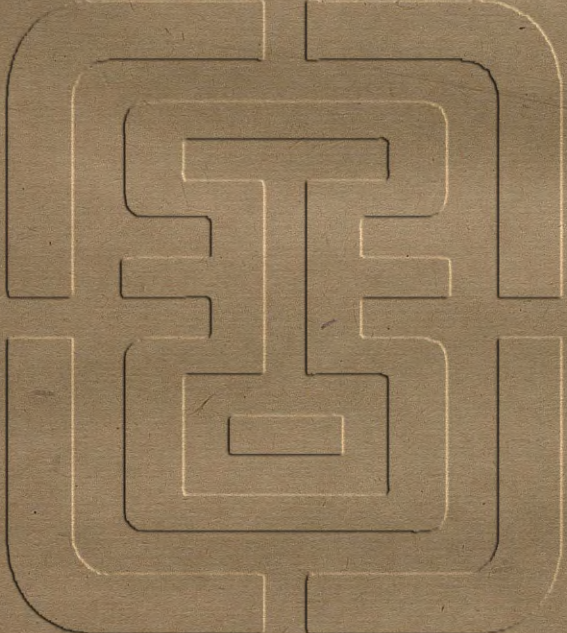
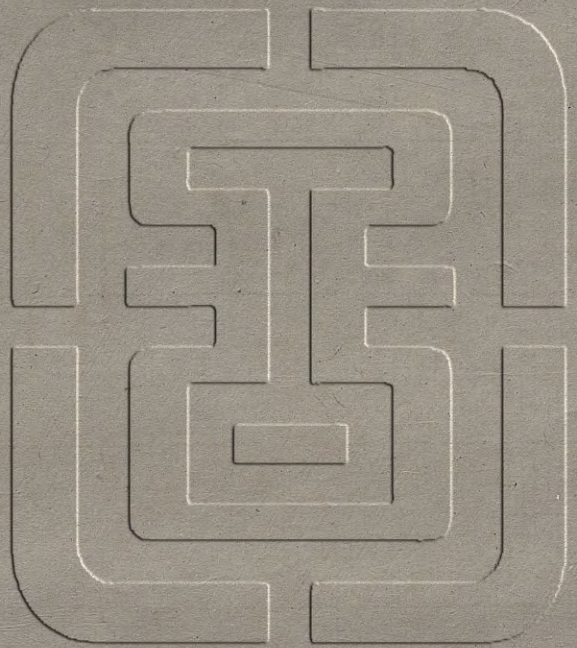
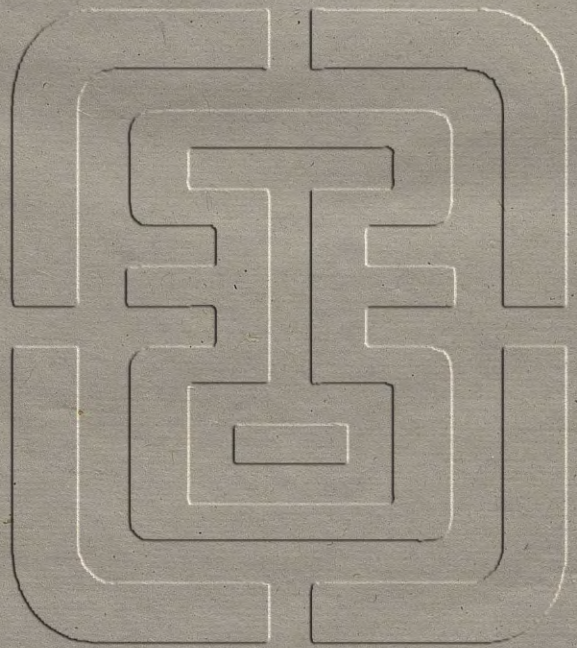
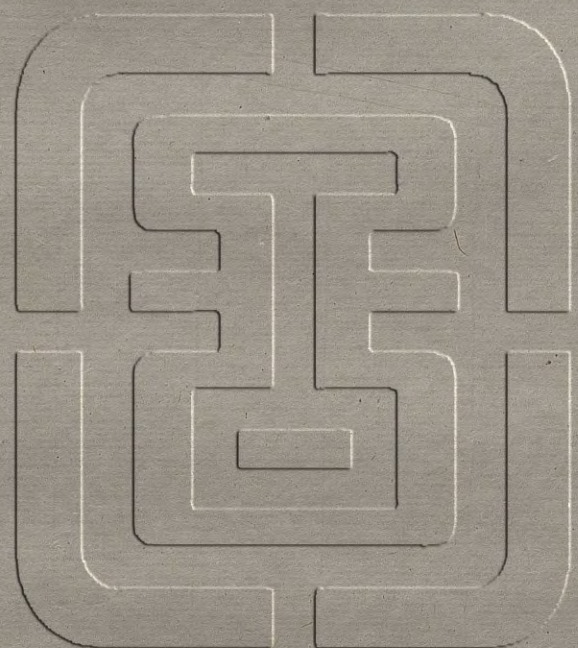
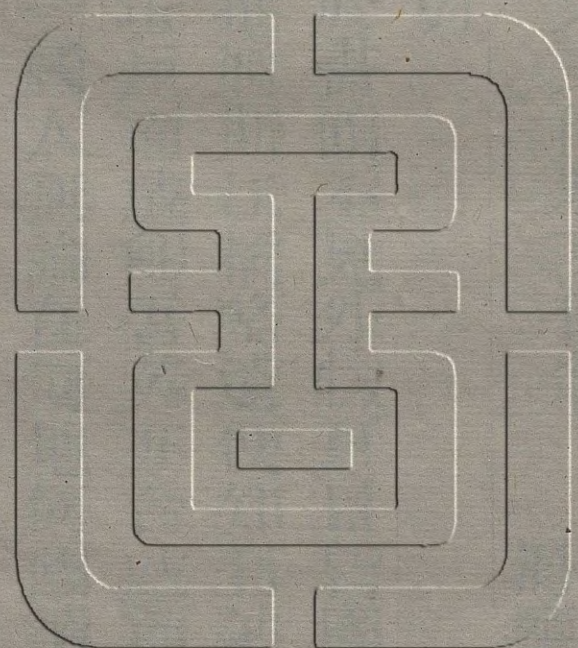


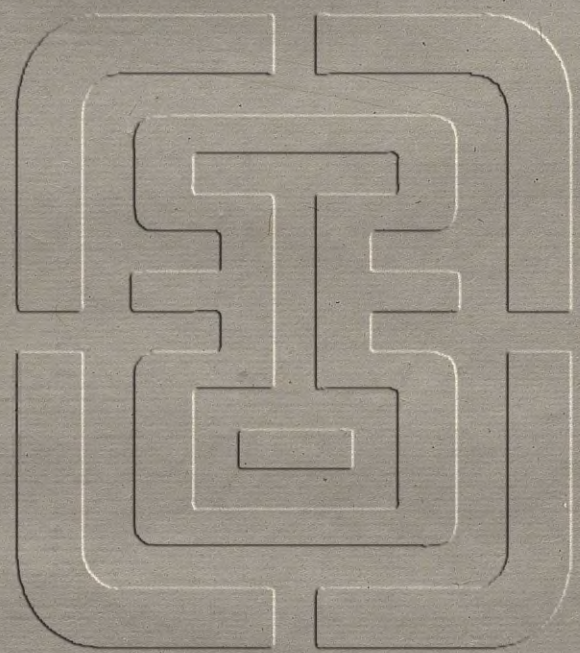
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46

5/21/10
887
23









格致啟蒙卷之三

英國天文師駱克優纂

美國 林樂知
海鹽 鄭昌棧

同譯

小引

凡學者於書館不見外物耳目皆囿於近一出門即知有他處過推姆斯江橋略遠便知有他邑城池每邑合有幾許都圖坵戶而成即吾英亦合威而士斯古得蘭阿爾蘭等處爲一國人無論在何地何國讀書而書其所在必曰某館在某街某圖某縣某省某國以是見此書館如太倉之一粟學者縱未至法德俄奧意土等國亮早聞而知之

合各國成爲歐羅巴一大洲無異合多許城邑成一大國也學者應亦聞知外有亞美理加亞細亞阿非利加澳大利亞或有人卽在彼處讀此種書彼處亦如歐羅巴各自成爲一大洲陸地外環以海者也若言乎地之全體照天文師所講是一行星其所以知其爲行星者說見於後於是書此書館所在又必曰某館在某街某圖某縣某省某國某洲某行星爾等聞吾言得毋謂吾不論天而論地乎顧欲知天文先明地理地理之終卽天文之始有如書館何等形景能指明其處在地球之某洲某國某縣某地或人在他洲亦能指明所在然後識地球在天空諸行星間

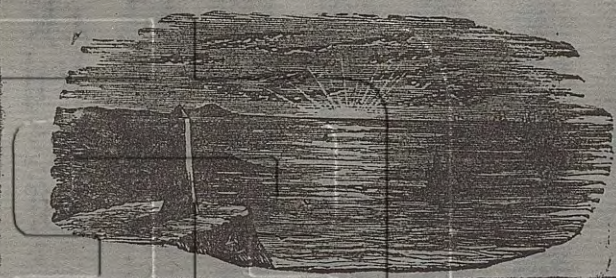
若何行徑有與天學相關者於此編特著明之

天文

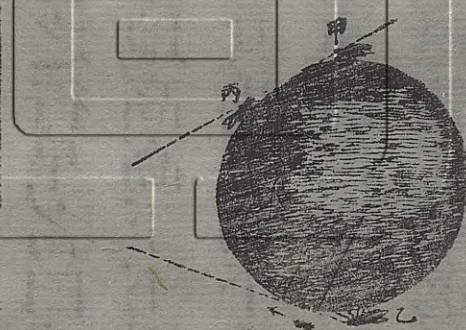
第一章 論地球並地球之動

一論地球圓形前言人住之行星名曰地球球果何等形狀學者見地面有山有平地高高下下層疊不一目力所不能盡中隔樹林不能辨其爲方爲平爲圓之全體且無論至何地見天際與地接連然則地果平耶實無以辨若至一處無山無樹林一望無際之海邊見有船往來如第一圖其來船先見桅頂漸見船身其去船漸不見船身至未僅見桅頂試爲吾徒試驗之方桌面有二蠅任其往來

第一圖



第二圖

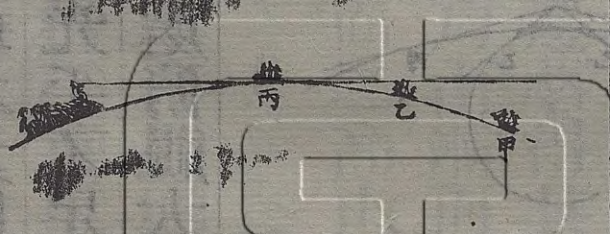


全身俱見惟有
遠近略分大小
非若船在海面
遠去漸隨目盡
以是知海面不
若桌面之平也
又試用橋一枚

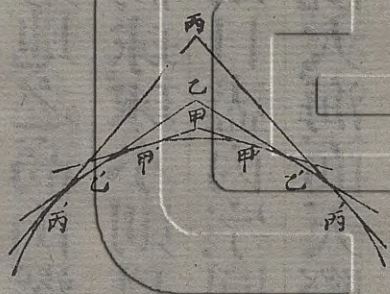
如第二圖有二蠅一在橋上甲字處一在橋底乙字處彼此皆不相見嗣橋底之蠅走至丙字處只見甲字處蠅頭甲處之蠅亦只見丙處之蠅頭如蠅再走近則彼此始見

全身是桌面不能形地球惟橋能狀船桅漸上之理可知地球直是橋形矣以橋觀地其理易明如第三圖船在甲字處人不能見至乙字處見桅至丙字處見船矣又人愈

第三圖

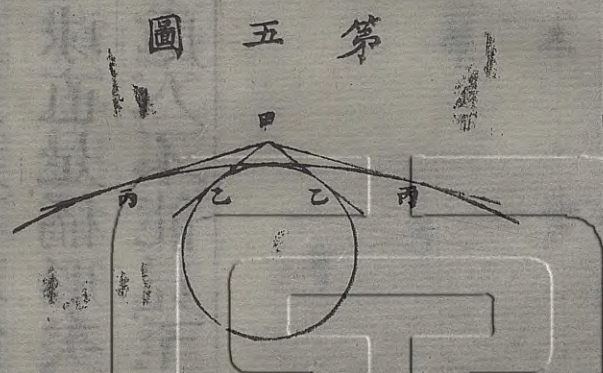


第四圖



高則望見愈遠地非有陡削稜峭其圓亦漸而不覺如第四圖人在甲處目力祇到兩甲字人在乙處目力祇到兩乙字人在丙處目力直到兩丙字

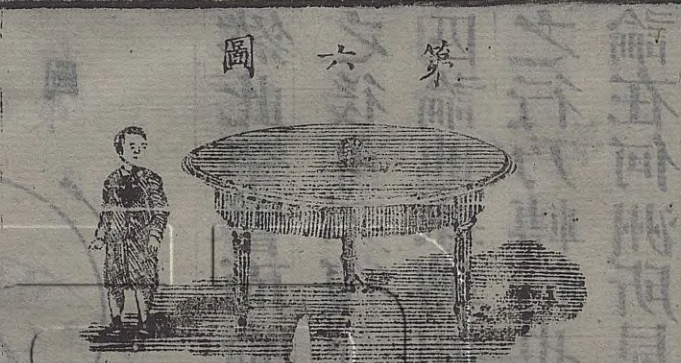
二論地球之大以橘狀地爲球學者將謂橘小不足以形地橘皮光平不足以形地之高山深壑吾今爲爾等解之試在甲處俯視大小兩球球小則日盡乙字圓處自近球大則日盡丙字圓處便遠如第五圖地球既大海面天際線廣遠目力之盡處亦遠也地球東西對徑有八千英里地面雖有崇山峻壁而其體大比之橘面更不覺其不平由地面至地心半徑約有四千英里山之高有四英里以四千里計之止得千分之一分是書館內



