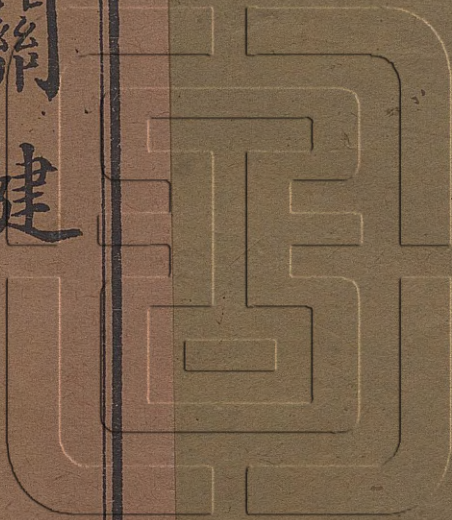


西學  
關  
鍵

科學  
19967  
12



19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38

西學關鍵卷四

熱學

問 何謂熱

答 古西人意天地間有浮物一種縹緲不可迹是即為熱在此物則此物熱在彼物則彼物熱在一物而散佈於外則在旁之物亦熱此說久已廢棄今無從者格致名家罷恭代加爾德牛東三人首創新說謂物皆有元粒元粒動則其物熱故動者熱之所由生也學士伯爾呶伊安肋爾隆福爾皆從此說而今人仍之以故形性家咸謂熱與光與電三者皆出於動而其所動之物乃一精妙浮體質甚稀有伸漲大力彌天下皆是此體充乎各物元粒之間西名曰愛對爾或譯音為以脫或名以精氣譬

之聲非別有一物乃物之抖動傳入人耳熱亦似之非別有一物乃以脫之抖動職是之故無論何物磨擦搏擊之處覺其熱安置不稍動則熱者漸涼此明証也

問 何謂熱度

答 熱度者各物冷熱之數良久不增減若穩定不移也者但物之熱度不可驗以手因熱傳於物非一致譬如銅球木球同熱若干度摸以手則覺銅球寒木球則否因手上之熱速傳於銅不速傳於木也且手覺冷熱常與已之熱度相較摸熱於已者雖熱度少亦覺其熱摸冷於已者雖熱度多亦覺其冷手摸為不足憑

問 熱力施於形物何如

問 熱力施于形物何如

答 熱力大者入一物而漲之鎔之煨紅之裂析之尤甚則消散之為浮物

問 熱生于何物

答 日星火物化電氣器機相擊等皆能生熱

問 日光照下能燒地上物否

答 日光甚熱第以經濛氣大減其力故雖時當酷暑仍不至焦灼若以顯微鏡老光鏡彙日光於一處則可燃乾燥竹木等物相傳亞基梅德曾作銅鏡若干返折日光焚燒敵人之舟又有名步豐者用是法燒乾木於三十二丈外鎔銀器於四丈八尺外其力大矣哉

問 日輪之熱何如

答 學士之說不一或謂日輪熱三四千度或謂熱至二百萬度要皆懸擬之詞尚無確論

問 月光照地亦有熱力否

答 亦有熱力然甚微有名施米脫者嘗驗於某山見月光之熱等於一燭之火遠在四丈五尺之外其力之所以微因日光先至月輪後折射於地與我相去奇遠又為濛氣所吸故無幾耳

問 日光中涵何物

答 涵三芒一曰熱芒二曰光芒三曰化芒熱芒暖我光芒照我化芒活我皆人生所不可少所謂化芒者係生長萬彙之力一切物類之滋生皆賴乎是西人日照像法銀水變人物像亦此芒

之力致然以三稜玻璃條加之自上注望日光便見光分七彩三芒之力彼此區別熱芒稍折光芒過之化芒又過之七彩並列渾如三帶一紅帶一黃帶一紫帶紅帶明且熱黃帶更耀目紫帶則獨具化力凡草木之色皆出於斯

問 三芒生於何物

答 日質抖動由精氣傳於地斯見三芒惟日質抖動多寡不一而功用亦殊動有介於三芒之間者有不傳至眼底而人不得見者雖不得見而化育之力依然默運此種不可見之芒多在紅紫二彩之中抖動最遲者只發熱力其最速者力能消物譬之聲有低銳之別光彩亦然紅芒似低聲紫芒似銳聲聲過其限耳不克聞光芒過其限目亦不克見理相若也

問 太陽熱力照地有幾

答 設使全地皆水厚至三十萬當合計一年中太陽照地之熱能使此水皆化為水又使一海深一百法里終年熱芒之力能使此海初為薄冰後為沸水又使全地鋪煤厚十七法里舉火燒之其力適抵一年間太陽熱芒之力

問 何以兩物互鎔亦發熱力

答 兩物相撞元粒抖動則發熱今兩物互鎔其元粒相吸相入勢必抖動故亦發熱

問 何以物寒而縮亦發熱力

答 熱力能漲物使元粒抖動若既熱而復寒之其抖動傳於外物傳則亦熱故凡物因寒而縮亦發熱力

問 何以物於漲大時反吸熱力

答 物於漲大時須有大力助之斯抖動不止但熱力隨增隨隱不顯於外故吸熱耳

問 何以水澆石灰亦發熱力

答 水燒石灰灰必斂縮縮則以抖動之故有熱力出上已言之

問 熱分幾種

答 分隱顯兩種顯者易覺驗於寒暑表以寒物置其旁立即傳於寒物隱者人不能覺探以寒暑表亦不露原其所自來兩種皆出於元粒之抖動惟顯者傳於精氣而隱者不傳耳

問 何以熱有隱而不露者

答 隱伏之熱出於元粒內動只周行於元粒之間使之位置井然

不相混亂故平時不顯於外若物形頓變堅體變為流體流體變為浮體或流體變為堅體則隱伏之熱亦露

問 隱伏之熱既不著於寒暑表何以知其實有

答 雖不著於寒暑表可驗於鎔化之物譬以一斤水寒在初度者注八七十五度之十斤熱水中水既化得水二斤皆寒在初度其七十五度熱力隱伏水內撐開水之元粒使變為流水故不著於外又熱在百度之一斤汽復凝為水可使六百四十三斤水加熱一度從知一斤百度之水變為一斤百度之汽當吸大熱力直可使六百四十三斤水各增一度學士以一斤水一度之熱名為嘉祿里化一斤水為水當有七十五嘉祿里化一斤水為汽當有六百四十三嘉祿里化水為汽熱至百度當有七

