

格致書院課藝

格致書院課藝

測算類

問古設律度量衡所以測點線面體也自聲學熱學光學電學之說出而尋常律度量衡之用

幾窮西人測音測熱測光測電果何所憑藉而知其大小多寡能詳言其法歟 楊毓輝

黑詩梅宣城
書教範言之
詳述

今夫一事也始而驚為神奇繼而成見為庸腐非事之始終異致也蓋有超乎其上者則其事遂以
數見不鮮矣一物也始而誇為精妙繼而或視為平常非物之先後不同也蓋有軼乎其前者則其
物遂以相形見絀矣天下事物之消長大抵如斯也即如古設律度量衡本為測算計也測算之理
雖與測算之事雖繁約而計之則有四一曰點點如針芒無闊狹亦無短長假如測日月行度祇視
其中心一點此點所到即為躔離真度也一曰線線有弧直二種假如測日月相距度皆自太陽心
算至太陰心是為弧線假如測日月離人遠近皆自人目中一點算至太陽太陰天是為直線一曰
面面之形有方有圓無厚薄之分而有闊狹短長之別故謂之幕幕也者所以冒物如量田畝界域
只論其土面之大小而不論其淺深是也一曰體體有長短有闊狹有厚薄其形式又有方有圓圓
體如柱如球方體如斛如櫃以上四者其所以測算亦精矣故當時之律度量衡胥誇為測算要器
謂其可以纖微畢悉可以毫髮無遺初不意有駕而上之者也乃未幾而聲學出矣攷西人之言聲
謂傳聲俱賴空氣無空氣則不能傳若空氣中和之候一秒內有九十六丈可通其聲音之大小無
殊外大者能及遠耳且空氣之傳動實與浪因風激相同故謂之聲浪聲浪之行速其謂每秒一千
零九十尺者以空氣冷至冰度而言也若熱至二度半則每秒行速一千零九十一尺熱至八度半
則每秒行速一千一百零九尺熱至十二度則每秒行速一千一百十三尺熱至二十六度六則每

正負即陰陽
對待之理故
亦稱爲陰電
陽電

秒行速一千一百四十尺其測算之精微如此實非尋常之器所能同也此所以聲學出而律度量衡之用幾微也未幾而熱學出矣西人之言熱謂天下無無熱之物不論物之冷有多少內面有熱氣即傳之於外面此端有熱氣即射之於彼端而且各物之面俱能回熱各物相近亦能吸熱其理極異極精又謂水之化氣惟熱氣爲根又謂欲放物容熱度之率必先明其功效功效同則熱氣多少亦恆等用能如法測度纖細靡遺此所以熱學出而律度量衡之用又寡也至於光學之出也爲時已久而近時則益精昔人皆謂人所見之光自目中而至目外有精於光學者窮究研索始知由目外而至目中其中奧妙難以縷述且光之類亦不一凡物發光而至他物必有回射之光則曰回光亦曰射光光綫射至物上或改其原方向有似折形則曰折光透出物面則曰透光傳於別物則曰傳光至若光線由小孔而透光發順直線而行以及光發之性情光行之速率皆可測算不爽毫釐此所以光學出而律度量衡之用更鮮也至於電學之出也實自擦磨琥珀始厥後愈致愈精始知電有自然者有造成者其自然者止一種爲空中雲二片相激而成其造成者有二種一乾一溼乾電用乾燥之物磨擦而出溼電用雷瓶注水和陰陽二金製成製成者又分正負如將鋅與鉑各一片入酸水內則其水外二端之電氣即有相反之性鉑端顯正電鋅端顯負電再將二片聯以金類絲則正電在絲上向負電而行負電在絲上向正電而行其理亦甚微奧至若電線無論遠近瞬息可通不尤神乎其神哉此所以電學出而律度量衡之用又絀也是故猶是律度也猶是量衡也而向也皆爲神奇者至是皆見爲庸腐矣向也皆誇爲精妙者至是皆視爲平常矣蓋其用幾窮矣且夫西人之於聲學熱學光學電學皆有實用即西人之於測音測熱測光測電非託空談也其所以知大小寡寡者夫豈無所憑藉哉夫果何所憑藉哉則請詳言其法一論測音之法也測音真