所用圓球地圖不過加一層紙之厚耳然則地較橘不更平乎若以橘放大與地球等則橘面皺皮較地面之山川其高下倍甚吾於地球之全體其可知者有五一在平曠處或海邊略得其狀一其不平處仍無礙其平一其圓非有陡削乃由漸而呈一雖有高山不礙其圓體以其體大耳一地面之高山如一粒沙在球上若大視之卽不覺其高也

三論地球非靜地球附土與水圓徑甚大學者周行球面一小時行三英里晝夜不息須一年期滿纔回書館然則地球懸於天空如輕氣球靜歟動歟學者以書館樹木不

移便以爲地無轉動此拘墟窺管之見不足深責試用一
針插入橋內僅露其眼比之書館又用一針插入比之樹
木等物針不行卽謂橋不行卽橋移動而針不移動便以
爲地球不動可以橋之針卜之是何所見之狹也爾等僅
視針曷不視橋僅視地面近物曷不視地外遠物乎天空
之恆星本不易其處自東方天際出漸高至天頂轉至西
方漸沒日月東升西降俱然豈不顯然可悟地面所居之
房屋樹林雖不移動而地外之日星不附於地不動而似
動其理安在學者可深思得之日星出沒於天際線似與
海船出沒於天際線同今試與表明之如第六圖用一球

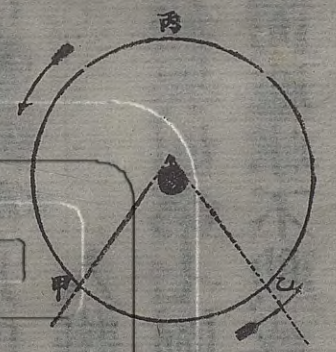


置圓桌中間以針插入球內針眼卽作人
眼觀學者卽立於桌外以身作太陽觀學
者之目與球平由東初轉則針眼視人如
日初出行至正中身對針卽爲正午復轉
至西則針眼視人如日西落然此猶未盡
其理以日動地不動也學者試坐於此令
人將球自西轉東見球旋行與針眼見人
盤旋無異如第七圖日星出沒大致相似顧或有謂日星
自行而地球不動或有謂地球自轉而日星不行皆古人
未明其理是以有地不動而日星動之說今天文家考究

第

七

圖



精詳咸知地球動而日星不行也蓋
地球動而日星非動而似動也即如
汽車駛行車外樹林屋宇亦移動如
飛人在車中不覺車之行而僅見外
物之行地球動而日星移亦因此理

然此罕譬而喻猶未確也若果地球東行日星西行一過
之後即不復見日星矣請更進言之

四論地球轉如抽陀螺地球之行突屬何似蓋考得地球
之行乃轉行也其轉行如抽陀螺一般如第八圖學者不
論在何洲所見日星東升西沒無不如是試以書館所常

第 八 圖



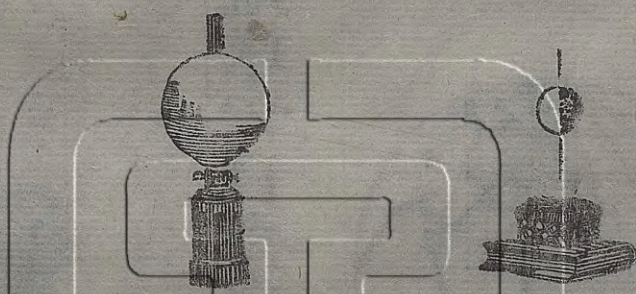
五論地球一日夜自轉一週地球轉行每晝夜一週如第

第 九 圖



用之地圖球北極在上南極
在下推球自右轉如抽陀螺
轉行即可以為地球東轉之
喻抽陀螺即惜千見通推
戲具滬俗名地黃牛
十圖以橘為地球插有針即
以針眼為人目豎立於銅座
長針上置於暗室復用一圓
玻璃燈作太陽即將橘轉行
如第九圖地球向東轉行視

第十圖



其轉旋何似球之上下爲南北極長
針通過橋心作地軸觀橋之腰際四
圍畫一圈恰當南北之中是爲赤道
其針眼近赤道若正對燈光則明如
正午背燈則無光將針眼略向東轉
四分之一正在有光無光之際卽爲
日沒再略轉四分之一針眼在無光
之正中與燈相背卽是中宵再略轉
四分之一針眼可微見燈光卽爲旭日東升再轉四分之
一針眼正對燈光又爲正午此卽地球自轉一週爲一晝

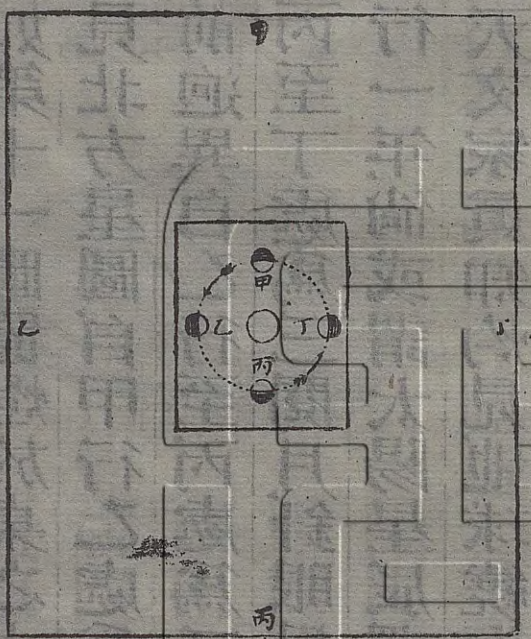
夜也針眼如人只見燈行而不見橋轉太陽每二十四小
時循環一週仍回原處方知二十四小時地球轉一週也
又將地圖球離燈二三尺球軸上北下南視球一半有光
一半無光試挨次漸漸推轉則初見微光處爲東方朝曦
將出之狀再轉爲正午再轉爲夕陽西沈之狀各洲各地
皆有朝暮之分晝夜之別是球可作真地觀燈可作真太
陽觀然亦不可拘泥也蓋真地球並非裝在架上地軸不
過爲南北直線非真有軸也地球在天空二十四小時轉
一週太陽在天空仍不移也地面向太陽有光背太陽卽
無光此易明易曉之理人皆以爲太陽自東轉西而不知

實因地球自西轉東卽夜間星辰東升西沒與太陽亦無異理。

六論地球非獨自轉更有繞轉太陽之能。以上表明地爲球形其轉如地黃牛分晝夜朝暮此第言獨自旋轉之道尙未能盡所見將燈與橘置於暗室四圍牆壁懸掛諸星圖其屋頂地板亦應有圖茲不便陳設上下四旁皆有星辰因晝間太陽光大日不能見將橘與燈安置如前以爲地球與太陽若地球不動則對太陽處永遠有光背太陽處永遠昏黑卽星辰亦永遠不移其在明暗交界處亦永遠如是試將針仍插近赤道露其針眼以作人用將橘

向東略轉針眼在光中卽正午針之反面正當暗處若轉四分之三針眼自明入暗如晝入夜以是知太陽本不動若地球不動則所見永遠不移試思每夜所見星辰果悉

第十一圖



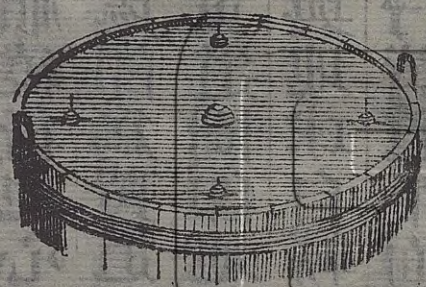
同焉否乎夏天昏旦之星與冬天昏旦之星迥不相同如能接連數夜觀星則見星漸移向西隔一年而星辰仍回原處試將橘繞燈而轉則針眼所見星辰詎非四方全現各不相同

乎如第十一圖置燈於桌之中間橋在甲字處如夜中針眼見北方星圖自甲行乙處爲三閱月針眼見西方星圖與前迥異自乙行至丙處爲三閱月針眼見南方星圖又自丙至丁處爲三閱月針眼見東方星圖各不相同是爲週行一年倘或謂太陽星辰環繞地球而行其形亦相仿然天文家真知灼見地球繞太陽非太陽繞地球也七論地球繞行太陽歲一週徧地球不僅獨自旋轉並繞行太陽人在各處觀星無論在英在美在印度在中國等處所見星辰數夜內不甚改變惟隔半年則所見迥異矣試以橘與燈觀之正如地球自轉成一晝夜繞行太陽

一週成一年也蓋閱十二箇月星辰仍轉至原處所見與隔年同以此知已成一歲也

八論地球轉繞太陽非平面行地球繞行太陽究竟作如何行吾爲汝等曉之地球行有軌道如馬在圍場作圈繞行若平路然今臆造一平圓法令學者易曉如第十二

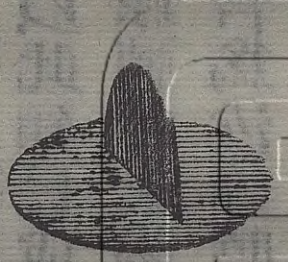
圖用球五箇其一爲大球置水盆中間作太陽其四箇小球分置東西南北作地球以表明四面繞行成四季之軌道願學者所當明曉者地球軌道非左右調行非上下



第十二圖

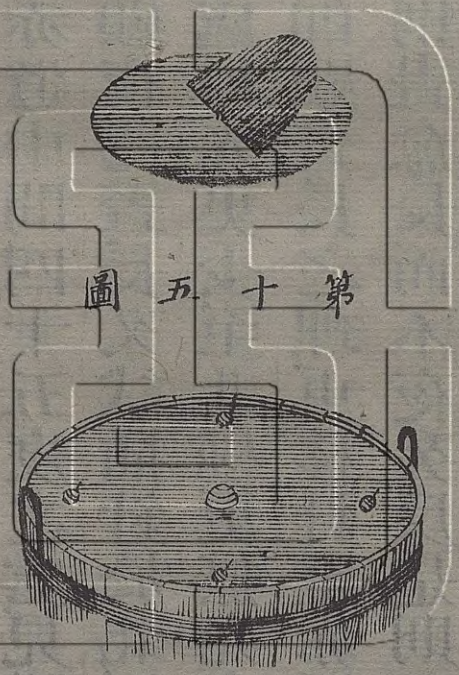
行乃一順繞行地心與日心一線相平故球形半沈半浮其水沿處即為黃道四方相交水之平面即為黃道平面於此見黃道圈即地球繞行太陽一週之軌道然則黃道線平面與地球自轉赤道線有相關否乎曰有地軸果逐日正直行黃道平面與太陽並軌如第十三圖是地球赤道線與黃道線相平則晝夜永不分長短矣乃吾英國冬日晝短夜長夏日晝長夜短不但此也英國之冬日為澳大利亞之夏日英國之秋日為澳大利亞之春日足見

第三十圖



黃道線與赤道線並不相平蓋地軸每欹側行有時南極見日北極不見日有時北極見日南極不見日地球赤道

第四十圖



第五十圖

線與黃道線斜交如第十四圖是以地球自轉以繞行太陽如第十五圖可諦視而得之

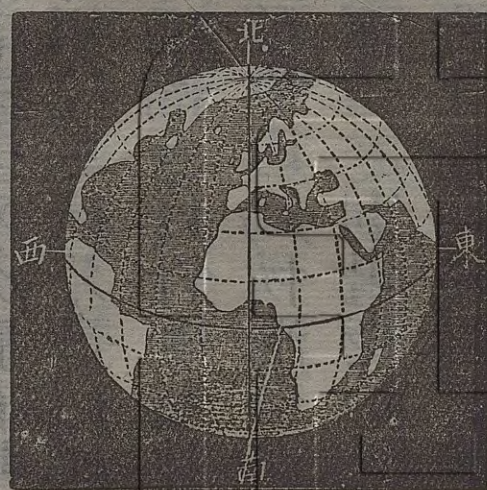
九論四季晝夜長短之理 學者須知黃道平面即燈與橘相平之線前論晝夜短長何以四季各有不同試置橘與燈於暗室插橘之長針略為欹側以轉行之光照北極