百十八嘉祿里按已上皆言法斤

問 冰雪中有無熱氣

答 無論何物皆有熱力惟多寡不同耳蓋物必以元粒湊成元粒必須抖動乃能相吸相拒位置得宜不散析亦不混亂

問 冰雪能使之更寒否

答 一升雪中納鹽半升後伸手探之覺寒不可當立時移手入純雪中反覺為暖

問 雪中納鹽果寒於水耶

答 果寒於水約增四五度考其所以然因鹽於鎔化時吸去雪中熱氣故鹽雪併合足反寒於純雪若用更易鎔化之物則增寒尤甚

問 沸水與熱百度之汽着於肌膚孰更猛烈

答 汽積熱尤多故尤烈惟汽質稀故傷人輕於沸水汽分乾濕二種濕汽作白色易於散熱故燒物速乾汽作藍色不易散熱故燒物遲

問 何謂燒

答 無論何物發熱生光與空氣相合即謂之燒

問 物於燒時其熱與光何自而來

答 熱生於物之消損光則出於熱力故燒必有二體焉一受燒之體一燒之之體

問 當有幾物始克燒化

答 須有受燒者二炭質與輕氣是又有燒之者一養氣是三者缺一即不能燒

問 空氣以何物湊成

答 空氣以淡養二氣湊成計其容積淡氣得五之四養氣得五之一計其斤兩則淡氣得七十九養氣得二十一空氣中又涵炭酸甚微僅得萬分中二十九分其涵濕汽多寡隨天時以變

問 物之始燒何如續燒何如

答 始燒有二或增熱度使物自燃或舉火燃之更形迅捷既燃則炭質養氣等自相焚化直至燒盡而止

問 凡物焚化變成何物

答 焚時輕養二氣互化故有汽水出又有炭養二氣之質宣洩於外卒存烏灰係炭木所含本料

問 燒炭木何以作紅色

答 熱度既多炭質得養氣之力至於發光故作紅色若熱尤甚則紅光變白光其火燄射於外故光之色隨熱度以變

問 何以有時燒一物下面已紅而上面仍黑

答 若熱力在下者大在上者微則有此景

問 火燄與紅火力孰大燬物孰速

答 紅火惟燒炭質火燄則並燒輕養炭二氣故力尤大燬物尤速

問 何以煤於發燄時較無燄時尤易銷耗

答 發燄時並燒炭養二氣故尤易銷耗

問 何以炭於初燃時有煙而既紅則反無煙

答 煙者汽水與炭質之升炭於初燃時熱度猶小不能盡燒炭質故有煙迨炭已通紅熱力大盛炭質隨散隨消故無煙

問 何以點火於物須從下而上不點於上面

答 火勢上升點於下則染火尤易故如此

問 火燄何以必上升

答 火所燒養氣輕於空氣故上升其燒他質雖重於空氣然以熱力大故亦上升

問 何以濕物不易燃火

答 濕物中有水火之熱力須化水為汽然後能燃故覺其難

問 何以枯木易燃青木不易燃

答 枯木無水且有空氣在孔隙中故易燃青木則濕潤故不易燃

問 物有不能燃者否

答 木楮布麻等物沾染藥水便不能燃所謂藥水者鹹精鹽水等



是用以染布與木便不能燃火因其物阻空氣著布與水也

問 何以灶下燒煤柴間有火星出遠射於外

答 煤柴中間有孔隙養氣積其中遇火則驟燃故有火星射於外

問 何以煤火上間有綠火一縷裊裊而升

答 若下層火力不大燒炭氣未盡乃升至 upper 層遇火則成此色未

轉瞬變為炭氣遂燬滅淨盡

問 華人用火盆煨炭眾人環坐烘火此法何如

答 此法大有害於身體萬不可用必須有煙囪通氣於外乃可因

燒煤炭時必有炭酸炭氣外洩有煙囪則隨煙散失於外室中

仍是淨氣為養生之具若無煙囪則炭氣散於室中人吸之易

致疾病華人不知西學病人之室緊閉不開雖穢氣充斥亦不

之顧此事大謬

問 中國北省用火坑終夜煨煤人即寢其上此法何如

答 此法可用但室中當有煙囪藉通外氣否則炭氣充室養氣漸

消睡時易於悶斃

問 何以煤有發燄者有不發燄者

答 發燄者涵炭氣較多故一燃火即遠射於外不發燄者反是西

人分肥煤瘦煤二種即是此義肥煤發燄之煤也

問 同是一物燒於冬時其火旺燒於夏時其火小此何以故

答 天寒空氣亦寒空氣寒則密率加多其被燃與助火皆速故旺耳

問 空氣密率加多其被燃與助火皆速何故

答 密率增則旁壓之氣有大力於是被燃之氣上升甚速而火乃旺矣

問 聞火在高山上燃燒不甚得力信否

答 同是一物燃於高山上不及在地之旺因高山上空氣較稀與燒熱之氣無甚區別其上升也緩火為之不旺

問 風雨表下降時爐火之力不及他時之力何故

答 風雨表下降時空氣稀而壓力少故爐火不旺無異在高山上

問 同是一物水凍時易燒開凍時難燒何故

答 開凍時氣中多濕汽且較凍時為稀故難燒

問 何以風中燒物益形爽快

答 有風則空氣常易此去彼來絕不停滯火得養氣尤多故爽快

問 燒鍋用竹筒吹火曷故

答 吹之則空氣擁至火上養氣增多火即加烈

問 雙門火爐閉其一則較大開時火尤旺曷故

答 閉一門則洞口小矣空氣入內較前更速故其火旺

問 何以炭火藏於灰中能久存不熄

答 灰阻養氣着火故能久存然亦稍有養氣由灰入內故火仍不熄

問 何以水能滅火

答 注水於已燃之物其熱力盡用於蒸汽物之熱度頓減火乃息

滅然此必水多而能然若澆水無幾則水中輕養二氣頃刻分離火得之反烈

問 燒爐者有時注水煤上曷故

答 煤上稍注以水其內氣易於宣洩而燒之更易故注之

問 滅火別有妙法否

答 以已蒸硫磺粉投擲火中頃刻生硫酸氣甚多濛蔽火上一時空氣不着火無養氣助火火即息滅此法較洋龍灌水尤形靈便各城鄉宜家置二三十斤為未雨綢繆之計苟能多備此粉火患當少十倍

問 何以濕草蓋於紅炭上火即息滅

答 一以濕草寒而火之熱力頓減二以空氣見阻無養氣助火故滅

問 火之旺否由於何事

答 由於二一視受燒之物大小奚似二視養氣著火多少何如

問 灰滿爐竈火力不旺何故

答 空氣見阻不能多至火上故不旺若將爐竈畚掃一空便見烈烈轟轟火即炎上

問 何以煤火不旺須以鐵鉗翻弄

答 不當翻弄於上然翻弄於下使空氣透達乃火力加多

問 何烘火者身熱而覺足冷

答 熱氣由爐管上升外間寒氣自門縫窗隙中擁入以其密於內氣故附於地板牆壁上折至爐中人足在地板上便覺其冷夜間亦有寒氣入室逼近牆壁故卧時不可頭近壁須將牀榻離壁少許乃合養身之道

問 何謂煙煤

答 煙煤者煙囪鍋底所染之煤為煤炭柴木之火熏炙而成其色黑其臭惡其味苦含有炭質松油質焦油酸氣等物

問 何謂煙

答 煙者汽水輕氣炭屑等未燒盡而為熱氣拽攝上升者

圖七十八



問 何以煙常上升

答 汽水熱氣炭屑皆輕於空氣故上升但漸升漸寒而力不能升則留於煙口鍋底便成煙煤八十七圖為煙口像

問 嘗見機廠爐火有不出煙者曷故

答 若空氣盛吹爐火旺發將炭屑等物燒盡靡遺則無煙惟稍有汽而已然其汽已黑落於物而物亦黑殊覺不便

問 何以火車過時雲氣盤旋隨車而行

答 此非雲氣乃火爐所出汽水一遇微風即飄浮靡定故盤旋耳

問 何以煙口有倒回煙

答 煙口倒回煙有多故風大而貫入煙口自上衝下則熱氣不能出煙乃倒回其故一爐煙過多不能盡入煙口勢必退入室內其故二門窗不啟又無隙縫可通室中之氣漸稀無外氣踵至則空氣自煙口入壓煙入室其故三

問 煙口必高出屋頂何居

答 若煙口與屋頂適平風行屋上遇穴即入倒回煙更多故煙口須高出屋頂

問 煙口須窄小何居

答 口大則外間寒氣入內熱氣未及口而已涼無力上升煙亦不能出

問 機廠煙口較他處尤高何故

答 高則熱氣易出煙亦易升且煙中硫磺質可遠散空中不至殃及隣右

問 何以煙囱愈高熱氣上升愈易

答 熱氣上升遲速根於二一視外氣與內氣熱度相去幾何相去愈多熱氣入寒氣中愈易二視熱氣累積高下如何積愈高力愈大升亦愈易故高煙囱中熱氣易升也

問 作煙囱以何料為美

答 鐵鉛勝於磚石因鐵鉛煙囱易熱而煙亦易升磚石煙囱須先熱磚石非大費火力不可

問 煙囱宜直乎彎乎

答 宜直不宜彎因彎處不增熱氣之高且熱氣入彎管必稍失其

力升乃漸緩

問 山多之地屋在山谷之中煙囱多回煙曷故

答 風行山側動輒盤旋一入煙囱便有回煙出

問 何以煙囱於近口處有一蓋形狀如帽

答 蓋以阻風之入管庶無回煙之弊

問 烘火之爐置室中何處為宜

答 宜置旁邊不宜正對門戶因正對門戶則一開門熱氣出爐回煙將盈室

問 人向火爐吹氣便有白灰出空際彌濛是為何物

答 此係入火不焚之礦質為灰之所由成吹之飛舞空中彌濛滿目

問 暴風雷雨之時煙囱中有回煙何故

西學圖建 卷四 熱學  
答 大風入煙窗熱氣不能上升遂致回煙充室

問 有時爐中發硫磺臭曷故

答 煤中含有硫磺質燒而出之便覺其臭

問 何以爐火所在屋中天花板漸黑

答 熱氣上升直抵天花板將煙煤攝之而上故積久必黑廚房中在在都黑亦以此故

問 燈煙燭煙何自而生

答 生於熱氣汽水炭質若火力大而盡燒其質則變成炭酸氣遂無煙

問 洋燈何時出煙

答 燈心過高吸油不足火不能盡燒其心則有煙若火上空氣不

繼燈心四周高下參差亦有此弊

問 何以洋燈上無玻璃管出煙必多

答 無管則四周之氣散而不聚火不能燒盡燈心故有煙一加以管則熱氣上升頗急外氣自下擁入亦急故無煙且罩以躲風熱度不減反能增多自必盡燒其心而光亦大但玻璃管不可過短亦不可過長過短則氣升緩仍有煙出過長則氣升太速燈心反涼亦有煙出

問 將燈心旋下幾許能省油否

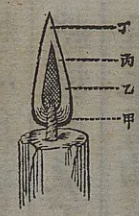
答 自能省油故無需大光時儘可旋下幾許但閱書以光多為美不可以惜油而減光

問 何為火燄

答 凡被燒之物熱至百度表上六百度其物浮而為氣或散而為汽頓發光明即為火燄

問 何以物有發燄者有不發燄者

圖 八 十 八



答 堅實之物有不能變為氣與汽者雖熱至六百度亦無火燄惟通紅而已其他能變氣變汽

者燒之必有火燄飄揚於外炳閃目中使有燭火於此如八十

八圖一火而分四重甲字底處作綠色乙字處居中而黑丙字

處大明丁字處為外色不甚明用法探驗知綠者不熱黑者稍

熱大明者大熱外色則最熱

問 何以火燄底處作深綠色

答 有三故一因底處多氣與汽二因蠟油漸化而漸升熱度不能

盛增三因底處含炭養多而已紅之炭質少故作深綠色

問 何謂明火

答 明火者火力大而發白光者也明之大小視火燄中所燒細質

明昧如何若火燄中無細質則雖熱不明故燃清淨淡氣熱力

甚大然不著光輝若淡氣中和有炭氣則燃時不甚熱而輝耀

異常凡淡氣容積得三之一養氣容積得三之二焚化以變水

其熱為最大其燄為最明

問 物熱幾度始發光

答 熱至百度表上五百廿三度始變紅熱至一千三百度其光始

白至烈之火得百度表三千度

問 火燄中間黑暗不明何故

答 火燄中間有肥質化為含炭淡氣未經火焚且燈心中有炭屑  
故作黑色

問 何以氣質在火燄中能不焚

答 在火燄中不得空氣故不焚

問 何以附近燈心之燄較他處更明

答 近燈心處蠟油生氣最多而炭質又散析故一遇養氣立發大  
光

問 何以燈燄外重不及中間之明

答 外重得空中養氣甚速遂變為炭酸氣其細質則少故熱雖增  
而光明反減

問 燭火有時發響曷故

圖九十八



答 燭火納入玻璃管或他管中如八十九圖苟管之  
大小火之高下均得其宜管即吁吁作響

問 納燭火於管中有無他異

答 火在管中有時一升一降不疾不徐先後

有節西人謂之舞燄狀如第九十圖

圖九十九



問 按燭火發聲之理有何巧製

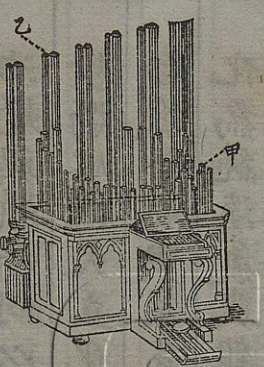
答 西人有名賈思忍者於二十年前作玻  
璃管若干如第九十一圖兩兩成行修短

合度既而燃燭於下另有法條連若干

燭為一串共分若干串以手指壓連燭

之板則燭入管中吁吁作響且響否隨人頗合節韻不知者幾

圖一百





疑為人唱焉

問 油燈與蠟燭何以能燃火

答 燈燭心得火立化油蠟之肥質一遇空中養氣隨即焚灼

問 白蠟牛油與菜苴油化為何質

答 化為純淡氣與雜炭氣之淡氣牛油燭之淡氣合於養氣化為

汽水白蠟中之炭氣合於養氣化為炭酸氣

問 蠟油菜油等如何上升及火

答 燈燭之心有微隙油之肥質逐漸上升乃及於火

問 何以火愈旺光亦愈白

答 火旺則炭屑全燒故燭光燈光愈白若火力不足熱未甚則炭屑作紅色而光亦紅矣

問 何以火頭必尖銳

答 油炭質自燈燭心出漸上漸消愈升愈少故上端作尖狀又因火上升之氣最熱最稀肥質燃火向稀處上升故火作尖形

問 何以蠟燭燃火於燈盤上有水點

答 淡氣能變水故燃燭時有水點流下

問 按手於燈火上頓覺大熱按手於燈旁雖熱而不甚覺何故

答 按手火上與所升熱氣直遇故痛不可當若按手火旁雖有熱氣四散然不甚急故手不痛或只微痛而已

問 燈燭火將滅之時發一大光何故

答 燈燭心中肥質上升不復相繼一斷一續有相間之時於是油至則明油竭則暗卒至一湧而不復上發一大光而息

問 何以燈燭火一吹即滅大火則不然

答 燈燭火小如紅苴吹氣其上頓減熱度故滅若大火之熱遠逾於此一口之氣不能敵其熱而息之

問 何以蠟炬初息吹之能復燃

答 輕吹之空中養氣與初隱未熄之火相合以故復燃若重吹之以過寒故其火即滅

問 空中自有養氣與初息之火相合何必輕吹之而火始復燃乎

答 不吹則養氣無多不能活垂死之火故必吹之而後復旺

問 何以燭火初滅重燃甚易久滅而燃便覺其難

答 火初滅燈心尚煖故易燃久滅則已寒故難燃

問 氣燈以何料燃火

答 氣燈有兩種一曰電氣燈詳見電學一曰煤氣燈其所焚之氣

以輕氣炭質併合而成

問 此併合之氣如何製成

答 用大火燒油料煤炭等直至變為流質將此質燃以火則發光甚明大約此質外形若干須燒煤與輕氣其外形皆二倍之純輕氣燃火其光不甚明發熱則甚大輕氣初雜炭氣燃之光作黃色其所以併合也炭得外形一分輕氣得外形二分