測光略同蓋光有透光音亦有透音也光有回光音亦有回音也其測法音之法如後第一圖取皮
氣盛於極薄之象皮球內懸於架上如乙其旁又懸一表如物則所發之聲混過氣球即行透過而
折聚一點與光相同又以漏斗一隻置於球之對面如乙相去約數尺許以其管對人耳左右遠近
漸移以試之其聲最大之處即為聚聲點漏斗若不對聚聲點即不聞其聲取去氣球雖有聲而甚
小可見甚小之聲其聚聲點之聲亦甚大也以此法測驗他物亦不能爽毫釐其測回音之法如後
第二圖用橢圓四回光鏡二面其一覆懸於屋頂如寅其一仰置於桌上如卯相距二丈五尺許若
挂一表於光點如物則他處不聞有聲惟在甲點其聲甚清與執在手者同聽其聲非自上而下實
自下而上而其回音之大小不難一驗而知也以此測驗他物亦能不爽毫釐若夫測聲浪之行速
也亦極其法雖多而最靈捷者則莫如用炮嘗有人用巨炮一炮置於三千二百七十尺以外而從
三千二百七十尺以內聽之則燃放之後即見其光惟歷三秒許始能聞其聲因測知聲之傳行每
秒約為一千零九十尺以此類推他皆可如見雷光後停幾秒而聞雷聲即知發雷之處相距幾
何遠也若夫測金類之傳聲也亦易有西人用測傳聲器測之知金類之熱度不同傳聲之速率亦
異熱度加而速率減也惟銀與鐵則不然銀鐵熱二十度速率一萬六千八百二十二尺熱一百度
速率加至一萬七千三百八十六尺熱二百度速率減至一萬五千四百八十三尺蓋熱度至其定
限速率最大或過或不及速率俱小也不特是也至於測音又生音之動數則其法尤精如後第三
圖將氣吹入此器觀時表之秒針指六十秒急按左柄如乙則器面之針即動待針秒轉一周仍至
六十秒急按右柄如甲則器面之針即停觀針所指若在一千四百四十七而板之孔十六則十六乘
一千四百四十七得二萬三千零四十四即一分時音又之動數以六十約之得三百八十四為一秒時

言又之動數此種測法實屬精微他如絃音管音鐘磬之音以記聲器準音器驗之亦無差謬此西人測音之法所以精而微也一論測熱之法也測熱之法約有數端試先論傳熱各物性質有傳多傳寡之殊金類中惟金銀銅最易傳熱鉛則次之玉石磁器玻璃木植最難傳熱炭則次之然果何以測而知之也則有一簡法在如後第四圖欲測某物之傳熱大小多寡即用某物製成圓柱以蠟工其上端使之與銅器相切銅器內盛熱水或熱油其熱氣傳至圓柱必已開上端之端凡難傳者其鎔化近而少易傳者其鎔化遠而多故不難一測而畢悉也次論射熱射熱之理各質皆同如以洋鐵匣盛滿熱水其射熱與鐵球之燒紅無殊人身亦然冰亦然較冰再冷之物質亦然不過射之大小射之多寡各有不同耳兼又何以測而知之也則亦有妙法在如後第五圖即測射熱之器厥名為測射熱較度表法將兩球盛滿風氣中藏紅色硫磺強水設加熱度於一球風氣漸漲即抵硫磺強水至別管內如兩球熱度俱同則兩管內硫磺強水高低一倒兩球熱度各異則何管較冷即何管之硫磺強水較高因之可測射熱之大小多寡也且射熱之能力關於物面之滯滑而愈滑則射熱愈寡而愈滯則射熱愈多如後第六圖以金類立方箱置在球體鏡前用一測射熱較度球放於鏡之針處箱內盛熱水則各面熱度俱同測各面射熱度之效在最滯面上其表度最高比滑面之熱度加三倍有奇他面愈滑表度愈低他面愈滯表度愈高也次論吸熱凡物之吸熱皆同而所以吸熱則不同即以太陽而論凡萬物皆為太陽照熱其所照之熱無異所受之熱即有異蓋吸熱之能力亦關各物之性質故或吸受寡或吸受多不容一概而論也如以測射熱較度表測之即知其理設以表之兩球同置太陽之下一球為原色一球為漆黑色復熱以薄物則其熱較度之大即關於所熱之性質用金銀為蓋則吸熱甚小用黑紙為蓋則吸熱甚多蓋金銀之性有遮照之