卽不照南極無論如何祇照一頭不能照兩頭茲用針插
橋近北極處針眼或不見光將針改插近南極處針眼或
常見光此卽北極爲永夜南極爲永晝之理又將針插於
北極距赤道中間四十五度之處見燈光時少見昏暗時
多此以顯夜比晝長又試插針於北極近處比之前在四
十五度處得光更少至北極更無光矣試移針近赤道則
得光多卽顯晝長之理更移針至赤道南則得光更多移
近南極則晝愈長而不夜矣反是則南極光少北極光多
其理相同倘將橋之長針倍加欹側則光久暫多寡愈不
同惟在赤道光始平勻英國在赤道北略近北極故冬晝

比夜短甚若至春分晝夜均平又六閱月至夏間晝比夜
長與冬相反至秋分晝夜又平此理何解或者設一法以
試之將插橋之長針漸漸豎直以爲春漸令右斜以爲夏
又漸漸豎直以爲秋漸令左斜以爲冬其背光多爲夜長
晝短豎直轉之則晝夜均平向光多爲晝長夜短此說或
亦近似然地軸線非忽左欹忽右側何以知之北極軸頂
永指天空北極一點其北極之點無星取一近極之勾陳
明星以定之極點距勾陳明星約一度二十分又北斗第
一星名天樞正指北極其極點處尤易辨認地軸北指極
點永不偏移故知前說非是今必別設一法以明之天空

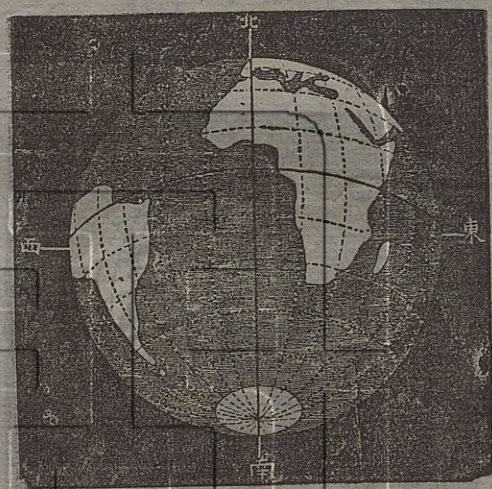
北極一點永不移地軸所指亦永不移如第十五圖所以
表明軸北指定一處雖軌道四圍旋轉而軸線所向不改
又地球繞行太陽之軌道非若時辰表之針順轉而必循

圖六十第

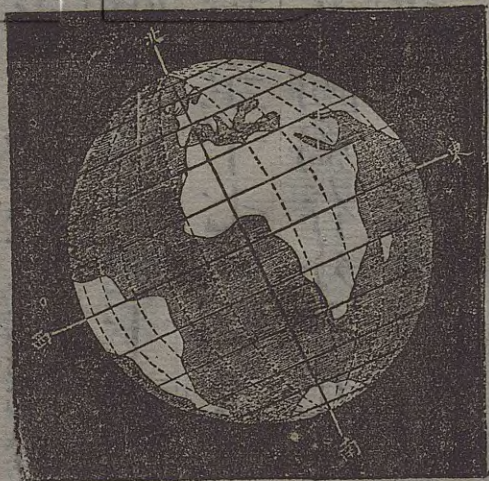


黃道圈以逆轉如第十
六圖乃倫敦六月二十
三日夏至正午自太陽
照見地球之圖赤道之
北皆有光晝比夜長北
極卽為永晝南極反是
轉四分之一如第十九

圖七十第



圖八十第



圖乃倫敦九月二十二日秋分正午自太陽照見地球之
圖太陽在赤道交線晝夜均平再轉四分之一如第十七
圖乃倫敦十二月二十二日冬至正午自太陽照見地球

之圖赤道之南皆有光北則光少晝比夜短北極卽爲永
夜南極反是再轉四分之一如第十八圖乃倫敦三月二
十二日春分正午自太陽照見地球之圖太陽在赤道交

線晝夜均平再轉四分
之二仍回原處繞行太
陽一歲一週十六圖爲
夏至十七圖爲冬至十
八圖爲春分十九圖爲
秋分圖祇繪半球而全
球卽此可見北極每至

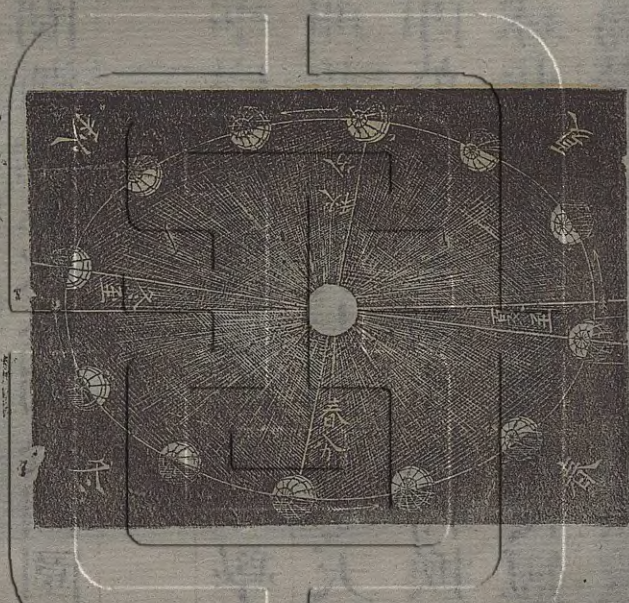
第十圖



夏間日光不落成六箇月永晝春分卽見太陽於天際線
盤旋漸上至夏至度不分晝夜但見太陽作一圈盤旋於
上由是圈漸低至秋分卽於四圍天際線轉下無光矣南
極反是

十論四季以晝夜長短而分 學者應明晝夜不能一律
平勻之理並應知澳大利亞冬天卽英之夏天澳大利亞
之夏天卽英之冬天南北極轉換向陽故節氣不同無論
在南半球北半球每屬晝長夜短之時光熱聚時多故氣
候熱若屬晝短夜長之時光熱散時多故氣候寒春秋晝
夜雖同而春則由陰沍以轉陽和萬物萌生秋則由暑溽

第十二圖



以至霜寒萬物收藏如
 第二十圖春分爲西國
 冬盡春初夏至爲西國
 春盡夏初秋分爲西國
 夏盡秋初冬至爲西國
 秋盡冬初地球繞行太
 陽作十二地球形其向
 陽所在各不相同以是
 分各氣候以成四季

十一論日與恆星 日與恆星在地球各處觀之各異今

思爲學者解之南北二極有永晝六閱月有永夜六閱月
 赤道晝夜均平不但此也人在二極觀星星在天頂盤旋
 無東升西降之分人在赤道觀星星自東直上天頂向西
 直下倫敦地方星辰出沒應皆熟睹學者不必觀東與西
 而觀他處之星作何轉法試觀極南諸星出自南略東上
 至正南天頂移往南略西而沒其距等圈小弧形不高又
 觀南極略北之星自東至西其距等圈略大弧度漸高逐
 層近北弧度愈高大至赤道則星東升西沒一直行而弧
 之最高處卽爲赤道天頂今英略近北極北望星在北極
 不上不下在四圍天際線內旋轉如圓以繞行北極一點

第十二圖



如第二十一圖圖之中為北極之點北斗七星在四面作繞行狀每六小時行四分之一其實北斗不動而地球軸轉一似北斗亦繞北極點而行北斗之天樞星正指北極極易認也又試用小球以譬之球軸豎立北極在上用紙作一小圈黏於北極軸處以當北極之天際線在北極望星紙邊以上星圖皆見紙邊以下星圖皆不見將球軸一轉紙邊作輪磨轉形仰視星辰不出不沒僅隨球軸盤旋而北極點在天

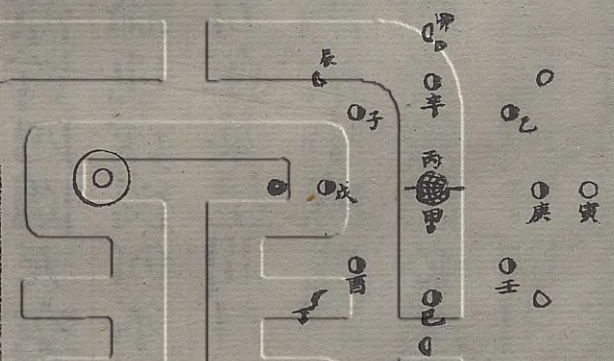
頂總不移也今復於赤道試之用紙作一大圈黏於赤道如帶束四圍以作赤道之天際線球轉不似前次輪磨平轉而似半輪高弧左右環轉仰視星辰東出西沒遙視北極勾陳星正在天際線上北極勾陳星距北極約一度有奇故得見一定不動常常見之即南極諸星亦然惟正東所出之星在東天際線上者閱六小時上至天頂正午線中又閱六小時轉至西邊天際線直上直下行大距等圈循環不息若將燈置壁間作太陽向燈十二小時有光背燈十二小時無光故赤道間晝夜均平且不分冬夏學者可將紙圈自移置四十度或三十度或二十度均可觀星作何狀以上指陳

皆赤道以北星象如欲查南半球諸星象即將紙圈移置赤道以南觀之試將紙圈黏於南三十度以作天際線人如在澳大利亞觀赤道在紙圈之北遙望前在赤道所見之星一似東出西沒凡人在大海四無邊際之處仰望天穹弧高度可一百八十度左可九十度右可九十度如在南半球四十度可望見北半球五十度之星故在澳大利亞可望見英國天頂經過之星正在北邊天際線上惟再北之星則望不見也

第二章 論月並月之動

一論月在星間行 學者已曉地球動法其自轉一週成一晝夜繞行太陽一週爲四季成歲又地球之真動顯明日星之似動卽所謂東升西沒是也附近赤道左右所見星象逐月不同至一歲而仍還舊觀夫論地理必究地球本質屬涼質四圍天空氣爲日氣擊動緣由或者謂吾論天文於論地球後何不繼論月乃今正到論月之時矣學者試觀月在某星間月明時不能辨小星可擇一大星誌其處乃隔數小時或隔宿而月不在原處月乃若向東行又逐日觀之每出必遲相距一小時又四分小時之三逐日漸遲直至與日同出同沒又閱二十八日仍復舊觀試將橘與燈置暗室又置小球以作亮月如第二十二圖地

第二十二圖



球橋與太陽燈相距數尺而以
 亮月小球旋繞地球而行學者
 仔細觀之與平常所見天上月
 輪出沒晦朔弦望同否試將月
 球移至戊字處正當日球與地
 球之中間人於地球甲字處望
 之不見其光將地球一轉月球
 與日球同出同沒即晦朔之月又將月球移至酉字處即
 隔三日有半人於地球甲字處望之日落在月落之前又
 將月球移至己字處又隔三日有半人於地球甲字處望

之夕陽下山月球正在南方與前所見相距有六小時工
 夫又將月球移至壬字處又隔三日有半日落時月已高
 矣又將月球移至庚字處又隔三日有半人於地球甲字
 處望之日落時月始出至中宵子正月球正在正午線天
 頂又將月球移至乙字處又隔三日有半光又偏矣又將
 月球移至辛字處又閱三日有半人於地球甲字處望之
 日落時月尚未出須至中宵子正然後月上倘有人在地
 球丙字處望之日初出時而月尚在正午線又將月球移
 至子字處又閱三日有半月球東升距日出有二十一小
 時月出在日出前三小時又移月球至戊字處又閱二日

有半。卽日月竝出，以是知地球轉行速率較月球速率更速。故月球逐漸落後，遲出月之繞行地球，漸離太陽。二十八日後，又與太陽相值。此月行定率也。

二論月盈朧。前論月行星間，茲又有盈虧之定率。朔後由虧而浸盈，望後由盈而浸虧。此學者自幼所熟觀，或謂月有盈朧，月不時自改變乎，而非也。月永不變，其得太陽光有面背多寡之分，以月繞行地球所得之光，非常常向地。故所見每分虧盈。試從月圓卽中國望日時視之，日西下，月卽東上，日光正照月之前面，將第十圖之燈照橋，以小月球置橋之後，小球向日之處有光，如二十二圖寅字之月。