問 何以輕氣炭質合而燃之發光甚明

答 輕氣本有光熱力又甚大煤炭屑均發大光故大明

問 何以氣燈之光在下作綠色不若在上之明

答 續升之氣未全熱故未發大光然瞬息即熱故稍上即是明光

問 何以氣管半閉則燈火易滅氣管全開則火燄益旺

答 氣管半閉所升之氣不敷所用故易滅全開則氣多而火亦旺

問 何以火罩覆燭火上立即息滅

答 火上覆以火罩養氣不能繼火不能復燃故即息

問 火罩有以厚紙製成者何以覆於火亦不燒

答 一因罩中養氣頃刻即盡二因罩中所遺炭酸氣火不克焚故  
不燃於紙

問 燈心燭心有時積累成塊俗稱燈花果何自而成乎

答 棉心未燒盡或因煙煤黏於燈燭心上不能脫落故有燈花別  
無他異吳諺謂燈花爆是非到以燈花為不祥之兆可為一笑  
問 何以燈燭心不即燒去致成燈花

答 燈燭心過長或過厚而火力不足則炭屑不能全燬遂成燈花

問 何以燭心雖已通紅蠟油牛油仍不流注

答 牛油熱至百度表三十八度始化純牛油六十二度始化蜜蠟  
六十四度始化燈心雖通紅熱力未至此數牛油等仍不流注

問 燭火初滅燭心有煙出斯時覺有臭氣何故

答 燈心中油質四散故覺其臭若火旺而油質燒盡即不臭故滅  
火始臭未滅火不臭

問 聞擊物亦能取火信否

答 擊物取火之法有三一在於擊二在於磨三在於壓

問 何謂擊

答 如鐵匠擊鐵然不必煨紅而重擊之自能發熱

問 何以重擊一物自能發熱

答 重擊一物其元粒必抖動是即熱之所由來

問 古時西人如何取火

答 古時西人以硫磺置於木片舉斧擊釘以其尖處磨擦硫磺上

立即生火

問 火刀石相擊何以有火星出

答 刀石相擊則熱氣生遂有火星

問 何以西人馳馬間有火星生石上

答 西人之馬有鐵鞋釘於蹄下疾馳而鐵鞋擦石上則火星遂生

矣

問 野蠻如何取火

答 野蠻削尖乾木一條以尖處在硬木上

力旋之如鑽木然不久即有火星出如

九十二圖

問 磨擦何木最易得火

答 桑樹條擦黃楊樹最易得火

圖二十九



問 何以機上輪盤須隨時擦油

答 輪盤旋轉久之必發火星擦以油阻其發火擦於轉軸亦為此

故

問 何以冬間寒甚人撲手頓足即覺稍熱

答 撲手頓足一身之血流動筋脈因之活潑乃生熱故覺溫暖

問 以厚冰二塊互相磨擦不久即化何故

答 磨擦稍久熱力頓生冰乃煬化

問 不拘何物抖動必能生熱否

答 曰然譬如像皮一名伽阿祖其為帶可伸縮俗呼寬緊帶未拉而貼於唇覺其冷數四拉之使之伸縮再貼於唇便覺稍暖

問 何以磋刀磋物鋸條鋸物斧斤砍物皆不久即熱

答 其故非他磨擦之力致然

問 何謂壓

答 壓者力抑一物使之縮小壓力愈大生熱愈多欲試驗之可製玻璃長管一上開下封底處置火絨少許上以木棍適合管之大小者匆迫壓下如小兒鬧水管不旋踵火絨燃火因管中之氣受壓隨即發熱也

問 何以擊火藥最易發火而他物不然

答 火藥中有硝磺等物重擊之其元粒彼此互合自能分化加以擊力生熱故立即燃灼烈不可遏為禍甚巨

問 何以流物凝為實物必生熱力

答 流物中本有熱力隱而不露用其力以支撐元粒不至緊合故為流物迨流物凝結為實物其力聚而活動乃顯於外

問 何以實物變流物之時雖加以大熱力亦不露於外

答 實物變為流物須有大熱力支撐元粒使之分散其力既用於支撐自不能顯露於外

問 熱著於物其效何如

答 其效在伸漲熱愈大物之伸漲愈甚

問 不拘何物皆因熱而漲否

答 否有熱而反縮者惟無幾譬如泥土愈熱則愈縮待熱退而寒仍不歸原形論者謂泥中有水熱則水出故縮清水一物別有異景自初度升至第四度其形縮自第四度以上漸熱漸漲故水熱四度為密率最大之時

問 欲驗熱力漲物有無簡便之法

答 以尿管一枚稍留空氣於其中緊緊其頸使外氣不能入置之火旁則漸熱漸漲至破裂而止因空氣元粒為熱力排散故氣漲而脬自裂也

問 粟子煨於灰中亦自裂何也

答 粟子含水質熱則成汽汽漲欲出將粟殼漲碎

問 何蘋菓近火亦自裂

答 蘋菓既熱其汁變汽汽熱則漲菓皮斯裂

問 何蘋菓傍火處漸軟而他處仍硬

答 近火處菓汁因熱而漲稍稍出外故軟他處之汁未曾出故仍硬

問 何以石在火中轟然自炸

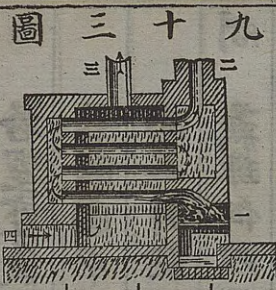
答 石有微隙涵蘊空氣或積水其中熱則氣水伸漲故自炸

問 瓶中承大麥酒近火稍久瓶塞自出何故

答 大麥酒中含炭氣熱則漲將瓶塞推出

問 欲屋中和暖用何法為便

答 在屋隅作一火爐如九十三圖旁接長管通入



圖九十三

各室空氣自外入逼近爐管則熱而入長管中升至各室在在皆暖圖中一為火竈二為煙囪三為長管四為空洞外氣由此而入升於長管

問 氣球何以能升

答 球中之氣因熱而漲輕於空中之氣故升然空氣愈高愈稀稀則輕氣球升至高處其外氣與內氣相同則不復升

問 嘗見玻璃瓶有玻璃塞者啟之甚難曷故

答 是必塞於暖室中啟於寒冷之時塞時瓶中之氣稀既塞後其氣因寒而縮塞下有空地外氣壓於塞上瓶中之氣不能抵故去塞實難

問 熱力最易漲者為何物

答 最易漲者各種浮物然不可一律論計空氣之漲熱增一度以其外形作十萬分則漲三百六十七分

問 熱與密率相較如何

答 凡浮物熱力愈增密率愈減

問 火藥如何製成

答 以純硝硫磺炭屑併合而成三物應入多寡須視火藥何用為打鳥用者百分中硝得七十八炭居十二硫磺居十為交戰用者硝七十五炭十二分半硫磺亦十二分半為轟礮用者硝六十五硫磺二十有名英國火藥者硝七十六分炭十五硫磺僅九分

問 鎗炮發聲究緣何故

答 火藥本實體燃火則變為浮體伸漲甚速鼓動在旁之氣故發聲大約火藥外形為一方寸其變浮質得一百九十方寸即一百九十倍燃三兩火藥熱可至三千度其力四千倍於濛氣猛烈不可思議故一燃火藥空氣忽為其推動發聲甚洪

問 何為火藥須磨為細粒

答 磨成細粒傳燃之時均勻發彈尤易得力

問 火藥在全空之地絕無空氣之處亦能燃灼否

答 火藥已着火雖無空氣亦燃因硝中自有養氣隨燒隨出接濟火力

問 何以鎗砲有時炸裂

答 火藥之力大且速鎗砲之料偶不堅勻輒有炸裂之禍

問 何謂炸藥

答 炸藥乃硝精汁礮屑石質細砂白礬精質等湊合而成不必納入軍械中祇須投注少些一着硬物立即發火酷烈逾於火藥

問 何謂藥棉

答 藥棉者以棉花浸於礮強水淡氣酸中約二十分鐘之久後淨之乾之可代火藥之用力亦甚大

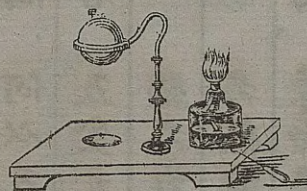
問 五金之類得熱漲否

答 五金之類得熱亦漲惟微少遠不及浮物且漲之多寡各物不同譬如錫漲多於紫銅紫銅漲於鐵

試驗之法製一銅球大小適可過銅圈狀如九十

四圖舉火燒球即不能過圈蓋已漲矣

圖 四 十 九



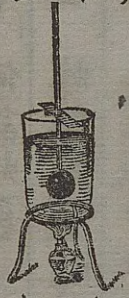


問 何以五金得熱力伸漲甚鮮而流如水浮如氣則伸漲甚多也  
答 五金元粒互相緊結熱力不易推開故伸漲少流物不然其互結之力無多故易漲至於浮物本有漲力元粒自欲分離况加之熱力乎