能故吸熱少也。知乎此則他可類推矣。次論回熱之能力。亦視各物之性質與各物之滑澀。其測驗之法亦甚多。若以測熱未測之。即可知其大小多寡。又一簡法略可試驗。即如以熱物放在壁星曲線鏡之針心處。其熱必平行於壁星曲線徑之方向。再以別鏡置於相近之地。使人能射所受之熱。其熱必聚在彼鏡之針心處。以火紙放於此紙。即能燃。因可測而知之也。蓋回熱與射熱相反。物愈光滑。回熱愈多。物愈阻滯。回熱愈少。如用鏡兩面。一鏡有漆。一鏡無漆。其有漆者回熱必少。其無漆者回熱必多也。以上測傳熱射熱吸熱回熱之法。可謂精矣。然猶不止是也。各物之容熱也有容熱大者。有容熱小者。有容熱多者。有容熱寡者。又何所憑藉而測之哉。則以有測熱標準也。如後第七圖。用鐵皮製成三器。重複套下。以碎冰盛於外層。兩器中第一套鎔冰化水。可從甲閘流下。第二套鎔冰化水。可從乙閘流下。並用精細鉄絲阻其冰塊。不使塞於孔管之處。則外面之熱必為第一層冰所隔。不能至第二層裏面之熱。即從丁器化下。不能至第一層丙層丁層之冰。亦必為熱鎔化。其化下之水在甲點乙點。可以測知其多寡。此器之用甚多。不拘何物皆可測試。如欲測試鐵容熱之率。將鐵球熱度加至一百。置於裡面器中。即速蓋好。則熱度加至三十二度時。測量鎔開之水若干。又熱度加至二三百時。測量鎔開之水若干。傳出熱之多少。與冰化水多少之比例恆等。可測而知。所化之水以愈高愈加長為率。準此測知鐵鎔熱之率。與熱度大小一同改變。此僅就鉄之容熱而言也。若欲測各物容熱之率。則當升各物熱至相等之度。從熱度點時降至三十二熱度點時。測其冰化水若干。即得鎔熱之率也。至於測空氣之熱。其法最易明曉。如第八圖。假名為寒暑表。以玻璃管為之下端。有圓球。内存水銀管連於表。其表面則刻度數。觀水銀之升度若干。即知熱度若干也。此則西人測熱之法。所以靈而捷也。一論測光之法也。光之濃淡可測。光之速率亦可測。測濃

淡之法平方反比例盡之矣而又有一簡法亦可試驗其法立竿於白屏前以一燭火置其前即見
 一竿影以二燭火置其前即見二竿影設兩燭火離屏之遠近同其成影之暗亦同則其光力之濃
 淡亦同可知也若一影暗一影更暗則影暗之燭火其光較淡更暗之燭火其光較濃更可知也蓋
 凡物皆光之力愈濃所成之影愈暗也用此法以測他物亦可不差測速率之法昔丹國人名六麻
 者在法巴黎城內測望木星小月之食木星離日四萬七千五百六十九萬三千英里因而又得一
 據凡光行過此處之速率每秒約十九萬二千五百英里然其法頗繁又有傳珂者測得光行速率
 為每秒十八萬五千一百七十七英里光學家多宗其說其法如第九圖仔細為暗室之牆展為方孔
 以回光鏡置於暗室之外以白金條豎於孔方之內令光條透過方孔而至室中則白金條分光條
 為二又用無光色差之透光鏡如啞光條透過此鏡之後射至實平回光鏡回光鏡旋轉之速率甚
 大且其回射之形像成於空中在空中之行速率為回光鏡速率之加倍此形像射至噴凹回光鏡
 其鏡面之中心合於實鏡旋轉之角線從實鏡回射之光復至實鏡再從此鏡回射而過啞鏡成一
 白金絲之形像若實鏡旋轉不速所成之形像即合於白金絲其形為平行面之玻璃片在白金絲
 與透光鏡之間所以從實鏡回射之形至玻璃片而回射則透過已目鏡倘實鏡不動而或旋轉甚遲
 噴凹回光鏡之光線射於實鏡上其形像與原回射之形像相合後從實鏡回射至啞玻璃片之
 甲點從此處有幾分回射至目鏡之丁點成一形像甲丁等於甲辰其形像即用已目鏡觀之此
 即測光行速率所憑藉之器也可用此器測光行於流質內之差數其法用一長管如呷呷長三
 碼計每碼二尺共六尺長也置於噴凹回光鏡之間光線二次透過管內之流質從實回射透過
 啞鏡至兩自回射而成形像於半相距之差數流質大於空氣故空氣內光行之速率較於流

