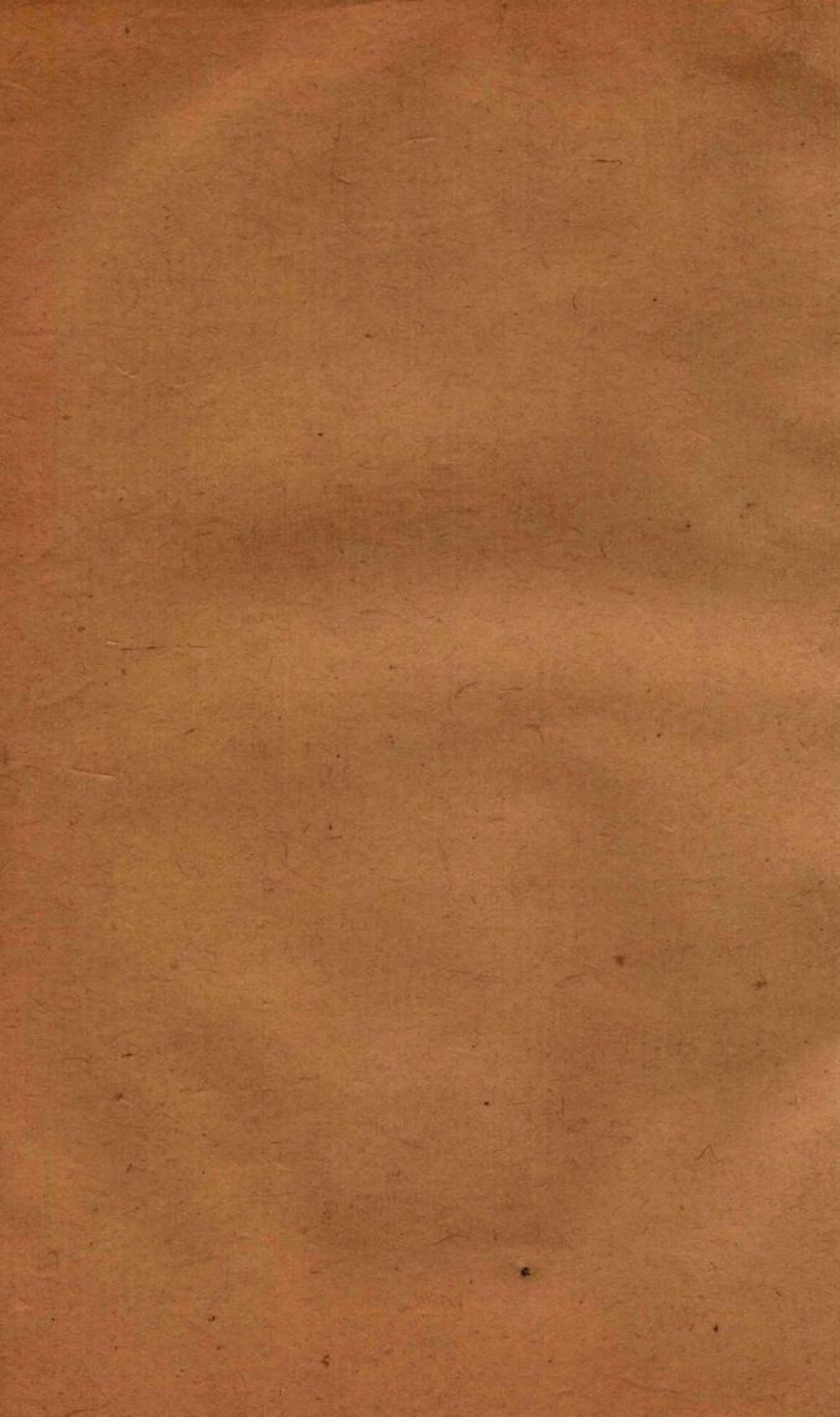




曆法典第五十九卷

曆法總部彙考五十九

新法曆書九 交食曆指一

或問日月薄蝕是災變乎非災變乎若言是者則躡度有常上下百千萬年如視掌耳豈人世之吉凶亦可以籌算窮也若言否者則古聖賢戒懼修省又復何說曰災與變不同災與災變與變又各不同如水旱蟲蝗之屬傷害民物者災也日月薄蝕無患害可指然以理揆之曰爲萬光之原是生暄燠月爲夜光之首是生濕潤大圖之中惟是二曜相資相濟以生萬有若能施之體受其蔽虧即所施之物成其闕陷矣況一朔一望兩光盛長受損之勢將愈甚焉是謂無形之災不可謂非災也夫暈珥彗孛之屬非凡所有者異也交食雖躡度有常推步可致然光明下濟忽焉掩抑如月食入景深者乃至倍於月體日食既者乃至晦星見嚙其甚矣是則常中之變不可謂非變也既屬災變卽宜視爲譴告側身修省是以有修德正事之訓有無敢馳驅之戒兢業日慎猶懼不墜矣曰既稱災變凡厥事應可豫占乎可豫備乎曰從古曆家不言事應言事應者天文也天文之學牽合傳

會儻過信其說非惟無益害乃滋大欲辨真僞總之能言其所以然者近是如日月薄蝕宜論其時論其地論時則正照者災深論地則食少者災減然月食天下皆同宜專計時日食九服各異宜并記地矣迨於五緯恆星其與二曜各有順逆乖違之性亢害承制之理方隅衝合之勢爲其術者一持之有故然以爲必然不爽終不可得也惟豫備一法則所謂災害者不過水旱蟲蝗疾癘兵戎數事而已誠以欽若昭事之衷修勤恤