問 實物中易漲者何物

答 有水銀易漲每增熱力一度其外形增五千分之一直至一百度而止若寒至初度下四十度則凝為硬塊不復流動以水銀易漲西人用為寒暑表風雨表湯氣表等羣稱利便

圖五十九



問 何以天氣加熱寒暑表上升

答 熱則水銀漲然無地橫伸故上升欲試之可以寒暑表置涼水中舉火燒水水銀稍稍升

舉狀如九十五圖

問 或謂剃刀入熱水獲髮尤利斯言信否

答 斯言信然因刀入熱水以伸漲之故刀口稍起刀鋒因之益薄故利於薙髮

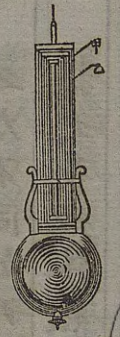
問 西匠箍桶先將鐵圈燒熱何故

答 鐵圈既熱漲而易箍俟其冷則縮而緊誠一舉而兩便焉

問 天熱則鐘表之行緩天寒則加速何也

答 天熱則鐘擺伸長其盪緩故鐘表亦緩天寒則鐘擺縮短其盪速故鐘行亦速

圖六十九



問 有法使鐘擺不伸縮否

答 有名牽制擺者擺片繫於四銅條其伸漲

之力不同如九十六圖甲條伸長則乙條亦伸將甲條抬起使擺之長短依然如故雖氣候變更絕不見於鐘表

問 鐘擺自下而上直垂不曲易以牽制若盤表則何如

答 盤表不用擺而用法條亦以數條合成互相牽制無伸縮無常之弊

問 火車鐵軌有間斷處曷故

答 鐵軌間斷則熱而伸不至慢起可無當車之患

問 爐火過旺爐自炸裂何故

答 火旺則熱力大爐鐵因之伸漲故自裂不待火爐為然即門板塞板等無一不然其理正相彷彿

問 大火燒空鍋方甚熱時忽以冷水注鍋中易於析裂何故

答 鍋方盛熱時在在俱漲忽以冷水注其中著水處忽然斂縮與他處之熱不同故析裂

問 何以插屏中之玻璃熱則自破

答 無論插屏為木質銅質其因熱而漲皆不及玻璃之甚故插屏窄小玻璃無可伸之地者熱則必破是以裁玻璃管時稍留餘地為妙

問 何以沸水注玻璃杯中杯必碎

答 沸水入杯底頃刻大漲而他處未及漲乃碎防之之法先注溫水少許轉側其杯使各處皆熱然後注沸水自無碎裂之虞

問 玻璃瓶有用玻璃塞者若太緊不能出當用何法

答 當以手帕入沸水中以繞瓶頸或以繩索力磨瓶頸迨熱而漲

則塞自出因頸漲而塞未漲也

問 厚玻璃近火易碎薄玻璃不爾何也

答 厚玻璃上寒熱易於不勻漲縮因之不同故易碎薄則一處熱

處處皆熱故不碎

問 日中晒書晒紙書紙必撻何故

答 日光直照處先乾乾則斂縮他處依然開展故曲作凹形迨濕

氣重入仍復平正

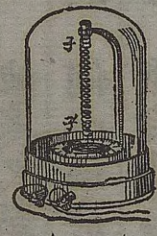
問 有名金類寒暑表者何如

答 西人伯來格創製是表狀如九十七圖以金片

銀片白金片合為一片絞作螺形銀居內白金

居外皆緊貼於中間金片上銀有漲力遠勝於白金其斂縮亦

圖七十九



然凡天氣炎熱銀片大漲螺絲順轉表針往右氣候寒則白金大於銀片螺絲逆轉表針向左視針在何度便知熱度之升降耳

問 竹木薰炙火上何為屈曲

答 薰炙處先乾而縮故屈曲其理與晒紙相同

問 鐵煨紅則易斷未煨則難斷何也

答 煨紅之鐵元粒為熱力排開故易斷不煨則元粒互結甚堅故

難斷

問 物分堅流浮三類曷故

答 元粒互合稀密不同物體因之以異實物之元粒互相緊結流

物次之浮物又次之此物類之所由分也

問 氣與汽有何區別

答 氣者生成之浮物非有奇大熱力奇大壓力終不變為流物汽者本為流物或本為實物因熱而散遂為浮物譬如水熱至百度便蒸汽熱度稍降仍凝為水

問 浮物寒極則何如

答 無論何種浮物寒極而重壓之變為流物自十餘年以來養氣淡氣輕氣亞舍底來咄等皆有法使其變流物先是有人以炭酸變流物後又變實物其狀如雪指觸之立即發火痛不可忍其為流物時急注於外仍變浮物惟以吸熱甚多故隨注隨成細粒蓋已凝結矣若於此雪中納精氣少許寒至初度下九十度其冷不可思議

問 凡物熱甚則實者流而流者浮矣何以蛋黃與蛋白熱之反變

為實物

答 蛋中有精質熱之其元粒伸漲故生蛋變硬蛋他物不然愈熱則元粒愈散故實者流而流者浮也然大火燒泥土亦堅結而硬如磚瓦磁器等是

問 何謂蒸汽

答 流物因熱而散如煙霧之上騰即謂蒸汽夫物有不甚熱而蒸汽者如水注瓶中無蓋則漸自消縮濕衣懸空際不久亦自乾皆以蒸汽故也

問 實物有不變為流物而逕行浮散者否

答 有逕行浮散者如樟腦鉀養淡藍氣冰雪等是

問 何如則蒸汽益盛

答 蒸汽益盛厥有五故蒸汽必在流物之面故面愈廣蒸汽愈多  
 一也熱力為蒸汽之所以然物愈熱蒸汽愈甚二也空氣乾則  
 易於吸汽故汽升愈速三也有風時含汽之空氣速散其未含  
 汽者踵至故有風則吸汽易而蒸汽亦多四也空氣既稀壓力  
 自輕壓力輕則流物之元粒易散蒸汽因之尤夥五也

問 茶在杯中太熱則仰其蓋而注茶其間曷故

答 蓋中之茶無幾熱氣易散若杯蓋大於杯口則又以茶面廣而  
 易涼

問 何以日光照濕物漸見其乾

答 日光熱焉濕物有水焉水得熱力迅即蒸汽汽散而水盡則乾  
 矣

問 何以燥风能吹乾濕衣

答 濕衣散汽為燥風吹去隨散隨吹不稍留滯故衣乾甚速

問 聞同一濕物在高山上海乾信否

答 斯言信然因高山上空氣稀疎壓力大減濕汽易於飛散故其  
 物速乾

問 精氣名以脫者灌於手頓覺大寒何故

答 以脫精氣飄浮最速速則吞吸熱力甚多於是手覺大寒

問 何以人出汗時易於受寒致病

答 稍有風吹汗即蒸汽身乃覺寒烈

問 穿何如之衣最易出汗

答 穿像皮衣及他不通氣之衣最易出汗因身中之熱不能出自

必多汗也

問 人身熱幾度

答 人身之熱總在百度表三十八度即或損益不過一厘而已一厘者以一度析為十厘而僅得其一也人患傷寒症可熱至四十二度至多則四十三度若連日不減其人必死無疑

問 人何以出汗

答 人身熱三十八度稍增則身中之水由毛孔出是即為汗汗出而身涼其熱仍在三十八度故汗者所以齊人身熱度者也

問 何以人用力必有汗出

答 力生於筋絡筋絡動熱度必增於是汗出出後熱度仍歸三十八度

問 出汗過多身之斤兩減否

答 出汗過多身中之水頓少自必減其斤兩經西人試驗居熱水浴池上一下鐘若池水熱八十度身必減一法斤合中國秤一斤十兩

問 天氣潮濕人身加重否

答 天氣潮濕阻身中之水出外故身亦稍重

問 人居乾燥之地身稍輕否

答 人身之水得全身之半身重一百斤者水重五十斤人居乾燥之地外無濕氣阻滯故出汗最易易則多出而身亦減輕矣

問 熱室中灑以水人覺爽快曷何

答 水遇室中熱氣頃刻蒸為汽汽吸室中之熱故頓覺涼快

問 何以炎夏之日一雨即涼

答 雨水著地遇熱即蒸為汽地既涼近地之空氣亦涼故覺涼爽

問 何以深谷深坑中常形潮濕

答 深谷深坑中日光不及照空氣不易更易其濕汽積久不散故

常潮濕

問 園中下花種覆以瓦盆開日去之見盆下濕而他處不濕何故

答 地必生汽為盆所阻不能四散故濕他處無阻故不濕

問 水面不論廣狹其蒸汽相同否

答 水面愈廣蒸汽愈少故河中之汽少於水盆中之汽原其所以

然因河中之汽漸升充塞其近河之氣反阻汽之猛發故少若

盆中之汽隨升隨散故生汽尤多

問 販鮮者以濕布罩於魚上曷故

答 一則阻日光晒魚不致速乾一則水汽散於魚上不即發熱

問 何以樹蔭下濕於他處

答 無論樹木菜蔬花卉等其葉皆有汽在旁之氣飽含濕汽故在

下之地亦濕常見大霧之時霧水多聚於菜園樹林中亦為此

故

問 夜行樹林中易於傷風何故

答 林中多濕氣且多微蟲吸入身中自必傷風按濕氣寒於乾氣

故濕氣在初度較乾氣在初度下五度尤覺其寒

問 何以有時寒未至初度而溝渠已有薄冰

答 天晴氣乾加以北風則溝渠中生汽甚速速則寒未至初度已

有薄水今墨洲北濱天氣最乾夜間注水桶中搖盪之雖夏時亦能結水

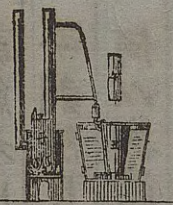
問 製水之法何如

答 夏日亦可製水法以清水注瓶中瓶外裹粗布以精氣名以脫者灌於布立即蒸汽甚多水凝為冰惟以精氣價昂冰廠中以強水代之強水散為汽折入管中復凝為水仍可以用又以清水與精氣同置抽氣罩下將罩中氣抽去則精氣蒸汽甚速清水大寒凝結為冰

問 製水有無他法

答 有西人名伽勒者創一製水之器如九十八圖子字處儲臭水名阿莫尼阿者其下為火

圖 八 十 九



爐字字瓶中承清水欲其結冰以此瓶入丑字空管中後燃火於爐臭水散為浮汽折入丑字空管之四周復凝為水卒則止火其已凝之臭水復散為汽吸去清水中熱氣遂結為冰此器宜於家用席間可製冰即食

問 海水鹹而海中汽水偏不鹹何故

答 海中鹽與水相雜升為汽者惟水鹽則不能升故汽水不鹹職是之由雨水出於海從無鹹雨凡在赤道之海熱約二十七度其蒸汽最夥故赤道雨水亦多

問 何謂滾沸

答 凡流物得大熱力其汽成泡珠謂之滾沸  
問 泡珠如何生長



答 泡珠之成必在器之受熱處既成珠乃輕而上浮

問 泡珠升時增大否

答 流物初滾泡珠始生仍疑為流物不復見既又起則不復疑又後則流物尤熱生汽尤多泡珠自下而上愈積愈大

問 清水熱幾度而沸

答 在海面上風雨表七十六分時清水熱至百度表一百度而沸若所在之地高出海面或空氣甚稀之時熱未及百度水亦能滾

問 水在全空無氣之地如何

答 全空無氣之地無空氣壓抑雖寒至初度水亦沸大率阻沸者乃空氣壓力故汽力一勝氣力流物即滾

問 何以同是滾水在高山頂上不及在平地之熱

答 在高山頂上空氣無大壓力水雖沸其熱未及百度故不及在平地之熱

問 在高山頂上水熱幾度而滾

答 經人試驗在亞爾伯山熱九十二度而沸在安底撒納熱八十四度而沸餘視山之高下以異

問 水在地窟深處如何則沸

答 地愈深須熱度愈多水始滾沸大約入地深三丈水熱一百二十度始滾故同是滾水在地下熱於在地面

問 欲得大熱水在百度外者當何如

答 納水於銅鐵瓶中架大爐上燒之如西國有名巴本鍋者其熱水可鎔錫力大可知若啟其口則頃刻化為汽散失空際

問 無火亦能致水沸否

答 是不難只須抽去水上之氣水自滾沸

問 冷水亦能致沸否

答 亦能致之須納水玻璃球中置熱水中久燒之使球中之氣全為汽水帶出既而善塞球穴務使外氣不能入繼乃倒懸此球於空際不拘何時以冷水灌球上頃刻球中水沸騰頗急其故非他因球中汽因寒而凝壓力頓減乃球中之水沸躍

