埽葉山房藂鈔

四十

四十

埽葉山房叢鈔第十四

測量法義

題測量法義

西泰子之譯測量諸法也十年矣法而系之義也自歲丁未始也曷待乎於時幾何原本之六卷始卒業矣至是而後能傳其義也是法也與周髀九章之句股測望異乎不異也不異何貴焉亦貴其義也劉徽沈存中之流皆嘗言測望矣能說一表不能說重表也言大小句股能相求者以小股大句小句大股兩容積等不言何以必等能相求也猶之乎丁未以前之西泰子也曷故乎無以爲之藉也無以爲之藉豈惟諸君子不能言之

卽隸首商高亦不得而言之也周髀不言藉乎非藉也藉之中又有藉焉不盡說幾何原本不止也原本之能爲用如是乎未盡也是蠡之于河而畜之于海也曷取是焉先之數易見也小數易解也廣其術而以之治水治田之爲利鉅爲務急也故先之嗣而有述者焉作者焉用之乎百于萬端夫猶是飲于河而勺于海也未盡也是原本之爲義也

吳淞徐光啟譔

測量法義

泰西利瑪竇口譯
吳淞徐光啟筆受

最目

先造器

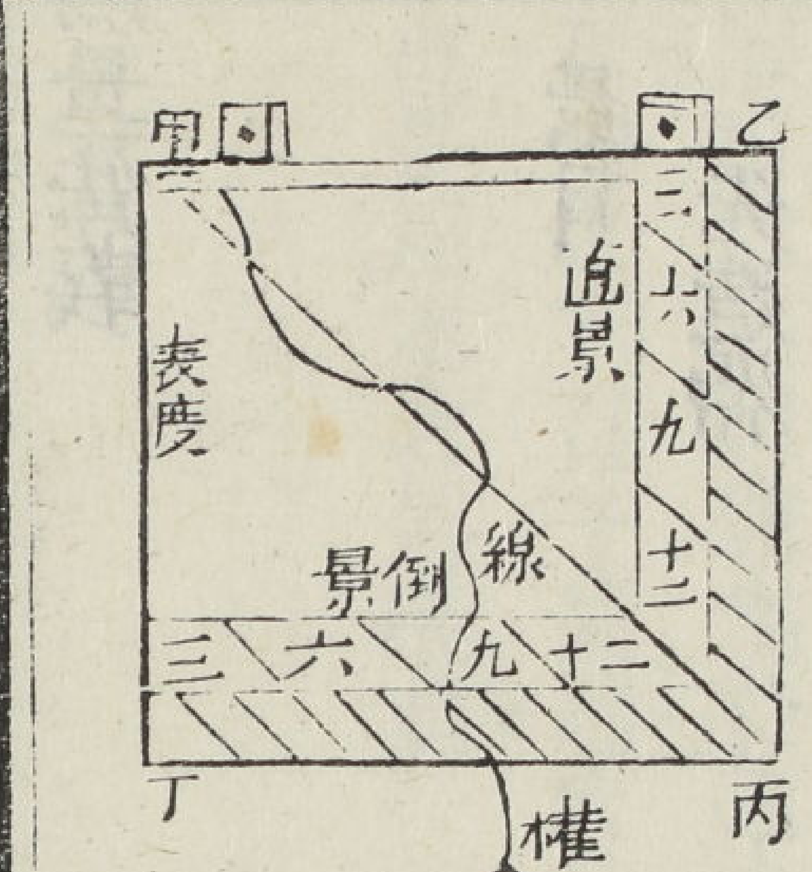
次論景

本題十五首

附三數筭法

造器

測量者以測望知山岳樓臺之高井谷之深土田道里之遠近也其法先造一測望之器名曰矩度造矩度法用堅木版或銅版作甲乙丙丁直角方形以甲角爲矩極作甲丙對角線次依乙丙丙丁兩邊各作相近兩平行線次以乙丙丙丁兩邊各任若干平分之從甲向各分各作虛直線而兩邊之各外兩平行線間則作實線如上圖即外兩線間爲宗

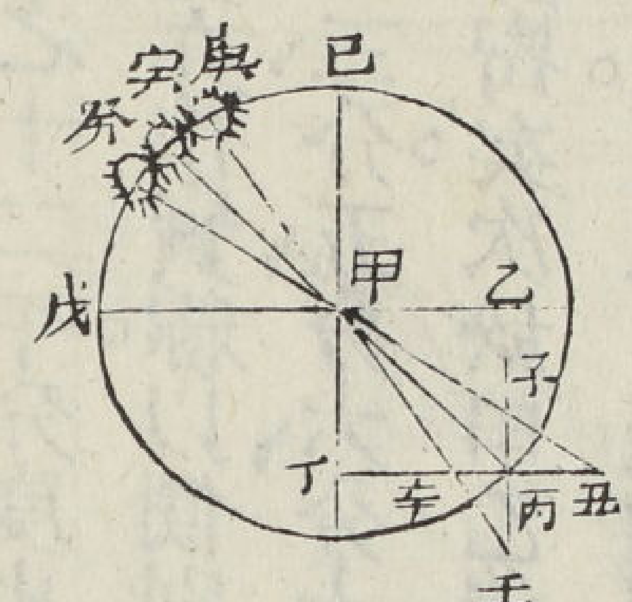


矩極之十二平分度也其各內兩平行線間則于三六九度亦作實線以便別識若以十二度更細分之或每度分三分五分六分十二視矩大小作分分愈細即法愈詳密矣次於甲乙邊上作兩耳相等耳各有通光竅通光者或取日光相射或取目光透照也或植兩小表代耳亦可其耳竅表末須與甲乙平行末從甲點置一線線末垂一權其線稍長于甲丙對角線用時任其垂下審定度分既設表度十二下方悉依此論若有成器欲驗已如式否亦同上法其用法如下方

諸題

論景

法中俱用直景倒景布算故先正解二景之義次解其轉合于矩度以資後論



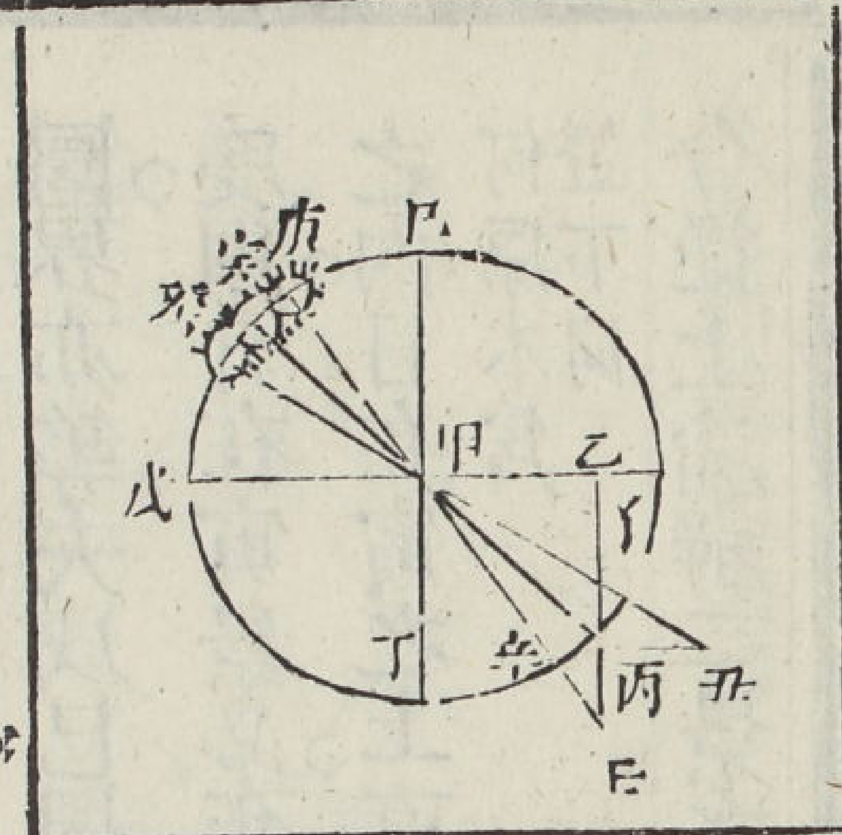
直景者直立之表及山岳樓臺樹木諸景之在平地者也若于向日牆上橫立一表表景在牆則為倒景

如上圖作甲乙丙丁直角方形于乙丙丁丙各從丙任引長之合丁丙為地平面或為地平平行面其乙丙亦向日作面與地平面為直角即甲丁為丁丙平面上直立之表而甲乙為乙丙平面上橫立之表也次以甲為心丙為界作戊巳丙圜次引甲乙甲丁線各至圜界夫地球比日天既止一點說見天地儀解即甲點為地心丁丙面在地心之下而戊巳丙圜為隨地平上日輪之天頂圜矣即戊乙亦可當地平線而巳丁線為正過頂圜線而已丁線為正過頂圜矣則丁丙面離地平線者甲丁表之度而乙丙面離過頂圜線者甲乙表之度也故日輪在庚其光必過地心甲截丁丙面于辛而

過乙丙之引長面于壬則甲丁表在丁丙面上之丁辛景爲直景而甲乙表在乙丙面上之乙壬景爲倒景若日輪在癸則丁丙爲直景而乙子爲倒景若日輪在寅則丁丑爲直景而乙丙爲倒景是甲乙丙丁直角方形之內隨日所至其直景恒在丁丙邊倒景恒在乙丙邊也

凡測量於二景得一即可推算但須備曉二景之理何者有直景過丁丙邊之外有倒景過乙丙邊之外如上圖者則直景過丁丙邊如丁丑當用倒景代之

倒景過乙丙邊如乙壬當用直景代之也若日光至丙即直倒景等可任意用之因兩景各與本表等故

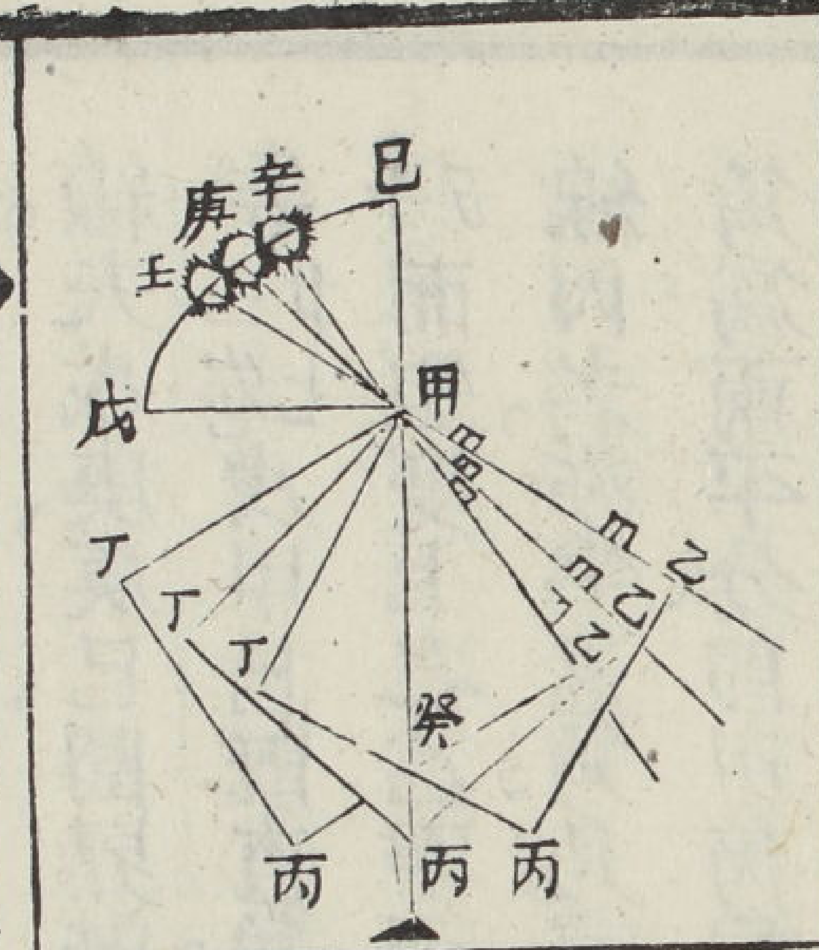


欲知目前日景所至在丙耶在丁丙乙丙之內耶又有一法如日輪離地平四十五度即景當在丙日在四十五度以上即景在丁丙之內日在四十五度以下即景在乙丙之內

論曰戊甲巳巳甲乙乙甲丁丁甲戊既四皆直角即

等而對直角之各圜界亦等（三卷廿六）是每分為四分圜之一也而戊巳亦四分圜之一也又甲丙對角線分乙甲丁角為兩平分（一卷三十四注）即丁甲丙丙甲乙兩角等戊甲寅寅甲巳兩交角亦等（一卷十五）而戊寅寅巳兩圜界亦等夫戊巳圜界既九十度即戊寅必四十五度則日在寅景必在丙日在寅之下倒景必在乙丙之內日在寅之上直景必在丁丙之內（凡云某卷某題者皆引幾何原本為證下同）

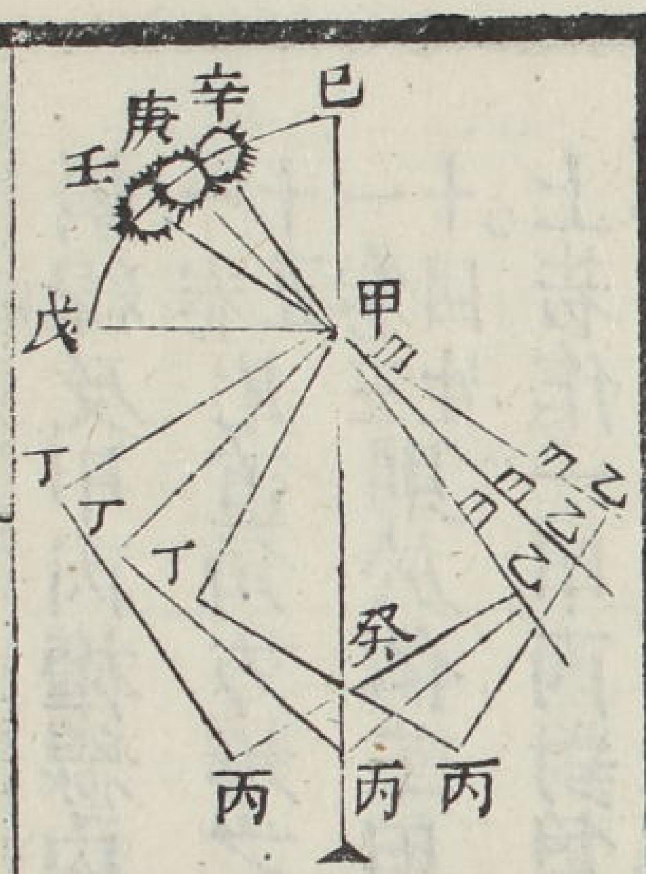
今從上論解二景之轉合于矩度者如月輪高四十五度而其光過甲乙即矩度上權線在丙日在四十五度以上即權線在乙丙邊之內日在四十五度以下即權線在丁丙邊之內故矩度上之乙丙邊為直景而丁丙邊為倒景



論曰前圖之甲戊巳分圜形既四分之一試兩平分之于庚即日在庚為四十五度在辛為四十五度以上在壬為四十五度以下設于辛與壬各出日光下

射為辛甲乙庚甲乙壬甲乙三景線同過甲心而以矩度承之其甲為地心而甲乙邊與日景相直次以巳甲線引長之至地心下為丙而甲丙為矩度之權線夫戊庚庚巳圜界既等即戊甲庚庚甲巳兩角亦等三卷廿七戊甲巳既直角即戊甲庚庚甲巳皆半直角一卷十五而矩度上之乙甲丙角在庚甲乙景線及甲丙權線內者亦半直角凡直角方形之對角線必分兩直角為兩平分即甲丙為依庚甲乙景線之甲乙丙丁直角方形之對角線一卷三十四注則日在庚為四十五度

權線必在丙又巳甲辛角小於巳甲庚半直角即辛甲乙景線及甲丙權線內之乙甲癸交角亦小于半直角一卷十五凡直角方形之對角線必分兩直角為兩平分一卷三十四注則於依辛甲乙景線之甲乙丙丁直角方形上若作一甲丙對角線其權線必不至丙必在



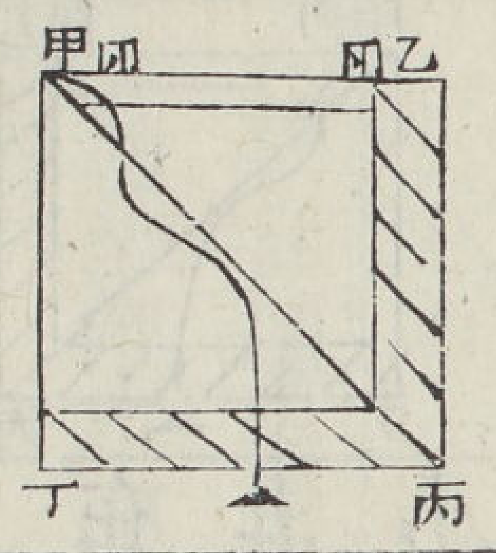
乙丙之內而分乙丙邊于癸是日在四十五度之上其權線必在乙丙邊之內也又巳甲壬角大於巳甲庚半直角即壬甲乙

景線及甲丙權線內之乙甲癸交角亦大於半直角
一卷十五凡直角方形之對角線必分兩直角為兩平分
一卷三十四注則於依壬甲乙景線之甲乙丙丁直角方形
上若作一甲丙對角線其權線必過丙必在丁丙之
內而分丁丙邊于癸是日在四十五度之下其權線
必在丁丙邊之內也故矩度之內其傍通光耳之分
度邊為直景而對通光耳之分度邊為倒景

本題十五首

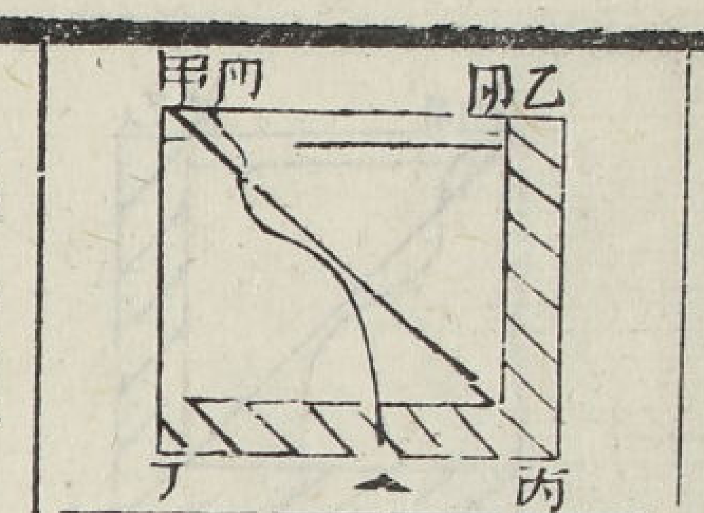
第一題

日輪高四十五度直景倒景皆與表等在四十五度以
上則直景小于表而倒景大于表在四十五度以下
則直景大於表而倒景小於表



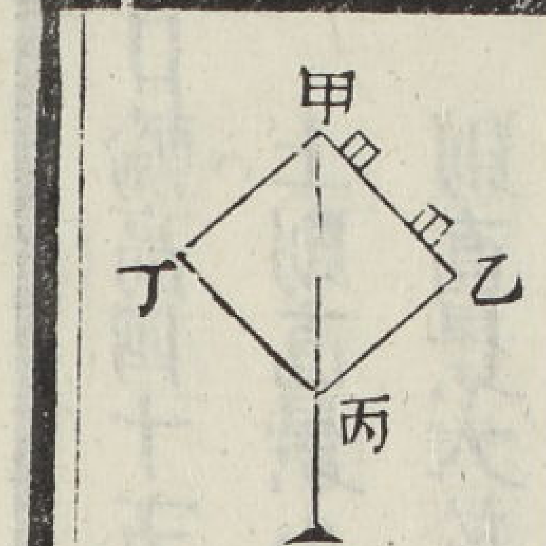
依矩度即可明此題之義盖上已論日
輪在四十五度權線必在丙即顯乙丙
直景丁丙倒景皆與甲乙甲丁兩表等
何者直角方形之各邊俱等故也若日
在四十五度以上權線必在乙丙分度
邊上而倒景當在丁丙之引出邊上是