顧畏之實過求夙戒時至而救之者裕如則所謂天不能使之災又何必徵休咎於梓稗問祲祥於京翼乎然則星曆之家槩求精密尤勤於交食者何也曰太陰去人最近饒有視差凡人目所見人器所測則視度而已其實行度分非人可見非器可測必以食甚時知爲定望與日正相對從是知其實度從是知其本行自餘行度漸可推算也又因月食知地景爲角體之形月體過之其距地同而入景之淺深不同可推日在其本天行與地爲不同心也又因日食推月距地時時不等知其有本輪有次輪也又兼以日月食推日月體之大小及日月距地之遠近也別有度地之學因月食可推地在天之最中其四周皆以天爲上人則環居地面也又因月食知地景爲圓體而居東者漸遠漸後見食卽非月食以地爲先後特因各所見之時刻爲先

後也因以推地爲圓體而水附於地合爲一球也又以月食與子午線相距遠近知諸方之地經度也若泯薄蝕於二曜卽造曆者雖神明默成無所措其意矣是則交食者密術之所繇生故作者述者咸於此盡心焉今譌曆指有合論有分論月食術稍簡以附合論之末日食頗繁釐爲別卷諸立成表以類從焉

界說

凡物體能隔他物之象使不至目則爲暗體若以體之一面受光而光復透射出於彼面則爲徹體如玻璃水晶是也

目所司存惟光惟色而色又隨光發見故解徹體必以通光解暗體必以其能隔他象如月掩日而日全食晝爲之晦恆星皆見爾時太陽在外體質明顯又堅密無比光力甚厚乃爲月體所隔不能映見微光可證月乃全非徹體而全爲暗體其徹體有二通明之極全無隔礙者爲甚徹雖則透光而微雜昏蒙者爲次徹

