪。譬 有 一 絃 於 此。釘 於 丁 戊 兩 柱。如 第 一 圖。其 初 爲 丁 乙 戊 直 絃。以 琴 弓 拉 之。則 成 丁 甲 戊 曲 絃。甫 脫 手。其 絃 仍 歸 本 所。然 回 勢 頗 大。故 不 止 於 乙 處。而 蕩 至 丙 處。遂 成 丁 丙 戊 曲 絃。既 而 數 四 往 返。愈 蕩 愈 殺。愈 近 乙 處。直 至 勢 力 盡 而

第 一 圖

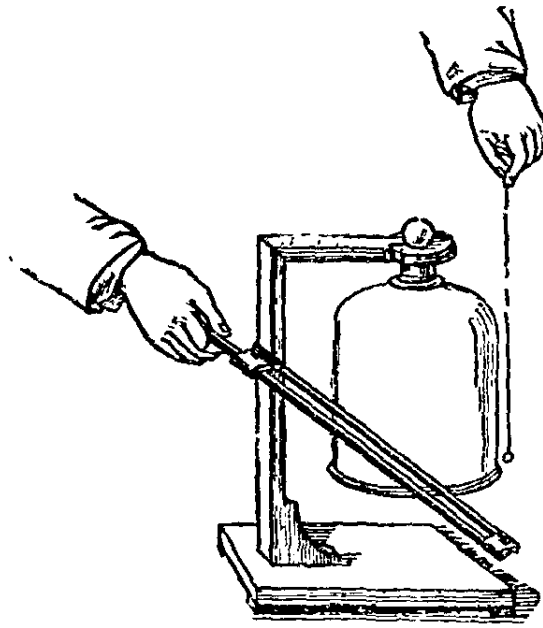


復 止 原 所。圖 中 細 點 爲 其 搖 蕩 之 迹。

來由之聲

問 動物發聲何法可驗。  
答 物動而響。難以目驗。西人製玻璃鐘。如第二圖。懸於木架。緊繫之。不使搖動。已而左手

圖 二 第



使搖動。已而左手以象牙小球。垂於鐘側。右手以琴弓磨鐘口。則見小球微躍。鐘乃丁東作響。可見聲由物動而來也。

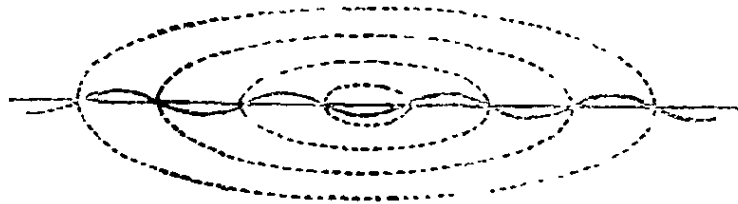
問 聲浪何以成。

答 聲浪猶水浪。投石於水。水面成圓浪。

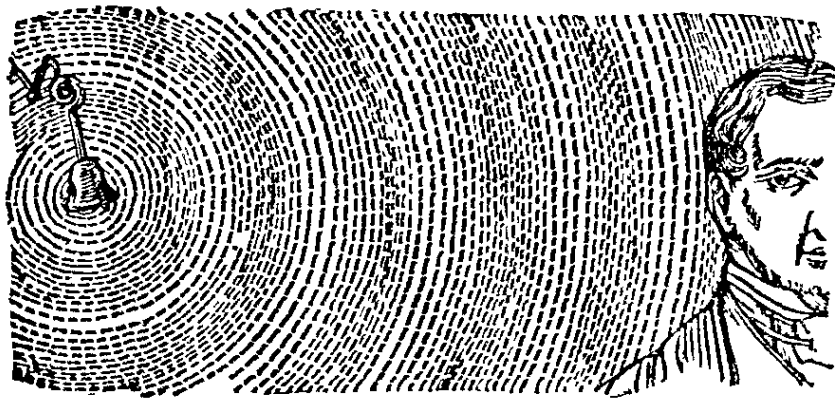
如第三圖。層層外出。因水被石壓。旁水縮而成浪。謂之縮浪。迨壓下之水復起。遂有浪紋。謂之漲浪。縮浪凸。漲浪凹。水不移。然此浪動彼

聲之由來

第三圖



第四圖



躍動者。乃水之元粒。非水之移行也。聲入人耳亦然。譬如以木擊鈴。

浪。直至末浪。以薄紙覆水上。紙不隨浪紋而行。惟見浪紋凸凹。可知

聲 之 傳 佈

便成聲浪。如第四圖。非鈴側之氣移至人耳。然以此氣動彼氣。而傳其動于近耳之氣也。

論聲之傳佈

問 聲何以傳佈。

答 聲浪經浮流實三物。皆能傳佈。無此三物。聲不能傳。尋常傳聲。往往

藉空氣。

問 此例何以證驗。

答 製玻璃空球一。如第五圖。內懸一

小鈴。有機關自能搖動。方球中有

氣時。鈴聲丁東。遠達於外。若置抽

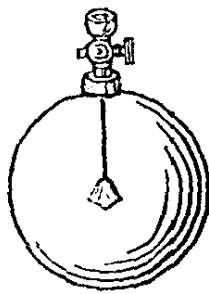
氣機上。抽去球中之氣。則闕寂無

所聞。因無氣傳聲。故聲不入人耳也。於以見無氣不能傳聲。無實物

流物亦然。

問 地愈高氣愈稀。聲亦愈小否。

第 五 圖



聲 之 傳 佈

答 然。故登高山放槍。聲必小於在平地放槍。若升尤高而氣尤少。則發聲更小。

問 實流二物傳聲。有何證據。

答 人深入河中。聞岸上人作語。人在河底作響。岸上人亦聞之。此可證流物之傳聲矣。以六丈長之松木。架於空際。一人在木之一端。低聲微語。又一人屬耳他端聽之。覺字字波清。不差累黍。若舍此木而作語。則不相聞。因聲低而不能遠及其人也。又試於夜深人靜時。屬耳於地。聞遠處馬足之聲。坐而聽。則無所聞。此見土木傳聲。較空氣尤易也。

問 聲之傳佈需時刻否。

答 無論何物。傳聲必需時刻。其事顯而易見。譬如高山上一人舉斧伐木。又一人自山下觀之。見斧著木。不卽作聲。少選。乃有聲自山上來。一斧如此。千百斧亦如此。無他。斧斤著木。雖卽作聲。而傳至山下。必需時刻也。又三更月黑時。一人燃槍於數千步外。先見火光。後聞槍

佈傳之聲

問 聲。又仲夏日雷霆猛震。先見電光。後聞雷聲。此皆傳聲需時之確證。  
問 空氣傳聲。速率如何。

答 形性學士曾於巴黎斯城外二山上。相離若干里。各架一炮。黑夜輪流燃放。常先見火發。後聞炮聲。計一秒鐘聲行九十五丈。一分鐘約行三十二里。空氣有寒熱之異。傳聲亦有遲速之分。氣寒而縮。則傳聲遲。氣熱而漲。則傳聲速。然不甚懸殊。寒至結冰之度。一秒鐘聲行九十三丈。所差亦無幾。

問 聲之大小不同。空氣傳之亦有分別否。

答 試作一管。約長一里半。令人傳語。或奏樂。其聲無論大小。同時傳到。可知空氣傳聲。不以聲之大小而殊也。

問 他氣傳聲何如。

答 養氣傳聲比空氣稍遲。輕氣傳聲比空氣速三倍有奇。

問 流物實物傳聲如何。

答 流物傳聲速。四倍於空氣。鉛金銀銅鋅鐵絲熟銅等。較空氣速四倍



聲之傳佈

第六圖

至十六倍不等。松柏榆楊速十倍至十六倍。試驗之法甚易。如第六圖。以一錶懸於鐵鉗下。鉗之上端附於耳。聞滴瀝之聲。較之在空氣



竿一端附於我口。而他端近聾者之耳。聾者聞我言清激。此皆金木傳聲。速於空氣之明証。

中尤為明晰。置  
錶案上亦然。有  
人彷彿律風法。  
以馬口鐵作二  
小匣。連以線。一  
匣加於甲耳。一  
匣加於乙口。此  
語彼聽。渾如促  
膝談心。又使有  
聾者於此。以竹

聲 應

問 既知傳聲之例。能知聲之遠近否。

答 譬如兩國交戰。見敵軍燃炮。計發火後。越幾分鐘。始聞其聲。即知其去我幾里。如火發十秒後聞聲。則一秒聲行九十五丈。十秒爲九百五十丈。雷聲亦然。聞其聲知其險已去。計電光閃後閱幾秒鐘始聞雷聲。即知電之遠近。

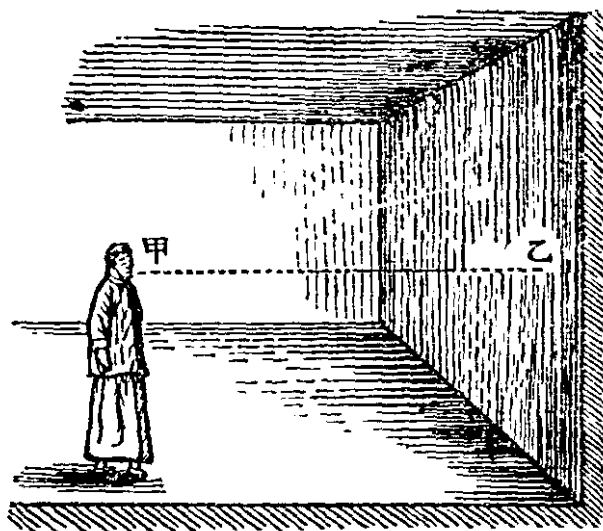
論應聲

問 何謂應聲。

答 空氣傳聲時。遇阻止之物。折而至於他處。譬如撲球至東。無阻則直前不止。苟遇牆壁。折而回西。此理易曉也。人于一秒鐘。祇能明聽五音。而聲則以一秒鐘行九丈五尺餘。若折聲之物。如大石大屋等。距發聲之人九丈五尺。則其人祇聞末一音。前數音皆不聞。使有人焉。立於高牆下。距牆祇九丈五尺。如第七圖。高聲呼曰。國泰民安。聞應聲曰安。前三字不應。因爲時過促。互相混雜矣。若相距十九丈。則應聲曰民安。應二字。距二十八丈五尺。應聲曰泰民安。應三字。距三十

聲 應

圖 七 第



八丈。應聲曰國泰民安。應四字。相距之地每增九丈五尺。應聲增一字。惟相距愈遠。發聲須愈洪。乃可折回。否則無所聞矣。有一聲而數十應者。因發聲之人之前。有數十折聲之物。故

數十應焉。西國威爾同地方。有高塔二座。相距十四丈。人在二塔中間。高聲一呼。連發十二應聲。又意國西毛訥達地方。有大厦一區。燃鎗一聲。應聲多至四五十響。論聲之大小

問 聲之殺而滅何故。  
答 有五故。一曰傳聲愈遠。聞聲愈微。譬如聞雷於咫尺之地。驚躍不可

小大之聲

言狀。聞雷於百里之外。但覺烏烏然。不甚戰慄。凡遠增二倍。聲減四倍。遠增三倍。聲減九倍。遠增四倍。聲減十六倍。以下倣此。二曰聲浪愈大。發聲愈大。浪漸小。聲亦漸殺。可驗之於琴弦。與別種樂器。三曰

圖八第



空氣愈稀。傳聲愈少。以故同是一聲。於高山上較小。於平地上較大。因高山之氣稀。平地之氣密也。四曰風有順逆。即傳聲分遠近。蓋順風送聲。逆風阻聲。童稚所知也。五曰響器附於易動之物。其聲倍增。職是之故。鼓必空其中。琴

必空其斗。空則易動。易動則發聲洪大。

問 何法使聲不殺不滅。  
答 可用一長管。人發聲於管口。其聲聚而不散。聽之甚明。法京曾有人

聲 之 大 小

問 用自來水管。長二百六十餘丈。此端置一鐘。其擺動。則彼端亦聞。又  
 有人在兩端作語。雖低聲如附耳。亦明瞭殊恒。歷歷可辨。

答 遵此例可製何物。

製傳語筒。聾人筒。發號筒。此數器於數十年前。人多用之。自有德律  
 風法。鮮有用者。其筒以象皮製成。

第 九 圖



又有入設長管數條。由內室達至  
 外屋。欲呼喚家人。則向管發言。不  
 移趾而家人自來供事。所謂聾人  
 筒者。狀如玉簪花。如第八圖。以筒  
 之小口置聾人耳前。他人向大口  
 低聲作語。其聲直入耳中。異常明瞭。所謂發號筒者。長一二尺。如第  
 九圖。中間細。兩端稍大。發號者自一端作語。聲達聽令之人。因其聲  
 不散空際。故能及遠。此筒於救火臨陣。人聲鼎沸時。最爲利器。

論聲之高下

下 高 之 聲

問 混聲清聲有何分別。

答 響物躍動。然後發聲。其躍勻而急。則發聲清。其躍緩或數器相雜。則發聲混。按清聲必有三事。一曰聲之級。卽聲之高下也。譬以一秒鐘爲限。響器躍動愈多。發聲愈高。躍動愈少。發聲愈下。聲之高下不齊。猶氣候之寒熱迥異也。二曰聲之量。卽聲之洪細也。凡響物躍動。必至搖宕。譬如琴弦。彈之則宕出。作弓形。宕出之界愈廣。發聲愈洪。洪聲可達遠。細聲則否。至其高下之別。初無關於洪細。蓋細聲能高能下。洪聲亦能高能下也。三曰聲之類。卽聲之嚆銳也。嚆銳之別。出於物性與器制。其爲別。與高下洪細不同。譬如笙簫笛三器。同時吹之。其聲可同洪同高。而嚆銳則不同也。又如老壯幼三人。同時唱歌。其聲可同洪同高。而嚆銳亦不同也。

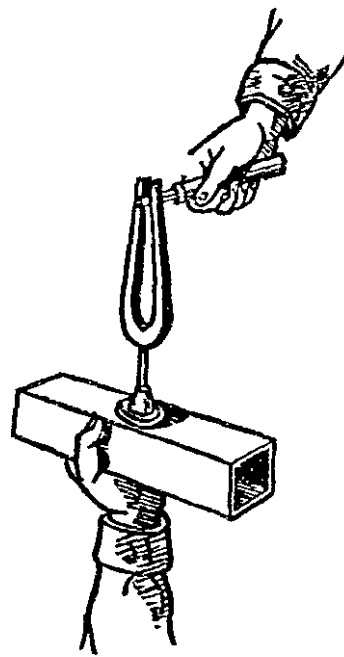
問 樂工所用辨聲義何如。

答 以鋼條穿入辨聲義中間。如第十圖。急磨而出之。義卽抖動發聲。知爲何音。義置空箱上。或置几案上。發聲尤洪。一秒鐘作八百七十抖。

聲 之 高 下

始成宮音。

第 十 圖



問 最高最下之聲。嚮物動幾何。

答 人所能聞最高之聲。嚮物以一秒鐘作七萬三千三百抖。最低之聲三十二抖。和平樂聲。四十至八千抖不等。

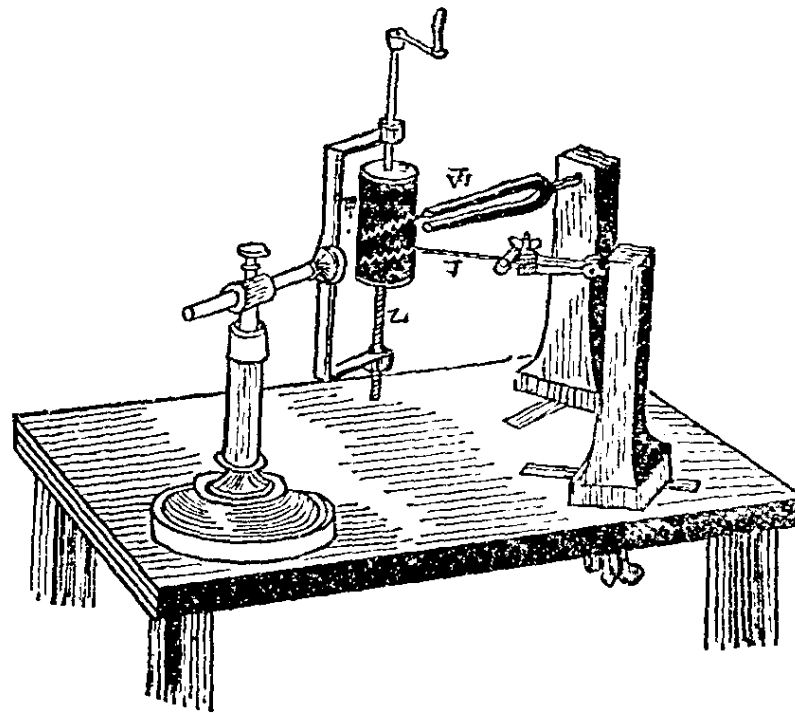
男子最低之聲。一百七十四抖。女子之聲最高者。一千五百五十抖。小兒之聲較女聲之抖尤多。

問 何法辨聲之高下。

答 製一具如十一圖。甲字處為木質短軸。外塗以墨。軸中貫以長軸。在乙字處。右有辨聲叉。在丙字處。以銅鋼等質為之。其下有辨聲針。在

聲 之 高 下

第 十 一 圖



丁字處。亦以銅鋼等質爲之。長軸可搖轉。人擊辨聲。又辨聲針。而同

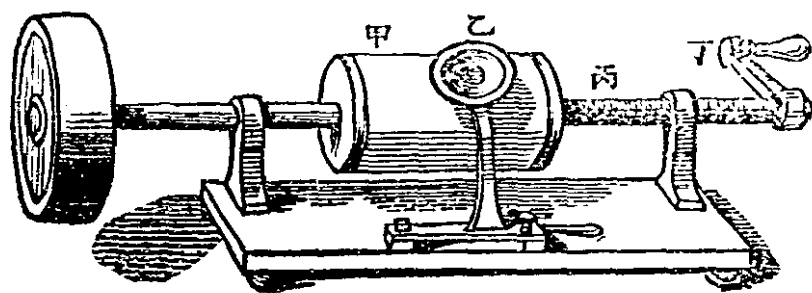
時搖長軸。則又與針在墨上刺痕跡。計一秒鐘。又刺八百七十痕。針痕多寡不一。故聲之高下亦異也。



留聲機器

問 留聲器何如。其留聲之故安在。

圖 二 十 第



右。聲之高低不同。針刺甲軸。穴亦不同。放聲時退搖丁柄。則甲軸自

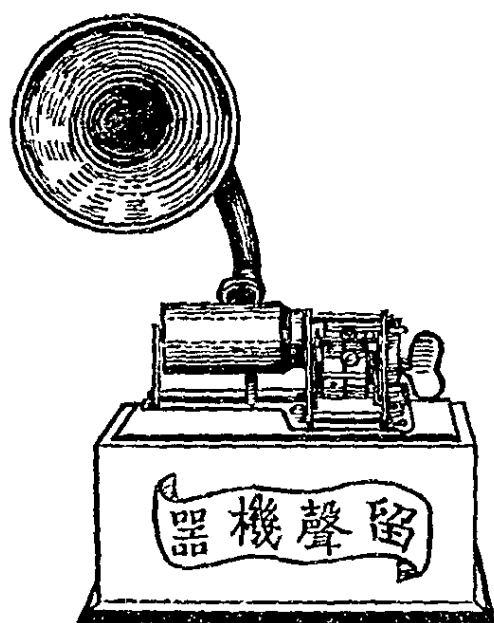
答 西歷一千八百七十五

年。美國人愛地松始創留聲器。如十二圖。甲字處為短軸。裹以薄錫皮。丙字處為長軸。上有螺絲紋。貫于短軸中。丁字處為柄。乙字處為收聲口。口下有機。聲著口中。平片。平片動像皮圈。像皮圈動小針。小針刺甲軸錫皮。寄聲時手搖丁柄。則甲軸旋轉。自左而

管弦論

右而左。回至原處。所寄之聲。全行回出。其法精益求精。今以蠟代錫。

圖三十第



其製更巧。或搖以柄。或運以電氣。或轉以輪齒。如十三圖。總不出暖君之法。凡人言語歌詠。寄聲器中。携至他處。搖柄放聲。盡合本人口吻。真妙想天開矣。

論弦管

問 弦如何抖動。

答 用腸皮。或用銅絲等為弦。拉之則抖動。抖動有二式。一橫。一直。橫抖

有四例。一。弦愈長。抖愈少。聲愈低。弦愈短則反是。二。弦愈粗。抖愈少。

聲愈低。弦愈細則反是。三。弦愈緊則聲愈高。弦愈弛則聲愈低。凡弦

管 弦 論

緊二倍。聲高四倍。弦緊三倍。聲高九倍。餘倣此。四。弦抖愈緩。發聲愈低。其倍數如第三例。

問 拉弦有幾式。

答 拉弦之式有三。一。拉以弓。如胡琴是。二。彈以手。如琵琶是。三。擊以小鎚。如洋琴是。

問 何謂響管。

答 設法使管中氣。抖動發聲者。皆爲響管。嚮管之法。異於嚮器。嚮器如鑼鼓鐘磬之類。藉空氣以傳聲。非氣自發聲也。嚮管不然。發聲者乃空氣。故不論管係何料。苟大小長短得其宜。鼓氣其中。無不響之理。

問 吹氣于管中卽能發聲否。

答 吹氣于管中。無斷續之節。不能發聲。譬如口附長管。力吹爐火。火果旺。然何嘗有聲。嚮管之所以發聲。因氣於入管時。一衝一退。忽密忽稀。其伸縮之力傳至全管。故作聲。職是之故。管於收氣處。當別有製法。

管弦論

問 製法何如。

答 製法有二。一曰口管。其形如口。故名。一曰舌管。即俗稱叫子者是。其

圖四十第



圖五十第



其內制。寅字處為空氣從入之地。名曰脚。氣自脚中升。至甲乙中間一隙。此隙名光洞。以光稍入也。隙上有穴。是即管口。甲字處為上唇。

形如舌。故名。試先論口管。口在管之一端。釘定不移。其管係竹木銅錫等質。作方形。或圓形。均須條長。十四圖為木質方管之像。十五圖為直剖之狀。藉以觀

管 弦 論

乙字處爲下唇。空氣過隙。撞於上唇。隨即斂縮。然氣有伸力。因而退下。撞於踵至之氣。如相擊然。一擊後。氣稍出管口。而踵至之氣上升。

圖六十第



圖七十第



圖八十第



一名風琴。十六圖爲風琴中圓管狀。十七圖爲圓管直剖像。甲乙寅三字指上下唇與管脚。十八圖爲口吹之嚮管。其理與前數管大同

問 嚮管如何成樂具。  
答 以數嚮管。撞成一

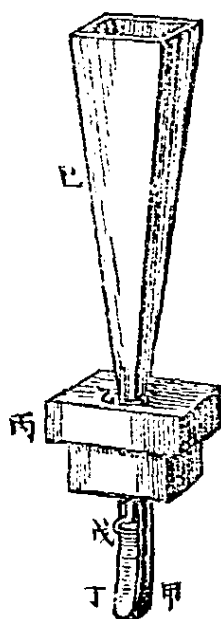
束。下接一風箱。鼓  
氣管中。卽成洋琴。

又撞上唇。又與踵  
至之氣相搏。其搏  
擊之力。傳入管中。  
乃發聲。氣進管愈  
急。上唇愈近光處。  
則發聲愈疾。

管 弦 論

問 小異。中國笙笛卽是此法。  
舌管何如。  
答 舌管中空氣作聲。端賴嚮板。嚮板分二式。一曰打板。一曰活板。

圖 九 十 第

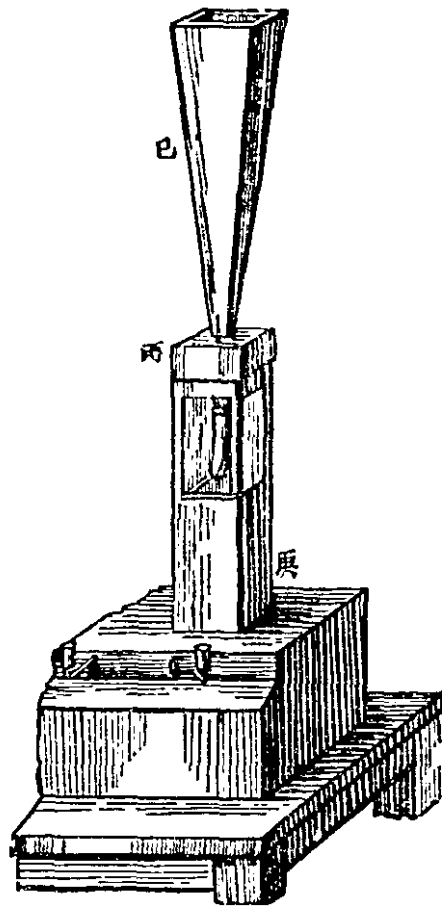


問 打板管何如。  
答 十九圖甲字處有木

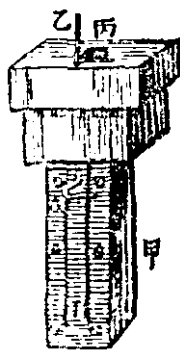
質一條。中間挖深。成槽如羹杓。此條釘於丙字木塊。木塊中穿一穴。槽與已字長管上下相通。槽上有一銅板。在丁字處。是卽所謂舌。舌與槽口稍離。舌甚輕薄。吹之立掩槽口。在乙戊二字間。有鐵絲一。其下作鈎形。貼附舌上。可升降。用節舌之低昂。蓋鈎愈下。而舌之躍動愈稀也。以此管接於收氣管上。如二十圖。庚字處卽收氣

論 弦 管

第 二 十 二 圖



第 二 十 一 圖



至。又吹舌。又掩槽口。如是進退頻仍。氣入管有斷續之節。管中氣爲其擊宕。遂發聲。氣入愈急。發聲愈高。

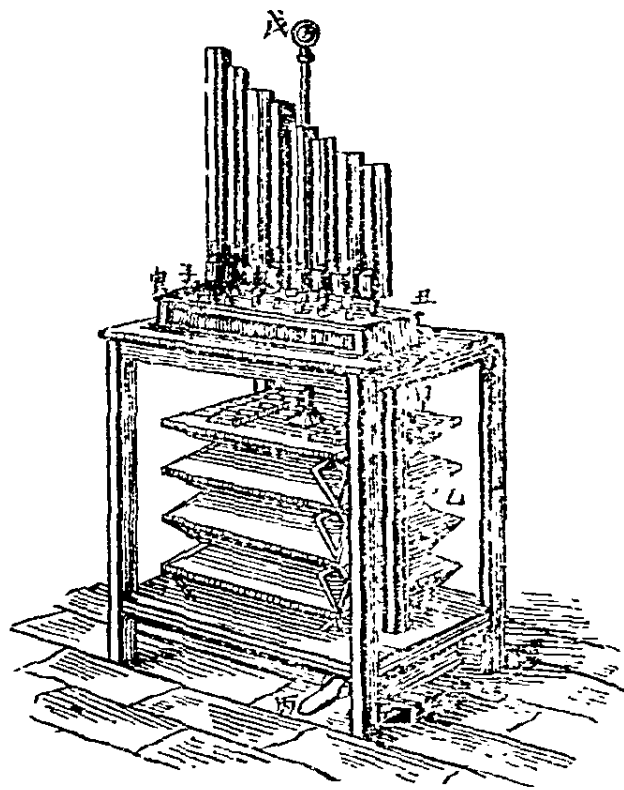
管。四無間隙。兩面鑲玻璃。以便觀望。脚下有穴。直接風箱上。如二十二圖。氣入收氣管。自槽中入已字大管。迨氣來急迫。舌爲其吹動。搏擊槽口。口既閉。氣不能入。然舌有伸力。隨即退回。未一瞬而外氣踵

管 弦 論

問 活板管何如。

答 活板管與打板管不甚異。惟舌不同。如二十一圖。甲字處為木匣。空

第 二 十 二 圖



其中。作深槽。匣面係銅皮。銅皮中間有一穴。條長似戶。戶中置舌。在丁字處。舌隨風出入。如戶之有簾。因舌之出入有間。故氣之進管。有斷續之節。遂亦發聲。

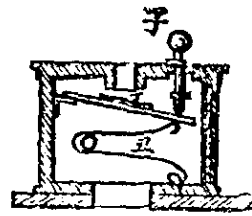
問 風箱如何。  
答 風箱如二十二圖。丁字處為打風板。丙字處為踏板。以足踏之。打風



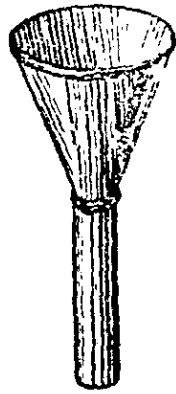
論 弦 管

板吹氣於乙字皮囊中。爲二銅板所壓。氣升於甲字一管。則入風箱內。旋入各嚮管。嚮管脚下別有一具。如二十三圖。用以閉管脚。阻氣

第 二 十 三 圖



第 二 十 四 圖



洋笙等是。三曰張口器。如二十四圖。張口器都係銅質。無叫子。而以脣舌之功。分聲之洪細。

入管者。子字處爲法條。欲某管作聲。則壓某法條。其管乃通氣。故風琴之嚮隨人節制。音韻鏗鏘也。

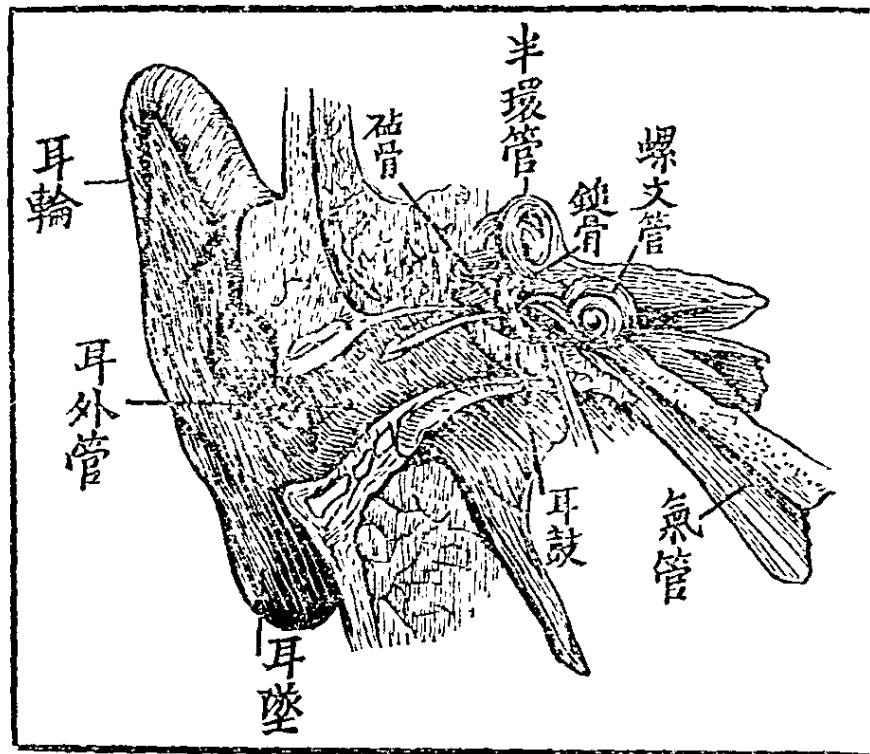
問 風吹樂器有幾種。  
答 風吹樂器種類頗多。約

其要則除風琴外。又分三種。一曰口吹器。如笙笛是。二曰叫子器。如西

論 耳 官

第 二 十 五 圖

論 耳 官



人耳則否。耳輪下軟而垂下者。爲耳墜。耳有外管。深寸許。聲由此入。

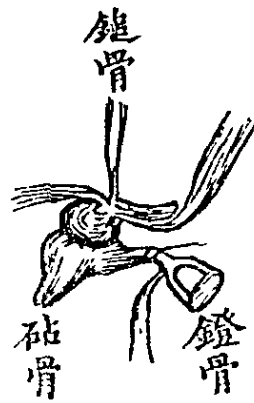
畜耳前後搖動。輪有活動之肉。卽聞聲不清。耳物將摺紋填平。聲若以膠蠟等作摺紋。所以收重。外重有耳輪。爲中重。三爲內圖。一爲外重。二

問 人畜何以聞聲。  
答 聞聲用耳。耳分三重。如二十五

官耳論

管內有毛垢。用阻虫豸。外耳之末。中耳之前。爲耳鼓。以其外凹內凸。形如鼓故名。鼓上爲氣房。爲耳中管。其下通於食管。食管之氣通耳中。與外氣均勻。乃內耳不爲外氣壓穿。若食管有病。內氣不達於耳。則外氣壓入。成耳鳴之症。氣

圖六十二第



圖。凡物發聲。震動空氣。如水之激成圓浪。其浪漸推漸廣。入人畜耳而始聞。非空氣直入耳中也。耳輪亦以收聲。無輪人不知聲自何來。故欲明聽一聲。必側耳焉。耳之外管引耳輪所收之聲。至于耳鼓。其

則外氣壓入。成耳鳴之症。氣房內有四骨。如二十六圖。一爲錘骨。二爲砧骨。三爲珠骨。四爲鑿骨。四骨後復有皮。具二孔。一長圓。一正圓。內耳爲收聲之府。其上歧路頗多。約分爲三。有空圓穴一。有半環骨三。有螺紋管一。如二十七

論 耳 官

氣一秒鐘作四十至四千動。氣房與四小骨。引聲至內耳。無錐骨砧骨。猶無碍於聰。無珠骨鐙骨。則有重聽之虞。內耳傳聲于腦筋。人乃知覺。人之聞聲。譬如觀色。須有三。一。須覺。二。覺須直抵腦筋。三。腦當留意。不留意仍不聞聲。或謂螺骨辨聲之高下。空圓穴辨聲之多寡。其言無定憑。惟腦筋覺物。迅捷殊恒。故聲之入耳。未轉瞬而腦已知覺。

第 二 十 七 圖



形性學要 卷六

熱學

總論熱學

問 何謂熱。

答 熱者寒熱之所由分。蓋熱多則覺熱。熱少則覺寒也。或云熱者所以鎔質物。沸流物。蒸浮物。使諸形物漲大之力。此說亦是。

問 熱何自而生。

答 性學家有二說焉。一曰熱係微體。為萬物中之一物。具質縹緲。視之不見。聽之不聞。惟見其功用甚大。如銷金鎔鐵。沸水灼身等。不可屈指計。一曰熱者。各物元粒受撼而躍。躍勢愈大愈速。蒸熱愈甚。其傳於外。則乘天地間精氣而行。此精氣較空氣尤細。近今學士。概從此說。問 熱有幾效。

總論熱學

答 除薰炙物類外。又有顯著之效二。一曰漲物。凡元粒躍動過甚。物即伸漲。上下四周舉皆洪廓。二曰變類。熱既甚。實物變為流物。流物變為浮物。蓋熱力甚大。能勝元粒相附之力。遂致實質流動。流質飄浮。若於未散前。漸減熱力。則漲者復縮。仍為本質。

問 形物不拘何類。俱因熱而漲否。

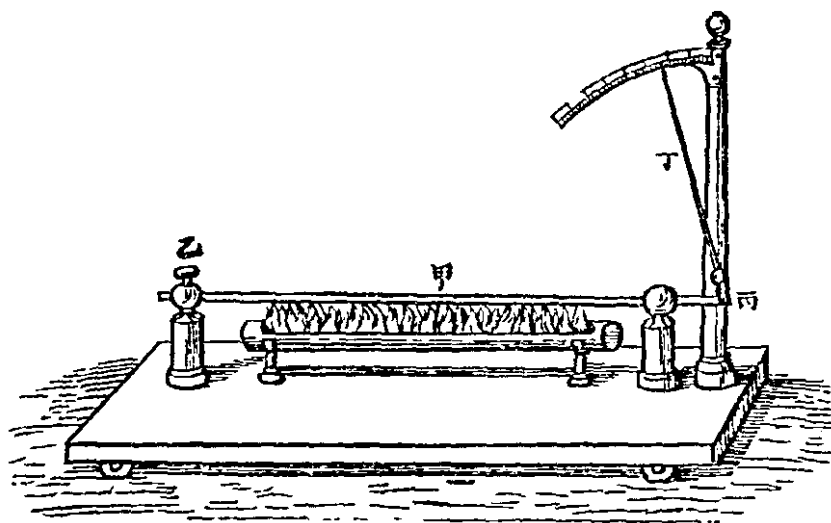
答 形物俱因熱而漲。惟多寡不同。最易漲者浮物。其次流物。其次實物。各物四周皆漲。惟實物特計橫漲直漲。而流物浮物。兼計其四周之漲。

問 實物因熱而漲。何法可驗。

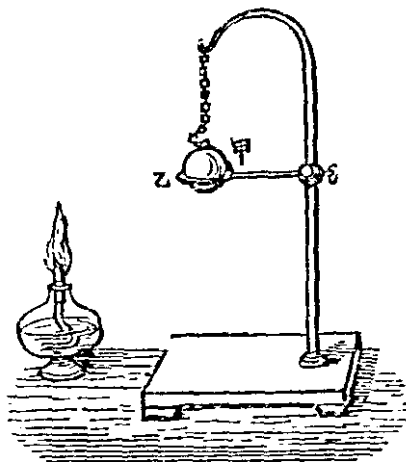
答 法有二。一驗其伸長。一驗其漲大。譬有銅條一。如第一圖。在甲字處。架於二柱上。釘定於乙柱。不能移動。在右柱則不釘。俾得伸縮。此未釘之一端。接一小針。指一碼板。銅條下燃火酒炙之。銅條熱而伸長。推針移左。指明碼數。便知伸長幾何。又製銅圈銅球各一。在甲乙二字處。如第二圖。務使平時球過圈中。不緊亦不寬。舉火燒球。則不能

學熱論總

圖一第



圖二第



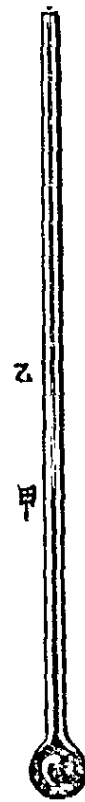
問  
流物因熱而漲。何法可驗。

過圈。此球漲之明証。若將球與圈並燒之。則球圈同漲。球仍過圈。

學 熱 論 總

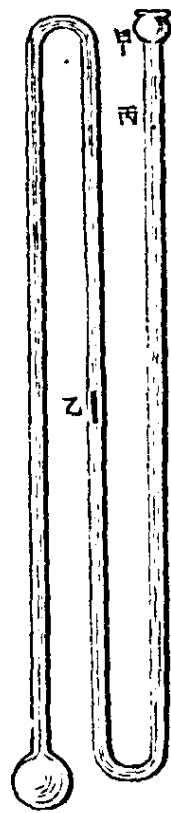
答 驗之甚易。以玻璃作細管一。上啓而下接一胆。如第三圖。以紅色水  
 注入胆中。至甲處而止。舉手執胆。則水必上升幾許。蓋水得手中熱  
 氣而漲矣。

圖 三 第



問 浮物因熱而漲。  
 如何可驗。  
 答 作三曲管一。下  
 有胆。上有口。如

圖 四 第



管中。其始止丙字處。迨管冷而空氣縮。水銀至乙字處。當是時水銀  
 上下。空氣壓力。適相抵拒。以手執胆。則水銀上空氣熱而漲。將水銀  
 推下。重回丙字處。是為氣漲之實証。

第四圖。將胆薰  
 熱。使管中空氣  
 出外幾許。旋以  
 水銀少些。納入



寒 暑 表

問 形物因熱而漲。涼後復縮否。

答 形物漸涼漸縮。至漲前之熱度則大小如初。

論寒暑表

問 何謂熱度。

答 熱度者。形物現有熱力之數。增則曰熱度升。減則曰熱度降。

問 何謂寒暑表。

答 寒暑表。乃計熱度升降之具。

問 寒暑表以何物製成。

答 實物不甚漲。難審其熱度。故製寒暑表。罕用實物。而用流物爲最。今

性學家亦用浮物。因纖悉之變立著也。

問 何種流物最爲合用。

答 二物最合用。一水銀。一火酒。水銀有三便。其伸漲恒遵定例。無反常

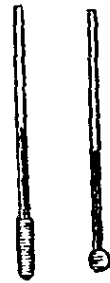
之變。一便也。非大熱力。不能化。故可經久。二便也。他物著水銀。頃刻

寒熱相通。彼此同度。因水銀似五金。傳熱易而受熱靈。三便也。表用

寒暑表

問 火酒。取其不凝。凡物性自然之寒。不能凍之。水銀表何如。

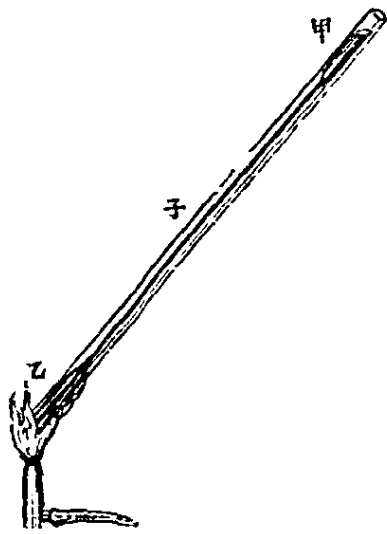
第五圖



答 製玻璃細管一。下端贅

出一胆。狀如第五圖。胆中實以水銀。高至細管之小半。觀水銀升降。計熱度幾何。

第六圖



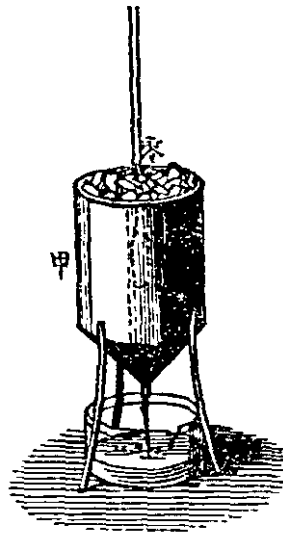
問 細管中何如納水銀。答 細管上端鑲一漏斗。亦

以玻璃爲之。以水銀盛漏斗中。既而手持細管。以火酒燃燈。如第六圖。炙管下玻璃胆。熱則胆中氣上升。出漏斗外。比涼。水銀入管。如第七圖。第氣未盡出。故水銀降下幾許。又爲氣阻。不能下。又炙之。氣又出。

寒 暑 表

第 七 圖 第 八 圖 第 九 圖

再四如是。直至水銀至胆底而止。惟胆中仍有氣少許。須炙至水銀滾沸。上升至漏斗。乃截其斗而封之。始管中無氣。又無濕汽。惟胆中水銀。須溢至管三分之一。如第八圖。多則恐大暑日猛漲。裂膽破管。不可不防也。



筒下穿一小孔。俾冰水可以流下。如第九圖。既而將寒暑表。樹冰塊

問 表上如何鑄度數。

答 以冰解時。水銀所

降之處。為初度。以

風雨表升二尺一

寸三分時。已熬清

水於銅器中。因熬

而沸為百度。

問 何由知初度所在。

答 以冰塊盛鉛筒中。

寒 暑 表

中。約歷一刻鐘。見水銀漸降。後停止不下。停止處。即初度所在。

問 何由知百度所在。

答 以寒暑表置水爐

中。燃火燒爐。至水

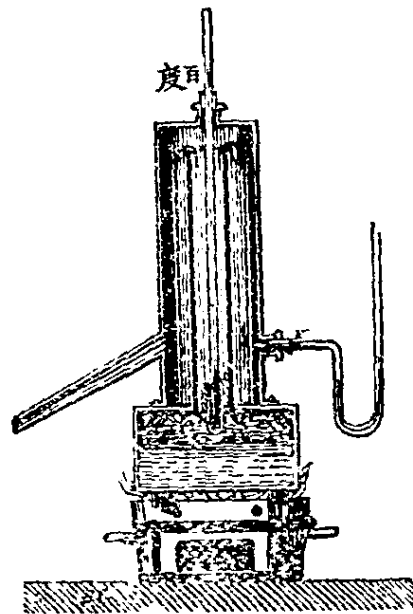
沸而止。視水銀升

至何處。即為百度。

其水爐之制如第

十圖。既知初度與

第 十 圖



問 百度所在。中間分一百度。此製表習用之表也。  
表上度數鑄於何處。

第 十 一 圖



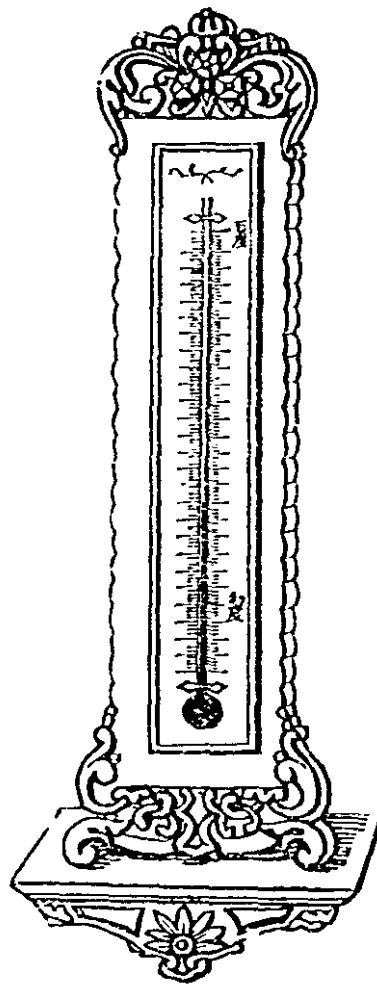
答 或鑲於玻璃管。如十一圖。或鑲於銅木等板上。釘於管側。如十二圖。

表 暑 寒

問 寒暑表俱分百度否。

答 有名劉慕耳表者。其定度之法。與前無異。惟自初度至上百度處。祇分八十度。又有名法倫特表者。其頂上末度與百度表無異。惟初度不以消冰時為準。然以鹽一種。與雪塊合置一器。鹽與雪斤兩相等。

圖 二 十 第



其所發寒氣。使水銀降至何處。即為初度。自初度至頂上末度。分二百十二度。

是表於消冰時。得三十二度。故同是消冰至沸水。有分百度者。有分八十度者。有分一百八十度者。人看寒暑表。當留意於此。

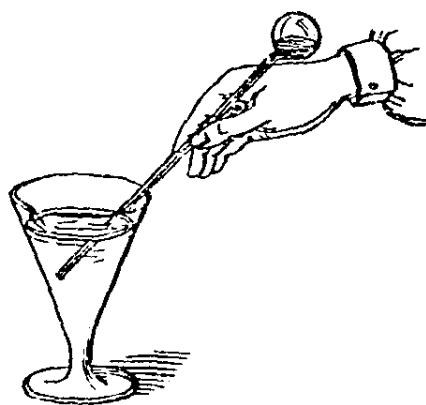
問 寒暑表初度有時變遷否。

答 玻璃管炙於火上。其膽因熱而漲。容量稍增。納之始化冰中。水銀降

表 暑 寒

至初度。迨一二年後。膽稍縮。容量微減。納之始化冰中。水銀止於初度上一二度。不復降。蓋度界變遷矣。西人知其弊。特為改正。使無累黍之差。

圖 三 十 第



問 火酒寒暑表何如。  
答 以火酒染紅色。納玻璃管中。用

代水銀。注管之法。以玻璃膽炙熱。驅管中之氣出外少許。旋以全管倒樹火酒中。膽內之氣涼而縮。則空氣壓酒入管。狀如十三圖。既而又炙膽。使火酒滾沸。其汽將管中之氣帶出。少傾。復將管倒樹火酒中。汽涼而縮。管中又有空地。外氣壓酒入管。直至膽底。惟存一粒氣而已。欲去之。須繫線管梢。執線轉運。如售藝者轉水碗然。轉運久之。火酒壓此一粒氣全散。至是燃火薰管。使火酒之半。

寒 暑 表

或三之二。因沸而出。乃封閉管口。惟管中須留氣幾微。一則使火酒不速沸。一則使表於橫臥時。火酒連續不斷。

問 火酒寒暑表。初度末度何如。

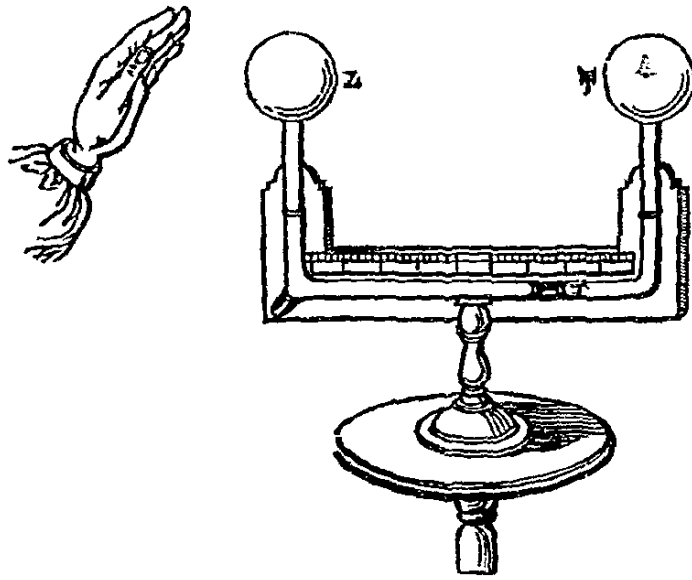
答 表入始化水中。視火酒降至何處。卽爲初度。其上端不至百度。因火酒熱七十九度而沸。熱至百度。行將裂管。須以火酒表與水銀表同置一盤。次第加熱。視水銀表升幾度。火酒表上。亦鐫幾度。大約至七十度而止。其準驗與水銀表相若。用以測大寒之物。尤形便易。

問 有名校表者如何。

答 校表校相近之二物。或一物之兩端。狀如十四圖。英人雷思利始創是表。故亦名雷思利表。甲乙二球中皆有氣。下接一彎管。甚細。將全管釘於板上。以紅色磺強水納彎管中。至兩直管之半。務使二球中氣之多寡同而寒熱亦同。乃於磺強水二面平處。鐫爲初度。旣而甲球上不加熱。而於乙球上加熱十度。則磺強水升於甲管。卽於其升高處鐫十度。繼於乙管同高處。亦鐫十度。自是至初度十分之。初度

表 暑 寒

圖 四 十 第



下亦依次鐫數。欲知二物孰寒孰熱。只須一物近甲球。一物近乙球。頃刻間熱者將紅強水。推至寒處。視強水移行幾度。知二物寒熱

十五圖。旁鐫碼數。上表中水銀盡處。有一細鐵條在甲字處。熱增而水銀漲。則細鐵條移遠少許。熱減而水銀縮。則以鐵與水銀不相粘

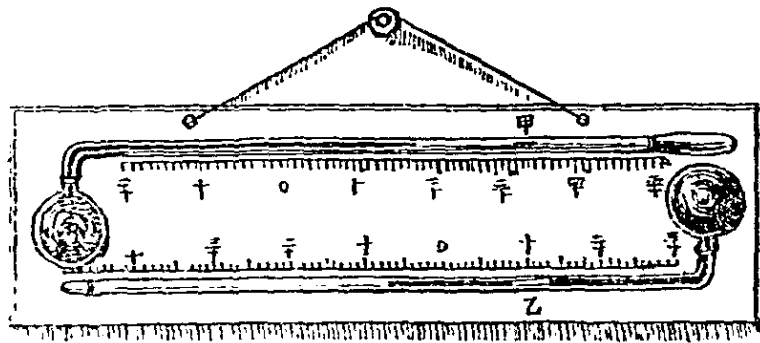
問 寒暑表有無他式。亦立見移動。甚靈。舉手按之。相去幾何。此表

答 有名記極表者。記一日間。熱度極大極小之數。法以二表作彎形。上下對置。如

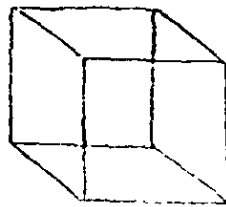


物實漲論力熱

圖五十第



圖六十第



合。故細鐵條仍在其所。指明極熱時爲何度。下表用火酒。酒內藏一珫琅細條。熱減而火酒縮。則珫琅條爲酒所引。移近幾許。熱增則

酒過細條之旁。條仍不動。指明熱度至小爲何度。

問 論熱力漲實物  
實物因熱而漲。  
有無一定之例。

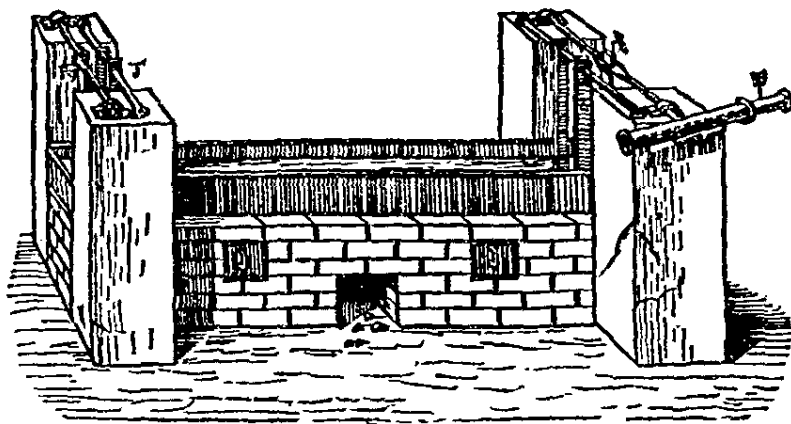
答 漲分二類。一。伸  
長。一。加闊與厚。  
如十六圖。二者

皆有一定之例。各物有本度。其漲大幾何。須視物之大小與熱之多寡。學士計各物之漲。或祇量其長。或長與闊與厚。均爲細較。以合總

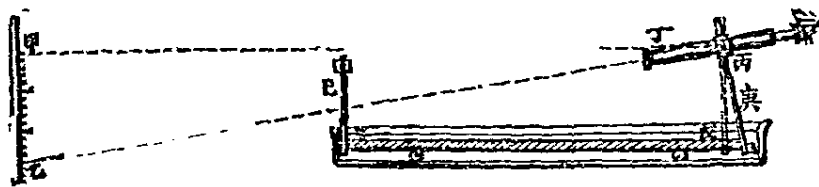
物實漲力熱

問 數。苟物質漲力皆同。知一面之漲力。他面可以類推。  
此例何法以驗。

圖七十第



圖八十第



答 驗法頗多。其習用者。爲二法人辣襪西與拉貝辣思之法。狀如十七

熱力漲實物

十八圖。上圖爲磚砌爐灶。下圖爲灶中鋼箱遠鏡等物。二圖本一具。茲分列之。以便醒目。灶作長方形。四角砌四石柱。中間架銅箱一。頗大。箱中橫置銅鐵金銀玻璃等條。長一尺半。下圖中橫臥者是也。長條之一端。緊縛於左柱。在巳字處。又一端繫於右柱。柱能轉動。上置一遠鏡。在丁字處。箱之左側有記度表。在甲乙二字處。諸事已備。箱中藏冰。使欲衡之物寒至初度下線。是時遠鏡正平。適對甲字。加薪箱下。燃火燒之。長條漸長。將右柱漸推漸欹。遠鏡隨之而斜。直對乙字。爐中有寒暑表。視表上熱升幾度。又視遠鏡移幾度。兩相計數。知熱增一度。物漲幾何。

問 以熱水注玻璃瓶有立破。有不破者。其故安在。

答 玻璃得熱。傳遞頗緩。熱水入瓶。瓶之內面速漲。其外面猶未漲。內外相殊。立即破裂。然往往裂厚玻璃瓶而薄者鮮裂也。

問 漲力有何異景。

答 幾經試驗。知玻璃與五金。自初度至一百度。漸熱漸漲。先後一致。似

物實漲力熱

人之拾級而登也者。熱至百度外。其伸漲不循常例。鋼之已煉者。至百度以外。愈熱則漲愈少。亦異事也。

問 實物漲而冷。仍歸原形否。

答 物于漲後。冷而縮小。仍歸原形。白鉛玻璃不盡縮。較原形大。

問 物類相衡。何物最漲。

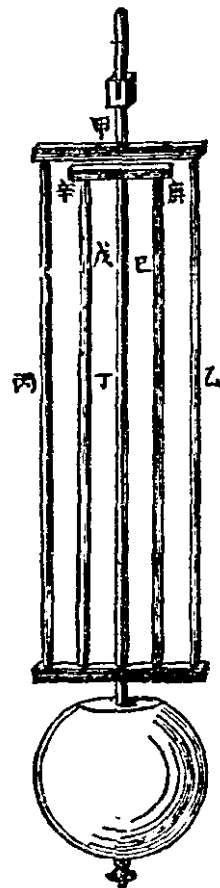
答 最漲者白鉛。次鉛。次黃銅。次銀。次金。次鐵。次白金。次玻璃。

問 知各物漲力。有何功用。

答 功用甚多。試祇言鐘擺。擺之長短當得其宜。過長則跌盪遲而鐘行緩。短則過速。報時均不合度。用鐘者病之。但冬寒夏熱時令不齊。且有一二日間。氣候忽更。鐘行歧異者。西人知各物漲力。用牽制鐘擺之法。如十九圖。法以懸擺鋼條繫於庚辛橫板上。其下挂空。可升降。旁有戊巳二條。以黃銅爲之。所以擡庚辛橫板者。丙乙甲方架。以鋼爲之。所以擡鋼條及擺者。天熱物漲。則丙乙二條。與懸擺鋼條皆伸長。戊巳二條亦漲。將庚辛橫板擡起。於是擺之高下較前無異。按戊

熱 力 漲 流 物

第 十 九 圖



已二條。短於丙乙二條。然以銅漲甚於鋼漲。故適可抵補。不差毫末。

論熱力漲流

物

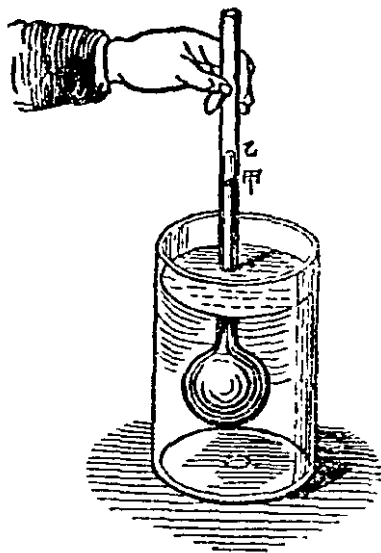
問

流物因熱而漲。如何衡量。

答

流物之漲。有實數有減數。實數者實漲幾何。減數者似漲若干。而實則不止此。因盛物之器。

第 十 二 圖



同漲故也。譬以火酒寒暑表納熱水中。如二十圖。其升之數仍是減數。須益以器之漲數。纔得實數。

物 流 漲 · 力 熱

問 流物中何物最漲。  
 答 最漲者酒精。次熟銅油。次磺強水。次熬清水。次水銀。  
 問 清水漲縮有何異景。

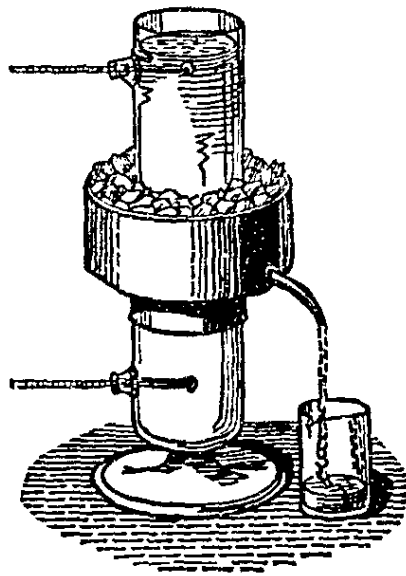
答 清水寒至四度。斂縮已極。

時為最厚。四度以下至初度。不惟不縮。反漸漲。

問 此事何法以驗。

答 以玻璃作長筒。如二十一圖。上下各穿一穴。穴中橫置寒暑表。筒內盛溫水。熱十數度。筒外腰間。繞以冰。其始下一表疾降。至四度而止。上一表不降。或微降。其繼上一表疾降至初度而止。蓋筒中水得冰之寒氣。降至四度則厚而重。墮於筒底。自四度以下。水漲而升。遂致上一表降至初度。

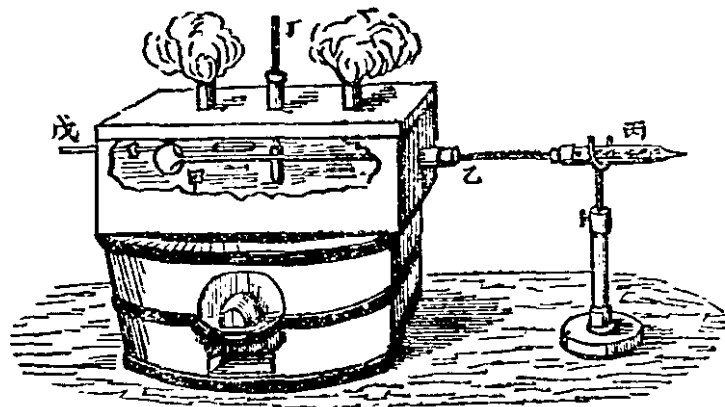
圖一十二第



物 浮 · 漲 力 熱

論熱力漲浮物  
問 浮物伸漲有何定例。  
答 法國學士蓋路云。衆浮物之漲。自初度至百度。同循一轍。此一例也。

圖 二 十 二 第



各容水銀幾何。既而管與膽。俱充水銀。炙以火。使濕氣由管出。復將

問 已上定例何如試驗。

答 以玻璃作長管。如二十二圖  
在甲乙處。管外鑄度數。管之  
粗細須勻。以水銀納膽與管  
內。先後較量。藉知膽中管中。

浮物密率

此長管接一稍粗之管。在丙字處。此管充鈣綠吸濕之物。用以吸濕氣。旋以白金細絲探入管中。稍事搖動。使水銀淋漓流出。空氣由吸濕之物入管。是爲至乾之氣。蓋濕氣已吸去矣。水銀流出將盡。留少許於管口。以阻乾氣出外。備一箱。盛冰塊。將細管置冰上。外寒則內氣縮。水銀由乙字漸近甲字。記所止之所。是爲寒暑表初度時之數。既而去冰。注水箱中。以爐火燒之。乾氣漸漲。水銀漸返乙字處。火止則水銀亦止。記其止於何度。便知熱力幾度。浮物伸漲幾度。丁戊二字處。各有寒暑表。插入水中。以驗熱度。如法試之。適合已上定例。

論浮物密率

問 何謂浮物密率。

答 浮物輕重不一。以體質稀密不同也。西人衡量浮物。以空氣爲準。以他浮物較於空氣之份兩。知他浮物之密率。

問 何以定浮物密率。

答 兩物相較時。須使空氣寒至初度。而空氣壓力。適抵水銀柱二尺一



類 變 物 形

寸三分。卽一邁當百分之七十六。乃將空氣高廣若干。與他浮物亦高廣若干者。互相比擬。比擬之法。製玻璃空球一。約可容水十斤。球上接一頸。頸中置旋針。接於抽氣機上。先將此球盛氣而權之。繼將空氣抽去權之。卒以他浮物納球中權之。除去球之斤兩。便得空氣與他浮物之斤兩。卒以空氣斤兩之數。析他浮物斤兩之數。便知二物之輕重相去幾何。據性學家言。以空氣之重。作一百分。綠氣得三千四百二十分。磺強水氣得二千二百四十七分。炭強水氣得一千五百二十九分。養氣得一千一百零五分。淡氣得九百七十一分。輕氣得六十九分。

論形物變類

問

實物流物。受熱而漲。若熱力遞增則何如。

答

增至某度。則實者流。流者浮矣。是爲變類。有二例焉。一曰某物必熱至某度始變類。此某度名鎔界。蓋熱至其界。隨卽鎔化也。一曰無論熱力幾何。一物始鎔。熱度頓止。不復升。俟鎔盡而後升。

形物變類

問 各物鎔界。如何分別。

答 各物鎔界。大相懸異。有熱在初度即鎔者。有熱至千餘度始鎔者。茲將鎔界表列左。冰初度即鎔。水銀熱四十度而鎔。牛羊油三十三度。白蠟六十八度。牛油厚質七十度。淡藍氣一百七度。硫磺一百十五度。黃銅二百二十八度。鈹銅二百六十度。鉛三百二十五度。白鉛五百度。銀一千度。金一千二百五十度。鐵一千五百度。

問 凡物受熱。僅至鎔界。即能鎔化否。

答 不能鎔化。須稍加熱力。譬諸冰。熱在初度即鎔。然不能多鎔。須稍增熱力。始流水泔泔。惟所增熱力。為鎔勢所吸。不著於外。

問 鎔界以上。須增熱幾何。

答 姑不論他物。祇言水。使有冰二斤。熱在初度下線。欲其變為水二斤。熱亦在初度。須加熱力。七十九倍於炙二斤水增熱一度。故化二斤冰之熱力。能使一百五十八斤水。加熱一度。亦能使二斤水。熱至七十九度。此事甚易試驗。以二斤冰熱在初度者。與二斤水。熱在七十

類 變 物 形

九度者。合注一器。便見四斤水。同在初度。

問 流物能變成實物否。

答 流物寒甚。則凝為實物。其凝時之熱度。各物相殊。橄欖油。四五度而凍。清水初度即冰。海水凍於二度半。菜油凍於六度。胡桃油凍於二十七度。水銀凝於四十度。酒精炭硫磺等。寒至初度下一百十度。猶未凍結。大約寒極亦將凍焉。