光圓滿，是爲望。卽月與日相望也。過此則月出漸遲，閱七日卽中國二月十二日，月出須中夜。學者有謂待月出太晚，不知學

者之夜，卽天文家之爲晝乎。月如卯字，光祇一半。請繼此

再觀。學者旣不能守至深夜，曷不蚤起觀之。如辰字之月，

天未明而月已出，復繞行至戌字之月，全黑無光。以地面

所見，正是月之背日處。卽明之晦朔再遲三日，有半光露一線。

如丁字之月，祇見其下邊一鈎有光。與辰字月上邊一鈎

有光，上下弦正相反。由是月沒漸比日沒更遲。月之得日

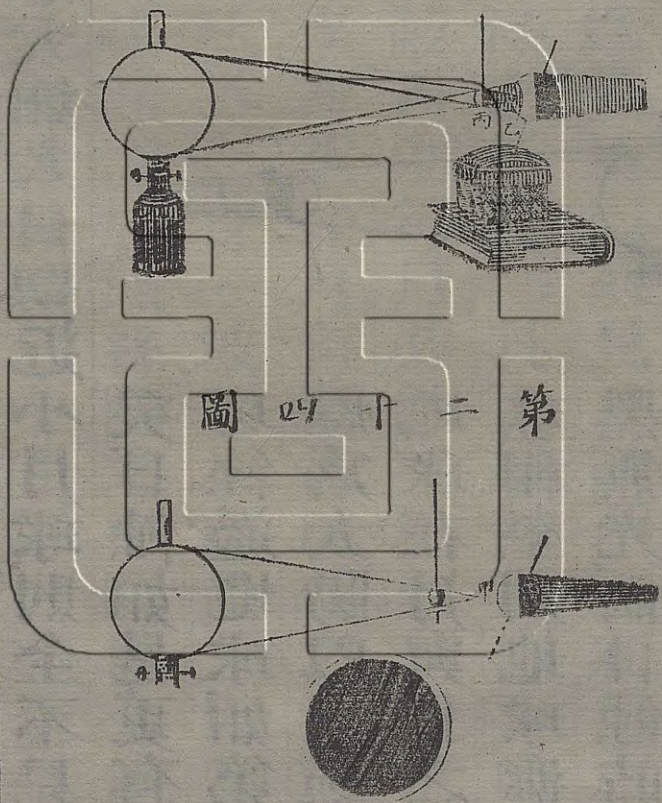
光處漸多。又三日後，如己字月，一半有光。當日落時，月球

在正南午線。又七日，月與日又相對而光圓滿矣。又試將

橘懸於線繞人頭而四周旋轉即見光之分朔望也月轉地球無異地轉太陽計自月圓轉至月圓約有二十九日有半時候。

三論日月之蝕 依上所見月球每月經過太陽地球之中間豈不月月有蝕乎亦非也月雖每月經過其間有時略上有時略下或有經過太陽所遮蔽之光不多是以不見其蝕試將燈置於桌橘置長針架上而以絲線懸一小月球於地球前相近處如第二十三圖小月球在燈與橘之中間偏近於橘便月影可照到地球地球上人不見日光之處即以爲日蝕然他處遮蔽不到尚有日光即非全

第二十三圖



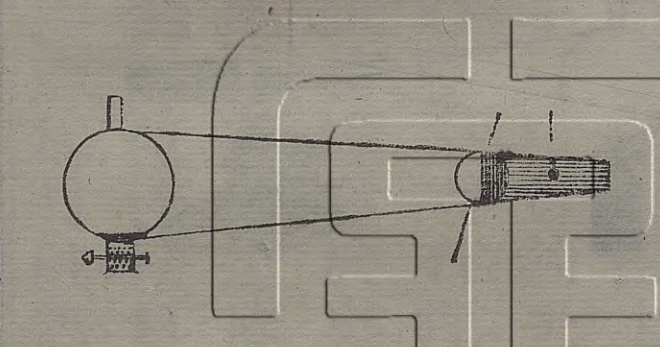
第二十四圖

蝕離該處愈遠則光遮愈少其不遮光處便全不蝕矣試將月球移離地球漸遠則月之遮影漸少人在

遮影內見其蝕而四邊尚有光圈如第二十四圖試移去當地球之橘而人目正對小月球視燈便見燈只剩四邊

光
圈
而
其
中
圈
皆
黑
暗
也
若
人
目
低
視
即
見
燈
有
半
圈
明
亮
再
低
則
見
燈
更
多
矣
人
目
離
小
月
球
愈
遠
則
燈
之
外
圈
明
亮
愈
大
如
人
目
切
近
小
月
球
則
全
不
見
光
而
為
日
蝕
盡

第 二 十 五 圖

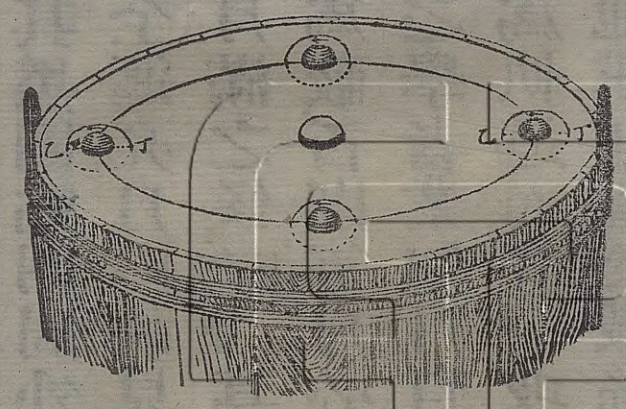


矣
日
蝕
如
是
更
有
月
蝕
試
法
即
月
球
經
過
地
球
如
第
二
十
五
圖
仍
以
燈
為
太
陽
以
線
懸
一
小
球
為
月
而
地
球
在
月
與
日
之
中
間
三
球
如
連
珠
相
平
則
地
球
遮
蔽
太
陽
而
月
全
黑
無
光
倘
日
蝕
時
有
人
在
月
球
上
視
地
球
一
似
有
黑
圓
點
在
地
面
移

過
且
其
黑
圓
點
四
周
外
圍
虛
有
淡
黑
影
若
月
全
蝕
時
地
球
之
影
全
遮
亮
月
以
故
見
日
蝕
不
越
新
月
之
時
即朔見
月
蝕
不
越
月
滿
之
候
即望其
不
屢
蝕
者
以
有
時
近
上
有
時
近
下
光
不
為
蔽
否
則
每
月
必
蝕
矣
然
則
其
近
上
近
下
作
何
法
以
表
明
之
學
者
業
知
月
有
繞
行
地
球
之
軌
道
茲
將
鐵
絲
作
一
圈
以
為
軌
道
而
穿
一
玻
璃
小
珠
於
上
以
當
亮
月
四
圍
可
以
旋
轉
地
球
即
置
於
鐵
絲
圈
之
中
間
假
令
鐵
絲
圈
與
地
球
平
則
月
行
至
地
與
太
陽
之
中
間
每
次
必
全
黑
而
蝕
不
知
月
行
軌
道
不
與
黃
道
平
而
側
行
多
斜
度
試
取
一
盆
水
以
大
球
置
盆
之
正
中
半
沈
半
浮
以
作
太
陽
再
用
一
球
為
地
球
可
四
面

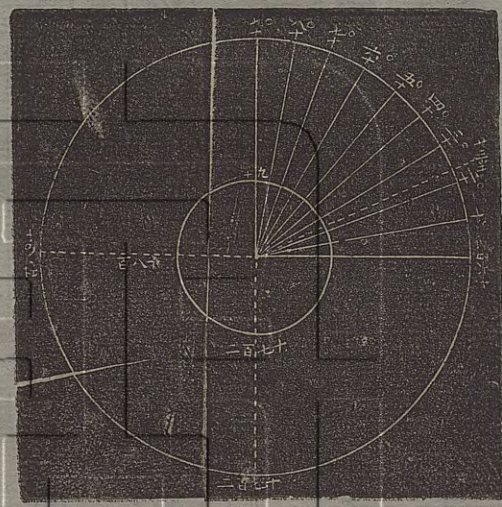
繞行其水面即是黃道平面是為地球所行之軌道向固
謂月球軌道不與地球軌道相平有時斜度在上有時斜
度在下即如鐵絲圈穿一珠裝於地球上有一半圈在水

圖六十二第



下一半圈在水上月自行軌道而
上下轉至地球之黃道平面即為
交點如第二十六圖乙丁二字處
則必有蝕蓋月球正當日光遮蔽
之時其餘或上或下故不蝕也於
此見月之軌道側行非與地球作
平面行不然不幾月月俱有蝕乎

圖七十二第



前以地球欲側行與太陽
中心線黃道平面有斜度
今復知月繞地球其軌道
亦側有斜度是以每六閱
月至軌道與黃道交點之
處陽光不照月體昏暗為
蝕也究其斜度若干天文

家有法以指明之如第二十七圖以圈相距有等無論圈
之大小俱作三百六十度算將一圈畫兩線作象限九十
度直角其中心作小距等圈一直角小弧為九十度其直

角大弧亦爲九十度全圈分三百六十角每角一度或分
四直角每角九十度其外圈爲天穹其中點爲地心諸角
線之聚點卽地心由地心以測黃赤交角得二十三度二
十八分名黃斜度月球斜度測得五度

四論月爲何體 前論地而指明地之體質今月球距地
最近約二十四萬六千英里於月球體質略知一二人僅
以目窺之但見有暗有亮古人以暗處爲海今知暗處爲
陸地然月球圖上猶以海名之有名靜海有名風海若以
小遠鏡窺之月球面有大小山巒其山皆童形無樹木等
物并無水雖用大遠鏡觀之亦不見有海有江河如第一

第一圖



大圖是以月面無雲
從不遮蔽陽光亦無
空氣故無動物近知
月球面多火山甚高
大非若地面火山由
是觀之本地球所有
各物各形景不必他
行星皆有是則無水
故無雲無雲故無雨
露冰雪無江河無泉

源故無植物亦無動物又無昏無旦有太陽光處則極明
無太陽光處則極黑并無空氣以傳聲音此何謂即謂月
也惟有一端與地同月球無光借太陽之光爲光其明亮
處卽是也月之對徑二千里以月球料質比較地球更輕
約地球爲一月爲六六之數卽三分地球重率之二蓋物質有緊而
重有鬆而輕試以一立方寸軟鉛一立方寸軟木秤之易
分輕重木較鉛須加幾倍倘不用立方寸而用立方尺立
方里輕重相去亦數倍天文師業知地與月有若干重亦
知月與地有若干立方里以故天文家能查月之立方里
料質與地球之立方里料質輕重若何並能分體質之鬆

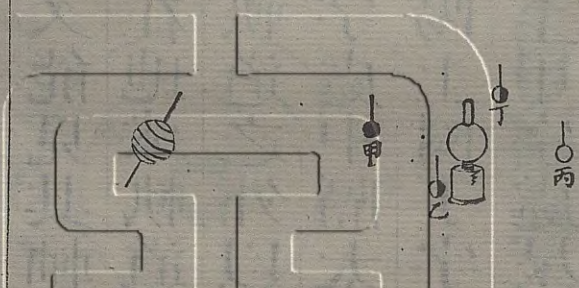
緊今已查明地球一方寸料質較之月球一方寸料質重
一倍有半所以月球體質之鬆緊較地球體質鬆緊亦卽
二與三之比若以較重於水論之以一立方里水重數爲
一數則地球一立方里重數水須加四倍半卽一與五五
之比月球一立方里重數水須加二倍半卽一與三五之
比方得彼此衡平由是論之學天文者得有三說一得其
球對徑之數可算得立方里數二欲得其球之何等重卽
因其與他球有若干吸力而知之三欲得其體質疏密率
須知其若干重有若干大使得其疏密之率也月球繞行
地球其得光之全面永向地球蓋月球須二十九日轉地

格致原委三
球一週不啻以二十九日爲一日其背光若干日側光若干日全面光若干日一如地球之轉有晝與夜也地球以十二小時爲晝十二小時爲夜月卽以十四夜無太陽光其冷較地球數倍以十四夜有太陽光其熱亦較地球數倍也

第三章 論太陽所屬天穹諸星

一論星在地球軌道內圈較近太陽形狀 前說所居之本地球及繞地之月尙未論及諸星今試觀地球軌道圈內近太陽之星彼星本無光得太陽光以爲光且亦繞行太陽某狀何似以燈作太陽以所懸之小球爲星又置一

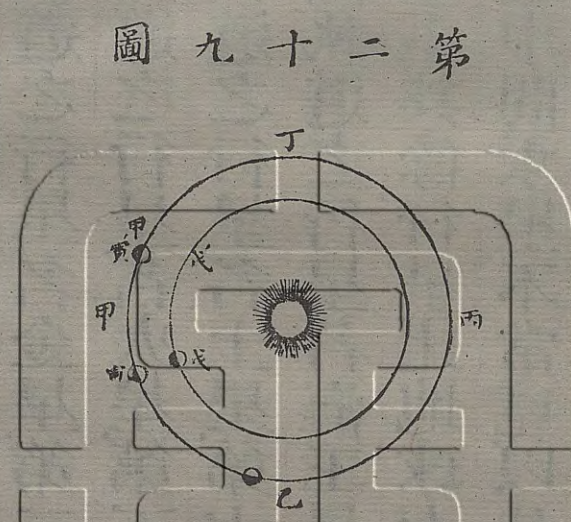
第二十八圖



地球如第二十八圖將小球繞燈而轉圖中甲字小球置於地與日之間三球一線相平自然視之不清亦不辨出沒以太陽光耀目故也若轉至乙字處在地球右面卽天未明而星已早出卽啟至暮星較日先沒又轉至丙字處太陽光大又不能見又轉至丁字處日出後纔出日既落而星尙在卽長其形狀與月相似光亦有偏全之處當正子午時必不現也然亦有相異者地球繞行軌道甚遠視日之大小永不改變卽