直景小於倒景。而倒景大於甲丁表。若日
在四十五度以下。權線必在丁丙分度邊
上。而直景當在乙丙之引出邊上。是倒景
小於直景。而直景大於甲乙表。



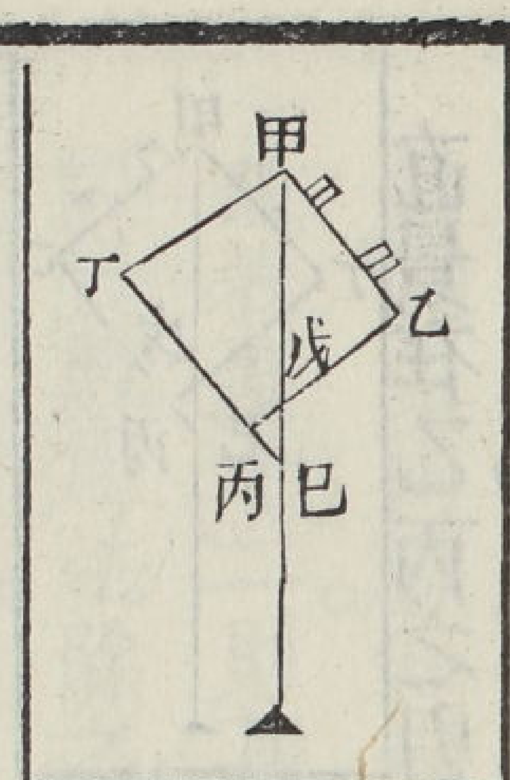
第二題

表隨日所至。皆為直景與倒景連比例之中率。



先設日輪在四十五度、而權線在丙。題
言甲乙或甲丁表。皆為乙丙直景、與丁
丙倒景、連比例之中率。

論曰、甲乙丙丁直角方形之四邊既等。即乙丙直景、
與甲乙、或甲丁表之比例。若表與丁丙倒景。何者。三
線等。即為兩相同之比例故。



次設日輪在四十五度以上。權線
在乙丙直景邊。分乙丙於戊。而
倒景在丁丙之引出邊上。遇權線
於巳。題言甲乙或甲丁表。為乙戊直景、與丁巳倒景、
連比例之中率。

論曰、乙與丁兩直角等。而乙甲戊與巳相對之兩內

角亦等一卷廿八。卽甲乙戊巳丁角爲等角形六卷四。則乙戊直景與甲乙或甲丁表之比。例若表與丁巳倒景。是甲乙或甲丁表爲兩景之中率六卷八之系。

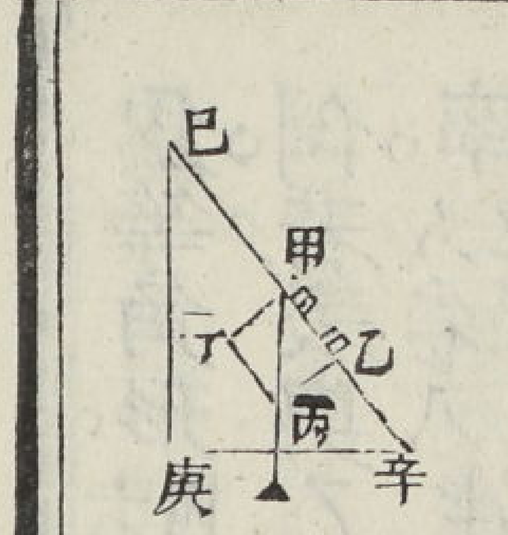
後設日輪在四十五度以下。權線在丁丙倒景邊內。分丁丙於戊。而直景在乙丙之引出邊上。與權線遇于巳。題言甲乙或甲丁表爲丁戊倒景與乙巳直景連比例之中率。

論曰。丁與乙兩直角等。而丁甲戊與巳甲戊。丁與乙甲巳各相對之兩內角各等一卷廿八。卽甲丁戊甲乙巳爲等角形。六卷四。則丁戊倒景與甲乙或甲丁表之比。例若表與乙巳直景。是甲乙或甲丁表爲兩景之中率。六卷八之系。注曰。直景表倒景三線。既爲連比例。卽直景倒景兩線矩內直角形與表上直角方形等。六卷十七故表度十二。則其冪爲一百四十四。若以爲實。以所設景數爲法除之。卽得所求景數。假如權線所至在倒景之三度。卽以三爲法除其實一百四十四。得四十八度。爲直景。又如權線所至在所設景之五度三分度之二。卽所求景爲二十五度十七分度之七。何

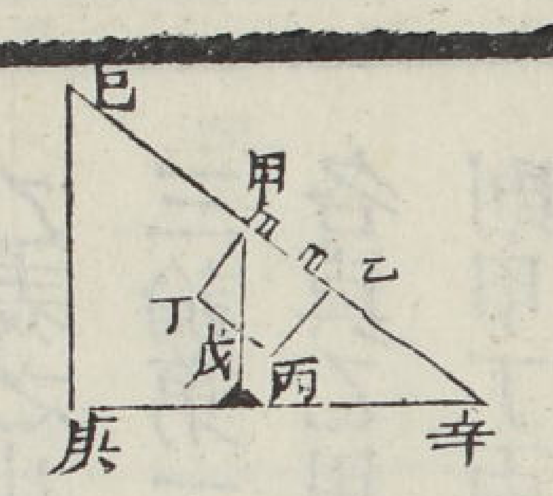
者。以五度三分度之二爲法。除其實一百四十四。即得二十五度十七分度之七。是二景互變相代法。畸分除法見後附

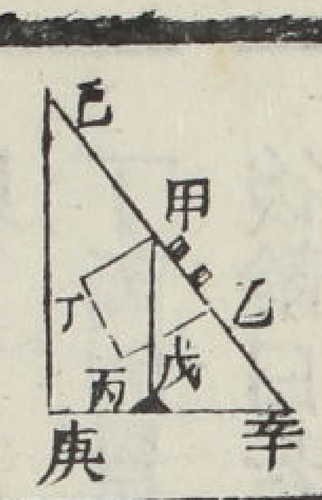
第三題

物之高立於地平。以直角。其景與物之比例。若直景與表。亦若表與倒景。



解曰、物之高。以直角立於地平。如巳庚。其景在地平上。爲庚辛。題言直景與表之比例。若庚辛與巳庚。又言表與倒景之比例。若庚辛與巳庚。凡言地平者皆依直線取平若不平者須先準平然後測量後倣此





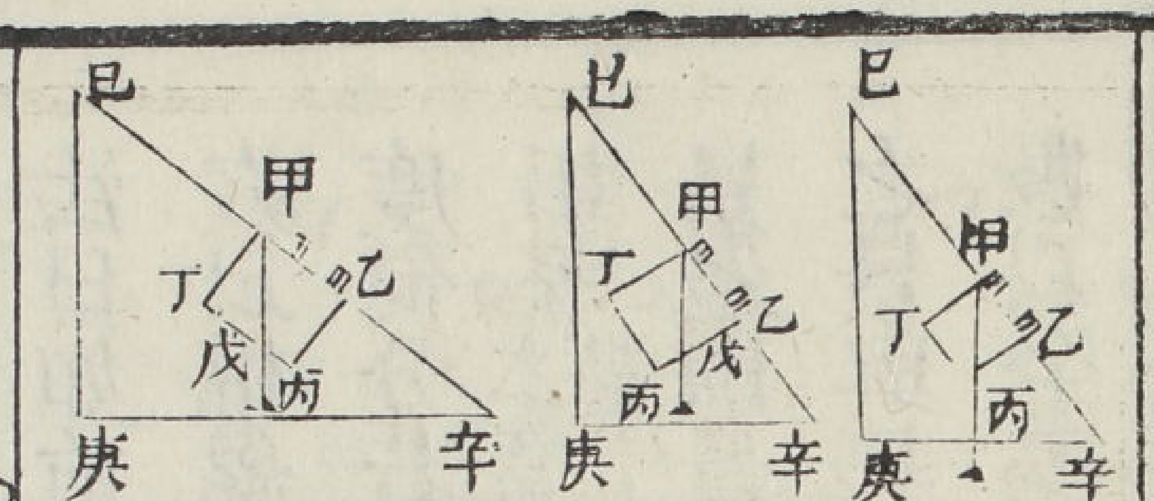
先論。權線在丙者。曰。權線恒與物之高爲平行線。何者。兩線下至庚辛。皆爲直角。故一卷廿八即辛甲丙角與巳角等。一卷廿九而乙與庚。兩直角又等。則甲乙丙、巳庚辛爲等角形。一卷三十二是乙丙直景與甲乙表之比例。若庚辛景與巳庚高。六卷四

二論曰。若權線在乙丙直景邊丙。而分乙丙於戊。依

前論顯乙甲戊角與巳角等。一卷廿九乙角與庚角等、則甲乙戊巳庚辛為等角形。一卷三十二是乙戊直景與甲乙表之比例若庚辛景與巳庚高。六卷四

三論第一圖之倒景曰權線在丙、其巳角、丁丙甲角、各與乙甲丙角等。一卷廿九即自相等。丁角與庚角又等、則甲丁丙與巳庚辛亦等角形。一卷三十二是甲丁表與丁丙倒景之比例若庚辛景與巳庚高。六卷四

後論曰若權線在丁丙倒景邊內、而分丁丙於戊、依前論顯乙甲戊角與巳角等。一卷廿九即丁戊甲角與巳角亦等。一卷廿八丁角與庚角又等、則丁戊甲、巳庚辛為等角形。一卷三十二是甲丁表與丁戊倒景之比例若庚辛景與巳庚高。六卷四



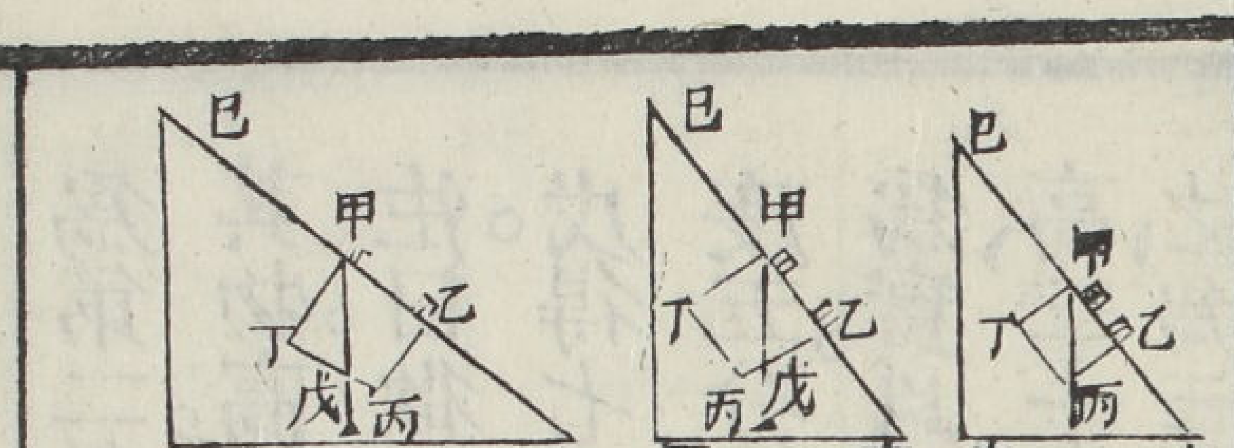
注曰、前既論本篇第一題日輪在四十五度直景、倒景皆與表等。在四十五度以上直景小於表。在四十五度以下表大於倒景。即顯日輪在四十五度、各物在地平之景與其物之高等。在四十五度以上、即景小於物。在四十五度以下、即景大於物。如上三圖可見。

第四題

有物之景測物之高

法曰如前圖以矩度向日甲耳在前取日光透耳兩竅以權線與矩度平立相切任其垂下細審所值何度何分若在十二度之中對角線上則景與物必正相等本篇三題注故量其景長即得其物高若權線在直景邊即景小於物本篇三題注則直景與表之比例若物之景與其高用三數法以直景上所值度分爲第一數以全表度十二爲第二數以物景之度爲第三數

算之即所得數爲其物高三數算法見後附



注曰欲測巳庚之高以矩度承日審權線如在直景乙戊得八度正庚辛景三十步即以表度十二庚辛三十步相乘得三百六十爲實以乙戊八度爲法除之得四十五即巳庚之高四十五步

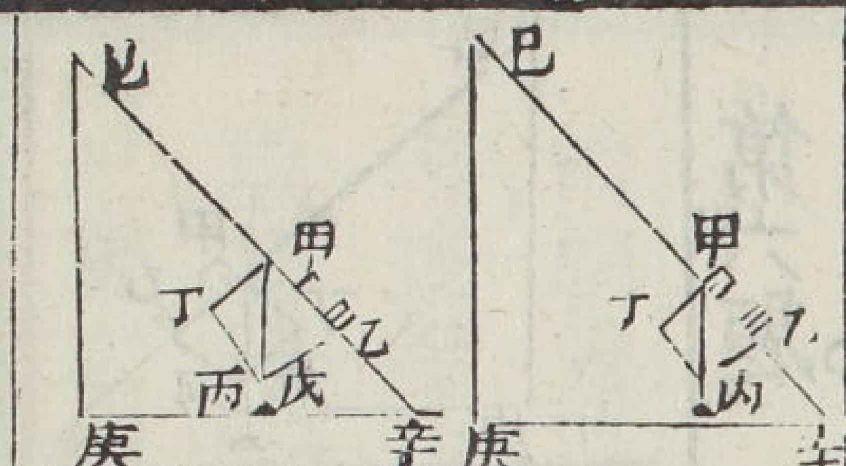
若權線在倒景邊即景大於物本篇三題注則表與倒景之比例若物之景與其高用三數法以表爲第一數以倒景上所值度分

為第二數以物景之度為第三數算之即所得數為其物高

注曰欲測巳庚之高以矩承日審權線如在倒景丁戊得七度五分度之一庚辛景六十步即以丁戊七度五分度之一庚辛六十步相乘得二千一百六十為實以表度六十分為法除之得三十六即巳庚之高三十六步因權值有畸分五分度之一故以分母五通七度通作三十五分以分子一從之為三十六分其表度十二亦通作六十分說見算家通分法

第五題

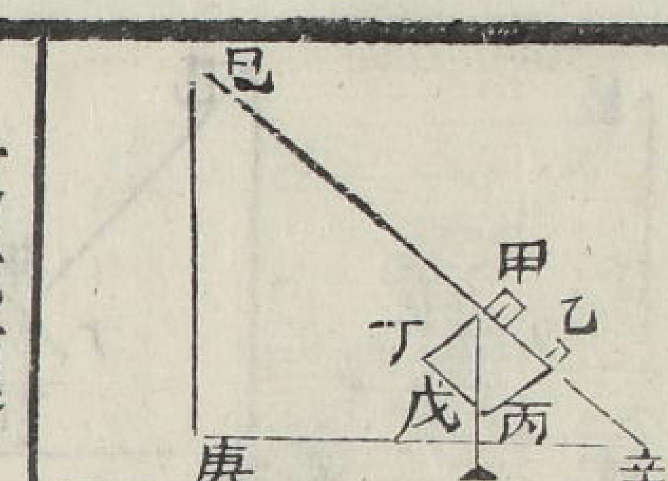
有物之高測物之景



法曰如前圖以矩度承日審值度分若權線在丙則景與物等本篇三題注

若權線在直景邊即物大於景本篇三題注即直景與表之比例若景與物反之則表與直景若物之高與其景五卷四之系用三數法以表為第一數直景度分為第二數物高度為第三數算之即所得數為景度

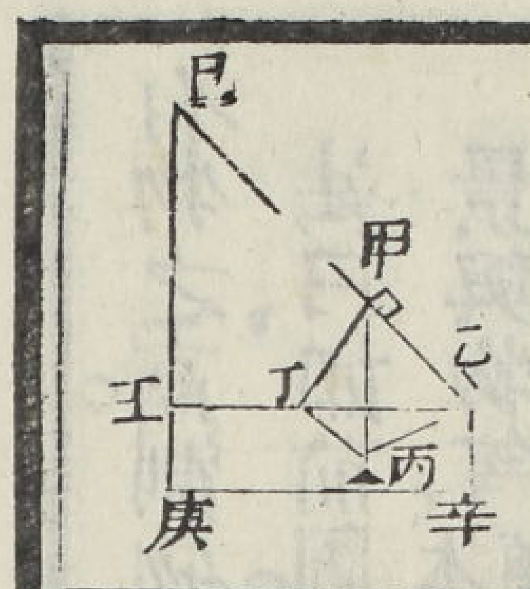
若權線在倒景邊即物小於景本篇三題注則表



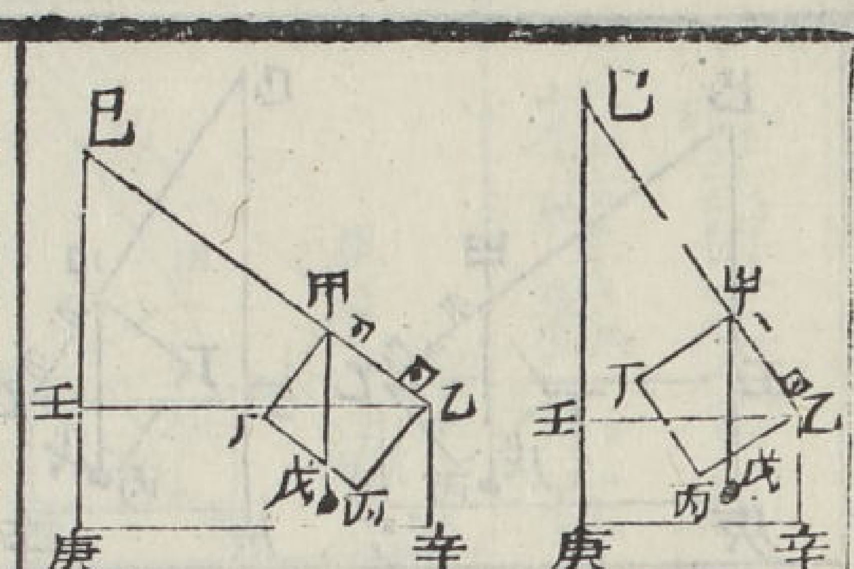
與倒景之比例。若景與物反之。則倒景與表。若物之高與其景。五卷四 用三數法。以倒景度分爲第一數。表爲第二數。物高度爲第三數。算之。卽所得數爲景度

第六題

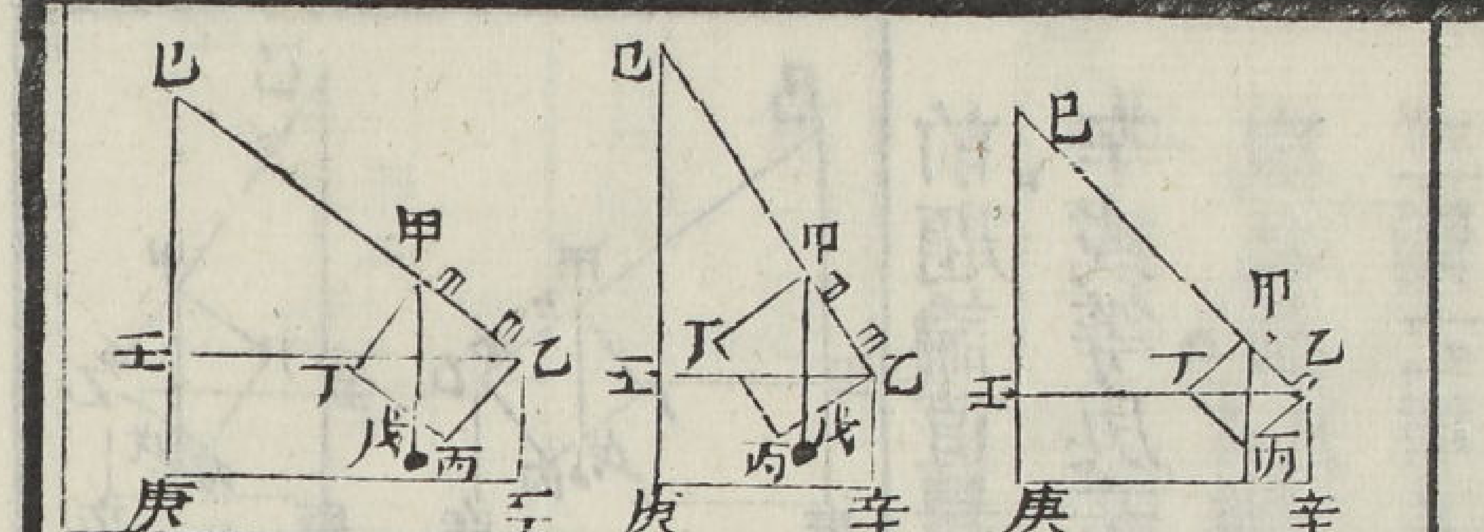
以目測高。



法曰。欲於辛目測巳庚之高。先用一有度分之表。與地平爲直角。以審目至足之高。次以矩度向物頂。甲耳在前。目切乙後。而乙辛爲目至足之高。以權線與矩度平直相切。任其垂下。目切於乙。不動。而以甲角稍移就物頂。令目光穿兩耳竅至物頂。作一直線。如不能以目透通光耳中只取兩耳角或兩小表相對亦可 細審權線值何度分依