問 流物凍結。形必似器。實物則何如。

答 大抵速凝者。方斜凸凹。無一定之像。其徐徐凝者。棱角崢然。千塊一式。

問 實物鎔為流物後。尚能復原否。

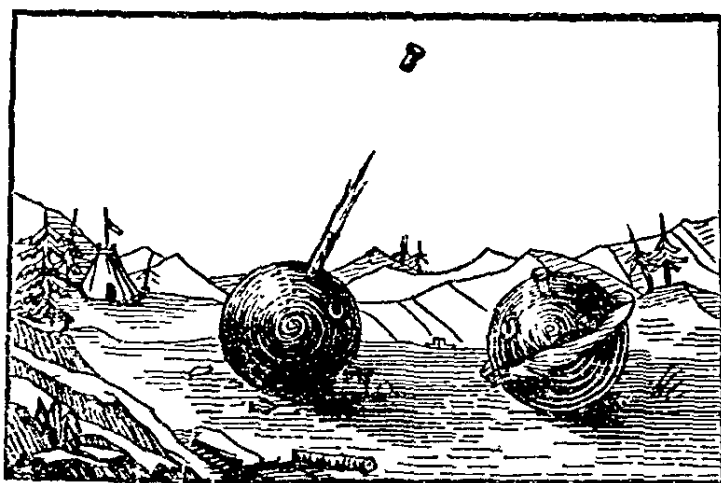
答 熱力減至鎔界。流物仍凝為實體。所異者自流汁始凝。至全凝為實體。寒暑表不升降。常在鎔界本度。

問 流物變成實物。其外形增減何如。

答 有增者。有減者。清水於四度時最厚。四度以下至成冰以後。常伸漲。

類變物形

圖三十二第



故一器容水若干。成冰則不能容。有懸石一種。寒則自裂。因水在隙中。成冰而漲也。瓦甕磁盆玻璃瓶等盛水其中。遇寒成冰。其器必裂。

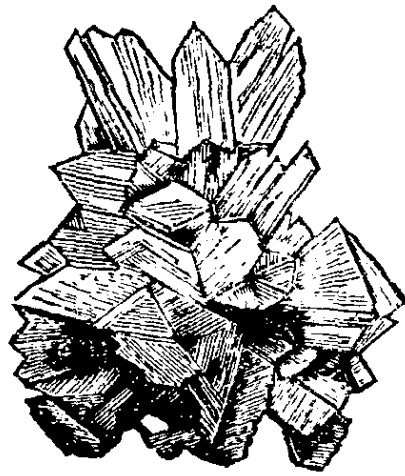
皆以此故。有名吳依揚者。作二鉛球。空其中。實以水。用軟木塞口。拋之門外。天寒至初度下數度。球中水冰凍。將一塞推去。擲之空際。冰亦稍出。又一塞緊附不出。然球已自裂。如二十三圖。其漲力之大。從可想見。又鐵汁鉍銅汁等。凝時亦漲。若水銀硫磺牛油白蠟燐質等。凝則其形縮。物性之不同如此。

問 流汁凝為實體。必在銖界熱度否。  
答 大都在銖界熱度。惟空氣壓力。時或變更。而凝時之熱度亦稍異。原

形 物 變 類

問 其故因壓力阻物流散。助物結斂。故壓力大則實者難流。流者易結也。惟清水鐵汁等。流則其形縮。空氣壓力助其流。不助其凝。

第 二 十 四 圖



遂成實質。一曰濕凝。如水霜等。初為流質。迨汽散漸乾。始成實質。按晶凝物。種類不一。而冰雪白礬等若干種。呈像尤形精妙。上列二十四圖為白礬像。

答 凡物初為流質。漸變

為實質。累積成形。秩然有序。謂為晶凝。以狀似水晶也。

問 晶凝有幾式。

答 有二式。一曰乾凝。如硫磺鋋銅之類。初為火力所鎔。漸次乾硬。

汽 蒸 物 流

論 流 物 蒸 汽

問 流 物 多 受 熱 力。將 散 為 浮 物 否。

答 有 散 為 浮 物 者。有 不 散 為 浮 物 者。計 其 數。可 散 者 居 大 半 焉。

問 所 散 之 質 何 名。

答 名 曰 汽。以 其 類 汽 水 故 也。流 物 熱 甚。其 始 蒸 汽。其 繼 沸 騰。蒸 汽 者 熱 氣 生 於 面。如 雲 霧 然。沸 騰 者 全 器 流 物 躍 躍 欲 升。兼 多 沫 泡。自 下 而 上。

問 凡 為 流 物。俱 能 蒸 汽 否。

答 猪 牛 油 等。雖 大 熱 亦 不 蒸 汽。火 酒 清 水 酒 精 等。熱 則 蒸 汽。故 流 物 分 蒸 汽 與 不 汽 二 種。

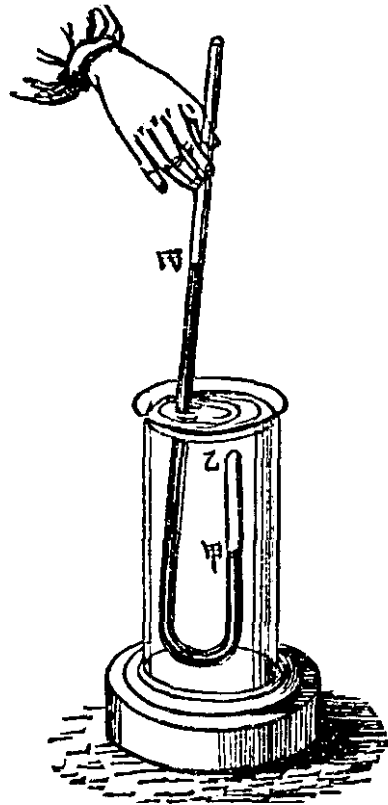
問 實 物 亦 蒸 汽 否。

答 實 物 有 不 待 流 而 蒸 汽 者。如 冰 塊 砒 霜 樟 腦。及 他 香 料 等 是。有 先 流 而 後 蒸 汽 者。如 五 金 等 是。

問 流 實 二 物 蒸 汽 何 色。

流物蒸汽

第二十五圖



處。又以水銀若干納管中。使二面約平。以此管入熱水中。見短管中

氣納管中。在乙字  
閉。管梢則開。以精  
十五圖。乙字處封  
璃作彎管。狀如二  
驗之甚易。法以玻

驗。

答

問 汽有漲力何法可

答 空氣輕氣炭強水之汽。皆具漲力。蓋汽為浮物。故必有漲力也。

問 汽有漲力否。

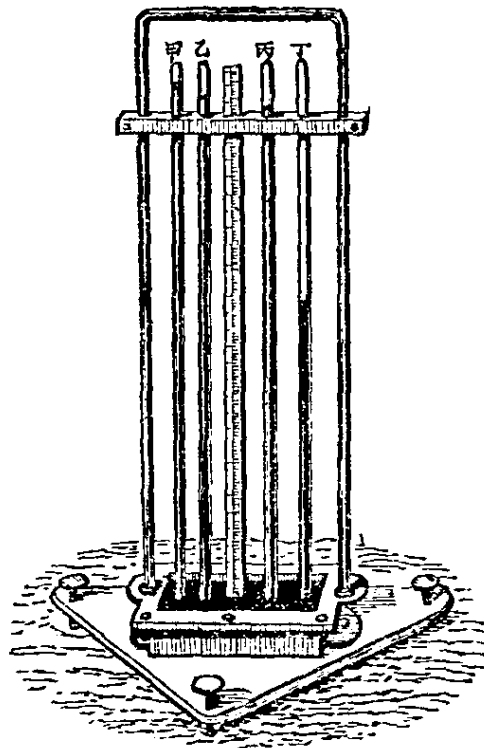
答 有不染色者。如酒精清水火酒之汽是。有染色者。如淡藍氣與硫磺之汽是。

問 汽有幾種。

答 大都不染色。惟數種染色。必其物本為染色者。

汽蒸物流

圖六十二第



水銀降至甲字處。長管中升至丙字處。蓋精氣得熱而漲。將水銀推而下之也。其力抵空氣壓力。及水銀自原處升至丙字處之力。可謂大矣。若將彎管移入冷水。則精氣斂縮。水銀復入。

問 流物蒸汽遲速何

如。

答 流物在空氣中。為

空氣所壓。蒸汽較

遲。在無氣之地。蒸

汽甚速。試驗之法。

以玻璃作四管。長

如風雨表。如二十

六圖。各實以水銀。標以甲乙丙丁四字。以甲管為風雨表。乙管納清

水數滴。丙管納火酒數滴。丁管納酒精數滴。清水火酒等升至管梢。

水銀疾降幾許。按清水火酒酒精。皆輕於水銀。其所佔之地甚微。則



汽 蒸 物 流

水銀所以降下。必因火酒等蒸汽伸漲。推水銀降下耳。學士於此得二例。一曰流物在無氣之地。頃刻成汽。二曰流物數種。同在某熱度。其汽漲力不同。譬如同在二十度。酒精汽之漲力。大於清水汽之漲力二十五倍。

問 流物蒸汽有無限止。

答 蒸至某數。則不復蒸。西人名爲汽飽。譬以酒精少許。納水銀管中。頃刻全化爲汽。水銀乃稍降。既而又納酒精少許。見水銀又降若干。如是數四增益。至某數。則酒精不復增汽。於以知熱不加多。地不增廣。蒸汽至某數而止。

問 汽于停蒸時。有無異景。

答 酒精一停蒸。水銀不降。蓋汽之漲力盡矣。是爲漲力之最。雖將容汽之地。放大或收小。若熱力不加。漲力總不增減。

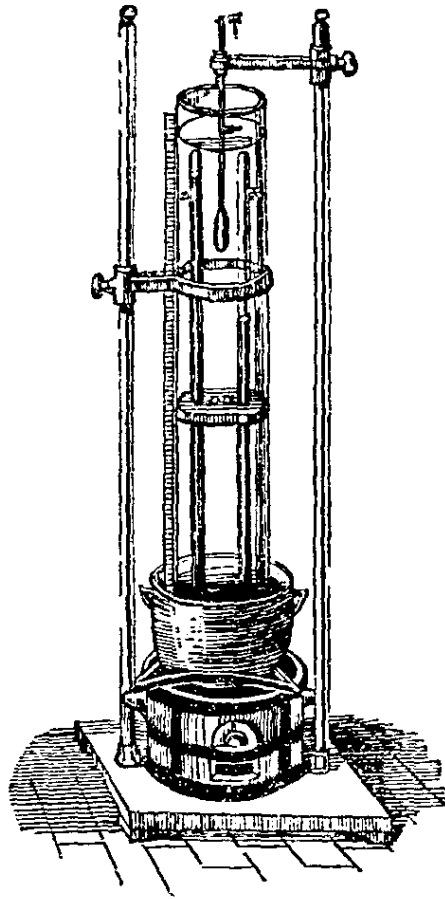
問 蒸時之汽。與蒸後之汽。有何分別。

答 停蒸之汽。其漲力不以所在之地之大小而增損。若夫蒸時之汽。則

汽 蒸 物 流

問 其漲力與他浮物無異。故廣其地則力減。窄其地則力增。一如常例。  
 已上所言。有無試驗之法。  
 答 有英人名達而東者。製一具如二十七圖。乙丙二管各充水銀。如風  
 雨表。丙管上端全  
 空。絕無外氣。又無  
 濕汽。乙管容清水  
 些微。二管均豎於  
 玻璃筒中。筒內滿  
 注清水。筒之中央  
 有寒暑表一。在甲

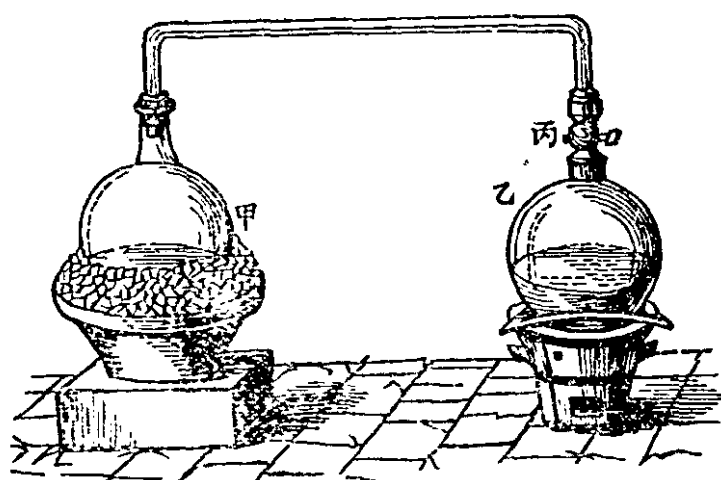
圖七十二第



字處。筒在銅鍋上。鍋下有爐。舉火燒之。筒中水灼熱。而乙管中清水  
 蒸汽。汽漲也。故水銀下降。旁有碼板。視水銀降下幾碼。知熱增幾度。  
 汽之漲力增幾度。曾有人自寒暑表初度試至一百度。又自百度試  
 至二百三十度。觀汽之增漲。究依何例。然卒未探悉。

汽 蒸 物 流

圖 八 十 二 第



問 譬有二器於此。均盛清水。寒熱不同。若中間連一小管。使二器相通。其漲力何如。

答 作玻璃球二。如二十八

圖。空其中。各盛清水。務使一球之水。寒至初度。一球之水。熱至百度。其漲力大小迥殊。不待言矣。使以玻璃細管。連接二球。則熱球之汽。以漲力大而急入寒球。似通汽既多。熱水之漲力必減。寒水之漲力必增。彼遂致寒球中漲力甚微。較前無異。

此將均勻。孰意事有出人料想外者。熱球之汽。一入寒球。即凝為水。

沸滾物流

論流物滾沸

問 何謂滾沸。

答 流物如清水之類。置火上燒之。如二十九圖。其始有小泡出水。此空

氣在水。因熱而出也。

其繼器之四周。多生

小珠。升至上層。因上

層水猶寒。珠遂泯滅。

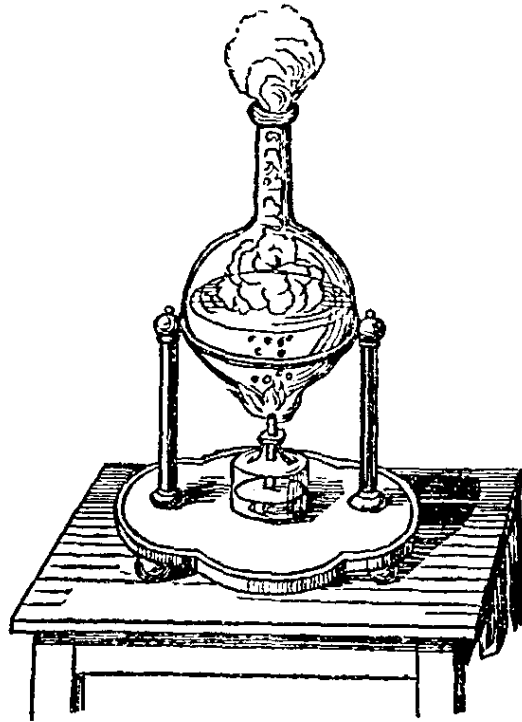
不見於水面。後有水

珠頻生頻滅。熱水作

聲。而水面仍平隱。無

何。熱益增大。水泡叢

圖九十二第



起。至水面而破。是為滾沸。

問 沸有幾例。

答 沸有三例。一曰流物滾沸。總在一定熱度。各物不同。是為滾界。熱力

流 物 滾 沸

不至本度。必不滾。既至本度。則卽滾。如界限然。二曰。凡物始滾。火力雖增。熱度不復升。三曰。流物滾時。汽之漲力。適抵空氣壓力。

問 各流物沸騰。熱度不同。其相去何如。

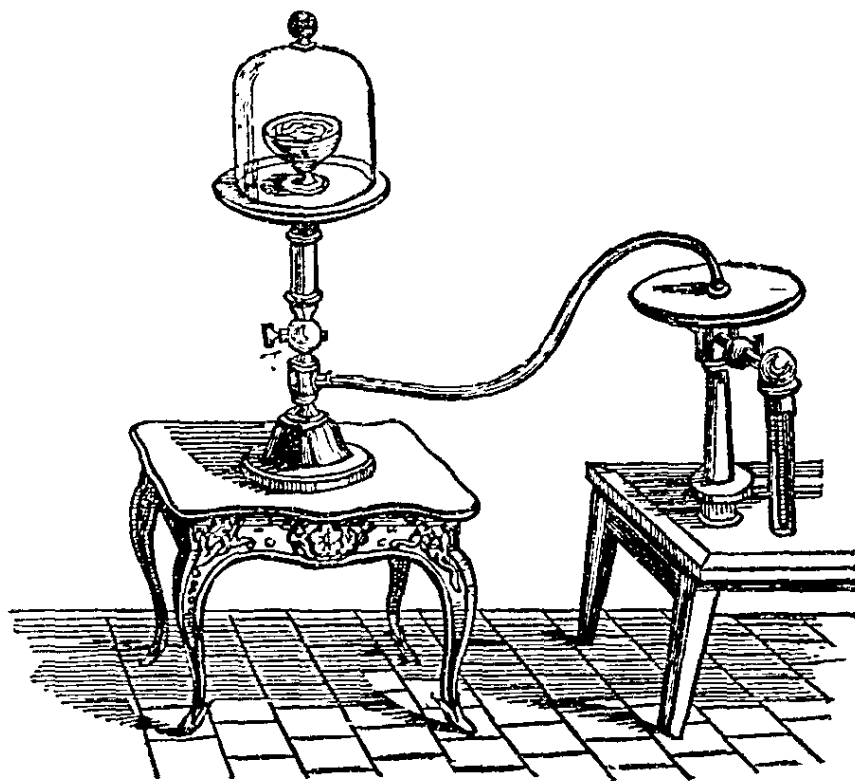
答 以一適當分作一百分。水銀升至七十六分。合中國官尺。二尺一寸六分。此時空氣壓力。最爲中正。於時試驗各物。便知炭強水沸於七十八熱度。磺強水沸於十度。炭精沸於三十五度半。火酒沸於七十八度三分。已熬水沸於一百度。海水沸於一百三度七分。火油沸於一百六度。松香油精汁沸於一百五十六度八分。日本樟腦沸於二百五度。磷質沸於二百九十度。水銀沸於三百五十度。胡麻子油沸於三百八十七度半。硫磺沸於四百四十度。白鉛沸於一千三百度。既知各物始沸熱度。便可驗其體質純否。有無他料雜其間。

問 右列度數。常準照無誤否。

答 右列度數不準。厥有四故。一曰。別物入流物中而化。則流物之沸較遲。譬如清水于一百度滾沸。若水中雜海鹽。多至不復化之數。則一

沸滾物流

圖 十 三 第



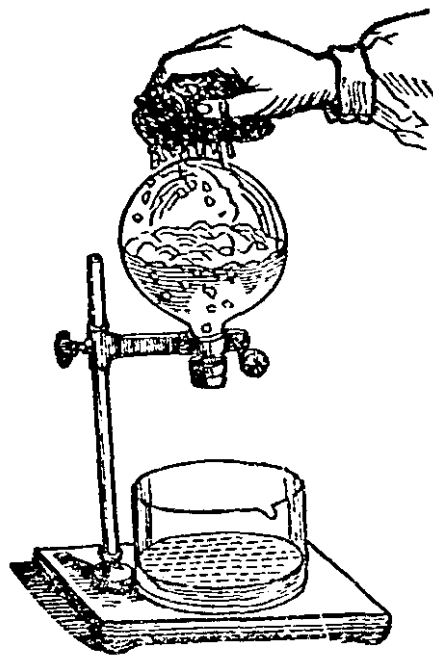
不難一試而知之。譬以清水注於杯。熱約三十度。置抽氣機罩下。如

愈少。滾沸愈早。遲早不同。壓力益。即流物之沸。氣壓力。有所損必較遲。四曰空如水中無氣。沸增損沸時熱度。中有氣無氣亦度始滾。三曰物滾沸。若盛於玻璃球中。一百一銅器中。于百度百九度始滾。二曰。盛物器之材料異。始沸之熱度亦異。譬如清水在

流 物 滾 沸

三十圖。將空氣抽盡。水即沸騰。久而不息。有美人名福郎格冷者。不用抽氣機。別製一法。亦頗顯豁。以玻璃作空球一。如三十一圖。注水其中。置火上燒之。既滾則空氣與汽水齊出。俟空氣出盡。封其口。倒

第 三 十 一 圖



懸其球。旋於底處。灌冷水。球中之汽。隨即凍結。水面上空無所有。當是時。水尚熱。故沸特甚。是為無氣易滾之証。

問 流物在高山上有何如。

答 山愈高。空氣壓力愈減。故流物在山炙之。熱不滿百度即沸。西國有

名白山者。極峻銳。熬水其巔。熱至八十四度即沸。

問 空氣減。流物易滾固已。若氣之壓力增多則何如。

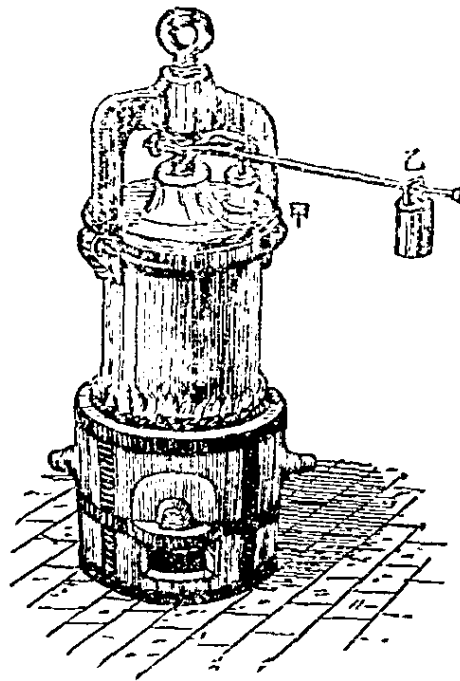
沸液物流

其理正相反背。譬如煎水於二濛氣下。非熱至一百二十度不滾。所謂二濛氣者。以尋常空氣壓力一倍之也。

問 凡物非熱至數百度不沸者。當用何法。

答 用巴本鍋法。巴本人名。創製一鍋。實為利器。法以點銅錫作鍋。堅且厚。狀似圓桶。如三十

圖二十三第



釘右有小銅管一。在甲字處。通於蓋下。管口有針。管下有閘針。上有橫條。可啟閉。壓以錘。在乙字處。可移動。化學家計閘抵熱力幾何。譬如抵六濛氣之力。過此則閘自開。無炸裂之虞。鍋中納水。充三之二。

二圖。鍋上有蓋。亦以點銅錫為之。蓋上有螺螄釘。將蓋緊壓。猶恐鍋口通氣。故於鍋口鍋蓋之間。置鉛皮數張。用以粘附。螺螄



流物滾沸

緊閉燒之。熱可過百度。其漲力可五六倍於濛氣。迨熱過其限。汽自出管。波波作響。升舉甚高。開未啟時。水以汽壓。不能沸。及汽一出。水即沸騰。計其熱仍一百度。因百度外之熱力。爲汽所吸。不形於外也。

問 汽所吸熱力何名。

答 性學家謂爲助蒸熱力。蓋凡物蒸汽。於蒸界外所增熱力。皆不著於寒暑表。以其爲汽所吸而助其蒸也。以方蒸之流物。如酒精之類。注於手中。頓覺寒冽。因熱爲汽所吸。反覺其寒也。

問 熱爲汽所吸。何時還復。

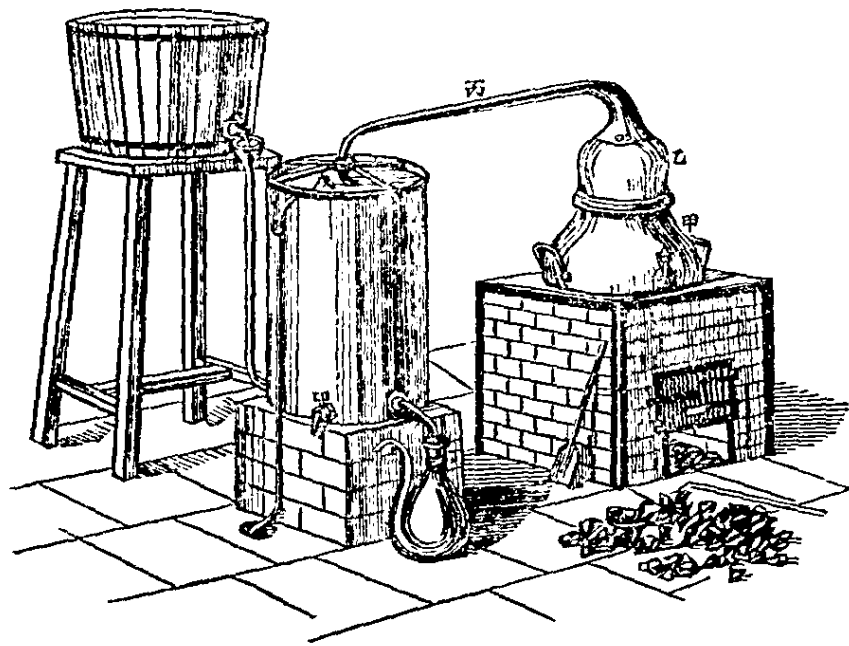
答 汽以三故。復結爲流物。一因寒而結。二受壓而結。三物性相附而結。方結時。其前所吸熱力。仍復顯露。

問 蒸汽之理有何功用。

答 功用甚多。試祇言蒸龍。可使一器中二流物。蒸汽遲速不同者。彼此分析。或一器中二物。一浮一滯者。分置二器。先將器之式樣言之。三十三圖甲字處爲紫銅鍋。裏以錫。應蒸之物。置鍋中。乙字處爲鍋罩。

沸滾物流

圖三十三第



中空而通於丙處長管。亦以銅錫製成。是管于戊字處入長桶。彎曲

桶下。其已溫之水。上升桶口。由細管流出。如是循環不輟。直至蒸盡

幾周。始達桶底。桶中盛  
 凉水。鍋下有竈。舉火燒  
 之。鍋中流物如酒水之  
 類。蒸汽上升。初入單內。  
 繼入橫管。卒入曲管。經  
 桶中時為凉水所寒。汽  
 變為流物。自桶之底洞  
 出。注入小壺。在丁字處。  
 其滓質仍在鍋中。惟桶  
 中之水。歷久必溫。不能  
 寒汽。因於左旁設一高  
 架。置木盆一。流冷水於

汽 蒸 然 自 物 流

流物而止。

論流物自然蒸汽

問 流物自然蒸汽否。

答 流物自然蒸汽。如濕衣懸空。稍久自乾。因水汽自散故也。瓶中水無

塞則漸少。亦以蒸汽而出也。河海陸地。均有汽水上騰。積為雲霧。重

而下。便為雨澤。若流物上之空氣。蘊有濕氣。則流物不復蒸汽。或甫

蒸即凝。仍為流物。則亦無所見。

問 蒸汽何如則速。

答 致速之故有四。熱度增則速。汽散而不聚於一處則速。流物上空氣

飄渙則速。蒸汽之平面加廣則速。

問 蒸汽既速。有何異景。

答 蒸汽時。增其熱力。則熱為汽所吸。故不顯。若仍是前力。則前力頓減。

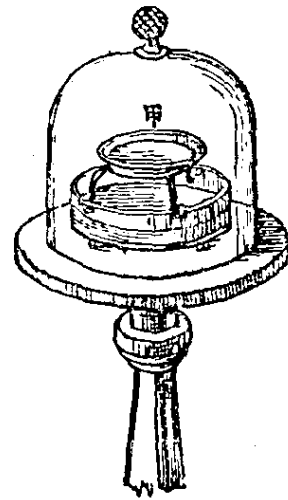
蓋為汽所吸也。且蒸汽愈速。吸熱愈多。直使熱者變為寒。有西人名

雷厲者。以玻璃杯一。如三十四圖。盛磺強水。納之抽氣罩下。盃上置

汽 蒸 然 自 物 流

一軟木碗。盛清水少許。將罩中氣抽去。水即蒸汽。汽方上升。即為礮

圖 四 十 三 第



強水所吸。故蒸汽甚速。無何。碗中水凍為冰塊。良堪訝異。

問 用此法。水銀亦凝結否。

答 以水銀納玻璃球中。球外裹以棉絮。絮上灌礮強水。納之抽氣罩下。將空氣抽去。水銀亦凝為硬塊。

問 火酒亦凍結否。

答 西人用化學料。如炭強水之類。蒸汽吸熱。可寒至一百三十六度。礮強水至一百十六度而冰。火酒至一百三十度而冰。其色如白粉。

問 蒸汽致寒之理。有何功用。

答 功用頗多。試言其畧。夏時以瓦瓶盛水。瓶有漏隙。稍稍漏水。散為汽水。必涼。飲之快腸胃。凡古人所謂不可凍之流物。今用此法。大都可凍。化學之精。於此可見。尤異者。西人依此法製冰。有鹹氣一種。西名

氣 變 爲 流 質

亞毛尼亞克。入凉水則速化。凉水一升。可化鹹氣五六百升。若熱度增多。則化力漸減。水熱一百三十度。鹹氣盡行出外。以重力壓之。便結爲流質。一去壓力。仍浮起如前。西人名伽來者。用凉水化鹹氣法。得大寒。每一下鐘可製冰二百斤。今西國設廠製冰。日出千萬斤。供都人士之用。

論氣變流實質

問 氣能變爲流質否。

答 格致家舊說。謂有氣數種。不能變爲流質。一千八百七十七年。法人伽葉特。始將養輕淡三氣。向以爲不能變流質者。化爲流質。後又化空氣與淡養二爲流質。初伽化空氣爲流質。僅得數滴。其得輕氣流質。僅如濃霧。原其所以化。則以力壓氣。及氣自伸還原。頓增冷度。遂成流質。其得養氣流質。須百度表上冷至百十三度。乃於全空之地。以炭四輕四化爲汽。而冷度驟加。養氣亦成流質。一千八百八十三年。物來斯基奧才斯基二人用此法。得淡養炭養流質甚多。惟須冷

質實流爲變氣

問 答

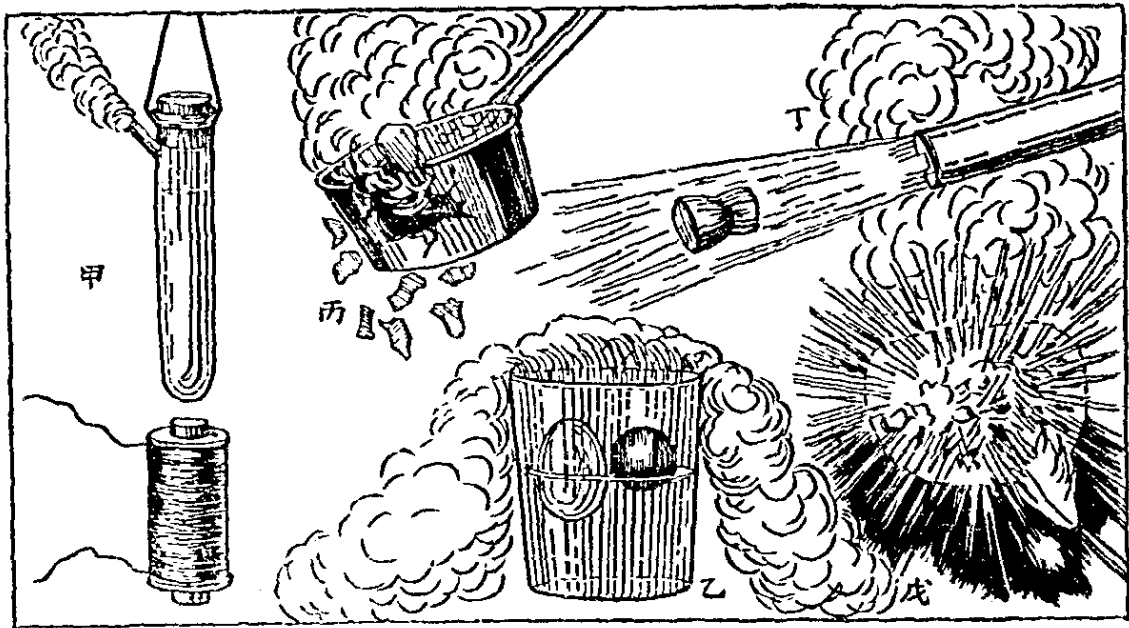
至一百三十九度而後可。一千八百八十四年。英人奪槐爾亦用此法。畧爲便易。得流質愈多。曾於廣衆前。化養氣淡氣爲流質。後又化空氣爲流質。嘗以帽中空氣。化冰一塊。觀者驚奇不置。德國格致師林特始創機器。製空氣流質。其機自五十至一百馬力不等。每下鐘出流質六斗至一石。亦云夥矣。

變質有何異景。

養氣流質。遇磁氣。與鋼針無異。試以養氣流質。置一小管中。以線繫管上。執之以近電磁針。則小管被磁氣吸引。如三十五圖甲字處。空氣流質化汽時。冷度降至一百九十一度。其汽重滯。前後左右。散落器外。如雲霧然。是爲空氣之狀。如圖中乙字處。又以象皮爲丸。置此質中。丸浮流質上。取出則碎如粉。亦如乙字處。又以蛋置器中。歷一分鐘之久。蛋即堅如鉛丸。微扣之則碎。以鐵器浸流質。取出後微擊之即碎。如丙字處。空氣流質。漲力甚巨。其由流質復化爲空氣。須佔立方七百四十八倍之地。試納流質于鋼管。塞其兩端。頃之。汽力

質實流為變氣

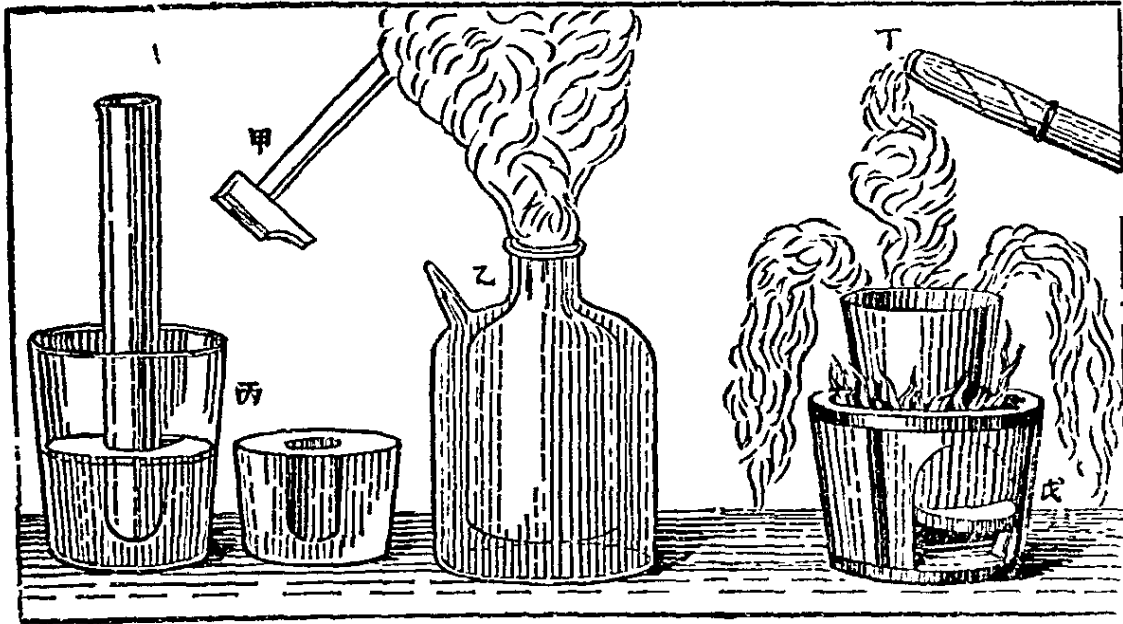
圖五十三第



外伸。將二塞擲出管外。發聲甚洪。力亦巨。如丁字處。以海沫浸入空氣流質。取出後。以火近之。海沫立即炸裂。如戊字處。水銀冷至四十度而凝。以空氣流質一滴。置水銀上。水銀變成銀塊。可以製一錘。如三十六圖甲丙二字處。格致家用火酒為寒暑表。取其極冷不凝也。試以此流質。注入玻璃管內。置火酒中。則管旁之酒漸凝成塊。火酒亦凝結為塊。真見所未見。如乙字處。凡焚炭得炭養二。冷至三

質實流為變氣

圖六十三第



十二度。炭養二變為流質。復凝為塊。試以香煙近流質之汽。則煙如白雪。如丁字處。凡燃紙及煙葉所出炭養二。遇此流質。立化為無數小塊。觀者疑為火上生雪。如戊字處。以煨紅炭。投流質中。因炭得養氣。仍復燃燒。然炭中所出炭養二。屯聚一處。初變為流。繼化為堅。散落炭上。如白雪層層焉。又或以流質器。移置火上。火中炭氣上升。熏器之邊。炭氣變為白雪。可為詫異。



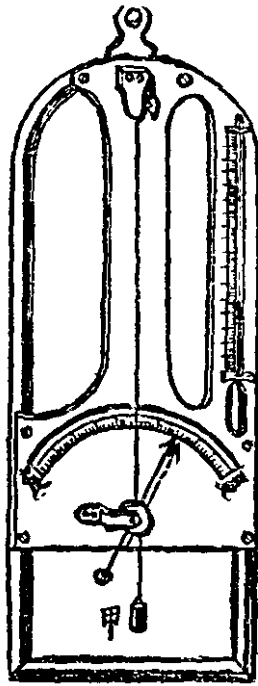
濕 燥

燥濕學

問 何謂燥濕學。

答 燥濕學者。熱學之一門。專考空氣中雜汽幾何。按地與海常發汽水。升入下層空氣。即互相粘合。欲試驗之。以石灰等易化之物。置諸戶外。便見始而潮濕。繼而渙散。因氣中濕汽。墮石灰上而化之也。又汽有蒸限。在空氣中無異在抽氣罩下。抽氣罩下之汽。蒸至幾何而止。早已知之。空氣中積汽。罕有至蒸限者。須另有法以測驗。其法維何。燥濕表是也。

圖七十三第



問 燥濕表何如。

問 何謂燥濕境。

答 燥濕境者。計空氣現有濕汽幾何。尚離蒸限幾何。此相衡之理。即為燥濕境。

濕 燥

答 燥濕表種類不一。乾而縮者。驗空氣中含汽幾何。譬如髮表。狀如三十七圖。以頭髮一莖。懸于銅鈞。垂下纏於小輪。髮梢接一絲線。線下懸小錘。在甲字處。使此髮常挺。小輪上有長針。指橫板上度數。時有燥濕之變。卽髮有縮伸之殊。髮濕而伸小輪右轉。針指度數增多。髮燥而縮則反是。一目之而瞭然焉。

問 橫板上鐫度何如。

答 將是表納入玻璃罩中。旁置石灰等吸濕之物。便見長針漸退。蓋罩中濕汽漸少矣。俟半月餘。長針止某處。不復退。知罩中氣已全乾。卽以針指處。爲初度之始。旣而搗去石灰。洒冷水於玻璃罩裏面。使罩內之氣。飽受濕汽。不復蒸。當是時。視針指何處。定爲百度。自此處至初度之始。百分之。便得全板度數。

問 燥濕表所指度數。卽空氣涵濕汽之數否。

答 否。表上度數。非卽與蒸限相距之數。譬如表上五十度。非蒸限之半。必至七十二度。乃得蒸限之半。當是時。汽於空氣中爲半飽。平時

熱力透傳

近地之空氣。總在半飽之譜。

問 燥濕鏡何用。

答 燥濕鏡只示燥濕大約之數。而不知為幾度。其式樣頗多。以人形鏡為通用。狀如三十八

第三十八圖



圖。首上一帽。以紙為之。在子字處有一針。針上繫羊腸一條。垂下釘於小板。氣候濕則羊腸伸長。帽覆頭上。氣候燥。則羊腸縮。帽落頸後。小圖乃像

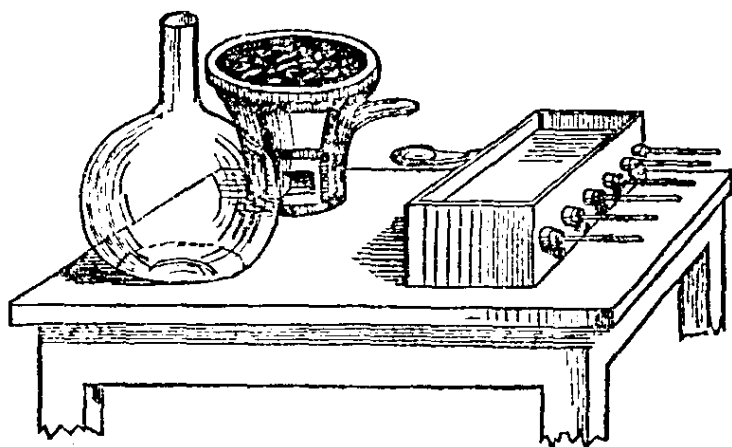
內之制。手中寒暑表。所以觀熱度。蓋一具而兩用兼焉。

論熱力透傳

問 熱力如何透傳。

傳透力熱

圖九十三第



答 熱力之傳有二式焉。一透達。一散佈。透達由內。散佈在外。由內者熱力深入物質。自此元粒。至彼元粒。次第經歷。漸透漸遠。至力盡而止。物有善傳熱。有不善傳熱者。善傳熱者。其傳速。如五金是。不善傳熱者。其傳遲。如樹木玻璃松香

問

實物傳熱不同。何如證驗。水漿空氣等是。

答 有荷蘭人名殷恩和思者。生於嘉慶年。以馬口鐵。或紅銅製一箱。如三十九圖。邊穿數穴。塞以銅鐵樹木玻璃等細條五六莖。各入箱中分許。條上均塗黃臘。熱至六十一度始化。既而以滾水注箱中。無何。銅鐵條上黃臘消鎔。而木與玻璃條上。依然如故。此傳熱不同之

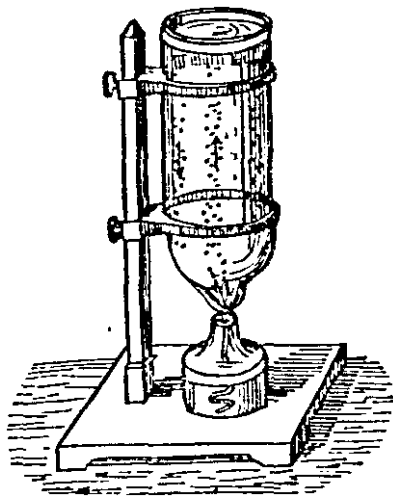
傳透力熱

明證也。經西人歷試。設表以相比。以白銀傳熱之速為一千分。則紫銅七百三十六分。黃金五百三十二分。錫一百四十五分。鐵一百二十九分。鋼一百十六分。鉛八十五分。白金八十四分。鈹銅十八分。

問

流物傳熱何如。  
 水銀亦流物也。其傳熱之速。較於鉛得一百分之四十一分。其他流物。皆傳熱甚微。古學士以流物為不傳熱。其說非也。曾有人以厚冰作器。充以冷水。自水面炙之。熱傳下層。緩而微。四周之冰。仍在初度。

第十四圖



可知熱氣遞下。不由器之四面。然自水面逕下。

問 流物不易傳熱。何以燒水亟沸。

答 燒水亟沸。非其傳熱之故。然以下層水。受熱而升。上層水立即墮下。墮則亦受熱。熱則亦升。如是升降循環。全器之水熱矣。有

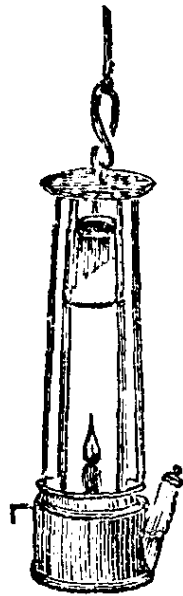
傳透力熱

試驗之者。以玻璃作深杯。如四十圖。實以水。雜橡木屑少些。此屑與水同重。水不動。屑亦不動。既而杯下燃火燒之。其始杯底之水熱而漲乃升。升則上層之水壓下。少選壓下之水亦熱而升。此去彼來。迭為升降。木屑隨之浮沉。鑿鑿可觀。於以知燒水易沸。非水之傳熱使然也。

問 浮物如空氣之類。亦傳熱否。

答 凡為氣。皆漂渺飛揚。其元粒無定所。故無由驗其傳熱與否。即限之以界。傳亦甚微。若不傳也者。若夫盛氣器中。而炙之漸熱。此非傳熱所致。以氣常升降故耳。

圖一十四第



問 傳熱之理。有何功用。

答 功用頗多。試舉一二言之。以茶酒壺置桶中。圍以棉絮。茶酒久溫。飲之無害。西人於炎夏時。喜食冰。苦其易化。裹以絨。則久存不化。秋冬時

熱力傳遞

手摸銅器覺寒。摸木器不寒。因銅易傳熱。而手中之熱速出也。又工人開礦。間有毒氣上升。吸之有性命危。西人以銅鐵爲網。製成長罩。覆於油燈上。如四十一圖。凡毒氣生於礦。必透入罩中。燈光乃升而淡。不能出。因絲網已傳其熱於外。工人見此。知毒氣已至。立即出外。不受其毒。誠救生妙法也。

論熱力傳遞

問 熱力相傳。如何徵驗。

答 徵驗甚易。人立近火。便覺熏炙。以寒暑表置熱物之側。表上熱度即增。此皆傳熱之証。

問 熱力相傳。必乘空氣否。

答 否否。試備一爐煨炭。旁置一寒暑表。爐與表之中間。以一人搖扇。瞬息不停。使中間空氣。常換不留。表上熱度。依然增夥。又以熱物納抽氣罩下。將罩中氣抽盡。其熱仍相傳。此以見熱力不藉空氣而傳也。

問 熱力傳佈。其行曲直何如。

熱力傳遞

答 熱力恒直行。故火炭前置寒暑表。熱度即增。炭與表之間。以小板躲之。熱度即減。若火炭不在也者。若小板中鑿一細孔。與炭正對。可引一直線至表。則熱度便增。苟小板稍欹。熱度遽減。此熱力直行之確証也。

問 熱力傳於外。四周均勻否。

答 四周均勻。譬以火炭懸空中。上下前後左右。各距寸許。以寒暑表測之。表上增度。彼此無別。

問 熱力傳佈。徐疾如何。

答 傳甚疾。以寒暑表置熱物之旁。始以一板隔之。熱度不加。一去板。熱度頓加。捷於影響。

問 熱力傳佈。愈遠愈減。有無一定之例。

答 其例依倒乘法。遠二倍熱減四倍。遠三倍熱減九倍。遠四倍熱減十六倍。餘倣此。原其故。因熱力傳外。四周均發。故愈遠則愈散。熱力大減。若熱力發外。只由一處出。如瓶中熱氣。去蓋而升。其遞減不依此



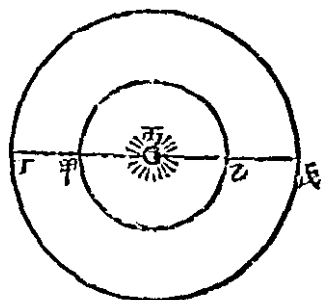
熱氣傳遞

例。

問 熱力愈遠愈減。何以証之。

答 使有空球於此。如四十二圖。中心有火炭一塊。球之四周每一寸方。得熱力若干。若以此炭置一大球中。其球半徑。一倍於小球之半徑。

第四二圖



按算學測量法。大球之全面當四倍於小球之全面。則炭之熱力未增。而受熱之面增廣四倍。大球面一寸方所得熱力。只合小球一寸方所得熱力四分之一。惟此例驗於開股熱力。而正股熱力不在此例。

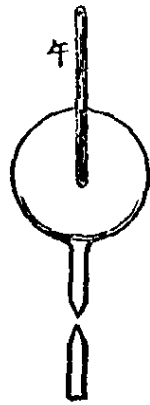
問 綜觀已上所言。熱力外散。定例有幾。

答 定例有五。一曰散熱於外。四周均勻。試以火炭懸空際。上下左右以寒暑表測之。相離遠近同。表上熱度亦同。二曰熱力所經之地。苟中間無異類物。熱縷必直行。故寒暑表正對熱物。表上熱度即增。中隔

熱氣傳遞

以板。熱度便降。熱縷經異類二物。如空氣及玻璃之類。其縷折射如日光然。三曰熱力於無氣之地。亦能傳遞。天文家謂金木水火等星之外。皆無空氣。然日之熱力。遙達于行星。是為明熱行空之實証。以玻璃作空球。懸寒暑表於中央。務使表胆適當球之中心。球上接一玻璃管。如四十三圖。上下俱通。既而以水銀充球。由管倒出。封閉管口。球中必無氣。以此球入滾水中。頃

第四十三圖



刻表度上升。但玻璃傳熱甚緩。故表度速升非以玻璃傳熱。然以熱力透達空中。致有此景。是為暗熱行空之

實証。四曰熱力傳遞之速。大率與日光相若。其相去幾何。猶未探悉。五曰熱力與光。同出一源。源既同。其情亦相似宜也。

問 熱力散失如何。

答 凡二物寒熱不同。同置一所。寒者漸熱。熱者漸寒。至二物熱度相等而止。因一物散熱。一物吸熱故也。按散熱者不特熱物。吸熱者不特

熱氣折射

寒物。無論何物。咸蘊熱力。皆且散且吸。惟散與吸之多寡不同耳。形性學中。有熱縷熱股二名目。熱縷者卽熱氣發外之一線。如日光入門隙。惟一芒見於室中。熱股者卽若干縷。會爲一束。如日光入數寸之竇。其光粗數寸。熱股又分正股開股二種。正股者熱氣直出。首尾粗細相同者也。開股者始小而後大。逐漸散開者也。又熱氣分明熱暗熱二種。明熱出光明之體。如日光與煨紅鐵之熱是。暗熱出無光之物。如滾水之熱是。

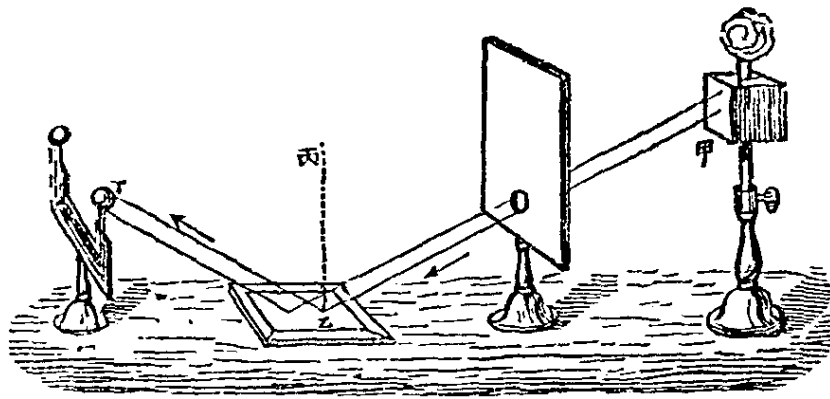
論熱氣折射

問 熱縷折射如光。有何定例。

答 熱縷出熱體。射於他物。此物吸去幾許。餘卽折射於外。其成角有一定之例。試製白鐵方匣一。如四十四圖。充以滾水。左側樹銅板一。下穿一穴。其左置磨光石一。又其左列寒暑表一。滾水熱縷經銅板小穴。射於石上。除石吸幾許。餘射寒暑表上。熱度頓增。捷如影嚮。自乙字處引一垂線。遂成甲乙丙。與丙乙丁二角。大小適同。不差累黍。是

射 折 氣 熱

圖 四 十 四 第



爲第一例。又甲乙縷與乙丁縷同在一一直片。不稍偏斜。是爲第二例。

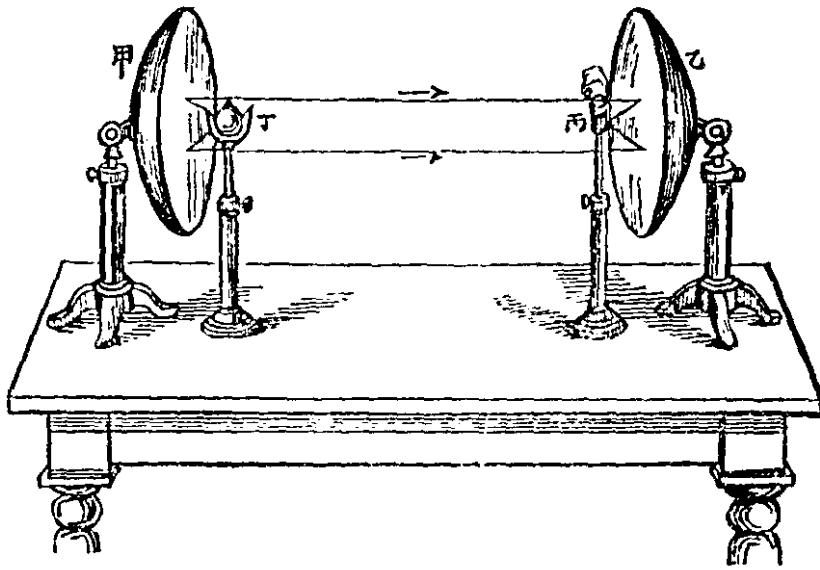
問 熱縷折射如光。有何別法以驗之。

爲度。鏡廣五尺餘。可消銅鐵金銀等物。需時不過數分鐘。有西人名

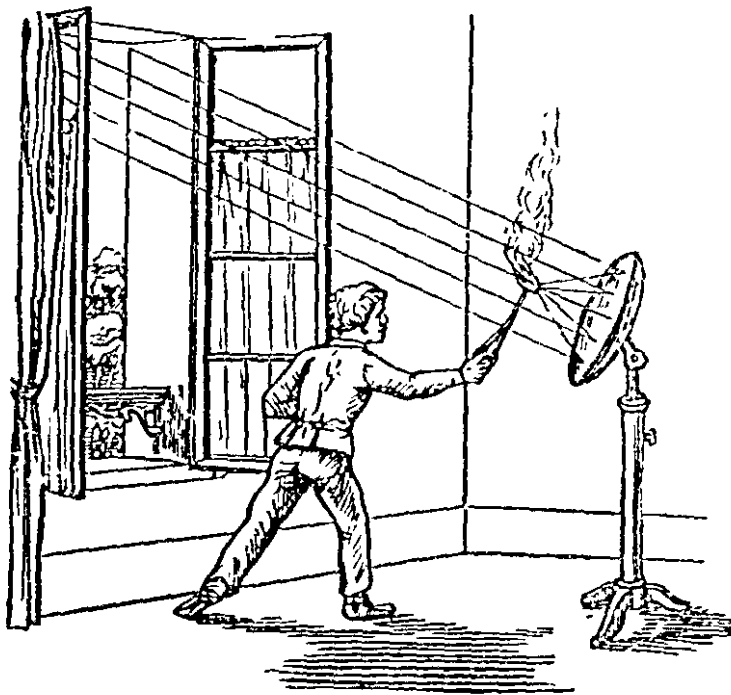
答 用凹鏡以驗。法以甲乙二鏡。皆凹其心而凸其背者。如四十五圖。置於一所。相距丈餘。甲鏡前置煨紅鐵球一。乙鏡前置引火物。如火絨木屑之類。二鏡正對。鐵球之熱氣正射於甲鏡。折射於乙鏡。又折射於引火物。不旋踵而火發矣。熱力生於日光者亦然。如四十六圖。試以凹鏡一。正對日光。一人執紙料置鏡前。適當折光聚滙處。紙料頃刻燃火。其熱之大小。以鏡之廣狹

熱氣折射

第四十五圖



第四十六圖



問熱力射於他物。盡依折光之例。折射於他物否。

步芳者。以玻璃凹鏡一百二十枚。依次佈置。滙日光於一處。燒去一木板。遠在二十丈外。

射折氣蒸

答 否。除依例折射外。又有幾許。散射於外。如所遇非光潔之體。散漫尤甚。

問 何謂折熱之力。

答 折熱之力者。一物受外來之熱。而折射於外之力也。數物同受若干熱。而折射愈多。其力愈大。有名代生者。以熱縷側三十度。歷試各物。見折力最大者爲銀。次金。次紫銅。次白金。次鋼。次白鉛。次生鐵。

問 何謂吸熱之力。

答 各物同受外來之熱力。其吸入本體。多少不同。是卽所謂吸熱之力。或比於他物。而計其吸多少。或不比於他物。祇計本物吸幾何。

問 何謂發熱之力。

答 發熱之力者。計各物受熱後發出幾何。總與他物相比。譬如某某二物。熱度同。物面大小同。在旁置一物。遠近亦同。乃計某物發熱幾何。某物發熱幾何。大約以烟煤爲衡量之準則。以烟煤之力爲一百分。鉛粉亦一百分。魚膠九十一分。中國墨八十五分。有漆一種七十二

透氣熱

分。五金面十二分。

問 知各物傳熱不同。有何實用。

答 姑不論他事。祇言家常日用。煖鍋茶罐煨鑪等。外面須粗而黑。俾吸熱較多。炊之易滾。省許多柴伙。其盛熱物之器。如茶壺酒壺粥桶等。外面須光滑。使熱氣不易出。能久煖不寒。

論熱氣透達

問 熱能透物。如日光透玻璃否。

答 空氣。玻璃。礦鹽三物。皆能透熱。堅體如五金之類。均不透熱。據是以推。物分透熱體。與不透熱體。其透之多寡。視熱力出於何物。而透熱者又為何體。有人以礦鹽等數物。次第試驗。知最透熱者為礦鹽。次依斯蘭島所產明石。次玻璃。次水晶。次白礬。

問 透熱之理。有何功用。

答 功用頗多。其最著者。空中上層之氣。為日光所經由。反寒於近地之氣。因上層氣能透熱故也。熱力出於光體者。光與熱最難分析。既知

透 氣 熱

透熱之理。光與熱可兩分矣。譬之礦鹽一片。塗以鍋灰。立於光體前。光即不透。而熱則通焉。又以白礬製薄片。因透熱甚微。可阻熱之透。而光則依然經過也。

問 發熱之源有幾。

答 發熱之源殊夥。如日光照則熱矣。體質化則熱矣。物類變則熱矣。電氣生則熱矣。又不拘何物磨擦重擊緊壓力撞之。均能生熱。故轉輪繞軸。軸熱焉。鎚打鐵墩。墩熱焉。氣受重抑。氣熱焉。丸撞鎗管。丸熱焉。其理皆一致。

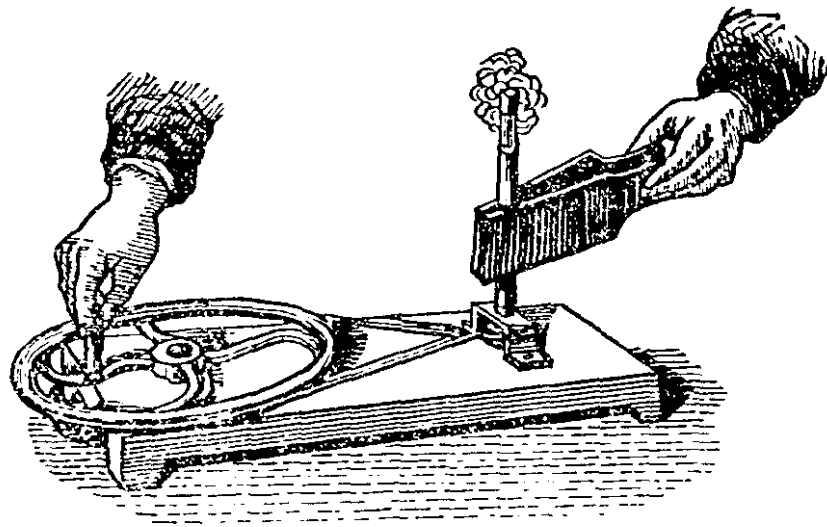
問 有何顯見之法。以徵此說。

答 西人達微。擇一日天氣極寒。寒暑表在初度以下。取厚冰二塊。互相磨擦。不久二冰俱化。蓋熱力生也。有名龍福者。取紫銅一塊頗大。納入水中。以鋼鑽穴之。得紫銅屑六兩半。其發熱甚大。能使四十斤涼水。在初度者。熱至一百度。成沸水。有名丁達爾者。以黃銅作空管一。高約三寸。徑一分餘。充以溫水。以軟木塞管口。置旋機上。疾轉之。閱



傳 透 力 熱

圖 七 十 四 第



數分鐘。管中水熱至百度以上。熱氣自升。騰出管外。如四十七圖。動

能生熱。於此又見一斑。

問 綜觀已上所言。可推何

義。

答 綜觀已上所言。凡物被

磨擊。必生熱力。又凡動

力發外。必減熱力。譬如

機鑪上有出汽管。汽在

閘門內。甚熱。方出管。熱

力頓減。又如三十二圖

巴本悶鍋。閘門初啟。汽

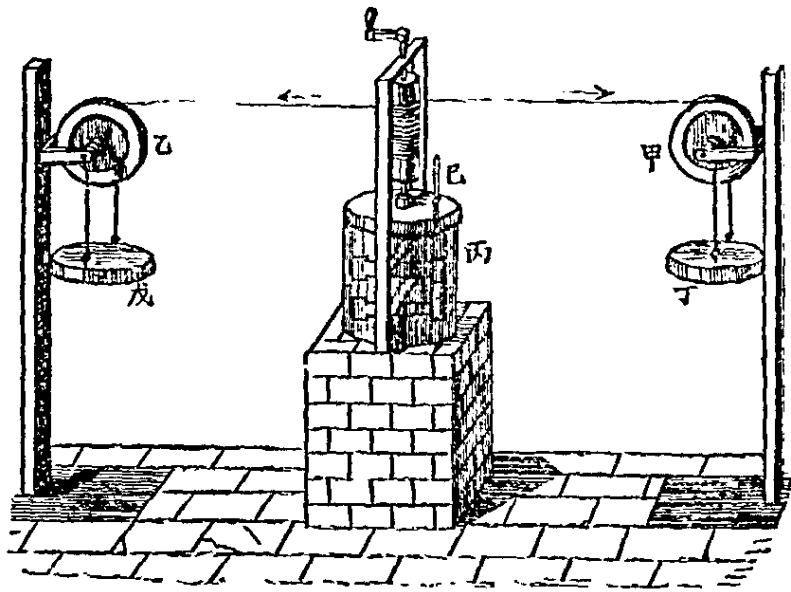
水直升。其汽已不甚熱。

按手反覺其寒。前者性

學士。原熱力之由來。意熱力係精氣一種。隱伏於物質下。激而著於

源之熱發

圖八十四第



外。即為熱力。然近今學士。謂熱力非他。乃物質之抖動。故磨擦敲擊

問 答

之。皆能使寒物頓熱。此近人之說。與已上所言。最為吻合。動力發外。必生熱力。何以試驗。

設一機如四十八圖。中間為水桶。水桶上有旋棍。旋棍上繫二索。引至左右二柱。安於溜頭。下懸銅塊。銅塊墮則。旋棍轉。轉則桶中水漸熱。桶旁寒暑表上立增熱度。

機 汽

論 汽 機

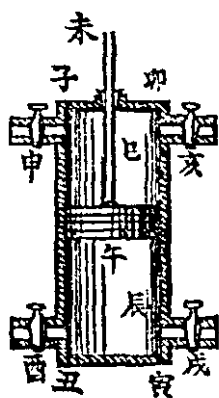
問 汽 機 何 用。

答 汽 機 之 用。於 今 爲 盛。天 下 各 國 輪 舟 火 車。製 造 局 紡 織 廠。與 夫 耕 鑿 行 運 等 工。均 以 汽 力 代 人 力。其 大 旨 炙 水 生 汽。汽 力 推 閘。閘 上 接 機 架。機 架 動 而 衆 工 賴 以 成 也。

問 汽 機 細 制 何 如。

答 細 制 頗 繁。將 次 第 言 之。如 四 十 九 圖。作 子 丑 寅 卯 鐵 桶 一。上 下 俱 閉。桶 中 有 實 心 閘。在 午 字 處。申 酉 兩

第 四 十 九 圖



活 門。通 滾 水 鍋。戌 亥 兩 活 門。通 冷 水 桶。將 申 戌 二 活 門 旋 開。則 鍋 中 汽 入 閘 上。其 在 閘 下 之 汽。頓 卽 入 桶。桶 中 水 寒 也。汽 遇 之。卽 凝 爲 水。於 是 閘 下 空 無 所 有。而 閘 上 之 汽 猛 漲。壓 閘 及 底。將 申 戌 二 活 門 旋 開。開 酉 亥 二 活 門。則 鍋 中 汽 進 閘 下。其 在 閘 上 之 汽。擁 入 冷 水 桶。亦 凝 爲 水。於 是 閘 上 空 無 所 有。而 閘 下 之 汽 猛 漲。推 閘 上 升。四 活 門 啟

機 汽

閉頻仍。即開之升降不止。是為汽機之根本。

問 目下所用即是此法否。

答 目下所用之法。尤形簡便。如五十圖。鐵桶左邊有辰寅丁方匣一。名  
汽匣。由子甲丑乙二管。通於鐵桶。又由寅字處一管。通於滾水鍋。在

圖 十 五 第

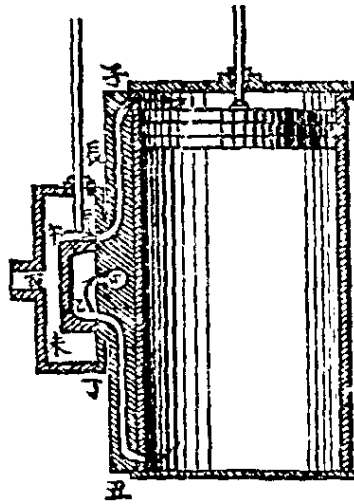
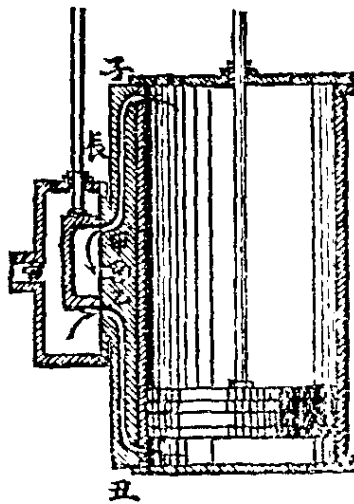


圖 一 十 五 第



卯字處橫接一管。通於冷水桶。又在午未中間。有小箱一。作隱形。俗  
名抽頭。緊附鐵桶左側。在辰丁二字間者是也。凡抽頭落下。匣中汽  
由甲子管入鐵桶。其在開下之汽。由丑乙管至卯管。入冷水桶。當是  
時開為汽所壓。遂落下。迨抽頭移上。如五十一圖。匣中汽。由乙丑管