質內光行之速率。因而測知空氣內。每秒十九萬二千英里。水內十四萬四千英里。剛石內十七萬七千英里。玻璃內十二萬八千英里也。以上二者皆測光之總法也。若分而言之。則又有回光。皆有精於格致者。測知各物回光迥異。若射光線為回光面之垂線。以光線一千分而論。則水回射之光線十八。玻璃回射之光線二十有五。水銀回射之光線六百六十有六。若不為回光面之垂線。則水與玻璃回光較多。以光線一千分論。假如射角四十度。則水面回光線二十有二。射角六十度。則水面回光線三百三十有三。射角八十度。半九。則水面回光線七百二十有一。此時水面之回光線。亦與水同。其測驗之法甚簡。如用水一盆。以燭火照之。而仔細看其回射之光。迨至燭低而目亦低。將近水面。燭光更明。即可測知其理也。又一法可用回光鏡測之。亦極明晰。惟不及前法之簡便耳。又有透光。西人測得凡物有透光者。有滯時透光。乾時不透光者。即如用水一盆。以紙浸其中。紙即透光。以白布浸其中。則白布之色稍減。蓋滯布透光多於乾布。回光少於乾布也。又有數種石類。乾時亦不透光。浸於水中。其光即透。蓋其物雖異。而其理則同也。測透光之法。則全憑藉透光鏡。其鏡分為二種。一令平行光線透過鏡後而漸離。一令平行光線透過鏡後而漸聚。其二種鏡。每種有三式。茲將其名列表如左。

計漸離透光三種鏡

一為平凹鏡

二為雙凹鏡

三為四凸鏡

計漸聚透光三種鏡

一為平凸鏡

二為雙凸鏡

三為四凸鏡

惟漸離透光凹凸鏡之凹面半徑大於凸面半徑。漸聚透光凹凸鏡之凸面半徑大於凹面半徑。稍

有不同耳。過此六鏡以測透光可以纖細無餘矣。又有折光西人測得光線凡自空氣射入水中則折光線即近於垂線。自水中射入空氣則折光線即遠於垂線。其測試之法如第十圖。甲為水中發光點。乙為射光線。丙為垂線。其射光線出水面而入空氣即更遠於垂線。若射光線之度數加多則出光線之度數亦加多。如有出光線與水面平行則射光線亦不出水面而射入水中矣。觀乎此即可知凡物折光之理。既知折光之理則折光理即光亦可知。如玻璃瓶內用醋則折光指為一三六。用橄欖油則折光指為一四七。用柏角油則折光指為一五三八。用以脫里克釀則折光指為一三七二。用硫則折光指為二二四。用炭硫則折光指為一六七八。皆可試驗而知也。又有光力西人之測量光力或大或小或多或寡。全憑藉量光力器。其器甚多。而以活極量光力器為尤善。如第十一圖。其器為克羅克司所設。用極輕細之金絲或銀銅等線作十字形如乙中加一硬銅釘如甲。此釘靠於小杯凹內。如用能任意轉動。其十字線之端用圓通草片作球形如下。兩黑兩白裝於白玻璃泡內。抽盡空氣而密封之。此器遇光即動。其轉動之遲速視光力之大小。光力大若干則轉動即速若干。光力小幾度則轉動即遲幾度。前曾有人試此種器。執燭火距器二十寸則二百八十二秒內轉一周。距器十寸則四十五秒內轉一周。距器五寸則十一秒內轉一周。如用燭兩隻則所轉之數視前加倍。用燭三隻則所轉之數視前加三倍。又用燭火置於小器中。距器約五寸許。令光行過各色玻璃。則淡紅色玻璃二十秒轉一周。紫色玻璃二十八秒轉一周。綠色玻璃四十秒轉一周。黃色玻璃二十一秒轉一周。藍色玻璃三十八秒轉一周。橘色玻璃二十六秒轉一周。其八動之遲速不同。實其光力之大小各異也。故某種玻璃光力如某色玻璃光力小俱可一測而知也。此則西人測光之法所以神而奇也。一論測雷之法也。測雷之法亦多。蓋雷有濃有淡。有少有多有疾有徐。有