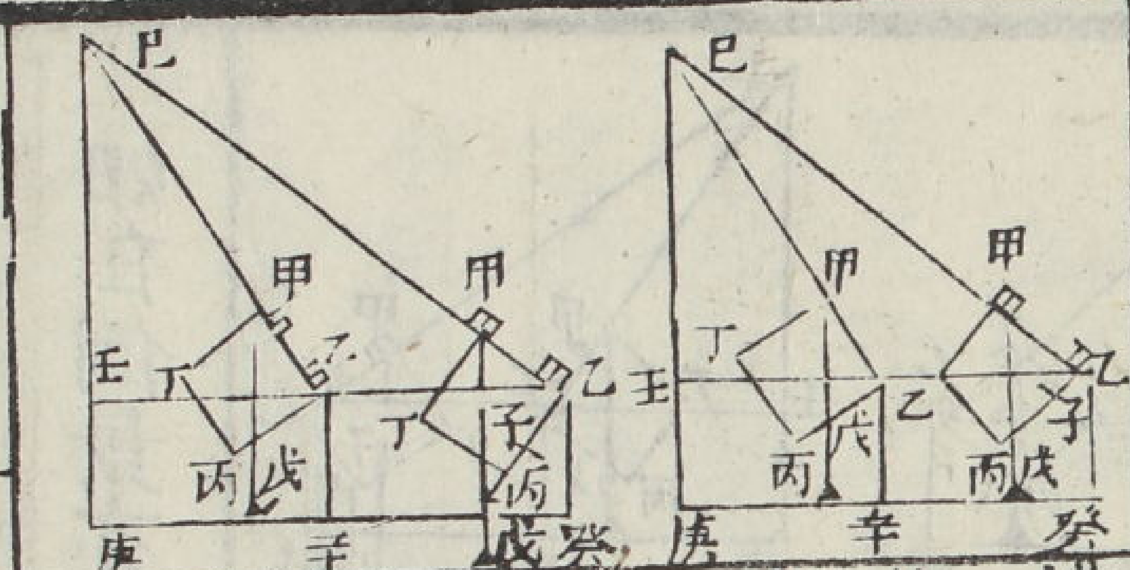


前題論直景與表之比例。表與倒景之比例。皆若庚辛。或等庚辛之乙壬。若自乙至壬作直線卽與庚辛平行相等見一卷三十四 與巳壬。壬庚與乙辛等見一卷廿八 觀上論本篇三題及本圖自明。蓋三圖之甲乙丙、甲乙戊、甲丁戊。各與其巳壬乙爲等



角形則量辛庚之度、而作直景與表之比例。或作表與倒景之比例、皆若辛庚與三數法所求得之他數。即得巳壬之高。次加目至足乙辛之高、即得巳庚之高。

注曰、如欲測巳庚高、權線在直景。即以直景乙戊爲第一數。表爲第二數。庚辛爲第三數。若在倒景、即以表爲第一數。以丁戊倒景爲第二數。庚辛爲第三數。

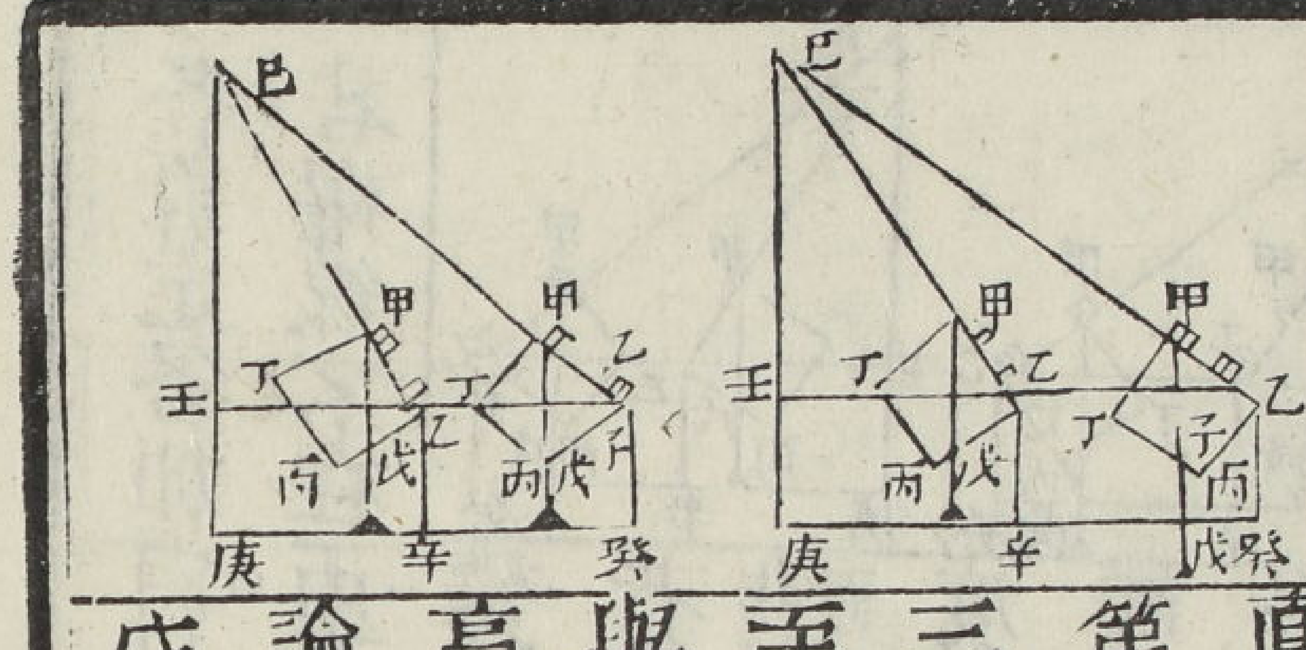


各算定、各加自目至足乙辛數、即得。

若權線不在丙、而有平地可前可郤、即任意前郤。至癸權線値丙而止。即不必推算、可知其高。

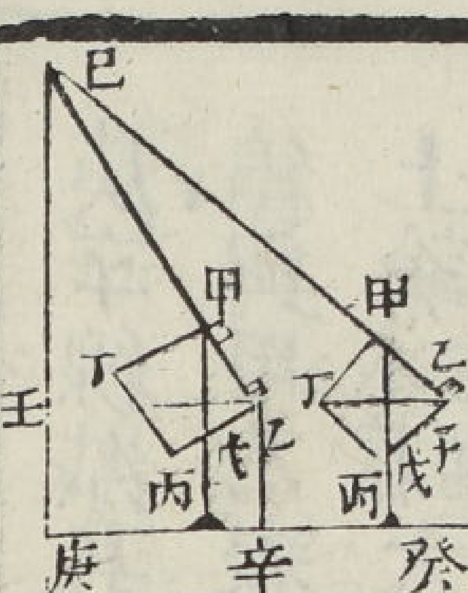
若辛不欲至庚、或不能。（或爲山水林木屋舍所隔、或地非平而）則用兩直景較算。其法依前用矩度向物頂。審權線在直景否。如在倒景、即以所値度分變作直景。（本篇二題注）次從辛依地平直線、或前或郤、任意遠近至癸、仍用矩度向物頂。審權線在直景否。

如在倒景亦以所値度分變作直景本篇二題注次以兩直景度分相減之較為第一數以表為第二數以辛癸大小兩相距之較為第三數依法算之即得巳壬之高加自目至足乙癸即得巳庚之高何者兩景較與其表之比例若兩相距之較與物之高故下論詳之

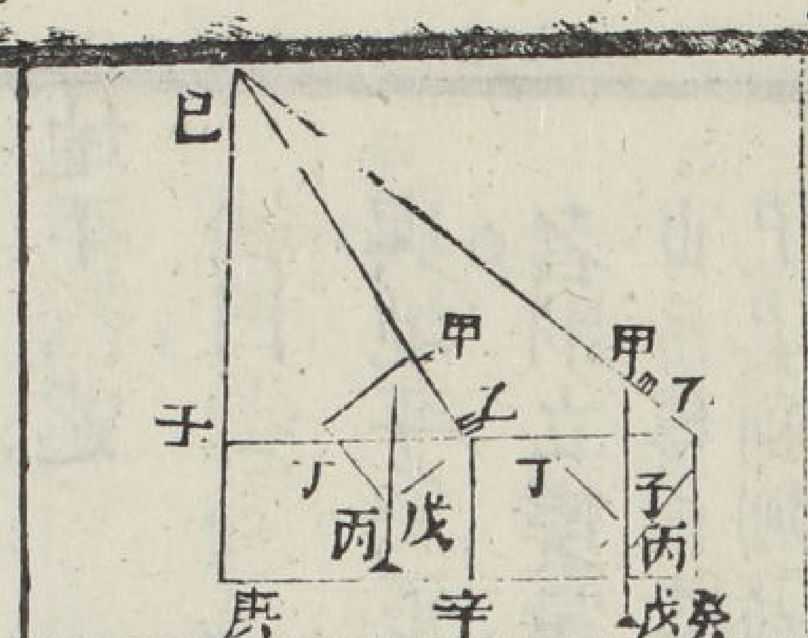


論曰以兩直景之小乙戊線減其大乙戊線存子戊線為景較以兩相距之小庚辛線減其大庚癸線存癸辛線為距較則子戊較線與甲乙表之比例若癸辛較線與巳壬線何者依上論本篇三題大乙戊直景與甲乙表之比例若乙壬或等乙壬之庚癸大相距之遠與巳壬之高更之即大乙戊直景與大相距癸庚之比例若甲乙表與巳壬之高五卷十六依顯小乙戊直景或等小乙戊之乙子與小相距之庚辛之比例若甲乙表與巳壬之高則大乙戊直景與大相距庚癸之比例亦若乙子小直景與小相距之庚辛也夫大乙戊與大相距庚癸兩全

線之比例既若兩所減之乙子與庚辛。五卷十九轉之即
大乙戊與庚癸兩全線之比例亦若兩減餘之子戊
與辛癸。五卷十九而前已論乙戊全與庚癸全之比例若
甲乙表與巳壬之高則兩減餘之子戊與辛癸之比
例亦若甲乙表與巳壬之高。五卷十一更之則景較子戊
與甲乙表之比例若距較癸辛與巳壬之高。五卷十六



注曰如前圖欲測巳庚之高先於辛得
直景小乙戊為五度次郤立於癸得直
景大乙戊為十度景較五度以為第一



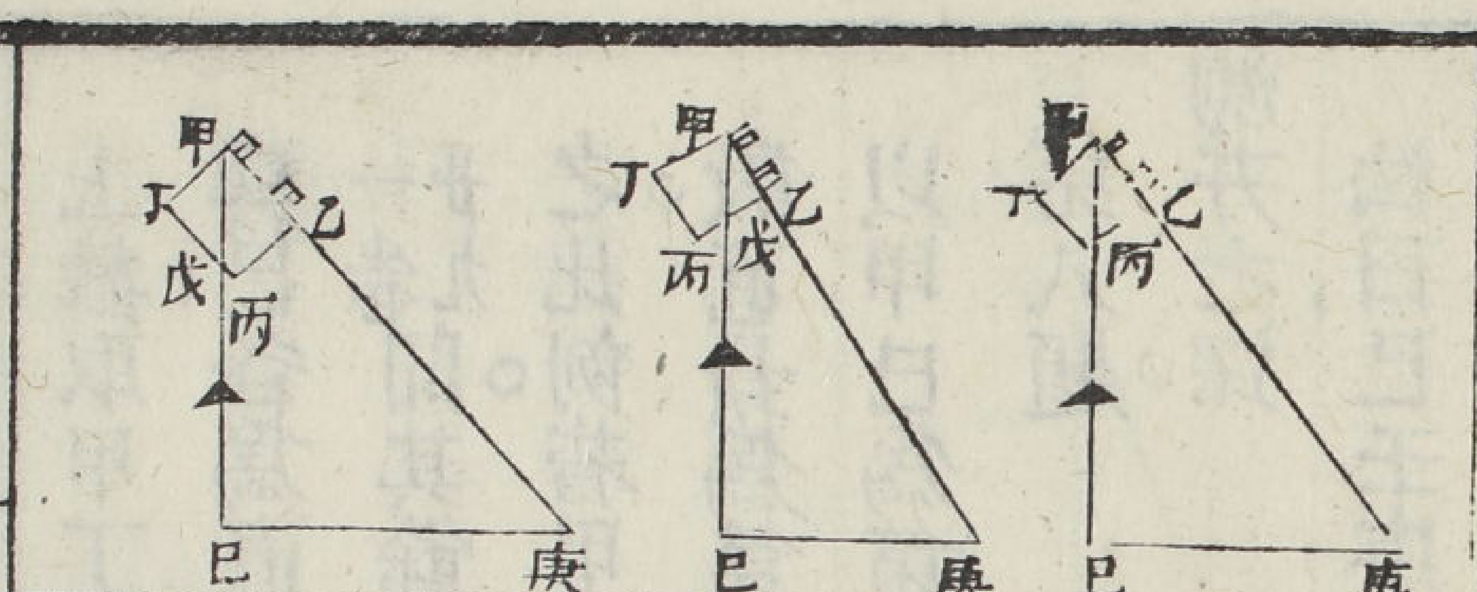
數以表度為第二數次量距較癸辛十
步以為第三數依法算得二十四步加
自目至足乙辛或一步即知巳庚高二
十五步如後圖先於辛得直景小乙戊
為十一度次郤立於癸得倒景九度即
如前法變作大乙戊直景十六度景較
五度以為第一數以表度為第二數次量距較癸辛
二十步以為第三數依法算得四十八步加自目至
足乙辛或一步即知巳庚高四十九步

若山上有一樓臺。欲測其樓臺之高。先於平地總測樓臺頂至地平之高。次測山高。减之。卽得。有樓臺高數層。欲測各層之高。倣此。

第七題

地平測遠

法曰。欲於巳測巳庚地平之遠。先用一有度分之表。與地平爲直角。以審目至足之高。爲甲巳。若量極遠者。則立樓臺或山岳之上。以目下至地平。爲甲巳。欲知山岳樓臺之高。已具前測高法。次以矩極甲角切于目。以乙向遠際



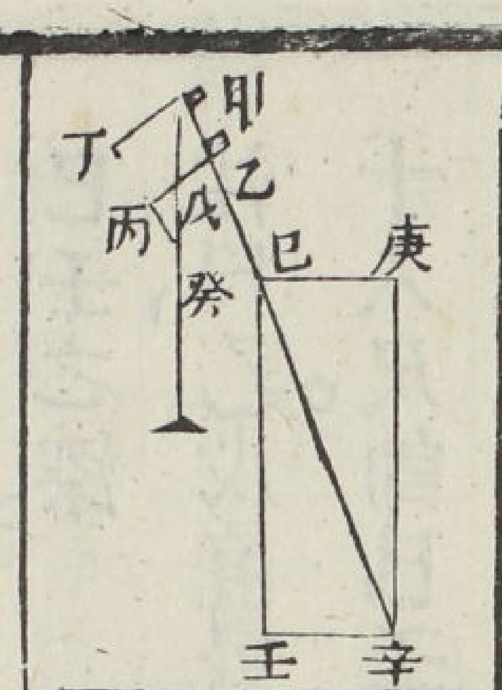
庚。如前法稍移就之。令甲乙庚爲一直線。細審權線値何度分。如權線在丙。則高與遠等。若在乙丙直景邊。卽高大於遠。而矩度上截取甲乙戊。與甲巳庚爲等角形。何者。兩形之乙與巳各爲直角。庚甲巳與乙甲戊爲同角。卽其餘角必等故。一卷三十二則甲乙表與乙戊直景之比例。若甲巳高與巳庚遠也。六卷四若權線在丁丙倒景邊。卽高小于遠。而矩度

上截取甲丁戊與甲巳庚爲等角形何者兩形之丁與巳各爲直角巳甲庚與甲戊丁相對之兩內角等一卷廿九卽其餘角亦等故一卷卅二則丁戊倒景與甲丁表之比例若甲巳高與巳庚遠也六卷四次以表爲第一數直景爲第二數以倒景爲第一數表爲第二數各以甲巳爲第三數依法算之各得巳庚之遠

第八題

測井之深

法曰巳壬庚辛井其口之邊或徑爲巳庚欲測巳壬之深用矩極甲角切目以乙從巳向對邊或徑之水際辛如前法稍移就之令甲乙巳辛爲一直線卽權線垂下截取矩度之甲乙戊與巳壬辛爲等角形何者兩形之乙與壬各爲直角壬巳辛與乙甲戊兩角爲巳壬甲癸兩平行線井勢必用垂線故與權線平行之同方內外角等一卷廿九卽其餘角亦等故則乙戊直景與甲乙表之比例若等巳庚口之壬辛底與巳壬深也六卷四次以直景爲第一數表爲第二數巳庚爲第三數依法算之



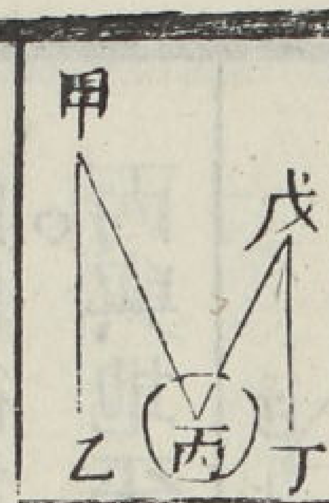
卽得巳壬之深。

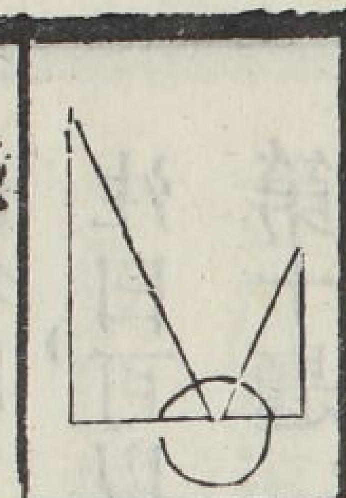
若權線在倒景。卽表與倒景之比例。若井之巳庚口與巳壬深。觀甲癸丁角形。可推何者。癸與乙甲戊相對兩丙角等。一卷廿九卽與壬巳辛角等。故以表爲第一數。倒景爲第二數。巳庚口爲第三數。依法算之。亦得巳壬之深。

注曰、乙戊直景三度。巳庚井口十二尺。依法算得四十八尺。卽巳壬之深。丁癸倒景四十八度。依法算同。

第九題

以平鏡測高





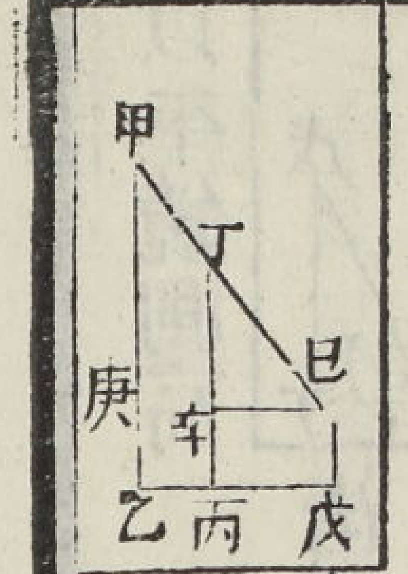
法曰、欲測甲乙之高。以平鏡依地平線。置丙。人依地平線立於丁。目在戊。向物頂甲。稍移就之。令目見甲在鏡中心。是甲之景從鏡心反射於目。成甲丙戊角。卽目光至鏡心。偕足至鏡心兩線。作戊丙丁角。與甲丙乙角等。此論見歐几里得鏡書第一題卽甲乙丙、戊丁丙。爲等角形。乙丁兩皆直角故則足至鏡心丁丙。與目至足之高丁戊之比例。若物之底至鏡心乙丙。與其高甲乙也。六卷四今量丁丙

爲第一數丁戊爲第二數乙丙爲第三數依法算之
卽得甲乙之高
注曰可以盂水當鏡若測極遠可以水澤當鏡

第十題

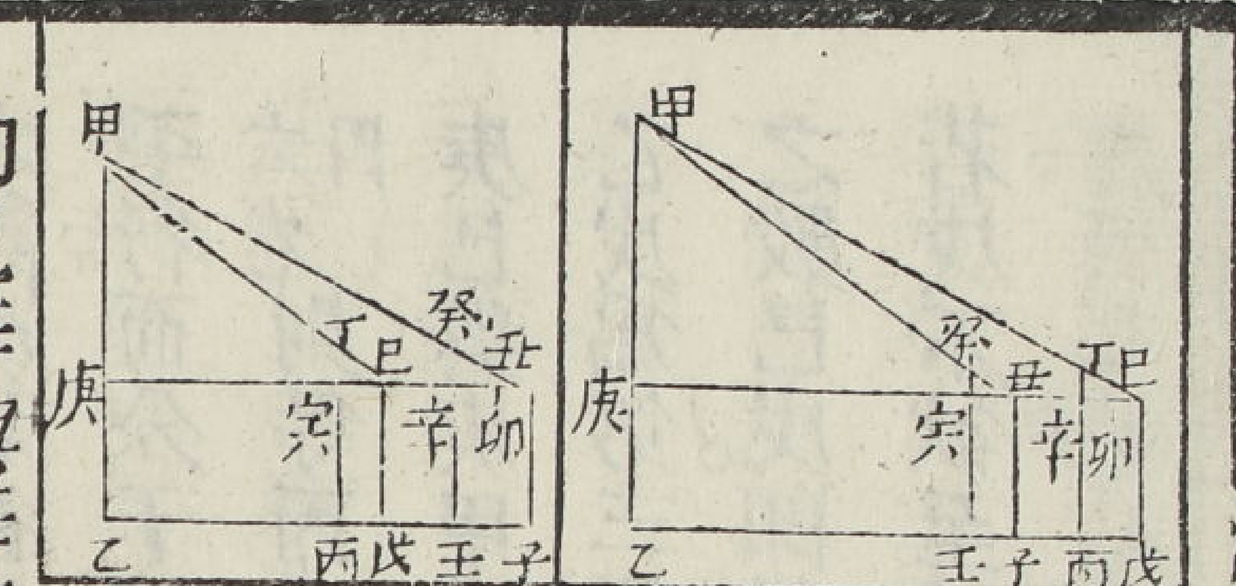
以表測高

法曰欲測甲乙之高依地平線任立一表於丙爲丁丙與地平爲直角凡立表以線埀下三面附表卽與地平爲直角次依地平線退立於戊使目在巳視表末丁與物頂甲爲一直線若表僅與身等或小於



身則俛首移就之可也或別立一小表爲巳戊亦可次量目至足之數次想從巳目至甲乙上之庚點作直線與乙戊平行而分丁丙表於辛卽巳辛丁巳庚甲爲等角形六卷四則等丙戊之辛巳與辛丁之比例若等乙戊之庚巳與庚甲也次量丙戊爲第一數辛丁爲第二數乙戊爲第三數依法算之卽得甲庚之高加目至足之數巳戊卽得甲乙之高