機 汽

入閘下。其在閘上之汽。由甲子管至卯管。入冷水桶。至是閘爲汽所舉。遂升起。抽頭上下頻仍。閘卽升降不止。

問 汽機之力有幾。

答 汽機之力分上中下三等。鍋中汽抵一濛氣壓力又四分之一。或四分之二者。爲下等機。抵三四濛氣之力者。爲中等機。力在四濛氣以外者。爲上等機。今各廠所用上等機。約抵五六濛氣之力。其抵七八濛氣之力者罕。按一濛氣。卽空氣下壓之力也。

問 冷水桶如何。

答 冷水桶乃尋常一桶。內無空氣。其所盛之水。與外間之氣。寒熱相同。譬如桶中水得寒暑表十度。熱汽自閘之上下折至桶中。以寒冽故。卽結爲水。與桶中水互合爲一。惟此水吸汽旣多。漸次加熱。不能凝汽。故別有彎管一。其一端浸於冷水中。弔水入桶。而桶中水用吸架逐漸提出。此架兼吸桶中空氣。毋使稍留。於是桶水恒寒。有凝汽之力。大率冷水十斤。可凝汽一斤。

汽 機

問 冷水桶必不可少否。

答 下等汽機。必需冷水桶。因汽力僅等一濛氣有奇。與空氣相抵。汽不能出。上等機可不用冷水桶。因汽力抵五六濛氣之力。與空氣相通。惟失一濛氣之力。無甚關係。輪舟中取水甚易。往往用之。火車不便載水。故不用。機廠則用者居多。所以節煤費而存汽水。兩利兼焉。

問 鍋於汽匣。常須相通否。

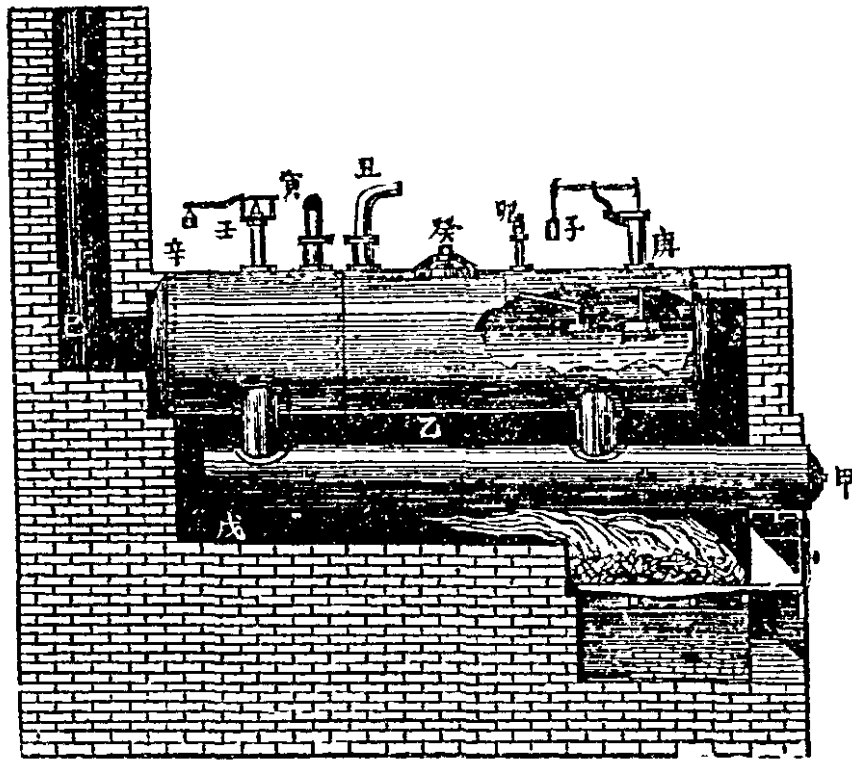
答 有常通者。有不常通者。常通則汽恒入桶。壓開之力大。然費煤較多。不常通則汽入桶中。壓開至某處而止。餘俟汽自舒漲。徐徐推開。其力小。而用煤則省。二者各有所取也。

問 汽鍋何如。

答 汽鍋乃長鐵管一。在五十二圖庚辛處。兩頭包鐵皮。圓而凸。狀如小帽。下有二小管。長與大管相若。亦以鐵皮爲之。此三管總稱汽鍋。連以短柱。中空而上下相通。作品字式。五十二圖爲橫視狀。五十三圖爲中截狀。甲甲處。卽二小管。其下爲火灶。二小管深入火中。小管全

汽 機

第 五 十 二 圖



用三管者。使被燒之地多而蒸汽速也。

充清水。大管則充其大半。鍋之大小長短。隨人所欲。視需力幾何。鍋

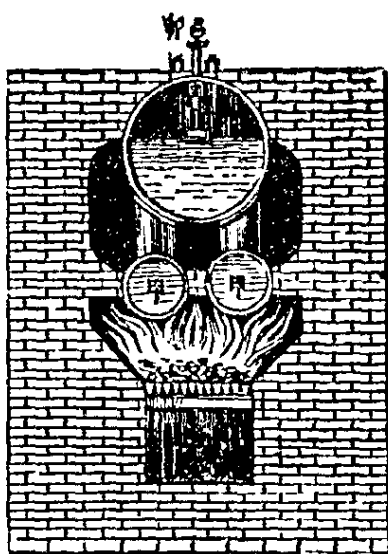
身被燒。方一適當。可得汽一馬力。所謂一馬力者。一秒鐘。力能提七十五基勞格蘭之物。高一適當。按七十五基勞格蘭。約合官秤一百二十八斤之譜。一適當。合官尺二尺七寸九分三厘。力至十倍百倍。稱十馬力。百馬力。總以一秒鐘為度。汽鍋所以

機 汽

問 火爐何如。

答 火爐係磚砌。將汽鍋全行圍裏。中分三隔。使烈燄繞三管。自煙囪而出。如五十二圖己字處。大率一斤煤。可燒六七斤汽。砌爐不合法。便虛費煤斤。生汽無幾。

圖 三 十 五 第



問 汽鍋中有何他具。

答 五十二圖癸字處。有一穴。去其蓋。一人可入內。故名人穴。庚字處有一具。狀如天秤。一頭懸小錘。一頭懸木塊。浮於管

中水面。水增則木起而錘降。水少則木下而錘升。此以知管中水。適充大半否。恐過多則無容汽之地。過少則易於失事也。丑字處一管。為出汽管。寅字處一管。為注水管。壬字處一具。名太平針。狀如五十四圖。丁字處為錘。丙字處為活針。甲字處為細管。錘可移動。如秤錘



機 汽

圖 四 十 五 第

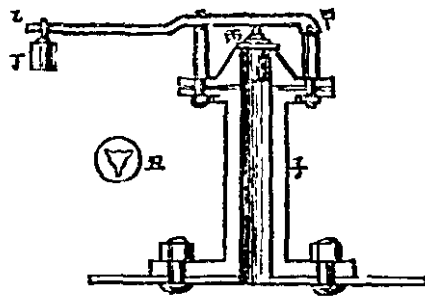
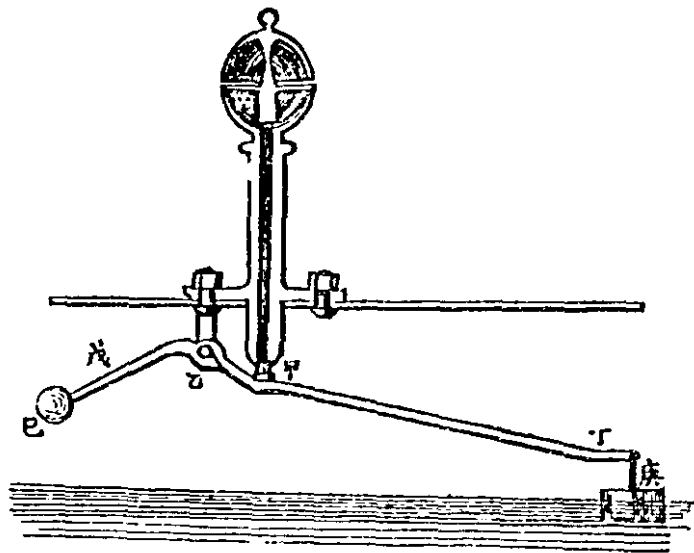


圖 五 十 五 第

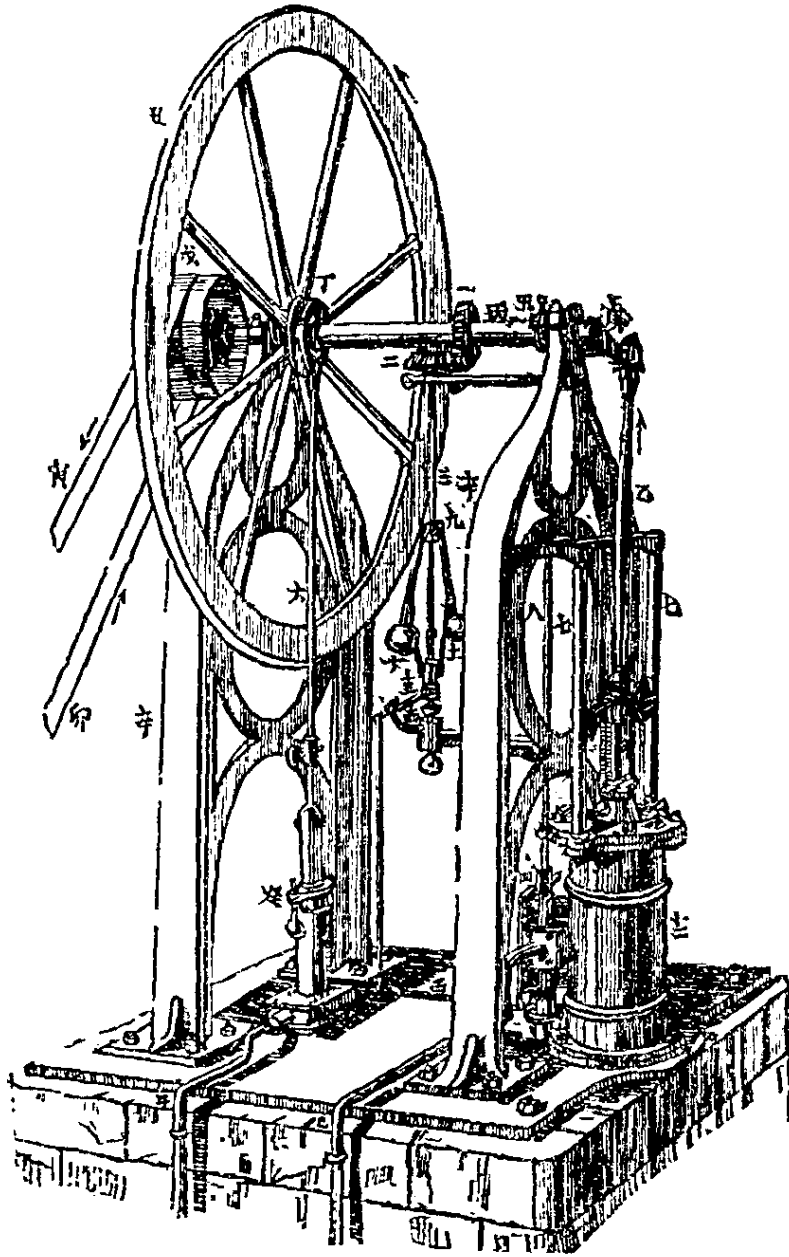


管者。丙字處有二半球。婉曲其中。大鍋內水淺則浮木墮下。甲針脫  
警針。狀如五十五圖。庚爲浮木。已爲錘。乙爲活樞。甲爲針。用以塞汽

然。橫桿上有度數。欲管中汽得五濛氣。置錘於五度上。欲得六濛氣。  
置六度上。汽力過此。活針自升。汽水自出。無意外之禍。卯字處有報

機 汽

圖 六 十 五 第



間 汽力能運開固已。然全機如何運行。

落。汽自細管出。經二半球。作聲波波。聞數里外。可立往注水。防不虞之患。

機 汽

答 全機如五十六圖。十二號爲鐵桶。閘卽在其中。閘柄接一鐵棍。在乙字處。鐵棍接轉柄。如輾車上俗呼搖手者然。在庚字處。轉柄鑲於橫軸。在丙字處。橫軸梢有活圈。俗名溜頭。在戊字處。活圈上有皮帶。垂下甚長。在寅卯二字處。凡製造解木紡織等工機。皆由皮帶拉引而動。戊字活圈側。別有一圈。不釘於橫軸。西人呼爲癡圈。不知何所取義。欲工機息止。祇須將皮帶移至癡圈上。便不爲汽機所牽制。橫軸中央有一重鐵盤。狀如輪。在丑字處。因閘至桶底桶頂。稍留瞬息。致工機之運動不勻。此盤得旋轉之勢。拖閘立降立升。不稍濡滯。工機之運動遂勻。

問 柄上鐵棍一升一降。惟直行耳。安能使轉柄幹旋。

答 鐵棍與轉柄之間。別有鐵圈。斜釘於鐵棍上。如五十七及五十八圖。鐵棍一升。鐵圈與橫軸均旋其半。鐵棍一降。鐵圈與橫軸又旋其半。遂旋一周。汽力不止。則工機常行。此汽機之要制。無一不然也。

問 五十六圖。十號十一號二鐵球何用。

機 汽

答 汽機之行。往往遲速不齊。汽多則速。載重則遲。此二球使不齊者亦齊。一號二號為齒盤。三號為鐵條。九號十號為活動方圈。二。旁繫二

圖 七 十 五 第

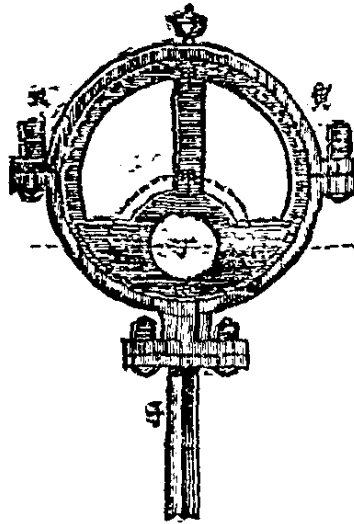
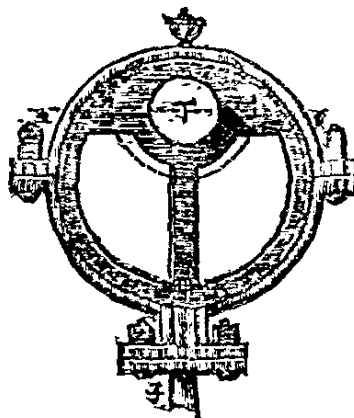


圖 八 十 五 第



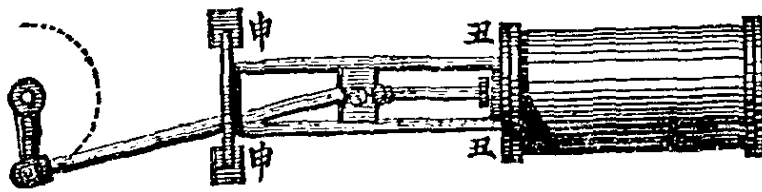
球。自十三號至壬字下。有三接銅條一莖。十五號乃一塞。入通汽管。凡汽機疾行。齒盤急轉。則二球大開。將三接條提起。塞入通汽管。阻汽入桶。機乃徐行。

機 汽

問 火車上走機何如。

答 走機與坐機不甚異。惟走機置於六輪車。以閘柄橫推車輪。無大鐵盤。面積汽管式亦異。機之畧如五十九圖。

圖 九 十 五 第



性之光

形性學要 卷七

光學

論光之性

問 光爲何物。

答 光之爲物。散蔓寰區。無隙不入。目遇之而得見。不遇則無所見。故光者昭顯形物之藉。亦助人見物之具也。

問 何謂光學。

答 光學者。形性學之一門。專講光之體用。殊覺美妙。故學者尤當喜習焉。

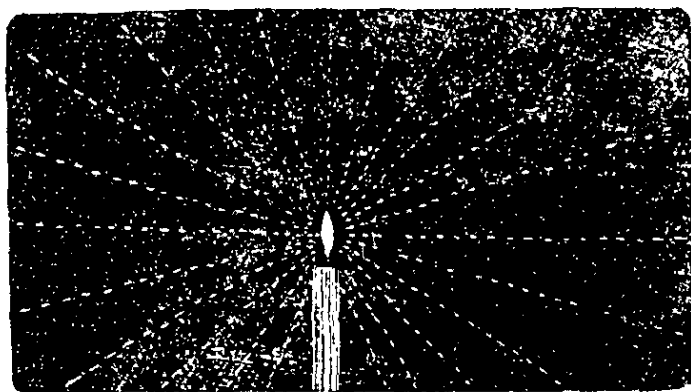
問 光果形物。散佈空際。成陽明世界者乎。

答 古學士謂光體如太陽之類。分散其體。遙佈寰中。著耀於下世。如第一圖。然此一說早經棄去。無有從者。按近代學士之說。發光體常抖動。迅疾不可思議。其動初傳於附近精氣。遞傳於至遠精氣。由精氣

光 之 源

達于人目。乃見物。如聲浪然。作圓形。由小而大。直及人耳。故聲有浪。光亦有浪也。

第 一 圖



問 光體如何生光。  
答 太陽恒星如何生光。未得其詳。凡世間物。熱至五百度左右。無一不

問 聲浪緩急不同。即聲分粗

細。光則何如。

答 光與聲。適相彷彿。光浪遲

速不齊。分紅黃等七彩。

論光之源

問 發光體有幾。

答 凡發光者。皆為光體。綜計

其數有六。一太陽。二恒星。

三熱力。四物質分化。五磷

質。六電氣。

源之光

生光。故煤炭銅鐵等。煨之久。必通紅而明。蠟燭電燈油燈之光。生於熱力及養氣。蓋熱力生火。一遇空中養氣。立即皎明。直至油蠟等燒盡而止。

問 何謂燐火。

答 燐質之火。卽淡光一種。每見於黑夜。其熱甚微。難於覺察。夏虫俗稱游火虫者。卽是燐虫。南洋熱道間。空際多燐。一望無垠。其浮海者百里一色。朽木腐魚枯骨中。亦有燐質。礦石如金鋼石大理石之類。久受日光。夜亦著耀。

問 已上數物。何以生燐。

答 朽木等生燐之故。學士尙未探悉。曾有人考驗數物。似燐生於電。然未必盡然。非一定之說。

問 目如何見物。

答 有光之體。一寓目。自必獲覩。若夫無光之物。則須先受光而返射於目。始得見其物。



光 之 傳 佈

問 形物受光分幾類。

答 分三類。一曰躲光體。如木石五金等是。受光則躲其前行。反射於外。二曰透光體。如空氣清水玻璃等是。受光則任其經透。絕無阻止。三曰映光體。如油紙毛玻璃等是。受光則稍透而不甚明亮。

問 光入透光體。能全出否。

答 不能全出。因透光體必蝕光少許。譬如人在高山。見星光皎潔。下山望之。見星光稍損。為空氣所蝕也。以一玻璃加於目。見物明。以三四玻璃加於目。見物不明。光為玻璃所蝕也。午時日光大明。夕陽則紅。因橫經厚氣為氣所蝕也。

問 躲光體果全躲不透否。

答 以躲光體。製成至薄之片。亦能透光。曾有人以金銀作片。薄逾於紙。光亦透之。然則物皆透光。惟厚薄不同耳。

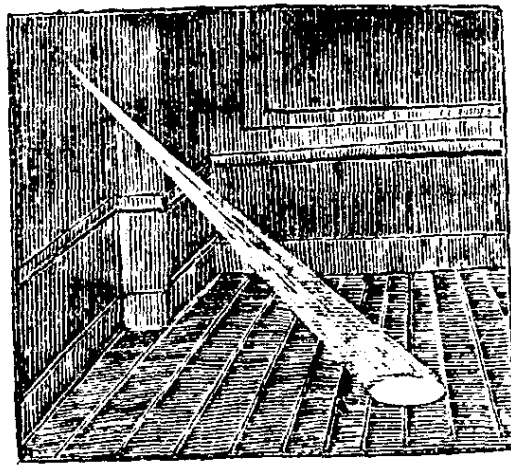
論光之傳佈

問 光行曲直如何。

佈傳之光

答 須視其所經之物爲何如。光在空際。所經者係氣。光在眼鏡中。所經者係玻璃或水晶。光在河底。所經者係水。凡所經之物。純淨不雜。而又厚薄均勻。光常直行。譬如空氣乃純且勻者也。人處暗室。以數板

圖 二 第



各穿一穴。向日正疊。光卽過其中。如第二圖。穴稍欹。光卽不達。此直行之實驗也。光又四周均發。故一燭在室。閤座皆明。

問 何謂光芒。

答 光芒者。直行之光線。卽精氣元粒。爲光體所動。比肩

連袂。傳光於遠處者。按光體分散之說。光芒乃縹緲微粒。由此達彼。連爲一線。然是說不足信。可置之不論之例。

問 何謂光束。

影論

答 光芒若干。出於光體。狀如一束者。名爲光束。光束有三種。一曰並光

束。其芒並行。凡遠來之光皆然。日光星光。均在此種。二曰散光束。其

芒發外。愈遠愈張。如燈燭之光是。

三曰滙光束。其芒滙於一處。如老

光眼鏡。滙日光於一處。至能燃楮。

論影

問 何謂影。

答 影者。光爲實體所蔽。而有不透光

之地也。影有方圓大小之別。視衆

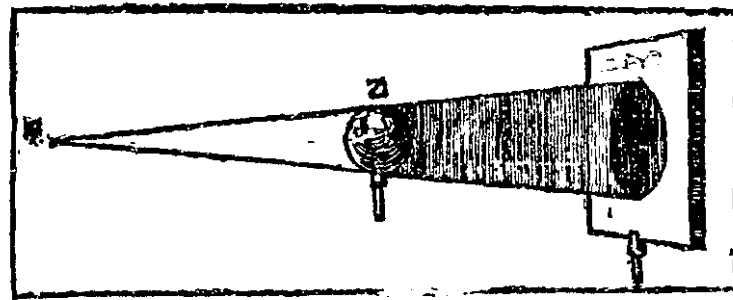
光體之形像何如。影有純黑淡黑

之別。視光體爲一點。或有高大之

形。光體小而祇成一點。其影純黑。

名曰黑影。光體大而不祇一點。則黑影外又有稍黑處。名曰淡影。譬如第三圖。甲字處有光一點。光芒射至乙字圓球。球後板上。印一純

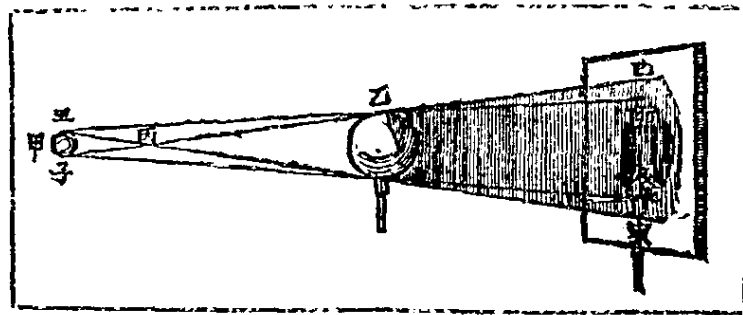
圖 二 第



影論

黑圓影。因一點光。經球之四周。直至板上。無他光參入影中也。第四

圖四第



圖甲字處。光體頗大。不  
祇一點。故丑字光芒。射  
至卯字處。又射至寅字  
處。子字光芒。射至辰字  
處。又射至巳字處。卯至  
辰。全不受光。其影黑。卯  
至巳。辰至寅。稍受斜光。  
其影淡。且愈向外而影  
愈淡。以其得斜光尤多  
也。

問 影之大小何如。

答 影之大小。隨光體之大小。又隨光體離光遠近。與接影板離光體之遠近。蓋光愈近。板愈遠。影亦愈大也。

光行速率

論光行速率

問 光行迅速如何。

答 世間無一物疾行如光者。烽火起百里外。未瞬息而已寓我目。一若

近在咫尺也者。職是之故。光行速率。不可以地上物驗。惟

以天星驗之。西歷一千六百

七十六年。丹國人雷梅爾始

悉光以一秒鐘行二十八萬

法里。其事甚奇。而確有證據。

考核之法。以木星之第二价

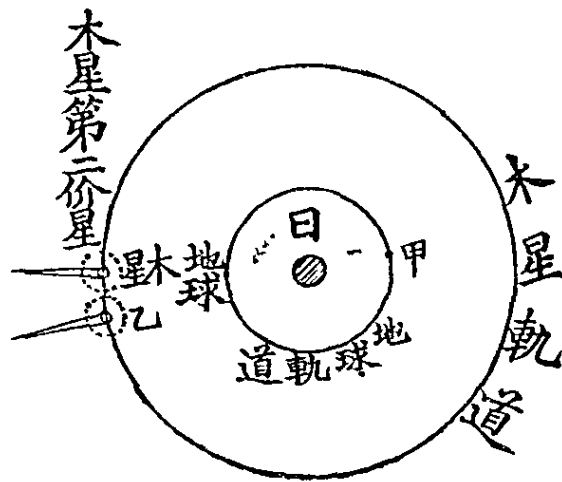
星為紹。狀如第五圖。按木星

有五价星。常繞木星而行。木星繞日。則价星隨之。如月行繞地然。四

价星中第二最近木星者。以四十二下鐘二十八分三十六秒。繞木

星一周。行至木星背日處。深入影中。無異月蝕。此以地在甲字處言

第五圖



有五价星。常繞木星而行。木星繞日。則价星隨之。如月行繞地然。四价星中第二最近木星者。以四十二下鐘二十八分三十六秒。繞木

淡 濃 之 光

也。但地行軌道。漸與木星相離。離則遠。遠則見其蝕漸遲。不止四十二下二十八分三十六秒鐘矣。迨六閱月後。地在乙字處。距木星更遠。適二倍於地日相去之路。人在乙字處。望价星之蝕。較在甲字處。遲十六分二十六秒。按甲處至乙處。凡三百零四兆法里。從知光以十六分二十六秒。行三百零四兆法里。卽每秒行二十八萬法里。近博學家折中算光。每秒約行三十萬法里。說者謂砲彈須行十七年。火車每下鐘行一百法里者。須行一百七十五年。始抵日輪。光則祇須八分十八秒。夫天宇寥廓。思議無由。天文家謂至近地之恒星。其光行三年餘。始及於地。有隱約不顯。用遠鏡始見者。其光行數千年。纔至地上。

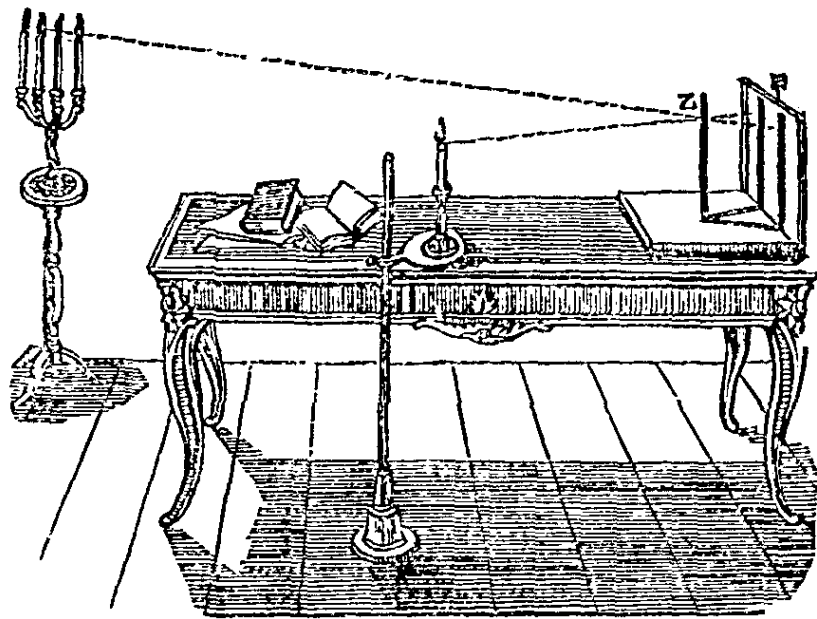
論光之濃淡

問 光之大小。何以區別。

答 光之大小。在其明昧之別。光愈大則愈明。此盡人所知者。探驗之法。用一平板。置發光體之旁。相距若干尺。以驗板上之光明否。凡四散

淡 濃 之 光

圖 六 第



之光。愈遠愈減。遠二倍減四倍。遠三倍減九倍。遠四倍減十六倍。餘

做此。

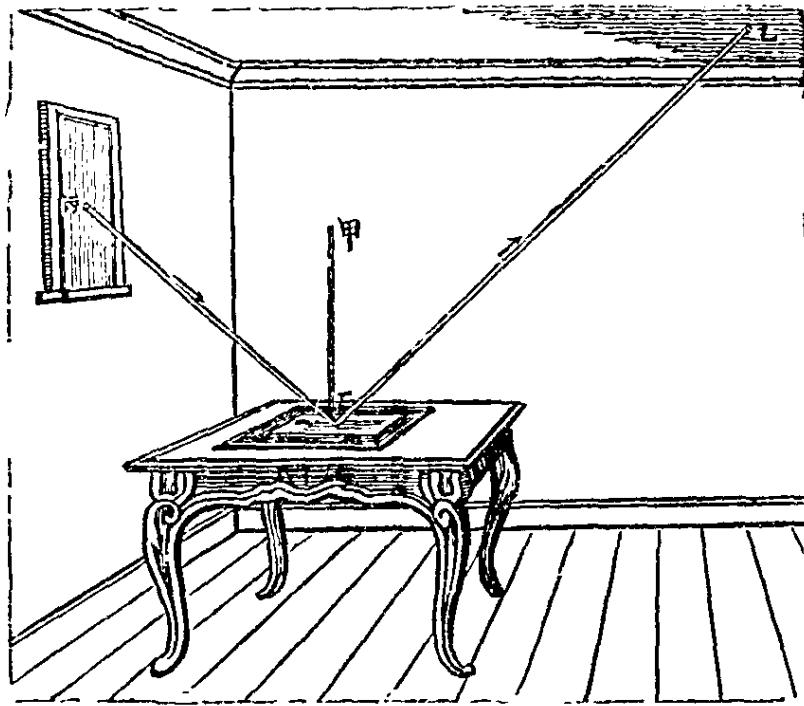
問 減光定例。何法可驗。  
答 有衡光表焉。狀如第

幾許。乃二燭相若。試以此表置暗室中。燃一燭於一適當外。又燃四

六圓。甲字處為毛玻  
璃。豎於木座上。乙字  
處為躲光木柱。几上  
燃一燭。柱影射於毛  
玻璃上。若別燃一燭  
於几。其大小與前燭  
相同。則板上之影。深  
淺亦同。若一燭較大。  
則柱影更深。須移遠

照返之光

圖七第



燭於二邁當外。玻璃上二影深淺相同。燃九燭於三邁當外亦然。從

而射於外。如撲球然。球墮於地。必躍他處。未有貼然不動者。使有小

知光遠二倍減四倍

云云。然惟散光乃爾。

若滙光與並行光。皆

不在此例。因除透光

物吸蝕幾許。餘皆遞

傳不減也。

論光之返照

光之返照。有無定例。

問 答

凡光芒若干。彙為一

束。形性學家謂之光

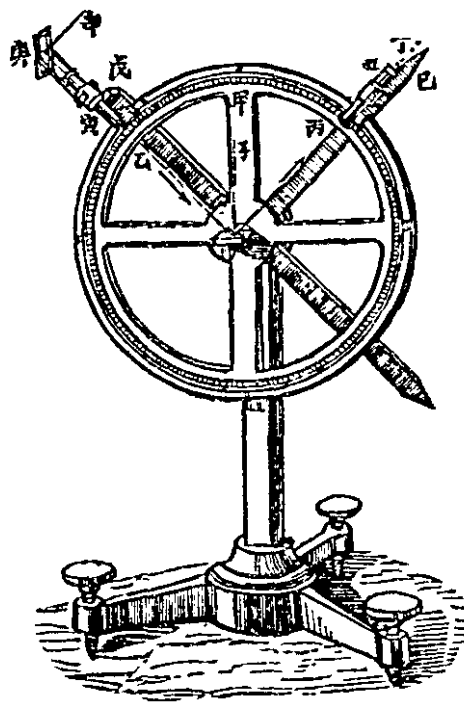
束。無論光束與光芒。

射於光潔之物。必迴



光之返照

第八圖



窻於此。其室暗。如第七圖。丙字處穿一穴。日光自穴入。射於丁字處。玻璃鏡上。迴而射於屋頂。在乙字處。丙字至丁字之光。各墮光。丁字至乙字之光。各迴光。自丁至甲。引一垂線。遂成丙丁甲一角。各墮光角。又成甲丁乙一角。各迴光角。光之迴照。常依二例。一。墮光角與迴光角。常大小相同。二。墮光迴光。常在一。無稍欹側。且光必正。迴不至散蔓無定踪。

問 此二例何法以証。  
答 製銅圈一。如第八圖。

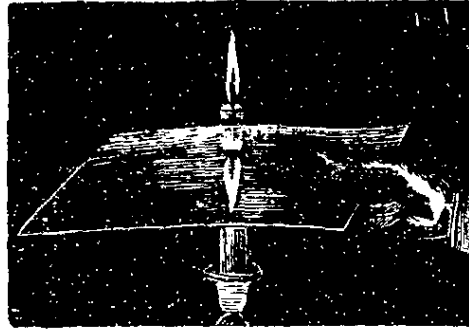
右。各分九十度。戊巳爲二銅尺。裝於銅圈背後。可隨意移動。寅丑爲二小管。各向銅圈中心。庚字爲小鏡一。可使俯仰。銅圈中心。平置一鏡。辛字爲日光。初照庚字小鏡。後射於圈心平鏡上。迴射於丑字管

照返之光

中。自此管視之。直見辛字日光。計圈上度數。則甲子乙一角。甲子丙一角。大小相等。而寅丑二管。與圈心平鏡。同在一片。是即欲證之二例。

問 光潔之物受光後。能盡行迴射否。  
答 不能盡迴射。因常吞蝕幾許。不射於外。大約迴十之七八。多至十之

圖九第



九而止。其多少之別。因迴射之物。光潔不同也。最能迴光者係五金。內有白銀水銀。以其白也。所迴尤夥。凡黑色物。皆不迴光。透光體亦稍迴光。又自吞幾許。餘則任其透過。至自吞多寡。須視其體厚薄。體愈厚吞亦愈多。

問 同是一物。其迴光無增減否。

答 同是一物。磨擦愈平。迴光愈夥。且視其對光斜正如何。斜則迴多。正則迴少。譬如以白紙置燈前。正對燈光。直立如柱。迴光無幾。斜置之。

光 之 返 照

迴光頗旺。火像見於壁間。如第九圖。

問 實物迴光。常依定例否。

答 物面光潔者。常依定例。物面不光潔則迴光散蔓。無一定之向。試於暗室中。窻上鑿一穴。使日光入室。射於几上。以玻璃鏡承之。其光迴至對面壁上。只見一點。若以毛砂石承之。其光散。石之四周皆有光。壁上則無。原其故。因毛砂石凸凹不平。一凸一凹。俱有其面。俱能迴光。面之所向不同。卽迴光之向亦異。其光乃亂。

問 形物受光散射於外。有何裨益。

答 人所以見物。正賴光之散射。故不論何物。迴光愈多。望之愈明。天陰時雖不見日。然因日光由雲氣散射于地。故仍能覩物。人在屋中。望門外之物殊明。人立門外望屋中。覺稍暗。因門外散光多於屋中也。玻璃鏡照日光。正射不散。人自迴光望之。見日在鏡中。若萬物皆不散光。萬物皆是鏡矣。烏乎可。又使萬物不散光。并不返光。則萬物均在暗中。無由別黑白等色。此散光之大用。人罕有覺察者也。

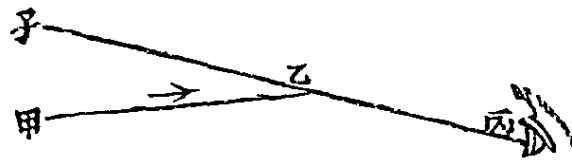
鏡論

論鏡

問 有時見物不在其本所。曷故。

答 目視隨光。光曲而視不曲。此理觀第十圖易明。譬如物在甲字處。其

第十圖



光直抵目中。則見其物在本處。即甲字處。若其光射至乙字處。轉射至目中。則見物在子字處。不在甲字處。因目視隨光。光曲而視不曲也。此理甚要。知此理而各鏡之理瞭然矣。

問 何謂鏡。

答 凡堅實物。有光潔之面。可迴光而

呈人物像者。皆可稱鏡。其料不同。而鏡之類亦繁。

問 鏡有幾式。

答 總分二式。一曰彎鏡。其面凸或凹。其功用見下章。一曰平鏡。其面平。

鏡 平

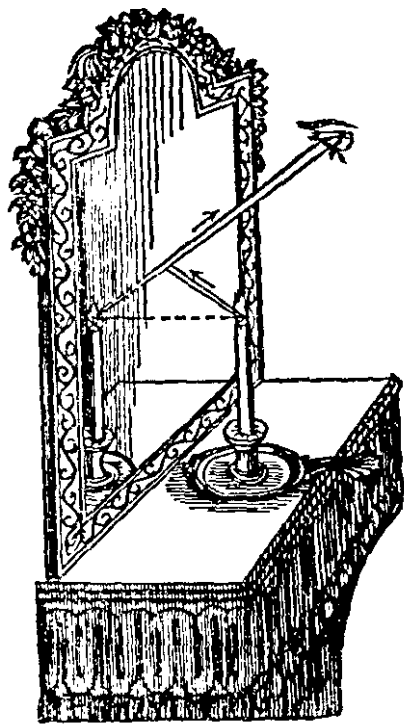
如尋常照人之鏡是。大抵以玻璃爲之。其所以呈像者。非玻璃之力。然以後面黏有水銀與錫。迴光之力甚大。故能呈像。玻璃惟護之而已。古時以銀錫銅鋼等料製鏡。皆易於銹污。故今已不用。

論平鏡

問 平鏡何以能呈像。

答 欲知此理。先以物形么小者驗之。後以物形闊大者驗之。物形么小者。如以燭火置平鏡前。其光漸散射至鏡上。回至目中。按前論目視隨光。直而不曲。故不見火於本處。而見火於鏡後。且以火

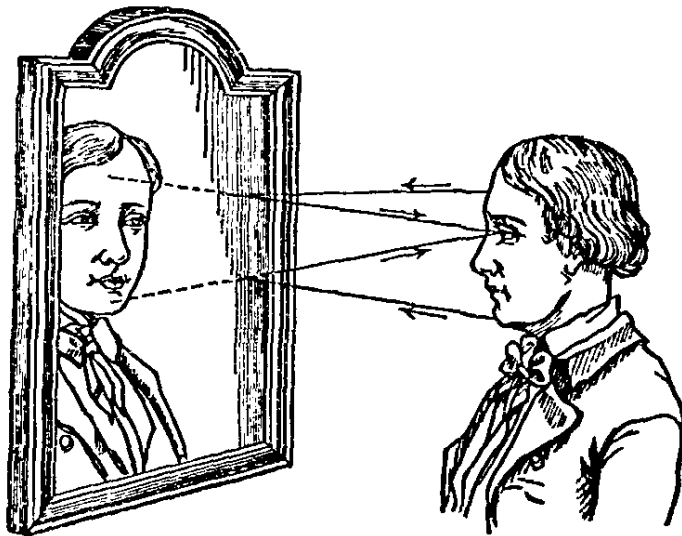
圖 一 十 第



光一束。初細而後粗。目隨光視火。見鏡中火。仍么小似荳。如十一圖。物形闊大者。其成像似之。譬如十二圖。一人對鏡。其額上之光。射至

鏡平

圖二十第



鏡上。折而回至目中。遂見額像。其額上之光。射至鏡上。折而回至目中。遂見額像。由此遞推。見全身之像皆然。因目視隨光。見像於鏡後。

問 鏡中像。常與人對面。而

人舉右手。像舉左手。人舉左手。像舉右手。何居。此乃意想之誤。非真有

其事也。像之左手。即人之右手。像之右手。即人之左手。故此舉彼擎。捷如影響。且鏡中像皆虛幻。其實乃迴光所致。非見真物也。

問 像與人物。其遠近大小何如。  
 答 人物距鏡愈遠。成像亦愈遠。二者距鏡。遠近適同。又以人物射光。隨

鏡之呈像

其形之大小。故鏡若平且大。其像與實形大小相同。

問 玻璃鏡。與銅錫鏡。孰優孰細。

答 玻璃不畏塵污。銅錫則易銹。惟銅錫鏡只呈一像。而厚玻璃鏡能呈二像。亦爲憾事。故光學鏡多用古銅等質也。

論鏡之呈像

問 厚玻璃鏡。何以呈二像。

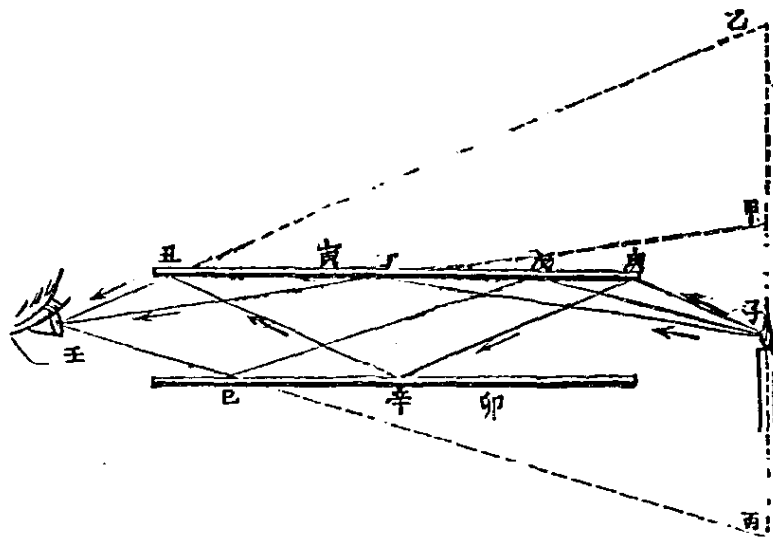
答 厚玻璃面上迴光呈一像。其色淡。在玻璃下水銀與錫。又呈一像。其色深。遂有二像。試以筆頭近厚玻璃鏡。見上有筆頭像頗淡。鏡下又有一像則明。計鏡下一像。離鏡面若干。便知玻璃厚幾許。譬如離二分。知玻璃厚一分。

問 兩平鏡對面。其迴光何如。

答 兩平鏡對面而一物在其中。見鏡中物像甚多。逐漸微淡。原其故。因兩鏡迴光稠密。致有此景。譬有寅卯二平鏡。彼此正對。一燭在子字處。居二鏡之中。人目自壬字處望之。見燭光直入目中。此尋常事無

像呈之鏡

圖三十第



射於卯字鏡。以資醒目。便於講解。若又計卯鏡射光。其像更屈指不

足異者。然又見回光數束。一束自子至丁。自丁至目。爲一回。其像在甲字處。又一束自子至戊。自戊至己。自己至目。爲二回。其像在丙字處。又一束自子至庚。自庚至辛。自辛至丑。自丑至目。爲三回。其像在乙字處。此外又有四回五回六回者。且不止此數。卒以迴光甚微。故不成像。十三圖中祇劃燭光。射於寅字鏡。未劃

足異者。然又見回光數束。一束自子至丁。自丁至目。爲一回。其像在甲字處。又一束自子至戊。自戊至己。自己至目。爲二回。其像在丙字處。又一束自子至庚。自庚至辛。自辛至丑。自丑至目。爲三回。其像在乙字處。此外又有四回五回六回者。且不止此數。卒以迴光甚微。故不成像。十三圖中祇劃燭光。射於寅字鏡。未劃

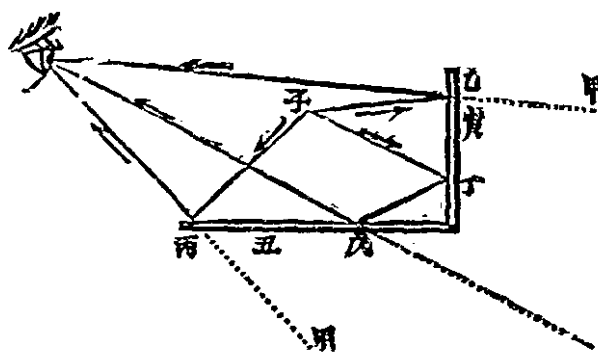


鏡之呈像

勝矣。

問 二平鏡斜接成角。其回光何如。

圖 四 十 第



角。自子至丁。自丁至戊。自戊至目。爲三廻。其像在中甲字。二鏡相接成

答

二鏡斜接。迴光少於對面時。如十四圖二鏡。一橫一直。其角正直。祇成三像。譬如燭光在子字處。一束光自子至乙。自乙至目。爲一廻。其像在上甲字。一束光自子至丙。自丙至目。爲二回。其像在下甲字。一束光

影 倒 中 水

圖 五 十 第



論水中倒影

玻璃能迴光。別種

透光體何如。別種

問 別種透光體。均能

迴光。譬如積水甕

中。人自甕口望之。

亦見己容。鄉人屋

舍多築河畔。人在

對岸望之。見水中

有屋像。然倒。如十

五圖。蓋屋上射光

至水。自水射至人

目。目隨光視之。見

屋像在水下。

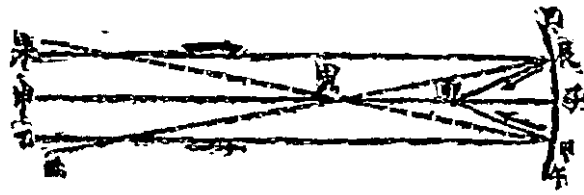
鏡灣

論彎鏡

問 彎鏡何如。

答 彎鏡式樣頗多。其料亦不一。有金銀銅錫等料者。有以玻璃製成者。

圖六十第



問 各小塊迴光悉遵常例。有何異景。

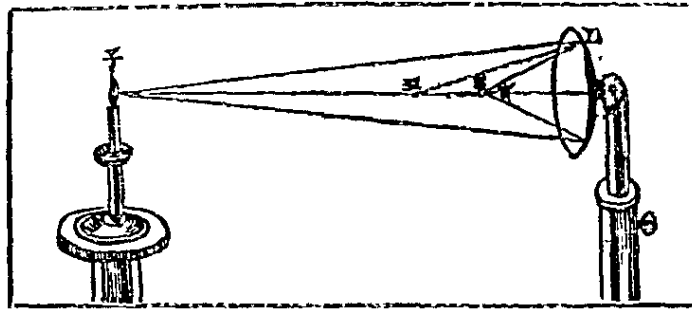
丑一線者。皆名斜中線。正中線。每鏡止一莖。斜中線多不勝計。但凹鏡全面作凹形。而計其各小塊。依然平正。故其迴光仍遵常例。

今習用者惟二。一曰凸鏡。狀如饅頭。中間偏起少許。一曰凹鏡。中間低下。如淺碗然。茲以凹鏡。截取一塊。如十六圖。無論凸凹。總須漸漸彎曲。四周均勻。以若干鏡並合之。可成一圓球。如破瓜者之復原形。寅字處。居空球之正中。故名球心。子字處為凹鏡之心。故名鏡心。子寅申一線。自鏡心出。經球心。至申字處。是為正中線。凡經球心。而不出鏡心。如辰寅

鏡 灣

問 各小塊皆向球心。其迴光必滙一處。此衆光聚會處。各首光滙。猶言  
第一光滙。

圖 七 十 第



問 首光滙當在何處。  
答 若射於凹鏡之光。與正中線並行。首光滙當在鏡與球心適中之地。

在十六圖卯字處。以玻璃珠置其處。頓覺異常輝耀。蓋滙光多而色甚明也。

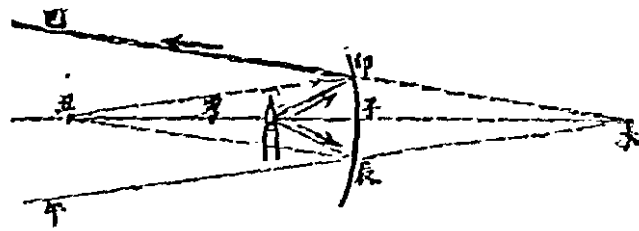
問 除首光滙外。別有光滙否。  
答 遠來之光。舉皆並行。故其光常滙

于球心鏡心之間。若發光體。距鏡頗近。則其光散而射於凹鏡。迴射

於首光滙之後。名曰副光滙。如十七圖。子字處為燭光。乙為凹鏡。丑為球心。寅為首光滙處。日光射於鏡上。必迴於寅字處。燭光則迴於

鏡 博

圖 八 十 第



甲字處。較寅字稍後。若以燭光置甲字處。其光迴於子字處。彼此適相對。若移燭近鏡。則光滙離鏡尤遠。移燭遠鏡。則反是。皆以墮光

成角。大小不同也。試驗之法。置燭與鏡於暗室中。又備白楮一張。用驗光滙。將燭與鏡數四移動。由遠及近。又由近及遠。便見光滙再四易地。若燭在寅字處。其迴光為並行。不能聚於鏡前。

問 若燭光在首光滙及鏡心之間。其迴光何如。

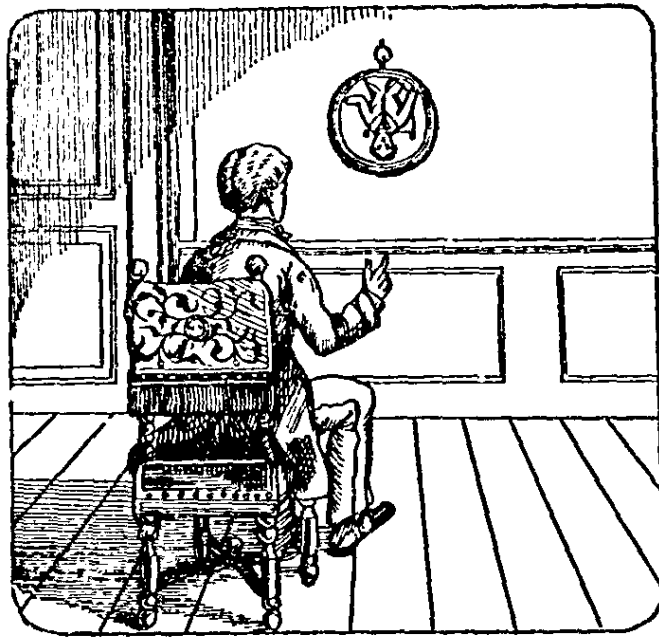
答 燭在首光滙以內。其迴光開展如十八圖。人目自迴光視之。見火形

於鏡後。如平鏡然。學士以未字處火像。稱為虛光滙。因其似光滙而光非真滙也。

鏡 灣

問 凹鏡迴光成像何如。  
答 視迴光何在。迴光在正中線。其成像亦在正中線。迴光在斜中線。其

圖 九 十 第



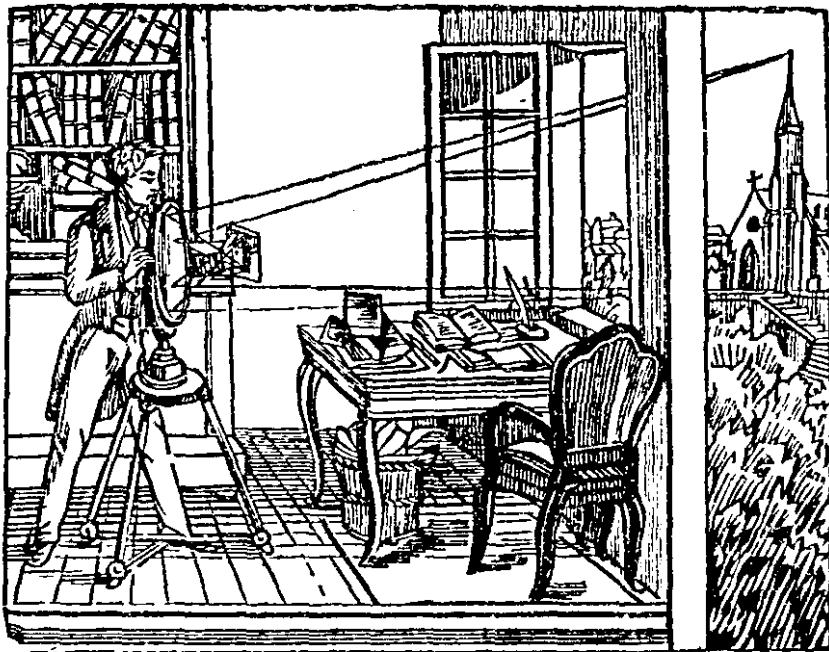
之。此乃實像。然目隨回光視之。見像於鏡後。此乃虛像。虛像常正。實像常倒。如十九圖。

問 凹鏡成像倒乎也。  
答 正乎。在。即像之所在。蓋回光之所。成像亦在斜中

問 凹鏡成像倒乎也。  
答 正乎。像有二。一虛一實。回光匯於鏡前。成像於空氣中。可以白楮承

鏡 灣

圖 十 二 第



問 實像常倒。何也。  
答 釋此理甚易。譬有高屋

於此。如二十圖。方日光  
對照時。以凹鏡置屋前。  
一人執白楮。承鏡中迴  
光。適當副光滙處。便見  
楮上有屋像。惟妙惟肖。  
惟顛倒。其故非他。因按  
前論。迴光在斜中線者。  
皆交於球心鏡心之間。  
過此則作X字形。屋頂  
所射之光。反在於下。屋  
脚所射之光。反在於上。  
其像乃倒矣。

鏡 灣

問 迴光成像於空氣中。何如得見。

答 以迴光散射故。承以白楮。在旁者俱得見之。若不承以白紙。則其像在鏡與對鏡人之間。須目在光線。始得見之。不然不得見。

圖一十二第



哉言之。如十九圖。人若漸近凹鏡。至一處。忽不見己容。因此處在首光滙及球心之中。成像在背後。故不得見。又前幾許。至首光滙處。仍不得見。又前則己容又見。正且大。如二十一圖。

問 其像大小何如。

答 物在首光滙及球心之間。成像必大。物在球心以外。成像必小。

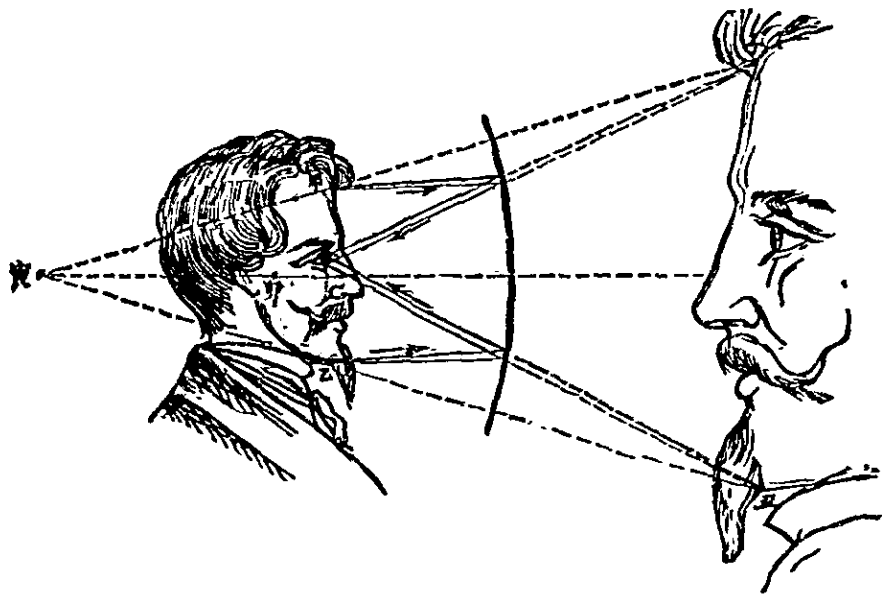
問 凹鏡照人。其虛像常正。何也。

答 人在首光滙外。實像常倒且小。其理已詳。



鏡 灣

圖 二 十 二 第



問

凸鏡成像何如。

大且正焉。

遞推。便得全像。

後丑字處。由是

目中。見額在鏡

射光至鏡回至

處。下額乙字處。

額在鏡後子字

鏡回至目中。見

甲字處。射光至

二十二圖。額上

欲解此異。須觀

滙內。成像忽正。

問

何以人在首光

答

鏡 灣

答 凸鏡照人。總成虛像。且甚小。如二十三圖。因凸鏡回光。與凹鏡回光

圖 三 十 二 第

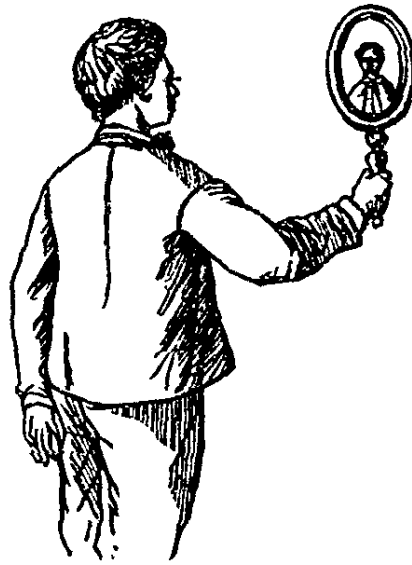
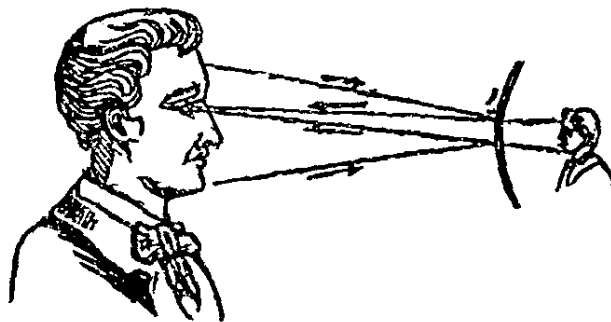


圖 四 十 二 第



相反。如二十四圖。額上射光至鏡。由鏡至目。見額像於鏡後。又下額射光至鏡。由鏡至目。見額像於鏡後。此兩像相去無幾。故全面之像小且近。

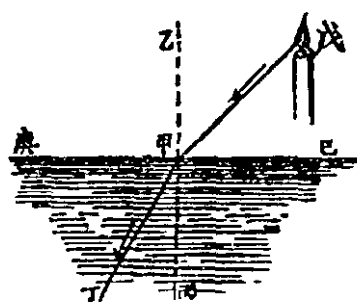
射折之光

論光之折射

問 透光物不一而足。光自一物入他物。常直行不曲否。

答 光自一物。斜入他物。若二物咸透光而體質不同。則光必曲折。二十五圖。為燭光經空氣入清水之像。戊甲一光名墮光。甲丁一光名折

圖 五 十 二 第



光。乙丙垂線。在甲字處與已庚平面相接。名正中線。乙甲戊一角名墮光角。丙甲丁一角名折光角。若墮光在正中線。不成角。則光入他物亦直下而不折。故光必斜墮而後折也。

問 墮光角與折光角。孰大孰小。

答 須視光所入為何如物。故折光角有小於墮光角者。謂之善折光物。亦有大於墮光角者。謂之不善折光物。

問 何故折光角有大小之別。

答 學士牛東之說。凡物蘊易焚之質愈多。光入其物折下愈甚。譬如水

射折之光

蘊輕氣頗多。輕氣乃易焚之質也。故光入水中。折勢特甚。油。火酒。精氣。三物。蘊輕氣外又蘊炭氣。故折光較清水爲甚。金鋼石爲精炭積成。最能折光。在衆物之右。此石晶瑩可愛。正以其善折光之故。

問 不善折光者何物。

答 諸浮物皆不善折光。壓之使密。則折光之力稍增。

問 折光有何定例。

答 折光常遵二例。一曰光自某物折入某物。如二物不易。仍是此二物。則不拘何在。光之折勢常一式。故其墮光角與折光角相去之數。不稍增損。二曰墮光與折光。同在一片。不稍欹側。所謂一片者。上下正對之義。譬如繪山水於壁間。對面望之。見此峯彼岸。散漫參差。然從旁倚壁望之。見山若水同在一片也。

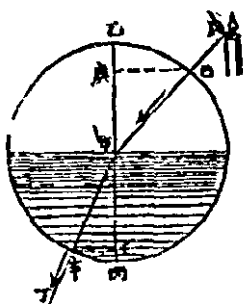
問 第一例不甚明晰。可再講否。

答 試觀二十六圖。戊字處有一燭。其光射至水面在甲字處。卽以甲點爲中心。作一大圈。乙丙爲正中線。己辛爲切圈兩點。自己辛二點各

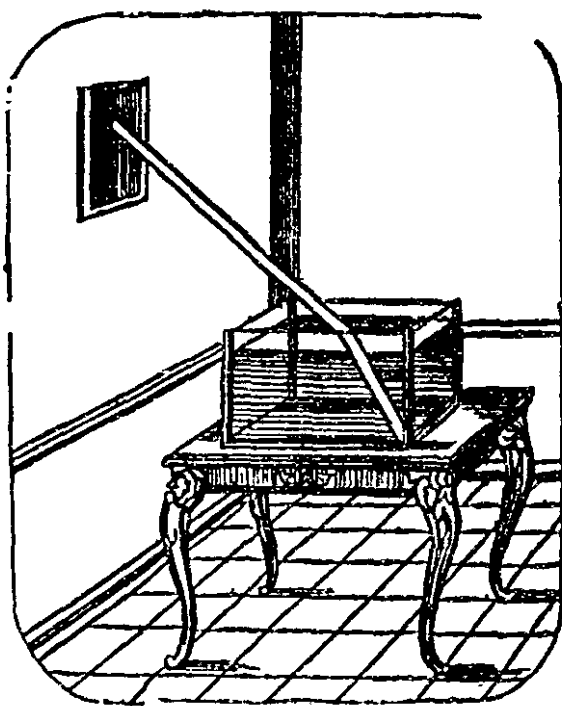
射折之光

畫一垂線。遂成二角。己庚爲上墮光角之正弦。壬辛爲下折光角之  
 正弦。凡光自空氣入水。二正弦相去之數。終不變易。如上弦爲四。下  
 弦爲三。無論何在。光自空氣入水。下角之弦常得上角弦四之三。

圖六十二第



圖七十二第



問 折光有何證驗。  
 答 於暗室窻上。穿一小穴。使日光入室。適墮於玻璃水盆中。如二十七  
 圖。見日光入水。折而稍下。若水中光中。稍擲細沙。折勢尤形明顯。

射折之光

問 別有試驗之法否。

答 取一木盆。盆中置一大錢。如二十八圖。人立數步外。遙望此錢。將見而未見。使有人注水盆中。則遙望者初見錢邊。繼見半錢。卒見全錢。若錢已浮起也者。其實未移動。惟日光已折。目隨光視錢故全見。

圖 八 十 二 第

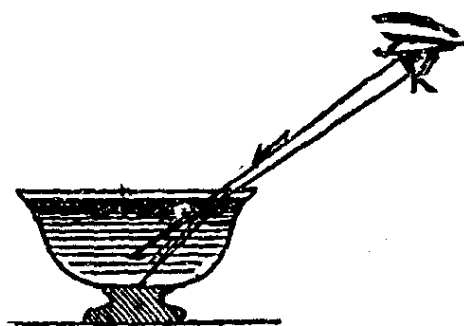
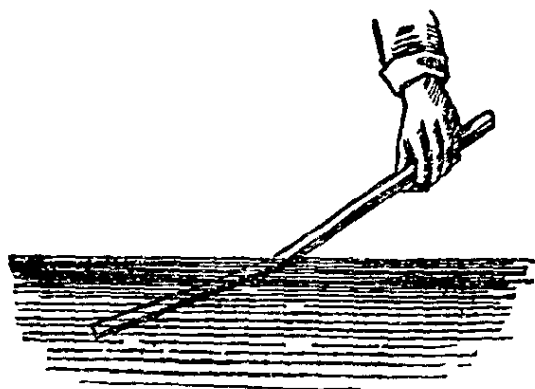


圖 九 十 二 第



問 折光有無別景。  
答 以折光故。人目誤視。往往而然。譬如河中魚。人見其離水尺許。其實

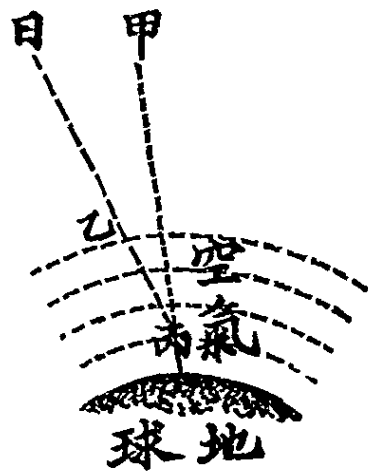
折 光 變 全 迴 光

不祇尺許。有時見河底甚近。約深三尺許。其實不止三尺。又如二十九圖。手執木棍。半入水中。從旁觀之。覺木棍已斷。因目視隨光。光折而棍似折也。

問 尚 有 他 效 否。

答 地 球 四 周。蒙 有 空 氣。自 上 壓 下。愈 下 愈 密。愈 密 則 折 光 愈 甚。朝 暮 日

第 三 十 圖



光 入 地。非 直 行。然 折 作 弓 形。於 是 人 在 地 球 上 三 十 圖 丙 字 處。見 地 平 在 丙 甲 線。無 論 早 晚。日 在 地 平 下 丙 乙 二 字 處。人 見 其 在 地 平 上 甲 字 處。高 出 日 所 在 約 一 日 輪 之 厚。

折 光 變 全 迴 光

問 光 之 迴 射 折 射。有 何 分 別。

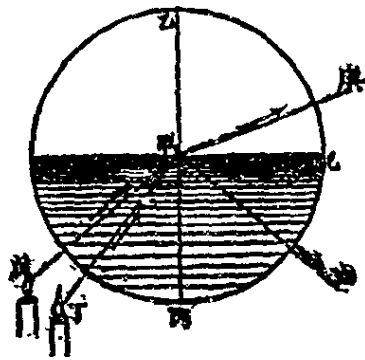
答 凡 光 在 某 物 中 返 射。不 出 其 物。謂 之 迴 射。如 日 光 在 空 氣 中 射 於 玻