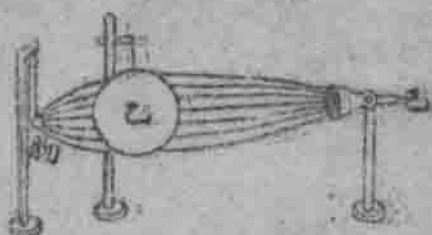
大有小其為類不一故其測法亦不一也然則測濃淡果何所憑藉乎曰有妙法在昔西人測得金
雷之物其外廓愈大則雷氣愈淡其外廓愈小則雷氣愈濃其法如第十二圖用鐵輪軸裏以薄鐵
片數重使之加厚而以雷表高懸於軸上雷氣放滿於輪中則雷表之二圈離不其遠可見物加大
而雷反淡矣及將鉄片撤去則二圈立即遠馳可見物加小而雷反濃矣又一法可測來頓瓶之雷
氣濃淡其所憑藉者如第十三圖甲為象牙半周丁為所連之木桿乙為乾稻草針端有樹心球
而挂於半周心之針處其木桿之下又有針如丙可插於瓶球之上若瓶之雷氣愈淡則稻草成角
愈小瓶之雷氣愈濃則稻草成角愈大故觀其角度即可知其雷氣之濃淡也又有一法可測空氣
之雷氣濃淡如弗打測器及各種測器均可測之後有英人測得自西上月至十一月即華六月至
十月也空中雷氣濃始增大每日之二十四小時內有兩次極濃兩次極淡可見無論何項雷氣其
濃淡皆可測知也茲則測多少又何所憑藉乎曰亦有妙法在蓋西人測雷之多少其法不一而其
最簡便者莫如雷表電表亦有三種最靈其一如第十四圖用大玻璃甯一具甯內懸一鉄針針尖
有燈草圈包以金箔其甯之周圍畫有度數使此表依有雷之物則觀其針行之度數即知其雷氣
之多少也其二如第十五圖以絲線二條懸燈草圈二枚如探雷式使依有雷之物雷寡則二圈微
離雷多則二圈遠馳其三如第十六圖用雷架一具上插鉄柱旁懸鉄針有活機可以轉動外加半
圓如弓形圈中畫以度數針上插以燈草圈離開鉄柱若干即可按其度數而知雷之多少也又有
一法可測來頓瓶雷氣之多少其法則憑藉量雷氣器如第十七圖子為小瓶倒套於銅桿外銅桿
連於摩器之收箭將容雷氣之來頓瓶外皮連於此氣之乙球而以唧唧二瓶記子瓶容滿雷氣所
致之次數便可以于瓶測來頓瓶所容之憑數其唧球之桿在申而有螺絲旋動可使唧唧二球或