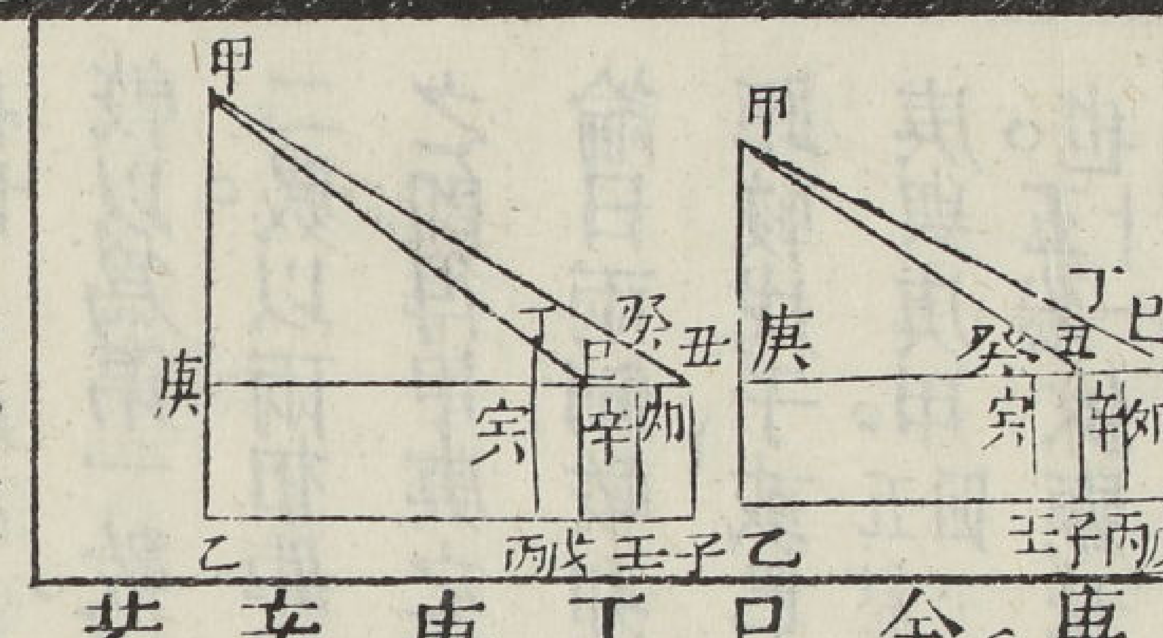
若戊不欲至乙或不能則用兩表較算如前圖立於戊目在巳巳得辛巳等丙戊之度次依地平線或前



或却。又立一表、或即用前表或兩表等為癸壬、依前法。令丑子與巳戊目至足之度等。而使丑癸甲為一直線。即又得寅丑等壬子之度。其壬子若移前所得。必小于丙戊。何者。巳辛與辛丁之比例。若巳庚與庚甲。丑寅與寅癸。若丑庚與庚甲。六卷四而巳庚與庚甲。大于丑庚與庚甲。五卷八即巳辛與辛丁。亦大于丑寅與寅癸也。又辛丁與寅癸既等。癸壬丁丙元等。所減寅壬辛丙等。即所存亦等。即巳辛必大于丑寅也。五卷十次以兩測所得之巳辛與丑寅相減。得卯辛較。以為第一數。以表目相減之較。丁辛或癸寅。為第二數。以兩相距之較。戊子或巳丑。為第三數。依法算之。即得甲庚之高。加目至足之數。即得甲乙之高。

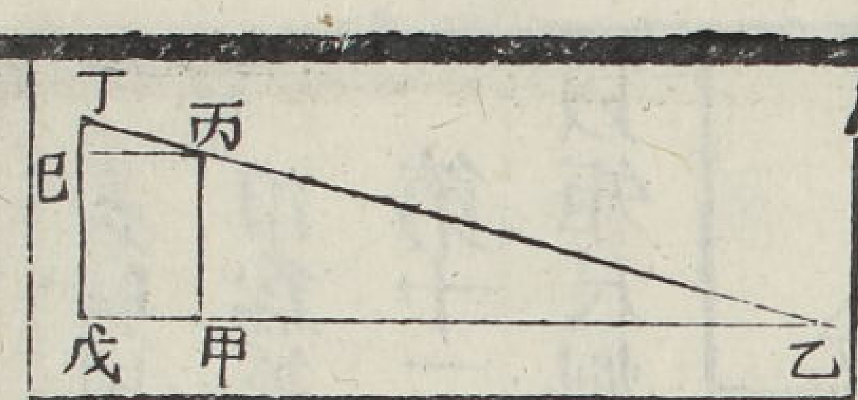
論曰。兩測較卯辛與表目較辛丁或癸寅。其比例若距較戊子或巳丑與庚甲。何者。巳辛與辛丁。既若巳庚與庚甲。五卷更之。即巳辛與巳庚。若辛丁與庚甲也。五卷十一依顯丑寅與丑庚。若寅癸與庚甲也。則丑寅與丑庚。亦若辛丁與庚甲也。辛丁與寅癸等故而巳辛全線、

與巳庚全線若巳辛所截取之巳卯巳卯與丑寅等故與巳
庚所截取之丑庚也則巳辛全與巳庚
全亦若巳辛分餘之卯辛與巳庚分餘之
巳丑也五卷十九前巳論巳辛與巳庚若辛
丁與庚甲即卯辛與巳丑亦若辛丁與
庚甲也更之即兩測較卯辛與表目較
辛丁若距較等子戊之巳丑與甲庚也
若却後而得壬子則反上論之



第十一題

以表測地平遠

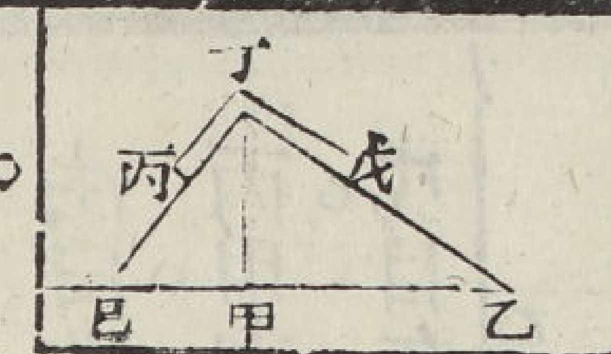


法曰欲於甲測甲乙地平遠先依地平線立一表為
丙甲與地平為直角其表稍小於身之長次却立於
戊目在丁視表末丙與遠際乙為一直線次想巳丙
作直線與甲乙平行而分丁戊於巳即丙巳
丁丙甲乙為等角形六卷四何者甲與巳兩為
直角丙丁巳乙丙甲為平行線同方內外角
等一卷廿九即其餘角必等故一卷三十二則表目較
丁巳與表目相距之度巳丙之比例若丙甲

表與甲乙也次以丁巳爲第一數丙巳爲第二數丙
甲爲第三數依法算之即得甲乙之遠

第十二題

以矩尺測地平遠今木工爲方所用

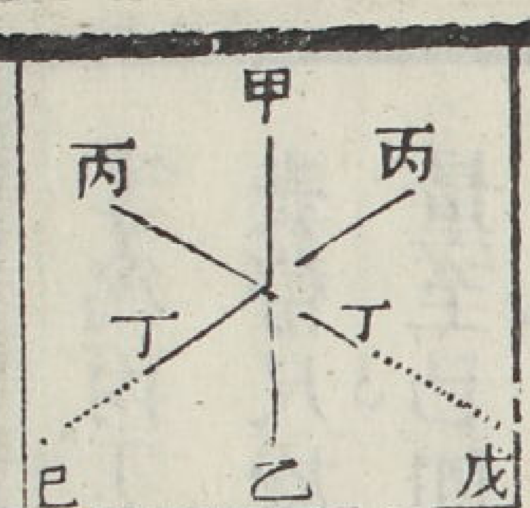


法曰欲於甲測甲乙地平遠先立一表爲丁
甲與地平爲直角次以矩尺之內直角置表
末丁以丁戊尺向遠際乙稍移就之令丁戊
乙爲一直線次從丁丙尺上依一直線視地
平得巳次量巳甲爲第一數丁甲爲第二數又爲第

三數依法算之即得甲乙之遠
論曰巳丁乙既直角若從丁作丁甲爲巳乙之垂線
即丁甲爲甲巳甲乙之中率六卷八系次以丁甲表自
乘爲實以甲巳之度爲法除之即得甲乙之遠六卷十七

第十三題

測地平遠及水廣



法曰欲於乙測乙戊地平遠及江河溪壑
之廣凡近而不能至者於此際立一表爲
甲乙與地平爲直角次以一小尺或竹木

等為丙丁那加表上稍移就彼際戊作一直線次以表帶尺旋轉向地平視丙丁尺端所直得巳次自乙量至巳即得乙戊之數

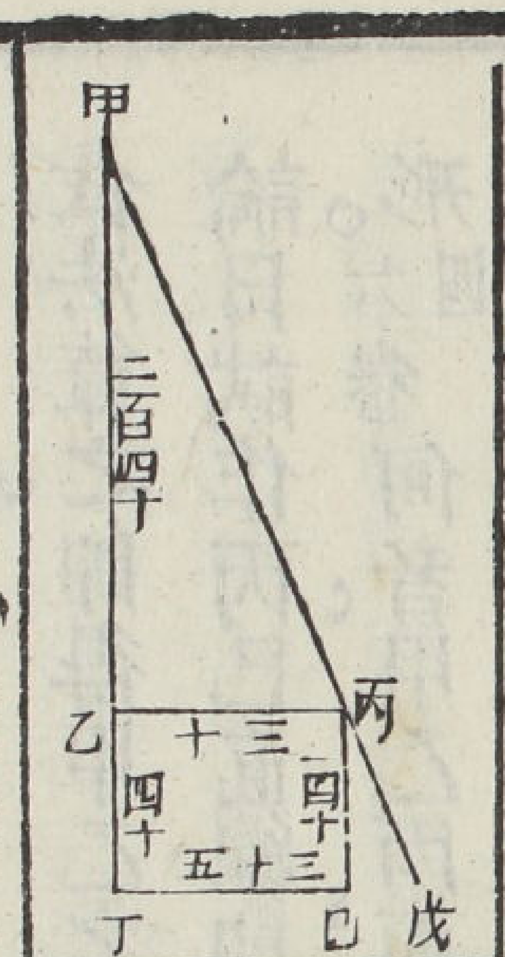
論曰甲乙戊與甲乙巳兩直角形等即相當之乙戊與乙巳兩邊亦等則量乙巳得乙戊（一卷廿六）

又論曰若以乙為心巳戊為界作圜即乙巳乙戊為同圜之各半徑等

注曰如不用表以身代作甲乙表不用尺或以笠覆至目代作丙丁如上測之尤便

第十題

以四表測遠（前題測遠諸法不依極高不得極遠此法於平地可測極遠）



法曰欲於乙測甲遠（者或城或山凡可望見者皆是不論平否）擇於平曠處（前云依地平線者必依直線取平此不必向）立一表於乙次任却後若干丈尺更立一表為丁令兩表與甲（甲者是所測處指定一物或人或木或山及樓臺之頂皆是）為一直線次從乙依乙丁之垂線任橫行若干丈尺更立一表為丙次從丁與乙丙平行任若干丈尺稍遠於乙丙又立一表為

戊（四表俱任意長短）從戊過丙望甲亦作一直線次以丁戊、乙丙相減之較為第一數乙丁為第二數乙丙為第三數依法算之即得甲乙之遠

論曰試作丙巳直線即得丙巳戊與甲乙丙為等角形（六卷四）何者甲乙丙丙巳戊兩為直角丙戊巳甲丙乙為平行線同方內外角等（一卷廿九）即餘角必等故則戊巳與等丙巳之乙丁之比例若丙乙與乙甲

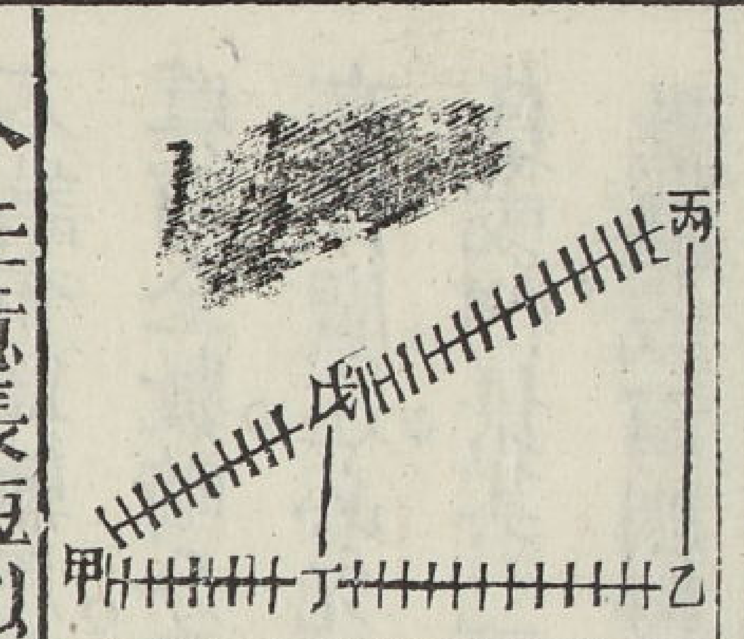
注曰如丁戊為三十五乙丙為三十乙丁為四十即以三十與三十五之較五為第一數以四十為第二數以三十為第三數依法算之得二百四十為甲乙之遠

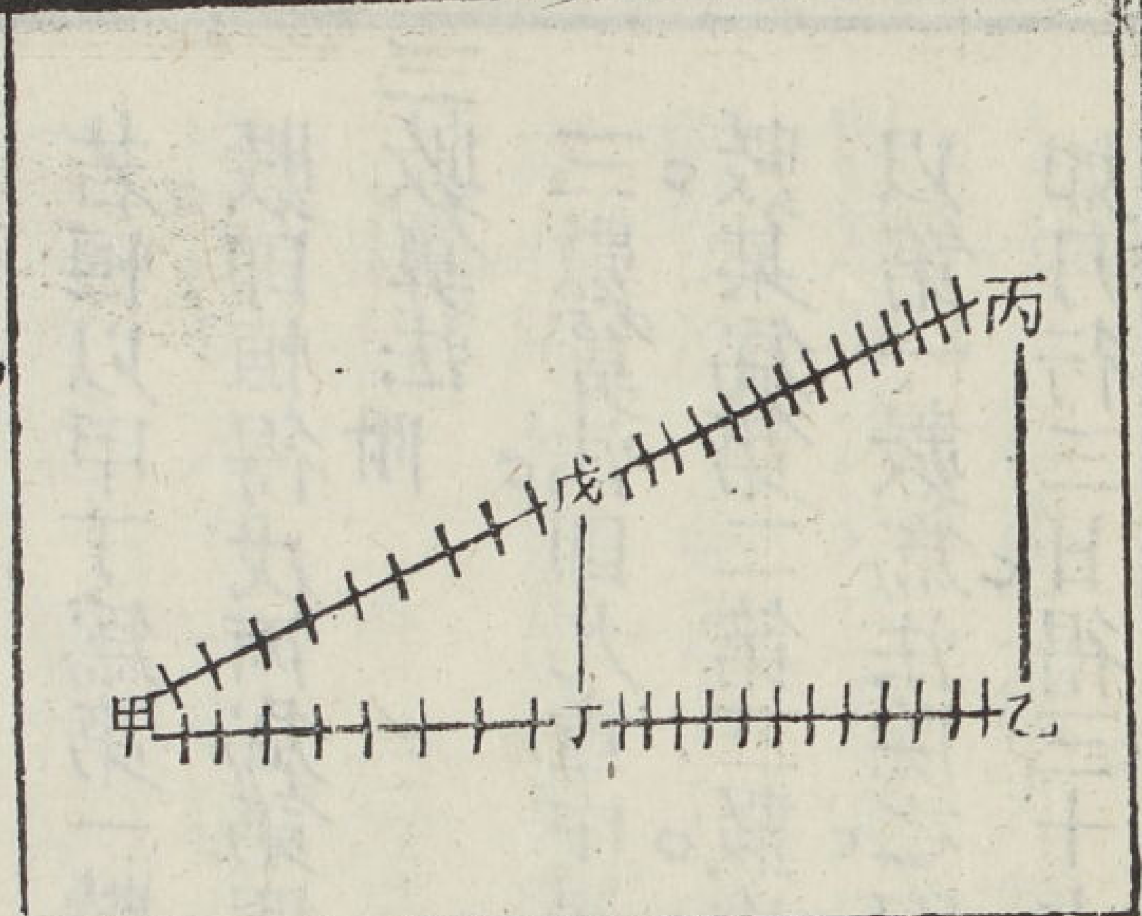
第十五題

測高深廣遠不用推算而得其度分

不諳布算難用前法其有畸分者更難今求不用布算而全數畸分俱可推得與布算同功其法曰凡測高深廣遠必先得三率而推第四率三率者其一直景或倒景其二所立處至所測之底若不能至者則景較或兩測較其三表或距較也設如測一高景較

八距較十步。其景較八與表十二之比例若距較十步與所求之高。此不論目至足之高則於平面作甲乙甲丙兩直線任相聯為甲角。從甲向乙規取八平分任意長短以當景較為甲丁。次用元度從丁向乙規取十二平分以當表度。次從甲向丙規取十平分其用度與前度任等不等。以當距較為甲戊。次從戊至丁作一直線。次從乙作一直線與戊丁平行而截甲丙線於丙。次規取自甲至戊諸分內之一分為度





從戊向丙規得若干分。即所求之高、

論曰。甲乙丙角形內之戊丁、與乙丙兩線平行。即甲丁與丁乙之比例若甲戊與戊丙。六卷二則戊丙當為十五分與三數法合。加目至足之高。即得全高。

又法曰、若景較七度有半。距較八步三分步之一。即

物高度十三步三分步之二。如後圖加目至足之高。即得全高。

若恒以甲丁爲第一數。丁乙爲第二數。甲戊爲第三數。即恒得戊丙爲第四數。

三數算法 附

三數算法。即九章中異乘同除法也。先定某爲第一數。某爲第二、第三數。次以第二、第三兩數相乘爲實。以第一數爲法除之。即得所求第四數。

如月行三日得三十七度。問九日行幾何度。即以三十七度爲第二數。九爲第三數。相乘得三百三十三數爲實。次以三爲第一數爲法除之。得一百一十一數。即所求第四、月行九日度數。

如有畸分。即用通分、約分法。依上算。如一星行八日三時得十二度二分度之一。問十四日六時行幾何度。即以八日三時通作九十九爲第一數。以十二度二分度之一通作二十五爲第二數。以十四日六時通作一百七十四爲第三數。次以二十五與一百七十四相乘得四千三百五十爲實。以九十九爲法除

之得四十三分九十三次以二分爲一度約得二十一度三十三分度之三十二即所求第四本星行十四日六時度分之數

測量法義終

圜容較義

掃葉山房叢鈔第十五

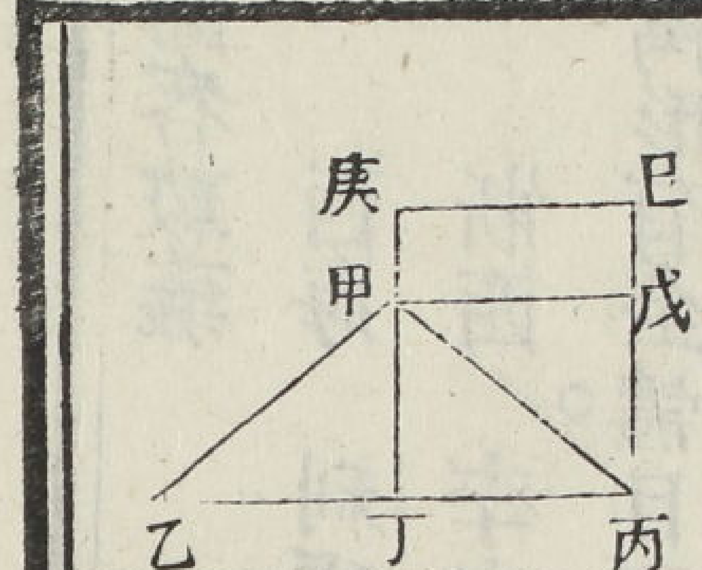
圜容較義

西海　利瑪竇　授
浙西　李之藻　演

萬形有全體。目視惟一面。即面可以推全體也。面從界顯。界從線結。總曰邊線。邊線之最少者為三邊形。多者四邊五邊乃至千萬億邊。不可數盡也。三邊形等度者。其容積固大於三邊形不等度者。四邊以上亦然。而四邊形容積恒大於三邊形。多邊形容積恒大於少邊形。但以周線相等者驗之。邊之多者莫如渾圜之體。渾圜