月繞地雖變形狀而大小亦永不改變獨此星繞行軌道
 有時近地而形大有時遠地而形小用遠鏡窺之不獨如
 月之變形並時有變大變小如天氣清明能見其星之有
 海有洲又能見其軸行之速率以辨晝夜短長
 二論星在地球軌道外圈較遠太陽形狀仍將小球置
 於地球軌道之外以為外軌道之星星在地球之對面外
 軌道丙字處中隔太陽不見星之出沒逆轉四分軌道之
 一在太陽上圈丁字處日落而星尚南現再逆轉四分軌
 道之一至甲字處星與地球切近並在一邊離日較遠不
 若內軌道諸星而日落時星始出至中宵星在正南其向

陽光處正對地球是以光大當未過地球之前與已過地
 球之後止見側光不多此外軌道諸星遠近祇顯光之大
 小不能如內軌道諸星可分盈
 朒之象如第二十九圖彼內軌
 道諸星或早晨見在東或黃昏
 見在西一似東西移盪此外軌
 道諸星軌道遼濶一似徑遂順
 行略有別耳



第二十九圖

小不能如內軌道諸星可分盈
 朒之象如第二十九圖彼內軌
 道諸星或早晨見在東或黃昏
 見在西一似東西移盪此外軌
 道諸星軌道遼濶一似徑遂順
 行略有別耳

三論各行星 首二節所論各星在內外各軌道即所謂
 行星是也地球亦為行星之一人如在他行星觀地球轉

行亦有光凡內外各軌道之大等行星并地球在內計有
八行星其切近太陽第一圈軌道之行星名水星第二圈
軌道之行星名金星第三圈軌道之行星卽地球第四圈
軌道之行星名火星第五圈軌道之行星名木星第六圈
軌道之行星名土星第七圈軌道之行星名天王星第八
圈軌道之行星名海王星其一二四圈軌道之行星比地
球小其餘行星比地球大水金二星在內軌道卽日與地
之中間水星不常見以其圈切近太陽幾與太陽同轉有
時在太陽上圈日落尙能見之不多時卽不見金星軌道
距太陽略遠蚤暮可望見兩次其在地球軌道之外各行

星有比地球行速有比地球行遲地球自轉不息比他行
星略速比水金二星略遲比外軌道諸行星行更速非燈
與橘球等所能形容其各轉各軌道各速率須用機器以
爲之以上各行星天文家稱各行星軌道爲太陽所統屬
之天此外復有彗星流星其說見後如第二大圖各行星
各軌道分大小此編難以表明如欲顯明太陽所統屬之
天圖亦可另爲設法將一小球二尺對徑爲太陽居中宮
外以小芥菜子一粒爲水星距日八十二尺而軌道全圈
對徑有一百六十四尺以黃豆一粒爲金星距日一百四
十二尺而軌道全圈對徑倍之以略大黃豆一粒爲地球

第二 大圖



距日二百十五尺而軌道全圈對徑倍之以小粟米一粒
爲火星距日三百二十七尺而軌道全圈對徑倍之火星
木星中間有各小行星以一粒沙比之距日五百至六百
尺以中等廣橋一枚爲木星距日一千三百二十尺而軌
道全圈對徑倍之以略小廣橋一枚爲土星距日二千一
一百十二尺而軌道全圈對徑倍之以櫻桃一顆爲天王
星距日三千九百六十尺而軌道全圈對徑倍之以大梅
子爲海王星距日六千六百尺而軌道全圈對徑倍之各
行星對徑如此卽各作一全圈海王星軌道最遠對徑有
二英里半此外恆星距度愈極遠地球面繪其距度亦無

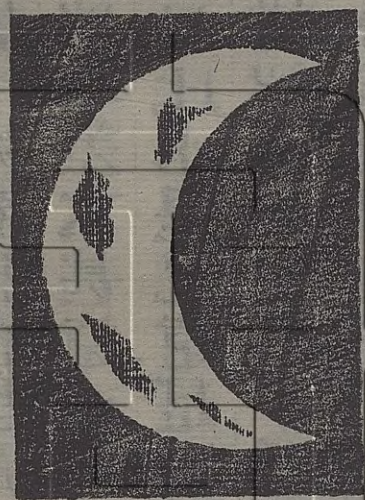
此廣遠之地面圖內地球距日二百十五尺卽九千一百萬英里雖有汽車之速一小時可行三十里晝夜不息須二百三十八年方能行至日球學者於此粗知天文大略試進言內軌道各行星

四水星卽切近太陽之行星距日有三千五百萬英里其對徑比地球得三分之一有於日之出沒時見之總是切近太陽其軌道一周計行八十四日不足地球一年四分之一星軸亦欹側行於黃道在西似隨日而落在東日將出而先現如以遠鏡窺之光有盈朧似月狀二十八圖可按而知之行至日與地之中間向地無光轉四分之一略

有半光轉四分之一至地球對面軌道中隔太陽其得光處正向地球再轉四分之一亦得半光至其本體有地有水或無水如月或有極濃空氣遮護皆未詳惟知其重率比地略加 外圈爲金星距日六千六百萬英里其星之對徑與地球差不甚遠或於日出或於日落皆得見之其軌道距日比水星已遠是以較易觀看且其光大於諸行星亦易辨認計二百二十四日轉軌道一週二十三小時又十五分爲金星自轉一週以爲一晝夜前以地球欹斜行以成四季斜度有二十三度有奇金星亦欹斜行斜度有五十度比地球斜側愈甚是金星之四季較地球改變

更多金星與水星皆有盈朧之變至金星本體屬何無從
推測用遠鏡窺之每有黑斑或係雲氣或為山峰之色皆

第三十圖



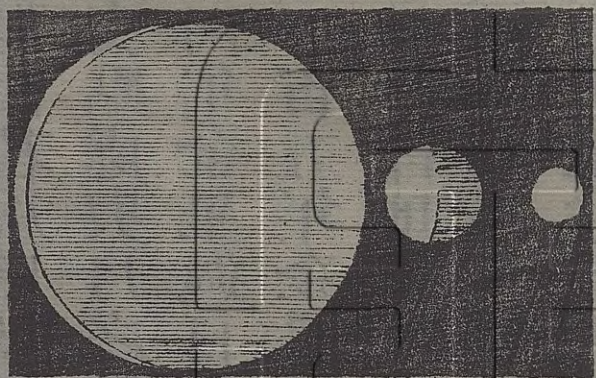
異於月者月無大小之變而金星有大小之變也金星行
近地球兩軌道相距二千五百萬里蓋金星距日六千六
百萬地球距日九千一百萬里金星行至地與日之中間

未可知如第三十圖其輕
重亦與地球髮鬚每從地
面觀看金星其大小常有
更改其所以為大小者即
其盈朧之象與月同理所

地與金星相距只二千五百萬英里也金星行至地球對
面軌道中間隔有太陽離地極遠相距有十五千七百萬
英里蓋地與太陽距九千一百萬里再加日距金星之六

千六百萬里即得此所求里數
至其大小之分即二千五百萬
里與十五萬七百萬里之分蓋
大小即六與一之比如第三十
一圖其大形之金星即其最小
形之金星六倍也每見金星與
水星轉至地與日相衝之直線

第三十一圖

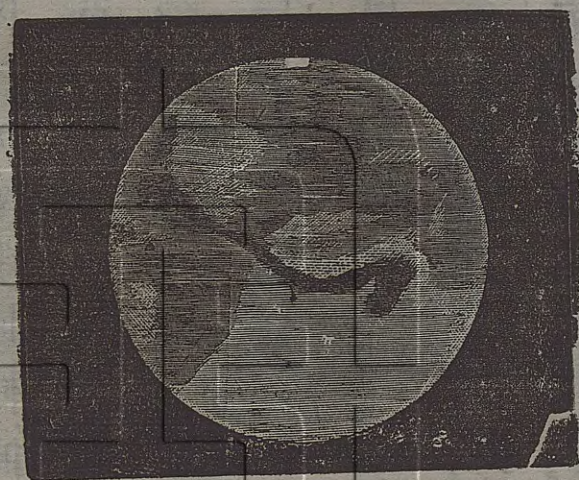


經過太陽面若爲黑點金水二星軌道卽與地球黃道相交行至交點處與月之蝕日理同因有此黑點也一千八百七十四年金星過日面一千八百八十二年金星又過日面蓋一百五十年金星過日一次繼八年又一次也金星軌道之外圈卽地球軌道地球業詳於前茲不復述更論地球軌道外之外軌道行星

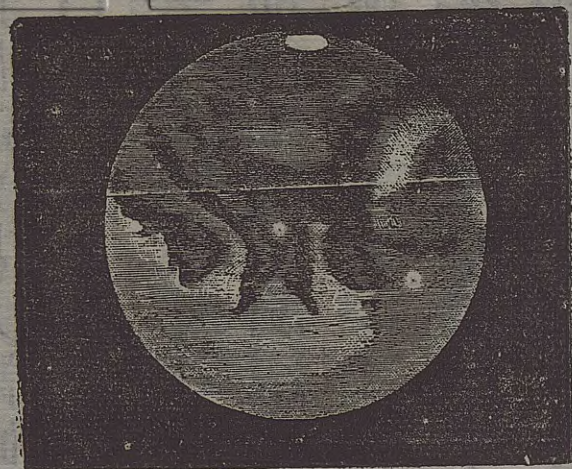
五外軌道近地球者爲火星其軌道橢圓合衰長狹短勻計之距日一百三十九兆英里卽一萬三千二百四十四小時又三十分自轉一週所以其晝夜比地球之晝夜多三十分星之對徑約有地球之半六百八十六日繞行軌道一

週故其歲序之長較地倍之火星在外軌道不在日與地之間是以永無盈朧之象其軌道繞行有二處光略暗見二十九圖一似亮月在十五前後兩三日減少光狀火星行至地球外圈與地相衝之處距地最近光甚大計距地四千八百萬英里蓋火星距日一百三十九兆里而除其九十一兆里卽得此距地里數也一千八百七十七年九月行近地球再閱七十九年又與地球相值其所以能近者以其軌道橢圓最近之處較最遠之處不啻半之其斜度有二十九度四季短長與地球鬚鬚人目所見略有赤色用遠鏡窺之不見其赤且其星面有蒙暗處其白色爲

第三十二圖



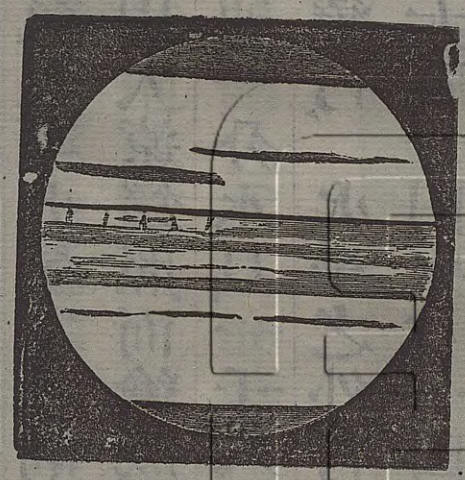
第三十三圖



陸地其暗色爲水如第三十二圖又其反面如第三十三圖人在地球望火星無異在火星望地球若他行星則不能其極頂有白小圈遠鏡屢測火星之夏北極白色小南

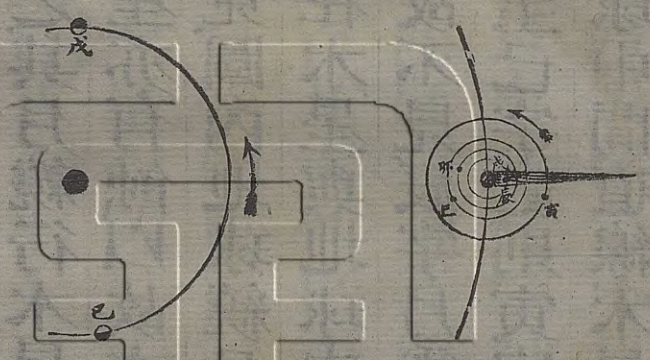
極白色多至火星之冬則反是知其白色卽冰雪所積也此圖用大遠鏡照而繪成其形狀無異地球惟火星有四分陸地一分水耳一千八百七十七年查得火星有月球三箇繞行 火星之外有小行星數約一百三十星其中有略大者一曰火女一曰天后一曰穀女一曰武女其星之對徑止數百里人目視之不甚明顯因其星小茲不具論續有查出之小行星大半得見其光與第十等恆星鬚者總可得見其光頗大惟不及金星之明其軌道距日有四百七十六兆英里計四千三百三十三日繞日一週以

第三十四圖



爲一歲用中等遠鏡窺之可見其星形如橋二極低平其星面有黑斑如雲每十小時自轉一週不及地球自轉一半之久其對徑九倍於地球其自轉不及半日比地球有十九倍快速所以赤道圍分外凸出地球赤道圍轉一小時祇行一千餘英里木星赤道圍轉一小時行有二萬餘英里其星面白光當是雲氣故所見常不同其黑斑卽雲氣裂開露其本體之處有大小多寡之各異有時黑斑中連如橋形知白色非其星體