折 光 變 全 迴 光

此 折 射 也。 此 迴 射 也。 日 光 由 空 氣 入 水。 彎 曲 似 斷。

問 光 在 流 物 中。 能 不 折 而 迴 否。 答 光 在 流 物 中。 其 折 入 空 氣。 有 一 定 之 界。 過 此 界 則 迴 而 不 折 矣。 譬 如

第 三 十 一 圖



三 十 一 圖。 為 玻 璃 球。 半 實 以 水。 有 一 燭 在 丁 字 處。 其 光 至 甲 字 水 面。 折 至 庚 字 處。 乙 甲 丙 為 正 中 線。 若 將 此 燭 漸 漸 移 左。 丙 甲 丁 一 角 漸 大。 乙 甲 庚 一 角 亦 漸 大。 大 至 乙 甲 已 方 角。 則 折 光 不 出 水。 在 水 返 射。

是 為 迴 射。 其 墮 光 角 與 迴 光 角。 大 小 適 同。 不 稍 欹 倚。 尤 異 者。 光 射 於 他 物。 不 能 全 迴。 而 返 射 於 水 面 下。 盡 數 全 迴。 故 學 士 又 有 全 迴 之 稱。 凡 物 在 河 底。 人 不 得 見。 因 其 光 在 水 迴 射。 未 出 水 面。 故 人 不 能 隨 光 視 物 也。



折光全迴光

問 折光及全迴光。別有異景否。  
答 有陸地倒像之異。如三十二圖。

第三十二圖



見解獨先矣。

埃及沙漠間。尤覺慣見不鮮。一若有

湖在前也者。迨急步趨前。則不見湖水。蓋折光給之也。原其故。因地面炎熱。着地之氣稀。其上  
 一層較其上二層亦稀。樹木在高處。發光照下。愈下則折勢愈少。直至甲字處。光不下而反向上。全迴射。其於迴射時。光愈升。折愈甚。及至人目。隨光眺望。見樹木皆倒懸於地下。此事於嘉慶三年。即西歷一千七百九十八年。法人蒙日創論釋之。可謂

鏡 稜 三

論三稜鏡

問 光經透光體。如玻璃水晶之類。其折射何如。

答 折射有異景。須視透光體形式何如。

問 透光體共分幾式。

答 分三式。一。兩面平正。上下厚薄均勻者。二。兩面平正。上下厚薄不同。

作尖角形者。三。或兩面皆彎。或

一面平。一面彎者。式樣既殊。光

入其間。折射之向亦異。

問 光經第一式何如。

答 第一式。如三十三圖。甲乙為玻

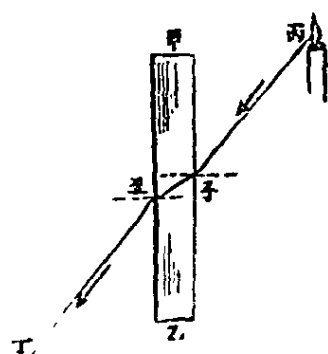
璃長方塊。丙子為燭光一束。在

子字處入玻璃中。因玻璃折光。故光行子丑一線。與正中線成角較

小。然自丑字處復出玻璃。行丑丁一線。適與丙子一線為並行。從知

光經平正透光物。仍不改其方向。

圖 三十三 第

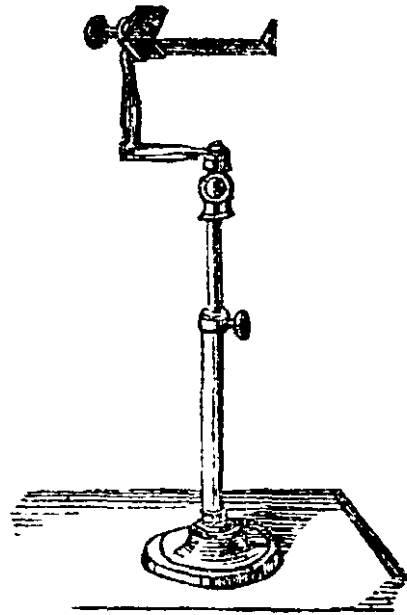


三 稜 鏡

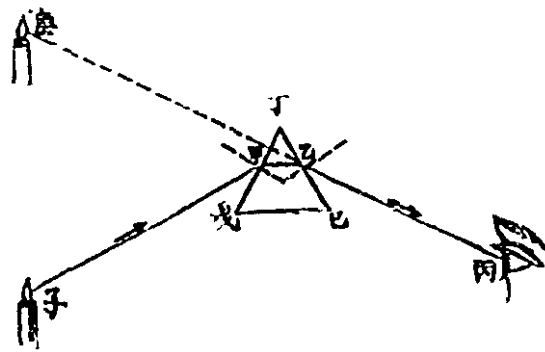
問 光 經 第 二 式 何 如。

答 第 二 式 如 三 十 四 圖。係 玻 璃 條 一。上 薄 下 厚。稱 為 三 稜 鏡。架 於 曲 柱。可 旋 轉。用 便 試 驗。光 經 三 稜 鏡。必 有 二 效。一。易 光 之 向。二。析 光 之 彩。

第 三 十 四 圖

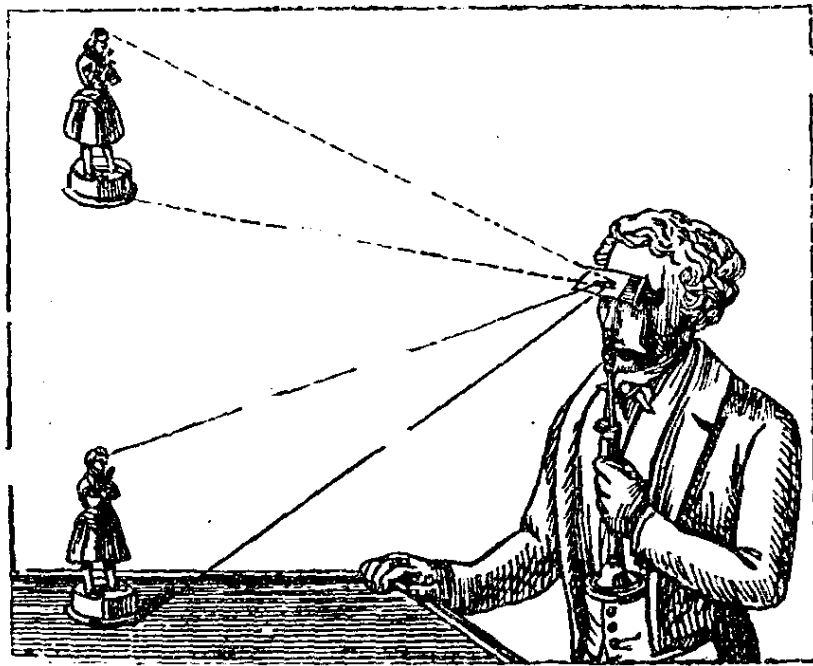


第 三 十 五 圖



析 光 之 彩。茲 姑 不 論。試 只 言 易 向。欲 明 此 理。譬 將 三 稜 鏡 剖 作 薄 片。如 三 十 五 圖。火 在 子 字 處。射 光 至 甲 字 處。入 三 稜 鏡。因 玻 璃 折 光。故

圖 六 十 三 第



行甲乙一線。自乙字處出鏡。因空氣不甚折光。益離正中線。行乙丙

直立。舉一目窺之。見物像在左或在右。視一稜之所在。為左或右云。

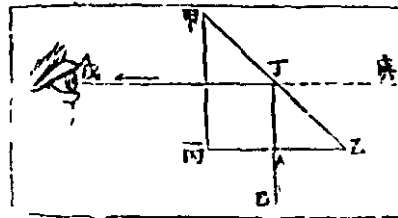
一線。於是燭光行于甲  
乙丙一線。乃隨光視之。  
見燭在庚字處。按丁戊  
巳三稜。總以一稜分墮  
光折光。而物像即在此  
稜之外。此稜在上。則像  
在下。此稜在下。則像在  
上。譬有孩像於几。如三  
十六圖。以三稜鏡之一  
稜向上。近觀之。見孩像  
在高處。若以一稜向下。  
則孩像在下。以三稜鏡

透 光 坯

問 三稜鏡之形。適成直角則何如。

答 譬以三稜鏡其形成直角者。截取一片。如三十七圖。已字處有光入鏡。至丁字處。與丙乙面正接。其光與甲乙面成一角。得四十五度。但

第 三 十 七 圖



光在透光體中。成角至四十一度四分八釐。不復折而迴射。故此光迴至戊字處。且全迴不蝕。於是目在戊字處。見光在庚字處。今格致家多用直角三稜鏡代平鏡。因平鏡必吸光幾許。而直角三稜鏡盡返無遺也。

論透光坯  
問 透光體第三式。可詳言之乎。  
答 凡圓玻璃。凸或凹者。皆在此式。試言其畧。有兩面皆凸者。從旁視之。

透 光 坯

如三十八圖。由正面視之。如三十九圖。有一面凸一面凹者。如四十圖。丙乙二坯。又有兩面或一面凹者。如四十一圖。凡六式。甲乙丙三式。中厚邊薄。名聚光坯。丁戊己三式。中薄邊厚。名散光坯。又甲字一塊。稱雙凸坯。丁字一塊。稱雙凹坯。乙戊兩塊。一稱平凸坯。一稱平凹

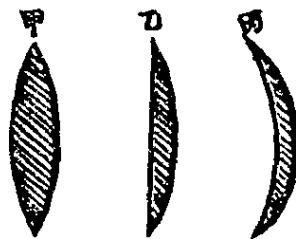
第 三 十 八 圖



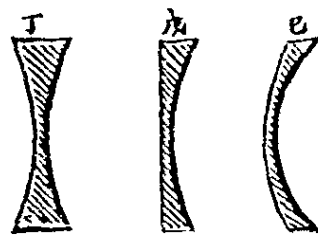
第 三 十 九 圖



第 四 十 圖



第 四 十 一 圖



坯。丙己兩塊。一稱始聚光坯。一稱始散光坯。光學家特考甲丁二坯。而他式可類推焉。

問 欲考雙凸坯折光之例。先當知何事。

答 先當知各線名義。然後易於講解。否則指虛畫空。無所憑藉。不易講。



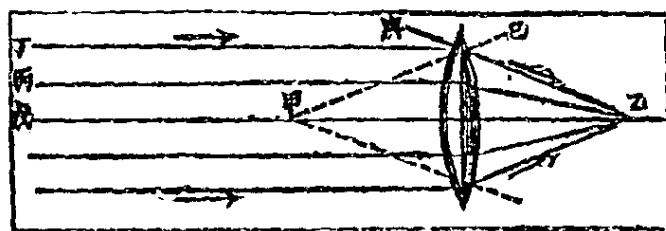
透 光 坯

問 字圈心。寅字一塊。正對子字圈心。餘可類推。  
光入雙凸坯。其行如何。

答 光有遠近之別。遠來者如太陽光。常並

可置白紙於坯後。數四易地。見紙上最明處即是首光滙。自此至坯。  
名滙光界。

第 四 十 三 圖



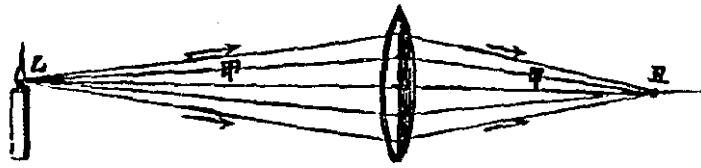
行。近來者如燈燭光。常四散。試先論並  
行光。如四十三圖。戊字光芒。適在正軸。  
坯之兩對面。無異平玻璃。故此光不曲。  
常在正軸。丙字一芒。不在正軸。入其坯  
與出坯處皆側。似三稜鏡。故丙光二折。  
皆向正軸。滙於乙字處。丁字一芒。離正  
軸尤遠。因入坯出坯處。斜勢益甚。故其  
光折勢亦增。仍滙於乙字處。其他並行  
光。皆滙於此。名爲首光滙。欲知其所在。



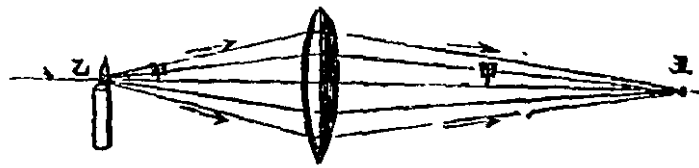
透 光 坯

問 近來之光。入雙凸坯何如。  
答 近處之光。必四散。其芒非並行。如四十四圖。燭光在乙字處。斜射於

第 四 十 四 圖



第 四 十 五 圖



等。愈近凸坯。其副光滙愈遠。狀如四十五圖。其故非他。因燭愈近坯。光愈四散。散則過坯後折勢愈少。於是副光滙愈遠。

問 副光滙常在丑字處否。  
答 不然。發光之物如燈燭

雙凸坯。迨過坯而出。折勢少於並行光。故滙於丑字處。不在甲字首光滙處。此丑字處稱副光滙。若移燭於丑字處。其光滙於乙字處。彼此適相應合。蓋折光之理相同也。

透 光 坯

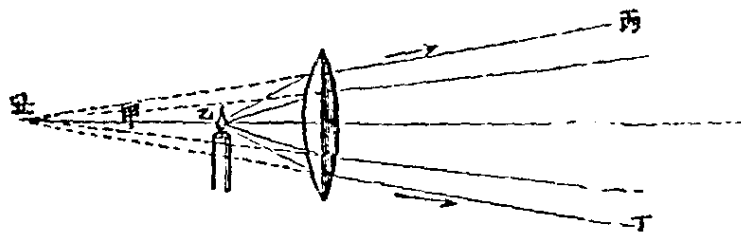
問 按已上所言。凸坯折光究依幾例。

虛光滙。

第 四 十 六 圖



第 四 十 七 圖



問 若燭光尤近。適在首光滙處則何如。  
答 燭在首光滙處。其光過坯後。皆並行。永不能滙。與日光過坯適相反。背。如四十六圖。

問 若燭光移至首光滙

及凸坯之間。有何異  
景。

答 此時燭光益散。過坯

後向外斜射。如四十七圖。不惟不滙。且丙丁等光入人目。見燭不在乙字處。然在丑字處。此虛像也。故名

## 四十七百二

### 透光杯呈像

答 總依三例。一曰。並行光過坯。滙於一處。名首光滙。若光體在首光滙處。其光過坯亦並行。彼此正相應。二曰。發光體在首光滙外。其光過坯。滙於首光滙後。名副光滙。此副光滙無一定之所。光體愈近首光滙。則副光滙愈遠。三曰。發光體在首光滙及凸坯之間。其光過坯。散而不滙。成虛光滙。在發光體之後。

論透光坯呈像

問 按此三例有何功效。

答 按此三例。成物像二式。一曰實像。一曰虛像。悉如凹鏡之功效。

問 成實像何如。

答 凡物在雙凸坯首光滙外。其光過坯。成一倒像。惟妙惟肖。是爲實像。以白紙承之。不特形式畢露。而彩色亦昭然。

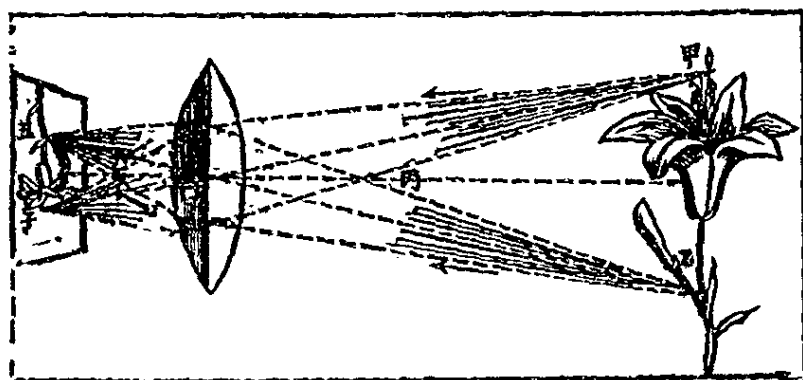
問 此事如何解釋。

答 四十八圖甲字花蕊。迴光過坯。聚於副光滙子字處。乙字枝葉迴光過坯。滙於副光滙丑字處。由此遞推。全花之像倒矣。

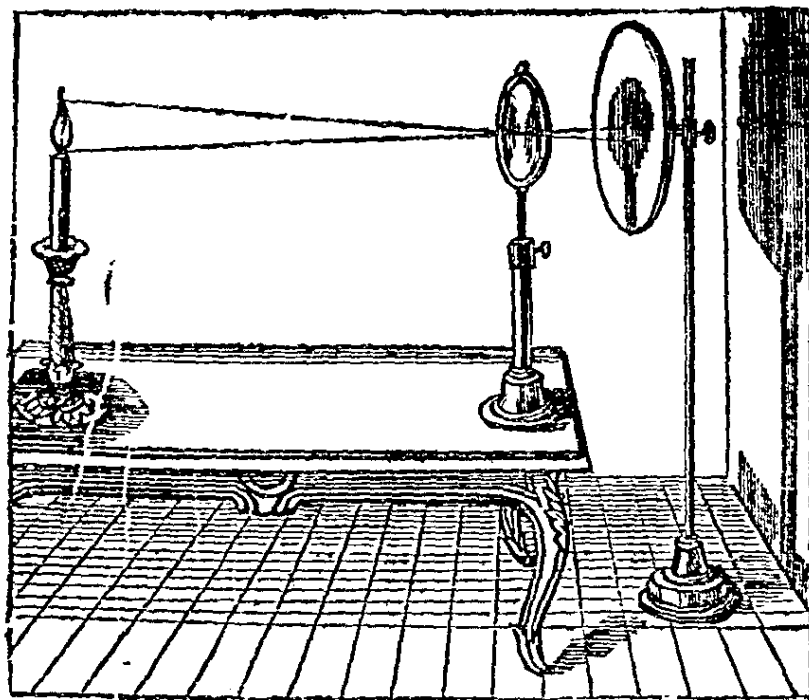
透 光 坏 呈 像

問 像與物孰大孰小。  
 答 大小不一。須視物與雙凸坏相去之遠近。物愈近坏。副光滙愈遠。成

第 四 十 八 圖



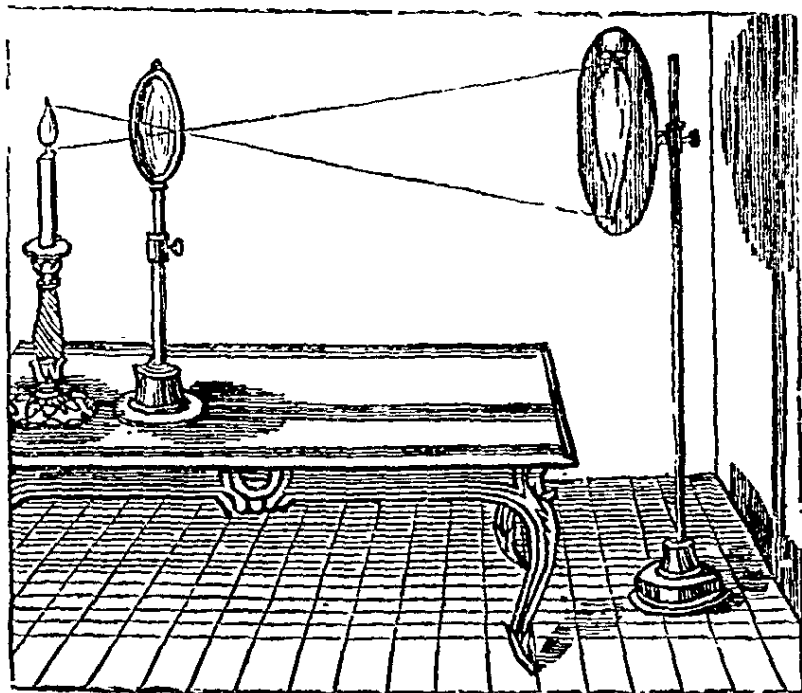
第 四 十 九 圖



像愈大。物愈遠坏。副光滙愈近。成像愈小。其理相應。故四十八圖以

透光坯呈像

第十五圖



答 功用甚大。今窺遠鏡。顯微鏡。照影燈等。皆此理之新機。

真花置子丑處。像即在甲乙處。而廓大數倍。

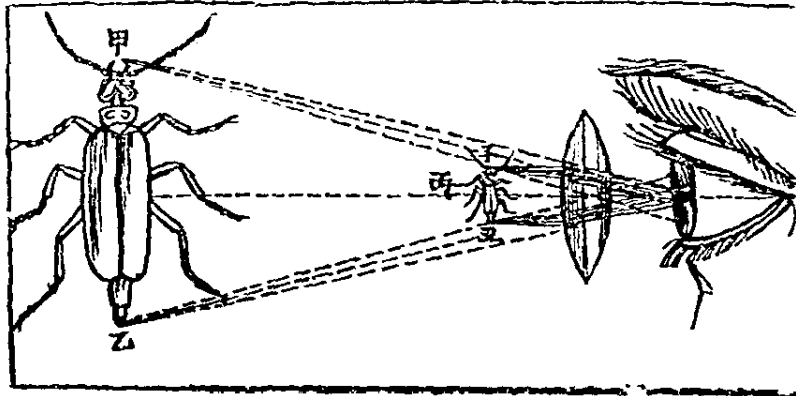
問 有無明驗之法。  
答 以雙凸坯置暗室中。

坯前遠丈許燃一燭。坯後置一白板。將此板一再移動。至一處。板上燭像倒而小。如四十九圖。再以燭火移近雙凸坯。置白板於遠處。則見板上燭像倒而大。如五十圖。物近而像大。物遠而像小。此理有何功用。

像呈坯光透

問 雙凸鏡成虛像何如。  
答 凡物在首光滙與雙凸坯之間。

圖 一 十 五 第



移遠。至一處不見字跡。以其適在首光滙也。移更遠。字又顯而倒。以

便成虛像正且大。如五十一圖一虫

問 答

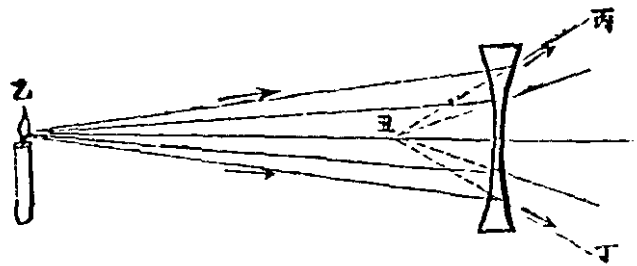
尋常閱書顯微鏡何如。其所以大。因其像遠離之故。正。其所以正。因光芒不交之故。在乙字處。遂成甲乙虛像大而子字虫首在甲字處。丑字虫尾

自石印之法行。坊間多縮板書籍。字蹟細逾蠅頭。無顯微鏡不能辨認。所異者書在近處。用顯微鏡窺之。字大數倍。將書漸漸

透光杯呈像

問 其在首光滙外也。雙凸坯已詳。請問雙凹坯何如。

圖 二 十 五 第



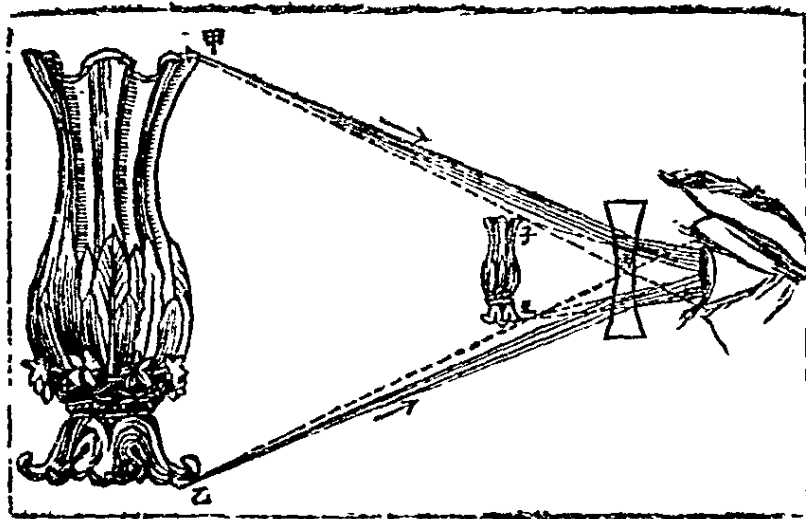
答

虛像。小而正。如五十三圖。甲字處發光入坯折至目中。見瓶底在丑字處。於是全像正而

雙凹坯中薄邊厚。各處小塊皆向球心。與雙凸坯相反。故光入雙凹坯。二折之後。俱散射於外。試以雙凹坯剖一片驗之。如五十二圖。燭光在乙字處。射至雙凹坯。折二次。皆背正軸。遂有丙丁光束寓於目。見燭像於丑字處。是為虛光滙。此外別無光滙。故所成惟

像 呈 杯 光 透

圖 三 十 五 第



不可久置日中。用杜火患。

甚近坯心。故小。

問 答

雙凸坯有何功用。

熱氣能迴射折射。無異光  
 芒。故光經雙凸坯聚於坯  
 後。熱氣亦然。以雙凸坯對  
 照日光。坯下日光聚而熱  
 氣亦聚。以火絨木屑乾紙  
 等引火之物。置首光滙處。  
 頃刻燃灼。火燄上升。苟玻  
 璃坯稍大。能鎔銅鐵等質。  
 其力可知。華人用老光眼  
 鏡。引火於紙媒。卽是此理。  
 據是凸玻璃與圓玻璃瓶。



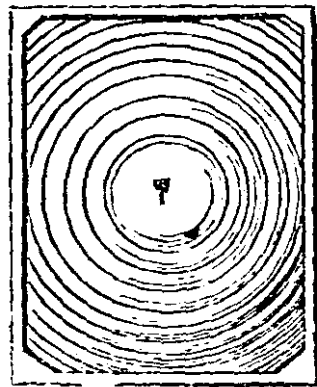
照 海 燈

論 照 海 燈

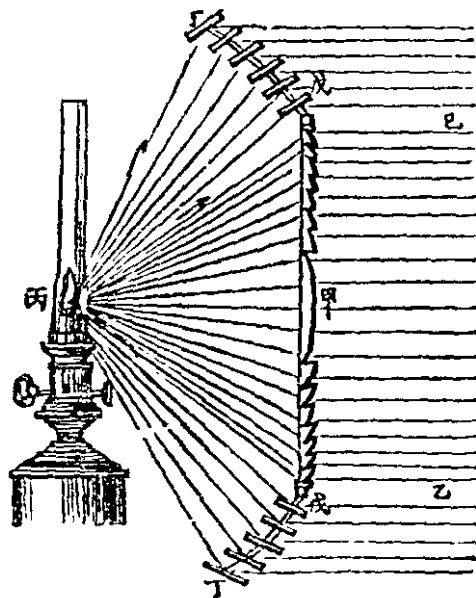
問 凸 坯 有 無 別 制。

答 航 海 之 險。除 風 濤 外。以 觸 礁 為 最。而 觸 礁 每 在 夜 間。以 不 辨 道 路。致 有 此 厄。有 名 照 海 燈 者。其 始 燒 木 為 光。遠 照 海 中 舟 舶。其 繼 焚 膏 為

第 五 十 五 圖



第 五 十 六 圖

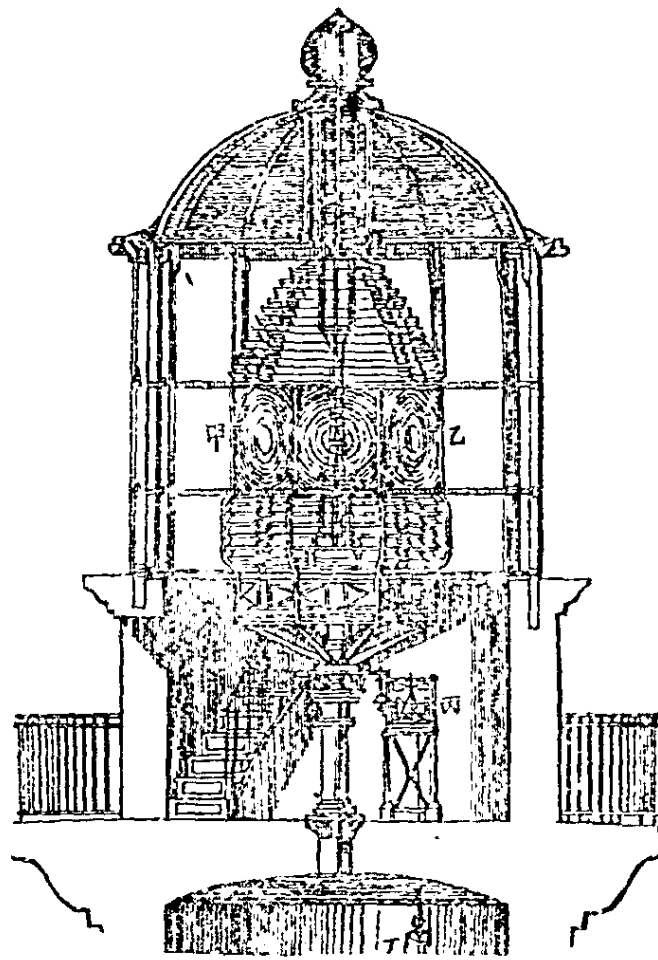


炬。上 覆 銅 罩。折 射 火 光。遠 及 海 內。但 此 二 法。皆 有 不 便。故 一 千 八 百 二 十 二 年。學 士 佛 雷 訥 易 銅 罩 為 單 凸 玻 璃。即 外 凸 內 平 者。首 光 滙 處 置 油 燈 一。用 四 燈 心 燃 火。可 抵 十 七 洋 燈 之 明。其 燈 正 面 如 五 十 五 圖。剖 之 如 五 十 六 圖。甲 字 單 凸 玻 璃。徑 約 一 尺。上 下 各 置 單 凸 小

燈海照

圖七十五第

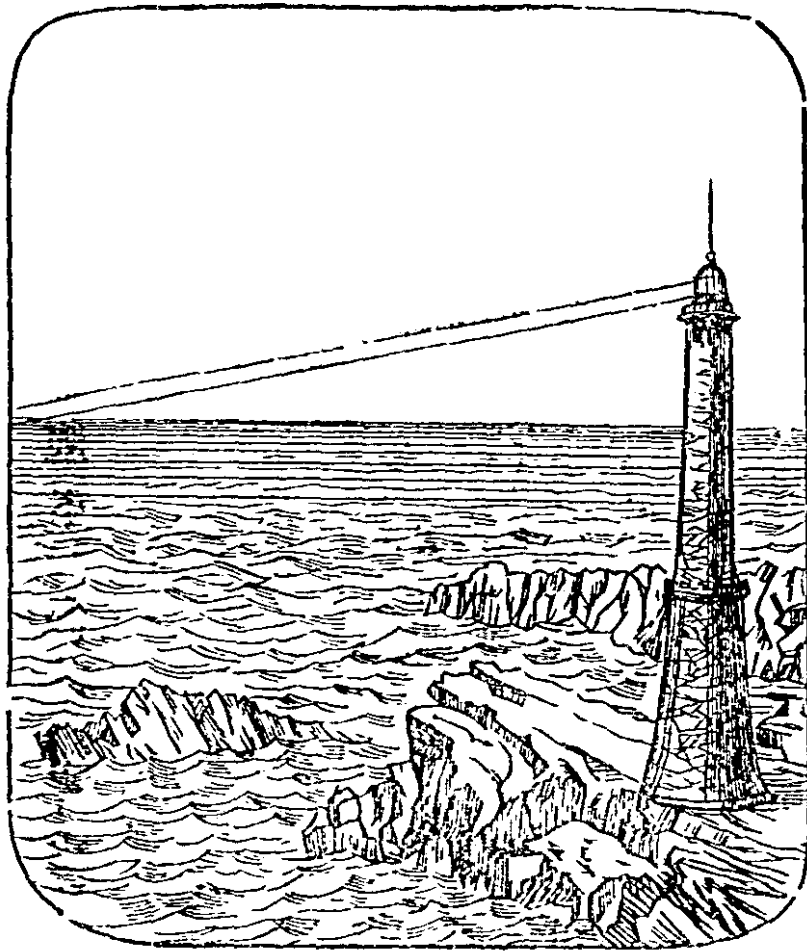
玻璃數塊。其首光滙與大玻璃之首光滙。同在丙字處。燈火即置於此。光過玻璃並行。成已乙大光束。又在丁戊間。裝懸平鏡數枚。燈光之升沉散去者。皆由平鏡迴射於海。計燈光達遠。可六十至八十法



里。但一面祇照一方。行舟者未免歎然。故佛雷訥將此燈八面圍單凸玻璃。上下各有小玻璃與平鏡。狀如五十七圖。但八面稜角處。仍

燈 海 照

圖 八 十 五 第



昏黑無光。猶以為未足。乃於丙字處加盤機一。如鐘表然。又於丁字處加重錘一。時常壓抑。盤機為其拖轉。盤機轉則其架俱轉。而燈光

丈。如五十八圖。英法等國。與東洋各海濱。往往有之。今中國亦已設

幹旋不息。行舟者見入暗。入明迭更不止。又以轉運遲速。標其地方。乃海中行駛。無歧路之虞。燈愈高則照愈遠。故西人築燈塔。高至二十二三

彩七分光

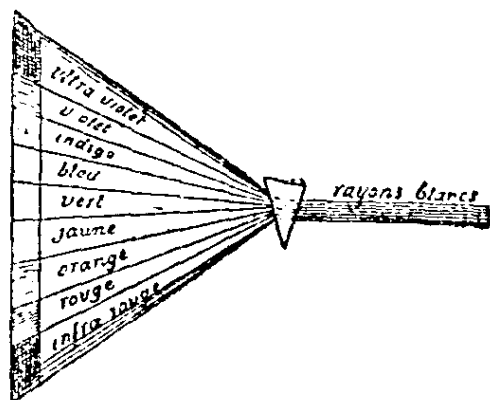
建。每塔派工人數名。專司其事。雖經費頗繁。而航海者大有裨也。

論光分七彩

問 日光可分析否。

答 學士牛東始用三稜鏡分日光為七彩。各有其色。不相混雜。如五十

圖九十五第



九圖。法以一室緊閉。昏黑如夜。在一窻上穿一小穴。使日光少許。射入室中。用三稜鏡承之。鏡後又用白板一方。受過鏡之光。則見板上分紫青藍綠黃赭紅七色。上下作長圓形。斑駁

離奇。燦然悅目。非親見之。幾難深信。

問 何以三稜鏡能分光如此。

答 光入三稜鏡。必二折而出。前已言之。使以三稜鏡平置之。則上下折

彩七分光

力多寡不同。而七彩分矣。

問 七彩中。何彩最易折裂。

答 最易折者紫彩。次青。次藍。觀其上下之序。知其折之難易。蓋愈易折愈上也。若七彩之折。無分多少。必常混不析。仍作白色。

問 日光純雜何如。

答 日光既分七彩。不純可知。七彩併合。斯成白光。

問 各彩純雜何如。

答 七彩中不拘何彩。另用三稜鏡析之。見光雖析而色不變。紅彩仍紅。紫彩仍紫。從知七彩乃原色。不可復分矣。

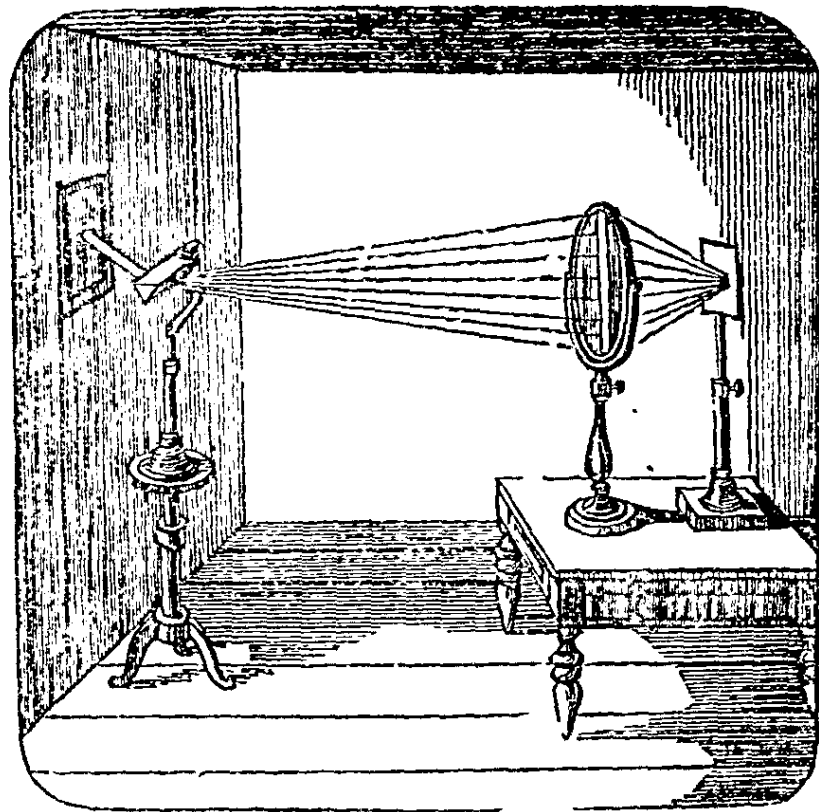
問 七彩何以能寓我目。而知爲紅紫黃青等色乎。

答 格致家有謂色寓人目。賴精氣之躍動。Light 精氣原粒一秒鐘七百零九兆兆躍。則見紅色。一秒鐘四百八十四兆兆躍。則見紫色。其他五彩。介於二數之間。大約一秒鐘六百兆兆躍。七彩照物。明昧何如。

彩七分光

答 七彩中青黃二彩。照物最明。他彩皆不及。

圖 十 六 第



問 七彩既分。能復合為光否。  
力。七彩中惟紫彩有是力。他彩無之。

問 七彩同熱否。  
答 以寒暑表置紅

彩前。升最高。他  
彩皆次之。

問 日光有化物之

力。七彩亦有否。

答 色布色紙等。受

日光則色退。又

有物本白而受

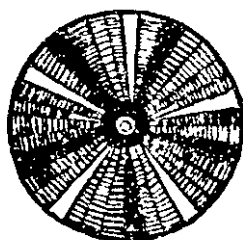
日光則變黑。此

皆日光化物之

彩七分光

答 七彩併合。仍是白光。此事可一驗而知。如六十圖。三稜鏡將日光析為七彩。以雙凸坯承之。七彩過坯。聚於首光滙。承以毛玻璃上。皎潔如初。蓋復合為一光矣。又以三稜鏡析七彩。射於凹鏡上。迴射於首光滙處。其色亦白。

圖一十六第



問 別有驗法否。

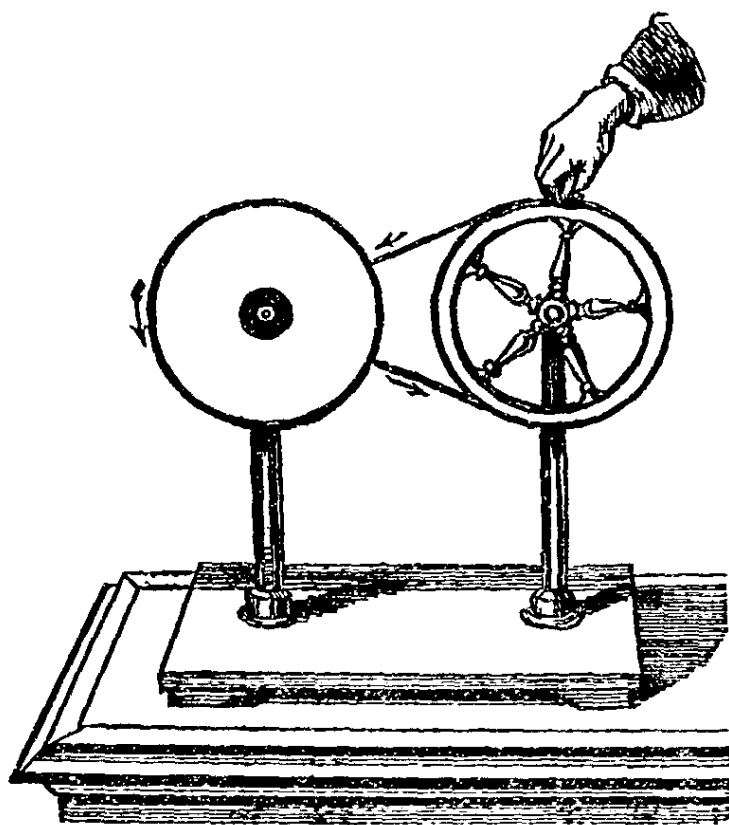
答 學士牛東作圓板一。如六十一圖。板上自中至邊。依日光七彩之序。貼七色紙條。終而又始。凡四五遍。既而將此板置旋機上。如六十二圖。搖機

疾轉。則不見七色。惟見白色。因板上七色雖未嘗混。然以疾轉故。其寓於目已混矣。

問 日光分七彩。間有隔縫否。  
答 日光七彩。非密布無間。然有黑色橫縫焉。大者八條。小者尤夥。試驗

彩七分光

圖二十六第



之法。於暗室中門間或窻上。鑿一狹隙。日光進隙約丈許。後用三稜鏡一枚。將此光折散。又離四五尺。置白板一方。以驗光彩。則見彩中

彩間。第五縫在綠彩中央。第六縫在藍彩正中。第七縫在藍青二彩間。第八縫在紫彩盡邊。皆顯而易見。外此則有小縫尤多。不甚明顯。

有黑線八條。如衣縫然。彼此相距遠近不一。此即無彩之隙處也。上面第一縫在紅彩之盡邊。第二縫在紅彩中間。第三縫在紅赭二彩間。第四縫在赭黃二



光 分 七 彩

學士將三稜鏡數枚。前後排列。以七彩累次折之。則見末處黑縫。多至三千餘。而大縫八條。依然如故。又小縫有隨空氣之變更。日輪之升降以增損者。論者謂空氣有吸光之力。多吸則縫多。少吸則縫少云。

問 日光七彩之縫如此。星光電光火光何如。

答 火光星光亦有縫。惟其序次與日光不同。電光之縫不黑而明。火光雜他物者。隨所雜之物變易縫色。惟白金絲以電火煨之。有光而無縫。此特出之奇也。

問 學士按七彩之理推論何事。

答 學士牛東創一說曰。凡物染色。如青黃赤白之類。非物上果有其色。乃以日光七彩返射其一。而他彩被吸。故祇見一色耳。譬如銀朱赤色也。非銀朱果有赤色。惟因銀朱之性。能將日光七彩吸去其六。祇以紅彩返射於外。故人以銀朱爲紅色耳。又樹葉青色也。非葉上果有青色。惟葉能吸六彩。祇留青彩。故作青色耳。試以青葉次第置七

盪 坯

彩中。在青彩時仍青色。分外鮮明。在紅彩時葉作紅色。在紫彩時作紫色。其餘各彩皆然。足見葉本無色。以日光照之而然。或問青葉既吞六彩。何以在紅則紅。在紫則紫。曰葉吸六彩。非吸盡無遺。故在日光中六彩不形。祇見一彩。若專在一彩。則不能盡吸。仍見其色。凡物將日光七彩。同時返射則爲白色。物有毫不射光者。作黑色。故黑者非他。無色也。物有似黃非黃。似青非青者。因吞彩之力不均。故此多彼少。分畫不清。遂有此色。試於暗室中七彩截去數彩。以雙凸坯聚之。如五十九圖。見板上作似黃非黃。似青非青等色。明亮可觀。非人力所能致者。按已上皆言不透光之物也。透光之物所以染色。因日光七彩有透有不透。透則見。不透則否。其所以不透之故。因物有吞彩之力。譬如水晶。七彩皆透。故白。水亦七彩皆透。而綠爲最。故積水稍深。便作綠色。

論盪坯

問 雙凸坯成像總不甚清澈。其故安在。

坯 疊

答 雙凸坯有析光之力。分光為七彩。但各彩折勢不同。紫彩最易折。其芒近坯。滙於六十三圖子字處。紅彩最難折。其芒遠坯。滙於丑字處。其他五彩。在子與丑之間。是以成像不清。

問 此弊有法除

之否。

答 英人陶隆係

眼鏡匠。創製

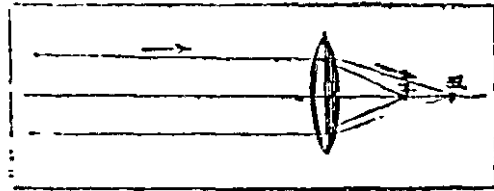
一法。使日光

過坯。折而不

析。遂不分彩。

而像亦清矣。

圖三十六第



圖四十六第



法以玻璃作雙凸坯。又以含鉛水晶作雙凹坯。將二坯疊置。如六十四圖。光入雙凸雙凹二坯。仍聚為白光。成像無雜彩。洵巧製焉。

問 雙凸坯成像。有無他病。

千 里 鏡

答 又有一病。光經坯邊者折尤甚。光經坯中者折稍少。於是光不滙於一處。離坯有遠近之別。遂致成像亦稍混。天文家所用窺星鏡。先將邊處躲掩。使光無淆雜之弊。亦可謂精益求精矣。

問 光能透物。熱氣亦透否。

答 凡透光之體。如水晶玻璃礦鹽等。光透則熱亦透。尤異者。光經三稜鏡析爲七彩。熱亦析爲七道。使以礦鹽作三稜鏡。日光透其間。析爲七彩。以至靈寒暑表。次第驗七彩。見紫彩至藍彩熱甚微。自藍彩至紅彩熱增甚速。稍過紅彩之界。熱猶未減。計熱氣七道。爲界頗廣。倍於七彩之界。

論千里鏡

問 雙凸雙凹等坯。有何大用。

答 古人不知光學。未悉凸凹二坯。別具奇功。故天下形形色色。凡可以目力及者。真知灼見。無異今人。若遠如天象。小如微虫等。皆茫然不知。自鏡坯之制行。天文形性諸家。日益講求。巧製疊出。此卽玻璃坯

鏡 里 千

之大用也。

問 玻璃坯之用。共分幾種。

答 共分三種。一曰望遠。二曰探微。三曰變像。望遠者。如窺星探敵觀劇等鏡是。探微者。如各式顯微鏡是。變像者。如拓影畫像等鏡是。

問 一鏡中有幾坯。

答 除窺星鏡外。其他望遠探微等鏡。皆祇二坯。一曰近目坯。即目所屬而望者。一曰向物坯。即向欲見之物者。向物坯受此物射來之光。聚於首光滙處。成一小像。於是近目坯。將此像擴大。傳入目中。乃見。

問 所謂二坯。即二玻璃否。

答 此言二坯。未必祇二玻璃。因近目坯。向物坯。均可以數坯疊成。以其力。亦以阻像邊餘彩。

問 近日向物二坯。如何布置。

答 均納空管中。管之內面須染黑色。以吸橫入之光。按空管非特一枚。然以二三枚接成。彼此相入。可抽長縮短。以合各人目力。

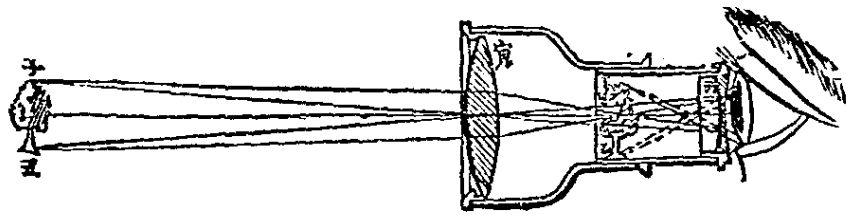
鏡里千

問 西國遠鏡。一名千里鏡。創於何代。

答 遠鏡創於一千六百年。迄今三百年

窺之物。此物射光過雙凸坯。折至首光滙。遇雙凹坯。為之擴大。舉目

圖 五 十 六 第

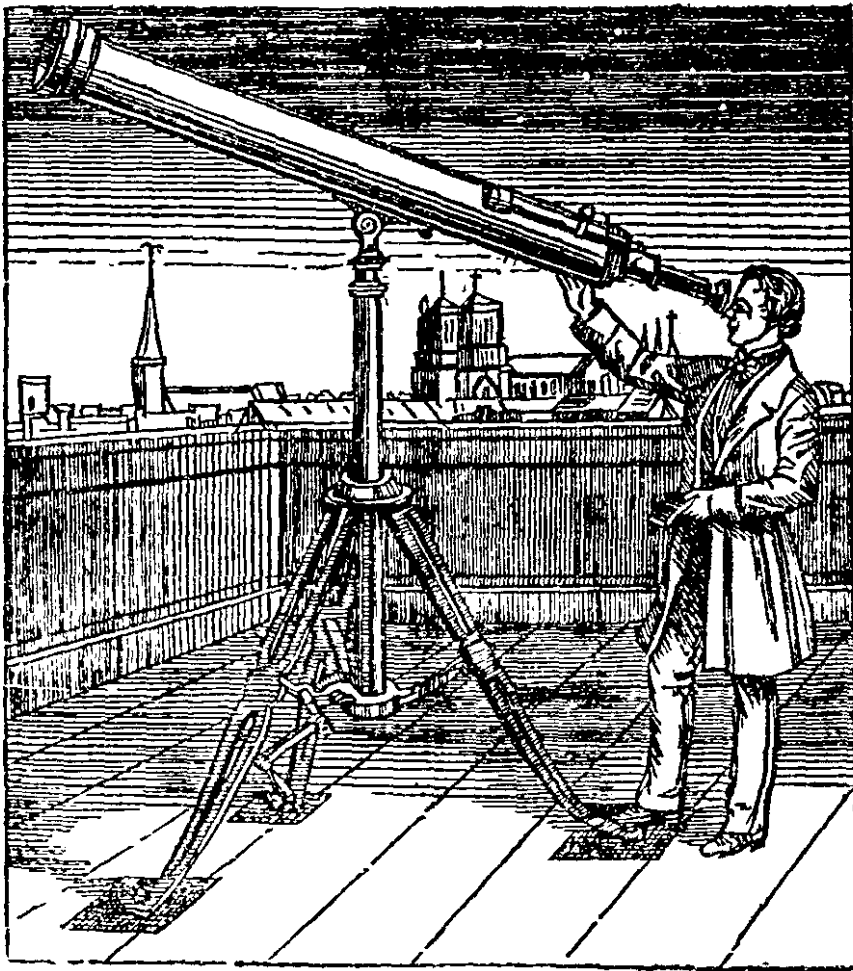


矣。相傳荷蘭國有眼鏡匠某甲。其子  
 年尙幼。一日玩弄老光近視二坯。偶  
 以近視坯加之目上。老光坯則稍遠。  
 注視教堂上銅雞。忽訝曰。雞來矣。蓋  
 見雞大且近也。甲怪而試之。所見亦  
 然。乃以二坯納空管中。可伸縮。以合  
 目力。鄰人咸來試望。皆詫異不置。無  
 何。遐邇風傳。為天文士蒞利雷所知。  
 不一日而得遠鏡之制。狀如六十五  
 圖。寅字處為雙凸坯。即向物坯。丙字  
 處為雙凹坯。即近目坯。子丑處為欲

鏡里千

圖六十六第

鏡爲一鏡。擴大物形。惟二三倍。然移近已多矣。

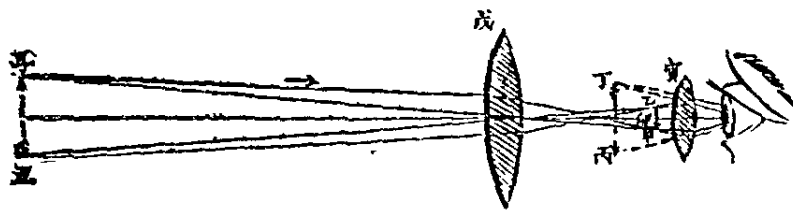


視之。見物於丁乙處。近且大。此鏡有二便。一其像正。便於觀望。一其鏡小。便於攜取。故觀劇者往往用之。因亦名觀劇鏡。今習用者。連二

鏡里千

問 天文家所用觀星鏡何如。  
答 前所言茄利雷鏡。見物固逼真。

圖 七 十 六 第



答 內制如六十七圖。戊寅二字處有雙凸坯二。戊坯頗大。不甚聚光。子

問 觀星鏡內制何如。

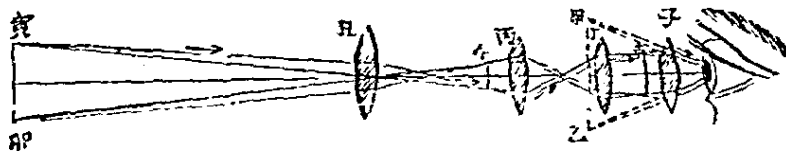
然後觀物。且所見地界甚小。天文家病之。故學士格貝雷另創一鏡。名觀星鏡。其像倒。似不便。然遠窺天象。不患其倒也。鏡支於三足架。如六十六圖。架上有活機。可旋轉升降。伸縮倚歛。以合人身之長短。目力之遠近。觀星鏡上。傍一小遠鏡。見物小而所見地界則大。故小鏡中見星多於大鏡中。若大鏡中不見某星。用小鏡尋之。易於寓目。故西人亦稱探尋鏡焉。



鏡里千

丑處爲天象。其光透戊坯。成倒像於甲乙間。甚小。寅坯之位置。不可過近。亦不可過遠。務使倒像成於寅坯及卯字處。首光滙之間。目自

圖八十六第



答 否否。觀星鏡見物像倒。千里鏡見物像正。原其故。因向物近目二坯

寅坯望之。見倒像於丙丁間。近且大。其外管以兩節鑲成。可隨意伸縮。以合閱者目力。近目坯有祇一枚者。有多至四枚者。皆須甚凸。向物坯則少凸而大。乃擴形碩大。

問 觀星鏡價值甚昂。其故安在。

答 作觀星鏡之難。在向物一坯。小者尙易。而大者實難。故工價不貲也。今至大之坯。徑三尺半。管長十六丈七尺餘。今法京巴黎城中有焉。

問 前所稱千里鏡卽觀星鏡否。

鏡里千

問。另用雙凸坯二枚。如六十八圖。寅卯處一物。射光透丑字向物坯。成倒像於午字處。自是光又透丙丁二坯。其光一再互交。成正像於未字處。卒有子字一坯。傳其光於目中。便見物像於甲乙間。正而大而近。是卽千里鏡。不支於架。西人航海行軍測路登高。往往攜取。以資遙望。一目千里。不必更上一層焉。按華文千里鏡。西文曰遠鏡。一名地鏡。所以別於觀星鏡云。

問 遠鏡共有幾式。

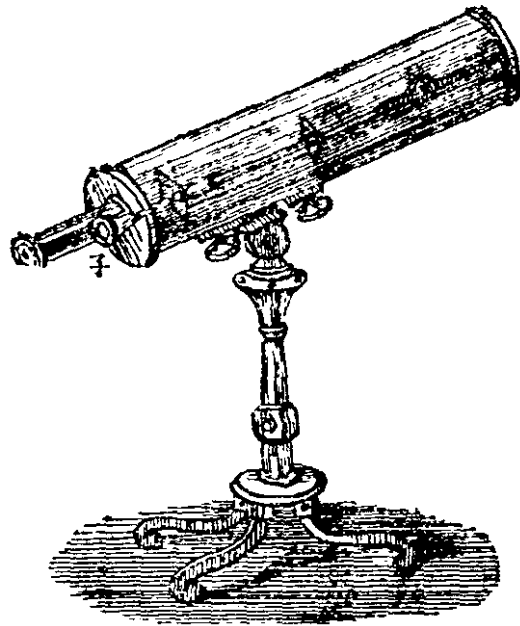
答 以上所言各鏡。皆用以眺遠。俱可稱遠鏡。但遠鏡之名。特加於地鏡。計其式共分三種。一爲格雷高利創製。名格雷高利鏡。一爲牛東創製。名牛東鏡。一爲厄爾賽創製。名厄爾賽鏡。

問 格雷高利鏡何如。

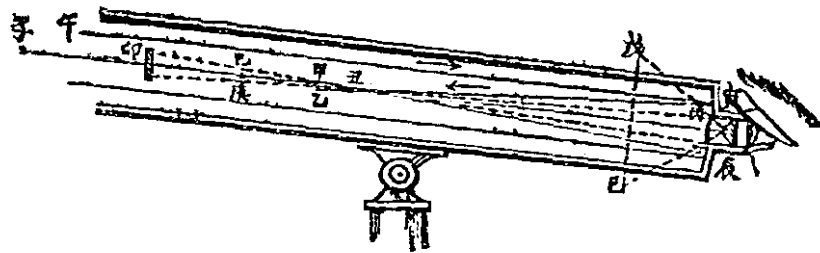
答 格雷高利鏡。外像如六十九圖。內制如七十圖。鏡支一柱。可隨意旋轉。其尾處一口常開。其首上一口。封以銅質凹鏡。在寅字處。凹鏡中央穿一穴。日光自此穴入管。至近目坯。在辰字處。別有一銅質凹鏡。

鏡里千

圖九十六第



圖十七第

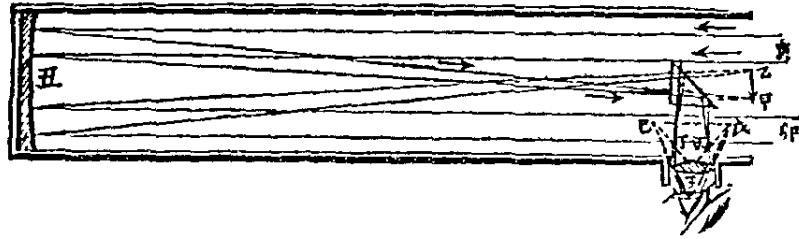


丙星光。射至寅鏡上。廻射至甲乙處。成一星像倒而小。因此像適在

在卯字處。其大小適如寅鏡之穴。而凹形較淺。兩鏡正軸。與長管正  
 軸混合爲一。兩鏡全圈中心。俱在丑字處。寅鏡首光匯在甲乙間。午

鏡里千

圖一十七第



卯鏡全圈中心。及巳庚首光滙之間。故其光至寅鏡。迴射於前。成像於戊巳處。甚大。且與甲乙像相反。故正。人自近目一坯或二坯中望

之。見虛像甚大。

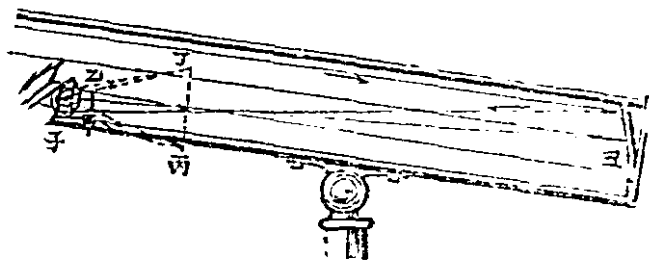
問 牛東鏡何如。

三稜鏡折光之故。星像成於丙丁處。子字處乃近目坯。就而視之。見

答 牛東鏡。與格雷高利鏡相彷彿。惟大銅鏡不穿穴。小銅鏡則平。且側四十五度以向近目坯。其坯置於管旁。惟製此銅鏡。殊非易易。故其法不甚行。後有名富高者。塗銀於玻璃鏡。納之牛東鏡中。又以三稜鏡代側置之鏡。如七十一圖。其法乃大行。丑字處為塗銀玻璃鏡。寅字星光射於鏡上。迴至三稜鏡。則不透而全行折下。若無此三稜鏡。星像成於甲乙間。即首光滙處。茲以

顯微鏡

第十七圖



虛像於戊己間。大而近。接近目坯有多至四坯併合者。其力甚巨。可擴大物形。計直徑八百倍之多。

問 厄爾賽鏡何如。

答 厄爾賽鏡如七十二圖。丑字處為凹鏡。須邪置。子字處為近日坯。在管旁。星光射於鏡而迴。成像於甲乙間。人自近日坯望之。見虛像於丙丁間。甚大。且以光惟一折。所失無幾。故其像較他鏡尤明。

論顯微鏡

問 何謂顯微鏡

答 顯微鏡用以擴大微物之形。蓋物有細逾秋毫。人目不能見者。用顯微鏡則鑿鑿如

畫。得見肺肝。鏡分二種。一曰單坯顯微鏡。一曰合坯顯微鏡。單坯顯微鏡何如。

顯微鏡

答 單坯顯微鏡。卽聚光坯一枚。鑲以銅邊。接以木柄。以便攜取。其用宜

於近觀。凡小物在坯與首光滙之間。人自坯後窺之。見物甚大。故老人用以閱書。鐘表匠及他細作工匠。亦往往用之。如七十三圖。

問 合坯顯微鏡何如。

答 合坯顯微鏡。外像如七十四圖。內

制如七十五圖。以欲窺之物。夾於

二玻璃中間。置七十四圖甲字處。

上有銅管自子至甲。管內有聚光

二坯。一近物坯在甲字處。一近目

坯在子字處。物在近物坯之首光

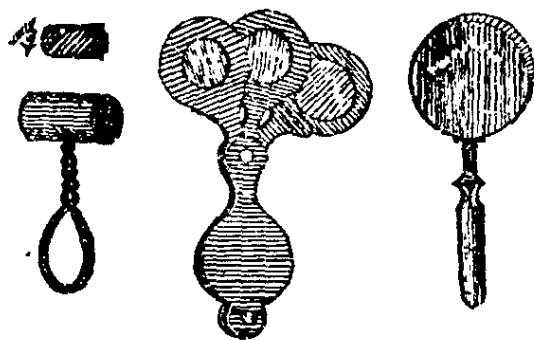
滙外。成實像在七十五圖丙丁處。

大而倒。因此像在近目坯與其首光滙之中間。故人目見虛像在寅

丑處。甚大。原像之所以大。出於近物坯。故欲大其力。可以數凸坯合

爲近物坯。如七十四圖辰字處。亦有以二坯合爲近目坯者。非所以

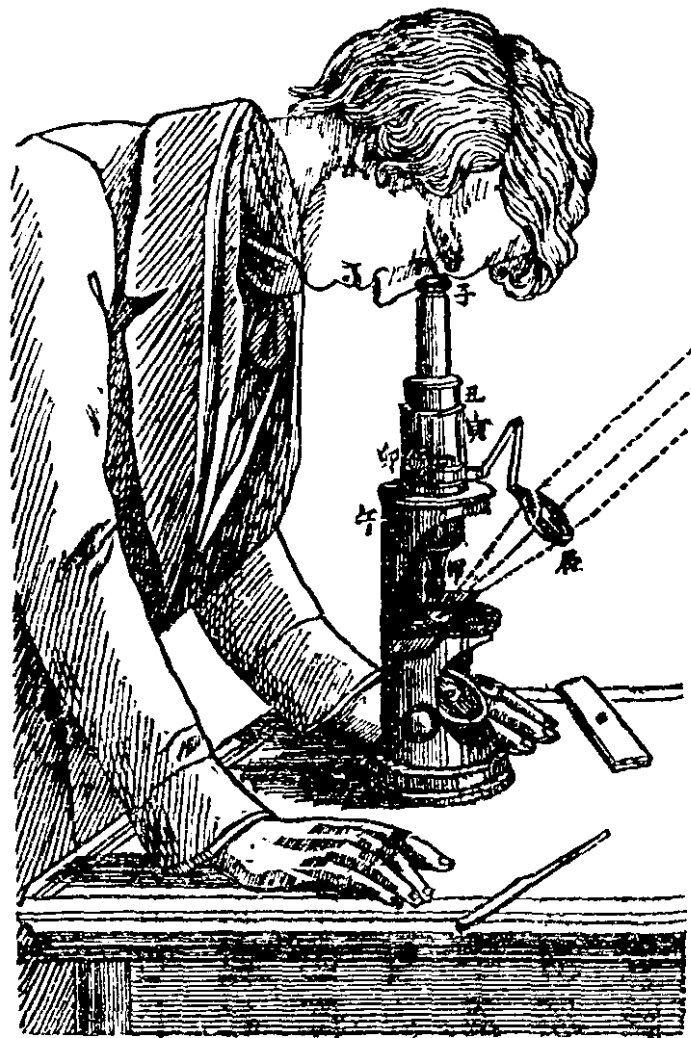
第七十三圖



鏡微顯

圖四十七第

大其像。惟視更明耳。近今至精之鏡。擴大物形。祇計其徑。多至二千

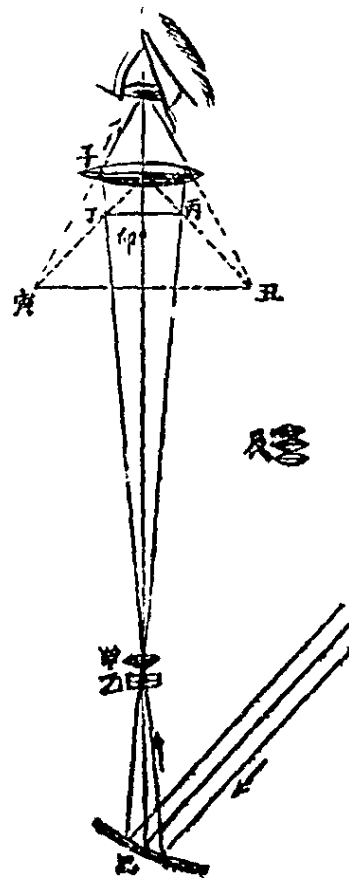


二百五十倍。譬如一物長一分。由鏡窺之。長二丈五尺。七十四圖已

顯微鏡

也。字處。有凹鏡一。辰字處有聚光坯一。皆所以收斂日光。俾見物更明

圖五十七第



問 顯微鏡有何功用。

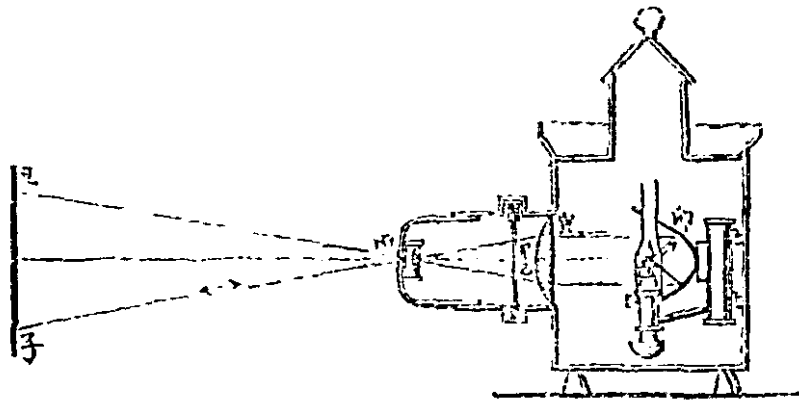
答 蚊齒虱毛等物細逾秋毫。在鏡中觀之。皆腠理分明。歷歷如畫。用上品顯微鏡。見一粒塵埃中有小卵無算。納之醇漿中。虫即出卵。其體奇小。以三千五百虫。首尾相連。僅長一分。然口腹血管消食管等皆全備。生子又迅且繁。可為詫異。