光在本體爲原光其出而顯他物之象爲照光日有原光地與月皆借之爲光者照光也謂顯他物之象者因他物之勢隨施隨受有原先後無時先後也非如寒熱燥濕之類漸及於物力盡而止

原光以直徑發照爲最光因而旁及者爲次光日光

正照以直線至於物體則爲最光有物隔之旁周映射則生次光如雲之上日體所照最光也雲之下不復見日而猶有光是次光也

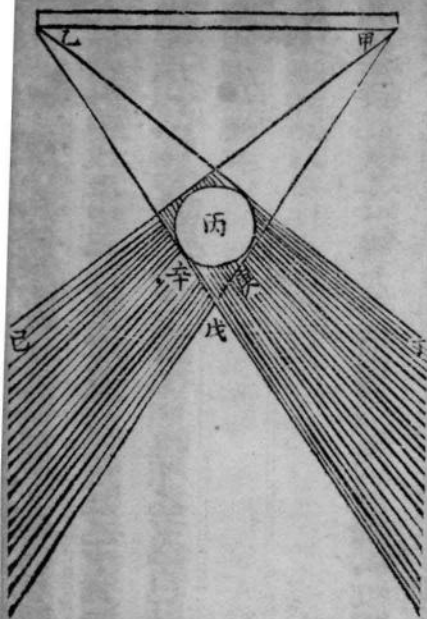
滿光者原光之全體所發少光者原光之半體所發也日未

全出地平上所生光爲少光全昇在上則生滿光日未全食時則存少光既以復圓卽得滿光景之四周有最光遠之卽景爲次光以景爲明者誤也以影爲暗者亦誤也稱景爲明暗之中庶幾近之蓋全無光乃爲暗今至夜子初人在地景至深之中去最光極遠而近日之物尙能別識卽見

景中猶存微光不失爲次光也

最光所不及爲初景次光所不及則爲次景景與光并行光漸微景漸厚故次景與最光相反若初景卽次光也 最光全不及之處

則爲滿景若受正照之微光卽爲缺景景與光正相反無景之極則



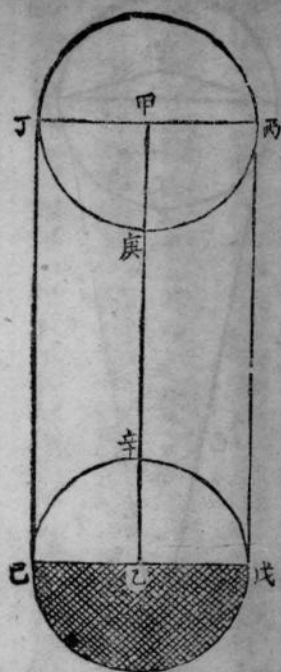
爲滿光無光之極則爲滿景假如甲乙爲施光之物丙爲暗球從甲出正照之光過丙球左右其切丙之界者得甲戊及甲己從乙出光又得乙戊及乙丁其庚戌辛爲最光全不及之處則滿景也若庚戌辛戌以外則甲乙光體之多分漸照之至乙丁甲己乃全光之界卽自戊至丁至己丙球之景漸薄以趨於盡矣

太陽光照月及地第一 凡五章

日月地三球體大小不等地爲靜體日月則有諸種行度則有高庫內外其去地去人遠近不等法當以大小之比例及其相遠相近之比例推其施光受光之體勢乃得景之體勢因而得交食之體勢蓋交食者生於景景生於光不尋其本而求其末無法可得其說五章

一曰有兩球於此一爲暗體一爲明體而小大等卽明者以半面施光暗者以半面受光

如左圖甲爲明球乙爲暗球小大等卽其徑丙丁及戊己各與甲乙線爲直角而丙丁與戊己等卽甲丙甲丁乙戊乙己與甲庚乙辛皆以半徑相等而丙庚丁半球與戊辛己半球亦相等今於明球之旁從丙從丁出兩切線至暗球之旁戊己戊己與丙丁爲平行線卽丙戊與丁己亦平行線也見幾



若日月地三球相等而月與地皆以半面受太陽之光如上所說則定朔日食半地面宜皆見之安得復有南北不等食分望日太陰全食時纔食既卽生光安得復有食甚時刻及既內分今皆不然可見三球無相等之球