離或即。即知每次所放電氣之數。或少或多。蓋桿旁有分度。故能測之極準也。可見無論何項電氣。其多少亦可測知也。至於電氣之疾徐也。每無定論。惟電氣之透過各物。確可知其疾徐。西人測得。透過鐵絲。有於一秒內行至二萬洋里者。電過銅絲。有於一秒內行至二十八萬洋里者。其疾徐之不同如是。測驗之法。於電線空隙之下。置太平鏡一具。上懸平板如輪。令其捷於轉運。迨電光過時。返照其上。觀其二光之方向。即可度其先後所差之分數。蓋將一秒分作百小分。設若二光先後只差一小分。目視必不能晰。假使大輪外廓。於一秒內能轉百丈。則是每丈佔一小分。二光之相差。必係一丈。由是可定電氣之疾徐矣。至於電力之大小也。亦有確據其測之之法。無非憑藉乎器而已。其器亦不一。法拉待所設者。名曰量電氣管。微巴所設者。名曰切線指南針。量電氣管。法用玻璃管刻分度。每分能指所容氣質若干。復以水盛於管之右端。封密之。覆於發電氣器水內。金類片上。則通電氣時。所放氣必由管內上升。觀其每若干時放氣若干數。即知其電力之大小也。切線指南針。法用小指南針。挂於銅圓內。將圓立向南北。其圓一通電氣。針必偏差若干度。觀其所偏之度數。即知其電力之大小也。又有白底愛所設之器。其測法亦甚靈。如第十八圖。甲為大銅桿。由玻璃罩中透出。上端連珠。如乙。下端連於亞布內脫圓板。如丙。此板為器底。桿中作圓圈。內容小指南針。而能轉動。其用法。轉動全器。至指南針停止不動時。將電氣容於乙球。則電氣傳於銅圈。指南針必偏偏若干度。即電力若干大也。由是可測電力之大小矣。此則西人測電之法。所以微而測也。以上測音。測熱。測光。測電。其法可謂精矣。可謂美矣。可謂神奇而不庸腐矣。可謂精奧而非平常矣。雖然。以天地之大。以事物之繁。理必有所未窮。知必有所未盡。其機關奧數者。尚多有餘不盡之蘊。以待後人之研求。是故今日之見為庸腐平常者。即昔日之見為神奇奧妙者也。又安知今日之見為

神奇奧妙非異日之見為庸腐平常者乎所以我國講求西學不貴於知乎西法而貴於通乎西法西法所有者橫而充之西法所無者起而上之善益遂精益求精則今日以中國比西法固不及異日以西洋視中國亦難同矣豈不懿歟豈不懿歟