影燈二種

問 有影燈一種。作演兵走馬等戲。其制何如。  
答 此燈。創於西士基爾。載已二百年於茲矣。燈藏白鐵箱內。居中剖之。

第七十六圖



遠大。

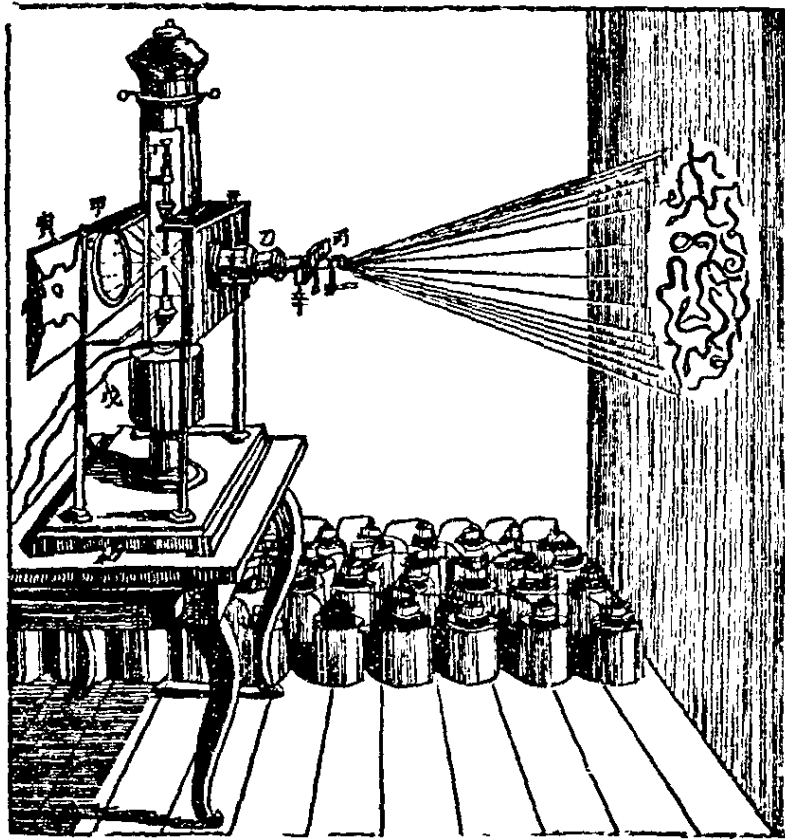
狀如七十六圖。卯字處為銅罩。一。作彎形。罩前有洋燈。燈光由彎罩射於寅字單凸坯。過坯則射於甲乙平玻璃。玻璃上繪有兵馬像。或別種人物像。丙字處有單凸坯二。凸面相向。其位置之遠近。務使平玻璃稍出首光滙外。二坯將人物像射於子丑白布上。大而倒。故須倒置人物像。則布上之像適正。甲乙像愈近。二坯之首光滙。子丑像愈形

影燈二種

問 影燈有別式否。

答 有名電照燈者。其理與影燈相似。法制則不同。影燈擴小物之形。光

第七十七圖



升。燃炭發光。異常輝耀。目不能注視。甲字下已字處。有彎銅單一。射

不甚大。電照燈專以照縹緲微物。光須奇大。故以電力代燈火。狀如七十七圖。几下有電瓶所。以發電。甲字處。為黃銅匣。內藏。乾炭二條。繫二。銅絲。與電瓶相。接。電氣由絲上。

光 入 暗 室

光於乙字銅管。管中有聚光坯二。電光過坯至欲照之物於辛字處。其物夾於二玻璃中。俾不移動。光至丙字處一管。又遇聚光坯二。遂成像於白板。丙字一管。可隨意伸縮。以大小其像。白板上委曲如虫者。係臭麩數粒中所生微物。瞬息卽死。西人用此燈見髮大如竹。指大如牛。虱大如人頭。一滴血。一滴水。皆碩大如斗。又有人不用電氣。以日光煤氣照燈。光雖小。亦著異景。

論光入暗室

問 日光入暗室中。有何異景。

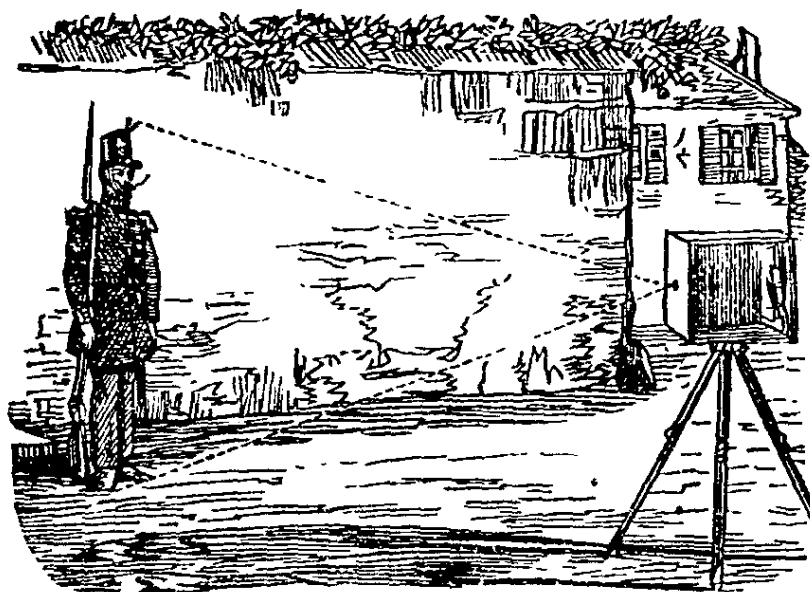
答 一千六百八十年。意國人鮑爾達。嘗身處暗室。四周全閉。惟窻上穿一穴。見室外物。凡可由穴瞥見者。皆印像於對穴壁上。惟倒。以白板承其像。則板漸近穴。成像漸小。既而以聚光坯障穴。見物像依然。尤形皎潔。

問 其像何以顛倒。

答 以日光交射之故。如七十八圖。一兵立暗箱前。箱旁穿一穴。兵首上

光入暗室

第七十八圖



之光。射於穴內在下。足上之光。射於穴內在上。於是成像倒矣。

問 此像何色。

答 像以物色為色。紅物成

紅像。黃物成黃像。他色

亦然。故人物像。惟妙惟

肖。事事逼真。

問 窻上一穴。須方乎圓乎。

答 無論其為方為圓。或為

三角。或為尖角。穴苟么

小如荳。成像於暗室中。

不稍變易。若穿穴稍大。

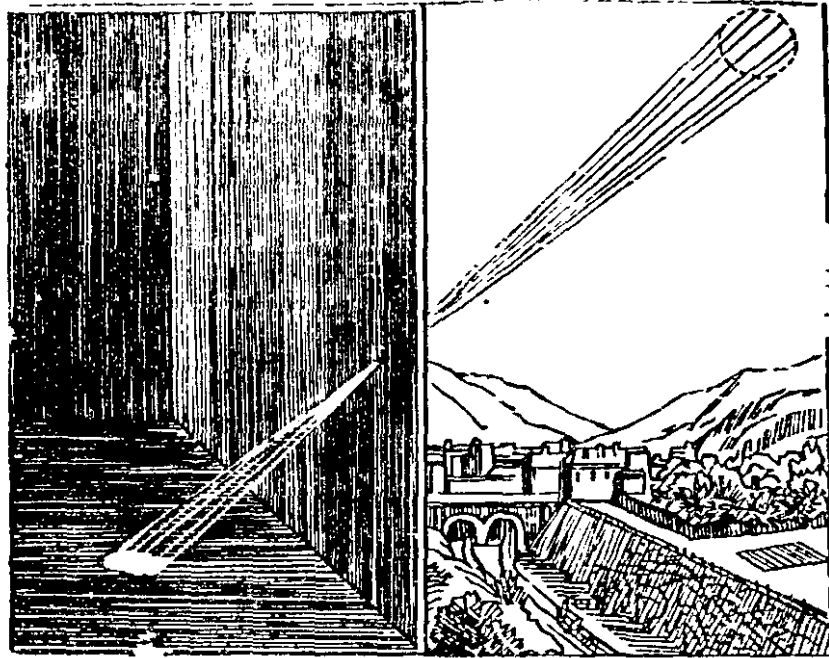
則其像變矣。

問 穴小而像不變。其故安在。

答 日光入小穴。如七十九圖。穴內穴外。光成尖圓形二。大者在空際。以

光入暗室

第七十九圖



太陽爲形底。以穴口爲形尖。小者在暗室中。以受光之壁或板爲形

底。以穴口爲形尖。因日輪大。穴口小。日光交射其間。不分此疆彼界。渾如一點所出。故成像不變也。欲明此理。不必取證於遠。祇觀松竹園中。枝葉紛陳。日方午。地上之光。舉皆圓像。此明証也。

問 暗室中成像必倒。可使之正否。  
答 須於穴上斜置一平鏡。將左近人物之光。斜射於管中。管口置聚光

室暗入光

圖十八第



問 暗室呈像極肖。而丹青家不能移室遠行奈何。  
 答 有暗棚法可以移動。狀如八十一圖。以三木為架。上有平板。板之四

坯。坯下首光匯處置一白板。則成像於板上。正直且明。如八十圖。左

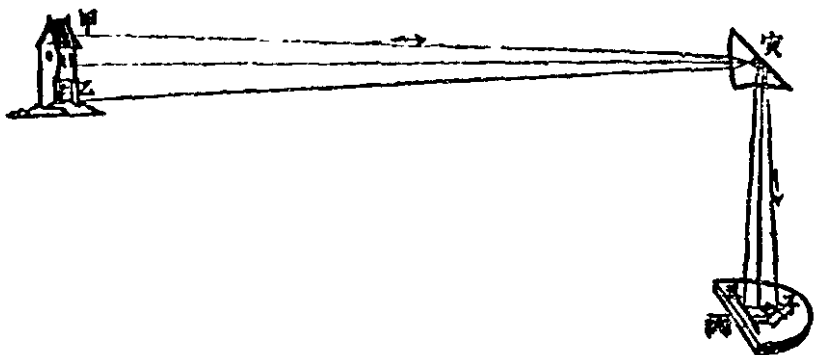
為教堂。右為暗室。上為平鏡等具。二孩見堂像映於板上。為說異不置。若暗室在道旁。如法佈置之。見道路行人。鬚眉畢露。丹青家用此法繪像。惟依形施紛而已。

光入暗室

第十八圖



第十八圖



寅字處。其鏡受光之面凸起。故聚光焉。光至寅字一面。轉至下面。其

周懸帳。垂下及地。用以躲光。帳內有一几一椅。皆以三木支小板而成。架頂有銅管一。旁開一穴。外物射光入管。遇三稜鏡。在八十二圖

法 像 照

面凹。故散光焉。於是甲乙屋像成於在几之紙。畫工坐椅塗之。栩栩欲活。

論照像法

問 人物像可照於紙上否。

圖 三 十 八 第



圖 四 十 八 第

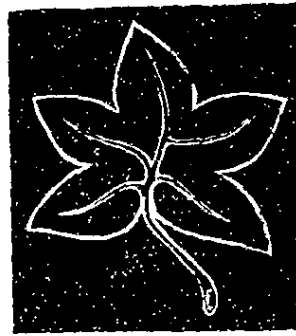
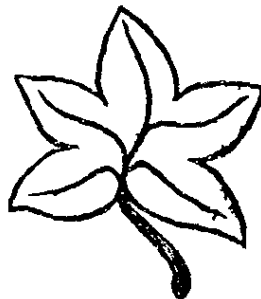


圖 五 十 八 第



答 可照於紙上。卽今日照像法是也。其法以三事爲要。一曰日照。二曰洗片。三曰脫像。

問 日照何如。

答 凡物置凸鏡前。鏡後置一紙。則物之實像。倒映於紙上。譬如凸鏡前



照 像 法

有一箭。如八十三圖。箭像在鏡後紙上。歷歷如畫。惟倒。若去此紙而置印片卽乾片於其處。則倒像成於片上。按印片非他。乃玻璃一塊。塗以忌光質。忌光質者。藥水一種。一見日光。便變黑色者。因其忌光。故平時常置盒中。使不見日光。惟將照時。納入鏡箱。箱口一啟。片上受光處。遽變黑色。其時猶未顯像。所謂日照者此也。

問 洗片何如。

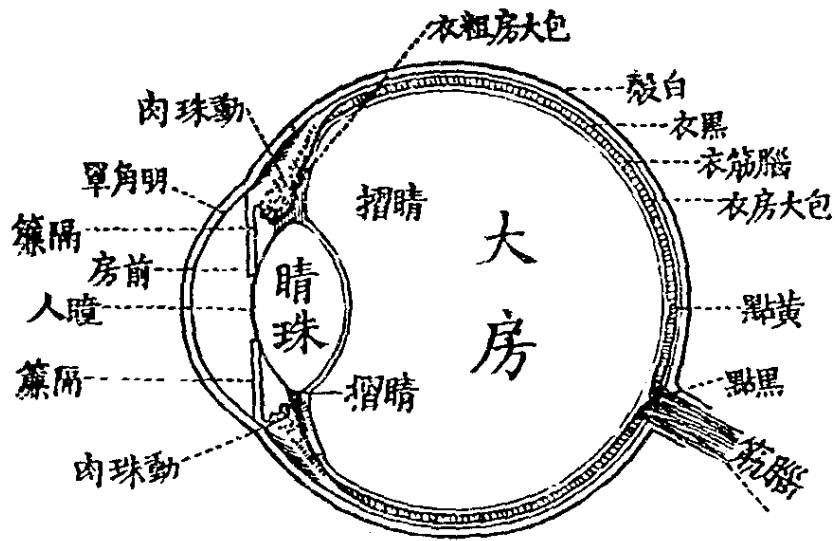
答 忌光質。吸日光七彩。多寡不同。藍紫二彩最易被吸。而其撼動此質。力亦多。若紅黃二彩則不甚吸。亦無撼動之力。印片受光後。用藥水沖洗。於是受光處留黑跡。不受光處隨水落下。於是物像顯露。惟倒。如八十四圖。所謂洗片者此也。

問 脫像何如。

答 以塗有忌光質之楮。置於洗淨印片下。置日中晒之。片上淨處。楮上留黑跡。且正。如八十五圖。惟忌光質中有銀水。見光則黑。故其像不甚美。須以金水又洗之。乃紫黑而可觀。所謂脫像者此也。

官 目

圖 六 十 八 第



與黑衣連爲一衣。其間多血筋。黑衣後面有黑質。無光。黑衣前面爲

問 答

論目官

人目何以能見物。

人目見物如暗室中照像。目形如八十六圖。其所以動。賴六絡之運。全目裹以白殼。目後有筋。所以知覺外物者。名腦筋。目前之白殼稍厚。名明角單。明角單下有薄衣名隔簾。其中間有一小穴。是卽人瞳。人瞳明角單之中間。名前房。前房中有透光水質。隔簾

目 官

動珠肉。隔簾下爲睛珠。睛珠兩面皆凸。而後面更凸。黑衣下有腦筋衣。其下有黃點。得光甚速。又下爲黑點。睛珠腦筋衣之中間。皆透光質。是爲大房。目所以見物。因物光自睛珠入。直透大房。如聚光坯然。成像於腦筋衣。不啻日照像。乃見。其時腦筋傳報於腦。遂知外有形物。

問 人之目力。何以遠近不同。

答 目力有遠近之殊。其理與玻璃坯相似。蓋雙凸坯成像。距坯遠近不同。須視迴光之物何在。物愈遠則像愈近。物愈近則像愈遠。其故已詳前論。睛珠如雙凸坯。凸有多寡之殊。卽像有前後之別。尋常無病之目。除過遠過近不能明見外。餘皆一望而知。不可以尺寸限。以常目而言。觀細書於一尺許。覺最明。近之卽爲近光。遠之卽爲遠光。近光之故。因睛珠凸起過甚。日光入內。多折而速聚。故成像較遠。以致眼底之像不明。須將外物移近。乃其像退後成於大房底而明。若物不移近。而半閉其目。或由小穴窺之。則仍明。因入目之光旣少。直透

官 目

人瞳。不遽彎折。遂成像於眼底。視物斯明。考近視之病。每在少年時。漸老漸除。卒爲佳目。老光之故。因睛珠凸起較少。日光入內。成像於大房底之後。故不明。須將外物移遠。則像成於大房底而明。今人用眼鏡。老光則凸。近光則凹。以便聚散日光。使物像適成於大房底。或難曰一人雙目。當成雙像。一物見爲二物。何爲不然。曰大房底二像。同生同滅。皆由一筋傳入腦髓。故二而一之。較一目所見。更形明朗也。

形性學要 卷八

磁學

論磁石異性

問 何謂磁石。

答 磁石乃鐵質一種。力能吸鐵。並能吸鋼。鎳。鈷。錳。因其力顯於吸鐵。故俗名吸鐵石。

問 磁石共有幾種。

答 有二種。一係礦中生成。一係人力製成。

問 礦中生成之磁石何如。

答 瑞典。瑞威。日爾曼。厄爾伯島。及印度等處。多產磁石。他國則罕。化學家以磁石含鐵三分。含養氣四分。故亦名鐵三養四。

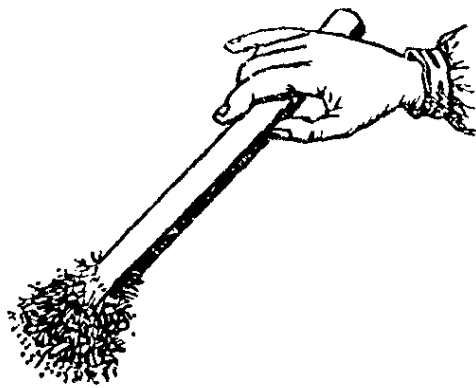
問 人力製成之磁石何如。

答 人力製成之磁石有三種。一為長方形。一為長圓形。一為馬軛形。

磁 石 異 性

問 吸鐵之力。自何而來。  
答 此事尙未探悉。惟考其性理功用。各為磁學。

第 一 圖



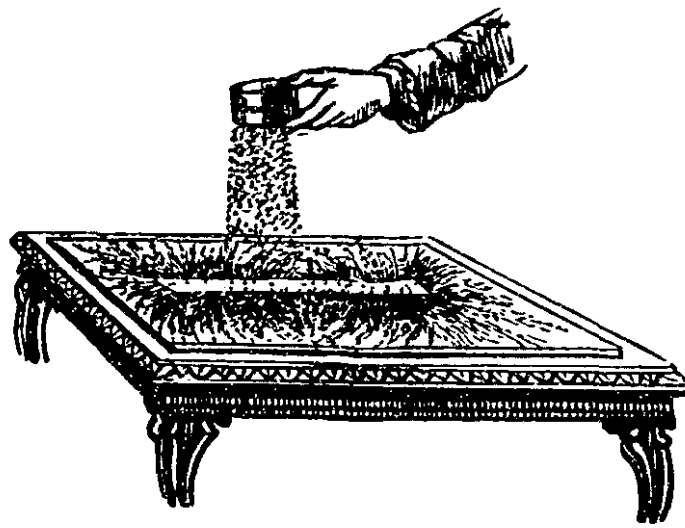
問 磁石何法以驗。

答 投入鐵屑中。如第一圖。鐵屑立即粘附。或置鐵屑之旁。鐵屑為其所引。由遠及近。至附貼而止。此皆磁石之實據。若鐵屑不附。則非磁石可知。  
問 磁與鐵屑隔以他物。亦能吸引否。

答 鐵屑散於厚楮或玻璃上。其下置一磁石。見鐵屑自移至磁石所在。成紋有條緒。或手攜細篩。如第二圖。散鐵屑於楮上。其成紋亦然。或又以鐵珠一。懸於空際。攜磁石近之。珠為磁所吸。向前少

磁 石 異 性

第 二 圖



些。不復直挂。視其向前幾何。即知磁力多寡。此法証磁力行空際。又能透物。惟不透鐵質耳。

問 磁石四周吸力均否。  
答 否。磁石吸力兩端最多。

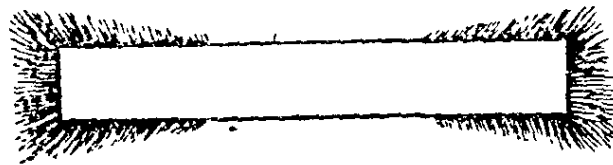
狀如第三圖。若兩端之力能吸四鐵釘。則附近處吸三釘。稍遠僅吸二釘。又遠僅吸一釘。中間則不能吸。

近中間則少。適中則無。學士稱兩端曰兩極。一北極。一南極。如地輿然。中間無力處名中立界。因與磁氣不相干也。試驗之法。以磁石置鐵屑中。便見兩端黏附最多。漸次減少。至中間則無。

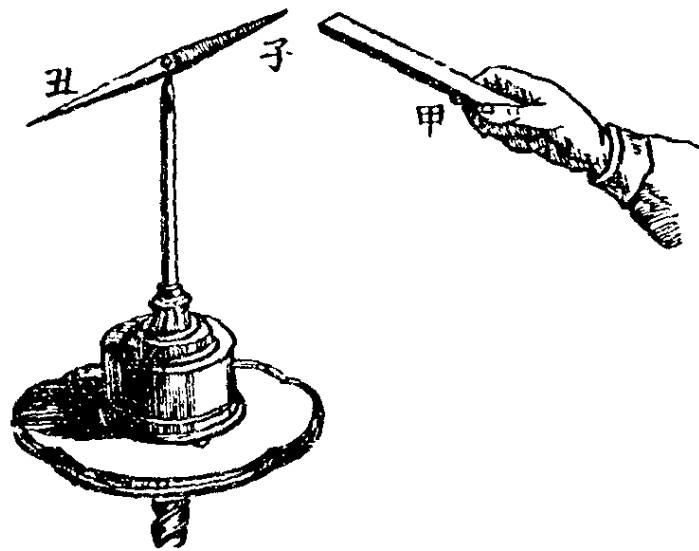
磁 石 異 性

問 凡 爲 磁 石 必 有 兩 極 與 中 立 界 否。  
答 中 立 界 有 不 在 適 中 者。又 有 一 磁 石 而 吸 力 不 僅 在 兩 極 者。不 在 兩

第 三 圖



第 四 圖



問 二 磁 相 近。亦 互 吸 否。  
極 之 吸 鐵 處。亦 名 磁 極。故 一 磁 石。可 有 三 四 極。



磁 石 異 性

答 二磁相近。必一極吸而一極拒。其事可異。譬有一磁針於此。支於小柱上。易於活動。如第四圖。手攜甲字磁石。近子丑二極。此極吸則彼極拒。此極拒則彼極吸。從知兩極之力不同。且兩極各有所向。無阻則一極向南。一極向北。向南者名南極。向北者名北極。南極與南極相拒。北極與北極相拒。一南一北則相吸。西人以二極同爲南。或同爲北者。曰同名極。以一南一北曰異名極。

問 磁氣究係何物。

答 有二說焉。一學士安貝爾之說。謂磁氣出於電氣。磁與電功效不同。而其所自出則同。是說也。今人往往從之。一爲古學士之說。謂有輕精氣二種。一向南。一向北。同類則拒。異類則吸。此一說近來學士鮮有從者。

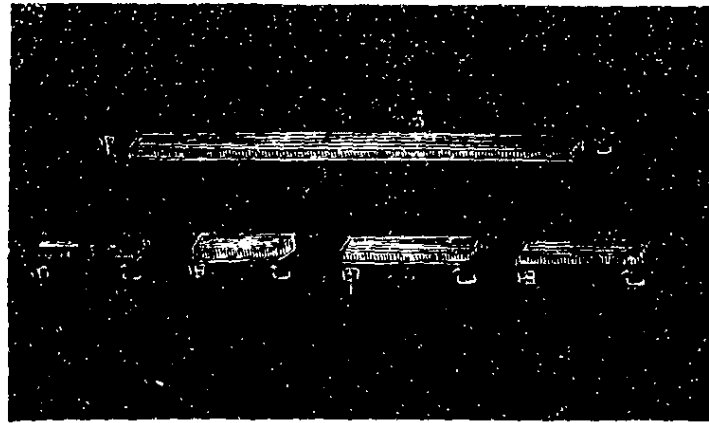
問 磁氣只在磁針兩極否。

答 否。試以磁石一條。中截爲兩。每段兩端俱有磁氣。又試以兩段截爲四段。如第五圖。四小段之兩端。各有磁氣。若又數四截之。亦然。可知

性 異 石 磁

問 磁針不拘何處。都有磁氣在焉。果如是。何以初不見。而通以磁氣則顯。

圖 五 第



力亦甚速。譬以鐵圈附於磁石。如第六圖。懸空不墮。頃刻間。此圈亦有磁力。能吸他圈。他圈又吸他圈。漸次增多。纍纍如連珠。若將最上

答 未通磁氣前。其氣隱

伏。相克不形。及用大力磨之。伏者始起。分往兩極。一南一北。遂見為磁石云。

問 人力製成之磁石何

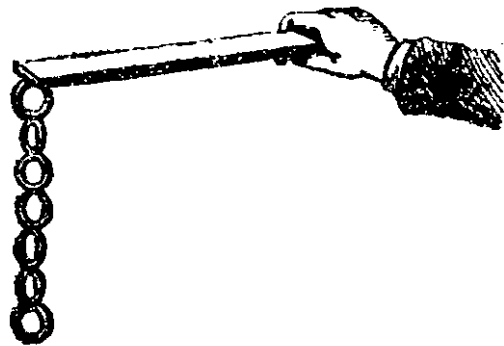
如。

答 鋼與生鐵本無磁氣。附於磁石。則亦有磁力。捷於影嚮。惟失此

磁 石 異 性

一團移去。不附於磁石。則其下數圈同時墮下。蓋磁力已全失矣。又  
磁力通於鋼。頗不容易。須彼此久合。始克相通。或以磁石擦鋼上久  
之。磁氣乃達。既達則不易失。無異真磁石。今海舟所用指南針。與市

第 六 圖



上所售磁石。皆是此類。

問 生鐵不留磁氣。隨受隨失。若

熟鐵則何如。

答 熟鐵受磁氣。久留不失。惟不

及鋼之久耳。

問 鋼留磁氣。常依一律否。

答 鋼之鍊工愈深。涵磁氣愈久。

今西人所用指南針。有多年

不減其力者。因鍊工甚深也。

問 磁石吸力。以遠近寒熱而殊乎。

答 磁石愈近鐵。吸力愈大。稍遠則力殺。以磁石炙熱之。力亦頓減。涼至

地 下 磁 力

原度。力仍還復。無異於初。然不可煨紅。煨紅則其力全失。不再還復矣。

問 磁氣惟吸鋼鐵否。

答 古人意磁石惟吸生熟鐵。純鋼。鐵銹。鎳。鈷。鉻。錳等。按鎳。鈷。鉻。錳四種。皆金類。出於礦中。因華文無名。故譯其音如上。近代學士講學益精。知磁石有關於衆物。內有磁氣所吸者。有見拒而不受吸者。譬以鐵皮作長空管。懸以絲線。自能轉運。兩旁置二磁石。須大有力者。一石以南極向管。一石以北極向管。便見空管自旋。與二磁石在一線。蓋爲二磁所吸也。若空管係銅質等爲之。則與二磁石不在一線。橫交作十字形。蓋拒而不受吸也。

論地下磁力

問 磁石兩極常南北向。其故安在。

答 地有吸引之力。磁石爲其牽制。故常南北向。其力維何。曰古學士創數說以解之。今無有從者。近今學士謂其力。乃地中電氣。常南北行。

地 下 磁 力

拖引磁石。遂有此景。

問 磁石於本身斤兩外。別有重力否。

答 無有。故純鋼一條未受磁氣。權之得幾何兩。既受磁氣。權之仍得幾何兩。如別有重力。必當加重也。

問 磁石有橫拖之力否。

答 無有。試以軟木一片。浮於水面。以大磁石安軟木上。初稍浮蕩。尋即止於一處。不復動。長久如此。若磁石有橫拖之力。必在水面移運。不能屹然亘止。

問 既無向下重力。又無橫拖之力。磁石之力安在。

答 磁石有反背二力。特在兩極。如已上所言。

問 反背二力。方向何如。

答 欲知此理。須明天午線與地午線。天午線者非真有其線。惟人心中虛擬一大薄片。南北經地輿兩極。下及地心。上及天頂。中經某處。是即天午線。地午者設想地面上有一線。南至南極。北至北極。中經某

地 下 磁 力

處。是卽地午線。又設想一大薄片。與磁針同在一線。南北之向與磁石相同。不稍偏側。是卽磁午線。磁石兩極。非正對地與兩極。故磁午線與天午線。亦不在一線。凡磁石北極偏於天午線之東。與天午線成角爲若干度。則曰偏東若干度。偏西則曰偏西若干度。

問 除偏東偏西外。磁針又欹下而不平否。

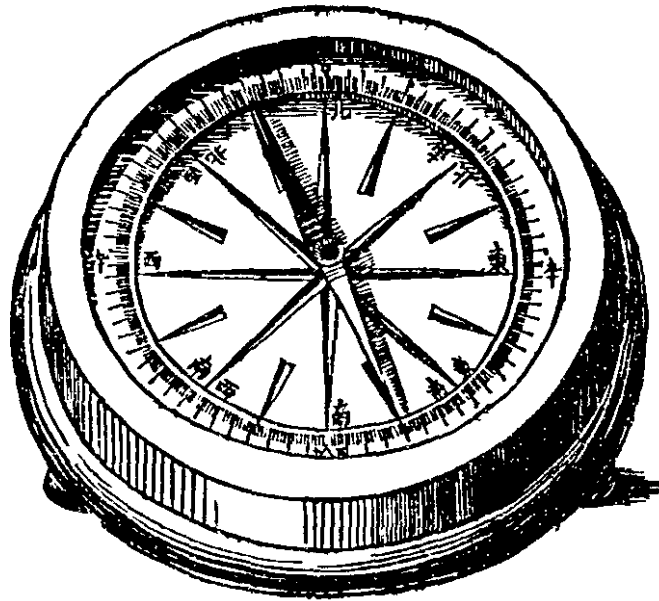
答 將磁針中間置於小柱上。卽於支處引一平線。與水面適平。視北針與平線成角爲若干度。便知磁針欹下若干度。

問 磁針欹下與偏側。有別法以驗之乎。

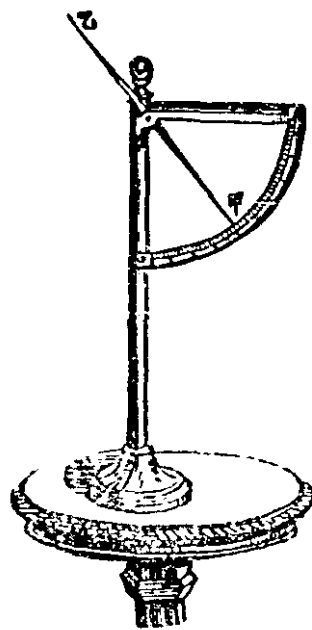
答 除已上諸法外。可以磁針懸空際。繫處須適當重心。又能旋轉。及其定止。則可驗磁午線方向。可觀偏側幾度。又可見欹下幾何。惟此針每爲線所牽制。不能全準。故西人別有針盤。爲行舟之大用。法以銅木等料。製成圓盤。如第七圖。四周鑄度數及八方之向。中央豎一鋼針。鋼針上支一磁針。其方向總在磁午線上。苟知磁午線與地午線偏側幾何。雖在汪洋大海中。一觀磁針。卽知地午線所在。而舟行歧

力磁下地

圖七第



圖八第



正。明如觀火。又製鋼針一。兩端長短粗細。絕無區別。支於小柱上。適  
 平。通以磁氣。立即不平。一端垂下。一端升上。以九十度橫板計之。可  
 知欹下幾度。如第八圖。

問 磁針偏側。常遵定律否。  
 答 否。磁針隨地而變。在歐羅巴與亞非理加兩洲。皆北針偏西。在亞

地 下 磁 力

西亞與南北亞墨利加。皆偏東。又磁針隨時而變。同在一方。有世變。有歲變。有日變。有倏忽之變。學士稱倏忽之變曰亂動。

問 何謂世變。

答 世變者。數百年間磁針偏側之數。譬如法京巴黎斯在一千五百八十年。偏東十一度三分。一千六百六十六年。適在天午線上。一千七百年偏西八度一分二厘。一千七百八十年偏西二十度三分五厘。一千七百九十年偏西二十二度。一千八百十四年偏西二十二度三分四厘。一千八百二十五年偏西二十二度一分三厘。一千八百三十五年偏西二十二度四厘。一千八百五十年偏西二十度三分一厘。一千八百六十年偏西十九度二分二厘。一千八百七十五年西歷五月間偏西十七度三分一厘。一千八百七十八年西九月間偏西十七度。據是以觀。自一千五百八十年至一千八百十四年磁針共移三十四度。其偏西最多之數。在一千八百十四年。自是厥後。逐漸退回。然至今猶在天午線之西。



地 下 磁 力

問 何謂歲變日變。

答 每歲每日或有變遷。爲數極微。無甚關係。又無一定之例。學士不甚介意。

問 亂動何如。

答 亂動者。磁針倏忽移動。不遵常例。原其故。或以北天生紅光。或以火山在邇。屆發火之期。或以雷電交作。相去頗近。惟紅光之力最遠。嘗見紅光在歐洲之北。而巴黎斯磁針偏西至二十分之多。在相近北極之地。磁針移行數度。且紅光未發。先見此變。故磁針亂動。亦紅光之預兆也。

問 磁針欹下之變何如。

答 欹下之變。亦隨地以異。地愈近北極。北針愈降。至近極處降九十度。自是漸南。南針漸升。入赤道則平。或未及赤道。在相近赤道處已平。過赤道而南。南針漸降。此因地而變也。又同在一方。亦有升降之變。如法京巴黎斯一千六百七十一年針降七十五度。此後降數漸減。一千

法之氣磁傳

八百七十五年九月三十日。降六十五度三分四厘六毫。自二十五年以來。計折中之數。歲減三厘三毫。

問 欲地中磁氣不牽制磁針當何如。

答 以同形同粗同力之二針。互相倒合。兩頭各一南針一北針。則一引

一拒。適可相抵。地磁氣之力。不見於針上。此具別有妙用。詳見於後。

論傳磁氣之法

問 欲磁氣傳於鋼鐵。當用何法。

答 有三法焉。一以地氣傳。一以磁石傳。一以電氣傳。此末一法詳見下卷電學。茲惟言前二法。以軟鐵作長條。約長三尺許。橫置一處。南北適在磁午線上。以小磁石近之。便見鐵條南段。吸磁石北極。北段則拒。此二力自中間至兩極。漸次增多。藉知軟鐵條已得磁氣。若鐵條不滿三尺。則磁氣不能傳染。又使以鐵條與磁石橫交作十字形。磁氣亦不復傳。既傳之後。將鐵條倒轉。磁氣立即遷移。北極變爲南極。欲磁氣久存不失。須舉斧重擊鐵條。或以鐵條絞作螺形。不然隨受

傳 磁 之 氣 法

隨失。仍無磁氣。

問 磁石傳磁氣何如。

答 以鋼條之一端。合於磁石之一極。不久鋼條亦有磁氣。分兩極及中立界。無異真磁石。惟鋼條接磁石處。其氣與磁針之氣相反。譬以鋼條一端接磁石北極。此端得南極氣。他端得北極氣。蓋異名則合。同名則離。磁性然也。設使鋼條太長。或鍊工太深。所傳之氣。不能至梢處。若以二磁石接於鋼條兩端。一端接北針。一端接南針。則通氣自必更夥。惟接時須彼此正直。若以銅木塊順鋼條之長。力爲磨擦。俾鋼質稍爲躍動。通氣亦易且速。

問 磁石傳磁氣何法爲妙。

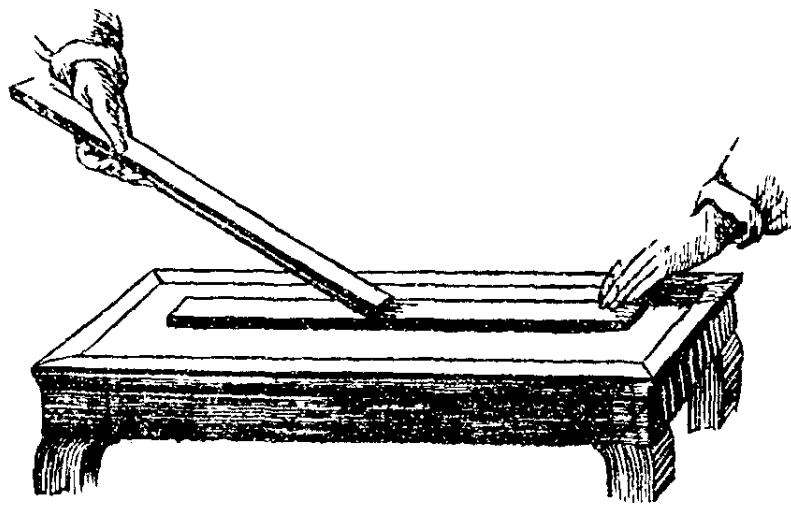
答 至便之法。以磁石一極。磨擦鋼條全面。如第九圖。以九次十次爲率。必須順擦。先後一轍。不可一順一逆。擦後鋼條亦有磁氣。如擦者爲磁石南極。鐵條上停擦之處爲北極。其對面爲南極。

問 尙有他法否。

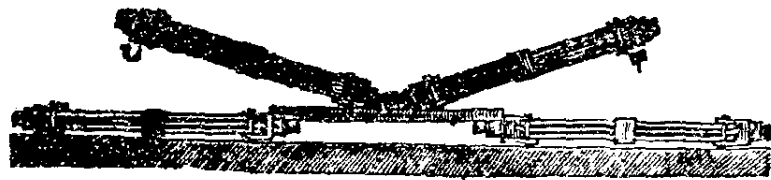
法之氣磁傳

答有杜雅梅法。杜雅梅人名。法以磁石二。彼此正對。如第十圖中間相

圖九第



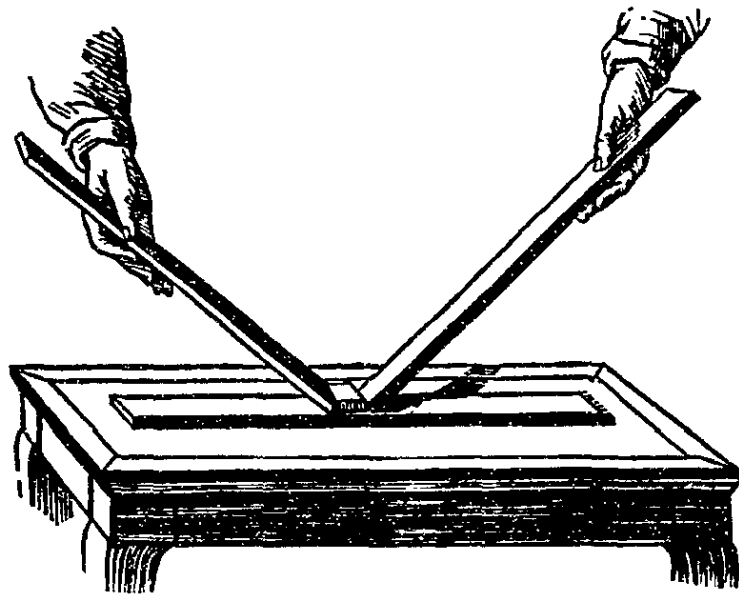
圖十第



距少許。其相近之兩端。一為南極。一為北極。繼以無磁氣鋼條。加於二磁石上。又以甲乙二磁石。側置鋼條上。其一端為南極。一端為北

傳 磁 氣 之 法

第 十 一 圖



極。二磁石之側勢以二十五度為率。卒以二磁石分擦。各至鋼條梢處。既至梢處。則回至中間。又自中間擦至梢處。如墊於鋼條下者為

南極。其上側磨者亦當是南極。如在下者為北極。則側磨者亦當是北極。如此上下以同名極傳氣。鋼條得磁力甚大。惟磨時須緩。不可易側勢。此法製指南針為最妙。

問 尙有何法。

答 有厄畢呶法。厄畢呶亦

人名。法與杜雅梅法相似。惟磨時二磁不必兩分。中間夾一銅塊或木塊。如十一圖。自中間磨至鋼條梢處。旋即自此稍磨至彼梢。既至

法之氣磁傳

彼梢。又同磨至此梢。卒至中間而止。務使兩梢受磨。次數相等。側勢以十五度至二十度爲率。此法用於厚鋼條爲美。惟傳氣間有不勻。亦爲憾事。

問 鋼條能受磁氣。多寡奚似。

答 通氣之磁力愈大。鋼條得氣愈多。惟不能久留。少選卽減。倘鋼條無所變。其受氣之量。先後相同。此事屢試屢驗。始終無二致。西人謂爲飽飫。猶人食飽。不能再食也。

問 鋼條之煉工深淺不同。其容磁氣亦多少不等否。

答 煉工愈深。能容磁氣愈多。煉時熱力愈大。煉成後容氣之量亦愈大。煉時熱力得一千一百度。其容量一倍於熱力八百度煉成之鋼。

問 磁石磁鋼當如何安置。

答 二磁石同置一處。若同類之二針。彼此相近。二磁石皆損。若二磁石在邇。一以南針。一以北針置一處。二石之力皆增。又磁石在匣中。或在几案。毋使北針在北。南針在南。因地下磁力。與磁石之力相克。如

傳 磁 氣 之 法

二石然。故必北針在南南針在北。庶可保其磁力。今肆間藏儲磁石。必南針與北針並。以此故也。又以鐵片附磁石梢處。鐵片既受磁氣。吸磁針上異名之氣。磁力乃久存不失。

問 磁石與鋼條互擦以通氣。是用

單鋼條否。

答 單條亦可。然往往以若干條合

為一束。西人名為磁束。合時以

同名針。聚於一端。南針與南針

合。北針與北針合。不可倒置。如

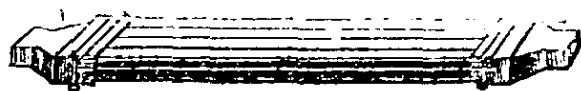
十二圖。法以磁鋼製成長條。平

置三層。每層四五根不等。兩頭

鑲以鐵。其兩旁之長條。較中間

長條畧短。條數愈多。磁力愈大。惟既合之後。其力總數。不及各條分計之數。因各條發磁力。互相攻克。故總數稍減也。

第 十 二 圖

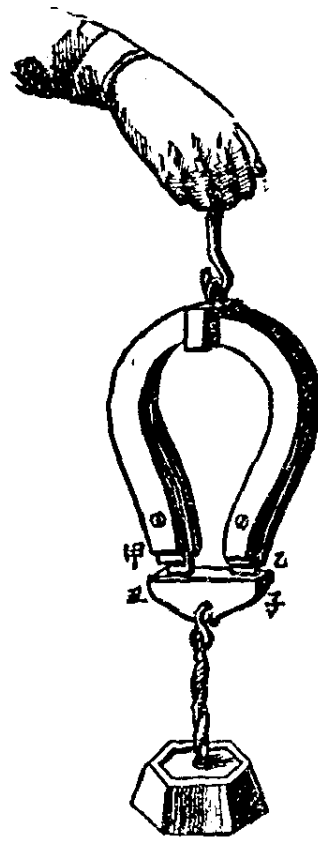


法之氣磁傳

問 磁石之形曲直何如。

答 有直者。有曲者。曲者狀如馬軛。西人名為馬鐵磁。以形相若也。法以鋼條彎曲。兩端聚於一處。相並而齊。於通氣時。須以磁石常自中間順擦至兩端。不稍逆。既成磁。以鐵塊附兩端。鐵塊下懸一小錘。日久

圖三十第



不墮。如十三圖。此種磁石為力甚大。殆以兩極相近之故。若以數鋼條合為一束。其力尤大。

問 磁力能自增否。

答 附磁石之鐵片懸以他物。按日漸增。數日後可增重約一倍。若增至鐵片落下。則磁力頓減。須懸輕物按日漸加。其力始還復。



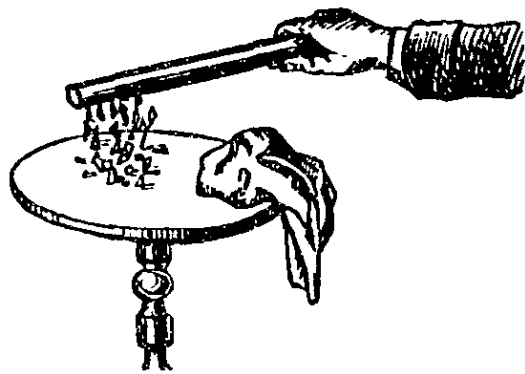
形性學要 卷九

電學

總論電學

問 電氣何從生發。

圖 一 第



答

地多寡。擦愈速而受擦之地愈多。其力愈大。苟以毛布急擦火漆。則  
 火星射於手上。其吸力之大可知。

生發之由頗多。先以易曉者言之。如第一圖以羊毛布及哆呢洋絨之類。磨擦玻璃條上。此條便吸毛羽小紙等輕物。若黃琥珀琉黃火漆等。以毛布擦之亦有吸力。是即所謂電氣。按吸力大小。視磨擦之遲速。與受擦之

總論電學

問 物中有無電氣何法可驗。

答 凡物積電多者。按手卽知。不必別用機器。若積電無幾。可用電表以

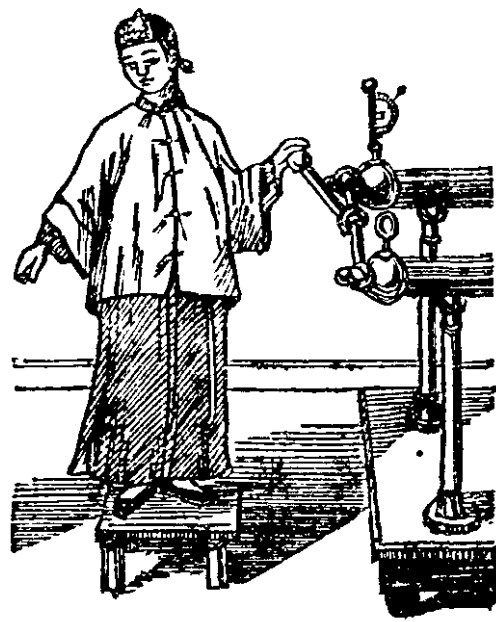
試驗。電表者探電之一具。法以野黃楊作小珠。用絲線懸於玻璃柱。既而手攜玻璃條逼近小珠。小珠卽向前幾許。此爲有電之証。如第三圖。觀小珠向前幾何。知玻璃條積電多寡。蓋積愈多。吸愈甚也。

問 電氣入一物。立即徧透否。

答 樹木、五金、煤斤、麻線、水漿、濕物、汽水、人身、地球等。一受電。立刻通傳全體。炭、鐵、銹、空氣、硫黃、乾土、絲綿、磚石、玻璃、松香、樹膠、及油各種。受電後久留受處。不傳於他處。據是物分兩類。一、善傳電者。一、不善傳電者。善傳者傳之速且多。不善傳電者傳之遲且少。幸空氣不善傳電。否則凡物生電。頃刻傳之空氣。無由積電於他物矣。人身受電。卽傳於地。如第二圖。若站立玻璃凳上。手觸電機。機之電透入全身。毛髮爲之竦然。面上覺麻木。似以珠網蒙面。自玻璃凳走下。足及地。電卽入地。職是故。欲積電於器。須以玻璃、樹膠、火漆、絲綿等物爲器足。

阻電氣入地乃可。凡手攜銅條。受電機之氣。氣甫入銅。即自人身入地。雖終日受電。仍無所得。以人身善傳電也。

圖二第



物傳電於外。本身盡失所有。而受傳者全身得電。倘二物皆不善傳電。必二物相接而後能通傳電氣。且傳者惟接處失電。受者惟接處得電。他處之有無如故。倘一物善傳。一物不善傳。則善傳者必全身得電。或全身失電。不善傳者惟接處得電或失電。方電氣出外。經空

問 有電之物。傳電於

他物。其景何如。

答 須審二物皆善傳

電者乎。皆不善傳

電者乎。抑或一物

善傳電。一物不善

傳電者乎。倘二物

皆善傳電。積電之

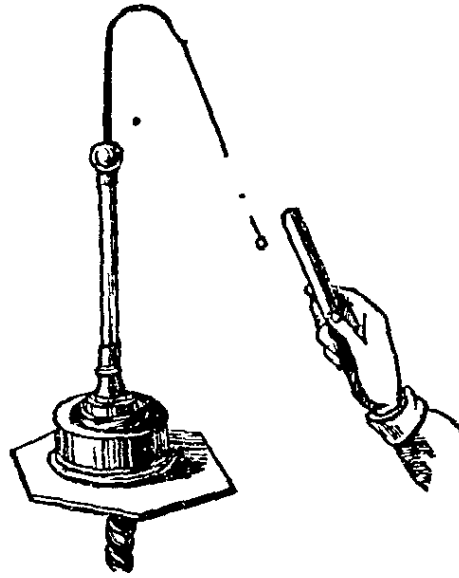
陰陽二電

問 有電之物近即他物。能吸引其物否。

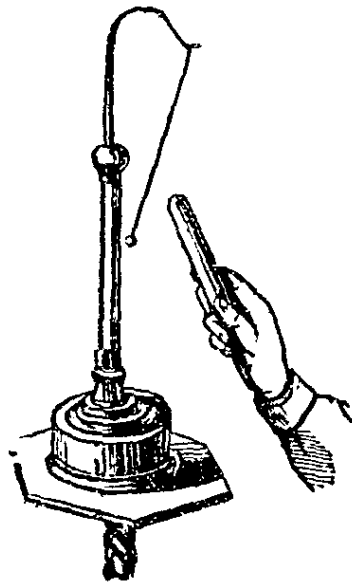
論陰陽二電

氣時。撲撲作聲。并有火星射閃。名曰電星。聲與星之巨細。視積電之多少。傳電之疾徐。與二物面之大小。

第三圖



第四圖



答 須視他物有電與否。無電則吸引。有電則相拒。譬有一電表於此。如第三第四圖。手執有電之物近之。見黃楊珠前來相合。迨既合而珠亦有電。則立刻離去。退避頗遠。從知二物同具一電。彼此抵拒。若此

陰 陽 二 電

問 珠懸以銅絲。或空氣甚濕。則電卽入地或散於空氣中。無相拒之力。有電二物。彼此常相拒否。

答 有相拒者。有相合者。譬以羊毛布擦玻璃條。遽生電氣。以此電傳之黃楊珠。因與條上之電同類。故相拒。又以貓皮擦松香塊亦生電氣。此塊近黃楊珠。彼此相合。從知松香塊之電氣。與玻璃條之電氣。種類不同。設手執黃楊珠。使電氣入地。旋以松香塊之電氣傳之。則與松香塊同電而相拒。與玻璃條異電而相合。此又二電不同之明証。性學家稱羊毛布擦玻璃而生者曰陽電。稱貓皮擦松香而生者曰陰電。除玻璃松香外。他物可磨擦以生電者。亦復不少。然不外陰陽二電。凡物得同類電則相拒。得異類電則相合。其理可驗以電表。又可以黃楊二珠。用傳電之線。並懸於玻璃鈎上。以陽電或陰電。傳之線上。頃刻二珠分離。以同得一電故也。

問 陰陽二電何時生發。

答 陰陽二電。恒同時生發。未有只發其一者。譬以哆呢、絲綢、羊皮、擦玻

陰 陽 二 電

問 二電發生隨物類而別否。

答 隨磨擦與受擦之物之性。以別其陰陽。故同是玻璃條。擦以絲綿。擦以貓皮。生電迥異。同是松香塊。擦以哆呢羊皮。擦以印書館所用鉛字之料。生電亦異。由此類推。比比皆是。

問 以同類二物相擦。所生爲何電。

答 同類二物相擦。另有異景。如以毛玻璃擦光玻璃。光玻璃上生陽電。又氣候寒則陽電增盛。熱則陰電加烈。使甲乙二人各立玻璃凳上。甲執乾貓皮撲乙。無何。二人之身均有電。甲身爲陽電。乙身爲陰電。若空氣乾燥。凳足不著地。撲擊稍久。得電甚夥。以善傳電之物近之。有火星出。亦異觀焉。

陰 陽 二 電

問 電氣究係何物。

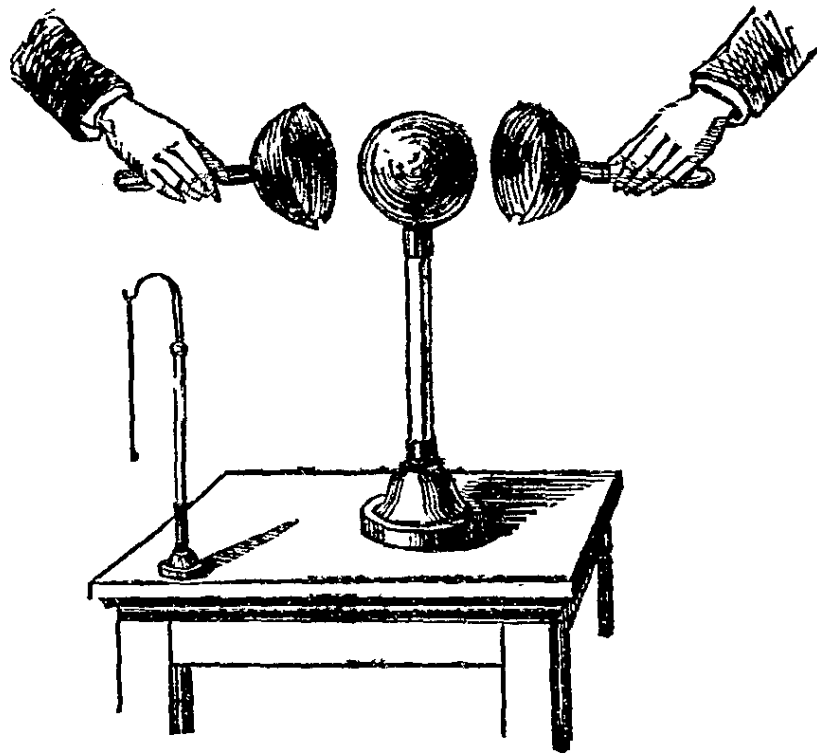
答 按性學家言。電氣乃精氣一種。性沉靜。無斤兩。精縹不可言狀。在形物之體。瀾漫於漏隙中。其在五金等物。尤易流動。在他物則稍滯。於是物有善傳電不善傳電之別。學士福郎稜意電氣惟一種。功用雖殊。皆出一電之力。他學士則謂電分二種。一陽電。一陰電。秉性各異。不可二而一之。因陰陽二電。各有其元粒。陰電之元粒。彼此相拒。陽電之元粒。亦彼此相拒。一陰一陽。則互相吸引。凡物未發電時。二精氣多寡相等。有相克之理。故不動。并不知其有電。是爲靜電。迨二物相擦。受擦者分其一氣於擦者。擦者亦分其一氣於受擦者。分則一氣衰矣。二精氣一盛一衰。電卽發露。是爲動電。學者當牢記動靜二電之名。後將頻言及之也。

問 電氣入善傳電之物。透其全體乎。抑惟傳於外面乎。

答 惟傳於外面。不入內體。其事可一試而知。以黃銅作圓球一。空其中。上穿一穴。狀如第五圖。圓球架玻璃柱上。以阻電氣入地。又以銅質

電二陽陰

圖五第



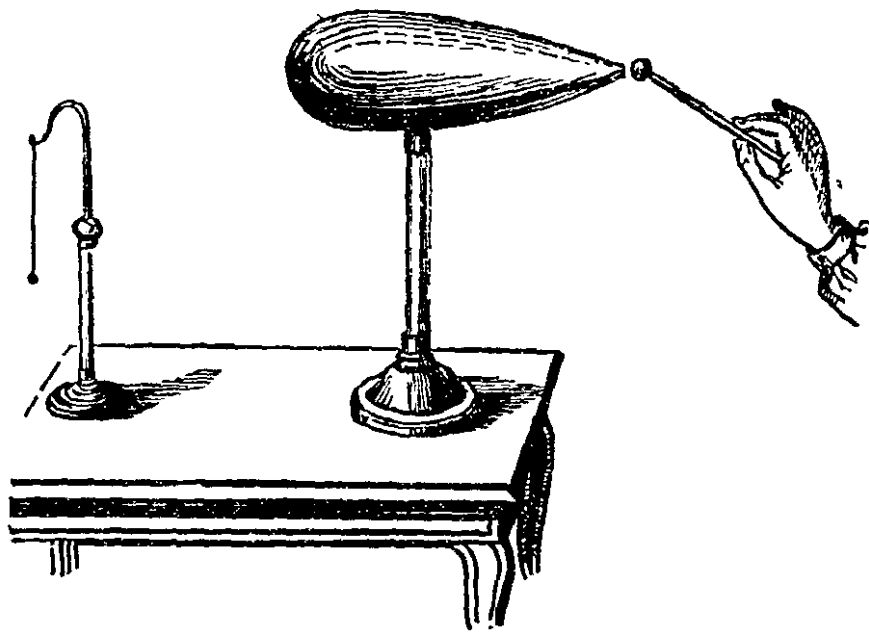
作小珠一。接以玻璃柄。以便攜執。且以阻電入人身。既而通電於球。

獨無。蓋電傳於外。不及於內也。又使通電於圓球。以二半球覆之。少

將小珠探入球中及其底。頃刻提出。慎勿觸穴口。嗣以小珠近電表。見小珠上無電。從知電在球面。不傳於內。此一証也。又以黃銅作二半球。皆空。適可以裹圓球。附貼四周。絕無間隙。既裹則通電於一半球。立將二半球携去。見二半球皆有電。而圓球



第 六 圖



選。去二半球。則圓球上電氣已散。此二証也。又以紗布作尖袋。支玻

璃柱上。以電氣傳之。袋之外面。皆有電氣。探其內面。仍無電氣。急將袋翻轉。使內面為外面。以電表探之。電氣自內出。仍在外面。此三証也。

問 電氣傳於物面。四周均否。

傳電均。物形長且尖者。愈近尖處。積電愈多。甚而躍躍欲出。不可遏

答 四周多少。視物形以異。物形圓正者。

止。試以樹膠。鑲一金珠。受電後通於圓球。或尖形體。如第六圖。嗣以電表探之。見圓球外面受電各處均勻。而尖體則最盛於尖處。

問 電氣在一物。其能存留不出者曷故。

答 因空氣壓抑。阻電流外。否則瞬息盡出矣。試驗之法。以玻璃作空球一。球下接一銅足。空其中。透入球內。又有旋針。所以司啓閉。球上豎銅條。高出幾許。其下直貫球中。以此球置抽氣機上。抽去球中空氣。立閉旋針。使外氣不能入。既而傳電於銅條上。頃刻傳之球中。因無空氣壓阻。直達銅足。發光熒熒。於夜間視之。不啻燃燭。凡物形尖處。電氣易出。空氣不能壓。故製造電機。最宜合度。除通電處。不可有楞角。

問 凡物得電。漸次散失。其故安在。

答 厥有三故。物於受電後。不卽失者。必有玻璃等不善傳電之物在其下。阻電入地。然受電之物。未免稍染濕氣。電氣卽由之而散。其故一。阻電之物。不能全阻。惟傳電較遲耳。傳則散矣。其故二。空氣圍繞受

引 電 法

電之物。漸將電氣傳之空氣中。其故三。

問 此三故。有無阻止之法。

答 玻璃絲綿等物。易吸空中汽水。以熱布裹之。或以牛羊油膠漆等包之。可阻其染濕。是爲止第一故之法。阻電之力膠漆爲最。次玻璃。又次絲綿。以此三物作電物之足。愈長則愈阻電。視某物積電多寡。以短長其足。可全阻不散。是爲止第二故之法。空氣涵汽多少。因時變易。天最乾時。電氣亦稍傳空氣中。况濕潤時乎。若室中煨爐熱其氣。則失電無幾。而電可保存。是爲止第三故之法。

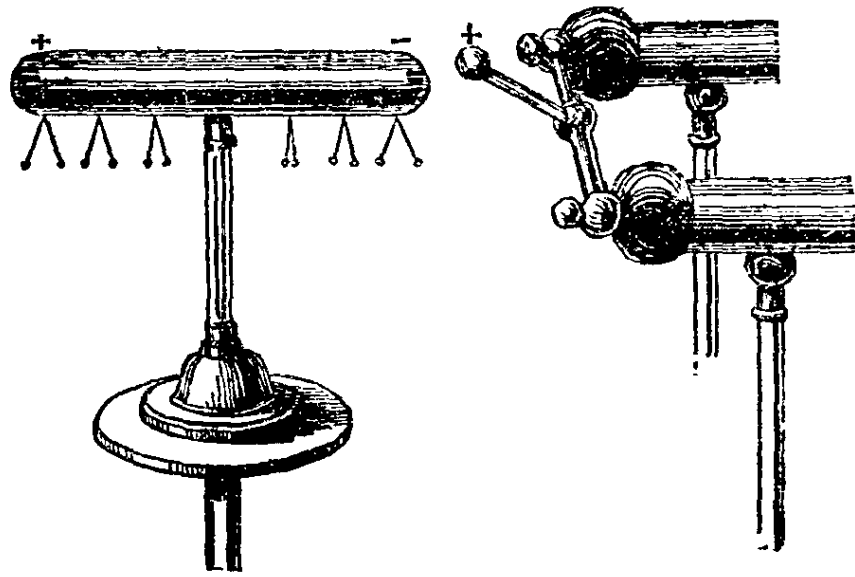
論引電法

問 除磨擦以通電。有何他法。

答 以有電之物。分其電於無電之物。謂之通電。此外又有引電法。以有電之物激引無電之物亦生電。而激引者自不稍失。試驗之法。以黃銅作圓管一。中空而兩頭滿包作圓形。似彈花槌。惟畧長。中間大小與兩頭相若。將此管橫置玻璃柱上。管下懸黃楊珠十二枚。每二枚

法 引 引

圖 七 第



同名電則離。遇異名電則附。不稍混迹。

合爲一綫。狀如第七圖。將此管移近電機。不相附著。立見三景。一、黃

楊珠在兩頭者。立即分離。一、近機處二珠向機稍前。其相離之勢如故。一、最遠電機之二珠。不向機而向外。其相離之勢亦如故。第一景徵管上有電。第二景徵近機處之電。與機上之電。一陽一陰。爲異名電。第三景徵最遠電機處之電。與機上之電同名。同爲陽電。或同爲陰電。若以別種有電之物。次第近管之全身。則黃楊珠離附益甚。要皆遇

生 電 機 器

問 近柱之珠相離。不及他珠之遠。曷故。

答 因管之全身。得電有多少之殊。電在兩頭最夥。自兩頭漸進漸少。至近柱處。似無電。名爲中立界。或中立線。

問 中立線必在橫管中央否。

答 不在中央。稍近引電物。且引電物易地。中立線亦易地。若隨行也者。管上發電多寡。視引電物遠近何如。近則發電多。遠則發電少。以黃楊珠驗之。便見引電物在邇。各珠相離頗遠。引電物漸遠。各珠必漸合。直至全合而止。因引電之力已盡也。

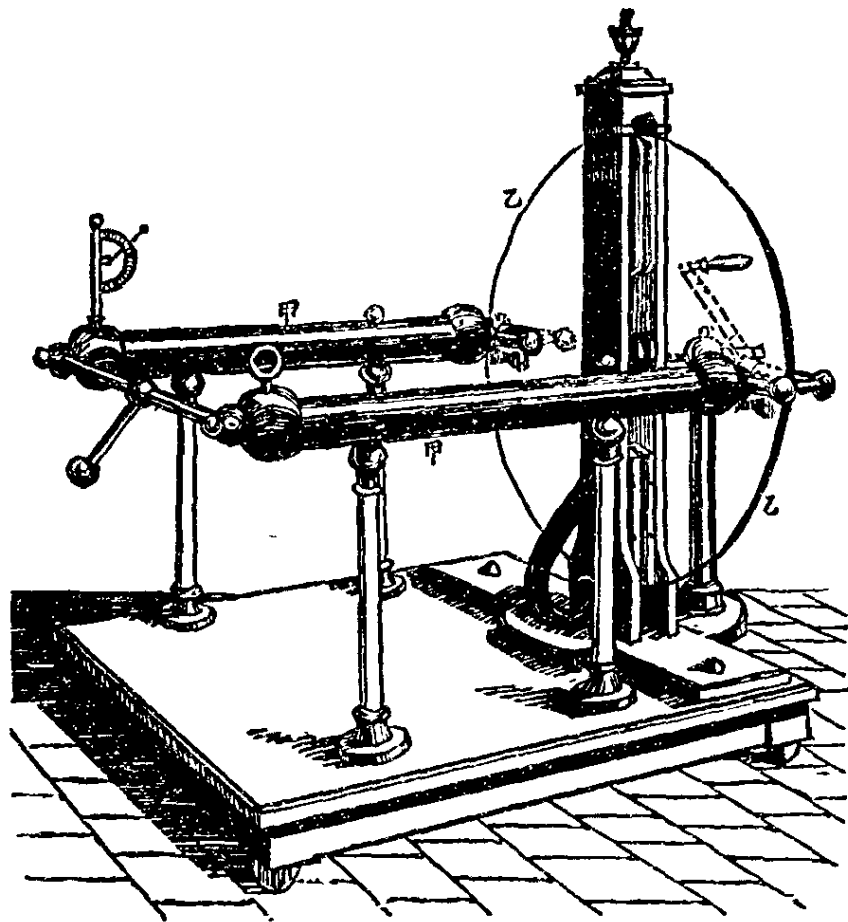
問 安知管上之電。不出於引電物。而自管中出乎。

答 倘引電物只有一電。管上必發陰陽二電。此其自出之一據。倘引電物分其電於管上。引電物於離去時。其所分之電。當仍留管上。然引電物一去之後。管上二電同時頓息。此其自出之二據。