者多邊等邊試以周天度剖之則三百六十邊等也又剖度為分則二千一百六十邊等也乃至秒忽毫釐不可勝算凡形愈多邊則愈大故造物者天也造天者圜也圜故無不容無不容所以為天試論其概

凡兩形外周等則多邊形容積恒大於少邊形容積

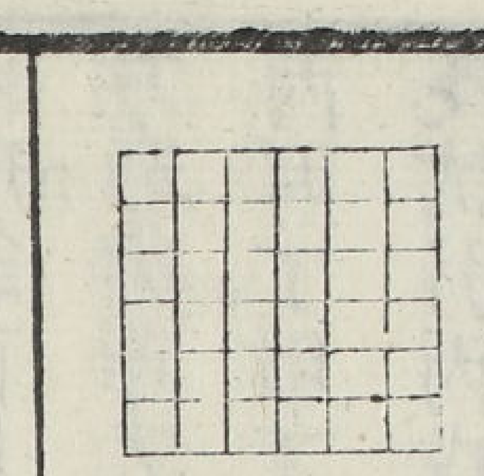


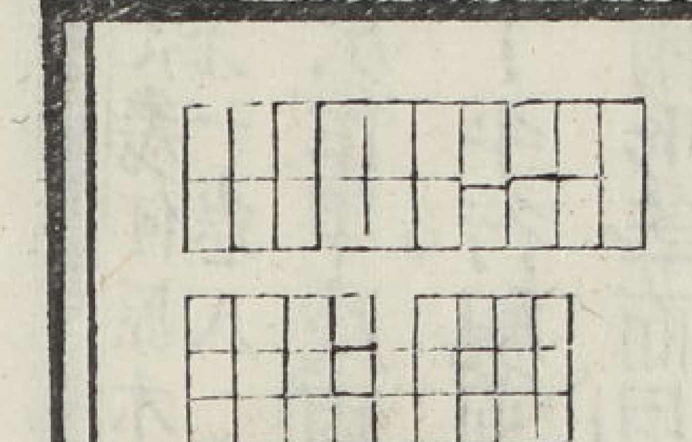
假如有甲乙丙三角形其邊最少就底線乙丙兩平分於丁作甲丁線其甲乙甲丙兩腰等丁乙丁丙又等甲丁丙角甲丁乙角皆等則甲丁線為乙丙之垂線（幾何原本一卷八）次作甲戊丙丁直角形而甲戊與丁丙平行戊丙與甲丁平行視前形增一角者（一卷四又三十六）既甲丁丙甲丁乙兩形等而甲丙戊與甲丁乙亦等（一卷三十四）則甲丁丙戊方形與甲乙丙三角形自相等矣以周論之其甲戊戊丙丙丁甲丁四邊皆與乙丁相等甲丙邊為弦其線稍長試引丙戊至巳引丁甲至庚皆與甲丙甲丁線等而作庚丁巳丙形與甲乙丙三角形同周則贏一甲庚巳戊形故知四邊形與三邊形等周者四邊形容積必大

于三邊形

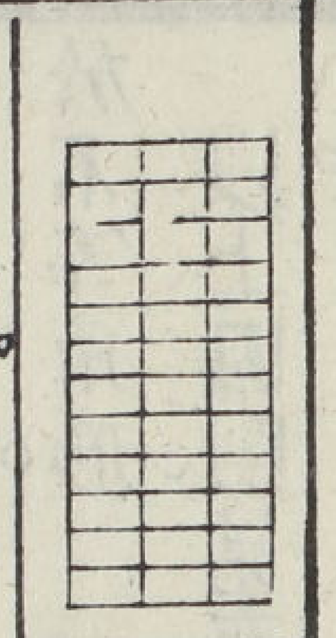
凡同周四直角形其等邊者所容大於不等邊者

假有直角形等邊者每邊六共二十四其中積三十六另有直角形不等邊者兩邊數十兩邊數二其周亦二十四與前形等周而其邊不等故中積只二十又設直角形其兩邊各九其兩邊各三亦與前形同周而中積二十七又設一形兩邊各八兩邊各四亦與前同周而中積三十二或設



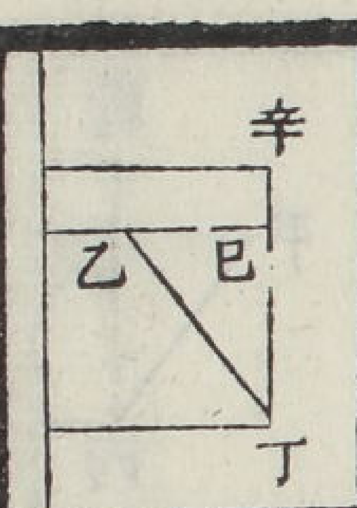


以兩邊為七以兩邊為五亦與前同周而中積三十五是知邊度漸相等則容積固漸多也

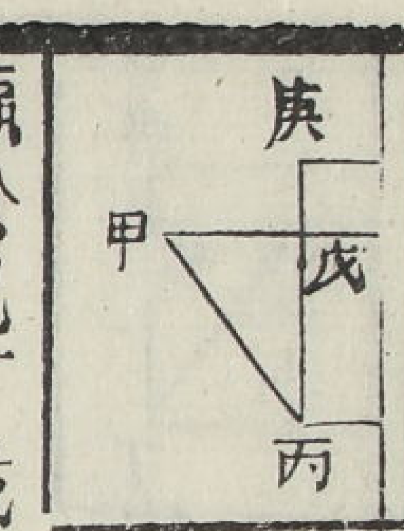


試作直角長方形令中積三十六同前形之積然周得三十與前周二十四者迥異令以此周作四邊等形則中積必大於前形

凡同周四角形其等邊等角者所容大於不等邊等角者



設甲乙丙丁不等角形從丙丁各作垂線又設引甲乙至巳作戊丙巳丁四角相等



形。一卷三十五與不等角形同底原相等。一卷十九又三十四甲乙亦同戊巳而乙丁及甲丙線則𢒈於巳丁戊丙、線是甲乙丙丁之周大於戊丙巳丁之周試引丁巳至辛、與乙丁等引丙戊至庚、與甲丙等而作庚丙辛丁形則多一庚戊辛巳形因顯四等角形大於不等角形。

以上四則見方形大於長形而多邊形更大於少邊形則圜形更大於多邊形此其大畧若詳論之則另立五界說及諸形十八論於左

第一界等周形　謂兩形之周大小等

第二界有法形。謂不拘三邊四邊及多邊但邊邊相等角角相等。卽爲有法其欹邪不就規矩者爲無法形

第三界求各形心。但從心作圜或形內切圜或形外切圜皆相等者卽係圜與形同心。

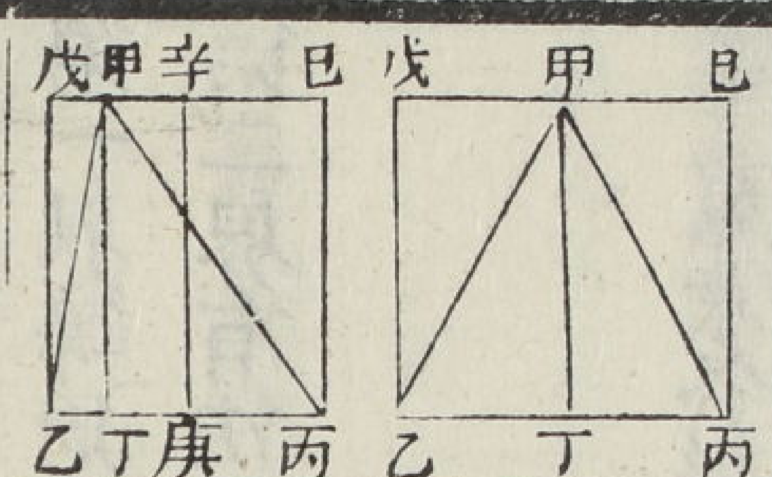
第四界求形面。謂周線內所容人目所見乃形之一面。

第五界求形體。如立方立圜三乘四乘諸形乃形之

全體。

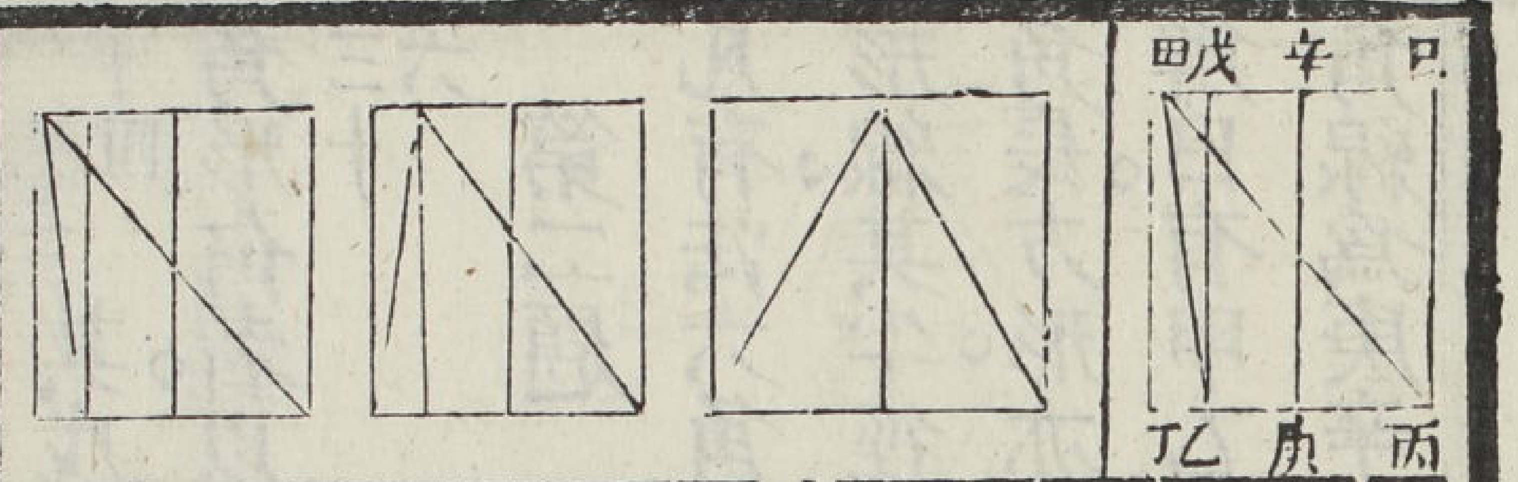
第一題

凡諸三角形從底線中分作垂線與頂齊高以中分線及高線作矩丙直角方形必與三角形所容等



解曰有甲乙丙三角形平分乙丙于丁、于庚作垂線至甲至辛作甲丁巳丙及辛庚巳丙直角題言直角與三角形等

先論曰甲乙丙三角形平分乙丙于丁作甲丁線次從甲作戊巳線與乙丙平行又



作巳丙、戊乙二線成直角形此直角倍大于甲丁丙巳形亦倍大于甲乙丙角形卷一四十一故甲乙丙三角形與甲丁丙巳形等卷一三十六

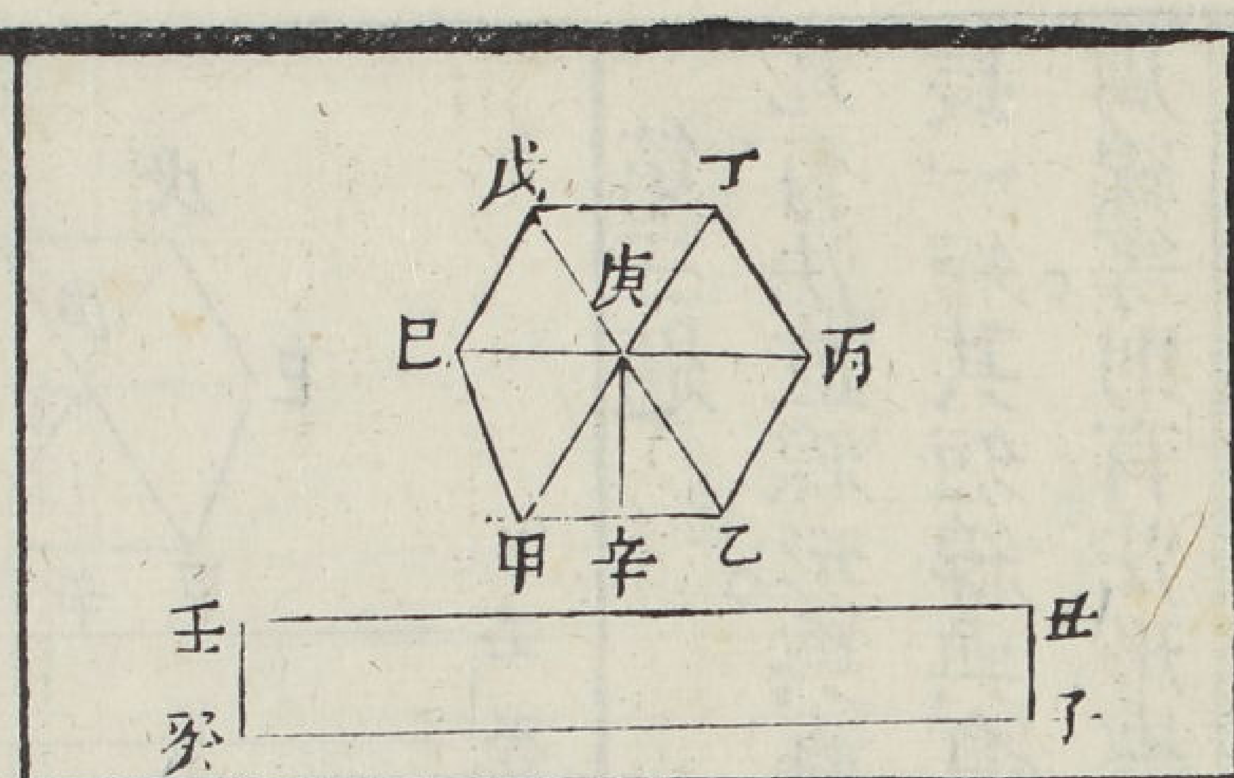
次論曰作甲丁垂線而第二圖丁非甲乙之平分第三圖甲在方形之外皆從甲作戊巳線引長之與乙丙平行成戊巳丙乙方形及甲巳丙丁方形而各以丙乙平分于庚作庚辛垂線視甲丁為平行亦相等

一卷三十四其戊巳丙乙倍大于辛庚丙巳。亦卽倍大壬三角形。何者。以辛庚丙巳長方形分三角形底線半故。一卷三十六

第二題

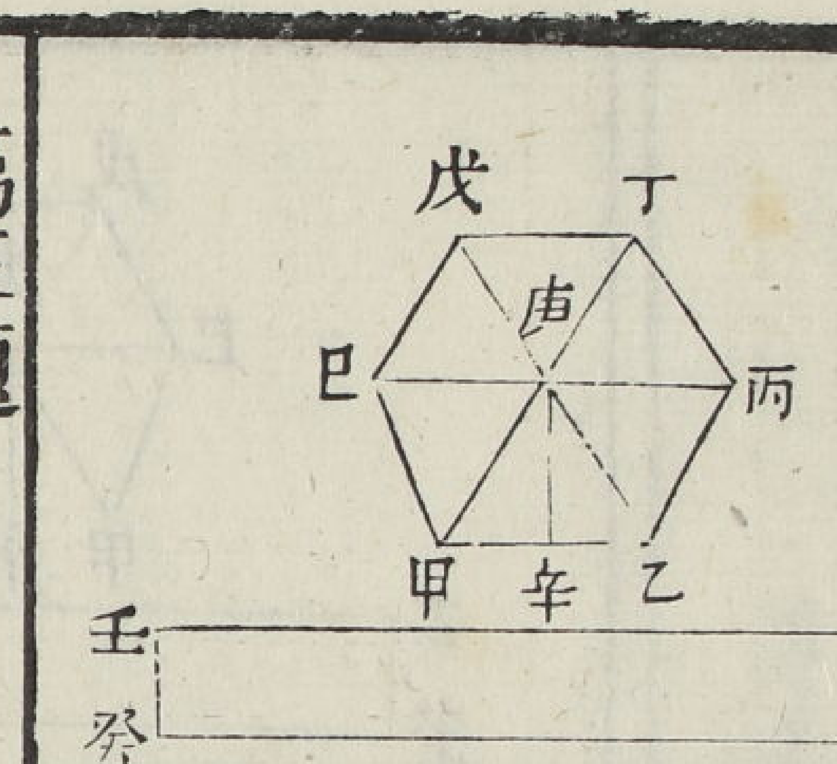
凡有法六角等形。自中心到其一邊之半徑線。作直角形線。其半徑線及以形之半周線、舒作直線。爲矩內直角長方形。亦與有法形所容等。

解曰。有甲乙丙丁戊巳法形。其心庚。自庚至甲乙作直角線爲庚辛云云



線爲庚辛。另作壬癸線。與庚辛等。作癸子。與甲乙丙丁線等。卽半周線也。題言壬癸子丑直角形。與甲乙丙丁戊巳形之所容等。

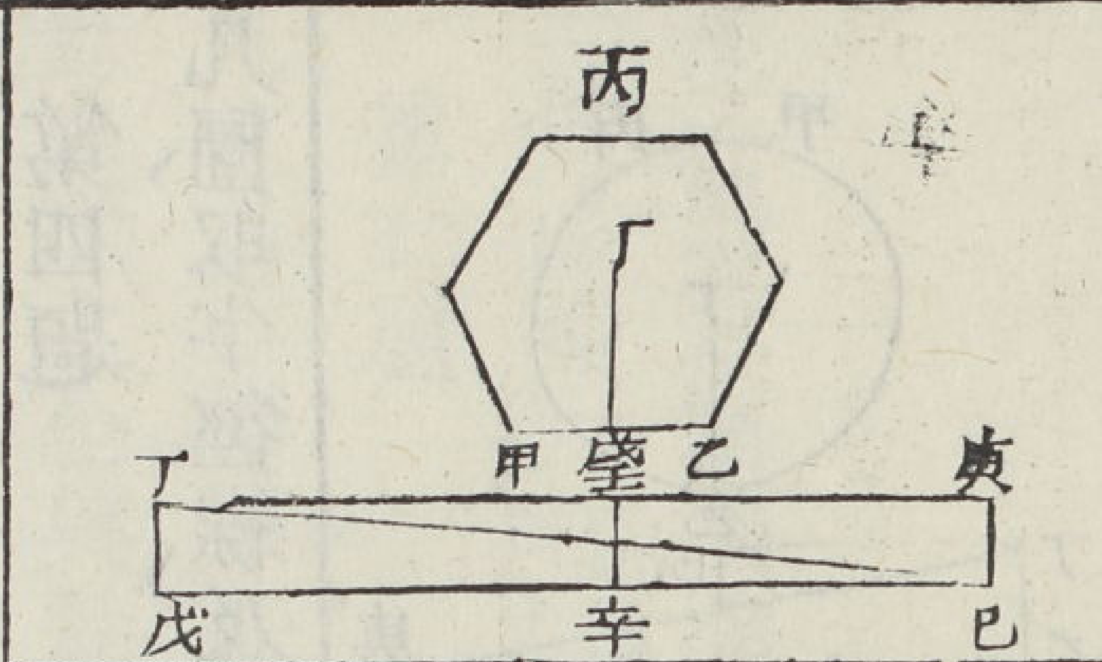
論曰。自庚到各角。皆作直線。皆分作三角形。皆相等。一卷八其甲乙庚三角形。與甲辛、辛庚二線所作矩內直角形等。以甲辛分甲乙之半故本篇一題若以甲乙丙丁半形之周線爲癸子



線。以與壬癸線共作矩內直角形。即與有法全形等。葢此半邊三箇三角形。照甲乙庚形作分中垂線。其矩線內直角形。俱倍本三角形故。

第三題

凡有法直線形。與直角三邊形並設。直角形傍二線。一長一矩。其短線與有法形半徑線等。其長線與有法形周線等。則有法形與三邊形正等。



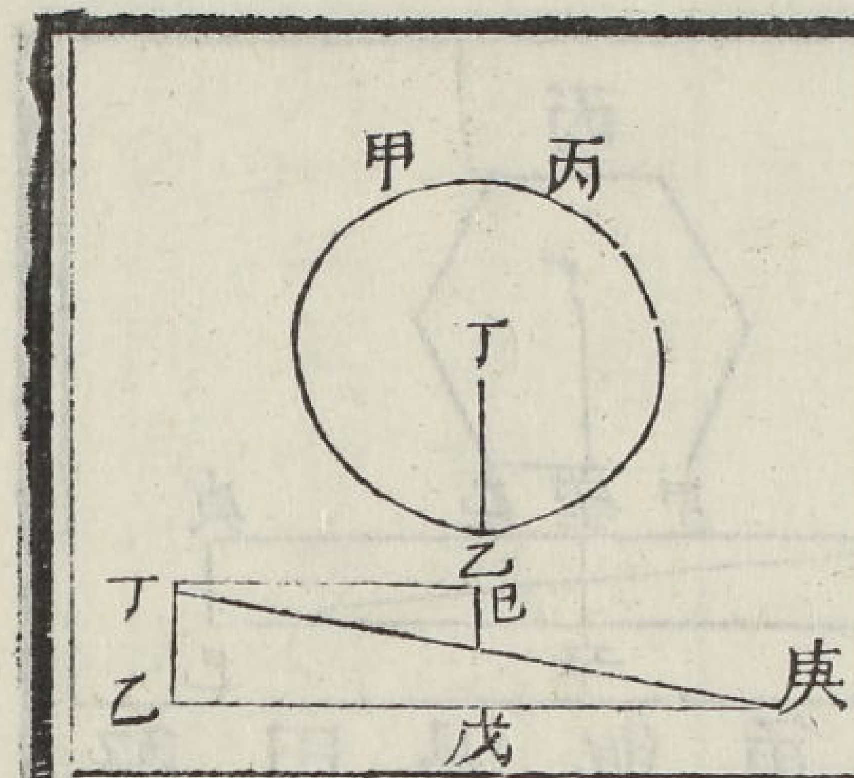
解曰。甲乙丙有法形。其心丁。從丁豎甲乙作垂線。又有丁戊巳直角形。其邊丁戊。與法形丁戊等。其戊巳線。又與甲乙丙之周線等。題言丁戊巳三角之體。與甲乙丙全形等。