圖列於後

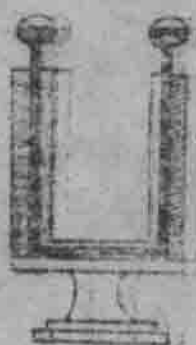
第一圖



第四圖



第五圖



第二圖



第六圖



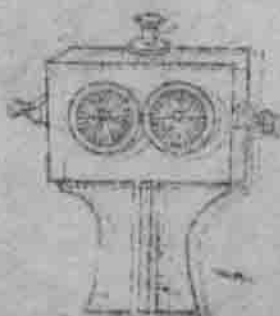
第八圖



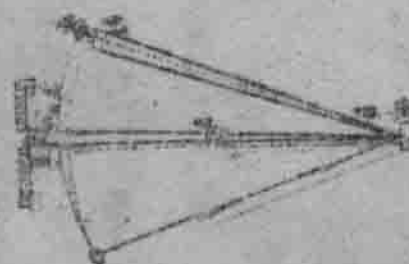
第七圖



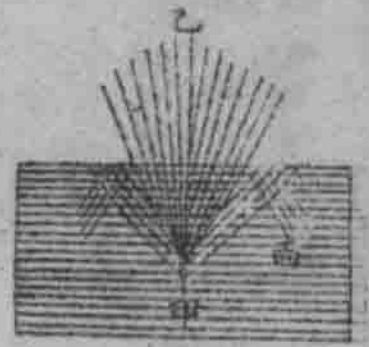
第三圖



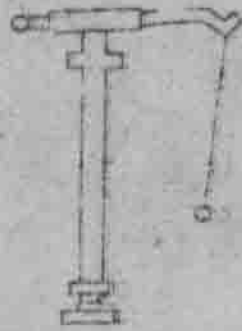
第九圖



第十圖



第十五圖



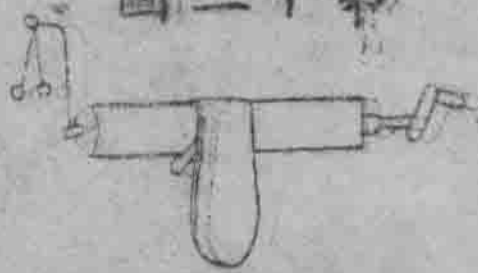
第十六圖



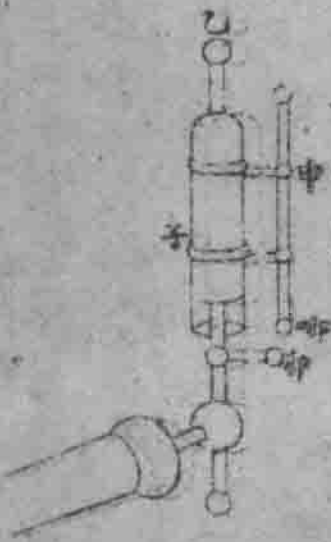
第十一圖



第二十圖



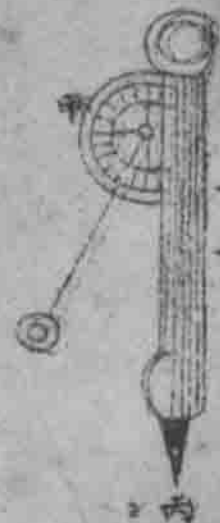
第十七圖



第四十圖



第十三圖



第十八圖



今夫天下之器物一猶天下之世運也。世運有盛有衰，故器物亦有消有長。當其長也，則用大；別無妙法超乎前，及其消也，則用窮。遂有新法出其右，此亦似莫之致而自致，莫之為而自為者也。即如律度量衡之設，當其規模悉與功用方新，以測點則針芒之度可不差，未有不推為神者矣。以測線則弧直之形有必悉，未有不謂為神奇者矣。以測面以測體，則方員與厚薄並而長短與闊狹無遺，未有不誇為至精，並未有不嘆為至美者矣。此其器之盛而用之長為何如也。乃未幾而見為長者，又未幾而見為消矣。何以消？則以其用幾窮也。何以窮？則以聲學、熱學、光學、電學之說出也。噫！器物之有長有消，顧如斯哉！則且分論聲、熱、光、電如左。

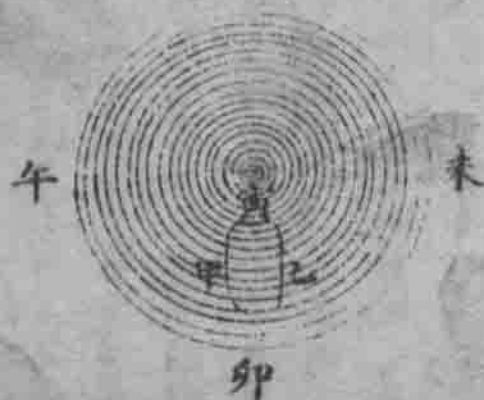
說者謂中國聲學實精於泰西。古人於五音之妙，可以耳力得之，如牛鳴而中聽之，而知宮、商、角、徵、羽；上聽之而知角、系、負而駭聽之，而知鸛鳴在樹，聽之而知羽離羣羊而知商，而且聽八風可以知災祥之兆，聽六律可以知治亂之機。中國之言聲亦精且備矣。其實中國之言聲，不過務其大者遠者，且亦徒存其理法，則早已淪亡。西人則無論物之微者，事之細者，苟與聲學相關，即不憚縷析條分，以筆之於書，以傳之於世。此西人測音之法，所以反能日異月新也。夫總而言之，則曰聲，分而言之，則又有傳聲、回聲之殊，行聲、透聲之別，聲之傳也，全賴空氣，而其傳動之勢與海浪同，故又名聲浪。聲之回也，回折數次，每次漸淡，故曲折峰迴，內回音必大，繼則漸小，以至於無聲。行則與光行之理相同，聲透則與光透之理無異，並可以同法試驗。至若弦音、管音及一切鐘鼓之音，明其質點詳其功用，西人亦推闡入微，此所以聲學出而尋常之器之用幾窮也。其測音之法雖繁，然亦無非憑藉乎器也。有一種測音器，無論何音皆可一測而知其大小多寡，又有法人拉不拉司測空氣傳聲。