論生電機

問 生電機何如。

圖八第



答 生電機。不一而足。有專生陽電者。有專生陰電者。有二電並生者。茲

馬鬃。作裊褥狀。四包靠柱處。當是木板。而裹以銅皮。凡玻璃盤旋轉。

將習用之機。畧釋於左。其形如第八圖。乙字處為玻璃圓盤。高三尺餘。中心穿以橫軸。架於二木柱。軸有柄如壓棉車式。可搖之疾轉。木柱內面上。下各有二包。以皮為之。或以網為之。實以

適擦四包外面。甲字處係二銅管。爲傳電要具。支於玻璃柱上。用阻電氣流散。二銅管與玻璃盤此橫彼直。適相正接。管之高下正對盤之中央。二管連以小管在左側。其右側則有二銅弧。各有尖齒。環抱玻璃盤。將是盤搖轉。則盤擦皮包上。立刻生二電。陰電自皮包入地。不稍留。陽電則積於盤上。激銅管生陰陽二電。陰電爲盤上陽電所吸。故聚於近盤處。陽電則爲盤上陰電所推。故聚於左側。當是時管上陰電。由銅弧齒入玻璃盤。於是盤上電氣隨即息止。而管上陽電則仍存不失。是自以往。再搖盤再激電。愈增愈多。搖之遲速不變。管上生電亦勻。搖之愈疾。生電愈夥。然亦有一定之限。若空氣濕潤。則生電較鮮。蓋散於濕氣中也。

問 欲知機上有電幾何。用何法以驗。

答 用測電表。狀如銅管上一表。旁有記度板。凡電機轉而表針不復升。知電力已造其極。按表針以木質爲之。而針尖有黃楊珠一枚。得電則升。視升上幾度。知機上電力有幾。

生 電 機 器

問 銅管上電氣能久存否。

答 玻璃盤停搖。盤上電氣立即隱伏。管上陽電散漫於全管。由弧齒入盤。旋亦散失。欲留管上之電。須將弧齒易以木珠。或去齒亦可。

問 電機生電。何多寡不同。

答 有多故焉。一、玻璃盤轉運以便捷為妙。故於皮包上擦牛油或銅汁等物。一、務使電氣由皮包逕達弧齒。不為空氣所阻。若以細網躲空氣。誠為妙法。一、銅管須圓頭。因尖頭則電氣易出。又須遠離尖形物。不為尖形物所引。一、皮包下不可有阻電之物。使電氣直入地下。此善備電機之大畧也。按此機創於西人蓋利克。時在一千六百七十年。越數年。有耶騰者。畧為修整。遂成今式。

問 生電有何別法。

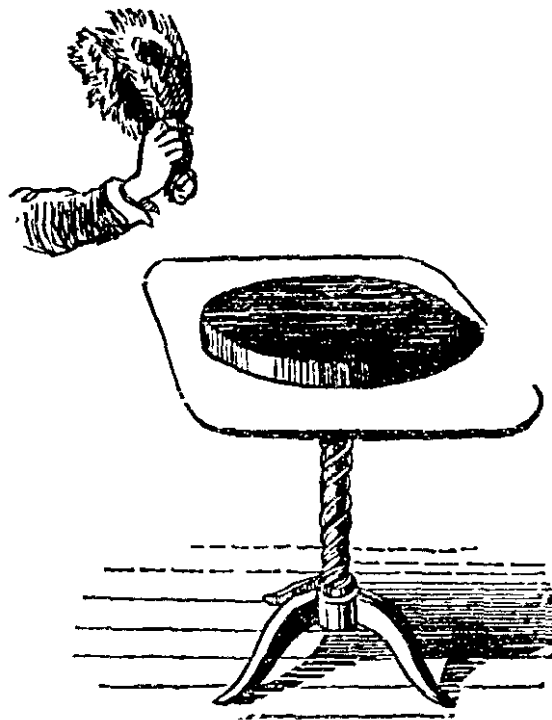
答 有用松香法。以松香作圓塊。狀如餅。置於木盤。或銅盤中。如第九圖。務使餅底及四周。附粘盤之內面。餅之上面須平正。又以木料。或黃銅製一圓蓋。大小與松香餅相若。借令蓋為木質。須以錫皮包其四



生 電 機 器

周及下面。蓋上接以玻璃柄。用阻電氣入手。餅與蓋既備。手執貓皮  
 猛擊松香餅。卽以木蓋覆其上。頃刻蓋上生陰陽二電。陰電上升。浮  
 於蓋面。陽電下降。積於蓋底。倘於此時提蓋。二電速隱不露。故當舉

第 九 圖



指觸蓋面如第十圖。使陰電由手入地。然後提蓋。則陽電在蓋。而舉  
 手近之。有火星出。如十一圖。既而復以蓋覆餅。又觸以指。又提蓋。則

器機電生

陽電恒存。常有火星出。如是覆與觸與提可千百次。松香之電不稍散。

圖 十 第

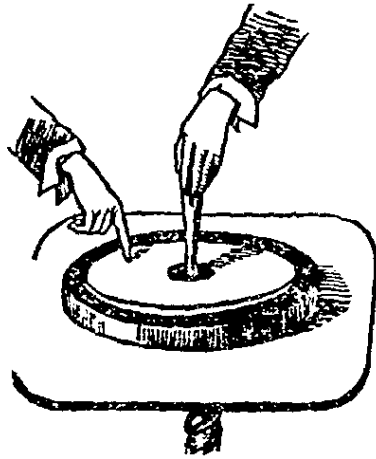
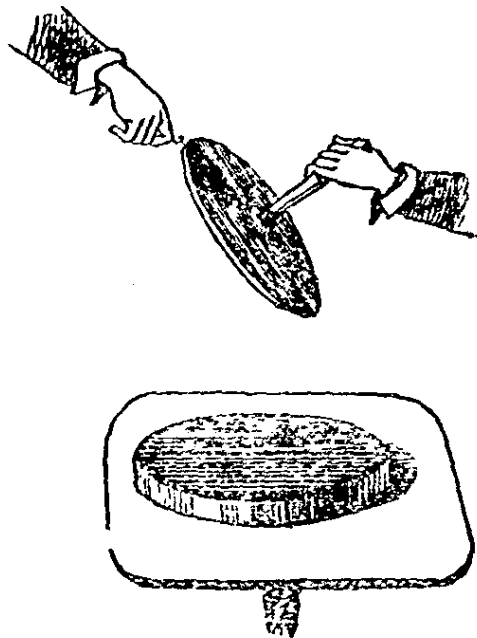


圖 一 十 第



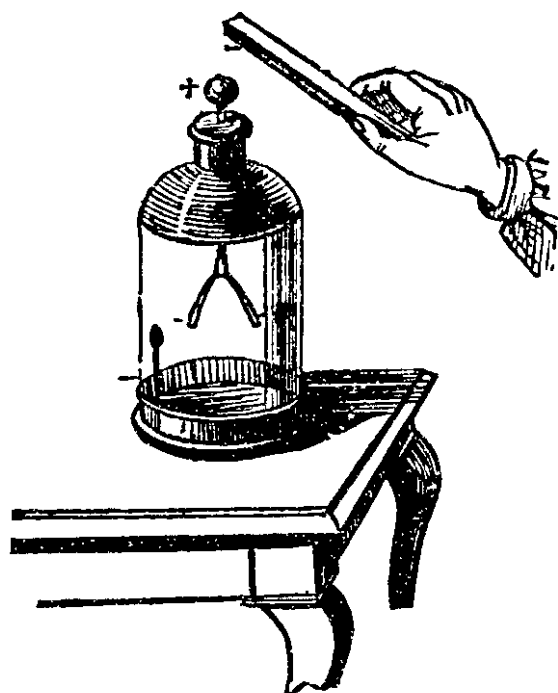
問 手指近蓋遽見火星。然蓋與松香餅。相去尤近。不更有火星出乎。  
答 不然。因手指尖小。引蓋上電氣聚於一處。勃然欲發。故生火星。若蓋與餅之面平且廣。其電散漫。而相引之力亦散。故無火星出也。

測 電 表

論 測 電 表

問 測 電 表 有 幾 種。  
答 種 類 不 一。其 習 用 者 爲 金 葉 表。狀 如 十 二 圖。以 玻 璃 作 罩。似 鐘 形。罩

第 十 二 圖



徒。其 試 驗 之 法。手 執 有 電 之 物。漸 近 小 球。銅 條 上 立 生 陰 陽 二 電。其 與 是 物 同 名 之 電。推 在 銅 條 下。其 異 名 電 引 至 小 球 上。因 銅 條 下 端。或 陰 或 陽。只 有 一 電。故 相 拒 而 不 相 吸。於 是 兩 金 葉 張 開。藉 知 罩 中

有 頸 如 尋 常 玻 璃 瓶。以 軟 木 塞 其 頸。頸 中 植 一 細 銅 條。上 有 小 球。亦 係 銅 質。條 下 懸 金 葉 二。須 輕 且 薄 者。罩 之 肩 上 頸 中。俱 塗 火 漆。用 杜 傳 電。罩 下 承 以 銅 盤。可 任 意 移

引電異景

已有電。此一驗也。然猶未知罩中何電。欲知之。以指觸小球。使同名電傳於地。既而移去電物及指。銅條上只留異名電。金葉又張。取羊毛擦玻璃條。生陽電。偪近小球。如金葉益張。知罩中爲陽電。蓋以同名而推至金葉也。不然。罩中電爲陽電所吸。金葉合矣。既知罩中所儲爲何電。以有電物近之。便知是物所留爲何電。

論引電異景

問 電以見引而發。其理何如。

答 按前論分陰陽二種。出於陰陽二精氣。譬有甲乙二物於此。甲物已有電。故爲動電。乙物之精氣。隱伏未發。故爲靜電。以甲物置乙物之側。甲之動電引乙之靜電。其二精氣初伏。而今亦動。且二精氣彼此分析。與甲異名之電。起而近之。與甲同名之電。見拒而遠之。便見乙物亦有電氣。甲方在側。乙電常著。以甲物攜去。則乙電復伏。蓋無所激而分者又合矣。

問 乙電隨起隨伏。終不能久存乎。

景異電引

答 有法以存之。於甲乙未離時。以手指觸乙物。頃刻或陽或陰。一電由

人身入地。乃乙物只有一電。將甲物攜去。因無相克之力。其所存一

電。常著於外。

問

乙物所留之電。較於甲物之電。為同名電乎。抑

異名電乎。

答

二者皆可。隨人所欲。欲存同名電。須按手於近

甲處。欲存異名電。須按

手於遠甲處。按手之所。

即失電之處也。

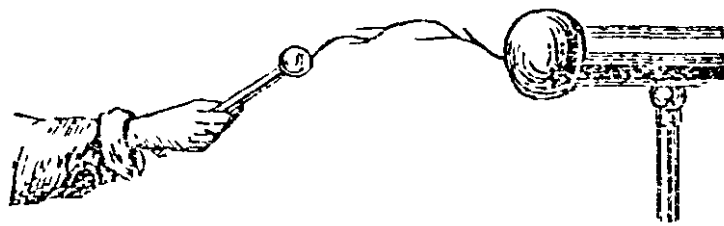
問

何謂電火。

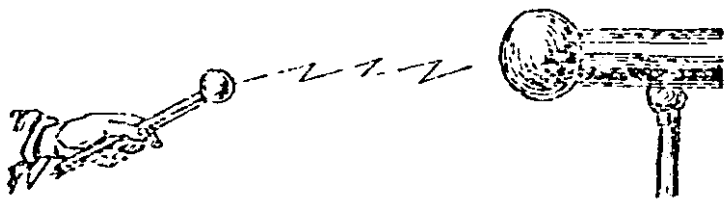
答 電火。一名電火星。生於引電之力。試手執一銅箸。逼近電機。機上陽

電。將箸上陰電吸至近機處。箸上陽電則推至手中。由手入地。機與

圖三十第

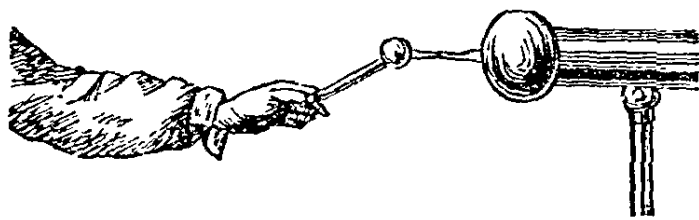


圖四十第

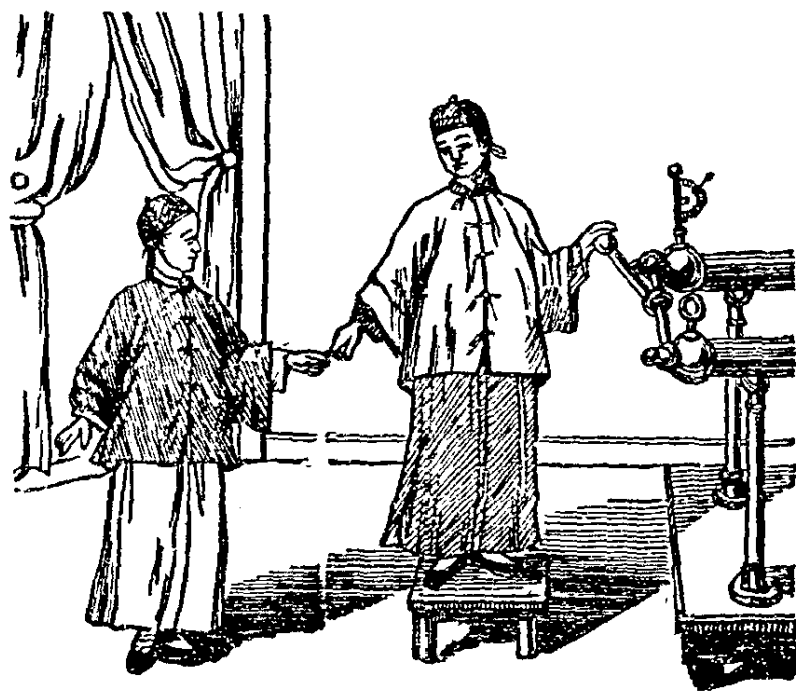


景異電引

圖五第十第



圖六第十第



圖。相去一分餘。成像如十四圖。發聲如爆竹然。洵堪詫異。機上電力

箬相吸稍久。機上陽電增。而箬上陰電亦增。彼此互吸。躍躍欲出。直將空氣推開。紅光畢露。火星熒熒。機與箬相去半分許。成像如十三

景異電引

甚猛。則成像如十五圖。夫人身亦善傳電者也。以一人立玻璃凳。左手撫電機。覺面生微風。無他恙。右手與旁立一人之手。相近而不相接。於兩手間。有火星。狀如十六圖。

問 火星遠近。有一定之例否。

答 有一定之例。視機上電力之大小。與銅箸或他物之長短。苟箸與他物留陽電。不推於地。則以陽電之阻。機與箸之力較小。發火星亦不長。

問 電火發聲曷故。

答 因空氣元粒。被推而動。致有此聲。別無他異。

問 電光何自而生。

答 論者不一其說。大都歸於物性。因電氣發洩。本有此光。故得見耳。

問 電氣吸拒之力。可詳驗否。

答 可詳驗。且甚易。譬有一銅球於此。接於電機上。其電爲陽。用玻璃絲懸一金質小球。在銅球之右。無何。金球上靜電。爲銅球之電所引。亦

引 電 異 景

成動電。分陰陽二電。陰電在左。在最近銅球處。陽電在右。在最遠銅球處。二電在全球面不均。然各自球之中央。遞移左右。故球之中間。周圍一線。絕無電氣。所謂中立線是也。陽氣愈右愈多。陰電愈左愈夥。至最近與最遠銅球處。爲二氣厚積之地。常受銅球之電推挽。然推則不出本球。挽則不入銅球。其故安在。曰因空氣包裹。又係圓形。故二電不出。按陽氣往右。陰氣往左。二力相抵。球當穩定不動。乃偏近銅球。其故何歟。曰金球上二電之力本同。惟陰電與銅球較近。陽電則頗遠。故銅球之挽力。多於推力。是以金球偏左。若以銅絲易玻璃絲。陽電傳之於地。則陰電被吸愈多。全球偏左亦愈甚。

問 答

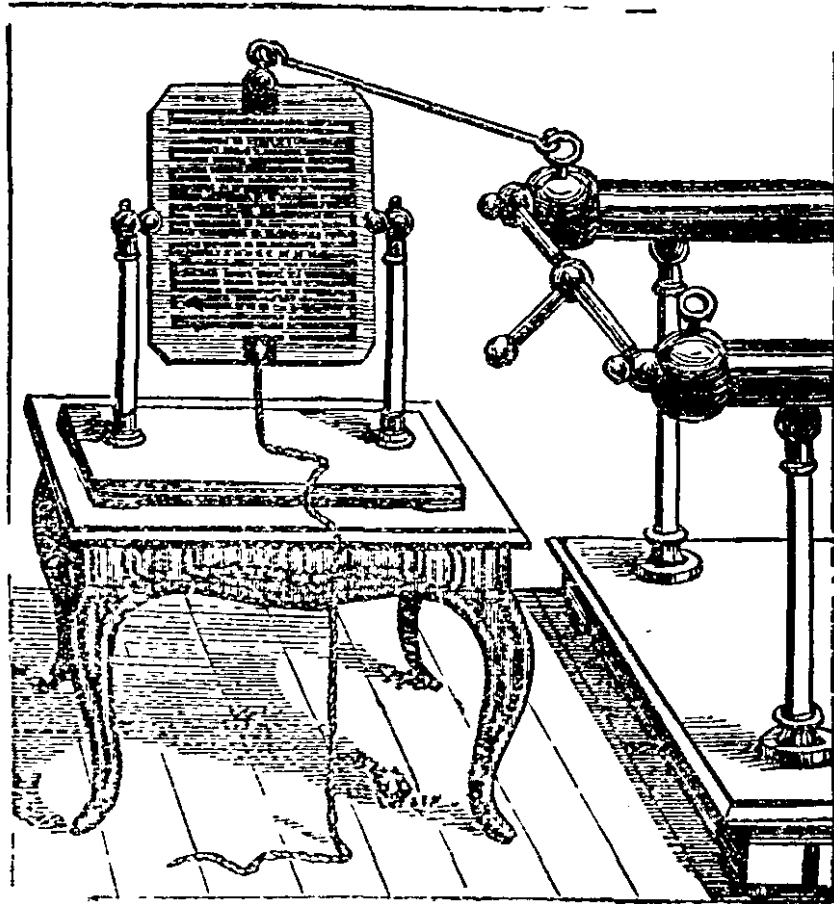
有名怪鏡者。狀如十七圖。以玻璃一方。架於二玻璃柱。以錫皮一條窄而長者。曲折盤旋。貼於玻璃一面。錫皮上端接電機。下端用銅絲通於地。搖轉電機。電入錫皮。初無電火星出。若以小刀鐫刻錫皮。作種種花樣。則火星見於刻處。常明不熄。至電盡而止。此何以故。因電



景異電引

行甚疾。其越刻處。人不見其間斷也。

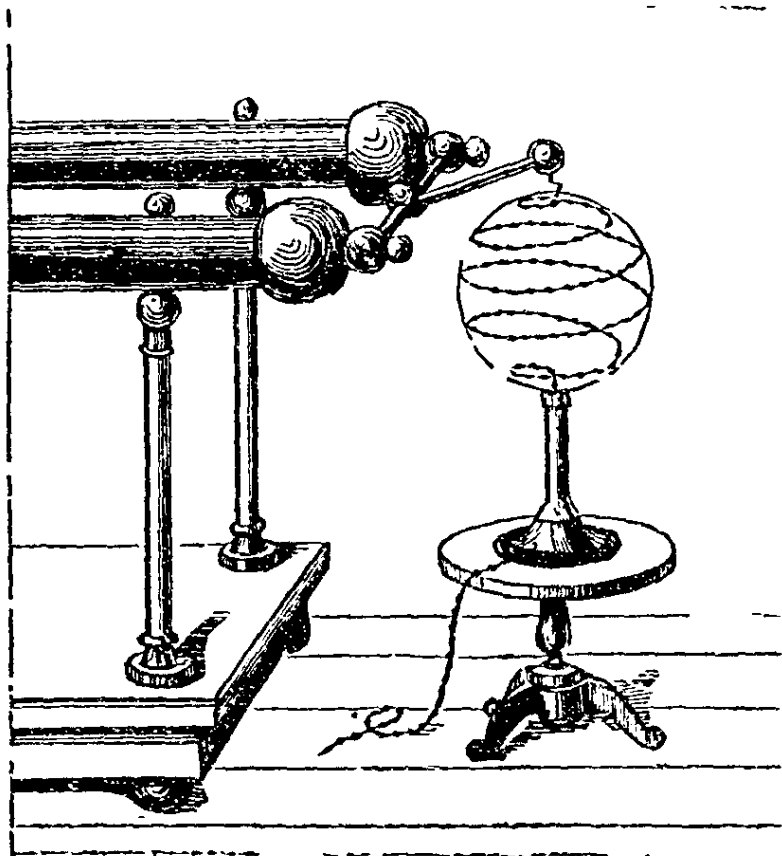
圖七十第



問 尙有何異。  
答 有名電球者。狀如十八圖。以玻璃爲球。內貼錫皮。亦窄而長者。透迤

景異電引

圖 八 十 第



氣納之。頃刻火光百點。全球大明。其所以然之故。與怪鏡之理相同。

環轉。不相觸著。錫皮上以刀刻之。以一端通電機。一端通地。嗣以電

電 中 雲

論雲中電

問 雲中電何如。

答 雲中電與電火星無異。惟猛烈過之。密雲猶傳電物。霹靂一聲。炳閃百里。猶積電機中遇物而洩。有火星出也。

問 雲中電。何法可驗。

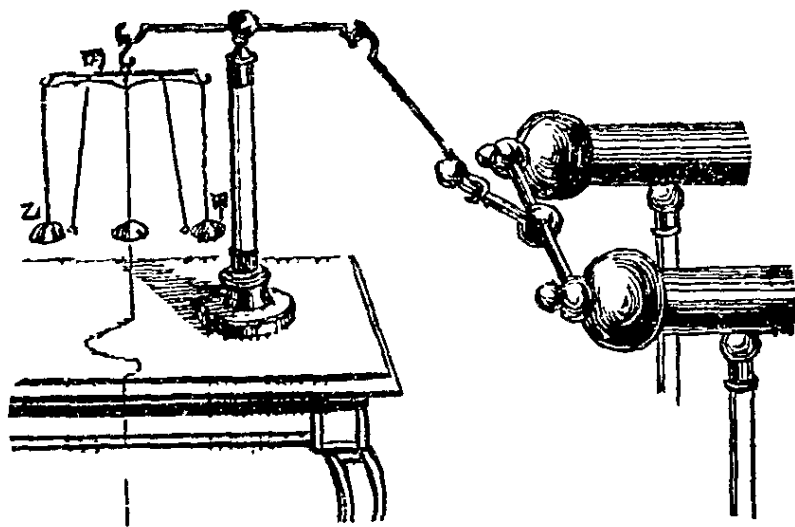
答 作風箏一。以銅條繫其上。條須尖頭。以便引電。又繫一索。繞以鐵絲。索之下端。緊縛地上。以玻璃隔截。不使達地。風箏升舉至密雲所在。索之下端便有電氣。不難以電表測之。於以知箏上有電而得之於雲中無疑。索下之電發火星。粗可一寸餘。長八九尺。試驗者偶不經心。必致殞命。故西人不敢輕試。

問 探雲中電。有他法否。

答 又有一法。更形簡易。作鐵棍一。尖其頭。支之屋頂。棍之下梢入玻璃管中。繞以火漆。凡濃雲過屋上。鐵棍下梢即可吸物。并發火星。是爲有電之明証。惟甚危。不可輕易試驗。西人有由是亡命者。可爲前車。

電 中 雲

圖 九 十 第



之鑿。若近棍處置一大鐵球。球上接以鐵索。貫入深井中。則電氣由球入井。在旁者可無性命之虞。

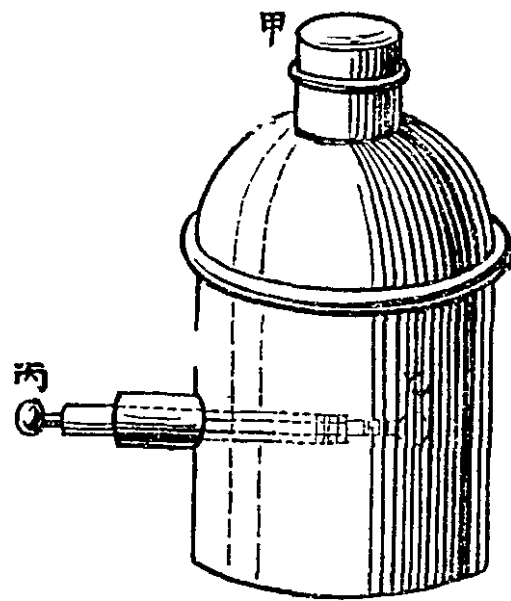
問 風箏鐵棍之法。昉於何人。

答 昉於福郎陵。時在一千七百五十二年。福別創一具。如十九圖。不必探視鐵棍。而自知電之有無。以黃銅作三鈴及二珠。均懸於銅條上。在丙字處。甲乙二鈴懸以銅絲。中間一鈴與二銅珠。懸以絲線。以中間一鈴丁丁作響。直至電盡而達於地。以銅條通電機。則二珠撞甲乙二鈴。

電中雲

止。以此具接鐵棍下。凡雲至電生。遽聞聲響。至雲散而止。  
 問 電火星驗於化物何如。  
 答 燭火甫滅。棉心方出煙時。以電火星近之。燭即燃火。鐵壺中儲精氣

圖 十 二 第

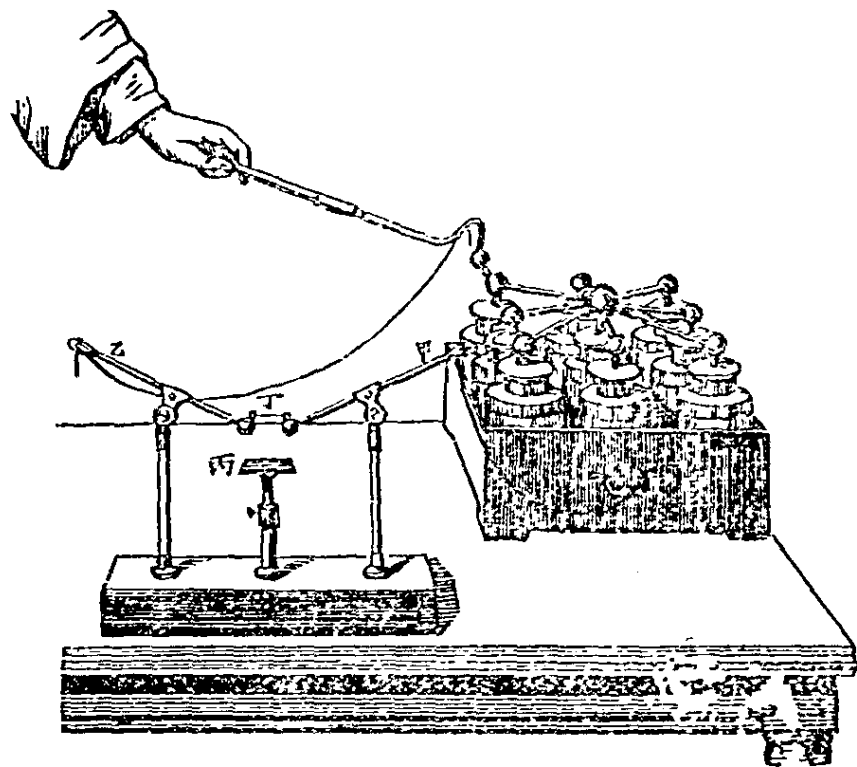


以銅箸。穴處以火漆圍箸。使箸不著壺旁。既而壺之多半空地。充以  
 輕氣。小半則充以養氣。用軟木塞壺頂一穴。卒以電氣傳於銅箸。頃  
 刻箸與壺之右旁間。有火星作。立化輕養二氣為汽水。其漲力將末

或火酒。或別種易燃之  
 物。以電火星納壺內。頃  
 刻發火燒物。瞬息而盡。  
 以硫磺末浮水面。一近  
 電火星。立即生火。有名  
 福爾達鎗者。係圓壺一。  
 狀如二十圖。以黃銅或  
 白鐵為之。橫穿一穴。貫

機電聚

圖一十二第



塞推出。發聲如爆竹。已上皆化物力。其餘似此者尙多。姑不贅。

論聚電機

問 電火星驗於機

器者何如。

答 電箱之力。能碎

數分厚之木板。

石片。玻璃管等。

譬有三角形木

塊一。長一寸餘。

置於總醒具凸

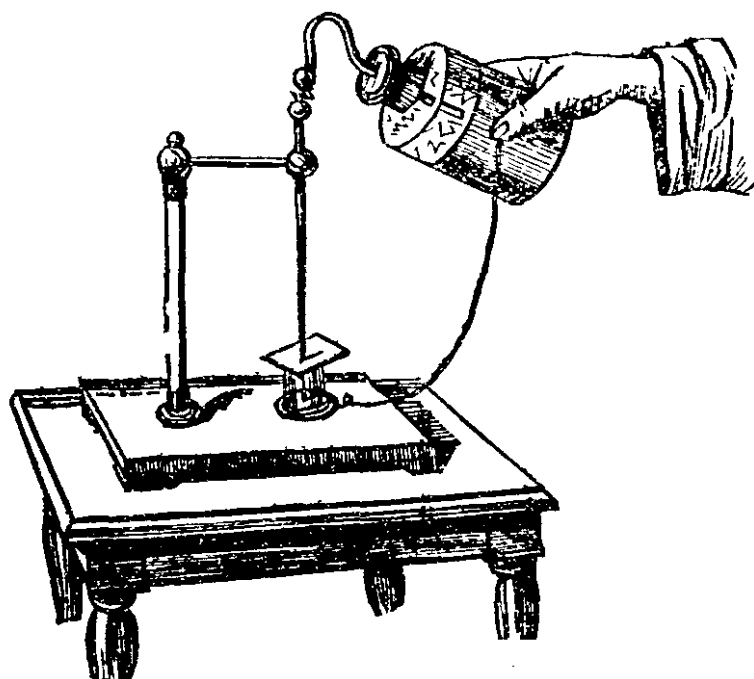
板上。通以電箱

之力。頃刻木塊

粉碎。飄揚頗遠。

作響亦洪。所謂總醒具者。狀如二十一圖。甲乙處爲二銅箸。各支於

第 二 十 二 圖



洋紙之書。其力亦云巨矣。又名穿玻璃具者。上下二銅針相向。與穿

玻璃柱上。銅箸中間有絞練。以便欹仰。丙字處為木板。或平或凸。視

應用何如。有名穿紙具者。狀如二十二圖。其制甚簡。有銅針二。上下直對。相去少許。各以尖頭相向。其梢處皆接以玻璃條。以阻電氣散失。以厚楮若干。置兩尖頭之間。卒以一針通電瓶內面。又一針通電瓶外面。厚楮便穿一穴。最大電箱。能穿三百張

電 火 星 功 效

第 二 十 三 圖



紙具無別。惟尖處須沾油少許。阻電氣散失。繼以厚玻璃一方。置二針之間。雷特瓶內外二面。通於二針。玻璃立穿一穴。此皆用於機器

者也。

問 答

見於人畜者何如。

以手指近電具。電

即入手。登時作痛。

其痛之大小。視具

之長短以別。具長

八九分。手覺微刺。

具長數尺痛至手

腕胸臆。具尤長則

全身皆痛。又視具

中積電多寡。積電

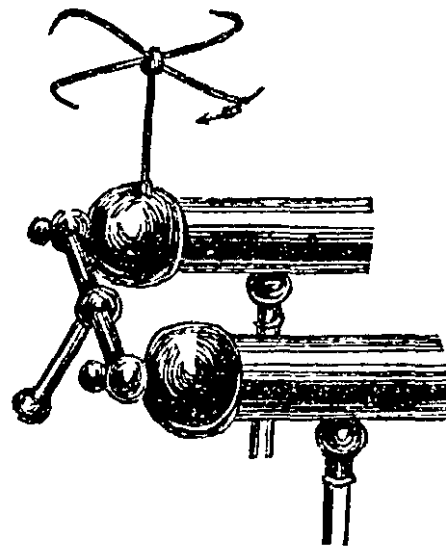
力。大於尋常電機。而電箱之力。

多則通於人畜者亦夥。故雷特瓶之力。大於尋常電機。而電箱之力。



效功星火電

圖四十二第



尤大於雷特瓶也。鳥與兔受電箱之電必死。犬豕則一箱之力不足以斃之。若干人攜手並立。如二十三圖。以一瓶之電通之。若而人俱覺電氣入身。瞬息而過。然電不可過猛。過猛則有性命危。不可不慎也。

問 電火星用於機

器有何他效。

答 有轉運之效。狀

如二十四圖。法

以黃銅作四枝。

其梢曲且銳。俱

向一方。四枝穿

於一鈕。置尖柱上。柱與電機相通。四枝即旋轉。如水車然。其行常退。此何以故。因四枝尖處。與空氣中有同名電。互相推拒。四枝乃退。若以此具納抽氣罩下。則不復旋。因無氣即無電也。此具可接五六枝。

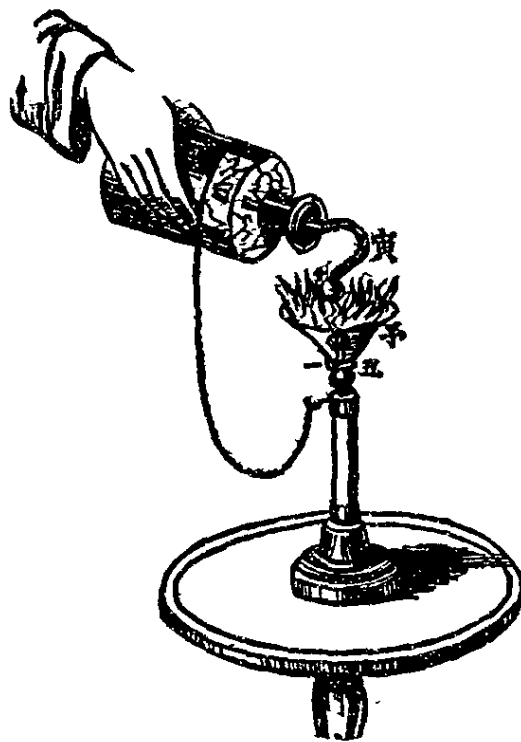
效功星火電

無一定之例。

問電火星發熱力何如。

答凡電火星著易燃之物。如火酒精氣火藥松香之類。頃刻焚燬。火光

圖五十二第



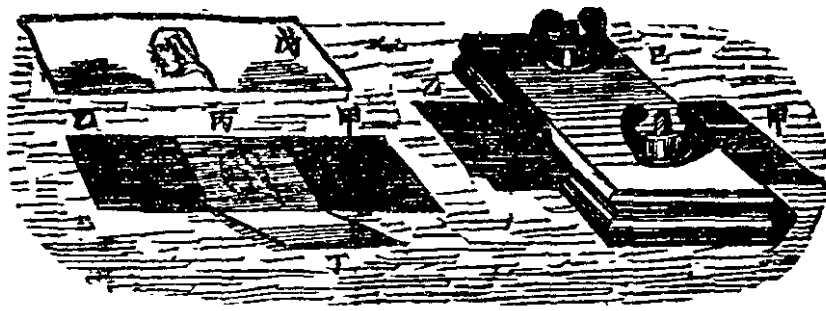
熒熒。如二十五  
圖。為電燃火酒  
之像。所用惟雷  
特瓶一。其力已  
如是。若鐵絲經  
電箱之火星。始  
則燃而繼且化。  
光作白色。若黃

金絲。白金絲與銀絲。經電箱之火星。輒消散如烟。以薄金葉夾兩玻  
璃中。或夾兩綢中。以電箱火星傳之。金葉盡消。只留紫灰。蓋金質散  
矣。西人按此理作印像法。狀如二十六圖。先將數紙疊糊作長形。如

電 火 星 功 效

甲乙丁一紙。既而中間鑄一人形。繼以此紙兩端甲乙處。貼薄錫箔。二方。又繼以薄金葉。蓋於中間。須接着兩端錫箔。稍過其邊。又繼以

第 二 十 六 圖

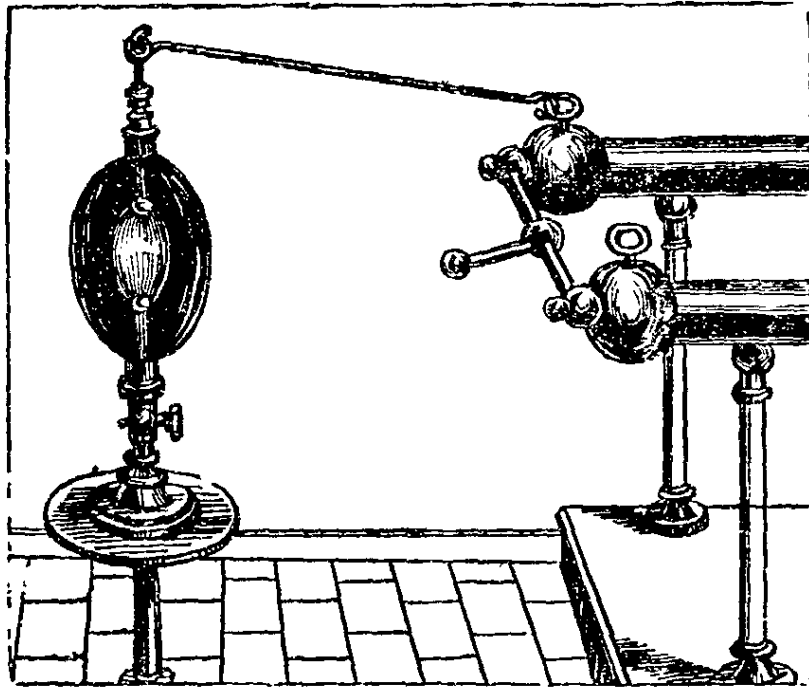


相合。欲仍隱伏。必有明光出。此電箱電瓶雷機所以有火星也。光之

丁字處一紙。蓋於  
金葉上。又繼將此  
紙置白緞上。卒乃  
全納於甲乙已壓  
板下。至是以電箱  
之電傳之。電氣自  
甲至乙經行一過。  
金葉卽銷。留人形  
於白緞。  
問 電火星發光何如。  
答 凡陰陽二電。彼此

效功星火電

圖七十二第



球中。則光變白色。卒成火星。蓋氣漲而壓。其光滙而加烈也。

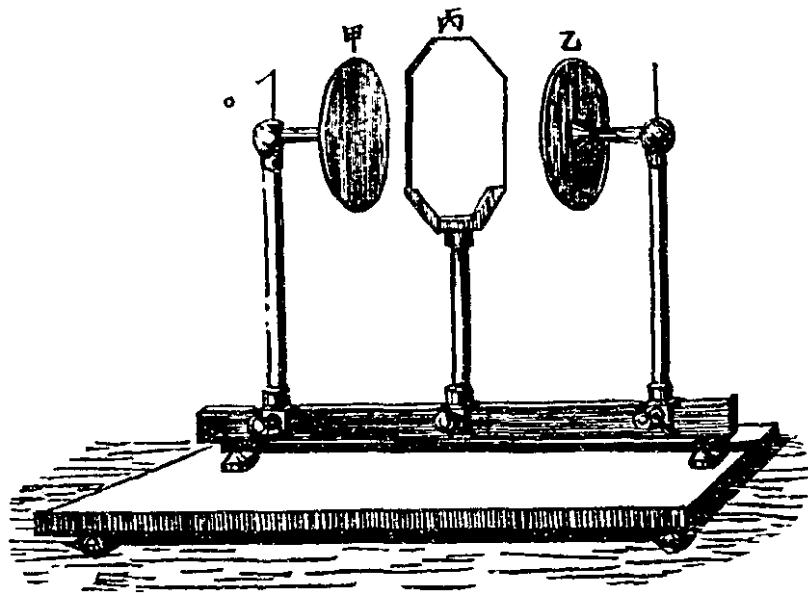
大小視物之傳電何如。傳愈速。光愈大。歷歷可觀。光之色隨物體以變。空氣燥濕亦微有牽制。有名電卵者。狀如二十七圖。係玻璃空球一。作卵形。支紫銅柱上。球中有黃銅條二。一在上。一在下。二條梢處皆作圓形。狀如荔子。下有旋機。將球中氣抽去。下條達地。然後以電機之電通之。便有紫色光。自上條至下條。充斥全球。燦然奪目。若以空氣漸納

大小視物之傳電何如。傳愈速。光愈大。歷歷可觀。光之色隨物體以變。空氣燥濕亦微有牽制。有名電卵者。狀如二十七圖。係玻璃空球一。作卵形。支紫銅柱上。球中有黃銅條二。一在上。一在下。二條梢處皆作圓形。狀如荔子。下有旋機。將球中氣抽去。下條達地。然後以電機之電通之。便有紫色光。自上條至下條。充斥全球。燦然奪目。若以空氣漸納

儲電器

論儲電器

第二十八圖



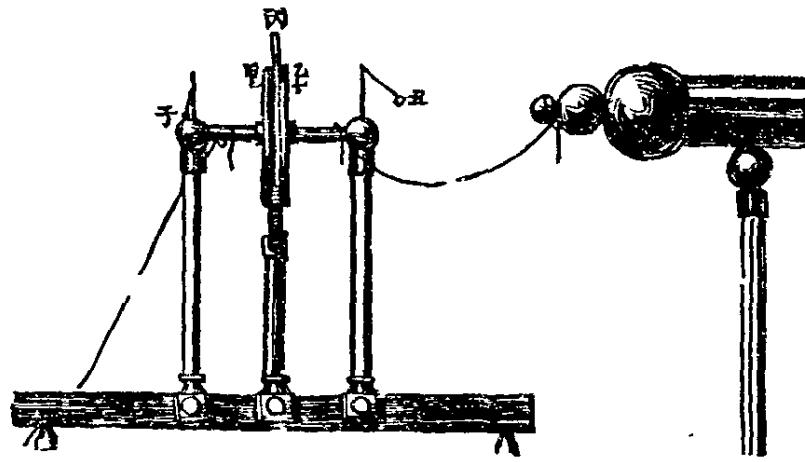
問 儲電器何如。

答 儲電器如二十八圖。名赫秘諾器。赫人名。以其始創此器。故名之。甲乙為二銅板。大小相同。均支於玻璃柱。丙字為玻璃片。較甲乙稍大。此三者俱立橫檔上。用螺絲釘粘住。惟甲乙可移。而丙則不可移。將甲乙移近。合於玻璃片。則狀如二十九圖。甲乙各有一

黃楊珠。在二十九圖子丑處。用以測電氣之有無。二銅板上各有一

器電儲

圖九十二第



銅絲。一絲通電機。一絲達於地。試以乙板與電機相通。電氣自電機

出。經銅絲達於乙板。旋經玻璃片達於甲板。斯時也。乙板稱收電具。甲板稱儲電具。凡收電具之黃楊珠。升極而不能復升。則儲電具亦盡其容量。不能加矣。至是將二銅絲抽去。電機之電。不復入乙板。甲板之一電。不復入地。如電機之電為陽。則乙板上亦陽電。甲板上為陰電。惟甲板之黃楊珠不升。因其電似隱伏者

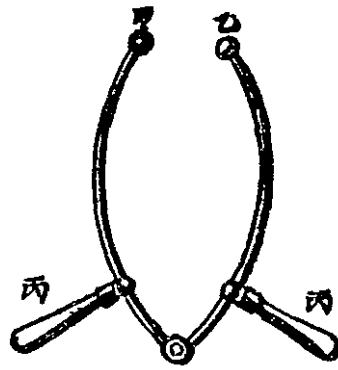
問然。若將乙板移去。則甲板之電立顯。電氣既儲。如何去之。

器電儲

答 去電有二法。一曰速去法。一曰徐去法。試先言徐去法。方甲乙二板

未離時。以手指觸乙板。見一火星出。乙板之黃楊珠稍降。甲板之黃  
楊珠稍升。既而指觸甲板。亦有一火星出。甲板之黃楊珠稍降。乙板  
之黃楊珠稍升。自是厥後。輪觸甲乙二板。恒有火星出。愈觸愈弱。火

圖十三第



星愈小。在空氣乾燥時。直至數  
下鐘之久。電始去盡。尤奇者。先  
觸甲板則電氣不去。故觸者當  
知所先後也。

問 速去法何如。

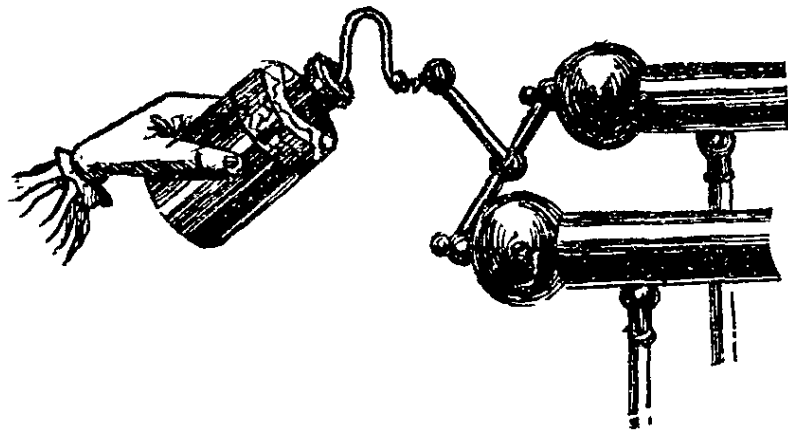
答 此法用一具。名醒具。不知何所

取義。以黃銅製二弓。連以活鈕。狀如三十圖。弓之兩端各有圓頭。亦  
以銅爲之。又接玻璃柄二。用阻電氣入人身。以一弓之頭觸一銅板。  
又以別弓之頭觸他銅板。頃刻火星躍出。殊形猛烈。原其故因二板  
上。陽陰二電復合爲一。相遇於二弓間。遂發火星。電氣亦從此隱伏。

器電儲

惟不能盡。故一再觸之。仍見火星。至四五觸後始盡。若不用醒具。以左右手觸二板亦可。惟電氣行身中。頗為戰慄。未慣者必為驚異也。

圖一十三第



外包銅皮。至瓶肩下數分而止。瓶底亦包銅皮。頸中有軟木塞一枚。

問 儲電器尚有他式否。

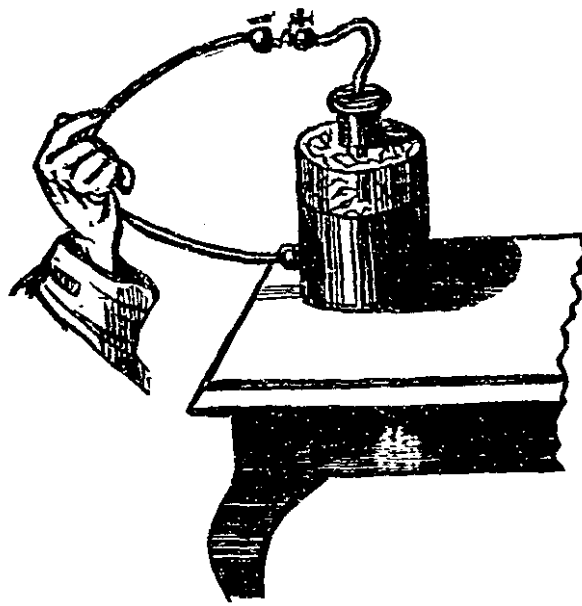
答 有雷特瓶者。其制最古。於西歷一千七百四十六年。得之雷特城。故稱雷特瓶。狀如三十一圖。瓶以薄玻璃為之。大小隨人所欲。瓶愈大。儲電愈多。瓶內充以金葉。瓶



器電儲

緊而滿塞。中穿一穴。貫以銅鈎。銅鈎外頭接一圓球。其內頭作尖形。插金葉中。西人稱金葉曰內甲。稱銅皮曰外甲。其理與赫秘諾儲電

圖二十三第



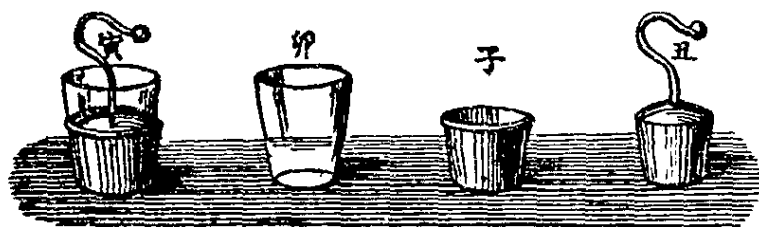
器無異。蓋瓶即玻璃片也。內外二甲猶二銅板也。收電之法。手執外甲。以銅鈎圓球逼近電機。如三十二圖。頃刻陽電通於金葉。陰電生於銅皮。若手執銅鈎。而以銅皮逼近電機。則陽電在外。陰電在內。其手執處所有與機同名之電。早

問  
去雷特瓶之電何如。  
入地下。

器電儲

答 有速去徐去二法。速去之法。一手執瓶。一手執醒具。以一端近鈎。又  
一端近外甲。登時電氣出外。惟醒具當先觸手執之一甲。否則身覺

圖 三 十 三 第



成在子字處。其內甲亦白鐵質在丑字處。將三者疊置成像。如寅字  
處一瓶。其實與雷特瓶無異。惟離合隨人。不若雷特瓶之釘定者耳。

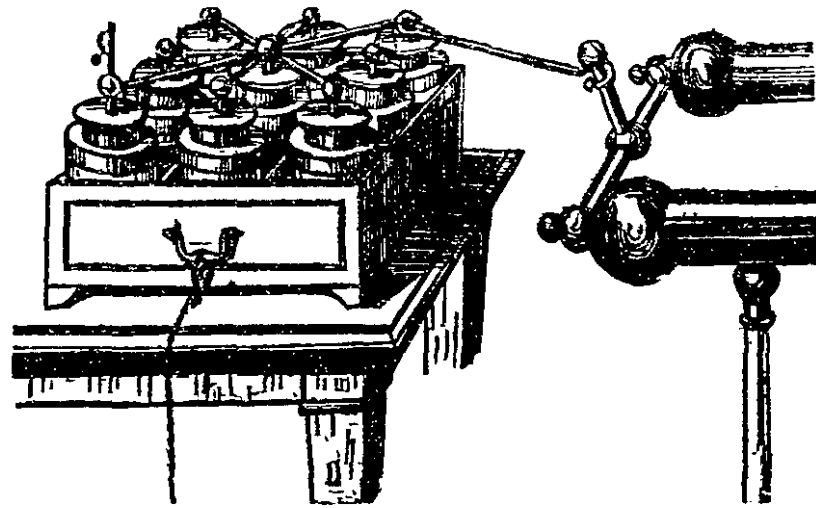
問 答

儲電器又有他式否。又有名活甲瓶者。為西人  
先觸內甲。後觸外甲。每觸  
有火星出。久而始息。

福郎稜所製。如三十三圖。  
用以徵玻璃兩面。亦有電  
氣。法以玻璃作一杯在卯  
字處。其外甲以白鐵皮製

器電儲

圖 四 十 三 第



既而傳電瓶中。置諸松香上。用手先提內甲。次提玻璃離杯。次提外甲。時二甲之電業已由手入地。倘以四者復壘為一。仍有火星出。與未

分前相若。此何以故。因玻璃上亦有電氣也。

問 儲電有無他具。

答 有名電箱者。狀如三十四圖。以若干雷特瓶並置一箱。以銅條連合各瓶之內甲。其外甲則均坐於銅板上。亦即貫通。二甲之製

與雷特瓶無異。據是以觀。電箱仍是雷特瓶。惟瓶面多而積電富耳。

蓄電儲

圖 五 十 三 第



其生電之法。無異單瓶。以內甲通電機。外甲通地。電機傳電愈久。箱

銅條。以別一端觸他物。頃刻電氣入他物中。捷於影響。三十五圖。為

中積電愈夥。逐漸累儲。非片刻立致。箱上有電表一。所以測儲電多寡者。儲電既多。將接機之銅鈎攜去。電即久存箱內。惟去電當用玻璃條。否則電入人身。為害非淺。如欲以箱中電傳於他物。須以彎條一端。接於箱上

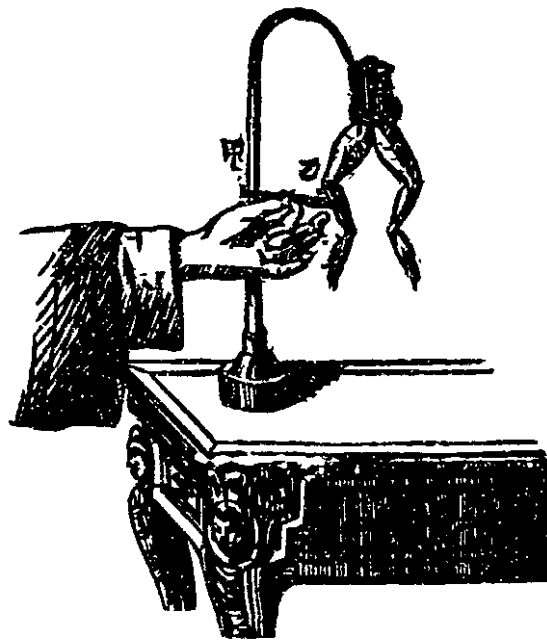
電 生 於 物 化

傳電犬身之像。

問 電火星別有功效否。

答 陰陽二電相遇於空氣中。或遇於別種不善傳電之物。必發火星。其效前已畧言。茲又伸言之。有見於人畜者。有見於化物者。有見於機器者。有見於熱力者。有見於光者。

第 三 十 六 圖



論電生於物化

問

電生於磨擦。或生於激引。已聞之矣。不知有無他法。

答

又有生於物質之變化者。西歷一千七百九十

二年。意國波羅尼城大教習。名迦爾法尼者。偶以田雞截其首。去其皮。懸之銅鈞上。又以銅條一枚。觸田雞腿及銅柱。如三十六圖。頃刻

電 生 於 化 物

田雞二股。伸縮如生。此何以故。因有電氣生也。若不用銅鈎銅條。而以玻璃鈎玻璃條試之。二股依然不動。於以知銅質傳電。玻璃不傳電。致有此異。據此田雞有電。似無疑義。西人阿爾達踵迦爾法尼後。履行探試。如鈎與條俱係銅質。則生電猶少。田雞二股。惟微動而已。若鈎與條。一爲銅。一爲白鉛。手指染強水以執鉛條。則發電甚夥。據是以推。電不生於田雞。實生於強水化鉛之力。且知陰電在鉛。陽電在強水。按此理創造電柱一具。其用甚大。

問 答

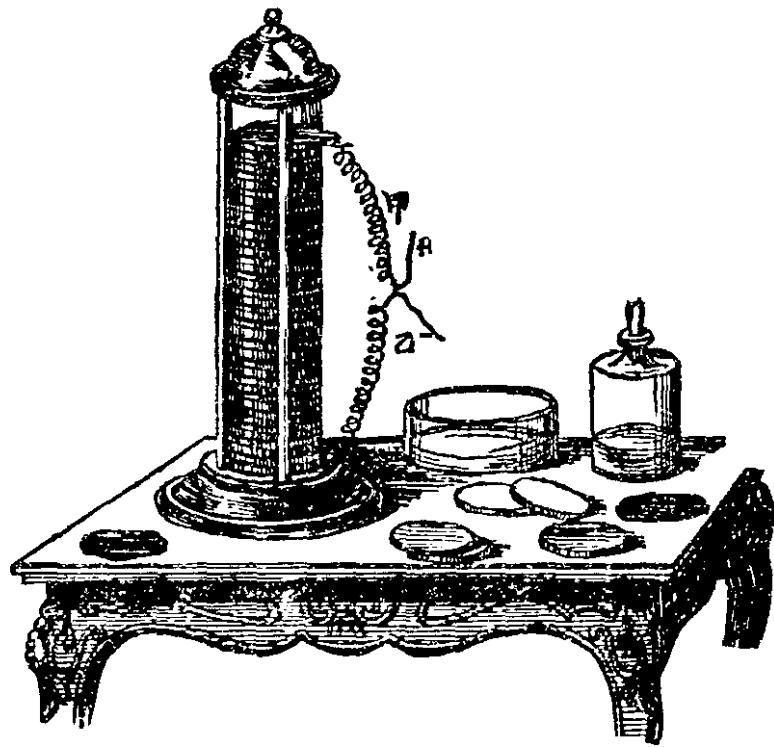
電柱之制何如。

以白鉛皮銅皮剪成圓形。疊爲柱如三十七圖。故名電柱。鉛皮銅皮併疊之。謂爲一副。共疊二十餘副。兩副之間。夾羊毛布。布上注淡強水。其疊序不可紊亂。如第一副白鉛在上。則他副亦然。底下一副安玻璃上。玻璃下托以木板。亦作圓形。頂上別有一木板。狀如蓋。四周豎玻璃細管三枚。使鉛皮等正直不欹。又於上下接二銅絲。後以電表探之。便見電柱中間無電。上下兩極有電。一爲陽。一爲陰。凡白鉛

電 生 於 物 化

皮在盡處者。恒係陽電。凡銅皮在盡處者。恒係陰電。

第 三 十 七 圖

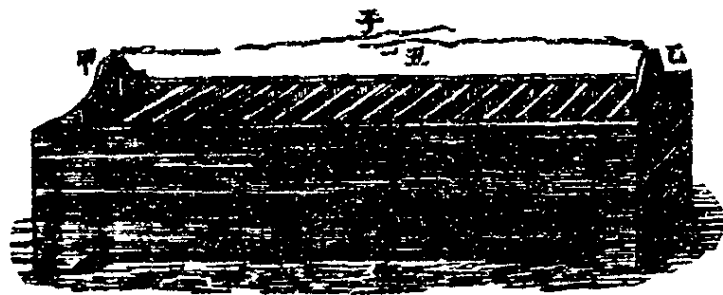


問 以電柱甲乙二線連接之。其電何如。  
答 二線一連接。陽電自陽極出。流至陰極。陰電自陰極出。流至陽極。上

槽 電

論電槽  
下貫通。此升彼降。連綿不絕。如大川之急流。故西人謂之電浪。

圖 八 十 三 第



銅板二。高起幾許。各接一絲。絲與白鉛皮相通者傳陽電。相通者傳陰電。絲與銅皮

問 阿爾達電柱外。有何他具。  
答 有名電槽者。狀如三十八圖。其制與電柱稍異。以白鉛皮銅皮作長方形。彼此堅合。成若干對。置木箱內。箱之內面塗松香油。阻電氣外散。其間隙處注含有磺強水之清水。上面須拭乾。毋使此水自此槽至彼槽。稍得流通。箱之兩端有



槽 電

問 尙有別式否。  
答 有吳拉思東電箱。吳拉思東英人名。以其創製此式。故名之。箱狀如

圖 九 十 三 第

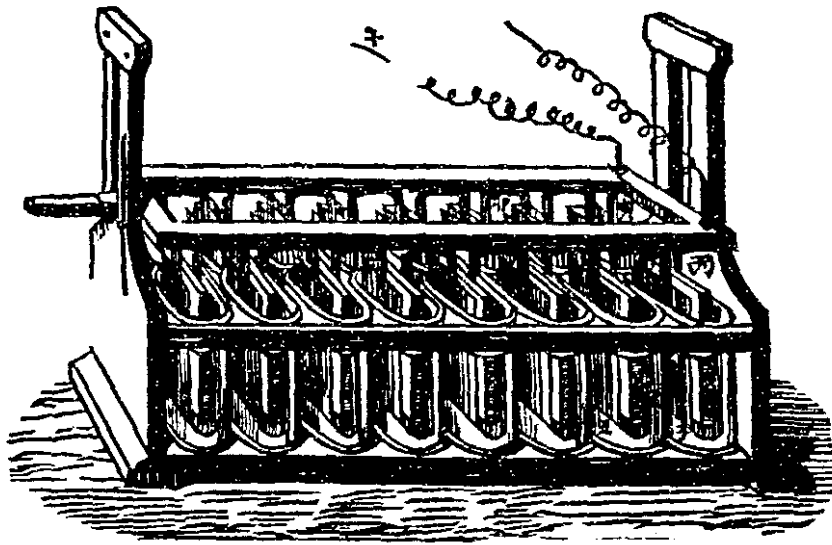
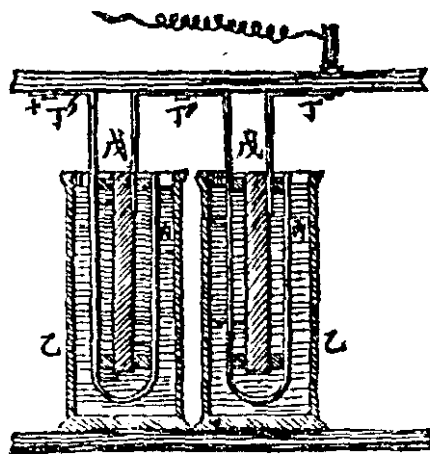


圖 十 四 第



三十九圖。法以銅鉛皮及強水。俱納玻璃瓶中。凡十六瓶。分作兩行。

瓶 電 生 篷

均懸於木架上。不欲用電。可將銅鉛皮提起。卽不發電。四十圖乃各瓶剖分之狀。乙乙乃二瓶。丙爲銅皮。戊爲鉛皮。其兩邊皆被侵蝕。故發電尤易。其法不用槽而以玻璃瓶承含磺之水。

問 電槽電箱之力能久存不失否。

答 否。初尙有力。而繼則漸殺。原其故。因電箱中質料漸化。別生陰陽二極。與原有二極相反。彼此牽制。故其力減。

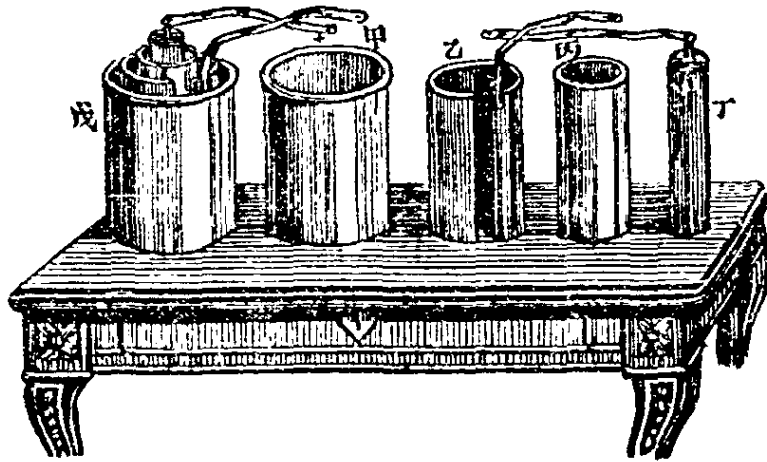
論篷生及達尼厄電瓶

問 電槽電箱之力。旣不能久留。有何法以補其不足。

答 有德學士名篷生者。在一千八百四十三年。別得一法。名枯煤電瓶。以四物合成。一瓦瓶。在四十一圖甲字處。內承酸水及硫酸幾許。一白鉛筒。在乙字處。上接紅銅帶。一粗瓦瓶。在丙字處。旁多漏隙。水可經透。此瓶滿盛強水。一枯煤條作圓形。在丁字處。枯煤條乃煤之已焦者。其傳電甚速。枯煤條上鑿一穴。接紅銅角。其尖處又接一紅銅帶。欲此瓶發電。須以乙字白鉛筒。納入甲字瓦瓶。以丙字粗瓦瓶納

瓶 電 生 鐘

圖 一 十 四 第



入乙字白鉛筒。又以丁字枯煤條。納入丙字粗瓦瓶。卒以全具納入

至八百副。惟硫酸愈附白鉛。瓦瓶強水愈減。此事不無遺恨。

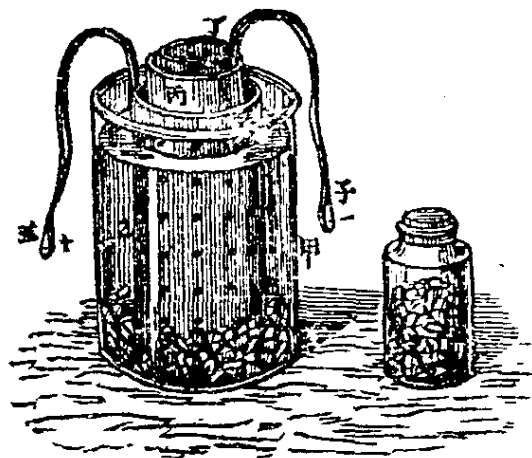
戊字一瓶。便成一副。其所以生電。則以硫酸之力。分析瓦瓶中酸水。其養氣附於白鉛。變成錳質。即白鉛養。硫酸則附於金養。變成錳養。其為物能自化於水中。而不阻水消鎔之力。於是白鉛得陰電。酸水得陽電。陰電留於白鉛上。陽電則經瓦瓶入強水。卒至於枯煤。白鉛上銅帶為陰極。枯煤上銅帶為陽極。人欲得多電。須以數十或數百副連為一具。今最大者多