第三十五圖



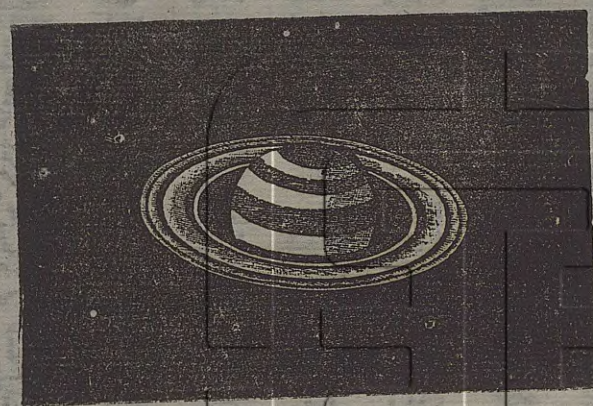
前輩論行星有一事與地球異以其無月也後查得木星亦有亮月計有四月繞之無異繞地之月月之對徑約二千里距木星有近有遠如第三十五圖其最近者爲辰字之月二晝夜轉繞一週其次略遠者爲卯字之月三晝夜有半轉

繞一週其次又略遠者爲巳字之月七晝夜又三小時轉繞一週其次又略遠者爲寅字之月十六日又四分日之三轉繞一週其軌道與木星軌道略斜是以經過太陽木

星之中間月之軌道與黃道面作交點自木星視之即見
太陽有黑點其寅字月在外圈斜度獨多故非每轉必蝕
若木星掩其月即蝕此圖表明木星之日月蝕也用大遠
鏡窺之其月繞行木星無異金星繞行太陽東西盪漾月
轉木星亦有蝕以故木星面見有黑點若行至木星背後
則不見圖內地球繞日行至本軌道戊字處視木星之卯
字月在木星與地球中間直線即木星蝕寅字月在木星
背後故不見辰字月爲木星遮掩之黑影內如蝕若地球
轉行至己字處則寅字月在外圈顯明可觀己字月在木
星地球中間直線木星面有黑點爲蝕辰字月仍在黑影

內倘走過黑影仍不見因木星本體又爲遮蔽之也因此
木星之月有時見二月有時見三月總不能全見木星軸
欹斜祇四度有奇其四季不甚差異木星雖大於地球加
一千二百九十九倍而其重比地球只加三百倍重以是
知木星料質比地質輕即爲一與四之比 木星之外又
有土星土星有八月繞之星外有光環以遠鏡窺之甚爲
美觀距日八百七十二兆英里計須一萬七百五十九日
繞行軌道一週蓋必三十年而爲土星之一歲星之對徑
比地球加八倍其星面亦有黑斑如帶每十小時三十分
自轉一週與木星相似其料質比地球愈輕不過得木星

第三十六圖



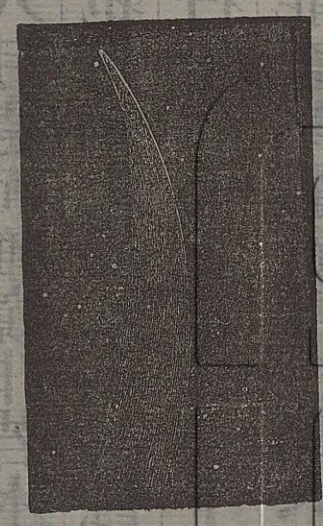
之半是為一與八之比星軸斜有二十六度半所成四季與地球鬚鬚光環四圍似有三層如第三十六圖其最外之光環對徑有十六萬六千英里次層光環略小此外二層光環十分光明其內層光環須用大遠鏡窺之方明星球正在光環中間然其光環雖遼濶而其厚不過一百三十八英里以故用極美遠鏡窺之亦不甚詳細以意度之其光環或即無數小月四圍環行極速之象土

星之八月遠而難窺非若木星之月略近尚易辨其掩光與蝕也月軸斜度較多其蝕亦不常有耳再外大圈軌道之行星名天王距日一千七百五十三兆英里離地過遠無能查其體質計三萬六千八百八十六日為一晝夜亦有四月繞之星之對徑比地球加有三倍而重率較地球尤輕約天王五地球十之比再外大圈軌道尤遠其行星名海王距日二千七百四十六兆英里計六萬一百二十六日為一晝夜星之對徑比地球加三倍其重率較天王星略少當初祇知天王星為行星之極遠者並不知有海王星又在天王星之外嗣天文家比較天王星應行速率

有快有遲軌道亦略偏便知彼處必有大吸力之行星於是於該處測其軌道核其年時用遠鏡查之果得一大行星即海王星是也蓋海王星在他行星覺察而得之今又查得海王星亦有月繞惟未得其數耳

六論彗星流星 太陽所統屬之天穹除行星外更有一種星非所常見譬之行星為主他種星為客其星即彗星

第三十七圖



學者見過固無須詳述如未經見者可觀圖以知其略如第三十七圖顧彗星形狀不一有時中體一點

四圍星氣作團以裹之即彗星對面觀也有時尾散於後長有數兆里尾似金光如薄雲中有遠星厯厯仍現即彗星側面觀也其極遠者難見須用遠鏡窺之其軌道橢圓繞日而過之象如第三十八圖星氣兩邊分布其來時星向日其尾在後其過後星向外尾向日有彗星屬於本天

第三十八圖



者有五年一至名恩克有七十四年一至名哈律圖內之彗星體大名徒那的其星尾有數兆里長尾內仍見小恆

星可知其尾爲星氣甚薄也。軌道亦各不同，斜度又多，寬不一。其行每逆行星體不甚重。每見流星常發亮光，迅駛如飛，一二秒時始沒有時落地，謂之隕石。大小不一，極大者如木星，有如亮月，飛流經天，有數秒工夫，光甚長。其隕地之星，爲化學師化分之，有爲金類質，有爲石類質，在空氣迅疾飛流，磨擦生熱，發火有光。其細小之質，未至地而已化。其大者，面如經過烈火。英國博物院存儲不少，約有三等重。流星經天文家屢屢試驗，似有一定所在，駛行亦有軌道。而地球橢圓軌道，適介居於中。每半年轉至其處，二年經過其兩端。故冬夏之季，所見恆多。今始明曉。

彗星流星均轉繞太陽。如行星一般。流星軌道似彗星軌道。以此知彗星非他，不過爲流星之星氣耳。此天文家新得此學識。曩古見彗星出，皆以爲怪。以下災祲。二千八百年前，埃及國見大彗星，如一羣火在天空，裊繞望之生畏。近格致昌明，已將古人疑畏之見，全行消釋。如得見之，惟相與推測而已。

第四章 論日

一論太陽關係 前言地球體質當於化學明之。地面形景當於輿地覘之。地球爲涼質，本無光，而光從太陽得來，不特地爲然。卽行星亦涼質無光，其轉行皆相似。各繞行

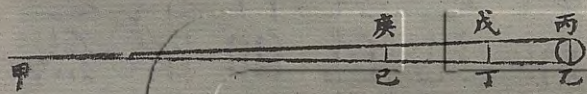
格致原委三
太陽一週以成歲軌道有遠近故歲序有短長又各自轉一週以成晝夜星體有大小故晝夜有盈縮又各軸斜度不一其分四季亦不同由是觀之太陽所關於諸行星者不少即此太陽居中行星四圍旋轉如活不已見太陽之功用乎

二論日之光熱大小遠近
太陽一極炎之火球其熱度極大無可比喻學者須知地與行星皆涼質定質而太陽熱極無物不化一似燒灼熱甚化爲白色之氣一般熱度既大本體即發大光至其圓徑之大將地球與各行星併合計之而太陽仍加五百倍大積地球一百五十萬箇可

髮鬚其數至欲推測其詳非精於算法不辦茲編不及詳載學者既知其遠有若干又日所覩大有若干茲設一法

爲吾徒曉之自日至日頂作一直線又自日至日底作一直線如第三十九圖即從日量直線至一百零七尺之處復量二線距數中離或一尺則一百七尺遠得一尺再加一百七尺遠得二尺以次相加可得所求或一百七里兩線中距一里累次倍加以計里數地球距日有九千一百萬里分作一百七分而得其一分即得其對徑

第三十九圖



數為八十五萬四百六十七里大也。

三論日之烈 觀日之法除用黑色鏡外萬不能觀以其

光熱甚烈隔雙凸玻璃光點聚處能燒灼各物若用遠鏡

窺之人目即為燒灼實屬危險有以玻璃在燭焰上熏黑

窺日見其色甚紅自發炎光常盈不長可名曰為光球用

遠鏡照之見有黑斑有時斑大易見斑旁光倍明亮西名法鳩

流光如汽堆湧有數千里長如用心久觀黑斑與極明處

亦常變換

四論日斑 日雖遠而大若用遠鏡照其形相可窺見其

細斑如第四十圖其圓黑斑合數地球大不能補滿其處

試視其黑斑記其處連日頻照之黑斑漸自左至右向西
漸沒知太陽亦自轉再閱廿二日又露黑斑在東邊漸轉

至中又轉至西不見以其

時考之須二十五日太陽

自轉一週其轉之形相最

黑一面向右側轉并其四

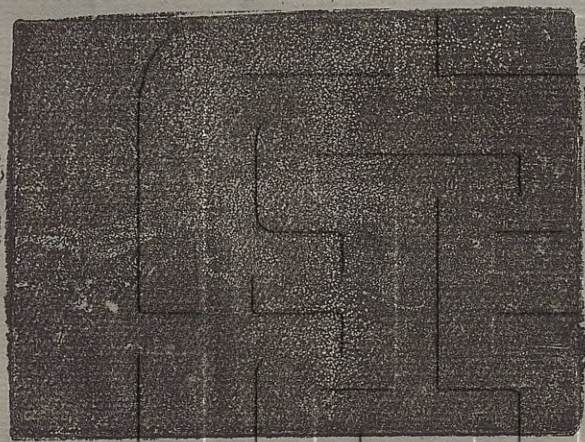
邊淡黑影亦不見試將茶

碗蓋之中心塗一黑團正

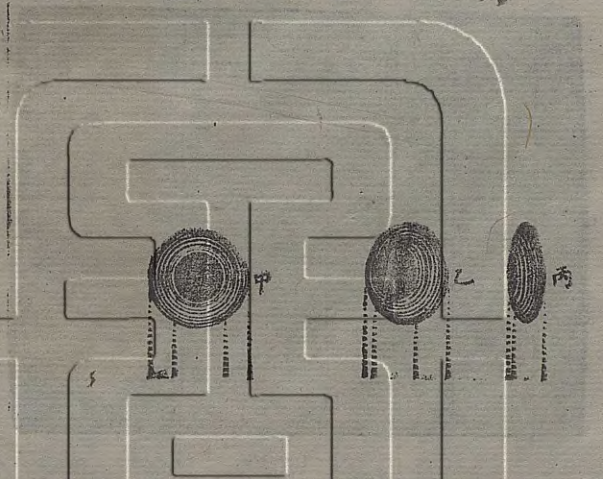
望之四邊凹入處皆顯如

第四十一圖甲字圓相將

第十四圖



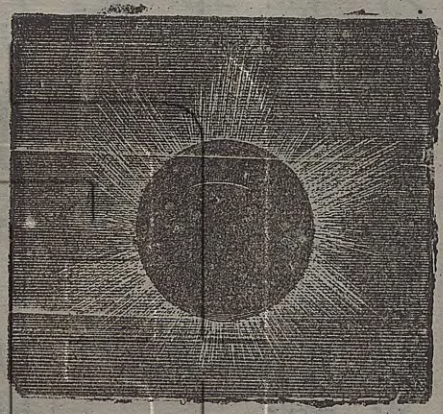
第十四圖



碗蓋半側黑影不全現如乙
字形再側之不獨黑斑漸不
見而反面之形亦露如丙字
形倘以球挖成凹鏡式試之
亦然以是知太陽之黑斑即
太陽之凹處不但此也其凹
處並有氣充滿

五論日之光氣 前論所見日球是其本體四邊外有光
氣極大有數千里之濶平時看不甚清至日蝕時見其光
氣四射如第四十二圖四邊露有鮮明紅色此光氣近日

第四十二圖



球本體處分外明亮如光套
又知光氣之輕者迸發於遠
處光氣之重者團結於球邊
然其光氣亦常改變

六論日質 用光色分原鏡 西名斯伯督斯哥伯 辨別太陽光色丙

有地球中金類質不少但非定質乃金類氣質耳如輕氣
養氣鎂鈣鈉鐵錳鎳等質更有他質大都太陽氣質有數
種為地球所無因日多氣質較地球定質自輕譬地一立
方里有太陽四立方里重而太陽大於地球一百五十萬

倍氣質雖輕而總計之仍比地球重也。

七論日爲恆星 前論日之體質不獨知其與行星形性迥異而確知太陽乃一恆星其體大而光亮者非他以其近於地耳。學者能指明太陽所屬天穹有多許涼質行星繞行一熱質日球之理既知地球爲行星太陽爲恆星則此外各恆星皆各有所屬之天穹與本太陽所屬天穹非有異也。