論曰。試作丁戊巳庚直角形。兩平分于壬辛。作直線。與丁戊平行。則丁戊辛壬直角形。與甲乙丙形相等。本篇二題何者。戊辛線得甲乙丙之半周。而又在丁戊矩內。即與有法形全體等。故也。

其丁戊巳三角形與丁戊壬辛直角形等則丁戊巳三角形與甲乙丙全形亦等

第四題

凡圜取半徑線、及半周線、作矩內直角形其體等



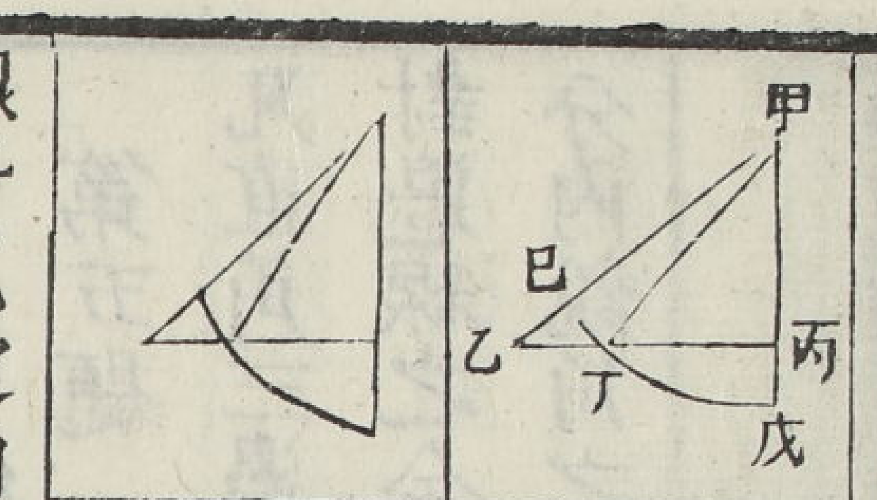
解曰有甲乙丙圜其半徑爲丁乙。又有丁乙戊巳直角形兩丁乙等。半圜線與戊乙等題言甲乙丙所容與丁乙戊巳直角形所容等。

論曰、試以乙戊引長到庚令庚戊與乙戊等則乙庚與圜周全等次從丁望庚作直線、斜丁乙庚三角形之地與全圜地相等。在圖書一題而丁乙戊巳、又與丁乙庚三角形等本篇四、又一卷四十詳則丁乙戊巳自與全圜體等。

第五題

凡直角三邊形任將一銳角于對邊作一直線分之其對邊線之全與近直角之分之比例太于全銳角與所分內銳所之比例。

解曰有甲乙丙直角三邊形丙爲直角從



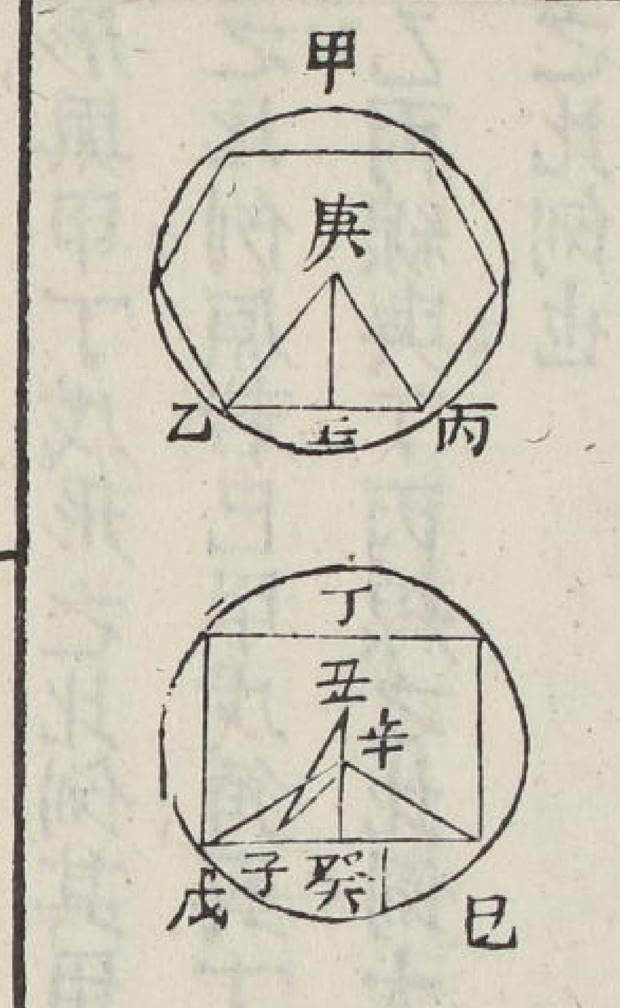
甲銳角。望所對丙乙邊。任作甲丁線。題言丙乙線與丙丁線之比例。大于乙甲丙角與丁甲丙角之比例

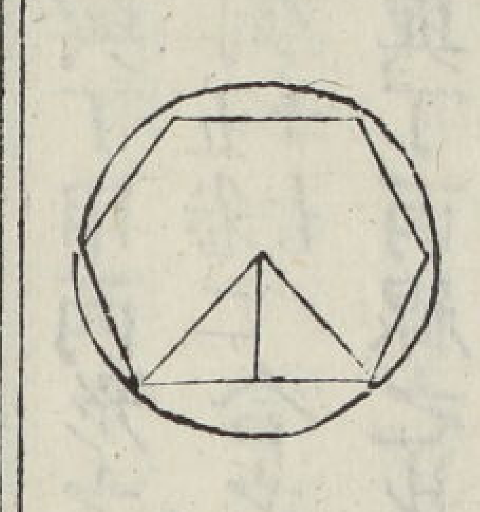
論曰。甲丁線大于甲丙。而小于甲乙。十一卷十九 若以甲為心。以丁為界。作半規。必分甲巳線于乙之內。而透甲戊線于丙之外。其甲乙丁三角形、與甲巳丁三角形之比例。大于甲丁丙三角形、與甲丁戊之比例。何者。一為甲乙丁大形與甲巳丁小形比。一為甲丁丙小形與甲丁戊大形比也。則更之。乙甲丁形與丁甲丙形之比例。大于巳甲丁形與丁甲戊形之比例。五卷二十七 合之。則乙甲丙形與丁甲丙形。即是乙丁線與丁丙線之比例。形之比例與底線之比例相等在六卷 固大于甲巳戊形與甲丁戊形之比例。其甲巳戊圜分、與甲丁戊圜分之比例。原若巳甲戊角與丁甲戊角之比例。六卷三十三 則乙丙線與丁丙線之比例。大于乙甲丙角與丁甲丙角之比例也。

第六題

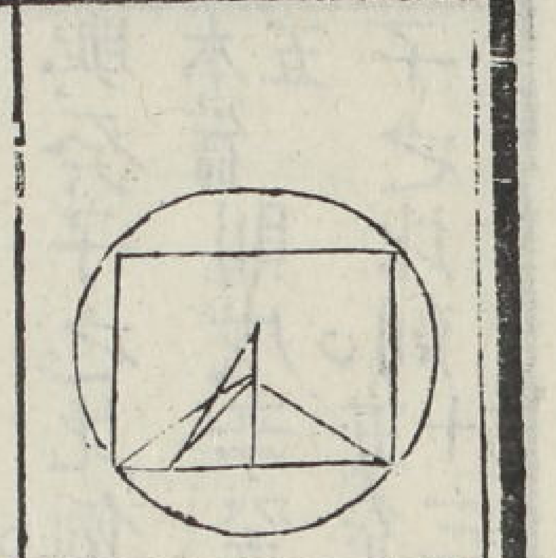
凡直線有法形數端。但周相等者。多邊形必大于少邊形。

解曰。設直線有法形二。爲甲乙丙。爲丁戊巳。其外周等。而甲乙丙形之邊。多于丁戊巳邊。不拘四邊六邊雖十邊與十一二邊皆同此論題言甲乙丙之體大于丁戊巳之體。



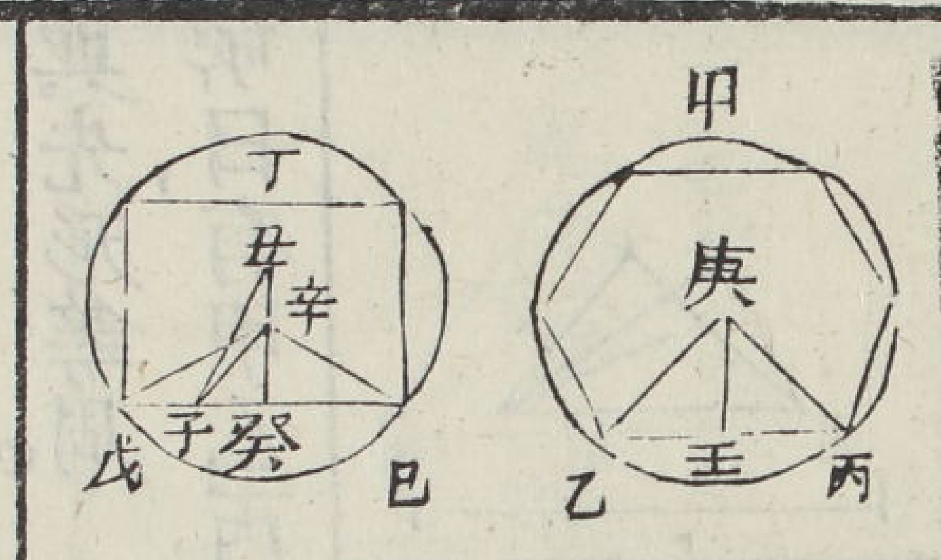


論曰。試于兩形外各作一圜。而從心望一邊作庚壬、作辛癸兩垂線。平分乙丙于壬。分戊巳于癸。三卷三其甲乙丙形多邊者。與丁戊巳形少邊者。外周既等。而以乙丙求周、



六而徧。以戊巳求周四而徧。則乙丙邊固小于戊巳邊。而乙壬半邊亦小于戊癸半邊矣。茲截癸子與壬乙等。而作辛子線。又作辛戊、辛巳、及庚丙、庚乙諸線。次第論之。其巳丁戊圜內各切線等。即句分各邊俱等。而全形邊所倍于戊巳一邊數。與全圜切分所倍于戊巳切分地亦等。則甲乙丙內形全邊所倍于乙丙一邊。與其全圜切分所倍于乙丙切分不俱等乎。其戊巳圜切分與戊丁巳全圜之切分。若戊辛巳角之與全形四直角。六卷三十三題之系

則以平理推之。移戊巳邊于甲乙丙全邊。亦若戊辛巳角之於四直角也。而甲乙丙丙形周與乙丙一邊。猶甲乙丙諸切圜與乙丙界之一。切圜亦猶四直角之與乙庚丙角也。六卷三十三之二系則又以平理推。戊巳與乙丙。即戊癸與乙壬。而乙壬即是癸子。又以平理推。而戊辛巳角與乙庚丙角。亦若戊辛癸之與乙庚壬也。五卷十五夫戊癸與癸子之比例。原大于戊辛癸角與子辛癸角之比例。本篇五則戊辛癸與乙庚壬之比例。大于癸辛戊與癸辛子之比例。五卷十三而癸辛子角。大于壬庚乙角。五卷十其辛

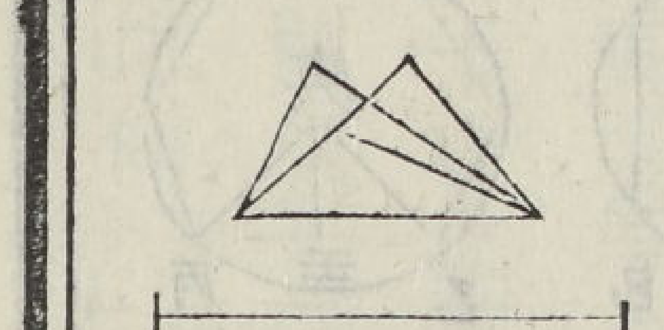


癸子與庚壬乙皆係直角。而辛子癸角。明小于庚乙壬角。一卷三十二令移壬乙庚角于癸子上。而作癸子丑角。則其線必透癸辛到丑。其庚壬乙三角形之壬與乙兩角。等于丑癸子三角形之癸子兩角。而乙壬邊亦等于子癸邊。則丑癸線亦等于庚壬線。而庚壬實贏于辛癸。一卷二十六令取庚壬線及甲乙丙半周線。作矩內直角形。必大于辛癸線及丁戊巳半周線所作矩內直角形也。本篇二然則多邊直

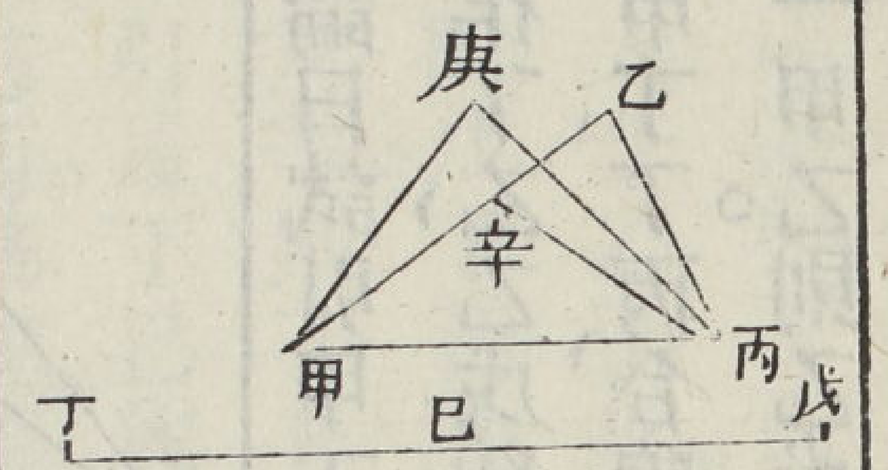
線形之所容。豈不大于等周少邊直線形之所容乎

第七題

有三角形。其邊不等。于一邊之上。另作兩邊等三角形。與先形等周。



解曰。有甲乙丙三角形。其甲乙大于丙乙。兩邊不等。欲于甲丙上另作三角形。與甲乙丙周等。兩邊又等。其法作丁戊線。與甲乙、乙丙合線等。兩平分于巳。甲乙、乙丙兩邊併。既大于甲丙邊。一卷十則丁巳、巳戊兩邊併。亦大于甲丙。而丁巳、巳戊、甲丙。可作三角形矣。一卷三十二以作甲庚丙。得所求。

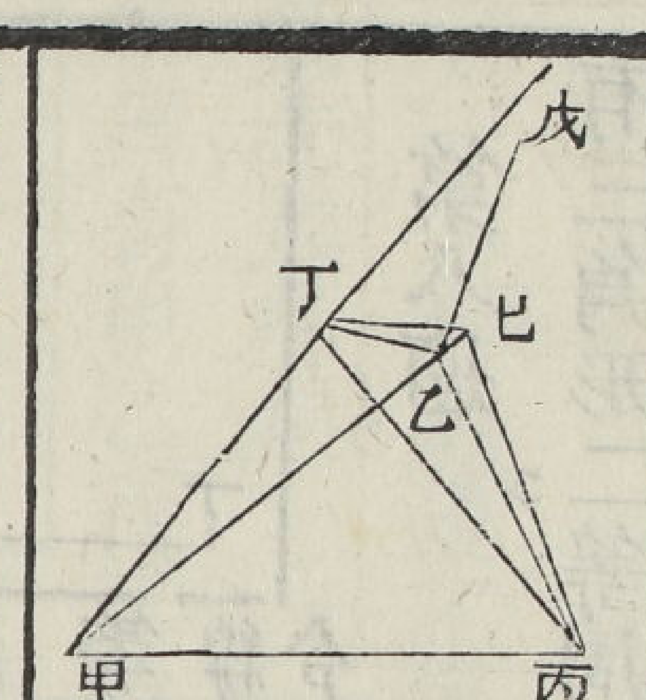


盖庚甲、庚丙自相等。而甲丙同邊。則二形之周等。而甲庚丙與甲乙丙為兩邊等之三角形。此庚點必在甲乙線外、若在甲乙邊上過辛則辛丙線小于辛乙乙丙合線即不得同周

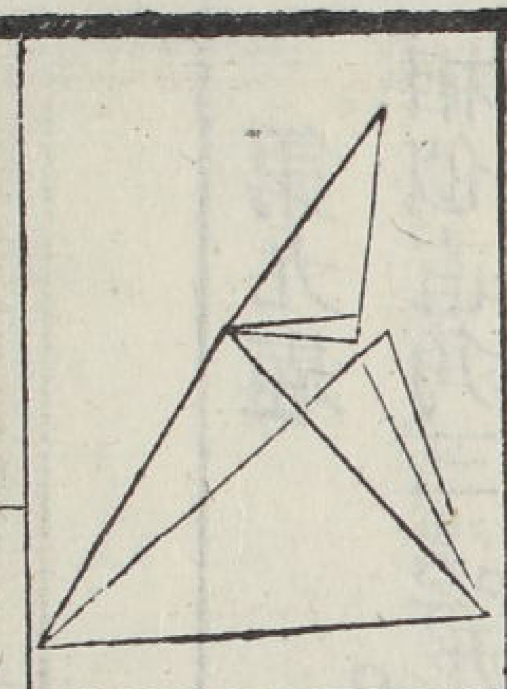
第八題

有三角形二。等周。等底。其一兩邊等。其一兩邊不等。其等邊所容。必多于不等邊所容。

解曰、有甲乙丙形。其甲乙邊大于乙丙。令于甲丙上更作甲丁丙三角形。與甲乙丙等周。本篇七 而丁甲丁丙兩腰等。亦與甲乙乙丙合線等。題言甲丁丙角形大于甲乙丙。



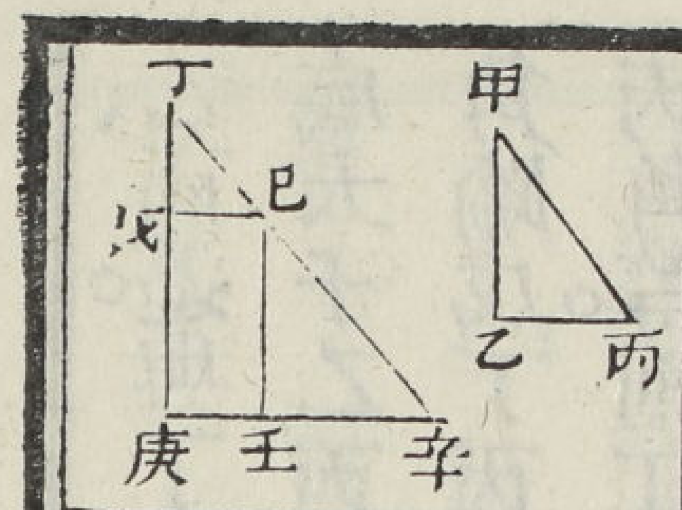
論曰、試引甲丁至戊。令丁戊與丁甲等。亦與丁丙等。又作丁乙、乙戊線。夫甲乙、乙戊合線。既大于甲戊。即大于甲丁、丁丙合線。亦大于甲乙、乙丙合線。此兩率者。令減一甲乙。則乙戊大于乙丙。而丁戊、乙三角形之丁戊、丁乙、兩邊。與丁丙、乙三角形之丁丙、丁乙、兩邊等。其乙戊底大于乙丙底。則戊丁乙角大于丙丁乙角。而戊丁乙角踰戊丁丙角之半。一卷三十二 令別作戊丁巳角與丁甲丙角等。則丁巳線在丁乙之上。而與甲丙平行。一卷廿八 又令引長丁巳。與甲乙相遇而作巳丙線聯之。其甲丁丙、甲巳丙。既在兩平行之內。又同底。是三角形相等也。六卷一 因顯甲巳丙大于甲乙丙。而甲丁丙兩邊等三角形。必大於等周之甲乙丙矣。問戊丁乙角何以踰戊丁丙角之半。曰丁甲丙與丁丙甲



兩角等而戊丁丙爲其外角凡外角必兼兩內角故也

第九題

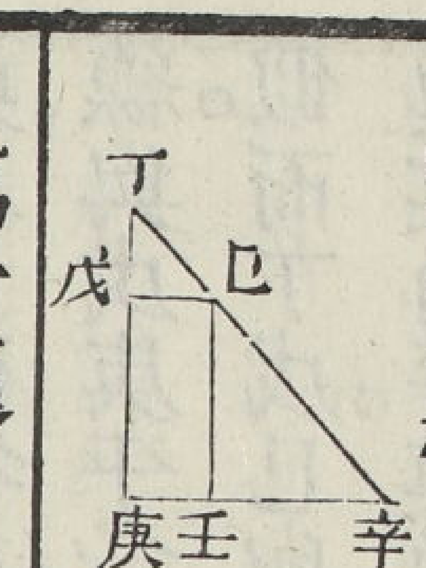
相似直角三邊形。併對直角之兩弦線爲一直線。以作直角方形。又以兩相當之直線。四併二直線。各作直角方形。其容等。