二曰明體大暗體小則施光以小半受光以大半

如左圖甲爲明球乙爲暗球作兩切線爲丙己爲戊庚從四切點作橫線爲丙戊爲己庚甲既大球卽己丙戊爲銳角丙己庚角爲鈍角如曰不然或皆爲直角卽庚戊丙戊庚己亦皆直角兩切線必

何一卷三十三題 又因丙戊乙及丁己乙

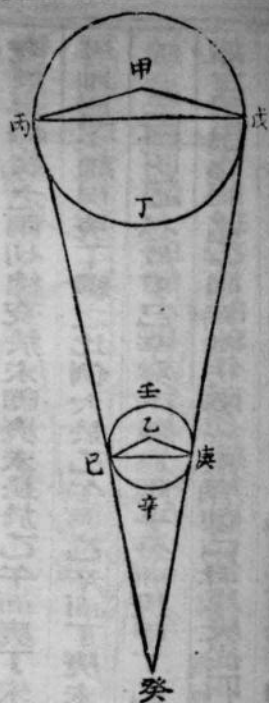
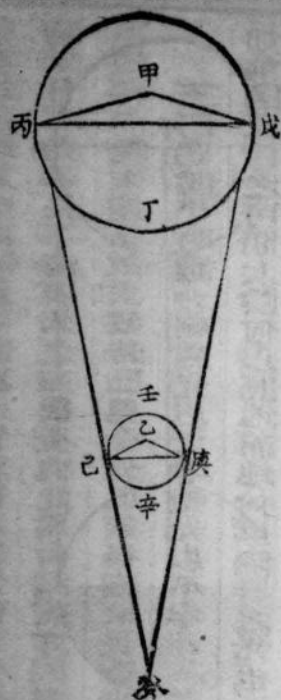
俱爲直角卽戊丙甲及己丁甲亦

俱直角見幾何一卷二十九題卽丙戊丁己

線不能割兩球而止切兩周於丙

於戊於丁於己其所抱爲丙庚丁

爲戊辛己是甲乙兩球之各半也



平行而乙球與甲球等

見幾何一
卷二十八

題必不然也或己丙戊反爲鈍角

而丙己庚反爲銳角卽兩切線不

能相交於癸又不然也今以兩切

線相交於癸明己丙戊爲銳角丙

己庚爲鈍角卽於丙丁戊弧內作

圓角必鈍角矣於己壬庚內作

圓角必銳角矣

見幾何三卷三
十一三十二題

故丙丁戊施光者不及半圓己壬

庚受光者又不止半圓也因此推

知太陽照地及太陰必各照其大

半而暗體所隔之日光漸遠又漸

斂漸進以趨於一處卽景居暗球之背不得不爲角體之形矣又因此推求望日先後人目所見太陰受日之光不長不消者久之而後生魄此爲何故蓋亦因月體以大半受光以小半入於人目光不輒轉而魄未遽見故未望時已見全光已望後猶未失全光矣

三曰明體小暗體大則施光以大半受光以小半

如前圖反論之可明太陰何以照地而地何反隔日之光也

四曰大施小受愈相近則施者之小半愈小受者之大半愈大

如左圖丙爲小暗球甲與乙皆大明球作庚未直線過三球心以交於左右切線其乙球之兩切線交於午甲球之兩切線交於未卽庚未長於乙午而庚丁未與乙辛午兩角庚丁與乙辛兩線皆相等則庚未線與庚丁線之比例大於乙午與乙辛而丁庚未角大於辛乙午角也

見幾何五卷八題

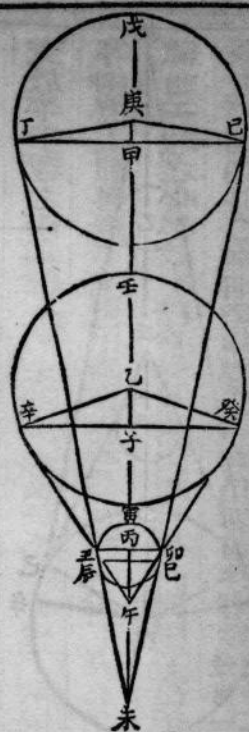
又庚未

線過三球之心必截丁己辛癸兩線爲兩平分而庚甲丁乙子辛兩形內之甲與子皆爲直角則其餘庚丁兩角并乙辛兩角并皆等

幾何一卷三十二題

兩并率之甲庚丁角大於子乙辛

角各減之所存庚丁甲角必小於乙辛子角矣次以庚丁甲及乙辛子不等之兩角各減庚丁未及



乙辛午相等之兩直角所存甲丁
未角更大於子辛午角又丁戊己
弧內作貢圈角必等於甲丁未角
辛壬癸弧內作貢圈角必等於子
辛午角辛壬癸弧之貢圈角既小
於丁戊己弧之貢圈角則辛壬癸