瓶電厄尼達

問 此遺憾有無補救之方。

答 一千八百三十六年。英學士達尼厄另創一具。狀如四十二圖。法以玻璃瓶或瓦瓶承銅養硫養三。須稍多。不任其盡化。在化汁中。置乙

圖二十四第



字銅管。遂見丑帶成爲陽極。子帶成爲陰極。惟銅養硫養三漸次消

二銅帶。一接於白鉛。一接於紅銅。二帶未連時。電氣不發。一連則以

各物鎔化之力。電氣遽爾生發。白鉛得陰電。酸水得陽電。陽電至乙

字一管。係紅銅質者。上下皆

通。旁有細穴。銅養硫養三可

透。此管內有丙字瓦瓶。藏硫

酸淡水若干。丙字瓦瓶內。有

酸水硫酸。瓶外則有銅養硫

養三。內外漸相通透。而相蝕

則甚緩。又於酸水中有白鉛

皮一圈。在丁字處。又有子丑

電 力 著 身

亡。電不能常發。爰以銅養硫養質。置外瓶中。隨時增添。則生電可數月之久。不至耗竭。

論電力著身

問 電行如浪。有何效驗。

答 電浪之效有五。一曰著身。二曰生熱。三曰發光。四曰化物。五曰動磁。皆須與電浪相通。陰陽二電經由其間。如猛浪之經川渠乃可。

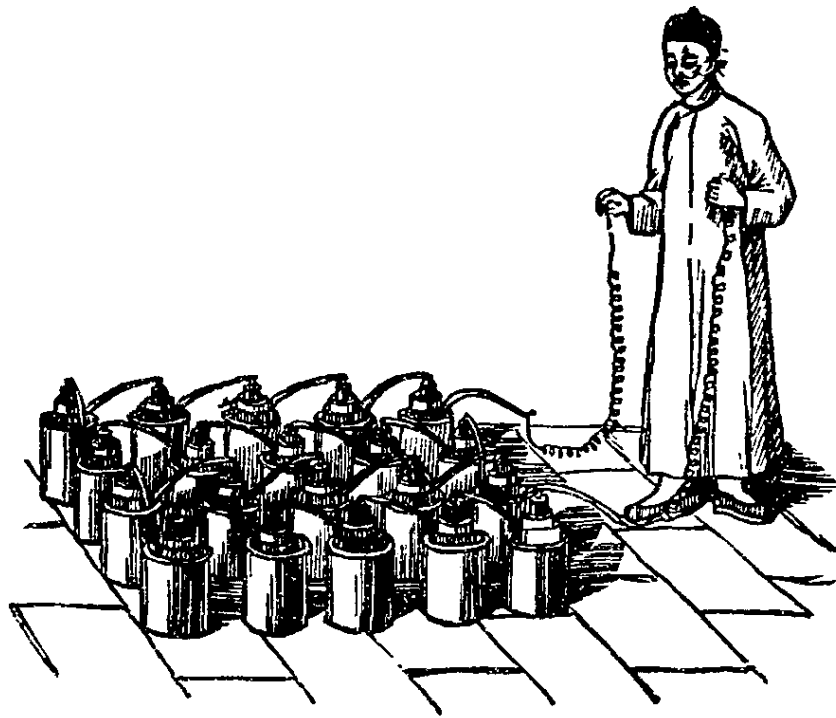
問 何謂著身之效。

答 人畜之身。一與電浪相通。立刻脈理伸縮。大爲戰慄。不特人畜之生者如是。而死者未嘗不然。四十三圖上。一人執二銅線。與二電相通。必覺異常戰慄。原其所以然之故。因電瓶中常生新電。補隨時隱伏之電。是以此往彼來。如潮汎之源源不絕。身受而爲之不舒。西士雅第尼生於嘉慶年。初試於死畜。有異驗。嘗至巴黎獸醫局。取一牛頭。置諸几上。通以電浪。忽牛目自開。耳自聳起。鼻自嗅。移行几上。如生

活者然。衆人環而觀者。詫異不置。又以死馬。置之板上。通以電浪。則

身著力電

圖三十四第



頭搖足踢。傷及旁人。英國性學家嘗出資購一人屍。係伏法死者。通

其始而熱。繼而紅。卒則飄散成煙。變為浮物。其光在銀。作淡綠色。出

答問

以電浪。立即喘  
 氣吁吁。開目炯  
 炯。筋伸舒而脣  
 鼓動。在場之人  
 大為驚駭。內有  
 一人因驚而狂。  
 為不省人事者  
 累日。

何謂生熱之效。  
 電浪入一物。遽  
 增熱度。譬入金  
 絲銅片中。立見

電 力 發 光

煙頗多。蓋銀質飛揚也。光在黃金。作青白色。在白金則作純白色。按白金極堅。火力不能化之。而得電則縮為圓珠。點點散落。有西士以六百副煤烟瓶。消白金七兩餘。歷時不過數秒鐘耳。形物惟煤精。如金鋼石等。不為電力所化。然西士屢經試驗。嘗見煤精二條。受電後。柔軟如綿。彼此粘合。是為鎔化之始。按煤烟者。燒煤成烟。附貼烟管。易消。電火不

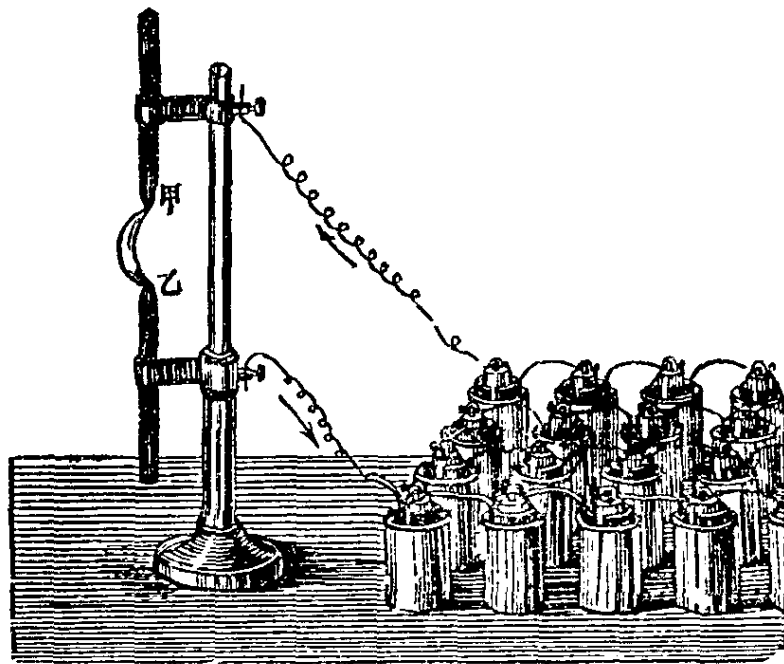
問 何謂發光之效。

答 電浪發熱。自必發光。此一定之理也。欲得電光。可用四十四圖一具。以烟煤二條。支於玻璃柱。上條與下條為玻璃所隔。故不通電。繼以五十副篷生瓶置於柱側。以陽極通於上條。以陰極通於下條。頃刻兩條煤烟相向處。燃火通紅。若上下二條移遠幾許。則電光在甲乙二字間。作弓狀。其光甚烈。目不能偏視。若電瓶多至六百副。光可長二寸。尤奇者。陽電煤烟之屑。飛至陰電煤烟。故陽電煤烟消縮甚速。一倍於陰電煤烟。經學士考驗。四十八副電瓶之光。可抵五百七十

光發力電

問陰陽二煤烟一消一長。有何法以驗之。

圖四十四第



二燭光。四十六副電瓶之光。可得太陽光四分之一。一百副電光。可

使望者目痛。若多至六百副。則其光尤烈。一望而病目疾首。近侍者而為之黑。原弓形光之由來。因煤烟化為浮質。自此達彼。頓發大熱。遂有此光云。



答 法 學 士 富 高 以 發 光 二 煤 烟 納 之 暗 室 置 散 光 鏡 之 後 其 光 射 於 黑

板 上 明 見 陽 電

煤 烟 漸 消 而 凹

陰 電 煤 烟 漸 增

而 凸 觀 四 十 五

圖 明 如 指 掌

論 電 浪 化 物

問

電 浪 化 物 之 效

何 如

答

化 物 之 效 有 二

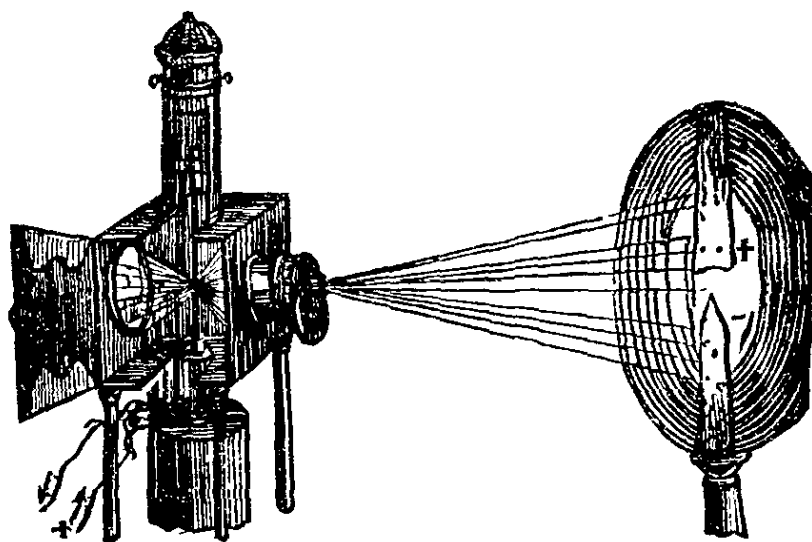
一 分 析 物 之 原

質 一 將 既 析 之

質 移 至 他 處 西

歷 一 千 八 百 年 有 英 人 賈 利 思 與 尼 高 松 用 電 浪 析 清 水 原 質 後 人

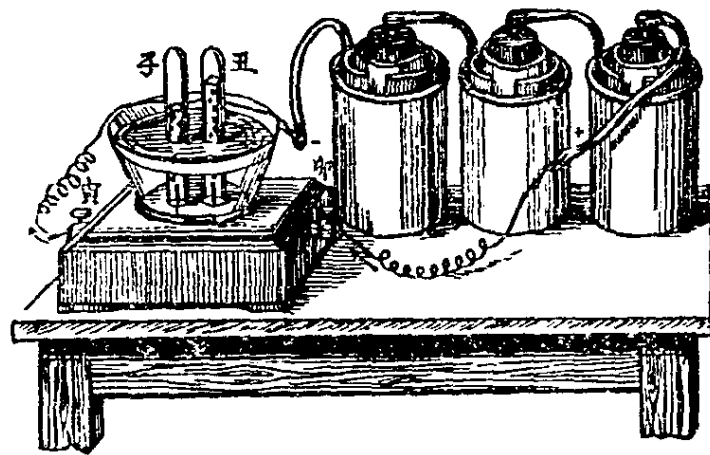
第 四 十 五 圖



物化浪電

創製一具。如四十六圖。以玻璃杯置木匣中。杯中有白金絲二。經木匣中至寅卯二銅針。杯中承清水。稍入酸水以便傳電。以子丑玻璃

圖六十四第



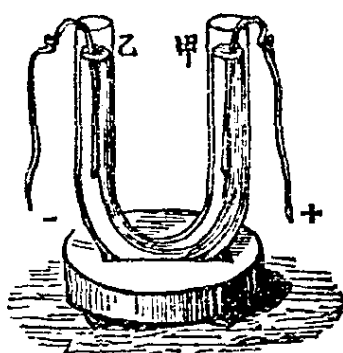
罩二。覆白金絲上。卒以電瓶二極。一接寅針。一接卯針。頃刻電浪經水。析其原質。有小泡無算。自白金絲升至玻璃罩下。細察之則丑字罩通陽電而所儲惟養氣。子字罩通陰電而所儲惟輕氣。且輕氣一倍於養氣。蓋水以養輕二氣併合而成。養氣得三之一。輕氣得三之二也。

問 電浪能化他物否。  
答 能化他物。試以酸質。含養氣質。及鹽類驗之。所謂鹽類者。以二三物

電 液 化 物

併成。譬如綠礬。乃鹽類之一種。以硫強水與鐵銹合成。凡電力化含養。恒見養歸陽極。銅鐵歸陰極。若化分強水。亦見養歸陽極。他質歸陰極。分鹽類有二景。一、強水與含養質。惟兩分而已。分後強水為電

第 四 十 七 圖



浪移至陽極。含養質移至陰極。一、強水與含養質。既分之後。含養質又復分析。其養氣歸陽極。銅鐵等質歸陰極。電液化分鹽類。有何法以驗之。

問 答 試製玻璃彎管一。如四十七

圖。內承鉀養硫養三及水。用紫花汁染藍色。以白金片二。納於管之兩頭。既而以電瓶二極。通於二金片。閱數分鐘。便見甲處陽極作紅色。乙處陰極作青色。藉知強水已歸陽極。而離養生於陰極。蓋紫花汁在強水則紅。在鹽類原質

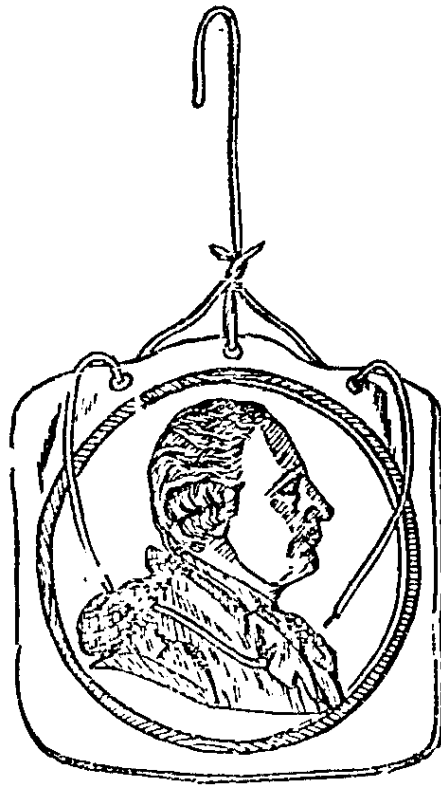
物化浪電

則膏也。

問 按此理有何功用。

答 西人按此理。鑄銅金銀器。殊精美。工亦便捷。法以火漆、白蠟、樹膠等

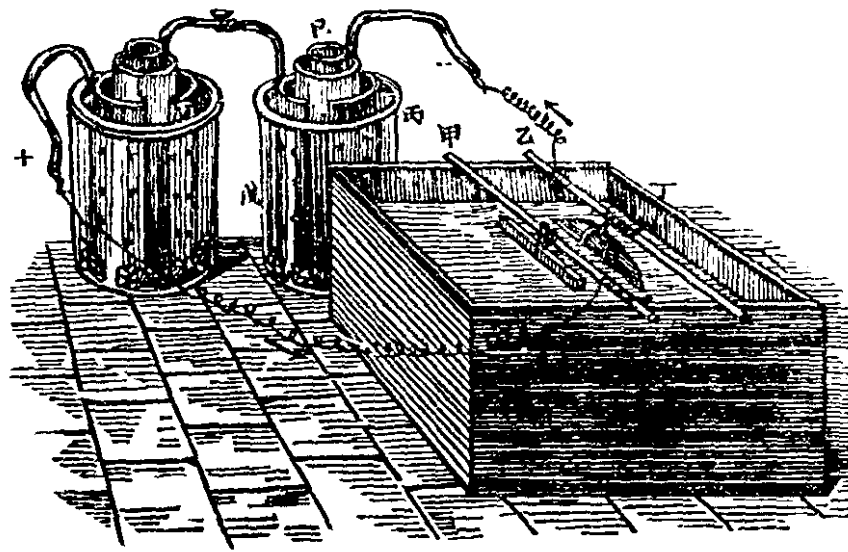
圖八十四第



製成凹模。隨人所欲。作人物器具之像。譬欲製銅牌。先以火漆作牌模。如四十八圖。其模深凹。塗以鉛屑。以便通電。模上有三

銅絲。一為懸挂之用。其他二絲用以通電浪。既而將牌模懸於陰極橫銅條。入硫酸水中。如四十九圖。其對面橫銅條上。懸紫銅一片。與牌模大小相若。卒以達尼厄電瓶通之。電浪經硫酸水中。不久銅養

圖九十四第



圖十五第



漸淤積。閱二日。模上銅形。與模像不差累黍。如五十圖。

硫養三。自行分析。硫強水與養氣往歸陽極。銅質獨附陰極。模上逐

金塗浪電

論電浪塗金

問 電浪塗金法何如。

答 當塗之器。先宜拭淨。無油膩銹污之跡。其洗拭之法。將當塗之器。納

入滾沸鹼水中。又入含

酸之水。細細拭之。既而

納之淡酸水。內有水銀

少許者。其塗法。與前一

式無異。惟酸水中或置

金銀條。或置白銀。視當

塗之器。大小何如。大則

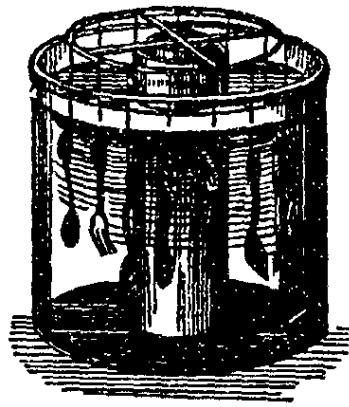
置金銀條。小則置白銀。

然不必常置白銀於酸水中。塗金之水。熱五十至八十度。狀如五十

一圖。若當塗之器頗大。則用冷酸水。不必燒熱。此二法。塗金或塗銀。

皆遲緩。電力亦微而不烈。塗金之水。不一其式。大抵以金水鹼水為

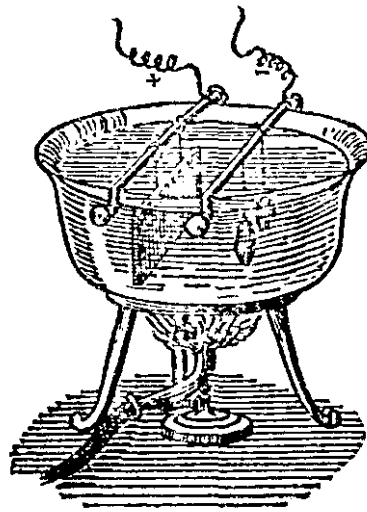
圖一十五第



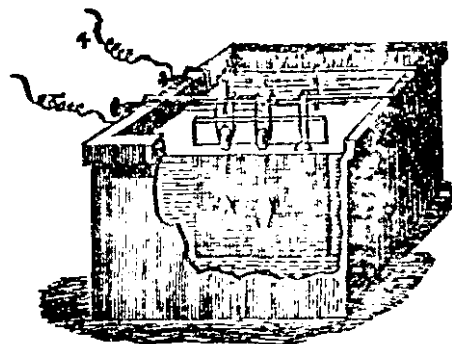
同異氣二磁電

本。而稍加白礬。多寡不等。若水中稍入銀銅質。則金色畧青或紅。塗銀亦有寒熱兩法。狀如五十二五十三圖。第一式不用酸水。用海鹽水。鹽盡則再加之。塗銀用銀水。鹹水為最妙。

圖二十五第



圖三十五第

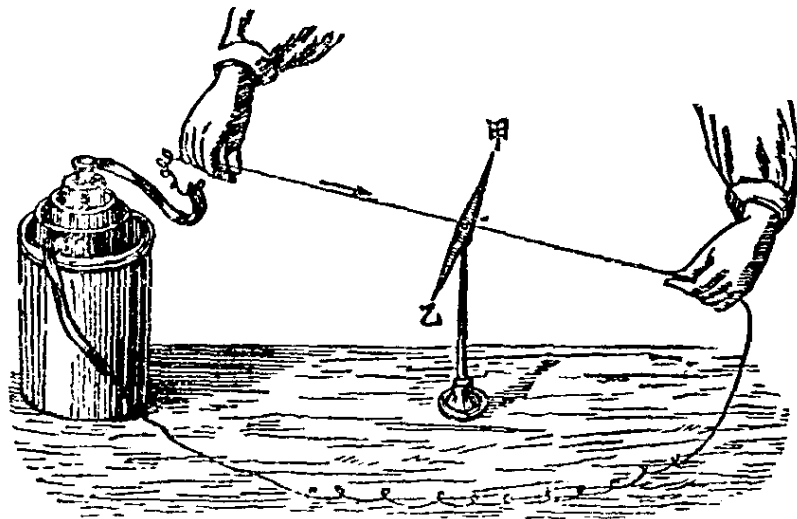


問 論電磁二氣異同  
電氣與磁氣有何分別。  
答 此二氣有相同處。亦有相異處。試為畧述。二氣俱有吸力。此其相同

電 磁 二 氣 異 同

者一也。雷電擊大舟。必將指南針轉倒。遂致南針至北針處。或竟盡去磁力。似相因而相吸也者。此其相同者二也。五金能傳電氣不能傳磁氣。此其相異者一也。電氣達於地則散。磁氣不然。此其相異者二也。電氣可通於衆形物。磁氣則惟見於數物。此其相異者三也。既有異同。言學士於二氣之從違。未有定論。迨一千八百十九年。博士厄爾斯德脫。將電與磁數四合驗。始見二氣有相違之

第 五 十 四 圖



勢。凡電線加於磁針。常推磁針與電線作十字形。欲試驗之。以磁針

德脫。將電與磁數四合驗。始見二氣有相違之



電 磁 二 氣 異 同

架於尖柱上。針可轉動。毫無阻滯。俟其穩定。正對磁午線。乃以電浪經由之電線近之。頃刻磁針移動。迨與電線作十字形方止。狀如五十四圖。惟地中磁氣牽制電針。故此十字形。稍有偏斜。不能全正。又磁針之偏斜。不循一轍。若電浪自南至北。而在磁針之上。則向北之針偏側於西。若電浪自北至南。而在磁針之上。則向北之針偏側於東。若電浪在磁針之下。則針之偏向。與頃所言相反。

問

有何簡便法。可以知磁針之偏向。

答

法人安貝爾得一便法。最易省記。可設想一人臥於電線上。電氣入

其足而出其首。若電線在磁針上。則其人覆臥。面向磁針。若電線在磁針下。則其人仰臥。亦面向磁針。無論其在上在下。常見磁針偏左。雖取譬粗陋。亦想入非非矣。

問

磁氣與地氣亦牽制電浪否。

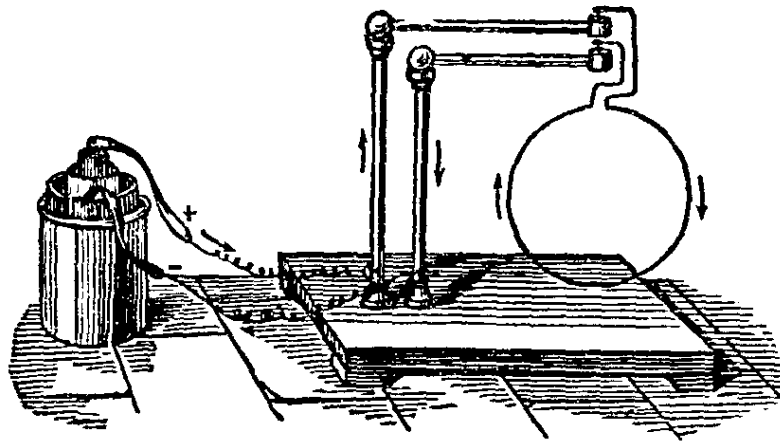
答

牽制也。試設法以驗之。以銅絲作一圈。如五十五圖。其兩端接以鋼。作圓形如珠。又製二銅柱。接出兩檔。高卑稍殊。而上下正對。梢處有

電 表

二銅杯。各盈水銀。將二鋼珠置二杯水銀上。可任意旋轉。嗣以電浪傳之。俟銅圈穩定後。以大磁石置銅圈下。與圈同在一線。便見銅圈

第 五 十 五 圖



旋轉。與磁石作十字形。此以見磁氣之轉折電浪也。地氣之力。與磁石相同。先以銅圈正對磁午線。不稍偏側。既而以電浪通於銅柱。立見銅圈旋轉。與磁午線作十字形。電浪於銅圈底自東徂西。此以見地氣之轉折電浪也。

問 按此理作何妙器。  
答 作電表。如五十六圖。此表之用。所以增電氣牽制磁氣之力。故亦名

電表

增力表。按前論。電浪在磁針上。或在磁針下。向北一針必偏側。若上下均有電浪。則其力必更大。蓋浪在針上。北針偏左。浪至針下。北針亦偏左。既推動北針。同向一方。其力自倍。若以銅絲盤數周。或數十

周。則電力增數倍或數十倍。因各周皆電浪所經也。

問 電表有幾種。

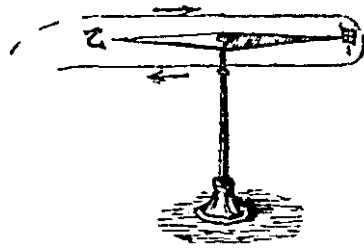
答 有二種。一曰單針表。一曰雙針表。

問 單針表何如。

答 以鋼絲一莖。裹以絲線。直傍於磁針上下。或一周或數十周俱

可。嗣以此針置銅質尖柱上。務使活動。可任意轉移。因此針有磁氣。故與磁午線同在一線。以大力電浪傳之。針即偏斜。出磁午線外。視其出外幾度。知電力之大小。是即單針表。用以衡電浪之強有力者。

第五十六圖

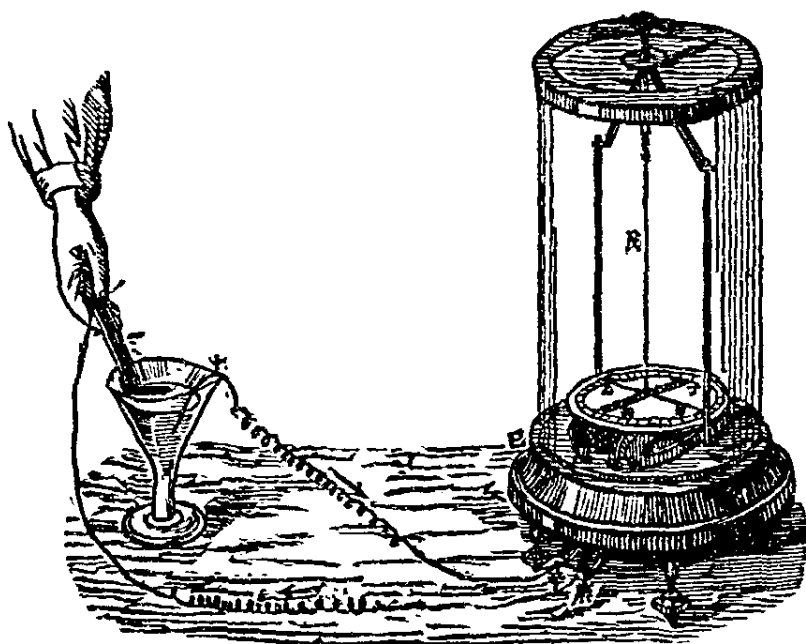


電 表

問 雙針表何如。

答 雙針表異於單針表在二。一在銅絲。其周繞之數甚多。故受電力甚

第 五 十 七 圖



使之恒平。盤上有玻璃罩。罩下有度碼圈。圈下有方木架。繞以紅銅

大。不若單針表之祇繞數周也。一在磁針。將兩磁針彼此倒置。地氣施於兩針之力。適相反背。故彼此抵拒。由是針不為地氣所牽制。卽或牽制而甚微。故稍得電氣。立即移行。異常靈捷。五十七圖為雙針表之像。已字處為銅盤。支於三枚活釘上。可隨意升降。

電 磁 石

絲。周數甚多。銅絲則裹以絲線。其兩端穿過銅盤。至庚辛二鈕。罩內有二銅條。懸線一根在戊字處。線下懸一細針。與倒置雙磁針上下平接。此雙針表之形狀也。

問 電表有何功用。

答 電表甚靈。雖微小電浪亦能立見。西人用此表察物化之電。雖動植物中。蘊電無幾。此表亦能審察。惟尋常之表銅絲只繞五六周。而察動植物之表。當繞至二萬周也。譬欲知硫酸化白鉛。有無電浪。須以白金絲二條。接於庚辛二鈕。一絲之末。浸於硫酸水中。又一絲則接於手中白鉛上。當未接時。磁針在丙丁一絲。正對磁午線。迨白鉛入硫酸水。則以化鉛之故。磁針立離午線。從知鉛始化。而電浪已生矣。觀針之偏向。知強水中得陽電。白鉛上得陰電。又觀磁針離磁午線多寡。知電力之大小。其最大者。可離至二十度云。

論電磁石

問 電氣能使鋼鐵爲磁石否。

石磁電

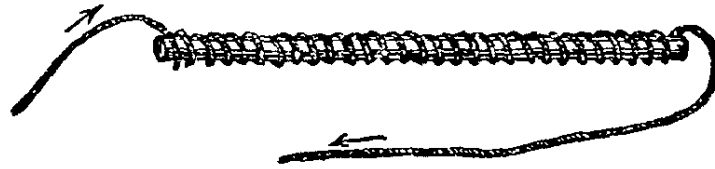
答 電氣能使鋼鐵為磁石。法以銅絲一莖。裹以絲線。盤於銅條上。如五十八圖。嗣以電氣通於銅絲上。頃刻鋼條成磁石。蘊有磁氣。若鋼條

易以鐵條。如法試之。鐵條亦成磁石。惟電氣一止。磁氣亦息。不若鋼條之久留磁氣也。

問 欲使鋼鐵成磁石。必須用電浪乎。抑雷特瓶亦可。

答 用雷特瓶亦可。惟須以銅絲一端。接於瓶之內甲。又一端接於外甲。因二電本性相同。故能互代。

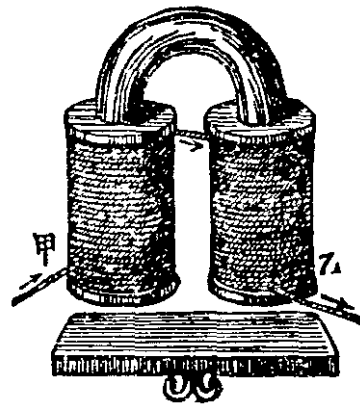
圖八十五第



問 西人按此理。製成何具。  
答 製成電磁石。法以圓鐵條。彎曲如軌。以絲線緊裹二銅絲。盤於條鐵

之兩端。狀如五十九圖。惟盤時當逆。觀圖上箭頭可知也。以大電浪

圖九十五第



傳於銅絲。頃刻鐵條成爲磁石。其力甚大。以鐵片附其下。緊貼不墮。雖力拉之亦不易脫。電磁石大者有懸掛十五人之力。總之磁力之多寡。視鐵條之大小。銅絲之長短。與電力之強弱。

總論電報

問 電報一法防於何時。

答 一千八百二十年。法學士安貝爾首創一說。云電浪能轉動磁針。當可設法以傳信息。於是用二十五磁針。指定二十五字母。每針上設一銅線。欲傳某字。則通電於某線。使之轉某針。指某字。其法煩且緩。不果行。一千八百四十年。英人某用電磁石別創一機。制亦未備。自是迄今。西人所創電報法。各出新裁。頗有異同。可約以三。一曰指字

法。以二十五字母書於圓板上。如鐘面然。用電磁石之力。推動一針。指圓板上 A B 等字。搥成句語。知遠處人所傳何事。其法簡而緩。今西國鐵路局往往用之。二曰畫號法。用電磁石之力。推動一針。俾時升時降。升則觸於紙。紙又觸於墨。遂於紙上印有墨跡。或爲點。或爲橫。或數點一橫。或一點數橫。隨我所欲。以墨跡代二十五字母。合成意義。其紙盤於輪上。逐漸拉下。故字跡雖多。不至疊積。三曰印字法。用電磁石之力。推動一針。傳其力於二十五鉛字。欲 A 卽 A。欲 B 卽 B。不啻應手而出。今各國電報局。概用此法。

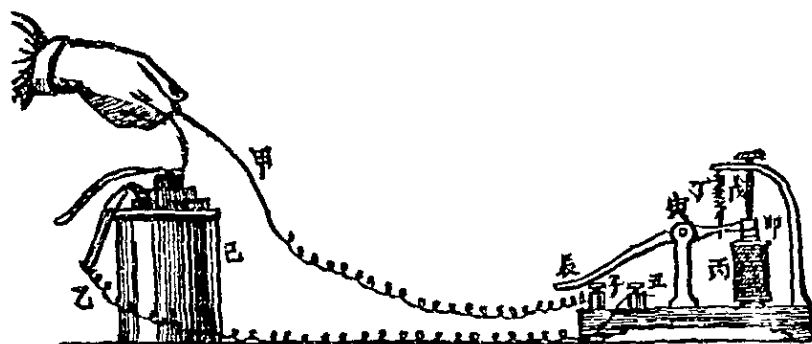
問 已上電報三式。所賴以傳報者何物。

答 所賴以傳報者。電磁機之時動時靜。與電浪之忽來忽止。如六十圖。丙爲電磁筒。置於木板上。繞筒之銅絲。皆裹絲線。由板下引至子丑二銅管。有卯辰彎銅條。支於寅字短柱。卯字處有小鐵塊。凡電磁筒得電。則吸此鐵塊。隨即落下。電浪一止。則丁字一鈎。將彎條拉起。被戊字一針抵住而止。此戊字一針。可隨意上下。巳字處爲電瓶。甲乙

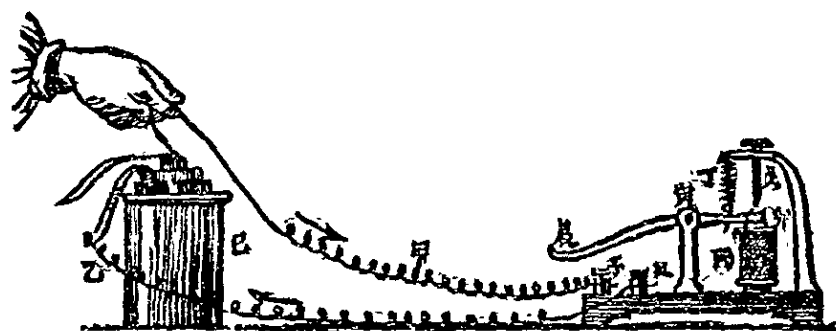


為傳電之二銅絲。甲為陽電。乙為陰電。將陽電一線。執於手中。未得  
 電氣。則彎條不動。迨一通陽電。則彎條即降。如六十一圖。蓋電磁筒

圖十六第



圖一十六第



中有電浪經行。而吸卯字鐵塊也。電浪屢斷屢續。即彎條瀕升瀕降。

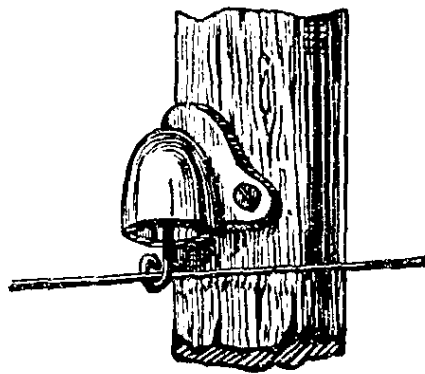
種三線電

問 擡舉一針。或指字。或印號。或書字。視所用為何法耳。已字電瓶在發報處。丙字電磁針在接報處。是即電力動機之大畧也。

論電線三種

電報傳行以何物為要。

圖二十六第



答 最要者四。一電瓶。二電線。三打電

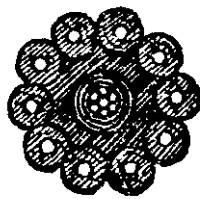
機。四接電機。電瓶之制已詳前論。茲不贅。電線別三種。一曰氣線。架於空際。立柱於道旁街市之間。如六十二圖。二曰地線。埋於地下。三曰海線。沉於海底。或河底。氣線乃鐵絲一莖。安於磁碗上。阻電氣入地。海線最遠。今五大洲音信相通。均用海線。其法與他線不同。海線中間用紅銅絲七根。紐絞為一根。又用苧麻、木屑、油漆、銅絲、松香等，裹於紅銅絲外。使海水不能侵腐。乃不易損壞。六十三圖為海線條長之形。六十四圖為海線中截之

電線三種

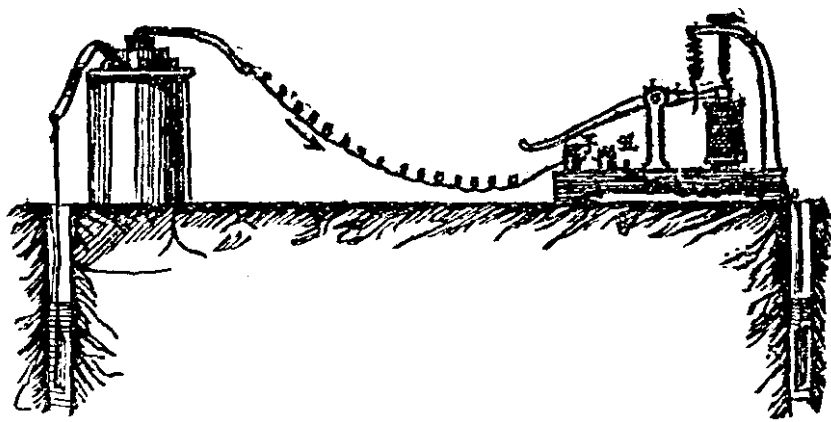
第三十六圖



第四十六圖



第五十六圖

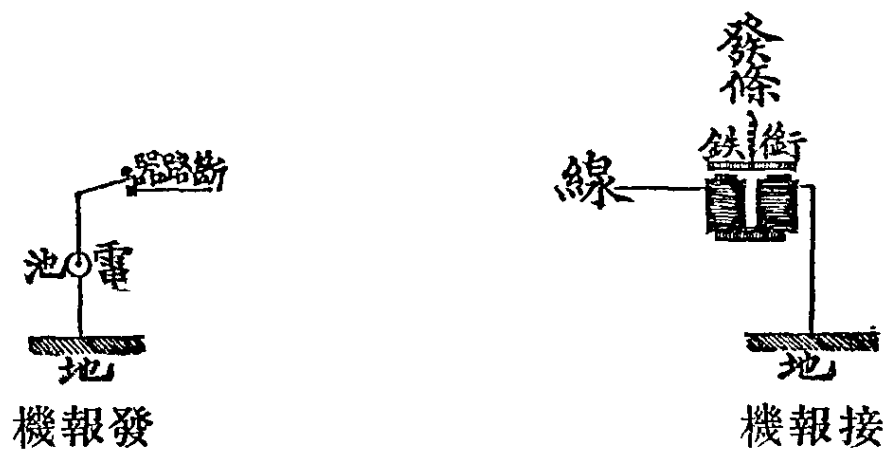


一線通電瓶陽極。而陰電一線。接一銅片。沉於井底。如六十五圖。

像。徑厚七八分。一法里重千餘斤。西人舊法。每線必用兩莖。一傳陰電。一傳陽電。近今之法。只用一線。因地球自傳電氣。可以代一線。故

機 報 電

圖 六 十 六 第



問 答

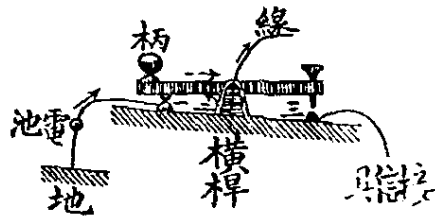
論 電 報 機

發報接報機何如。

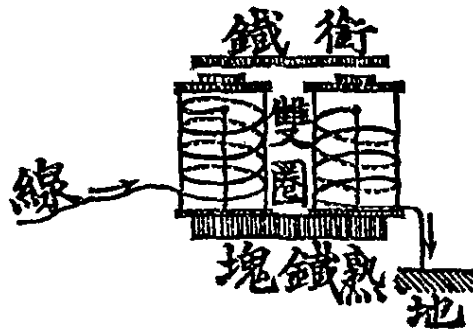
發報接報機有多種。今通行而最合用者。爲毛爾思機。毛在一千八百四十七年。得此法於紐約埠。六十六圖之左爲發報機。其右爲接報機。其實二機之制相同。因兩地信息往來。兩機中均有發報接報之具也。發報之具如六十七圖。接報之具如六十九圖。接報具之內制如七十

電報機

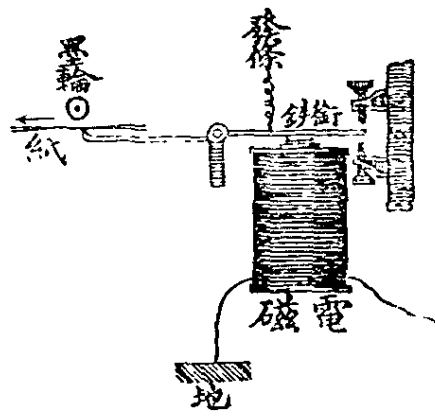
第六十七圖



第六十八圖



第六十九圖



於海底地下。此線直至他方接電機。復見於六十九圖。其電浪入電磁具中。吸動銜鐵。卒由報機入地。第六十八圖。乃電磁具內制。

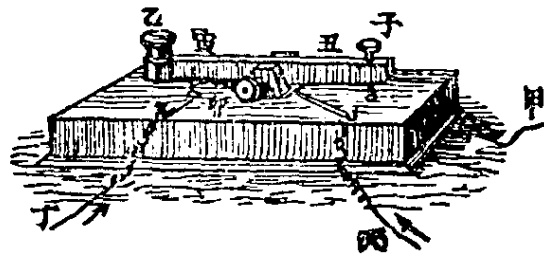
一圖。試畧言其佈置。在六十七圖地上有電池。用以生電浪。電浪經池上之銅線。入一字處銅條。自銅條入線。是即電線。支於空中。或埋

電報機

問 發報具內制何如。

答 木質長方匣一。如七十圖。上置銅條。在丑寅二字處。架於橫軸銅條  
兩端。可起落。寅字一端有薄銅片。能自伸。擡舉此端。丑字一端則貫

第七十圖



以一針。在子字處。其針觸匣中一  
針。以達於甲字銅線。電浪自丙字  
電線至。即入丑寅銅條。旋經子字  
一針。達於甲字一線。由此線入接  
報機。此接報之情形也。若欲發報。  
則將乙字處一針輕壓之。丁字處  
電瓶之電。立與銅條相通。轉入丙  
字電線。直達遠方。運其磁針。報以

音信。蓋接報發報所用電浪。皆由一線往來也。

問 接報之具何如。

答 接報之具如七十一圖。有電磁針一。凡他處發報。電浪自電線至。必

入其間。入則吸小鐵塊。使彎條之此一端落下。而彼一端起。在紙條上。印一點。或印一墨線。視時之長短而異。紙條乃盤於輪。逐漸轉動。前列六十六六十七圖即是此法。惟電浪之力稍殺。彎條擊紙之力必少。其所遺墨蹟。易於模糊。故近來別用一法。如七十一圖。丑卯爲木匣。內有時鐘盤。繞以紙條。垂下至戊字處。又下則受墨點。而往繞於酉字一盤。蓋此盤有柄可搖也。在右旁有防電架在申字處。有伽爾瓦諾表在巳字處。有電磁針在辰字處。此電磁針與其牽制之機。另列爲七十一圖。用便醒目。圖中丙庚係紙條。夾於癸辛二軸間。辛字一軸自右而左。自行旋轉。將紙條拉前。在甲字處有小軸。沾染油墨。軸下乙字處有小齒。齒上染墨。觸於紙卽留墨迹。其所以升降。則賴子字處之小鐵塊。巳字處爲橫軸。所以擡彎條者。寅丁處爲薄鋼片。稍曲。凡電浪不由電線而來。紙條不著小齒。電浪一至。則小鐵塊卽降。彎條動而丁字處擡紙上升。著於小齒。遂印墨點墨線。視其著紙之時。短長何如。著紙之時。或短或長。悉隨發報者之意。點與線所





馬 電 鈴 電

瞬息千里。猶不足以喻其速。論者謂電氣之速。一秒鐘可環行地球四週有奇。今電報往來。稍滯片刻者。非電行之延緩。惟轉動報機稍需時刻耳。

論電鈴電馬

問 除已上電機外。尙有何具。

答 尙有三具。一防電架。二電鈴。三電馬。防電架乃一直板。懸於發報接報二機。板上掛二銅片。皆有齒如鋸。上下犬牙相接。彼此甚近。然不相著。上片連於電線。下片通於地。凡雷雨交作。雲中多電。撼激電線。則電自上銅片入下銅片而及地。打報者可無性命之危。

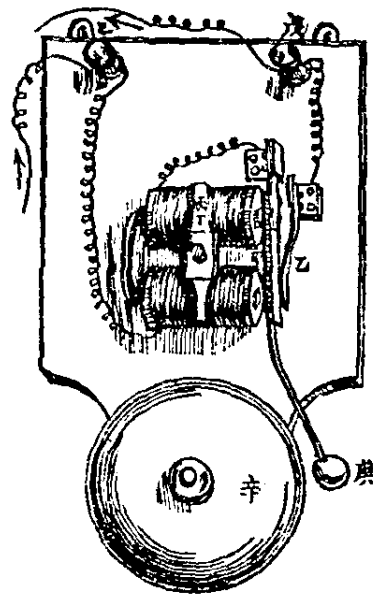
問 電鈴何如。

答 電鈴之式。如七十三圖。凡某電局。欲發報至他電局。先擊其鈴。使打報人聞聲而至。乃可打報。以木板一。釘一銅紐。在丙字處。紐上懸電磁具。電桿之電至已字處。入電磁具。吸甲字鐵塊。其電由戊字處出。方電浪入電磁具時。鐵塊被吸而墮。庚字一鎚之杪。釘於鐵塊之側。

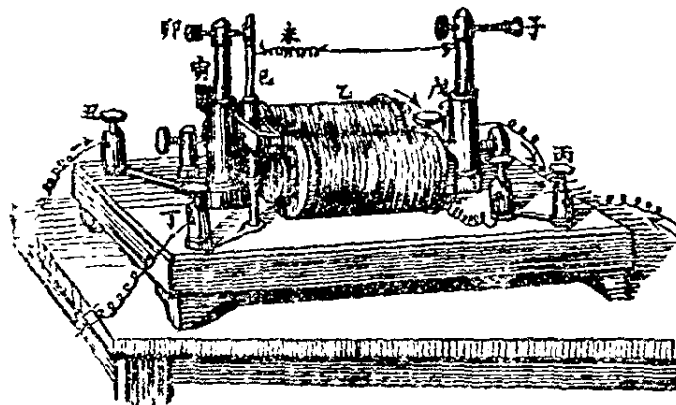
馬電鈴電

問 電馬如何。  
答 電馬如七十四圖。名爲電馬者。因其補電桿上電氣之力。猶驛馬之

圖三十七第



圖四十七第



亦卽落下。擊辛字一鈴。隨卽作響。一擊之後。鐵塊遠離乙字彎條。於是電浪息而鐵塊仍回原處。既而電浪又至。則又擊鈴。直至打報人聞聲而至。將電線通於接報機。乃不復與電鈴相通矣。

代人力也。凡電氣行於電線。遇空中濕氣。或有他故。未免散失。遠至二三百里外。其力殺。尤甚。則力不能運接報機。爰用電馬。以助其力之不足。乙字處有電磁具。左側甲字處有熟鐵一塊。支於小軸。頗靈動。鐵塊上接一銅條。在巳字處。丁丑爲二短柱。丑柱通電瓶中陽電。丁柱通接報機。右側別有丙戊二柱。丙柱接於電桿之線。戊柱通於地。電瓶之電一至丑柱。卽升入寅柱。不能折入丁柱。迨電桿之電入電磁具。則甲字鐵塊爲電磁具所吸。其銅條之上端。欹於卯字針尖。當是時。電瓶之電過巳字銅條。折至甲左一銅條。又至丁柱。旋入接報機。機爲其轉運。若電桿上電氣不復至。則鐵塊仍回原處。而電瓶之電。仍與接報機隔絕。機遂息止。凡電杆上電力衰而不能運機。尙能運電馬。於是電馬助之。仍能運機。雖二局相去頗遙。打報猶覺易。電馬之有大力。從可想見。

論電磁運機

問 電磁具能用於機器如火力之運輸否。

電 浪 相 遇

答 一 千 八 百 三 十 八 年。始 有 西 人 名 雅 各 皮 者。作 電 磁 力 運 機 法。以 白 鉛 強 水 等 物。生 電 吸 熟 鐵 拉 動 機 輪。使 之 轉 運。嘗 以 此 法 駕 一 小 舟。容 十 二 人。觀 者 稱 羨 不 置。惟 白 鉛 強 水 等 所 費 不 貲。較 火 輪 法 尤 形 昂 貴。故 其 法 不 果 行。

論 電 浪 相 遇

問 電 浪 與 電 浪 相 遇。彼 此 相 拒 乎。抑 相 吸 乎。

答 所 謂 相 遇 有 三 式 焉。一 曰 二 浪 並 行。彼 此 附 近。二 曰 此 浪 與 彼 浪 相 接。成 不 拘 何 如 之 角。三 曰 一 浪 盤 旋 於 彎 銅 絲。作 螺 螭 形。三 式 各 有 其 例。不 可 混 淆。

問 二 浪 並 行 有 何 定 例。

答 二 浪 一 往 一 來。彼 此 逆 則 相 拒。一 例 也。二 浪 同 往 同 來。其 行 順 則 相 吸。二 例 也。

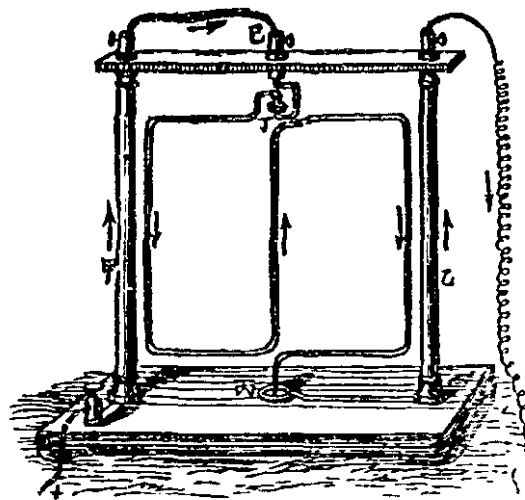
問 第 一 例 何 法 以 驗。

答 木 板 上 樹 二 銅 柱。如 七 十 五 圖 甲 乙 處。上 以 木 檔 連 之。檔 之 中 間 有

電浪相遇

銅管一。在巳字處。下有  
小杯滿盛水銀。在丁字處。  
水銀面上置一鐵尖。尖上接紅銅絲。此絲一再曲摺。自甲柱折至乙柱。直至丙字處。一杯亦盛水銀。因銅絲兩頭皆在水銀上。故旋轉甚靈。絕無阻滯。先移

第七十五圖



此絲與二柱同在一線。既而以五四篷生電瓶置甲柱下。電氣上升。由甲柱至巳字銅管。繼至丁字杯中。繼由銅絲至丙字杯中。繼又過丙杯下銅條至乙字柱而出。復回篷生瓶。當是時。銅絲方圈自行

移動。與兩柱作十字形而止。從知甲乙兩柱上電氣上升。方圈上電氣下降。兩浪並行。而其理逆。逆則相拒。第一例驗矣。

問 若以方圈製成圓圈則何如。

答 圓圈與方圈。形雖異而電氣逆行之理不甚懸殊。故圓圈上電氣亦

電浪相遇

與兩柱作十字形。無異於方圈。

問 第二例如何試驗。

答 試驗之法與上圖大同小異。須以銅方圈移去。別置一圈。務使圈之

兩旁。與二銅柱上電氣皆上升。先移圈旁離兩柱。甫將電氣納之。立見圈旁回至兩柱之側。蓋以兩浪順行故相吸也。

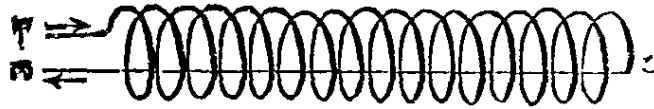
問 兩電浪相接成角則何如。

答 兩電浪同向角尖或同背角尖。則彼此相吸。一背一向則相拒。

問 電浪盤行則何如。

答 盤行者以銅絲作螺形。而電浪經其上。如七十六圖電自甲字至乙字。為盤行。自乙字至丙字。為直行。以甲乙全具。裹以絲線。名為電螺。以其盤旋似螺殼也。

第七十六圖

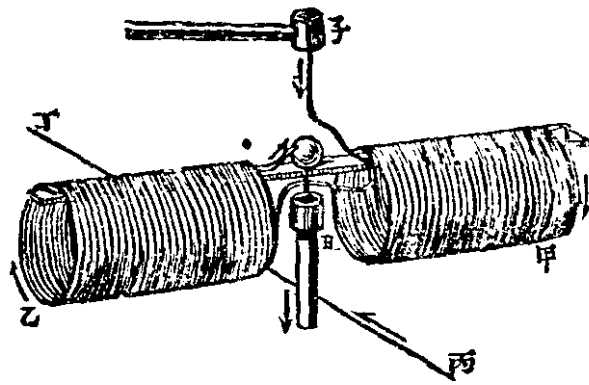


電 浪 相 遇

問 直 行 電 浪 近 電 螺 之 各 圈 何 如。

答 直 行 電 浪。能 轉 各 圈 如 一 單 圈 然。試 驗 之 法。作 電 螺 如 七 十 七 圖。懸 於 機 可 任 意 盤 旋。以 丙 丁 直 行 電 近 之。電 螺 即 轉。其 最 近 之 一 圈。與

第 七 十 七 圖



空 中。不 在 磁 午 線 上。以 電 浪 納 之。立 見 其 自 轉。與 磁 午 線 正 對 而 止。其 各 圈 底 處 皆 東 西 向。以 電 螺 指 南 一 端 為 南 極。指 北 一 端 為 北 極。其 理 與 磁 針 相 似。

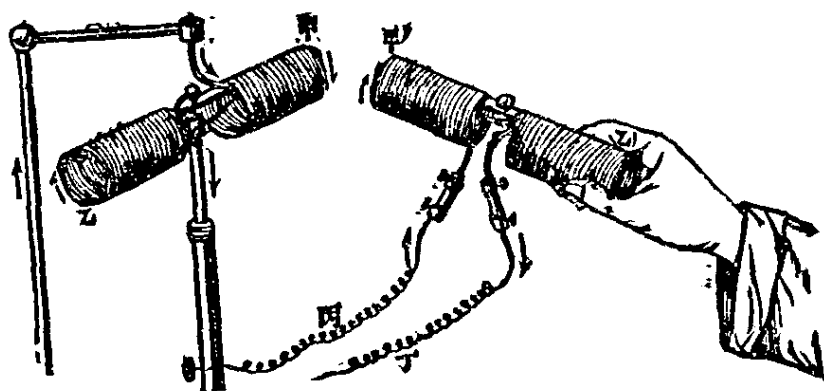
直 行 電 相 並。故 與 電 螺 作 十 字 形。若 以 直 行 電 豎 立。近 置 電 螺 之 旁。則 與 圈 旁 為 並 行。而 兩 電 同 向 斯 吸。異 向 斯 拒。捷 於 影 響。

問 地 中 磁 氣。能 轉 動 電 螺 否。  
答 地 中 磁 氣。亦 能 轉 動 電 螺。譬 以 七 十 七 圖。電 螺 橫 挂

電 浪 相 遇

問 二電螺相逼則何如。  
答 以一螺執於手。一螺懸於機。自能轉動。兩螺皆有電。彼此相近。則懸

第 七 十 八 圖



於機者自轉。為手中螺吸引。其理與二磁針相吸無異。狀如七十八圖。

問 地中磁氣能轉動電螺曷故。  
答 學士安貝爾謂磁氣電氣出於

一源。故其用亦相應。且地中有電。常自東徂西。周行不絕。磁針電螺之向南北。皆為其牽制而然。

論 乾 電

問 有名乾電者何物。

答 乾電亦名熱電。即電氣之不生於白鉛。強水等鎔化之力而生於熱



法 電 乾 生

力者。

問 熱力生電何如。

答 以五金類製成方圈。其料當是不同類之二金。兩頭接釵。煨其一頭使兩頭熱度大小不同。隨即生電。

問 生電多寡何如。

答 生電多寡不同。一、視熱度相去幾何。二、視圈料爲何金類。

問 同是某某熱度。金類中何者生電最多。

答 生電最多者。鈹合於鉍。其次鈹合於鐵。又其次白鉛合於黃銅。

問 何人始得乾電。

答 一千八百二十一年。瑞典國人西皮克始得乾電。

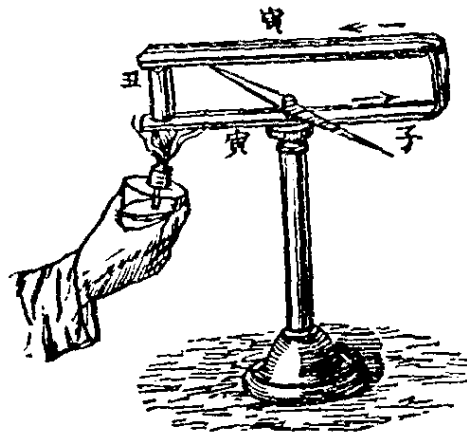
問 乾電如何徵驗。

答 製一具如七十九圖。其柱係木質。柱上釘寅寅銅皮。曲之。其兩端皆釵於鈹圓管。在丑字處。圈中有磁針一。置於短針上。殊靈活。其始磁針正向南北。在磁午線上。迨以燈火燒銅皮一端。磁針卽離磁午線。

法電乾生

從知電氣已生。其行自熱處至寒處。悉如箭頭。

圖九十七第



問 欲多生乾電。宜用何法。  
答 二金類釵成彎條。如八十圖。名爲一對。其習用

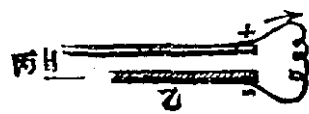
之金類。率係鉸與鉍。作甲乙二條。僅長寸許。釵於丙字處。以若干對連接之。名爲乾電表。狀如八十一圖。當以第一對

鉍。釵於第二對鉸。第二對鉍釵於第三對鉸。餘倣此。以二三十對合爲一具。如八十二圖。上下分五層。皆直立。此層末一塊鉍。釵於彼層第一塊鉸。使互相連貫。均置銅框中。在丁字處。兩旁有二銅條。其一接第一塊鉸。其二接末一塊鉍。從知寅卯二銅條。爲電氣兩極。在鉍與鉸之間。置一染漆楮。阻電氣相傳。甲乙二單。釘於丁字銅框。二單

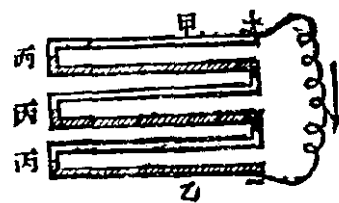
用功電乾

之旁各有一小窗。可隨意啓閉。欲熱氣自何窗入。即啓何窗。而他窗則緊閉不開。用阻熱氣散失。表制既備。加熱於一極。便生乾電。

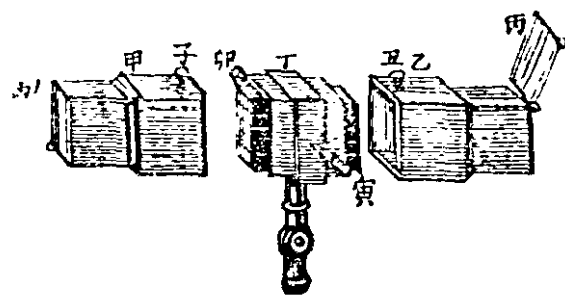
圖十八第



圖一十八第



圖二十七第



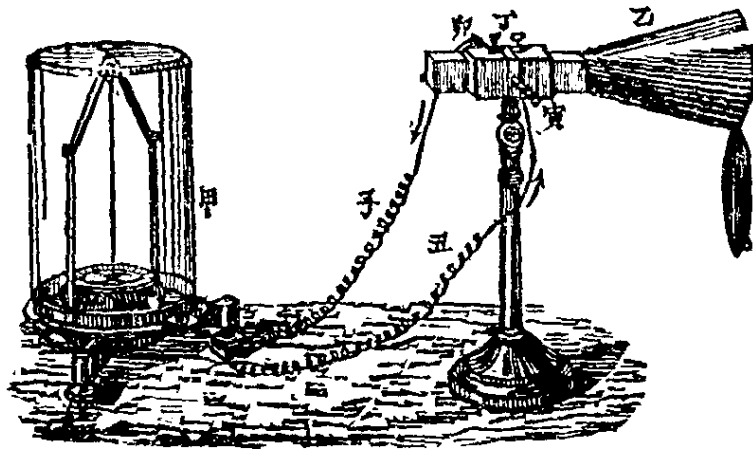
問 乾電表有何功用。

答 此表合於電浪表。便成寒暑表。如八十三圖。是表為梅老尼創製。故亦稱梅老尼表。法以粗銅絲二。自寅卯二極連於加瓦諾表。其磁針初在磁午線。迨乾電表因熱生電。自子字一絲入加瓦諾表。復由丑

用 功 電 乾

答 乾電浪之用。遠不及濕電之多。其力不能化物。惟推運磁針甚形便

圖 三 十 八 第



字一絲回至乾電表。則磁針出本午線。視其出外幾度。知乾電表得熱力幾度。甚形靈捷。在乙字處有角形筒。以厚楮製成。內面塗黑色。杜旁來之熱氣。參入欲

驗之熱氣中。於是欲驗之熱氣。即由角形筒入表。其熱有幾。立見於磁針之偏側。蓋熱力愈大。針愈偏也。由是觀之。電表可測熱度多寡。不啻尋常寒暑表。且甚靈。近今熱學日精。以此表為利器。

問 乾電浪何用。

濕電引電

捷。梅老尼表其一証也。

問 乾電流行如浪。有無一定之例。

答 定例有三。一曰，二金類合成一對。其兩頭一寒一熱。凡寒熱相去之數同。電浪之大小亦同。二曰，兩頭一寒一熱。相去愈遠。電浪亦愈大。譬如一頭寒。至初度。又一頭逐漸加熱。至四十五度。則電浪依次增多。不稍躐等。三曰，兩極寒熱同在某度。金類對數愈多。電浪亦愈大。已上三例。大有關於電學。一則藉以知電浪之大小。二則藉以定電表之度數。

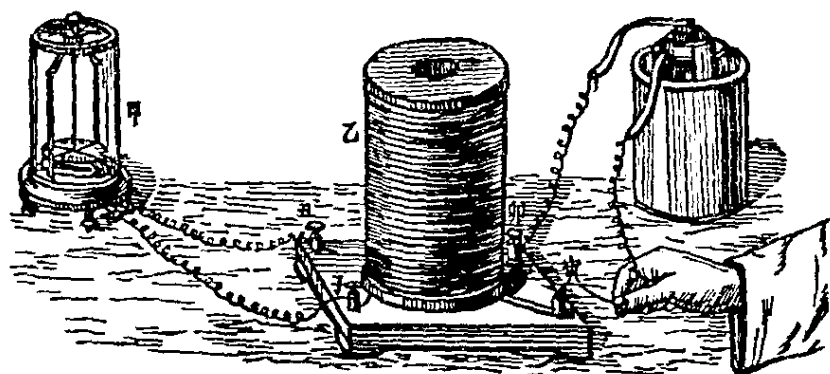
論濕電引電

問 電機能引電。今濕電何如。

答 濕電亦能引電。與電機相彷彿。今俗名爲感電法。先製一具如八十四圖。中間爲木質或楮質空筒。筒外自上而下繞以粗銅絲。長約一丈。粗銅絲外。再繞細銅絲。長至一百丈。粗細二銅絲均以絲綿包裹。稍塗以漆。粗銅絲二頭接於卯寅二小柱。其柱釘於空筒下平板上。

電引電濕

圖四十八第



電爲母電。稱第二絲之電爲子電。

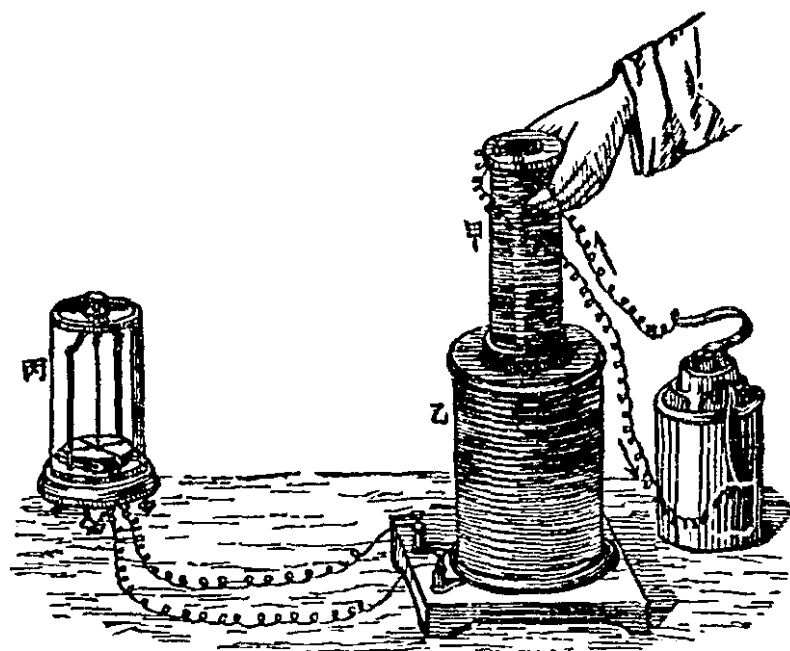
以電浪表二銅絲通於子丑二小柱。又以電瓶之一極。接於卯字小

柱。又一極則攜於手。凡手中一極通寅字小柱。電瓶之電入粗銅絲。磁針立即移動。觀其移左移右。知細銅絲上亦有電。而其流行之向。與粗銅絲上相反。方電瓶之電經粗銅絲上。磁針即移幾許。立回原所。從知細銅絲上已無電矣。然手中電線。一離寅字小柱。磁針又移。觀其移側之向。知細銅絲上電氣流行。與粗銅絲上同向。西人稱電瓶之

濕電引電

問 感電約以幾例。  
答 約以三例。一曰。母電始行於至近之絲上。即生子電。然其行與母電

第八十五圖



圖。乙字處為空筒一。繞一細銅絲甚長。甲字處別有一筒。亦繞一銅

問 答

感電有無別法。  
別有一法。凡電浪  
一近銅圈。或離去  
銅圈。即生子電。試  
驗之法。如八十五

電 感 鐵 磁

絲粗而短。甲筒之大小。可入乙筒內。先以電浪納甲筒。既而以甲筒急入乙筒。便見加瓦諾表磁針移動。從知乙筒有電。而其行與甲筒逆。但轉瞬卽止。磁針仍回原處。將甲筒速去之。細銅絲上又有電。其行與甲筒上順。此亦感電之一法也。