問 何以煮水於長瓶中其沸不速於淺瓶則較速

答 長瓶底處之水受壓過重故不易沸

問 燒水之鍋何料為美

答 銅鐵鍋愈於瓦鍋因金類善傳熱力易於滾沸不若瓦與玻璃

不善傳熱非久燒之不滾西人蓋路撒格謂玻璃鍋中水滾較

銅鐵鍋中水滾須加熱一度原其故因水附玻璃頗切須有大

熱以動之又異者玻璃鍋中之泡大於銅鐵鍋中之泡

問 聞以堅紙為瓶注水其中置火上燒之直至水沸而紙仍不燃

信否

答 斯事信然因燬紙須熱至二百五十度紙內儲水火力透紙直

入水中紙上僅熱六十度故不燃惟紙瓶須善為封閉否則熱

氣上升不易滾沸

問 人執熱時須墊濕紙濕布其故安在

答 濕紙濕布遇熱蒸汽有吸熱之力手乃不痛

問 凡為流物熱同而滾否

西學自金 卷四 三十四  
答 不然熱度多寡視流物之品類又視其物純雜何如如硫以脫熱十一度即沸樹精汁六十六度火酒七十九度清水一百度其餘物料皆有一定之度

問 鍋無蓋能燒水熱至百度以外否

答 不能因水面上壓力不改水常熱百度而沸猛燒之惟生汽較速耳

問 何以水將滾先作響

答 近火之水先變為汽因輕而升遇上層之水猶未大熱乃復凝為水凝則水中稍有隙地四周之水擁至充之水為之鼓蕩於是有聲響

問 何以水至全滾反無聲響

答 水全滾時汽不復凝故無聲

問 何以置鍋於火前發響頗久而置於火上其響速止

答 鍋在火上水之全滾速故響時不久若僅旁面燒鍋水之全滾遲故其響久

問 注油水上油燒盡而水仍未熱曷故

答 水性不善傳熱其傳熱又自下而上故水面燒油水仍不熱

問 何以加蓋於鍋燒水易滾無蓋則不易滾

答 鍋蓋阻熱氣出外故易滾

問 何以粥飯等物既滾則溥出鍋蓋

答 熱力漲米外形盛增故溥出鍋蓋

問 何以火爐上水鍋有時炸裂

西學圖建 卷四 熱學  
答 凡汽水過多漲力過大鍋旁不能抵則裂大約水鍋之力能抵  
十蒙氣之力燒汽至六七蒙氣而止以免失事

問 水鍋啟口放汽何以近口處不見汽稍遠則見汽

答 汽水甚熱全成浮體如空氣之不可見迨離口稍遠汽水漸凝  
則見若空氣甚乾則初見汽而尋又不見因汽又散於空氣中  
也

問 大小兩桶各實以水以小桶納大桶中後以大桶架火燒之兩  
桶之水都能滾沸否

答 小桶之水終不能滾惟大桶之水能滾其故非他因大桶之水  
熱至百度而止其小桶既有所隔必不能熱至百度故水終不  
滾

問 何以鹽與糖化於水中其水必難滾

答 鹽糖化於水中其水非清水質料已變其中元粒互結尤堅百  
度熱力不足以分之須增其熱力故滾沸較遲

問 頃言小桶之水在大桶中必不能滾請問有法以使之滾否

答 大桶中須納鹽水熱至一百零八度始滾者則大桶之鹽水滾  
而小桶之清水亦滾

問 以食鹽投火炭上頃刻瑟瑟有聲曷故

答 鹽中稍有水且鹽質不能伸為火所碎故有聲

問 無論實物流物熱則散而飄浮此理有何功用

答 此理有大功用如蒸酒為燒酒蒸水為純水蒸水銀及他金類  
成純潔美品

問 煨熱之銅鐵上灑以水則銅鐵不濕而其水滴滴成珠渾圓高起曷故

答 銅鐵等物熱至一百四十二度外水珠不能濕之於是水之元粒順其互結之性凝聚渾圓而始穩

問 何以水珠不能濕煨熱之銅鐵

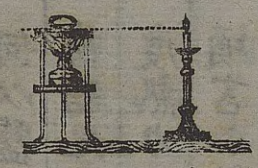
答 水着銅鐵為熱力所衝頓成汽水此汽水在水與銅鐵之間有擡舉之力故不濕銅鐵而水珠稍動

問 水珠不濕煨熱之銅鐵何法以驗之

答 試以銅板一塊加火上燒之後注水板上便成

圓珠如九十九圖旁置燭火則火光經水珠下無所阻止足見水之未着板也

圖 九 十 九



問 何以水作圓珠而浮散緩其銅鐵不甚熱浮散反速

答 水作圓珠熱不滿百度一因水性不善傳熱二因水珠稍離銅鐵板不相緊附故傳熱尤難三因水珠外面稍有浮散惟甚微

然其浮散之汽已足吸水珠之熱氣於是水珠恒在百度之下注水他物上何如

答 硫強水十度即沸若以清水注極熱之硫強水上頃刻水成圓珠而硫強水降至十度以下其時水能凍結是亦作冰之一法

問 何以銅鐵板漸涼水珠忽散為汽

答 銅鐵板涼至一百四十二度下水珠即附板上其板濕故水珠散為汽

問 成衣匠噴水少許於烙鐵上曷故

答 藉以知烙鐵熱否熱則烙鐵不濕水成圓珠不熱則烙鐵濕皆顯而易見

問 何謂形物鎔化

答 熱物變堅物為流物或變流物為浮物皆云鎔化

問 何以大火燒鉛錫初則軟而繼則成汁

答 鉛錫元粒有互結之力故堅硬迨熱力排解之元粒稍分則軟全分則為流汁矣

問 堅物鎔化各有一定之熱度否

答 各有一定熱度如水化於初度白蠟化於百度表六十八度錫二百三十五度鉛三百二十五度紫銅一千度熟鐵一千五百度不至其度其物不化

問 各物之化熱度不同有何功用

答 功用頗繁如金類有併合者知各類熱幾度而化便可以次第分化凡機器多用金類製成知某類熱某度而化便可以酌量爐火之力不至禍生意外近今有滅火藥水一種納水金類瓶中善為封錮無論何處一有火患投瓶於火藥水漂出立除火燄其餘實用尚多難以枚舉

問 流物能徑變堅質否

答 有幾種如白蠟等物不能徑變堅質然先變為似堅非堅之質然後變堅質

問 為何樹木不能鎔化如金類然

答 樹木熱至二百五十度即變為炭牛角象牙等均不能鎔化成

汁

問 何謂傳熱

答 熱力入物之一端而傳至他端如火燒鐵尺一頭未移時他頭亦熱即謂傳熱

問 最能傳熱者何物

答 大抵堅密重滯之物皆善傳熱其中以五金為最

問 五金中何品最能傳熱

答 最傳熱者黃金白金白銀紫銅其次鐵錫銻又其次鉛與他金類試以黃金傳熱之力作一千分則白金九百八十一分白銀九百七十五分紫銅八百九十八分鐵三百七十四分銻三百六十三分錫三百零三分鉛一百八十分大理石二十四分磁

器十二分瓦料十一分煤十分

問 不善傳熱者何物

答 物之輕且稀者皆不善傳熱流物與浮物亦然其最難傳者兔毛樹木鍋煤棉花麻布煤炭大抵動植物皆不善傳熱

問 何以竹木玻璃等物燒以烈火相離二三寸即可手執而不覺其熱

答 此數物皆不善傳熱故火雖旺而相離二三寸熱猶未至

問 何以燃火於燭惟燃處漸熱其下不為鎔化

答 因蠟性不善傳熱之故惟夏日酷暑熱氣侵蠟燭全身則全身皆軟

問 何以鐵條煨紅一頭他頭亦不能著手

答 因鐵條善於傳熱故他頭亦不能手執與竹木等異

問 藏冰之箱當何如

答 當內塗石灰外裹稻草外間熱氣鮮入箱內石灰之色白不善吸熱能阻箱旁之熱氣通於冰上於是冰可久留不即消化

問 老人烘足之湯壺用何料為美

答 用磨光之錫為妙用錫取其易於傳熱水熱幾何壺亦熱幾何相去不甚懸殊壺外磨光使熱氣不易散失

問 如無湯壺用何法代之

答 以大磚一塊或小磚二三塊納滾水中久燒之起而拭乾裹以絨布數重便可以烘足終宵不冷并無傾注之虞

問 赤手能執煨紅鐵球否

答 如掌中鋪沙泥一重便可以執煨紅鐵球因沙泥不善傳熱也

問 絲網包銅鐵等物以煨紅炭置網上不見其焦灼何故

答 因紅炭之熱頃刻傳於銅鐵故網上不焦然不可屢試亦不可久置因屢試或久置則銅鐵大熱絲網亦焦

問 磚窰門內熱至百度以外人猶能入內何也

答 人身有毛孔兼多肥質不善傳熱且窰之氣乾燥亦不善傳熱故熱雖在百度以外人能入窰計磚窰中熱一百五十度者人入其內身上祇增一度饅頭窰中熱一百三十度者人亦能入內惟浴堂汽水熱過四十五度人即不能當因汽水阻人出汗且熱力大於空氣也