弧必大於丁戊己弧

幾何三卷三十
一三十二題

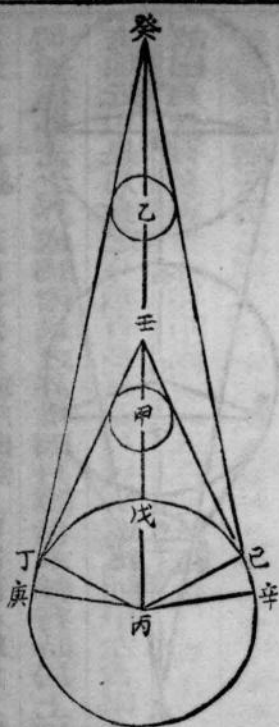
夫辰寅己與辛壬癸相似之弧也丑寅卯與丁戊己亦相似之

弧也 大小圈左右各有切線其切點過分圈之線其所分大小圈分各相似其大小兩弧亦相似
卽辰寅己弧亦大於丑寅卯弧可見明球在近比在遠者尤能照小暗球之多分也因推知日全食
而視爲大者日體去月體遠故也日全食而視爲小者日體去月體近故也何以分遠近日與月俱
有自行圈與地不同心其行於自行圈之上下爲最高最厚則爲距地之遠近因而生景之大小也
日既全食矣又何以分大小月掩日至既有時晝晦恆星皆見蟲飛鳥棲此爲全食而大月在日內

從中掩蔽雖至食既而其四週日光皆見曆家謂之金環此為全食而小矣若然者日與月與地相去或遠或近之所繇生也

五曰小施大受愈相遠則施者之大半加小受者之小半漸大

如左圖甲乙皆為小明球丙為大暗球乙去丙遠於甲作各切線過三球心之直線皆如前次從暗球心丙至各切點作丙丁丙己丙庚丙辛各半徑得丙丁為丁壬之垂線丙庚為庚癸之垂線而丁與庚皆為直角丙丁與丙庚兩線又等則丙癸線與丙庚半徑之比例大於丙壬與丙丁而丙庚癸



角又大於丙丁壬角也

幾何五依卷八題

顯丙辛癸角亦大於丙己壬角以井前率為庚丙辛合角亦大於丁丙己合角而其弧庚戊辛必大於丁戊己可見小明球照大暗球愈遠愈照其多分也今依本圖設丙

爲地外切線

癸辛

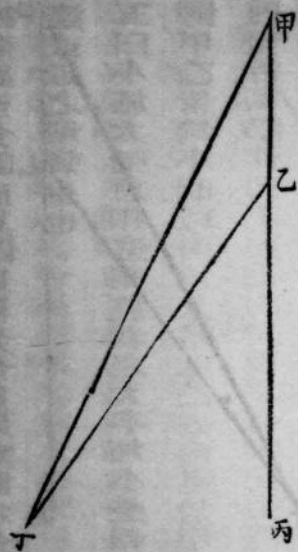
以內爲地景

日光過兩大球所出景

甲乙兩小球爲月體其兩小球之小大既等則同以外

切線爲外光之界或爲內景之界惟因月體循本輪行時居上周如乙則去地遠時居下周如甲則去地近以是月食之分數有多有寡月居影厚處如甲左右則食多月居影薄處如乙左右則食寡故日月食有多寡者亦相距或遠或近之所繇生也