解曰、有甲乙丙及丁戊巳三角形二、相似。其乙戊兩角爲直角。而甲與丁、丙與巳角、各相等。甲丙與丁巳相當。甲乙與丁戊相當。題言併甲丙丁巳爲一直線。于上作直角方形。與併甲乙、丁戊作直線及併乙丙戊巳、作直線各于其上作直角方形兩併等。

論曰、引長丁戊至庚。令戊庚與甲乙同度。次從庚作線與戊巳平行。又引丁巳長之。令相遇于辛。從巳作巳壬、線與戊庚平行。一卷二十九則巳壬辛之角形與丁戊巳、相似。而丁戊巳與甲乙丙相似矣。一卷三十二何者。巳壬辛角與庚角等。庚角與丁戊巳角等。戊角又與乙角等。而辛角與丁巳戊角、及丙角俱等。壬巳辛角與甲角亦等。一卷三十四又巳壬邊與戊庚相等。則亦與甲乙相等。而壬辛

與乙丙巳辛與甲丙俱相等一卷二十六故丁辛線兼丁巳甲丙之度丁庚線兼丁戊甲乙之度而庚辛亦兼戊巳乙丙之度庚壬即戊巳也一卷三十四然則丁辛上直角方形與丁庚及庚辛上兩直角方形併自相等矣

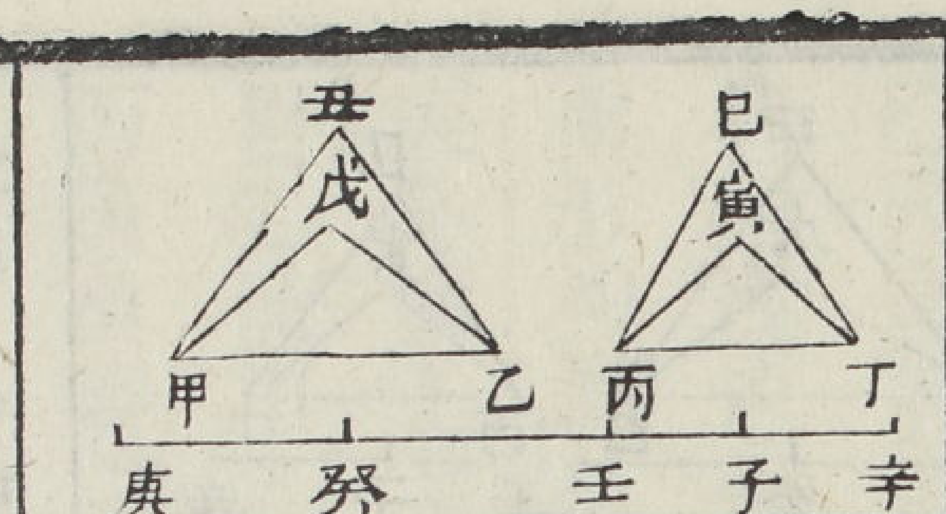


第十題

有三角形二其底不等而腰等求于兩底上另作相似三角形二而等周其兩腰各自相等

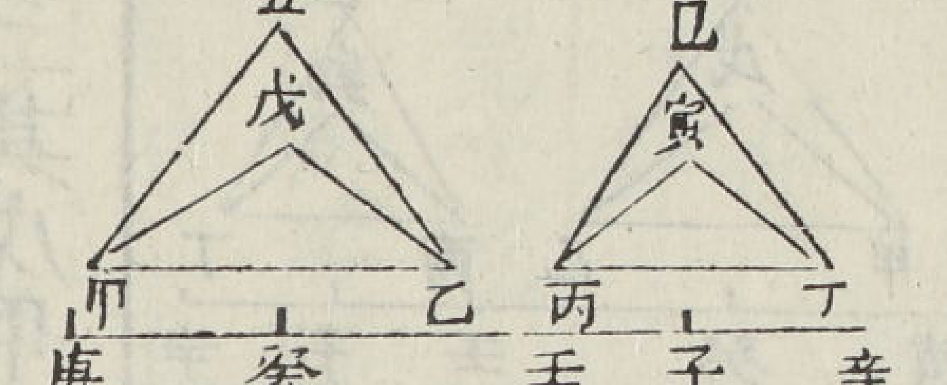
解曰甲乙丙丁不等兩底上有甲戊乙及丙巳丁三角

形二其戊甲戊乙腰與巳丙巳丁腰俱相等若甲乙大於丙丁者則戊角大於巳角一卷二十五而兩三角形不相似求於兩底上各作三角形相似而兩腰各相等其周亦等



法曰作庚辛線與甲戊戊乙丙巳巳丁四線等而分之于壬令庚壬與壬辛之比例若甲乙與丙丁六卷十甲乙既大于丙丁則庚壬亦大于壬辛而平分庚壬於癸平分壬辛於子庚壬與壬辛既若甲乙與丙丁則合之而庚辛之視壬辛

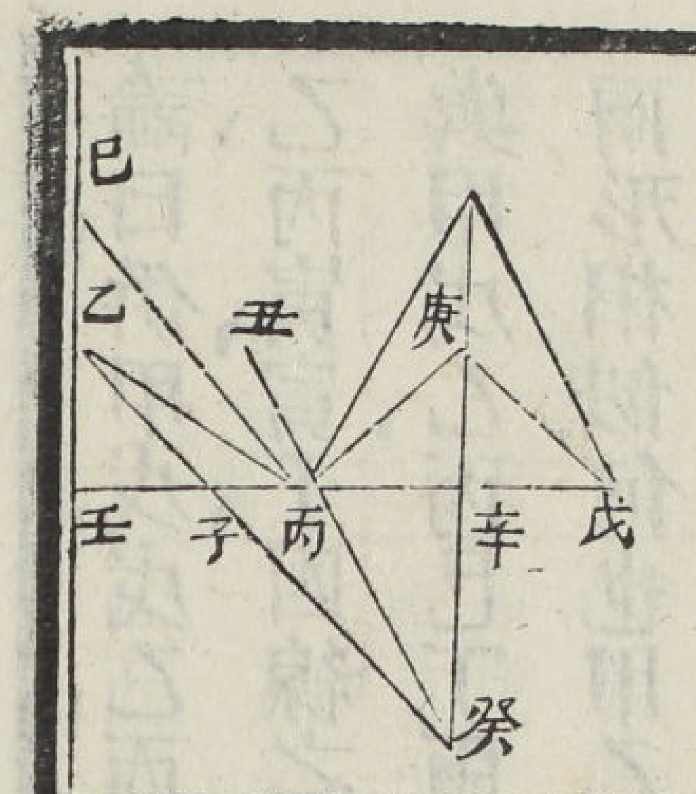
若甲乙丙丁併之視丙丁矣五卷十八夫庚辛併既大于甲乙丙丁併。兩邊必大於一邊在一卷二十則壬辛大于丙丁而庚壬大於甲乙也五卷十四甲乙庚癸癸壬三線每二線必大于一線而丙丁壬子子辛亦然令於甲乙上用庚癸癸壬線作甲丑乙三角形爲兩腰等而其周在甲戊乙形之外以戊甲戊乙得庚辛之半而庚壬之度過之故於丙丁上用壬子子辛線作丙寅丁三角形亦兩腰等。而其周在丙巳丁之內。巳丙巳丁亦得庚辛之半而壬辛之度不及故但一卷二十二

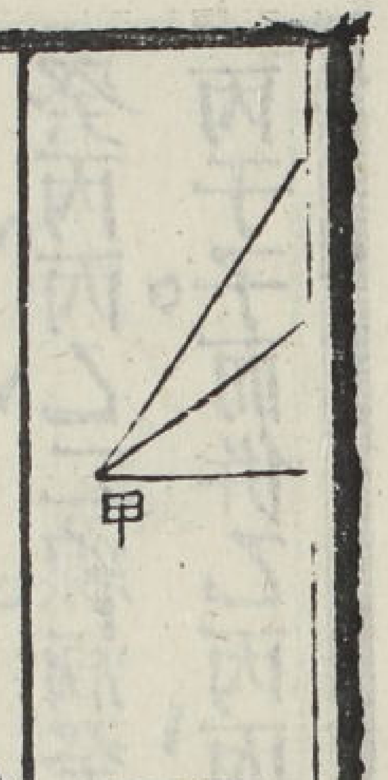


論曰併甲戊戊乙丙巳巳丁四線之度既與併甲丑丑乙丙寅寅丁四線之度相等則甲丑乙丙寅丁兩形自與甲戊乙丙巳丁兩形同周而其兩腰亦自相同至于兩形相似何也甲乙與丙丁若庚壬與壬辛而減半之庚癸與壬子。五卷十五又若丑甲與寅丙丑乙與寅丁也則更之而甲乙與甲丑若丙丁與丙寅而甲丑與丑乙若丙寅與寅丁。是兩形爲同邊之比例自相似六卷五

第十一題

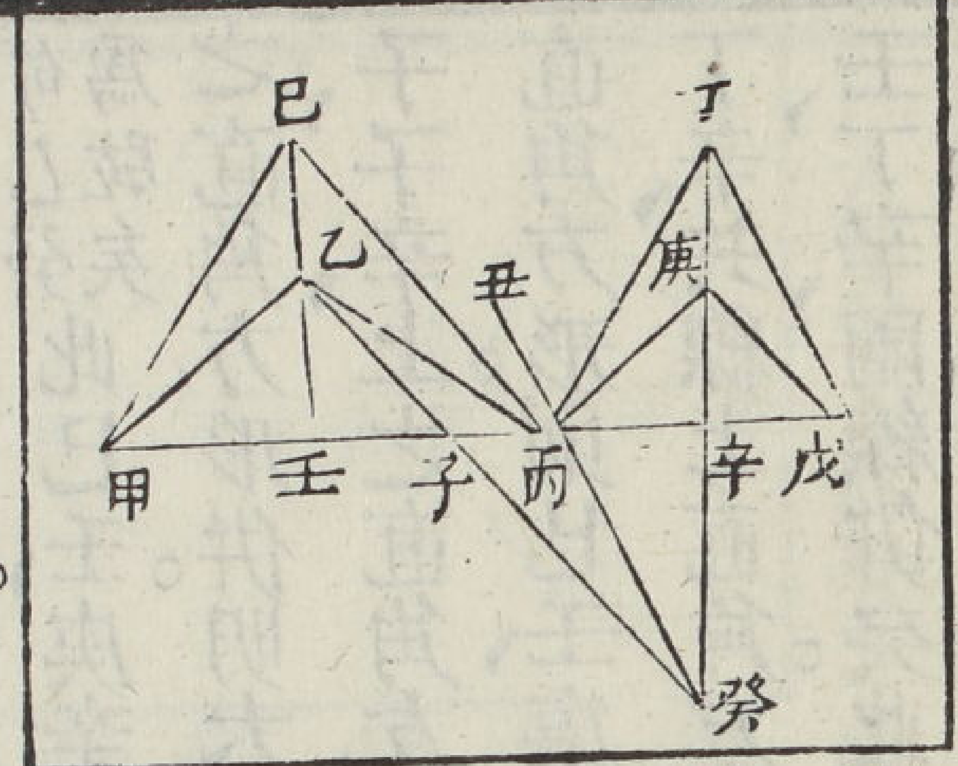
有大小兩底令作相似平腰三角形相併其所容必大

於不相似之兩三角形相併。其底同。其周同。又四腰俱
同。而不相似形併。必小於相似形併
解曰。甲丙、丙戊兩底上。設有甲乙丙及丙丁戊兩三角
形。而甲乙、乙丙、丙丁、丁戊四線俱等。令於兩底上依前
題別作甲巳丙及丙庚戊兩形相似。而與前兩三角形


相併者等周。題言甲巳丙、丙庚戊
併。大于甲乙丙、丙丁戊併。
論曰。將甲丙、丙戊作一直線。而甲
丙底大于丙戊底。乃從巳過乙作


巳壬線。兩分甲丙於壬。又從丁過
庚作丁辛線。兩分丙戊于辛。其甲
巳乙三角形之甲巳、巳乙兩邊。與乙巳丙三角形之巳
丙、巳乙兩邊等。而甲乙、乙丙兩底又等。則甲巳乙角與
丙巳乙角亦等。一卷八 又甲巳壬三角形之甲巳、巳壬兩
邊。與丙巳壬三角形之丙巳、巳壬兩邊等。則甲巳壬角
與丙巳壬角等。而甲壬、壬丙之兩底亦等。一卷四 壬之左
右皆直角。因顯丙辛、辛戊亦等。而辛之左右角亦直角
矣。次引丁辛至癸。令辛癸與丁辛同度。而從癸過丙作

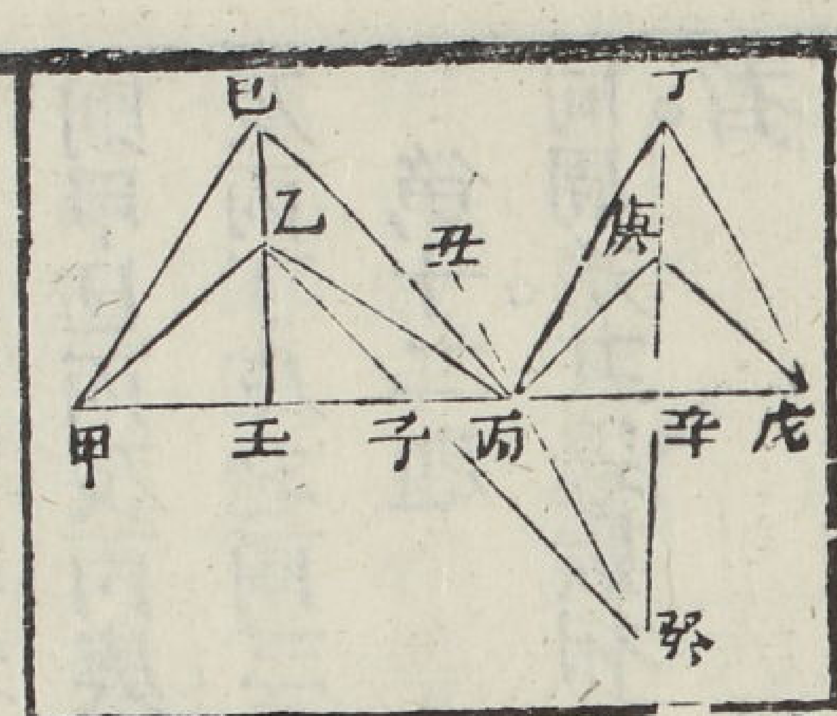
癸丑直線則丁丙辛三角形之丁辛、辛丙兩邊與辛癸
丙三角形之辛癸、辛丙兩邊等而辛之上下角亦等爲
直角丁丙、丙癸兩底等而丁丙辛角與癸丙辛角俱等一卷四
丁丙辛角既大于庚丙辛角而庚丙辛角與巳丙
壬角相似即相等一卷五而丁丙辛即癸丙辛總大于巳
丙壬其癸丙辛角等於對角之丑丙壬一卷十五是丑丙壬
亦大於巳丙壬而引癸丑線當在於丙巳之外也若夫
癸丙、丙乙二線涵癸丙乙角向壬試作癸乙線以分壬
丙于子而併乙丙、丙癸二線必大于癸乙線一卷二十則巳



丙、丙庚併亦大于乙癸線何也此
四形者兩兩相併爲等周則甲乙、
乙丙、丙丁、丁戊四線併與甲己、巳
丙、丙庚、庚戊四線併原相等而減
半之乙丙、丙丁卽乙丙、丙癸與巳
丙、丙庚亦相等故也併巳丙、丙庚
二線爲一直線就其上作直角方形必大于乙癸線上
之直角方形夫巳丙、丙庚併之直角方形與巳壬、庚辛
併之直角方形及壬丙、丙辛上之直角方形併相等九題

而癸乙上之直角方形與乙壬併辛丁卽辛癸上直角方形及壬子、子辛上直角方形併又自相等。九題從子上分兩對角其角等而壬與辛俱爲直角相似之形今移置辛癸於乙壬之下移置壬辛爲癸垂線則乙壬辛癸爲股壬辛爲句乙癸爲弦矣此巳壬庚辛線併之直角方形及壬丙、丙辛上之直角方形併。明大于乙壬、丁辛併之直角方形及壬子、子辛上之直角方形併也。此兩率者。每減一壬辛上直角方形。則巳壬、庚辛共線上之直角方形大于乙壬、丁辛共線上直角方形矣。而巳壬庚辛兩線併大于乙壬、丁辛兩線併矣。此兩率者。今同減乙壬。同減庚辛。則

巳乙豈不大於丁庚乎。壬丙原大於丙辛。以甲丙原大于丙戊故則巳乙與壬丙矩內直角形大于丁庚與辛丙矩內直角形。而乙巳丙三角形爲巳乙壬丙矩內直角形之半。何者。今從壬丙作垂線與乙巳平行。而以乙巳爲底就作直角形。此謂巳乙壬丙矩內直角形。其中積倍于巳乙丙三角形。反之則巳乙丙角形爲巳乙壬丙矩形之半。其丁庚丙三角形亦然。乃丁庚及辛丙矩內直角形之半也。則巳乙丙

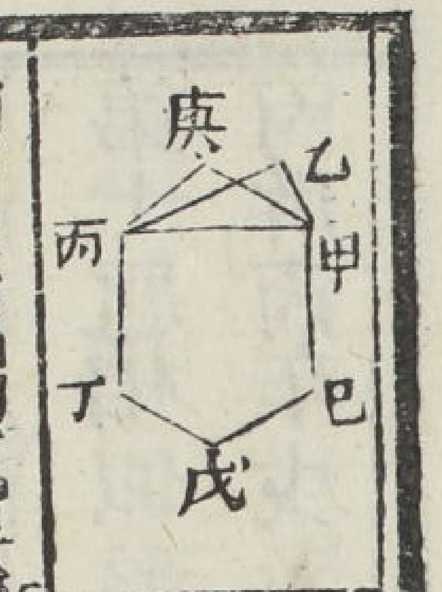


三角形大于丁庚丙三角形而甲巳丙乙形爲丙乙巳三角之倍者亦大于丙庚戊丁形爲丁庚丙三角之倍者矣此兩率者又每加甲乙丙與丙庚戊之三角形則甲巳丙及丙庚戊之兩三角形併豈不大于甲乙丙及丙丁戊之兩三角形併哉

第十二題

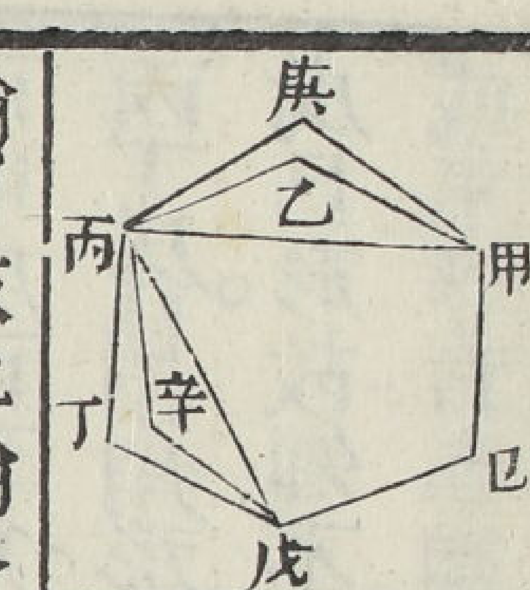
同周形其邊數相等而等角等邊者大于不等角等邊者

先解曰有甲乙丙丁戊巳多邊形與他形同周同角者較必邊邊相等乃爲最大之形



論曰若謂不然先設甲乙丙不等邊如第一圖又作甲丙線于上作等邊三角形爲甲庚丙形與甲乙丙等周本篇七則甲庚丙丁戊巳形亦與甲乙丙丁戊巳形等周而甲庚丙三角形必大于甲乙丙三角形本篇八分每加丙丁戊巳甲角形則甲庚丙丁戊巳形亦大于甲乙丙丁戊巳形故知不等邊者不爲最大其他如丙丁邊之類或不等者亦如此推

次解曰又設甲乙丙丁戊巳等邊形與
他形同周同邊者較必角角相等乃爲
最大之形

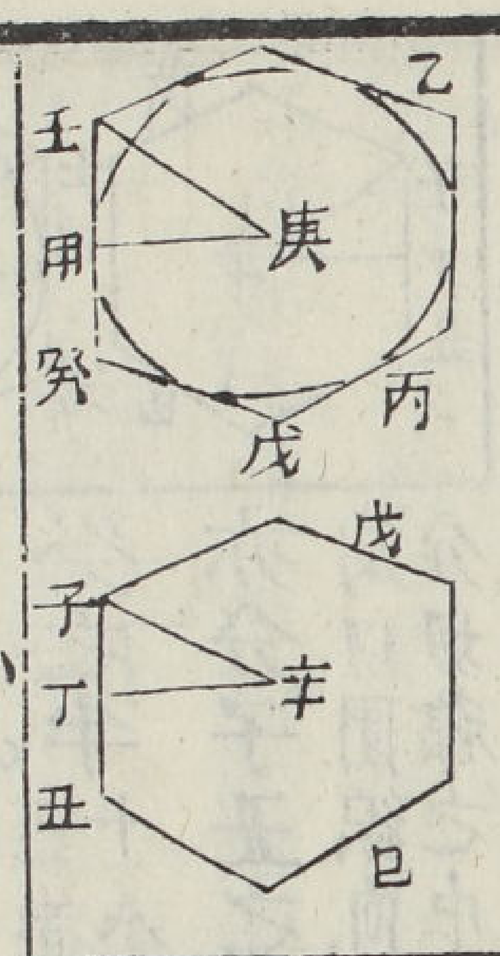


論曰依上論各邊俱等則甲乙丙丙丁戊爲等邊三角
形邊角俱等而甲乙乙丙與丙丁丁戊相等若謂不然而乙
角可大于丁角則甲丙線必大于丙戊線一卷二十四試于
甲丙丙戊兩底上別作三角形爲甲庚丙爲丙辛戊如
第十題相似形令與甲乙丙丙丁戊併者等周則甲庚
丙併丙辛戊者大于甲乙丙併丙丁戊本篇十一而每加丙