問 術者吞火不燃齒故



答 舌上濕潤故火及舌不即燃手指先濕以水納之沸油中亦不痛然皆頃刻之事惟靈捷者能之笨漢勿親試可也

問 物有同熱者摸觸之覺寒熱不同何故

答 視物之傳熱速與不速譬有銅木二尺於此同熱某度執以手覺銅尺寒而木尺則否因手中之熱傳於銅尺速而傳於木尺遲也

問 既如是則大理石玻璃等不善傳熱當覺其溫何以摸之寒如銅鐵

答 大理石玻璃等必是光者而覺其寒凡物光滑者其元粒著手者多各粒皆傳熱故覺其寒若鋼鐵與大理石等光滑相同覺銅鐵更冷

問 何以手寒而執寒物不覺其寒

答 手物皆寒手之熱力不通於物故不覺其寒

問 廚中銅杓鏟刀之柄必用木料曷故

答 木料不善傳熱銅杓鏟刀雖入沸湯中人猶能執其柄否則炙手無疑安能烹飪

問 空氣不善傳熱人冬日赤體當不覺其冷而何為不然

答 空氣雖不善傳熱然恒動飄蕩無常每粒空氣一著體即去他粒踵來各粒稍分其熱以分者多而赤身者覺寒冽

問 何以有風則更寒

答 有風則著身之氣恒易身上熱氣多為其帶去尤覺寒冷北方有無風之地寒至初度下四十度人能忍受有風則不能當矣

問 雞鴨卵可知其新舊否

答 新卵內充蛋白為流質稍舊則壳之大頭稍空內有氣為浮質流質傳熱速於浮質故以卵之大頭置舌上便知其新舊

問 窗內懸布簾則房中暖無簾則寒何故

答 簾與窗之間有空氣若干截然如垂幔阻房中熱氣出外且外氣入窗為簾所阻不與房內之氣逕通故暖

問 棉衣皮袍加熱於身否

答 否惟阻身上之熱出外故穿衣不貴多而貴緊且厚須用不善傳熱者阻外寒內侵內熱外出則暖矣

問 絲綢傳熱何如

答 絲綢傳熱甚微其未染色者尤暖有學士隆福爾細為校驗謂

最暖者毛羽其次生絲未染色者其次羊毛其次棉花其次色絲

問 何以麻布衣被寒於棉布衣被

答 麻布較棉布易於傳熱一著身則身上熱氣為其所吸故寒棉布不善傳熱故暖

問 多囉呢有精粗佳劣之別以何種製衣為妙

答 精佳者暖於粗劣者製衣以上品呢為美

問 泥土傳熱何如

答 泥土不善傳熱三尺之下熱度已盡夜無別在溫道上地面與地下二丈四尺冬夏之分僅寒暑表一度有半可知熱氣入地甚屬遲遲焉

問 何以深井之水夏則寒而冬則反覺其溫

答 深井之水來自地脈者夏日熱氣與冬日寒氣均不能入故夏

則寒而冬則溫也

問 溫泉之水何以常暖

答 溫泉之水出於極深之處其地熱水至地面尚覺其溫

問 何以樹陰下恒覺涼爽

答 茂樹多葉其下無日光故空氣常涼爽加之樹下之地不為日

光所晒無熱氣上騰人入其間自覺涼快

問 清水亦能傳熱否

答 凡流物皆不善傳熱若以黃金傳熱之力作一千分則清水僅得

九分亦云微矣

問 為何流物不善傳熱

答 流物之元粒互合甚疏不若實物之元粒彼此撞緊故流物不

善傳熱惟水銀雖屬流物因其元粒互合甚密亦善傳熱

問 清水不善傳熱何以驗之

答 以數寸高之水盆一滿盛清水以冰塊納其中卒以燒紅鐵板

置水面上相去無幾雖久薰之冰塊仍不化此不傳熱之証也

問 無論冬夏海水深一丈半以下熱度不稍增減其故安在

答 一以水性不善傳熱二以水在初度上四度為最重海底有此

重水其在之上之水不能沉下故在下之水不易其熱度

問 人伸手入水每覺其寒曷故

答 水本寒於手其傳熱較空氣為易手入水中熱為水所吸較未

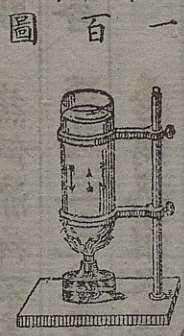
入時為空氣所吸尤甚故覺其寒

問 嚴冬時節寒暑表在初度以下無雪之地極寒而雪掩之地反不甚寒何故

答 雪不善傳熱且其色白不易受熱故覆於地則地面本有之熱不散因之不甚寒云

問 冰廠中藏冰甚多雖盛夏亦不化何也

答 冰不善傳熱外間熱氣不能侵之且冰廠常緊閉用防外熱故冰能久存不化



問 欲寒日清水不冰當用何法

答 水面稍注以油油阻寒氣侵水即不冰

矣

問 浮物流物既不善傳熱其受熱何如

答 浮流二物所以受熱皆藉元粒之升降欲試驗之可注清水一瓶內雜木屑少許瓶下架火燒之便見元粒之先熟者上升未熟者下降木屑隨之上下鑿鑿可觀如一百圖

問 火爐在室中何以能全室皆溫

答 近爐之氣既熱而升未熟之氣降至爐側既熱則又升升則上氣又降循環不止直至全室皆溫

問 太陽光芒經過空氣中增空氣之熱度否

答 不增空氣熱度故酷暑時地上熱不可當而高山上仍寒又人曝日中覺熱一撐傘即覺涼然地未易空氣亦未易可知空氣本不甚熱惟日光曬人耳

問 空氣熱度不增何以夏時熱不可當

答 地面得日光之熱傳之近地之氣近地之氣上升則上層之氣降下迭次升沈遂致離地若干丈空氣皆熱此暑熱之所由來也

問 何以高山之頂有冬夏積雪者

答 一則以空氣愈高愈稀不善傳熱二則以高山頂上冬間寒冽異常其寒氣即為冰凍之由故積雪不化惟雪面得日光處稍稍消煬然亦無幾計亞爾伯山雪厚二千六百七十邁當千古不化一望如銀

問 空氣既不善傳熱何以煨紅之鐵出爐後漸冷

答 煨紅之鐵出爐後空氣附之附則熱而升即有他氣踵至附之

又熱則又升次第吸熱飄散空際往來迅疾故紅鐵漸冷

問 熱餡易冷曷故

答 其理與紅鐵之冷同加以餡能蒸氣更易失熱

問 何以茶湯魚肉等物過熱不可入口須一再翻弄或噓氣吹之便堪下口

答 翻弄吹氣皆使空氣速易蒸氣較多乃速涼若茶湯等流物翻弄之元粒尤易升降隨即少熱

問 清水與肉湯同熱若干度二者何物速冷

答 清水易冷肉湯有油阻湯蒸氣其冷遲

問 欲滾水久暖當用何法

答 當緊封瓶口瓶外裹棉絮等物水中稍麵粉因棉絮等物不

善傳熱故內熱不散麵粉阻水粒升降亦不易寒冷

問 何謂熱氣散射

答 熱氣散射者熱力透入物體之後四散於外也其事顯而易見不必以他事証只觀太陽離地遠三十八兆麗安其熱猶四散於地故人居日光中漸覺其熱麗安西文即四法里合中國約六里半西人名希勒者首出新論謂熱力行於空際空氣不能牽制之如日光透玻璃然此說今人皆從之

問 以煨紅鐵球懸於空中何以舉手近其四面皆覺炎熱

答 此熱力散射之效若熱力只傳於空氣則氣熱不升而手在球之上覺其熱手在球之下當不覺其熱矣惟空氣亦受熱故爐中舉火一室生溫氣熱故也

問 何謂發熱力與吸熱力

答 凡物既熱而外面散其熱多寡不同是謂發熱力物之外面吸外來之熱亦多寡不同是謂吸熱力二力大小不一視物之外面何如譬有一物於此吸熱甚少若以善吸之物塗於外即能多吸嘗有人疊次試驗以鍋煤發熱之力為一百分則白紙九十八分魚膠九十一分玻璃八十五分銀二三分白金十分金葉四分餘銅葉約五分

問 火爐當何如乃室中易熱

答 火爐有外塗碗砂者發熱只得十二至十五分若塗以鍋煤可增至一百分

問 菓園之牆刷以何色為佳

答 刷黑色為佳因黑色最能散熱牆得日光即散其熱於葉樹

問 銅銀各一塊同時晒於日中越一二下鐘後何塊更熱

答 銅塊更熱因銀乃白色受熱無多也

問 日落後地必寒於地上之氣何故

答 一因地面散熱速於空氣二因上層空氣寒則重重則下墮故

下層氣寒於上層也

問 何謂折熱

答 熱自某物出著於他物而折往別處謂之折熱其熱折後又入

某物謂之迴熱

問 何物最能折熱

答 凡光滑之面皆易折熱論色則白者最易折熱

問 善於折熱之物其本體亦吸熱否

答 吸熱之力與折熱之力適相反背折熱多者吸熱少吸熱多者

折熱少凡為形體皆能吸熱惟多寡不同耳

問 折熱多則吸熱少折熱少則吸熱多其故何也

答 外來之熱有一定之數吸與折併計之數即外來之熱之總數

此少則彼多理當然也

問 折熱之力何法可証

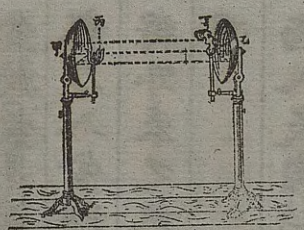
答 製凹鏡二如一百一圖銅質而塗以銀相向

而立右鏡前置一煨紅鐵球於丁字處左鏡

前置一冰塊於丙字處無何冰塊漸消因鐵

球熱芒初至右鏡折至左鏡而又迴至冰塊也

圖一百一



問 金類最易傳熱何以又能折熱

答 熱力入金類中傳熱固甚速然若不入其體而惟遙射於面則將外來之熱返折於外故能折熱若其面光折熱尤多幾無留滯

問 西人炙肉時用白鐵一方障於肉前何故

答 一則折熱而肉易熟一則躲熱氣四散廚中仍涼爽

問 何以中西人夏間多穿白衣

答 白衣折熱多而吸熱少穿之涼快

問 黑鞋黑帽暖於白鞋白帽何故

答 黑鞋帽吸日光之熱多於白鞋帽故暖

問 鐵能吸熱否

答 外面粗疎者吸熱外面光滑者熱甚微

問 老光眼鏡於日中照火何以灰色紙易燃白色紙不易燃

答 灰色紙吸熱多故易燃白色紙折熱多故難燃

問 冬間欲身暖當穿何色之衣

答 裏衣須白乃身中之熱不出外衣須黑乃日光之熱多入

問 他色何如

答 大抵深色者吸熱多於淡色試驗之法可擇晴日時置各色布於雪上便見黑布與深色布下雪先化白布與淡色布下雪遲化

問 各色吸熱之力可列表否

答 最吸熱者黑其次紫其次靛青其次深藍其次綠其次紅其次



黃其次白白故最涼

西學關鍵卷五

光學

問 光係何物

答 光乃助目見形物者無光天下人不能見一物故光之於人最不可少惟光之體用頗不易解學士牛東謂明光體如星月之類散其細粒傳至人目即謂之光學士瑪爾勃郎與俞根別創一說謂空中精氣充塞名曰以脫其氣異常靈動伸縮無常明光體之元粒恒自抖動其動傳之精氣如穀浪如水波然及至人目即謂之光近今形性家多從此說而宗牛東者寥寥無幾

問 何謂光源

答 光源者發光之體也其餘無光之物須有外來之光照之其光

返射於人目則見譬之日光源也月本無光人所以見月因其既受日光而又返射於地也各行星皆似月經星乃發光體如太陽然

問 光源有幾類

答 有兩類一曰常明類日與經星是一曰暫明類又分兩種一性成者如燐光火光是一力致者不拘何物熱至五六百度皆有光出

問 光本可見乎抑必着於物而後見也

答 有人以日光一芒經純淨氣中無所見迨擲以灰塵則見光可知光必着物而後見也

問 有光必有熱力否

答 有光必有熱力惟大光未必有大熱力如月與燐質等光雖大生熱甚微

問 有熱必有光否

答 有熱未必有光因物有甚熱而仍無光者且可使日芒去其光而仍存其熱有化學料若干種日芒入其中不見日光僅覺其熱

問 光行如何

答 光行恒直不稍曲將門戶緊閉只啟一隙便見日光入室直抵一隅他處仍昏黑塵在光線中鑿鑿可覩他塵不在光線皆不得見此直行之明証也

問 如何阻止光體發光何如

答 光體發光四周相若遠近同而光之大小亦同無論上下左右均歸一律

問 發光愈遠愈小有無一定之例

答 其例按立方數遠二倍三倍四倍光減四倍九倍十六倍餘倣此

問 光能透物否

答 物有甚透光者如清水玻璃水晶是有稍透光者如薄紙清油毛玻璃蝟壳是有不透光者如五金土木是

問 何以日於出沒時目可注望而午時則不能



望

答 日於出沒時日光經地上濛氣既厚且濁光

圖



力殺故可注望午時光經上界濛氣清淨無瑕烈不可覩上第一圖橫直兩線長短不同以喻此理

問 以躲光物置光體之前有何異景

答 躲光物所躲之地光芒不能及謂之影影有深淺之別已詳第一卷

問 日月皆圓輪何以望之若平

答 無論何物相去過遠不能見其凸起故日月似平

問 光行遲速何如

答 光行奇速一千七百五十五年學士雷梅爾計一秒鐘光行三十萬八千零四法約周地球八次近有二學士一名裴邵一名哥爾叻彈精推算與雷說稍殊然亦不甚懸異砲彈初出砲一

秒鐘行三百九十邁當須行十七年方能自地至日然日光及地僅用八分十三秒鐘

問 登山望星多於自地瞻望曷故

答 山上之氣清澈無塵不若地上濁氣截阻星光故山上見星尤多耳

問 何以物過遠即不得見

答 遠則其像小其光折射於目甚微故不得見大抵物之兩旁有兩光線直入目中成三角形若物之所在過遠而兩旁線混合為一則不復見

問 在遠之物不得見以遠鏡窺之即見何也

答 遠鏡大旨在二玻璃之力一作凹形如近視鏡近置目前一作

凸形如老光鏡當離目稍遠在遠之物射光過凸玻璃聚光於滙光處成一小像後凹玻璃擴大此像傳入目中則見物近且大如第二圖

問 何以螢光僅見於夜

答 螢光小日間為日光所勝故不得見凡大小二光同在一處而大光逾於小光六十倍則小者不得見

問 時在午刻人坐深井中能見天星曷故

答 日光入井甚微而星光則直達井中故得見

問 為何毛玻璃不能透光

答 此物性之自然不可以強解若毛玻璃上渥以水或塗以漆即能透光

問 何謂回光

答 不拘何光射至某物之面返射於外謂之回光其狀如拋球然球墮地而躍起亦返射也

問 各物回光多寡一律否

答 多寡不一有回光甚少者如透光之玻璃與水晶等是有回光甚多者如金銀是

問 光之回射何如

答 光之回射常循一

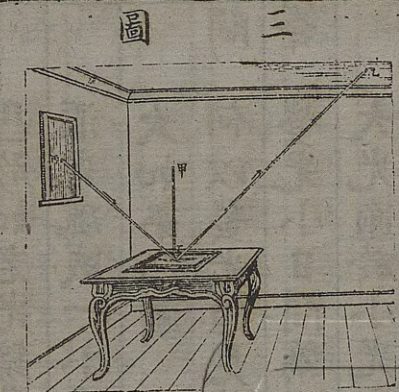
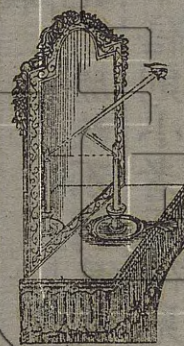