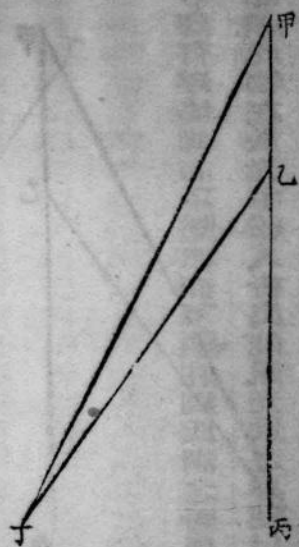
景之處所第二 凡二章



凡光以直線照物體其無光之處則有景之處也欲於交食時求影所在理不異此蓋月與地能出景者不在其受光之面或其左右必於受光反對之面日光不照之地在日食則爲月景之處在月食則爲地景之處矣說二章

一曰景與光所居正相反

暗體得光於此面射景於彼面是



丙者與甲正相對之處

爲甲乙丙直線而斜射丁則乙甲丁者角也有角則有幾何凡幾何皆分之無窮能

出直線至於無數而皆至乙丁邊夫甲既爲原光之體其所照必以直線出之

試諸儀器足以爲證

卽乙丁皆

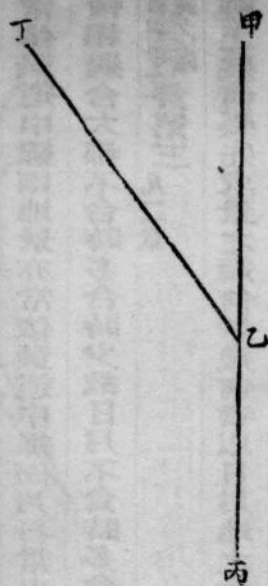
在受光之地何自能爲乙暗體之景乎因此明景與光正在相反之兩界論暗體者其受光之面必向光所出之原界其生景之面必向景所射之彼界亦正相反也論日與月獨至兩交之處而有食

亦依此理

二曰明暗兩體任一運動景隨之移

景之中心與原光之心暗體之心參相對如一直線則暗體隔光於景使原光之心恆居一線之末界其正相反之彼界其景之心在焉如曰不然設原光在甲其照及乙乙爲暗體隔光生景據云景不射

試以暗體移動其所借之光隨處不一卽所生之景亦隨處不一蓋景與光既如一直線卽暗體所居定爲景之末界如直線之首首移而線尙不移則是曲線非直線也又試以明體移動設甲爲明體乙爲暗體乙丙爲影則甲乙丙如一直線如曰明體甲移至丁丁仍照乙而乙尙射景至丙則丁



乙丙猶直線也有是理乎 問

太陽照室僅通隙光照牆壁奕奕顫動太陽既自順行牆隙仍無變遷則此顫動爲從何來或者光與景未必定爲直線而能微作曲勢乎曰西古博物者亞利斯多言

空中嘗有浮埃輕而不墜微而不顯莊周氏謂之野馬或亦稱爲白駒幽室之內原光既微次光反厚卽顯此物在於光中紛入沓出能亂光景之界使目視景網縕浮動而實非景動乃景之界線爲浮埃所亂致使其然也更以氣爲證今觀太陽出地地面以上多生蒙氣氣在日體與人目之間卽

見日之光界亦如顫動非獨日也日中晴朗切視地面光耀閃爍如波浪然熾炭在爐炭之四周火光煜煜亦如顫動凡若此者一皆繇氣而生在日在地在炭固無顫動之理是以景必繫於暗體如輪必繫於樞軸光上景卽下光東景卽西必相對也無相就也故太陽照地其光繞地一周則景在其相衝之界亦繞天一周蓋日光從其本天直射至於地面而景在地之彼面亦直射至於月天第一日體常依黃道中線則地景亦常依黃道中線而月行常出入黃道中線之內外是以月體與地景不得恆相遇合大都不合時多合時少故日月不食時多食時少以此