第五章 論恆星

一論恆星爲遠天之日類 今從最近地之恆星即太陽而論以外諸天恆星星如光點極小然其光熱皆極大因在

遠方諸天不覺其光熱之大其近者比日距地加五十萬倍遠是以望之極小不知恆星中有比本太陽大加數百倍此以見天大無外也。

二論恆星以光定等次 夜觀恆星光大小不一其極明者果因星體大而亮歟抑星近地球而亮歟顧星有小而近較大而遠更明者今分等次不論星之遠近大小祇論星光大小以序之第一等爲極亮者次則二等三等以及十六等其十五六等星須用極佳遠鏡窺之若人目於黑夜瞭見星之極微者卽爲第六等星其餘七八等以下非遠鏡不能見學者不得以光之大小漫定爲星之大小其

大而遠而光暗者或置於五六等以下其小而近而光明者或置於一二等之中平常所見自一等至六等計恆星約有三千其餘皆不得見如用大遠鏡窺之計有二千萬恆星又有天河卽無數細小星似聚集於天空望之如微雲明亮大約二千萬星有一千八百萬在天河一帶內此非星之排聚成堆乃星外有星星相間或至數百萬里人目視之若在一處耳譬之每里一樹數十百里有數十百樹而人於遠處望之若聚一堆星又分各色有白有黃有綠有藍有紅有赤如寶石嵌於天空人目不易辨須以遠鏡照之

三論星座 古昔星分各羣視其形狀以命名卽星座是

也今仍其名其在黃道帶卽地球一年繞行太陽之黃道地球經過星紀

有十二座一曰白羊一曰金牛一曰陰陽或名夫婦一曰

巨蟹一曰獅子一曰室女或名少女一曰天秤一曰天蠍

一曰人馬或名弓一曰摩羯一曰寶瓶一曰雙魚此外在

赤道以北星座有二十五座在赤道以南星座有十八座

如欲識認須用星圖有天文師指明之每座有星數十或

十數或七八不等均有名某星在某座按圖可辨

四論恆星似動 前論地球之行如一天文館移行一般

今欲分辨其動之屬於我乎抑屬彼也試看海船自爲旋

轉船中人視他船亦各旋轉且逆我船而轉彼船移動前
排右移後排若左移船與船似相錯而仍相分今觀星雖
似移而方位仍不易其處始知星非自動乃地球轉而星
亦似轉也又使他船繞過我船則四面所泊之船應無改
變倘四面之船與前不同方位則必我船繞行他船所致
明矣今地球繞行太陽所見各星四時不同冬夜所見之
星卽夏夜所見星之對面各星以是知星似動而非真動
試認定一星隔歲比較星仍在原處因其不移古人名曰
恆星後人得觀星妙法而以影相法照星成圖絲毫不錯
知古圖不足憑並知星非永遠不動其所以不一定者以

地軸轉行有偏差欲知星之所在須較地球之軸指定所
在星本不動而似動故名之曰歲差天文家測得有一定
歲差預爲算定數十百年後星偏某處以驗之倘數十百
年後星不照所算定之方位而竟易所在則星或有自動
之處如船左移見他船逆而右移近視各船相隔甚濶乃
在後觀之似併在一堆其在船後各船初不見而後各顯
露觀星亦然然則恆星似日太陽有所屬行星繞轉恆星
亦應有所屬行星繞轉惟其天穹過遠人目所不及見耳
五論恆星真動 有如船在他船中間見他船之行非因
我船行而動者便爲真動恆星亦改換方位非因地球轉

動而改變者即知星有真動。歷次試驗，灼見有多許恆星自變方位。即如黃道帶之北第五星座，曰阿格妥魯，為第一等明星。其行比地球迅疾，加有二倍。每一秒工夫，計行五十四英里。天文家以重學之理論之。天穹諸星，蓋無一不轉動也。

六論多合星

一名雙星

星不獨各行各道，亦有雙星互繞而行。名多合星。如第四十三圖，此恆星彼此相距頗近，如地球繞日，惟無地球繞行之速。其最速者，須三十六年繞行一週。今天文家業查出多合星

第四十三圖

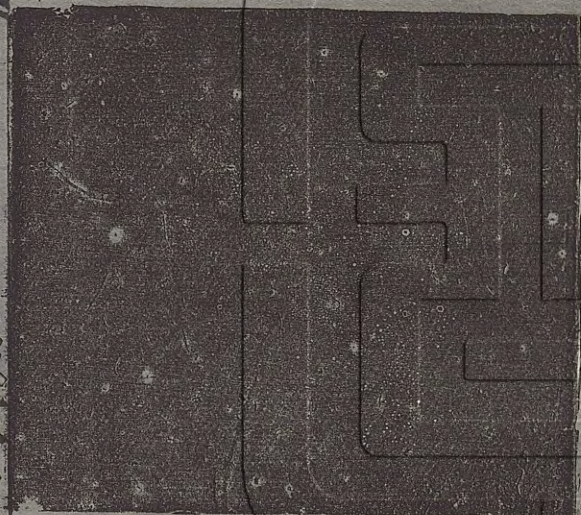


有八百星。此種星距地極遠，即有行星繞轉。雖用大遠鏡亦不得見。每星各有所屬之天穹。其雙星互繞，似為兩太陽互繞而行。

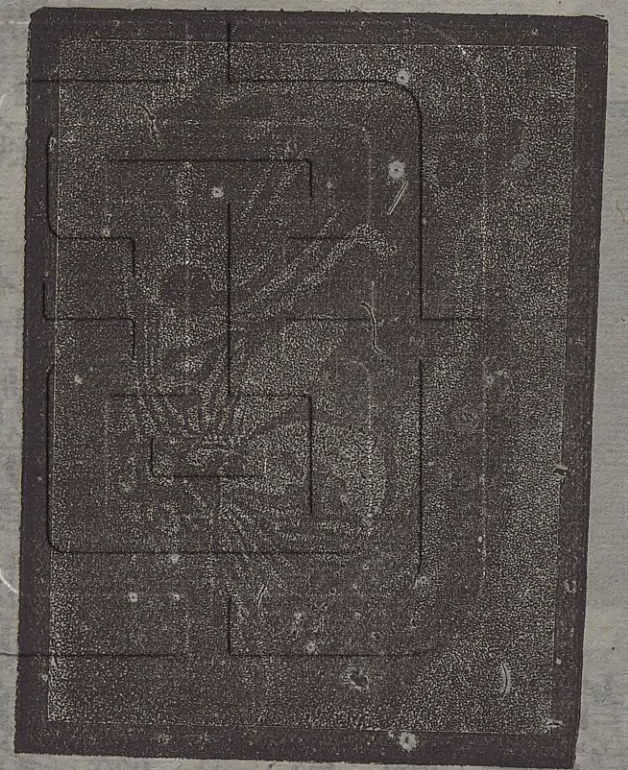
七論星團星氣 以上諸等星外，更有多許星團。如天河

斷碎散於各天穹，與白雲一般。用遠鏡窺之，實有無數纖微星光團聚。亦有小遠鏡能窺見者。顧其易見者為星團。如第四十

第四十四圖



第四十五圖



四圖若須大
遠鏡能窺見
者謂之星氣
如第四十五
圖亦有星氣
遠極雖用大
遠鏡尚難分

辨其星點由是天文家別爲三等一等曰星團二等曰星
氣三等雖大遠鏡不能分辨直謂之雲氣可也不但此也
更有一種星四圍如迷霧卽謂爲有星氣之星又星團星
氣各不相同查大天文書可略得其形狀

八論星與星氣之形性 吾曾與爾等言恆星爲遠天之
太陽類然不得謂一切恆星形性與太陽無異吾有表其
不同之據每觀極明亮之恆星有空氣與太陽所有之氣
迥異其五六等星有紅色不甚明者不獨體質有異其紅
色亦異其體質似不若太陽之炎熱星氣與星質有異或
有同天文師測度星氣能化變爲星其所謂同者星氣料
質聚集凝結可成爲大星有散於外而未結成一處者可
復另結爲行星嘗見有星氣收聚越小越圓成爲有星氣
之星而星之外仍有星氣四散越小越熱視其中腰赤道

上圍繞有光氣如土星光環一般此光氣有時漸斷成一圓點是爲行星其中結成大星常常收聚凝結愈聚愈熱熱甚發光照徧四圍行星與太陽所屬行星自爲一天穹無異由是初爲明星數千百萬年漸暗發紅色將來可漸滅而無有也凡宇宙間萬物之質無一不如是無論何質如煤在爐如星在天終有了期此可以理斷之據天文師所論如是

第六章 論分畫天穹之用

一總結前說並星圖 今欲易一說以論之因復總結前說吾曾論地球亮月行星之真動續論恆星因地球之動

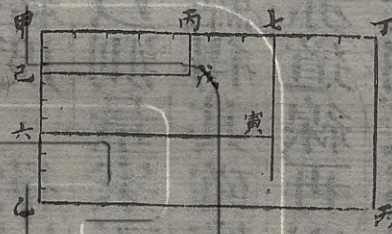
而似動又論星氣與夫太陽類行星類於此見地球在天穹有所屬卽涼質繞行熱質並指明天穹恆星分爲各星座編有等次又指明太陽亮月行星循序轉行絲毫不紊今學者能將天穹各星作一圖吾爲指明如何分配星之方位再論其作用顧爾等縱能繪成圖像而天文家不合用蓋別有法以加詳焉圖雖十分整齊而以南北左右定方位施之於用甚不便茲將另法爲學者明之

二論極距 吾意將地球之赤道兩極施之於天穹恆星間猶如置火於玻璃球中令赤道與南北極之影照至天上成爲天空之赤道南北極試從南北極影量至赤道影

是卽爲極距如是能令天穹之星在極處認定不動仍似
橘頂一針直指天極橘轉而針不易向觀天文者卽於極
之所在爲起度用有圓圈之遠鏡自極之所在起度處向
上移十度卽爲距極十度向上又移十度卽爲距極二十
度遂於十度二十度處認定某星由此移上三十四十五
十度以至九十度此九十度正當天穹赤道無異地球兩
極中之赤道圈

三論星之極距 依上法可定星之極距惟每十度大圈
一周地方遼濶無從辨定星之所在須有法以認定之學
者勿忘定星所在如第四十六圖卽定某物在某處之法

第四十六圖



可移用於天穹以定某星在某處有
如一方紙四角甲乙丙丁其戊字處
一點用何法以定所在則必將一方
紙勻分直線十條又勻分橫線十條
其戊字直線相連丙字距甲字四線
有半戊字橫線相連己字距甲字二
線有半便於兩線相
交處定其所在也設或有人告以
一點在直線第七條在

橫線第六條卽於第七直線第六橫
線交點處定之如寅
字處也故僅指直線則直線內之星
極繁僅指橫線則橫
線內之星亦極繁惟須橫直兩線並
用得其交點所在則

星之所在確實矣天文家測量天穹定星之方位亦然如
 欲量某星之極距則自極量之譬之離極十度即離赤道
 八十度離極八十度即離赤道十度餘倣此至若後四十
 七圖則自赤道圈起度南北每線距十度勻分至極南北
 各得九十度此一定之率也

四論赤經度 欲定星之所在先須測得直角即橫直兩線直交十

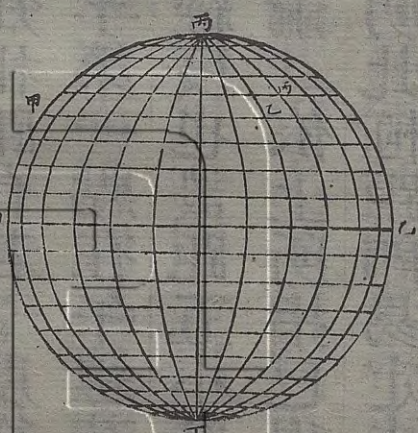
字之 是以測量家不獨得其橫線並須得其直線於二線

正交之點得其確實所在學者試將橘之中腰以針徧插

一周為赤道線再以針自南極插至北極兩面兜轉徧插

一周為大圈又名子午圈如第四十七圖其在赤道之針

第四十七圖



絲毫不得移易此即赤道線為

地球正中之腰圍至經過南北

二極作大圈之直線隨踈隨密

不拘濶狹而勻分之設或每條

相距作十五度一周赤道總計三百六十度勻

分二十四條即每則一晝夜二十四小時即為地球轉一

週也顧其中更有難者勻分各圈線條相似無從分辨

更須擇一條線以為起度作天穹赤道並非擇一明星為

起度須擇天穹赤道與地行黃道平面交角處即白羊星

座中之第一點此點既定將星所在正平線與鐘表對整

十二點鐘不差一秒由是星轉一周正行二十四小時其星仍回原處如此鐘表已準然後測他星次無論他星在何處距極多少度但從白羊星推步可也譬十二點鐘白羊星在大圈某赤經度正午線上而所指之他星隨後轉至正午線即算白羊星在正午線距今正午線有若干小時便知相距有若干度從此逐小時測他星行至正午線距白羊第一點在午線若干時逐一計算相距度數此即定赤經度也設距五小時即知距七十五度餘可類推