其所憑藉者如左圖厥名玻璃登氣筒上端粘以火絨筒內盛清硫之鄉花即按其提桿鄉花即自燒燃延及火絨可知空氣擠緊即能加熱又用一器以空氣壓緊於其內移時再旁開一孔而令其



氣噴射於寒暑表之水銀球立見水銀下降可知空氣放鬆即能減熱聲浪經過空氣其質點各自相擊即生二事相擊而加緊必同時加其凹凸力一也相

擊而加熱必同時加其凹凸力二也因知每一聲浪前有緊層後必有鬆層此層之加緊而加熱等



於彼等之加鬆而加熱皆可用此器測驗也又有西人測得各質傳聲之速率亦視質點之位置質點亂列者縱橫之傳聲大小咸同質點位置有定狀者如地質之顆粒生質之樹木四面傳聲之速率大小各不相同其法不一而最簡易者如本圖亦畧可試驗其法用大樹之外面鋸出方塊午未為樹橫剖面甲乙寅卯為鋸出方塊之橫剖面傳聲自寅至卯則速而大自甲至乙則緩而小可知質點位置不同傳聲之速率大小亦異也他物亦可用此法測之可見西人測音之法甚簡也

說者又謂泰西熱學亦遠於中國遠甚古人鑽燧取火隨時變遷故春則取榆柳之火夏則取棗杏之火秋則取柞栢之火冬則取槐櫟之火甚為神妙而且萬物之性熱大者物之性熱小者籍中亦言之甚詳是中國之熱學亦精矣然中國之言熱其說固妙西人之言熱其說更詳其長亦不可盡

檢也查西人謂太陽為熱之根源其餘各物皆有熱即如冰如雪本為極冷之物然其中亦有熱不過極微耳又有數法亦能得熱一為兩體相磨如以銅鈕扣磨於木板上其熱即生一為兩體相擊如以銅刀擊於火石上則生火能燃紙燭他如將定質或流質或氣質壓之令其體積更小則亦生熱將濃硫酸或石灰合於水中則亦生熱至於萬物之傳熱收熱大不相同有易收易傳者有難收難傳者而且有物於此一冷一熱則熱者傳其熱於冷者必至兩體熱同而後止其說極詳其學極備而欲尋常器用之不窮得乎其測熱之法最簡易者莫如寒暑表其表以玻璃管為之下端有圓球內盛水銀其面上則刻度數自十度起至二百二十度有奇可用以測空氣之熱及各物質之熱蓋觀其管中水銀并升若干度即知其大小多寡矣此表中國甚多人所共曉固無容繪圖以明之也有一器恃電氣而用之亦甚精巧厥名為量度大熱表蓋其表不過可測尋常之熱最大之熱非此表不能測也其法如左圖用白金線通於鐵管中而於管之首端令線繞成螺旋形其阻力在某度已知之鐵管內有大泥管作襯如將管端通於爐內或鑄化之金內則管內之熱不久即與外熱同管之下端有連電線器此線通至測阻力之器其器為兩個玻璃管內盛硫酸水並白金片兩塊與電線相連令電氣通過則其水化分成輕氣及養氣而聚於管之頂能令其水下落其管上刻有分度所指水之度數即能指出化氣若干數已知第一管之氣數又知第二管之氣數則可推算其阻力既知阻力即可知熱度蓋熱度愈大則阻力愈增熱度愈小則阻力愈減也凡各物質皆可一測而知此可見西人測熱之法甚靈也

以正筆為
筆自今
顯地

說者又謂墨子曰臨鑑立景二光夾一光足被下光故成景於上首被上光故成景於下鑒者近中則所鑒大景亦大遠中則所鑒小景亦小此即光學家回光折光傳光射光之說也然而中國雖有其說西人則計又更詳也蓋西人之言凡物之讓光行過者謂之透光體不讓光行過者謂之不