圖 四



例外來之光著於光滑之物其成角若干度則回射之光成角亦若干度譬如第三圖自窗戶入著於鏡上回射於平

頂其甲丁丙與甲丁乙兩角大小相同不錯累黍

問 燭火一點射於鏡上人窺視鏡中見火光於何處

答 見火光於鏡後如第四圖因目視各物必隨其入目之光直而不曲故火離鏡若干火像在鏡後亦離鏡若干

問 人窺鏡何以近鏡則像亦近遠鏡則像亦遠

答 像之所在與人之所在離鏡遠近適相同也

問 鏡當何如大乃呈像逼真

答 鏡之大小至少得面容之半乃呈像逼真

問 何以人物之像在清水中恒倒

答 水能呈像無異於鏡鏡中之像視物之遠近以定其遠近水中之像亦然譬如一人立於河畔其頭顱離水面較遠其脚則離

水稍近遠者在下近者在上於是頭在下脚在上而其像倒矣  
問 何以玻璃窻上朝暮特形紅色

答 朝暮日光正對玻璃其光回射於人目中較他時為多故作紅色日中之光雖大於玻璃窻為欹側不能正射於人目故不覺其紅

問 何以石街沙等處日中格外耀眼

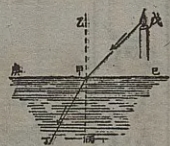
答 每一砂石如一小鏡返射日光直達行人之目故格外耀眼

問 物有明暗之別曷故

答 凡物迴光多者明迴光少者暗故明暗在迴光之多少按迴光有二三循例者必成角得若干度一不循例者其光散射於外頗形紊亂物所以得見以其散光故也

問 何謂折光

圖五



答 折光者光自某物入他物中不復直行折成一角

如第五圖光在空氣中行戊甲一線及入清水或

淨玻璃中行甲丁一線乙甲戊一角大於丁甲丙一

角因光芒折下故也若將燭火置於丁字處其折光仍如第五圖自此達彼猶自彼達此蓋折光之理同也

問 光之所以折可以知其故歟

答 光行二地遲速不同則折譬如先行空氣中後行清水中其二地不同光之遲速亦不同乃折

問 何以竹竿半入水中視之似中斷

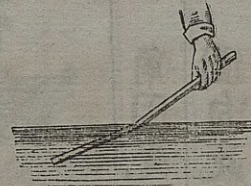
答 不特竹竿為然而羹杓木棍等半入水中無一不然如第六圖

其故皆由於折光別無他異

問 望河水似甚淺而其實不甚淺何故

答 河底之光出水即折人目寓之隨光視河底覺底已起故淺又試置一錢於空盤底自旁望之將見而不得見及注水盤中錢即起了然在目如第七圖亦以折光故也

六



七



八



問 視河中之魚似

已近水面而實

則離水面尚遙

何也

答 河魚似近非近亦折光之故刺魚者發矛擒魚必發於目所見之下

問 魚在河中常大於真形曷故

答 魚首尾之光出水即折人目隨光視魚其首尾不在本所故似大

問 人觀天星在本所否

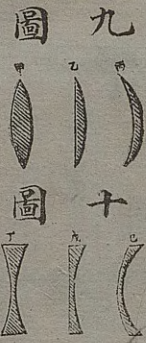
答 不在本所然稍近天頂因星光初行全空之地既而入濛氣中便折下自是愈近地面濛氣愈厚光亦愈折乃見星於本所之上如第八圖

問 何謂鏡坯

答 鏡坯者圓玻璃一塊用以聚日光滙於一

處或以分散日光遠達於外其形有一面

平一面凸者有一面平一面凹者有兩面

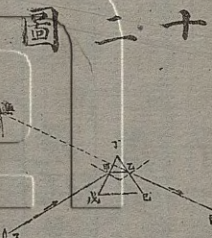
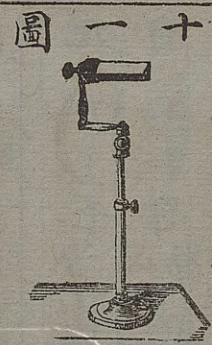


西學圖說

卷五

光學

七



皆凸或兩面皆凹者又有一面凸一面凹者狀如第九第十圖

問 鏡坯何如分類

答 分聚光散光二類聚光者中

間厚於邊處力能擴大物形散光者反是

問 聚光散光之理如何試驗

答 以玻璃製三楞鏡如十一十二圖一為三楞鏡全像一為剖截

之像日光過此鏡光即分析班駁陸離燦然奪目以白紙承之尤能照顯

問 日光共分幾彩

答 彩色甚多不可屈指數其最著者為七彩在上為紫其下靛藍

其下藍其下綠其下黃其下橘黃其下紅序次井然不相紊亂

內紅黃藍為正色有此三色可合他色紅與黃合橘黃黃與藍

合綠色綠與藍合靛藍紅與藍合紫色

問 七彩之間有何異景

答 一千八百二年有名福拉斯東者用顯微鏡窺視七彩見有黑

線若干一千八百十七年有名福老諾佛者見黑線縱橫為數

綦夥直得六百十莖內八莖最著而其所在之處隨光體以異

光自日月行星來者常見某線在某彩光自經星來者見某線

不在某彩而在他彩從知日光與經星之光各具性體不可一

律論

問 火光亦有黑線否



西學圖說 卷五 光學  
答 無論燃燒何物尋常火光皆無黑線若火燄中含有精氣則亦有黑線或有光線騰躍其間層出不止

問 燃氣生火亦有光線否

答 以金銀銅鐵等燒為氣而至於浮散均有光線且不同隨物類以殊

問 按此理有何實用

答 按此理可由光以測光體之性日月星辰究含何質皆可探驗而知實為天文學一大階梯近今學士測得日與經星中有淡養二氣有炭質金鐵等質其見金星外有水汽亦賴此法

問 探驗光線用何器具

答 用探光鏡即三楞鏡與顯微鏡合為一鏡下有一隙使星日光稍入其中經三楞鏡一二枚其七彩井然分析其上有鏡坯二三枚擴大七彩之形乃易於窺驗近有探光小鏡一種僅二寸許可以探空氣中有無濕汽亦測時之利器也

問 燒金類至於浮散見有光線而日光中僅有黑線何也

答 日光照地必經濛氣而濛氣中含有汽水吸去日光幾許遂有黑線至於金類之汽含金中明質故有光線

問 目與鏡坯有何分別

答 鏡坯滙光成像在一定之所人目不然身站一處同時見遠近諸物

問 目之形狀何如

答 目外有薄衣俗稱眼珠衣是也衣內有膩質膩質下有睛核狀

如雙凸鏡為薄衣所裹皮不透光惟中間有一穴光即由此而入自睛核至眼底有透光質頗軟潤睛核以若干重併合而成其折光甚於膩質與透光質凡外物回光入目成像於眼底眼底有眼筋一直通於腦