五總論

依上所指已得定星所在之法首測星距極若干度明此極距即易定赤緯度次則視白羊星所在之大

圈某線星距該線若干度亦可定赤經度其餘天穹諸星均可由此定之不但此也太陽亮月行星無論行至何處雖在一秒工夫內能指其所在之度此天文家極有用之學問俾地面繪圖或在陸行或在海行可隨時指經緯度所在

六論緯度

欲於隨處地方定經緯度所在應用何法定之設有人問途而指其所向告以路程在近處則可若大海茫茫四無邊際欲辨所向以計程途非測天不辦又地面果悉平即用四十六圖以定所在而地球實圓而非平也法必從赤道向二極量之以勻分距等圈即為地之緯

度學者勿忘星次極距設認一星在正北極爲無極距蓋在地軸尖錐之上永久不移是爲正極之點又認一星距極九十度則在赤道天頂是爲赤道之點由是兩點之中不拘何處見天頂之星即可測距赤道點若干度或距極點若干度卽於兩點界度內勻分九十度並可定天穹赤緯度於地球若干度每緯線相距十度卽赤緯度也行海者欲定所在之地在某度必如此測之始無差也卽如倫敦在北緯度五十一度半以倫敦天頂有星名龍正在赤道北五十一度半之緯線上以地言之爲倫敦之緯度以天穹言之爲倫敦之赤緯度也又有一法可定所在之緯

度蓋視北極星在天際線若干高以定之設人立於赤道望北極星正在天際一條線上無高度之處人或向星行赤道北六十八英里半則北極星略上距天際線高一度每一度計英里六十八里半此卽緯線起一度再向北行行至九十度則北極星正在頭上之天頂由是不拘人在何處只須看北極星高幾度卽知己身在某度假如北極星高天際線十度卽人距赤道十度星高二十度卽人亦在二十度餘可類推惟是北極星非正極所在正北極並無明星特取近極之星以爲識認北極星偏距正北極有一度二十分故推步家每合一度二十分以計算之也

七論經度 緯度雖定尚不足以測星以緯度圈遼濶不能確指所在當加一法以定之而測法始密以天穹赤經度卽定白羊星次之度施之於地爲地之經度地理師將垂線經過二極爲大圈中間經過赤道作十字形是名直角每角得九十度此依天文測量之法虛空擬之非真有線也在英之格令業蚩天文館天頂子午線卽爲經度線之原點推之美之華興頓法之巴黎中國之順天皆可爲起度原點之經線若於地平線量之或在線之東或在線之西無異天穹之星或東或西皆可以太陽每一點鐘行十五度計算也試用橘以比喻之指一處爲格令業蚩經

度自北至南作一直線徧插針一周每針作一人觀每人各帶一時辰表其表均照格令業蚩鐘表對準無錯用一燈作太陽將橘一轉自西向東移移至正午線則一條針插之線均在正午線中假如再插一針於格令業蚩之西將橘再向東轉則格令業蚩直線已過正午線而西偏之針纔移到正午線兩線先後相距約若干小時工夫便可測其距若干度譬之格令業蚩之表先得十二點鐘迨行至十二點鐘而該處之表纔得十二點鐘則知我在格令業蚩之西又格令業蚩之表方十二點鐘而該處之表已爲二點鐘則知我在格令業蚩之東彼此相去有兩小時卽

相去有三十度蓋一小時太陽行十五度六小時太陽行九十度十二小時太陽行一百八十度二十四小時太陽行三百六十度為一週即地球自轉一徧行海之船或東或西均可如此推測英之行海各船有一器名經度表蓋用以測經度者中國名度時表在格令業蚩十二點鐘對準太陽當正午線以定真時而又求得時差以之行海不拘行至何地即於所到之處用他表測得太陽當正午線上正十二點鐘比較經度表相去若干小時假令相去有三小時即知相去格令業蚩有四十五度或相去有五小時即知相去格令業蚩有七十五度以每度作六十八里半計之

四十五度為三千零八十二英里即中國九千二百四十六里或七十

五度為五千一百三十七英里即中國一萬五千四百一十一里至經度表

用太陽在午線之真時不拘一定美則華興頓法則巴黎均可對準太陽在正午線之真時以為經度表之標的隨處比較太陽在正午線之真時而測相去之度數以計行程也昔人行海去格令業蚩略遠欲得格令業蚩鐘表之真時而未有其法或放礮傳聲或舉烽報信祇能用於近處而不能傳於遠方迨經度表出而遠方始得英之真時近來電線徧處通連一霎時信即到然行海在船非經度表不辦經度表用久亦易損壞今更有他法可測算而得

者天穹上極高之物雖隔千萬里皆可同時瞭見因將諸星行度照英都平午正時從地心起數晝則量日夜測月星以認地球之經緯預算全年天星行度以成行海通書太陽赤道經緯度恆星時太陽黃道經度太陽半徑太陰半徑五行星赤道經緯度太陰赤道經緯度太陰五行星過午平時地平視差分秒無不推算確實譬之木星之月依行海通書一點鐘逢蝕而所到之海面測木星月蝕在兩點鐘距格令業蚩真時有一點鐘工夫便知人在格令業蚩之東十五度又使正十二點鐘見木星月蝕便知人在格令業蚩之西十五度餘可類推

第七章 論日月諸星行次互古不紊

一論天文之重學 前論各節見星學之有裨於用因以預算星次於數百年後定其所在假令星之似動與地之真動不如此循次不紊則無由推步今爲學者更進一步以明如何可定數百年後星次之方位此所謂天文重學是也天文重學無他所以明天行之理而已昔人謂地球不動日星旋轉嗣後知其不然而眾惑漸解惟未明行星轉行之理又謂行星之行如旋渦然迨後愈測愈精始知各行星繞行太陽其月各繞本行星然其軌道非規圓而爲橢圓且太陽並不在其正中英天文師鈕敦始以

格致居業三
重學理解之並指明當如是行之理今試言之擲一球於空中卽時墜下凡不明墜下之理者必以爲無論何物而重者皆欲墜下洵如是言是又發一難矣試思物何以重物蓋各有相吸之能物大者吸力大物小者吸力小石與石本相吸而力微不若地球體積大而吸力多既有地球之大吸力則石與石吸之能卽不顯夫所謂重者物向地心吸力之各有分數以成其重也凡物之吸力本視體積以相稱有幾倍體積卽有幾倍吸力地球體積如加倍則吸力亦加倍地面各物被吸之力亦倍大而物之重率亦加倍吾前曾論一分軟鉛比一分水重以其料質較緊故

重也譬在地一磅物置於木星成兩磅重顧地球體積果加大一倍物之重率固加倍砵碼亦物其重率亦加倍然則何以辨之有用一銅法條因其體輕不顯吸力然亦不全美今於物之下墜視其於初一秒時落若干尺以爲試驗吸力越大則下墜越速於無空氣管中擲一小鐵球其初一秒落十六尺一直落雖無吸力第二秒尙須落三十二尺是以地球吸力號爲三十二木星吸力較地球更大卽二五與一之比木星吸力號爲七十八以物一直下墜其初一秒落有七十八尺之多也

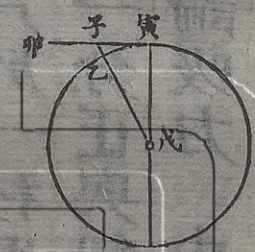
二論吸力漸遠漸減 前言地面物之重數卽以量地面

吸力之數然吸力非可輕重一例以吸力因遠近而分大小知其理者即用吸鐵試之以馬蹠鐵吸碎鐵相離過遠吸力不顯試移近之則鐵爲其所吸天文師鈕敦查驗吸力在此處有若干在彼處有若干層層試驗而得其數卽如地球吸力號爲三十二離有一倍遠則吸力失四分之三並非得半數也再離三倍遠則吸力得九分之一再倍離之則得十六分之一再倍離之則得三十二分之一若再離有八倍遠則得吸力爲六十四分之一也

三論亮月所以繞行地球之理 鈕敦有法試月以驗吸力人第知月繞地球而行而未知其所以繞行之理依上

所論吸力便知月球爲地球吸住不令飛遠如有線繫之

第十四圖

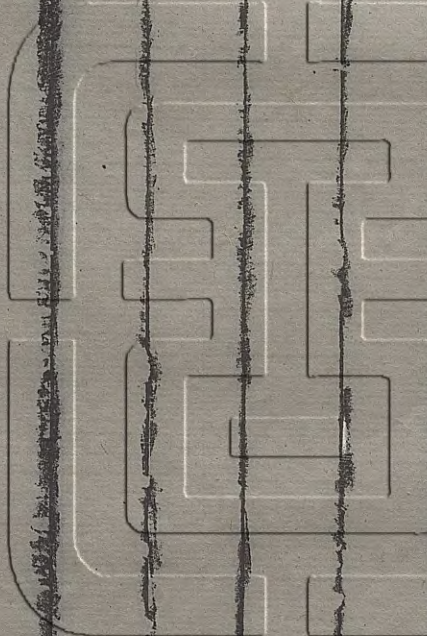


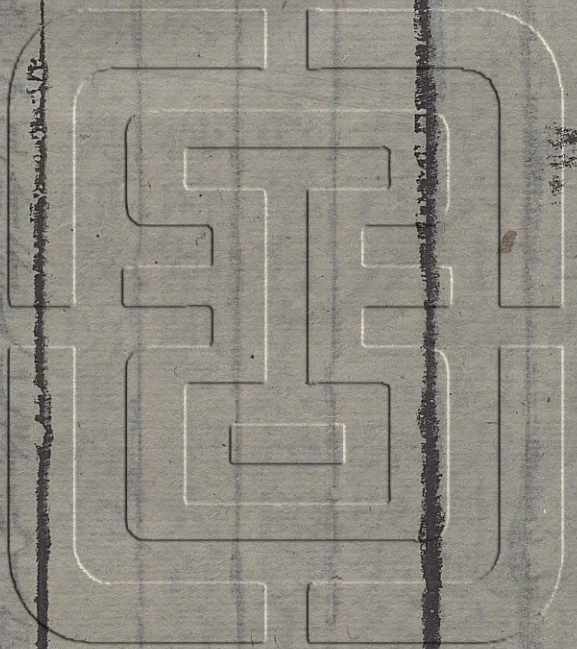
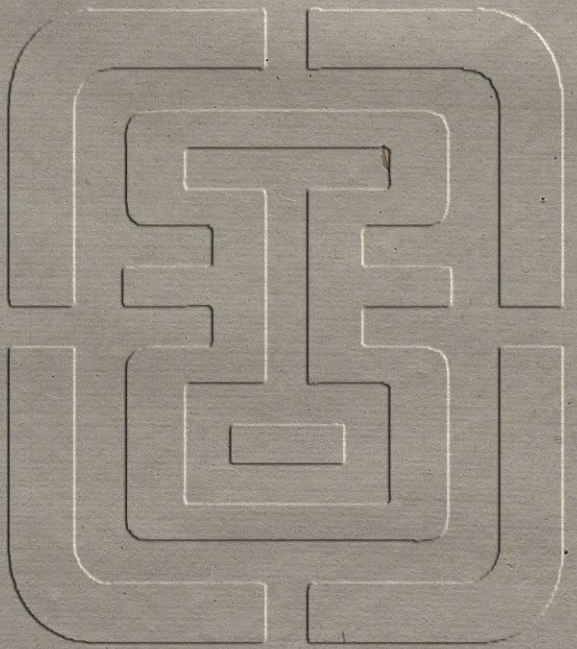
而轉者然試觀第四十八圖圖之中心戊字爲地球其外圈爲月行之軌道譬或月在上圈寅字處若地心吸力一歇則月球直向前行由卯字一路駛去乃

月球行至子字處而爲地心吸力所吸月若爲其牽率至乙字處以就軌道天文師測得亮月軌道若干大以算法推算每秒工夫月行若干路因知月行子字處吸至乙字處計一秒工夫月行十八分寸之一分此圖卽表明月球爲地心吸力所吸之理試問月距地若干遠如任其下墜

約一秒工夫落有若干答以月距地約二十四萬英里地球半徑由地心量至地面為四千英里是月距地心較地面距地心之半徑計有六十倍以六十與六十乘之則地心吸力吸月為三千六百分之一分吸力今照地面吸力論之一物下墜初秒時落有十六尺卽以十六尺分作三千六百分亮月於一秒時落祇三千六百分之一分卽為十八分寸之一分正與紐敦所推符合

四總論吸力 由是言之紐敦查明石類被吸落地其力正與亮月被吸繞地同理並表明地球與各行星繞行日球同理推之諸天穹眾恆星亦各有吸力以相吸於天空紐敦推步天文雖諸星行次速率不齊而經緯遠近方位軌道及相屬之理循次轉繞各以吸力以定其率此紐敦昌明天學之功俾後人大裨於用益以窺造物之大而神焉





昌德天學之...
神道天學之...
神道天學之...

木至居身三