問 何爲甲筒須急入乙筒。或急離乙筒。

答 因入或離稍緩。生子電甚微。磁針稍移而止。故欲多生電。必當急入急離也。

問 感電尙有他法否。

答 磁鐵亦能感電。故學士安貝爾謂磁氣電氣同出一原。其說尤可憑信。試驗之法。先製一空筒。繞以細銅絲。長約一二百丈。細銅絲外裹以絲綿。其兩端接於加瓦諾表。如八十六圖。急將磁鐵納入空筒。表上磁針立出本午線。觀其偏向。知空筒上電浪。與磁鐵上電浪。彼此逆行。惟不轉瞬而磁針仍回原處。若急去磁鐵。則磁針復移。視其偏向。知空筒上電浪。與磁鐵上電浪。彼此順行。此感電之又一法也。



筒 福 高 隆

問 地球能感電否。

答 地球蘊電氣。不啻一大磁石。故以銅鐵為圈。支於橫軸。疾轉之。亦生

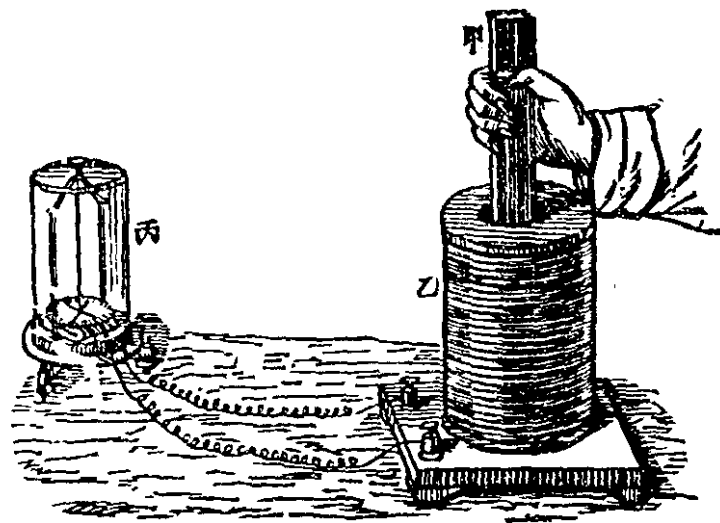
子電。惟橫軸須在磁午線。其北一頭畧低如磁針乃可。

問 子電有何功用。

答 子電之功用。無異尋常電瓶。故亦能發光。亦能撼動筋絡。亦能分水質鹽質。及牽制磁針等。其力大於尋常電瓶。幾與發電機相埒。

論 隆 高 福 筒

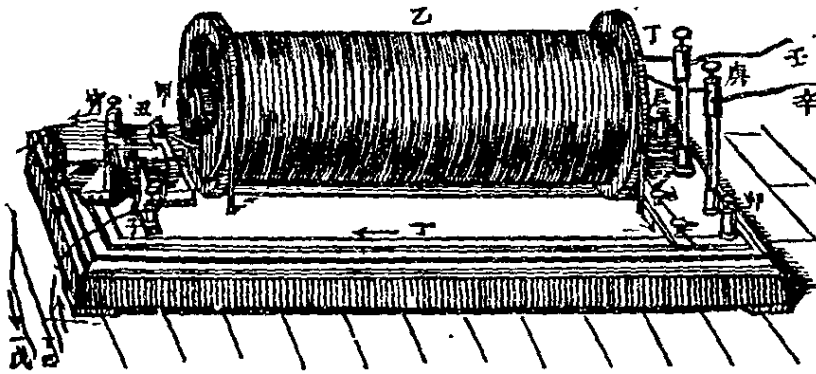
第 八 十 六 圖



問 已上所言功用何法可驗。  
答 有名隆高福筒者。狀如八十七圖。筒之大小不一其式。隨人所欲。可

隆高福筒

第八十七圖



大小之。今習用之最大者。長二尺許。徑八寸許。其製法悉如前八十  
四圖。其粗銅絲約厚七厘。長僅二三邁當。其外罩以玻璃絲網。或像

半圈。則電氣頓易其路。自丁字一線入筒。自丑字一針出外。若黃楊

皮網亦可。網外繞細銅絲。長可十  
萬邁當。粗細二銅絲均以絲絛包  
裹。以三四篷生瓶通於粗銅絲。是  
為母電。其通電之法。在巳字處。電  
氣上升至丙字黃楊柱。柱之兩旁  
有銅片二。接於左近二銅條。一在  
子字處。一在寅字處。電氣自黃楊  
柱折至丑字一針。然後入隆高福  
筒。自是前行。由丁字一線回至寅  
字一針。後經戊字一線回至電瓶。  
如將黃楊柱旋轉一百八十度。即

柱。祇旋九十度。則遏阻電氣不復流行。此粗銅絲之所以傳電也。細銅絲兩頭在庚丁二針。其電氣自壬丑二線出。通於機器是卽子電。

問 隆高福筒如何生子電。

答 按前論粗銅絲上有電時。細銅絲上不生電。必須母電時斷時續。乃子電生發。故筒尾置鐵斧一。升降頻仍。而子電大作。原鐵斧之所以能升降。則因甲字處有軟鐵一片。凡電浪經粗銅絲。軟鐵得磁氣。吸引鐵斧。斧乃升。迨粗銅絲上電浪忽止。軟鐵之磁立散。斧乃降。厥後又有電。又得磁。又吸斧。電之去留甚速。卽斧之升降甚急。其母子二電相逆行。子電多寡先後一轍。計其力則順行時尤大。

問 子電之效有幾。

答 有五效。一曰增熱。二曰發光。三曰化物。四曰運機。五曰著身。五者無以異於電瓶之電。

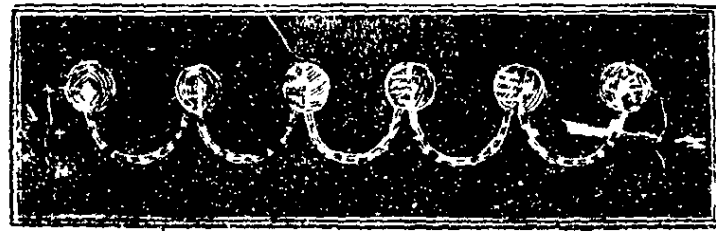
問 增熱之效何如。

答 以細鐵絲一。連接隆高福筒。壬辛二線。再以電瓶通之。便見細鐵絲

筒 福 高 隆

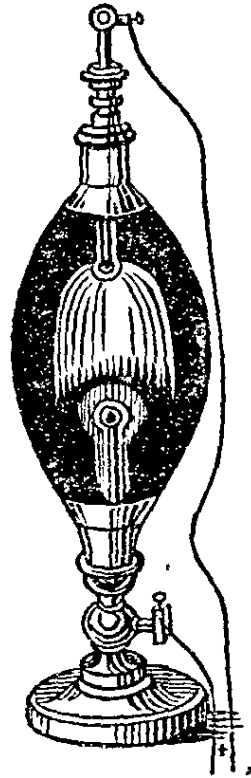
問 焚灼通紅。此熱力致然也。用此法可焚礦中穢物。發光之效何如。

圖 八 十 八 第



如八十九圖。支以銅足。裝二銅條。上下相遠四五分。去其氣。以上條通電。下條通地。立見卵內生光亦作紫色。

圖 九 十 八 第



答 以玻璃作若干球。連以玻璃條。如八十八圖。兩端接白金絲。先將球中空氣抽

去。納輕氣少許。迨白金絲與子電相通。立見全管生光作紫色。或又作玻璃卵

光 電 物 透

問 透物電光如何。  
答 英人克路克斯以玻璃作橫筒似茄形。如九十圖。中空而留氣甚少。

圖 十 九 第

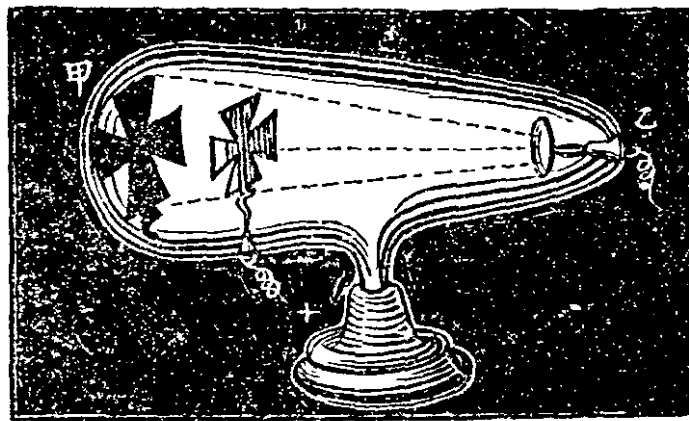
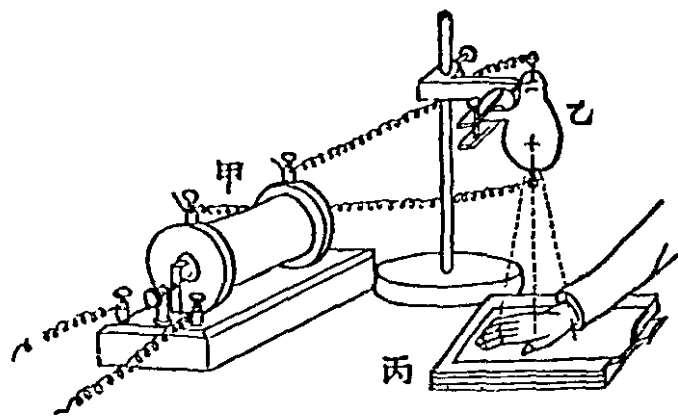


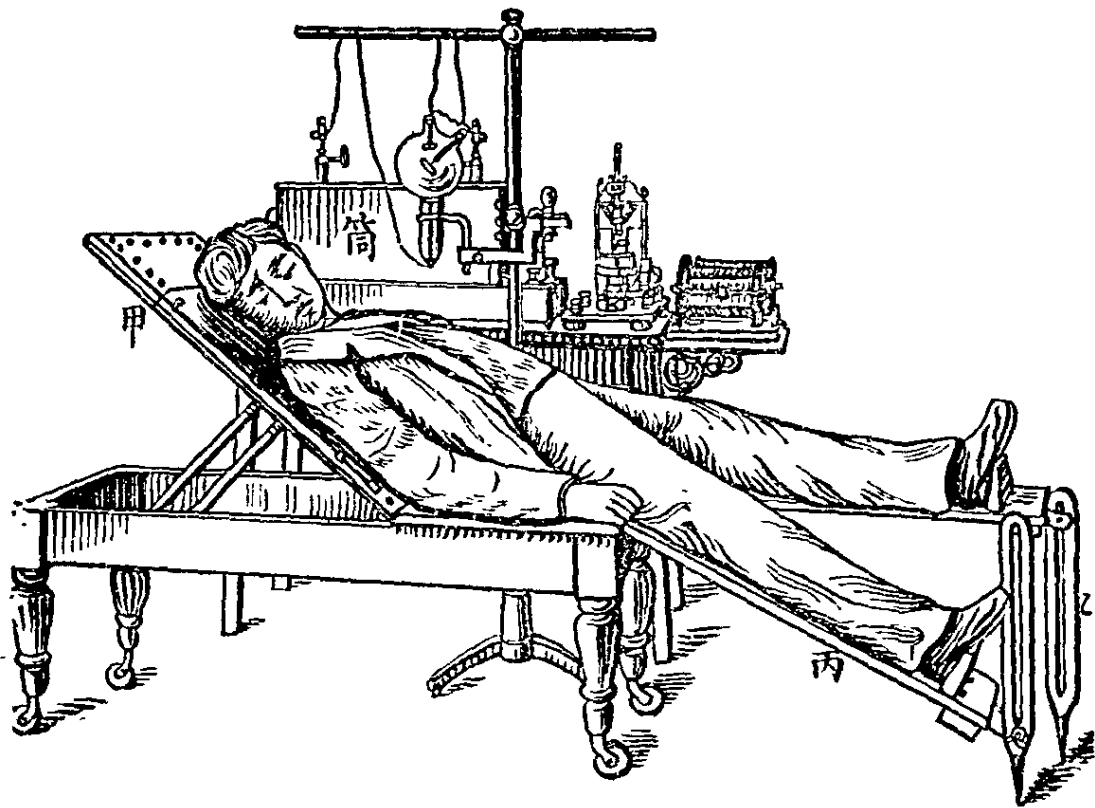
圖 一 十 九 第



用隆高福筒在橫筒粗處通以陽電。尖處通以陰電。見玻璃上現大光。若筒內置一鋁質十字。則粗處現一黑影。一千八百九十五年。有

透物電光

第九十二圖



德國人名倫根者。用黑物掩此大光。而光仍透過。繼用二片。片上塗銀鉑。衰三質。置於暗處。將欲照之物置光與片之間。物像立印於片上。因片上三質。價值太昂。後易以照相片。藏之木匣中。匣上置欲照之物。以橫筒之大光照之。如九十圖。則光透匣中。

效·之·機·運

物像印於照片。用尋常藥水。可脫其像於紙上。是卽透物電光照像法。此光不折不回。直行透物。凡質點稀疏之物。皆能透達。有人用以照禽獸臟腑。歷歷可數。英人在斐洲僱黑人覓寶石。黑人吞石腹中。遺出售之。必得重價。英人以此光照之。黑人無從施其技。日本人以人面魚運往外洋。西人照以此光。卽知物之真偽。雄蠶抽絲多於雌蠶。西人初不能辨蠶之雌雄。今以透物電光照之。知雌蠶腹中有小卵。透光畧少。關卡上用此法查察私貨。不必開啓箱籠。而如見肺肝。醫家以此法照內外各症。形狀畢露。卽肺癆等症亦能見其壞爛處。曾有西醫傳徵菌病於數兔。照以此光。有兔愈有兔不愈。可知此光照見臟腑。鮮能愈疾。其照人法。如九十二圖。人臥機牀上勿動。機可高下。身下有照片。以電光照之。人像留照片上。病處亦現。

問 化物之效何如。

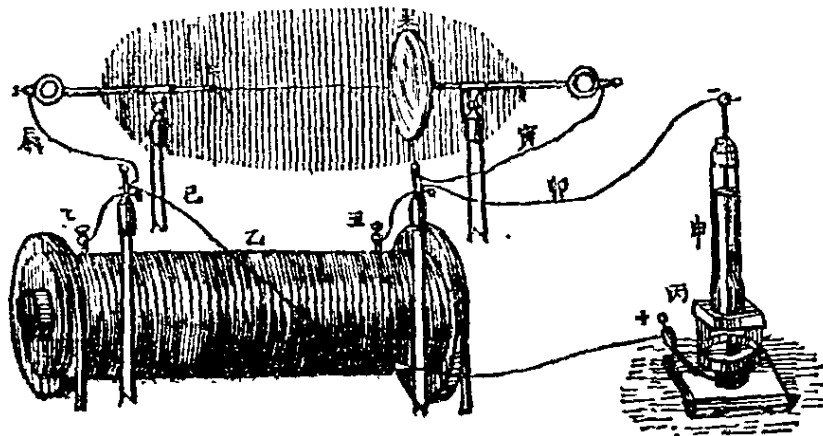
答 化物之效。無異於電瓶。故不贅。

問 運機之效何如。

效之機運

答 大力筒。可鑽玻璃厚至一寸四五分。法以玻璃置九十三圖丙字處。

圖 三 十 九 第



一尺三四寸。其力無異於雲中電。

上下有銅針。通於子電  
 兩極。恐火星外射。致傷  
 在旁人物。故上針入玻  
 璃管。管中充膠汁。使火  
 星不能射外。猶恐玻璃  
 過厚。電力不能鑽。則電  
 氣退回。易於轟炸。故除  
 已卯二線。又有寅辰二  
 線。接於二橫銅條。未字  
 處為銅板。若電氣自上  
 下二針退回。則由橫銅  
 條洩外。頓發火星。長可



效之身着

圖四十九第



齒盤。齒盤接於粗銅絲之一端。又一端則接於筒左稍近之一柱。筒右別有二銅柱。繫以細銅絲之兩端。又自二柱別接二銅絲。其末各有銅鏈。以便搦執。圖上在人手中者是也。

問 着身之效何如。  
答 須製一筒如九十

四圖。其粗銅絲長三四邁當。細銅絲則長至五六百邁當。皆裹以絲。染有膠漆。以阻洩電。筒左有二銅柱。釘於板上。與篷生瓶相通。其遠筒一柱。接於銅片。銅片接於

風 律 德

問 全具製法已見。尙不知子電何如着身。

答 電瓶之電入粗銅絲。必經齒盤。齒盤旋轉。齒着銅片。然齒有間。故其銅片有斷續之節。斷則電亦斷。續則電亦續。適因母電斷續。子電得生發。執鎚者覺子電行身上。筋骨竦然。子電之盛。在母電入筒時。不在其息止之時。欲知子電大小。可以軟鐵條。納筒中而探得之。

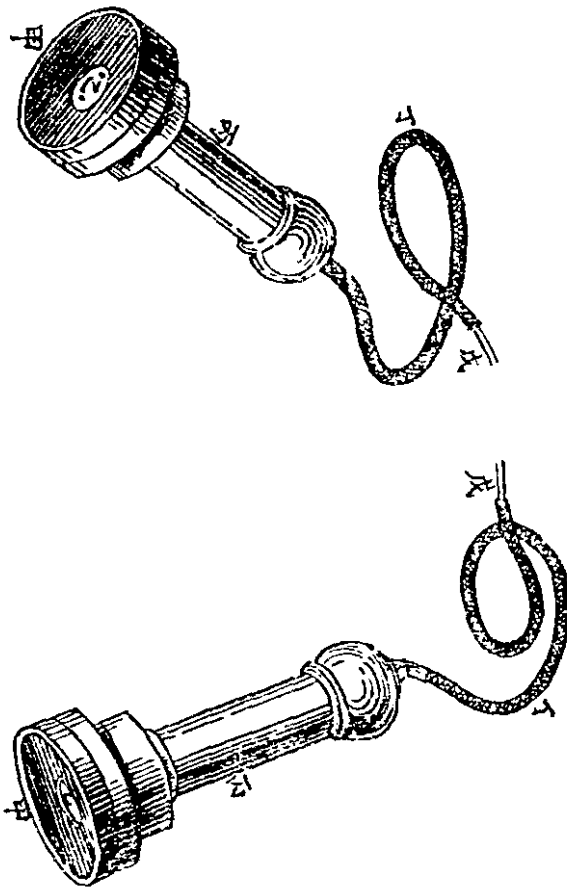
論德律風

問 何謂德律風。

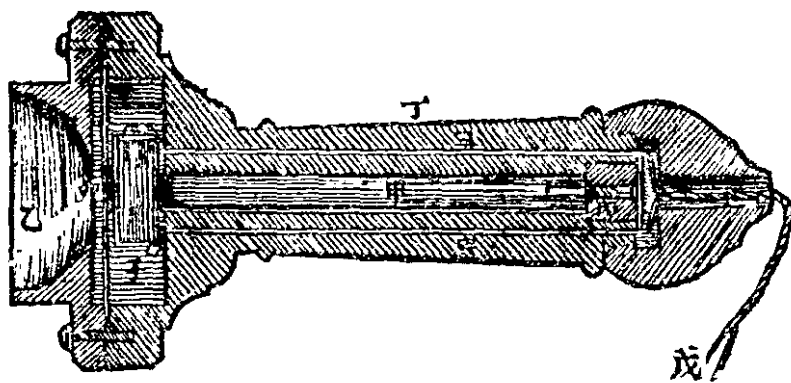
答 德律風爲西人巧製之一。能使兩人相距甚遙。互言如覲面。創製之人名格辣項。勃助於一千八百七十六年。始得此法。九十五圖爲德律風外像。其真形大於斯圖一倍。九十六圖爲德律風管剖分之狀。丁字處爲木筒。尾處有圓箱。箱底有口在乙字處。木筒中甲字處有鐵條一。沾染磁氣。釘定於丙字處。毋使移動。子字處有細銅絲頗長。包以絲綿。盤轉成圈。其兩端附於丑寅二絲。而絞合於管外。在戊字處。又在乙字管口與子字絲圈之間。有一軟鐵皮在卯字處。大可以

風律德

圖五十九第



圖六十九第



言者口對管口。蓋同是一管而二用備焉。戊字處絞合之線。長若干里不一其數。連接兩人所在之地。以便傳音。究其傳音之故。因向管

掩箱底。其皮甚軟且薄。又甚近鐵條。惟躍動時不使着鐵條而已。此具須有二枚。一枚在聽者之處。一枚在言者之處。聽者屬耳於管口。

磁電機

口言語時。空氣動軟鐵皮。軟鐵皮近子字絲圈。其近多寡。則視空氣動多寡。且每一動。軟鐵皮得磁氣。旋即失去。其時鐵條之磁。亦爲之增。於是子字絲圈生發子電。卽由丑寅二線。傳之聽者之德律風筒。其軟鐵皮亦爲之動。動則空氣亦動。遂傳聲入耳。宛似兩人晤語然。自一千八百七十六年以來。德律風法已幾易。愈考愈精。傳音愈遠。有西人名余格斯者。又以電瓶之力。助德律風之力。故其傳聲尤遠矣。

論磁電機

問 何謂磁電機。

答 磁電機者。磁石引電之機也。引之之法。以銅絲筒釘定機上。以大磁石旋轉筒前。或以大磁石釘定機上。銅絲筒旋轉於磁石前俱可。

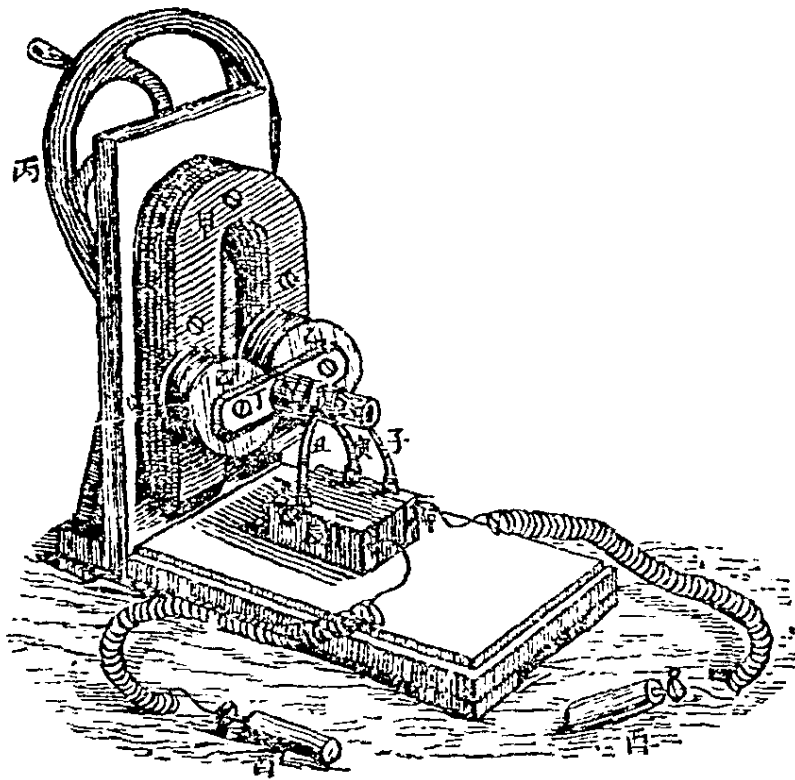
問 生電多寡。緣何而別。

答 轉愈急。筒與磁石愈大。則生電愈多。其效亦愈巨。

問 此法昉於何人。

機電磁

圖七十九第



盤於軟鐵條上。軟鐵條出頭處。接一軟鐵橫板。在丁字處。二筒乃相

繞銅絲甚多。均  
乙乙銅絲筒二。  
石兩極之前。有  
釘於直板上。磁  
數重。彎作軛形。  
甲字處為磁石

問 答

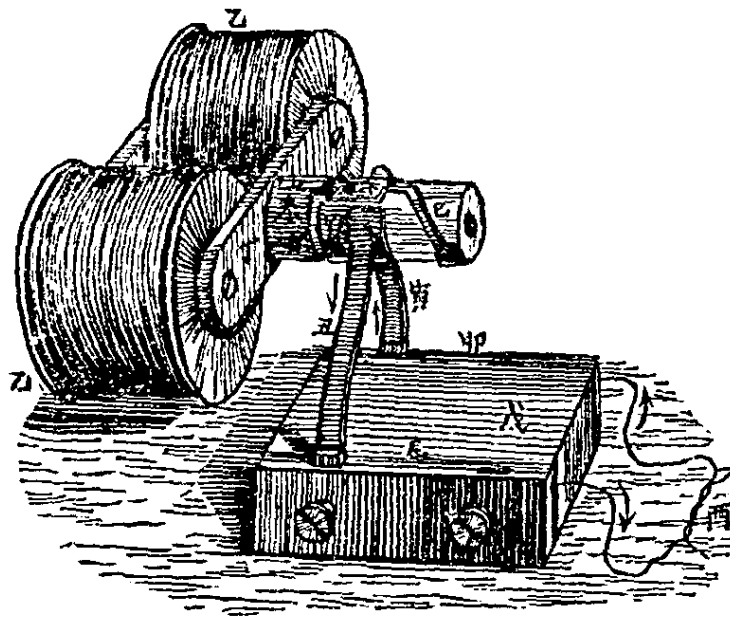
狀如九十七圖  
如。克拉爾格機何  
畢君之機稍異。  
拉爾格所造。與  
為西士克  
始創磁電機。然

答 一千八百三十三年。法國巴黎京中。有名畢克西者。始創磁電機。然  
未臻美善。故不果行。今學塾中習用之機。名克拉爾格機。為西士克

機電磁

貫。軟鐵後又連一銅板。亦與二筒相貫。二銅板中間有一橫軸。連於大盤。在丙字處。盤有柄。執而搖之。盤轉甚速。丁字橫板上。又接一銅

圖八十九第



問  
銅絲須彼此逆繞。前二絲釘於前軸。後二絲則釘於象牙外未字處。機制既備。如何引電。

問

乙乙二筒。繞銅絲  
幾周。

答

繞至一千五百周。  
銅絲纏以絲綿。二

銅絲纏以絲綿。二

機電磁

答 機於轉時。凡一筒近磁石之一極。筒內軟鐵遽得磁氣。得磁氣則筒外銅絲立生子電。迨此筒離磁石。則軟鐵上磁氣頓失。銅絲上別生一電。其行較前一電爲逆。此筒一往一來。兩生子電。彼筒亦然。故二筒旋轉不休。卽生電源源不絕。

問 象牙外三銅圈何用。

答 因二筒子電。有順逆之殊。用三銅圈使電氣一再盤旋。卒歸一路。

問 第九十七圖西酉二字處。有二銅錘何用。

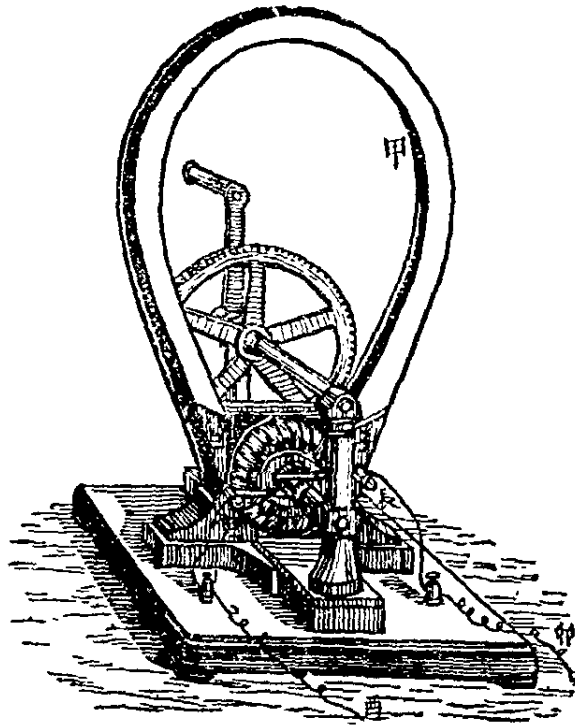
答 以二手執二錘。立覺電行身上。抖縮難堪。此証電氣著身之力。

問 磁電機有別式否。

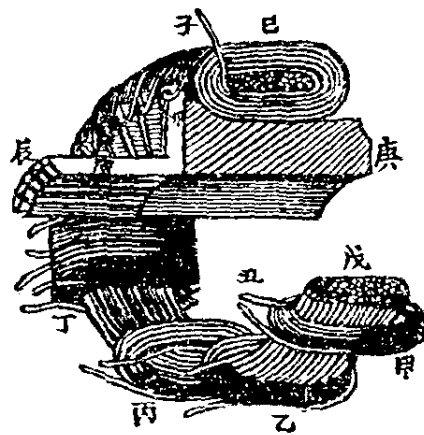
答 有名克耶默機者。爲西人克耶默所製。其力甚大。今包金舖與電燈局往往用此。九十九圖爲學塾中通用之式。所以教後生者。機上有磁條若干重。彎其形如輓。兩極中間。有銅絲圈裝於機軸。軸上有機盤。搖盤則銅絲圈疾轉。此圈本與克拉爾格機無異。嗣以西人名雅明者。另作薄鋼條。發電甚夥。克耶默襲而用之。遂有克耶默機之稱。

機電磁

圖九十九第



圖百一第



按雅明鋼條。以二十四薄鋼條合成。每條綦薄。三條併合幾及一分厚。在鋼條兩極。有軟鐵條二。在子巳二字處。沾染磁氣。自成兩極。遂引子電於絲圈上。其制與已上絲圈異。一百圖即其像也。觀斯圖便

知銅絲若干圈。俱繞一鐵條。鐵條則以軟鐵絲併成。而中央鬆散如戊字處。惟在機上兩端連接。圓渾成圈也。甲乙丙丁銅絲圈橫繞鐵絲上。下面數圈彼此相距。上面數圈比肩相觸。寅卯為正角銅條。間



電 燈

於銅絲圈中。卯酉二線貫及正角各銅條。故能一氣相通。正角銅條支於庚字木片。繫於轉軸。又寅辰處冒出少些以罩轉軸。在九十九圖辰字處。有紅銅絲二綴。接於卯酉處。又接於冒出處。以收電氣。凡搖轉全圈。則常於磁條相近之處。圈上生子電。其圈雖轉。其生電處不易也。由是下半圈在某極生陰電。運至他極。仍是陰電。上半圈在某極生陽電。運至他極。仍是陽電。此機之靈。一分鐘能轉二千周。轉愈速。生電亦愈多。

論電燈

問 電燈何如。

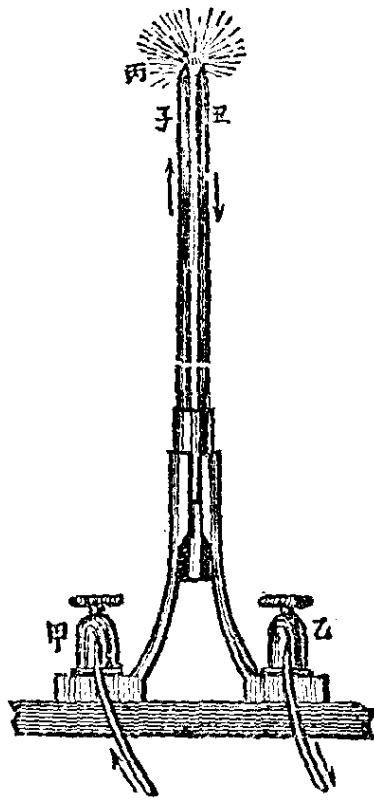
答 電燈須有二具。一生電之具。一發光之具。二者缺一卽不能成。電燈生電之具。向用篷生瓶。多至四十瓶併爲一具。經費頗昂。法又不便。自得引電機之法。卽不用瓶而用機。尤覺簡便。發光之具分爲二種。一用阿爾達電燈法。一用紅炭法。

問 阿爾達電燈法如何。

燈 電

西人雅勃勞高哪創製電燈法。大畧如前四十四圖。上下二炭相距無幾。電氣經一炭躍入他炭。其光連續。成像似弓。但炭為電力所燒。逐漸消去。二炭相距既遠。電氣不能逾越。職是故。西人初製電燈。在炭後加一法條。炭漸燒。法條漸伸。使兩炭相去遠近。不稍參差。又以

圖一百一第

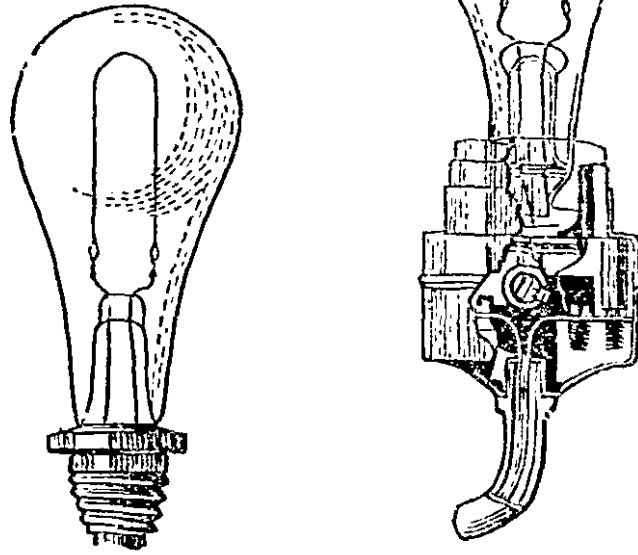


為電燭。如一百一圖。子丑處為二炭條。皆直置。上下正對。不稍欹側。兩炭中間。置白坭一條。約厚一分許。用阻二電互合。炭條厚一分餘。或稍為損益。當視電力大小。總以明亮為度。在頂上又加炭灰一塊。以膠水合成者。凡以電線接甲乙二墩。電氣自子處上升。立燃炭灰

陽電消炭。一倍於陰電。故陽炭法條伸長倍速。亦巧製也。惟為價頗昂。置備非易。故雅勃勞高哪另作一法。名

電燈

第一百二圖



塊。由丑處降下。是時丙處已燃。光耀奪目。白坭為電力所燒。消散如煙。與二炭同時縮短。但子條為陽炭。消縮倍於丑條。未幾上下懸殊。

計電燭長七寸。可燃一下二刻鐘。今球中概置四燭。可燃六下鐘。一燭將盡。有機關移電於他燭。於是相繼發光。至四燭盡燃而止。

電光欲絕。此不得不防者也。故西人不用電瓶。特用克郎默機。使二電迭更。二炭齊縮。電光乃漸下。此式於戲臺街道等處。往往用之。第電光甚烈。最易傷目。故西人將電燭置毛玻璃球中。如一百二圖。遙望之。祇見明光一團。不見火燄。

報 電 線 無

問 用紅炭法如何。

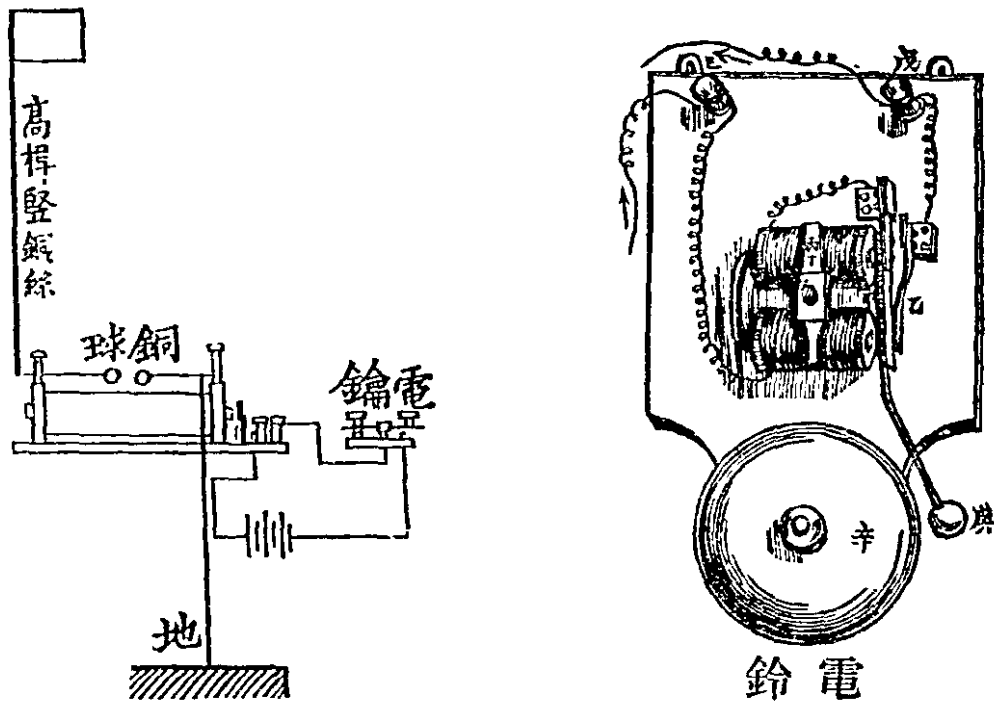
答 法以白金爲細絲。上有竹炭如燈心然。竹炭者以焦竹練成之炭。均以納玻璃罩中。使空氣不能入。用杜焚灼之禍。燈座中有一旋針。所以司啓閉。啓則電浪由白金絲上升。燃於竹炭。燈乃大明。閉則不通電。而燈光頓息。此紅炭法之大畧也。近來各國通行惟燈式不一。尋常家用者。大約抵十六燭之光。若大城巨市。照耀街衢者。直抵一千燭之光。數里通明。城真不夜。

論無線電報

問 無線電報何如。

答 發電機器。用隆高福電筒。以子電二極。通兩小銅球。電鑰一下。母電既通。子電卽發。火星由兩小銅球迸出。於是電浪四布。子電一極。與豎銅絲通聯。直至高桿之上。銅絲之頂。裝金類片一。子電又一極。有時亦藉銅絲以通地。見發報圖。收報之處。亦築高桿。上裝金類片一。由銅絲通下。至辛字與粘連器相接。見收報圖。庚係電池。其電由

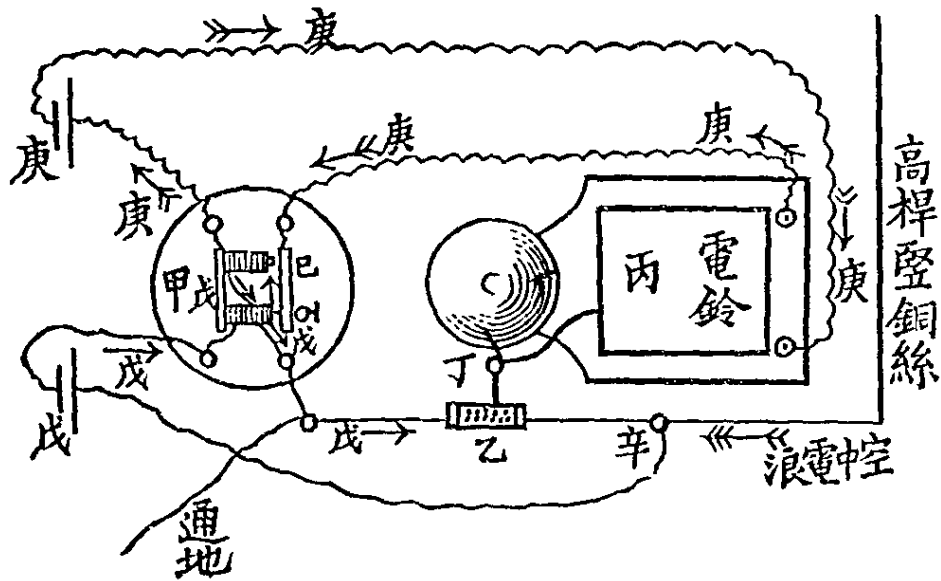
無線電報



無線電報發信機圖

溜銅絲經通電鈴。轉至甲字銅絲圈內。入鐵條而回庚處。是為庚電一週。庚電通行。電鈴作響。然庚電為巳字空處隔斷。平時不能通行。須有他電經過甲處銅絲。使圈內鐵條成磁。吸取巳字鐵片。然後庚電能通行。而鈴響也。戊亦一電池。其電溜通至甲字銅絲圈。繞至下邊乙字粘器連。直

報電線無



圖機報收信電線無

甲 鋼絲圈  
乙 粘連器  
丙 電鈴  
丁 小槌  
戊 電池  
己 鐵片  
庚 電池  
辛 桿線與  
粘連器接  
處

至辛字。復回至戊處。是為戊電一週。若戊電能流行。則庚電亦流。而鈴響。然戊電為乙字粘連器阻力所隔斷。平時不能通行。須外間再來一電。勝其阻力。然後戊電可以週行無阻。機器既各安設。乃由發報處放電光火星。電浪即在空中四出。有一浪。流至收報電機處。由高桿上附銅絲而下。

至乙字粘連器。勝阻力而過。行入地中。空中電浪既勝阻力而過乙處。戊電亦乘勢經過。而自行一週。戊電流通。庚電亦因之而通。於是鈴聲始作。然小槌一擊電鈴。卽以一頭之唧鐵。還擊粘連器。使其阻力復大。戊電遂斷。待空中第二電浪。再來勝其阻力而過。則戊電庚電復行。而鈴又響矣。以鈴聲長短斷續之數。爲字母數目之號。與電報相仿。發電及收電之地。先須約定。然後通信於千百里外。

形性學要 卷十

氣候學

論氣變

問 何謂氣候學。

答 氣候學者專考天氣之變動。與氣候之不齊。其學爲形性學之一門。故於聲光磁電等學後。又列此學。

氣變

問 氣候之變分幾門。

答 分四門。一曰氣變。二曰水變。三曰電變。四曰光變。氣變如暴風旋風挂龍等是。水變如雲霧雨露霜雪等是。電變如雷霆閃電北方曉等是。光變如虹光日月華等是。

問 氣候學有何功用。

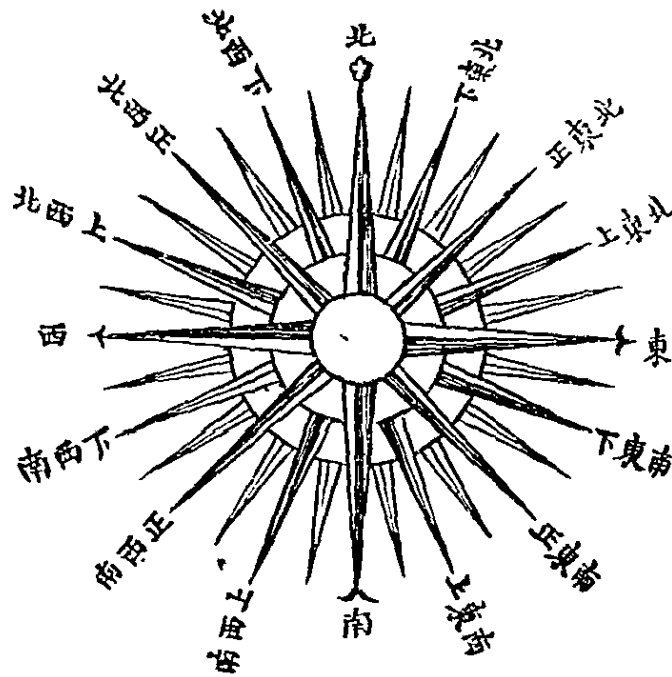
答 此學自三十年以來。西人講求日切。而有益於行舟農務養身等事。實非淺鮮。惟探測風雨。尙未能百測百中。倘他年考驗益精。而於六



變氣

問 氣之運行。操持左券。則利裨人間。何可限量。  
答 何謂風。其來何自。  
風者空氣之移行。其所以移行之故。因空中寒熱不同。而空氣之稀

第一圖



復升。乃橫行至稍涼之處。是為推風。凡近地之氣。因熱而升。其在旁之氣前來補乏。并被攝而去。是為挽風。

問 答

風有幾類。有二類。一曰推風。二曰挽風。凡近地空氣因熱而升。在上之氣為其衝開。無何。熱既減。氣不密。因之以異。密氣擁至稀氣處。則移行而風作矣。

變氣

問 風之方向何如。

答 風無定向。無在不有。常人祇別八風。曰北風。曰東北風。曰東風。曰東南風。曰南風。曰西南風。曰西風。曰西北風。然航海者析爲三十二風。如第一圖。

問 風行遲速何如。

答 風行遲速。計以銅盤。狀如覆盆。其下有銅條一。釘在盤之中央。銅條插於銅架中。便於轉運。風吹之則疾旋。因風力推盤。實係直行。故計盤之轉數。知風之速率。尋常之風。一秒鐘行五六邁當。微風僅二邁當。若一秒鐘行十邁當。其風涼爽。行二十邁當。則其風大。行二十五至三十邁當。則大風雨。行三十至四十邁當。則風災甚巨。拔木偃禾。皆所不免。

問 風有常向一方者否。

答 有常向一方終年不易者。赤道之北有風。常自東北至西南。赤道之南有風。常自東南至西北。其風南北出赤道外三十度。終年一轍。不

變氣

稍變易。赤道上空中高處。風亦不變。與近地之風適相反背。蓋氣自赤道上升。其向北行漸偏於東。遂成西風。其向南行則反是。

問 赤道之風別有異景否。

答 雖兩旁之風。皆向赤道。然以赤道酷熱。氣多上升。故赤道上無橫風。

或有之亦微甚。惟雷雨頻作。殆無虛日。

問 風有遵循時序。永不變更者乎。

答 有三種風不變。一曰慕松風。一年間溫暖之六月。常自海至陸。寒涼之六月。常自陸至海。此風見於亞拉伯海。印度朋加爾海。二曰細濛風。自亞細亞斐利加沙漠中吹來。恒雜塵沙。彌漫空際。此風一作。天卽昏黑。肌膚枯灼。呼吸維艱。喉舌乾渴。此風於意大里亞日利埃及等處皆有。三曰伯利士風。起於海濱。日間自海至陸。夜間自陸至海。計日間陸地之氣。熱於海面之氣。熱則升而涼者來補。故風來自海。自日出至午後三下鐘常增大。自三下以後風漸殺。至日沒而止。日既沒。風自地上入海。至日出而止。按慕松細濛伯利士皆西文。茲

變氣

惟譯其音。

問 風有作息無常者乎。

答 溫道之風。恒無定向。又無定時。愈近兩極。愈覺作息無常。至冷道上。數風並起。參錯縱橫。近赤道處。風始循序。今法國北境與英國日爾曼國。皆多西南風。法之南境及西班牙意大利兩國。多北風。

問 何謂旋風。

答 旋風亦名颶風。乃風之旋轉似環繞一物者。原其所由起。因赤道兩旁有風。吹入赤道。其力大小不均。遂絞成圓像。愈轉愈遠。盤於印度洋中國海爲最。幸非數數見。否則傾屋覆舟。將無底止。

問 赤道之旋風何如。

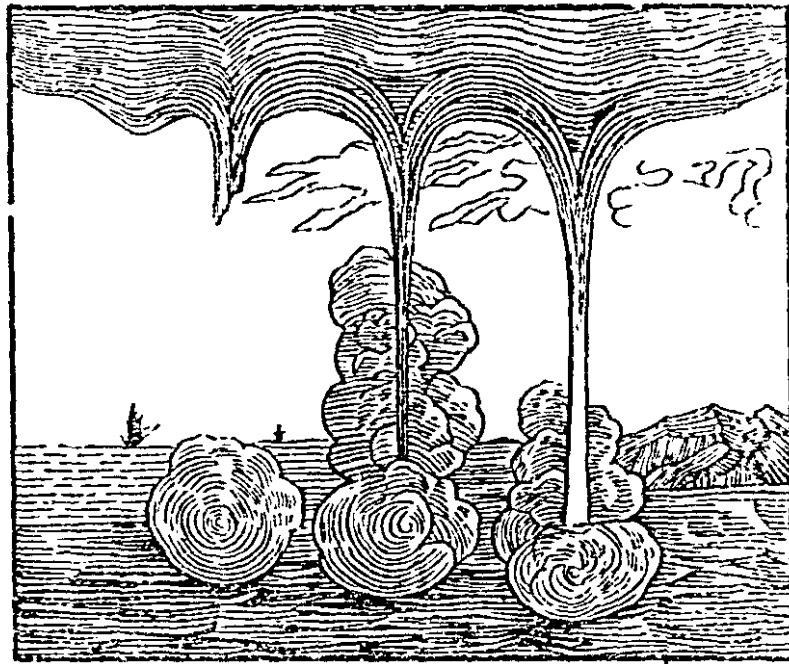
答 赤道之旋風。往往與大雨並作。其始白雲見於天。升甚高。既而漸降及地。爲烏雲所繞。乃空氣昏暗。無何。黑雲中電光炳閃。旋風飛舞。此赤道上之旋風也。

問 何謂挂龍。

水 變

答 鄉愚無知。以挂龍為活龍取水。其實乃地上汽水。為下層空氣所吸。

第 二 圖



答 凡汽水。因寒而凝。作小珠形。止於空際。是即為雲。西人分雲為四種。

問 何為雲。

論水變  
大都旋轉。力奇大。同時雷雨並臻。雹電交作。挂龍有在陸地者。有在海中者。不一式。海中挂龍。較陸地挂龍為大。每見挂龍時。海面凸起。烏雲挂下。與海水相接。如第二圖。考挂龍之水。從無鹹味。可知為汽水所積。非海中鹹水升騰也。

變水

圖三第



如第三圖。其上為白雲在四鳥處。如羊毛之散佈。大約係冰屑。為氣

候將變之兆。其下為疊雲在三鳥處。疊如山嶺。皆圓頂。而層出不窮。是雲屢見於夏。罕見於冬。朝生夕散。無甚關係。若傍晚加多。而上有白雲。則為大雨之兆。又其下為長雲。在二鳥處。居空氣下層。望之似狹而長。將暮則生。日出則滅。又其下為雨雲。無一定之

問  
像。作淡黑色。四周參差若綴。  
雲高幾何。

水 變

答 尋常之雲。冬時高一千二百至一千四百邁當。夏時高三千至四千

邁當。然雲氣浮動。升降無常。嘗有西人於七月間。乘氣球升至七千零十六邁當。尙見白雲在上。相去甚遙。有西人在厄底姚地方。測得密雲只高一百十二邁當。

問 雲卽水珠。水必重安能不墮。

答 下層之氣。因熱而升。將水珠擡舉。不至墮下。或又以熱氣橫行。拽水珠同去。故亦不墮。猶如紅塵雜於風中。風馳而塵亦飛也。

問 旣如是。雲當常行不止。何爲不然。

答 雲於升降時。望之若不動。其實升降而行也。又雲方漸降。其在下者入熱氣而消。其在上者別得汽水而增。故遙望之。似高下不變。

問 何謂雨。

答 汽水成珠。因寒而凝。凝則重而下。卽爲雨。

問 有時不見雲亦有雨。曷故。

答 若汽水驟凝。則未成雲而卽墮。故見雨不見雲。然無幾。故傾盆之雨。

水 變

必自烏雲中出也。

問 雨水多寡何法以衡量。

答 用衡雨鉢。係鉛鉢一。上有蓋作凹形。如漏斗然。蓋之中間有一穴。雨水由此入內。因穴小故汽水不易散。鉢之底處。在旁鑲一玻璃管。頗細。錙碼數。管與鉢通。觀管上水升至幾碼。卽知鉢中水幾何。倘落雨不入土。其水之高。當與鉢中之水相同。每至月終。計管中水高幾何。便知一月中雨水幾何。以十二月併計。便知終年之雨幾何。各方多寡不同。四季又不同。

問 何謂霧。

答 霧亦雲之類。惟在地上。不在高穹。因地上之氣忽寒。其中汽水立時凝結。是卽爲霧。

問 何謂露。

答 露者空氣中汽水。夜間凝爲水珠。密佈地上。及草木上。

問 汽水何以夜凝爲珠。



變 水

答 炎熱時日間甚熱。夜間地上各物散熱甚多。於是地上物。寒於空氣數度。汽水遇之。卽凝爲水珠。譬如室中有濕熱處。以冷水一壺置其間。旋見壺內無水處有汗。此與成露之理相彷彿。

問 嘗見同在一處。各物之露水。多寡不同。曷故。

答 物有散熱多者。有散熱少者。散熱多則寒益甚。露水積其上。較他處爲多。凡銅鐵等物。鮮有露水。以其散熱少也。地上泥砂、玻璃、菜蔬等。多承露水。以其散熱多也。

問 夜有多露少露之別。曷故。

答 有三故。一、夜有雲。則雲中熱氣降下。地上熱氣難散。故少露。若無雲。則地上之熱氣易散。乃多露。二、夜有微風。空氣屢易地。屢遇寒物。每遇必凝汽於物上。故多露。若係大風。則着物而物爲之熱。空氣不能止其上。故少露。三、天氣潮濕。汽水易凝。積露亦夥。

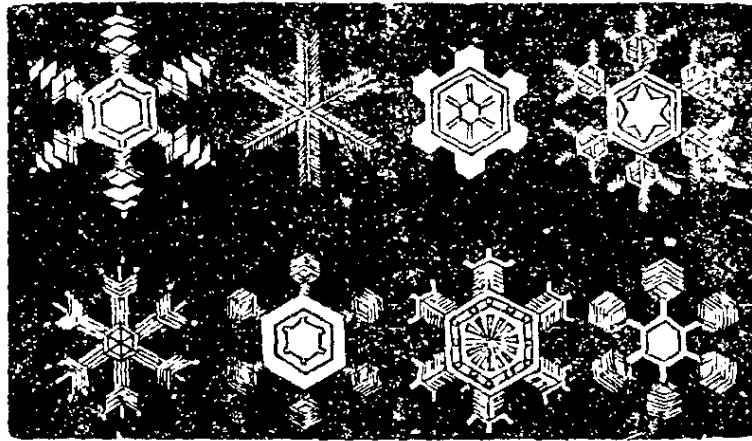
問 何謂霜。

答 夜間地上寒至百度。寒暑表初度之下。空中汽水遇之。凝結爲冰屑。

水 變

問 體然皓白。是即為霜。  
何謂雪。

第 四 圖



問 終年不化。  
有時地上有似霜非霜者。視之實係冰屑。作尖針形。彼此錯雜。是為

答 雲為水珠。前已言之。此水珠

寒至寒暑表初度以下。便結  
為冰屑。墮下即謂之雪。其像  
甚歧。皆有序。承於黑板上。用  
顯微鏡窺之。成像多至數百。  
其狀最顯者八。如第四圖。  
雪於何處最多。

答 問  
地愈近兩極。或愈高。則積雪  
愈多。故極高之山。冬夏積雪。  
近南北冰洋之地。在在積雪。

電 變

何物。

答 凡雲中水珠。忽遇大寒。在初度以下。又逢空氣飄蕩。則成像如此。西人名之曰格來西勒。

問 何謂雹。

答 雹者冰塊。大小不一。多降於春夏。又在日間最暖之時。夜間則罕。未落前。空中有轟轟聲。自遠而來。雹後始大風雨作。鮮有雹雨同落。或雨後落雹者。雹之大者可半劬許。小則如珠如荳。

問 雹何以成。

答 學士之說頗多。無一可據爲定論。蓋不知雲中水何以凍成大塊如此也。

論電變

問 雲中電卽電機之電否。

答 初西人得機電瓶電。卽與雲中電相比。見其射光曲折。發大聲。銷五金。殺人畜。裂木石。燃乾物。散硫磺臭等。皆彼此相若。卽疑爲同類。惟

變電

機電在尖處易出。不知雲電何如。一千七百五十二年。法人達利罷製一鐵條。長四丈許。尖其上。以玻璃置其下。不任其達地。值密雲廣布時。移豎空場。鵠立瞻望。無何。雲中電入鐵條而降。火星煌煌。其電可抵雷特瓶數瓶之多。時雷聲隆隆。不絕於耳。知降下之電。必是雲中之電。是年弗郎楞在斐拉貸飛城。以松木二條。交作十字形。以絲帕繫於四角。又架一尖鐵條。製成紙鳶。鳶線下懸一鐵匙。匙下接絲索。鳶既升。繫之樹梢。初無所見。俟一刻鐘。細雨濛濛。鳶線得潤。傳電尤便。立見火星出。弗君狂喜。作書於友曰。今而後死亦瞑目矣。自是厥後。知雲電機電。本爲一電。

問 雲中電用何法以量之。

答 有名少需爾電表者。爲西人少需爾創製。狀如第五圖。其法與金葉表不甚懸異。惟表上接一細銅條。長二尺餘。下有銅蓋。用蔽雨水。徑直三寸許。蓋下有玻璃方罩。每面僅廣一寸半。在正面玻璃上鑄有度數。凡雷雨時將此表擎高數尺。卽得雲中電。金葉乃自展。按碼以

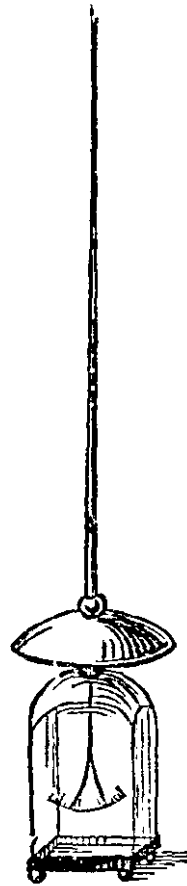
變電

計。便知雲電幾何。

問 雲中有電。無雲即無電否。

答 晴光普照。天宇朗清。在極高處亦有電。為陽電。則無雲亦有電也。惟屋內街市林木間。絕無電氣踪跡。

第五圖



問 無雲有陽電。有雲則何如。

答 有雲往往有電。無電則罕。其電或陽或陰。無一定之例。

問 雲中電何自而生。

答 學士無定論。有謂生於草木之滋長者。有謂生於水汽之升騰者。有

變電

問 謂生於水陸各地之變遷者。姑從闕如。以待後之明人。  
何謂閃。

答 凡二雲積電。一陰一陽。相吸而出。發光炳燦。卽爲閃。大都數四曲折。長可數十里。其光近地作白色。在極高氣稀處作紫色。

問 何謂雷。

答 雷者閃後之聲。按雷與閃往往同時並作。惟光行奇速。瞬息千里。而聲則以一秒鐘行三百三十七邁當。故聞雷必在見閃之後。計閃與雷相隔幾時。卽知閃之遠近。

問 雷聲清混不同。曷故。

答 近處之雷聲清而短。似破竹然。遠處之雷聲長而混。隆隆然可數秒。或一分鐘之久。

問 遠雷之聲。何以長且混。

答 學士之說不同。或謂雷聲自雲至地。自地至雲。數十往還。故長且混。或謂一閃發一聲。數閃卽發數聲。聲旣多自必混且久。或謂閃光曲

霹 靂

折。每一折必一壓空氣。故其聲混也。

問 何謂霹靂。

答 有電之雲。移行空際。遇他雲亦有電。則吸其異名電。推其同名電。倘互吸之力。大於空氣阻止之力。則電氣衝出。散洩於地。是卽霹靂。

問 霹靂常自上而下否。

答 自上而下者比比皆是。然亦有自下而上者。

問 霹靂之禍何處最多。

答 近電之處。最易遭禍。故山陵大厦高樹等。易被雷擊。行人遇雷雨。不宜躲身樹下。蓋樹亦引電也。

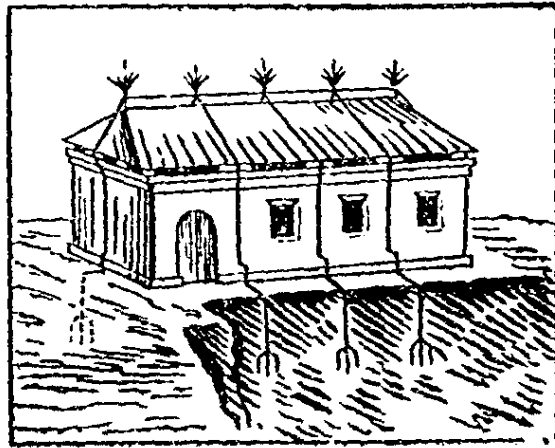
問 何謂擋雷針。

答 擋雷針所以防雷擊之禍。法以長鐵條一。尖其頭。高豎屋頂。其下端達於地下。使地中電由尖頭上升。推散雲中異名之電。乃能無患。蓋凡陰陽二電相遇。勢必至於隱伏也。一千七百三十五年。西人佛郎稜始創此法。用方鐵條一。長二三丈。傍於屋外牆上。其下接一銅條。

電 擊

方一寸餘。裹以金。深插井中。與地中電相通。惟此針價昂。護屋亦未能周徧。大厦必用數針方可。近有西人名梅生者。別創一針。屋上牆上皆有鐵條。彼此連接。又加若干針。俾易洩電。如第六圖。今西國已

第 六 圖



用此法。

問 雲電之禍何如。

答 雲電遇不善傳電之物碎之。遇易燃之物焚之。以故鑠五金。亂磁針。殺人畜等。往往而是。其形曲折居多。亦成一團。要皆頃刻而散。發聲驚人。

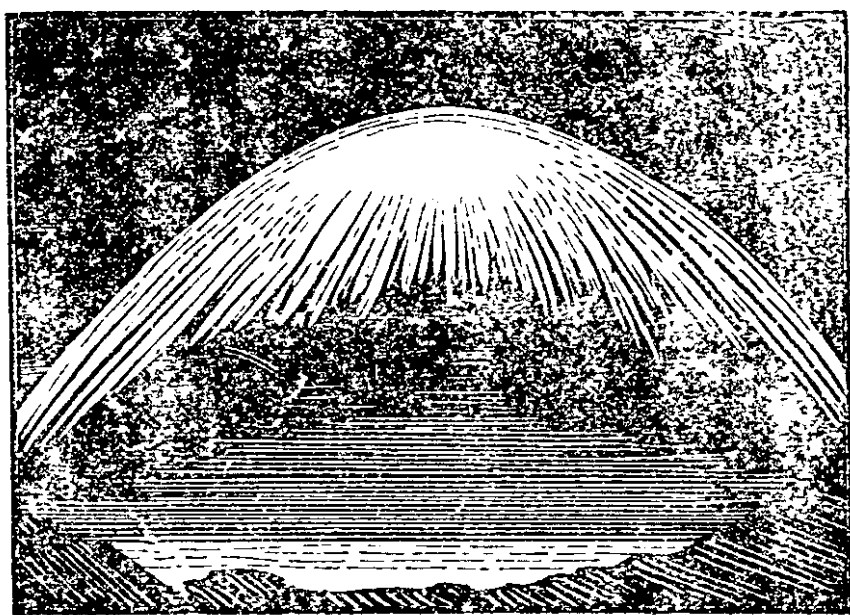
問 閃後有硫磺臭。曷故。  
答 因電燒養氣。成一種臭氣。西名阿邵叻。



電 擊

問 何法可免電擊。  
答 身穿網衣。或坐椅上。以玻璃為椅足。則電近其身。亦不殞命。惟覺戰慄而已。

第 七 圖



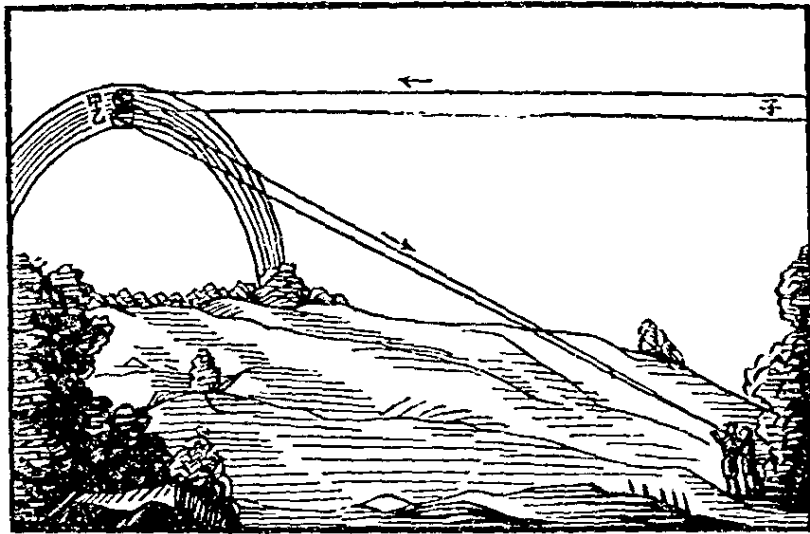
作淡黃色。可留數下鐘之久。後漸漸隱滅。或忽爾不見。原其所自生。

問 何謂北方曉。  
答 北方曉者。方日沒時。北天發光。輝耀如日昇。較曉光尤形華麗。總在電午線北極。雖南極亦有是光。而吾儕居北半球者不得見。其光初似平。既而變彎形。如第七圖。

虹

問 則以其紊亂磁針。又在電午線上。故知北方曉卽是電氣。  
何謂虹。

圖 八 第



七彩。其光分後。少許出水點左旁。仍入空氣中。多半則向右折回。亦

答 虹生於雲。有七彩。其序

如日光七彩。不稍紊。凡人觀虹必須背日。從知虹者乃日光照雲。被雲中水點析爲七彩。而又折至人目也。

問 雲中水點。如何折光。試言二水點。以該其餘。

答 如第八圖。雲中有甲字水點。日光入其間。隨卽折斷。分作紅黃藍紫等

虹

出水點。折入人目。始見其一彩。乙字水點在甲點之下。其折光無異甲點。惟入人目者別有一彩。不與甲點之彩同。因七彩之折多少不一。其射於地。亦散蔓不齊。故最上之彩常是紅色。最下之彩常是紫色。其他五色。在虹之中間。太陽愈低。虹光愈大。日漸升。虹乃漸小。日在地平上。升至四十二度。虹不復見。緣是。虹必見於朝暮二時也。

問 風雨陰晴之變。西人能預測否。

答 天下五大洲。測氣候之臺。凡二百餘所。彼此電線相通。遞傳風信。又觀寒暑風雨表等升降如何。合算各方氣候。大約於一二日前可以預測。然十中祇中七八。蓋有不合常度。不可預測者。風雨表降。爲空氣中多涵汽水之徵。此雨兆也。風雨表升。爲空氣乾燥之徵。此晴兆也。風雨表大降。爲空氣混淆之徵。忽降忽升。皆變時之徵。徐降則雨。徐升則晴。

3  
229013