問 目何以能見

答 睛核之外面在凸出處能隨意出入出則見遠物入則見近物故同是一核而遠近皆見也

問 老人不見近物何故

答 老人之睛核少凸物像成於眼底不甚清澈遂不明若成像在眼底之後則無所見

問 老人觀書必遺遠何也

答 遺遠則像在眼底而見不然像在眼底之後不能見

問 目人近視何故

答 因目體太凸成像於透光質中不及眼底不得見必近而視之始成像在眼底而見

問 近視眼鏡何如

答 近視眼鏡兩面皆凹力能散光使成像於眼底

問 眼底之像倒何以見物皆正

答 有亞冷伯與勃來斯德二人謂凡物著我體必覺自對面而來譬之彈丸入我胸雖不見其所自來總覺槍之所在正對我胸

人見物亦然眼底受印成像雖所印之處在下然覺光之所由來在上其印於上者覺光之所由來在下於是像雖倒而見物

仍不倒此說最為近理今人大抵從之

問 眼底之像本平何以能見物之圓凸

答 兩眼相去幾許目力因之稍側故圓凸者見為圓凹

問 人仰望空中或眺望海洋不易知其遠近若縱目郊原則某處

幾里某處幾里瞭然在目其故何歟

答 郊原中必有草木沙石助目力測遠近故易知幾里若汪洋大

海一望無涯絕無憑藉故不易測其遠近

問 火炭繫於鐵絲而疾旋之人見為紅圈曷故

答 火炭甫移眼中之像不即滅炭於疾旋時一去即回遂見為紅

圈云

問 物已去而像在目約留幾何時

答 約留一秒鐘三分之一

問 厚紙上畫一圓圈一段白一段黑兩色相間不相入迨以此圈

急轉之見全圈為灰色其故安在

答 因目中黑像未去白像即來白像將成黑像又起於是二色相

混見為灰色

問 大光寓目目覺微痛何故

答 睛核外有一薄衣不透光中間留一穴光即由是而入光小則

其穴張光大則其穴斂大光驟至不及斂穴故痛

問 夜間驟點燈燭目覺畏光黃昏見燈則不畏光曷故

答 黑暗中睛穴大開驟燃燭則大光入其中頓覺難受故畏光黃

昏時睛已斂故不畏光

問 人自大光中走入暗室當初一無所見稍待則見何也

答 在大光中時睛穴斂而小初到暗中不能即張不張則收光少

故無所見稍待則張而見矣

問 人注視太陽或望燎原火後不即見他物或見他物皆灰色此

何以故

答 注視太陽或視燎原火睛穴之斂益甚故轉目望他物光不能

入無所見

問 何以貓虎等獸夜視甚明

答 獸能夜視者種類甚多要皆睛穴大開廣收夜光故覩物炯炯

而明此等野獸日中不能當日光往往卧壙中累日如死

問 人於暗中拭目有星星之光炳閃目中何故

答 拭目時撼及眼底其前此所有光像之遺跡為之感觸於是似

有光而非真光

問 人望城中長街或望林中長路何以愈遠愈窄直至兩旁併合

而止

答 凡物寓於目其回光直入目中若兩物對峙則兩物之光並入

目中遂成光線一角物愈近目光

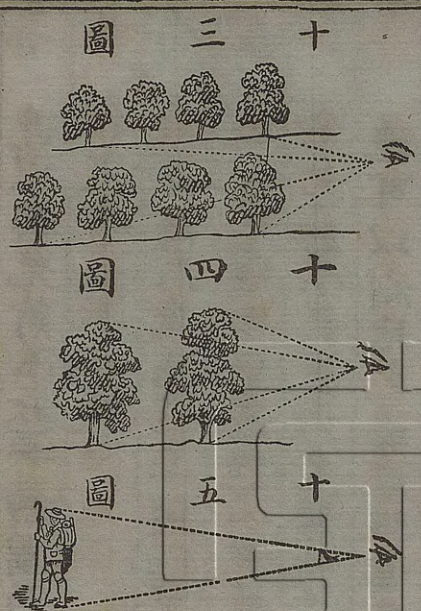
線角愈大物愈遠目光線角愈小

小則望之似窄卒之兩線並行不

成角乃似二物併合矣上列十三

圖為八樹對峙之像雖彼此遠近

兩兩相同而望之似遠者相去甚



近以其光角小也十四圖乃同高之二樹其遠者望之若低亦以光角減小之故

問 人在高山或高塔上何以望在地之人短小如童

答 亦以光線角愈遠愈小之故又如十五圖人所在愈遠光線成角亦愈小於是六尺軀似三尺童矣西人按此理製量遠鏡一種可以測地之遠近惟當先知物之大小若不知物之大小而

問 星大於月何以人望之月大而星小

答 月去地較近日望月之兩旁成一光線角頗大故見月大諸星皆奇遠其光線角甚微故覺星小如豈太陽大於月亦以離地奇遙見日月之形彼此彷彿

問 在顯微鏡中觀物雖小亦大曷故

答 顯微鏡之力將物像移至目前其光線成一角大於實形若干倍遂見小物如大物矣

問 影燈置燭火前愈近火壁上之影愈大何也

答 火光經影燈之邊成光線角影燈愈近火其角愈大故影亦愈大

問 海中遠來之舟何以先見帆檣後見船身

答 地球渾圓海面亦渾圓遠來之舟初在地平下不得見既而帆檣先出地平故先見

問 形物之色何以不同

答 一千七百六十六年學士牛東始創一說謂染色之別不在物

而在光凡日光照物將日光全返於外是為白色將日光全吸而不返於外是為黑色將日光七彩吸其六而僅返其一則為紅為青為黃等視其所返為何彩譬如某物於日光中見為綠色及夜間燈下見為藍色無他因火中所有黃彩不及日光之多故不返黃彩只返藍彩

問 凡物隔透光物視之亦變色否

答 有變色者有不變色者譬如金葉薄如紙者照於日中見正面作黃色因所返乃黃彩及視其反面則作淡藍色蓋光以透金而變色矣其他不變色者如玻璃水晶之類為數尤夥

問 熱力能變物色否

答 物以元粒湊合而成其面稀密各物不同有面上稀密變而色亦隨之變者熱之必變其色太抵物愈熱色愈深又有鉛丹汞硫等熱之更易變色

問 物面光潔不光潔與為塊為末亦異其色否

答 大理石未磨光不見其紋樹木未漆不見其脈磨之漆之紋脈立顯五金碎為細末大都作黑色及成塊往往變他色

問 草木之青色何自而來

答 有鮮綠一種草木有之始成青色

問 新萌之葉不甚綠何故

答 因鮮綠尚未生發故不甚綠耳

問 樹葉入秋變黃何故

答 鮮綠為日光及暑氣所侵損故變黃色

問 草蔬生暗室中不得日光其色為白何故

答 草蔬不得日光不成青色猶之無養氣不能生長皆物性之自然

問 布與紙所染之色不久即脫何故

答 空氣中養氣濕氣與日光燈烟等皆能分化所染之色故其色

易脫

問 人目有不辨紅綠色者何故

答 因眼底成像不明故不能分辨其色

問 何謂虹

答 虹形如弓西人謂之天弓上下必七重分七色彩悉如日光之彩

其最下為紫最上為紅大抵雨未止而晴光先放則有之然惟

在朝暮二時而他時無有也

問 虹何自而成

答 日在東而雲在西或日在西而雲在東日光入雲中水點為水

點所折返照於人目便見七彩條分上

下循序不紊是即為虹因日與虹常相

對面故觀虹必須背日也

問 虹有雙單之別否

答 有雙單之別雙者同時有二虹出一

在上稱外虹一在下稱內虹內虹

彩色鮮艷外虹次之內虹之紅彩在下紫彩在上外虹之紫彩

在下紅彩在上其序適相反背

問 雙虹何自而成

圖 六 十

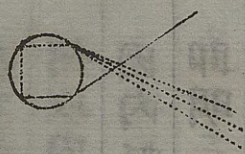
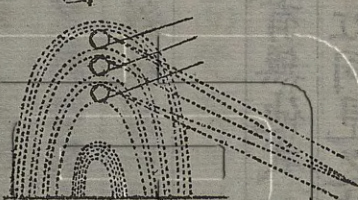


圖 七 十



答 觀十六圖圓圈為水點其自右而左之一線為日光日光入水點在右側之下尋即平行至右側之下既而折至左側之上又繼而折至右側之上卒乃復射於外其彩已分然序次適倒紅在下而紫在上此雙虹之所由來也

問 何以內虹之彩鮮艷而外虹不然

答 因內虹之彩祇經一折而外虹之彩經二折矣其理觀十七圖即明

問 雙虹之外有無他式

答 有三虹四虹同見之時然以光彩多折不甚分明故鮮有人覺察

問 有白虹一種何自而成

答 白虹者日光入霧而成因霧中水點甚小不能折日光七彩故仍見為白

問 陰天不見日何以亦有光

答 日為雲所躲其光散蒙氣中故依然明亮且日已落而仍有微光日未出而先有曉光皆蒙氣致然若地上無此蒙氣除日光直照之處勢必昏黑無光朝晚亦無所謂曉光無所謂暮光矣

問 我所見天星果在所見之所否

答 因蒙氣折光之故我人見天星常在其本所之上且愈近地平離本所愈遠星在天頂者無此差誤又以濛氣折光之故日輪初落地平下人猶能見之月於西沉時未入地平先見為沒為蒙氣所阻也

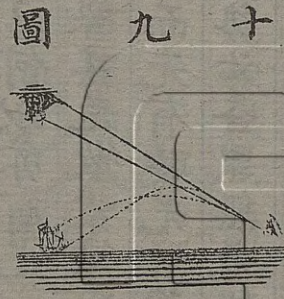
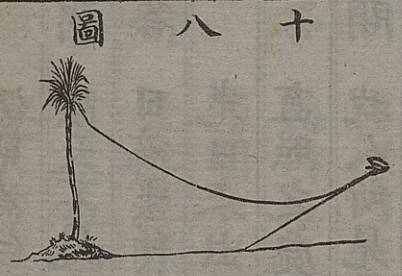


問 人望遠處之物果在其本所否

答 遠處之物回光經空氣射至人目其光已稍折故目所見非物之本處已稍高矣

問 空氣折光別有異景否

答 氣候迭更氣之稀密亦變有時愈近地而空氣愈密較平時為尤甚於是日與星猶在地平下人已見之北方近極之地有時先期一十七日已見日光又有時大山在五六十里外平時不得見者亦能



瞥見皆以折光之故

問 夏時日光極烈地面酷熱異常近地之氣較稀斯時之折光奚似

答 斯時之折光與已上所言相反故在遠之物不見於高處反見於低處其景有四一海面熱於空氣時覺地平甚低不在平日所見之地二海面寒於空氣時見地平頓起較平日為高三鄰村大樹高至六丈外者有時不得見似已入地平下四暑天奇熱之時稍遠之塔不見逮朝暮氣涼便能見之此皆尋常事人習焉不察矣

問 每見海市蜃樓虛像而不啻實有究為何物

答 氣候變蒙氣之稀密亦變有時空氣愈近地愈密亦有時日光

照地炎熱過常遂至下層之氣稀於上層之氣而愈上則愈密  
從知日光被折有二景一下層之氣稀其折勢愈下愈少如十  
八圖棕樹稍迴光至人目作凹形人見樹梢倒而在地一上層  
之氣稀遠處地上之物迴光至人目作凸形如十九圖乃見帆

圖 十 二



船倒于空際皆虛像也  
埃及荒漠之地一望數  
百里此景尤數見不鮮  
如二十圖原其所以皆  
折光之力致然

問 有時日月四周繞  
一光圈華人謂之

日月華者究係何物

答 日月華不祇一圈必有數圈相並外為紅色內為紫色中間別  
有數彩異常艷麗其大小又不一等大者可三四倍於小者凡  
空氣中稍有汽珠上下層厚薄均勻日月之光經其間為汽珠  
所析遂有此景西國有草一種名利高保特碎為細末散之玻  
璃上以玻璃置目前眺望日月或燭火便見光圈重疊酷似日  
月華此一証也

問 日月華未必外紅內紫而亦有外紫內紅者何故

答 雲氣中有冰屑日月之光經其中不啻過三楞鏡光為冰屑所  
析隨成此像

問 星光閃爍不定何故

答 星光經空氣中有時氣之上下層稀密不同或燥濕不一於是星光多所阻滯不能直下于地甚而有光芒為汽水所躲不及人目者遂見星光搖動此名人亞拉哥之說今人大抵從之

問 星近地平其光搖動較他星尤甚曷故

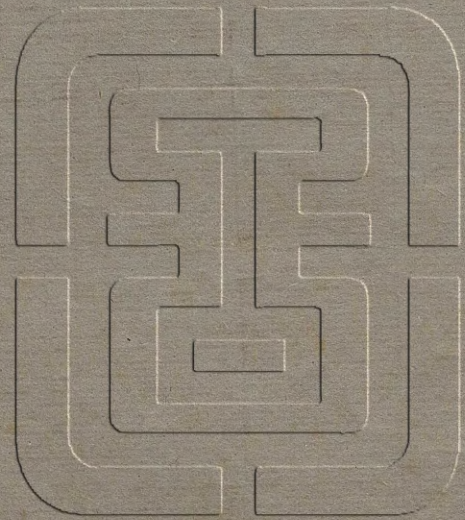
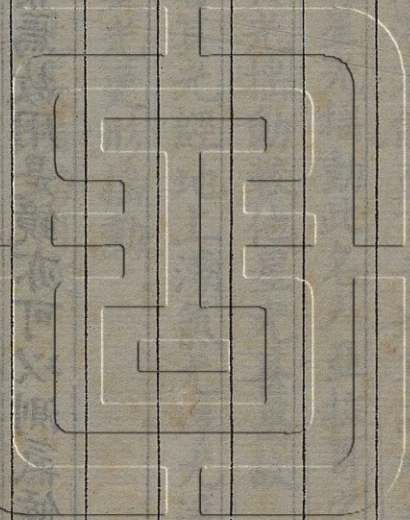
答 星近地平者其光經地上濛氣尤厚尤遠氣之稀密燥濕更不能一致故星光更形搖動

問 行星之光不見其搖動何故

答 行星之光有時亦搖動惟較經星為罕耳原其故因行星之光受之於日而折射於地其光不若經星光之散漫然大股折下鮮受蒙氣牽制故望之似不動

問 星光搖動有法計數否

答 天文名家亞拉哥製一遠鏡與他鏡之制異凡星光一搖鏡中不見光惟見黑影譬如計五分鐘黑影出沒幾次便知星光搖動幾次曾有人計天狼星於五分鐘多則四十搖少則二十三搖中則二十八或三十搖隨蒙氣汽珠多寡以異但汽珠多寡風雨之變繫焉故用是鏡亦可以測氣候



計中限二十八年三十日  
 德銀太曾前六拾天銀是共五八錢及限四十日銀文限二十三  
 不與天計是照得銀文拾五合銀黑得此出銀銀六對成星共計  
 天文各案山計得銀一毫錢或抄銀文拾是凡星共一計銀中