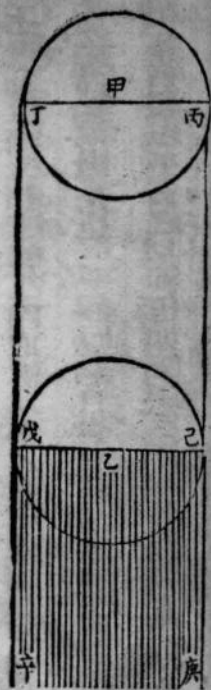
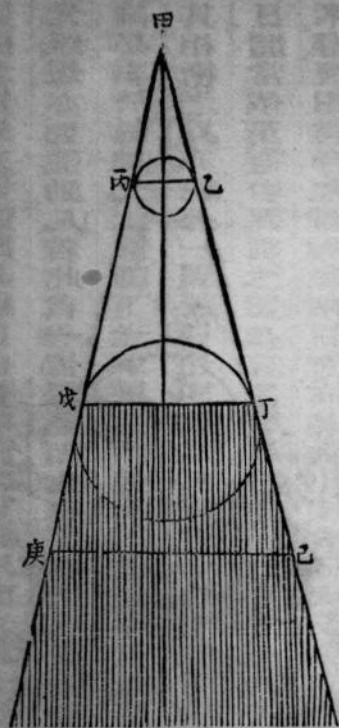
景之形勢第三

凡二章

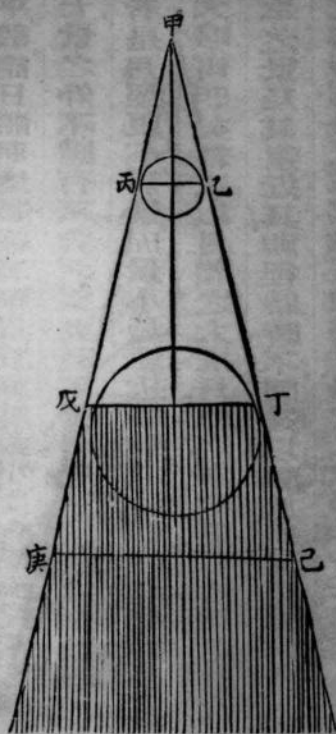
求食分之幾何必先求景之幾何景幾何者以日月地之大得景之形勢以日月地相距之遠近分數得景之變易大小分數也此所論則景之形勢後考其變易之勢得景分以定食分焉凡二章

一曰二體相等其景平行而無窮明小暗大其景漸展而無窮

論相等者證以平行之切線也如圖甲乙兩球等丙己丁戊爲兩球之切線與兩球之徑丙丁己戊遇於切點皆爲直角則互爲平行線又球等卽徑之長短亦等以遇丙己及丁戊無不爲平行線也



幾何一卷 三十三題 若兩球之周遭切線無數皆同此論則引之至庚辛以追無窮終平行終不能相遇而其形爲長圓柱之無窮體論明球小於暗球則推以三角形相似之比例也如圖乙丙爲小明球丁戊爲大暗球兩球之切線丁乙及戊丙引長之過小球必相遇於甲成甲丁戊三角形又從丁戊底作己庚平行線在大球之外成庚甲己三角形與甲丁戊相似則甲己庚角與



甲丁戊角相等其各邊各角皆相似而甲丁與丁戊若甲己與己庚也反而更之己庚與丁戊若甲己與甲丁也甲己長與甲丁則己庚亦長與丁戊愈遠愈長可見大球之景漸遠漸拓矣

幾何六卷四題

更論丁戊線之內外角則在內者為銳角在外者為鈍角故引切線向內過小球必相遇引之向外愈遠愈拓終不相遇而其形為無限長無限廣之角體又因兩球所居遠近不同景之張翕隨而變易故兩球相近即乙丙底線為小其景愈狹而乙甲丙角形愈短兩球相遠即底線為大其景愈拓而角形愈長也 今驗諸日食有食分同而所歷時刻不同者月景之在地面廣狹不同也月與日會月在日與地之間或月近地而日在遠則目之見界過月周至日體其界廣日過遲其見食時刻多或月遠地而日反近則目之見界過月周至日體其界狹日過速其見食時刻少也姑