戊巳甲角形則甲庚丙辛戊巳必大于甲乙丙丁戊巳也
何得以等周等邊而不等角者爲最大乎

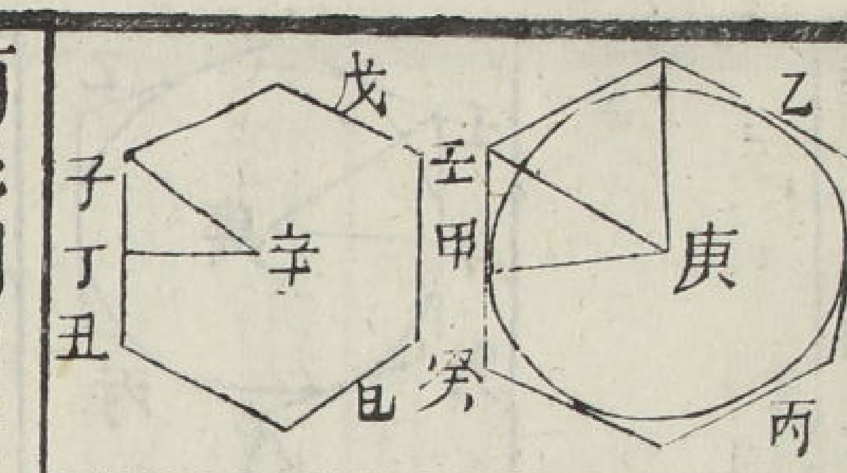
第十三題

凡同周形惟圜形者大於衆直線形有法者



解曰有甲乙丙圜形又有丁戊巳多邊有法形其周等題
言甲乙丙大于丁戊巳

論曰庚爲甲乙丙之心辛爲丁戊巳之心
甲乙丙外另作壬乙丙癸多邊形與丁戊

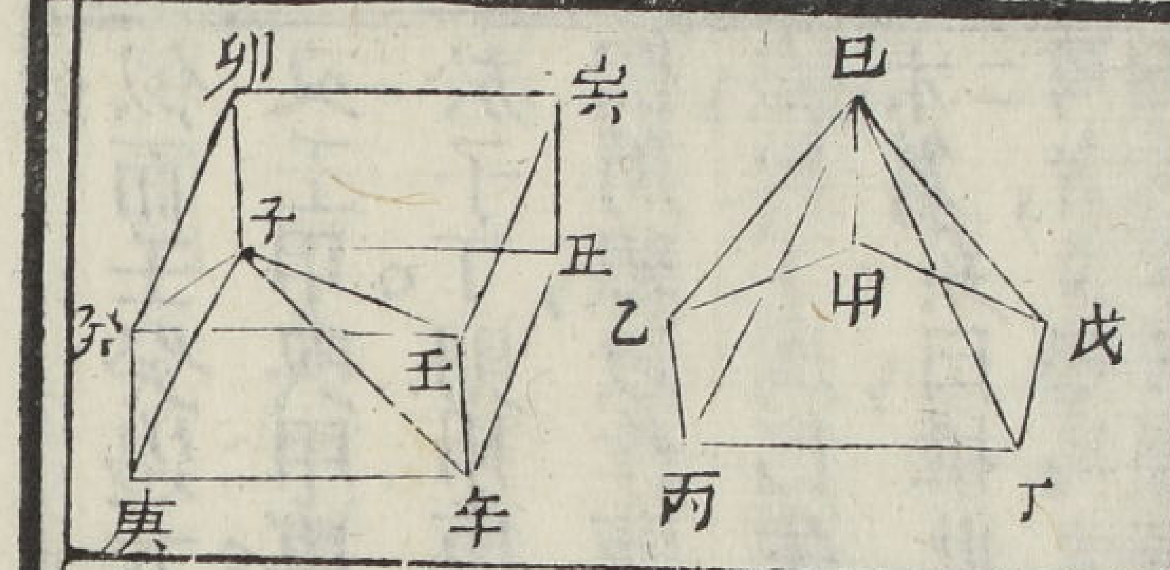


巳相似（四卷十六註）而從壬癸切圜于甲者作半徑線于庚則庚甲爲壬癸垂線而分壬癸之半（三卷十八）又從辛作子丑垂線則辛丁亦分子丑之半（三卷三設于兩多邊形外作切形圜而以壬癸子丑爲切圜線向心作垂線則垂線必分切線之中央故說在四卷十二）兩形相似其壬全角與子全角等則半之而甲壬庚角與丁子辛角亦等壬甲庚直角與子丁辛直角亦等（一卷三十二）然乙壬癸丙之周大于圜周而圜周與丁戊巳形相同則是乙壬癸丙周原大于丁戊巳周矣夫兩形相似而壬癸邊大於子丑邊則半之而壬甲亦大於子丁又壬甲與甲庚若子丁與丁辛之比例（六卷四）而壬甲大於子丁則甲庚亦大於丁辛（五卷十四）是故取甲庚線與半圜周線以作矩內直角形其與圜地等也大於取丁辛線與丁戊巳半周線以作矩內直角形其與形地等也

本篇二系曰推此見圜形大于各等周直線形（第六題證有法形同周者多邊爲大又十二題證等周及邊數之等者有法爲大又本題證等周之有法形惟圜爲大）則圜爲凡形等周者之最大

第十四題

銳觚全形所容與銳頂至邊垂線及三分底之一矩內直角立形等。



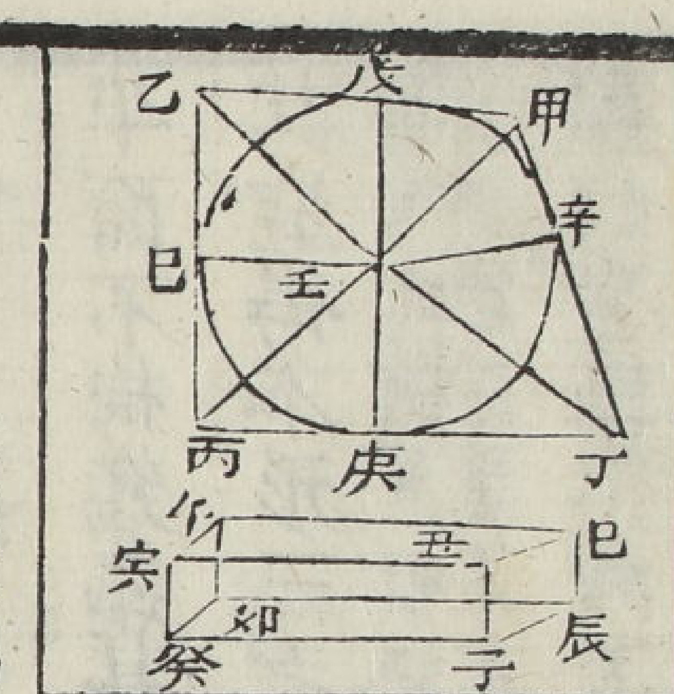
解曰。有觚形不拘幾面。如甲乙丙丁戊底。其頂巳。又有寅庚直角立方形者。其底庚辛壬癸。得甲乙丙丁戊底三之一。其高庚子。與觚等高。題言此寅庚形與觚形所容等。

論曰。從立形底諸角。與相對一角。如子角者。皆作線。以成庚辛壬癸子觚形。此形與寅庚形同底同高。又同巳甲銳觚之高。既巳甲形兼庚辛壬癸子觚之三。十二卷六註言兩觚形同高者其所容之比例如其底底等亦等底倍亦倍寅庚全形亦兼庚辛壬癸子觚之三。以同底同高故在十二卷七系則寅庚全方與巳甲觚等。

第十五題

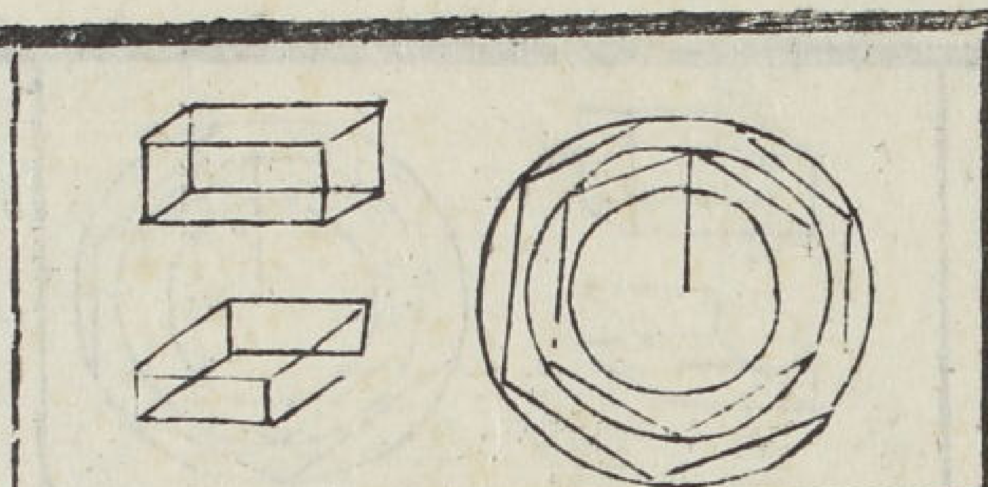
平面不拘幾邊。其全體可容渾圓切形者。設直角立形。其底得本形三之一。其高得圓半徑。即相等。可容渾圓切形者必圓形與諸面相切若長廣不切諸面者不在此論

解曰。有甲乙丙丁形。內含戊巳庚辛圜。其心壬。而外線



甲乙切圜於戊（卷十一三題）試從戊壬割圜之半作戊巳庚辛圜（圜形書一卷一題）從壬心望各切圜之點作壬戊為甲乙垂線（卷三十八）壬巳為乙丙垂線壬庚為丙丁垂線壬辛為甲丁垂線別一直角立方形午子其底子丑寅癸得甲乙丙丁體三之一而其高辰子與圜半徑等題言此直角立方形與甲乙丙丁全體等

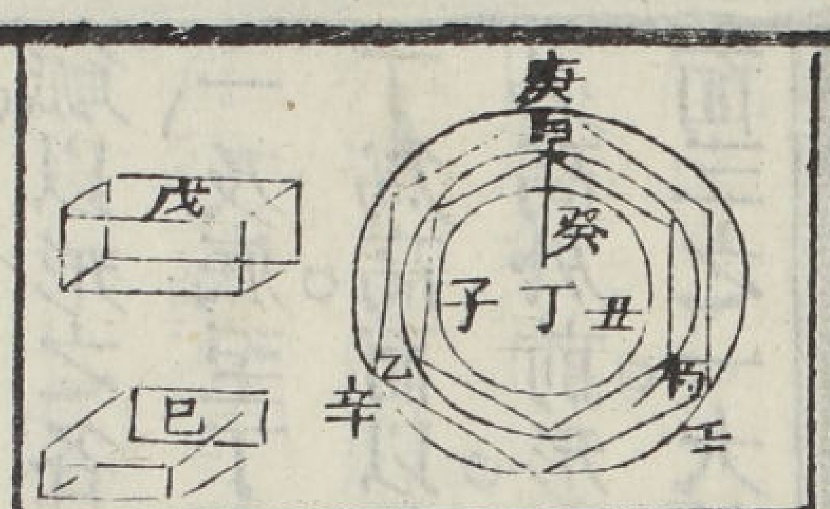
論曰從壬心與甲乙丙丁各角作直線即分其體為數觚形其面即為觚底而皆以壬心為觚銳頂此各觚皆以其三分底之一及至銳高之數為直角立方形皆與觚所容等（本篇十四）又併為一形即與甲乙丙丁體等亦與午子等以午子底正得甲乙全形三之一而其高合圜半徑也



第十六題

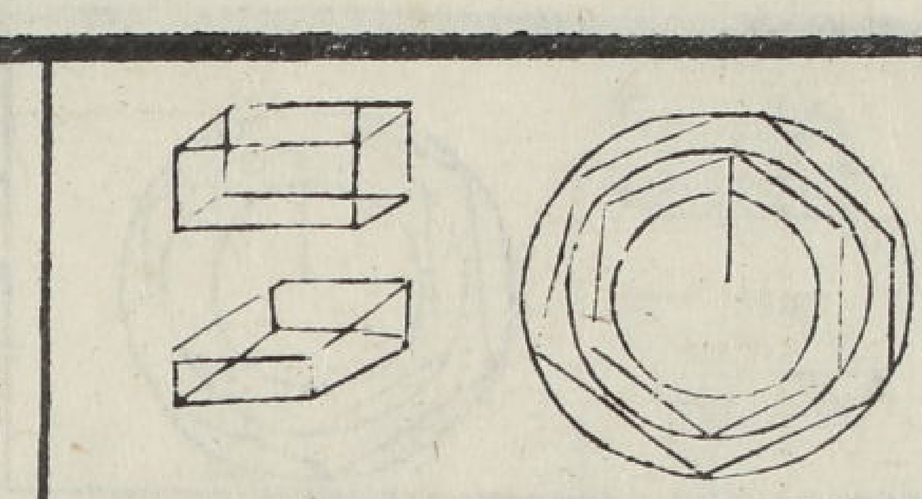
圜半徑及圜面三之一作直角立方形以較圜之所容等

解曰有甲乙丙渾圜其心為丁又有直角立形之戊



試取各觚底三之一、及丁垂線之高、以作直角立形、與觚等本篇十四則併為大直角立形、亦與庚辛壬內之法形等本篇十五如云以甲丁為高、而以各觚底三之一為直角立形、併為大形、則必小於前形、因顯庚辛壬三之一大於甲乙丙三之一、而戊形在甲丁徑及甲乙丙圜三之一矩、丙小於庚辛壬體、而謂庚辛壬不大於戊形、則向庚辛壬之內形、尚大於戊形也。

又論曰、戊形小於甲乙丙渾圜體者、其較為巳、試從丁



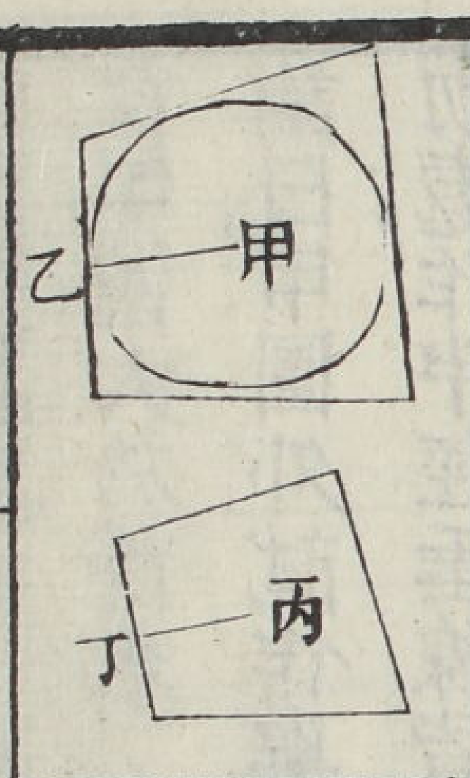
在甲丁徑及甲乙丁渾圜三之一矩內、題言戊形所容與甲乙丙渾圜等。

論曰、若言不等、謂戊大于渾圜形、其較有巳者、令以丁為心、外作庚辛壬渾圜、大于甲乙丙、而勿令大于戊、第令或等或小、以驗之、而于庚辛壬丙、試作有法形、勿切甲乙丙圜十二卷十七自丁心至形邊、各作垂線、則垂線必長於甲丁、又自丁心至形各角作直線、以分此形為幾觚、其庚辛壬法形諸直線為觚底、而垂線至丁心為觚頂

心再作癸子丑圜小於甲乙丙而勿令小於戊或大或等者以驗之。於甲乙丙圜內作有法形。不令切癸子丑。十二卷十七而從丁至甲乙丙各面為垂線。此垂線大於丁癸之半徑。又從丁向法形諸角作直線。以分此形為數觚。以形之各面為觚底。丁必為觚銳頂。而取觚底三之一、及底至丁之垂線、以作直角立形與觚等。若使以甲丁為高。而以各觚三之一為底。以作直角立形。則其形必高於前形。既甲乙丙圜之面。大於其內形之面、則圜面三之一。大於內形面三之一。而直角立方形在甲丁高、及甲乙丁面三之一、固即戊體矣、愈大於甲乙丁之內形矣。而云癸子丑圜。或等或大於戊。豈癸子丑圜大於甲乙丙圜。而分大於全歟。則戊體不小於甲乙丙矣。從後論不可為小。從前論不可為大。故曰等也。

第十七題

圜形與平面他形之容圜者、其周同。其容積、圜為大。



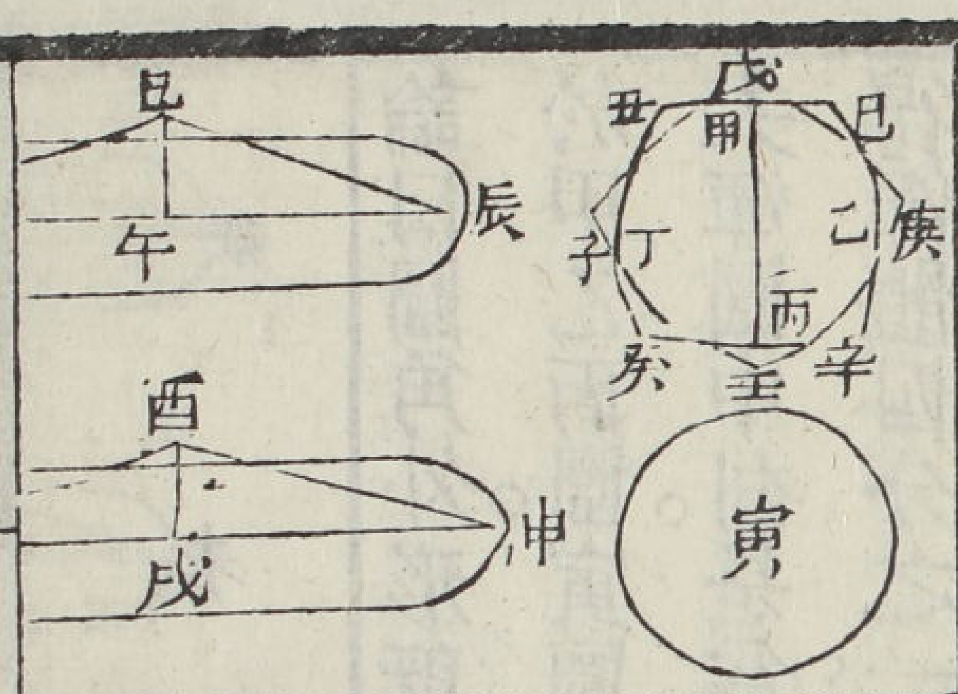
解曰有甲圜。其心甲。其半徑甲乙。又丙形與甲等周。其周內可作諸切邊圜形。而從心至邊為丙丁。題

言甲圜大於丙形

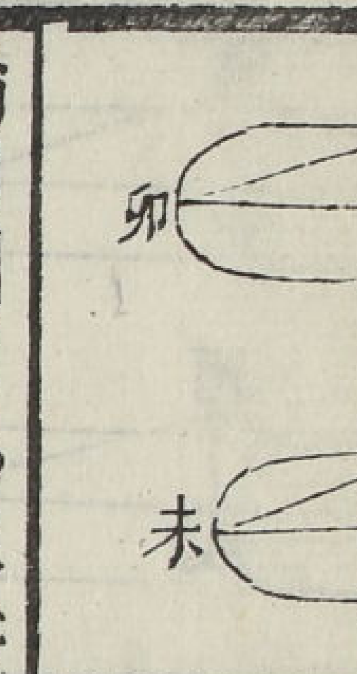
論曰、甲圜外試作與丙相似形。十二卷而從甲心至各邊切處作半徑垂線皆等。本篇十五有解其一爲甲乙。甲圜外形大於甲圜、其周面亦大於丙面、而甲乙垂線亦大於丁丙垂線。以甲半徑爲高、乃以三分圜體之一作直角立方形、即與甲圜形等。本篇十六以丙丁線爲高、而以三分丙形之一、作直角立方形、亦與丙形等。而甲之立方、固大於丙之立方本篇十五則甲圜與丙形雖同周、而甲圜所容爲大矣。

第十八題

凡渾圜形與圜外圜角形等周者、渾圜形必大於圜角形。



解曰、有甲乙丙丁圜、圜外作戊巳庚辛等法形、率以四數相偶、若八面、十二面、十六面、二十面及二十四、二十八之類、等邊等角、近於圜形者。又作戊壬過心線爲樞、以轉甲乙丙圜及戊巳庚辛法形、使平面旋爲立圜之體、則其形爲圜外圜角之形、而角與邊周遭皆等。圜書一卷

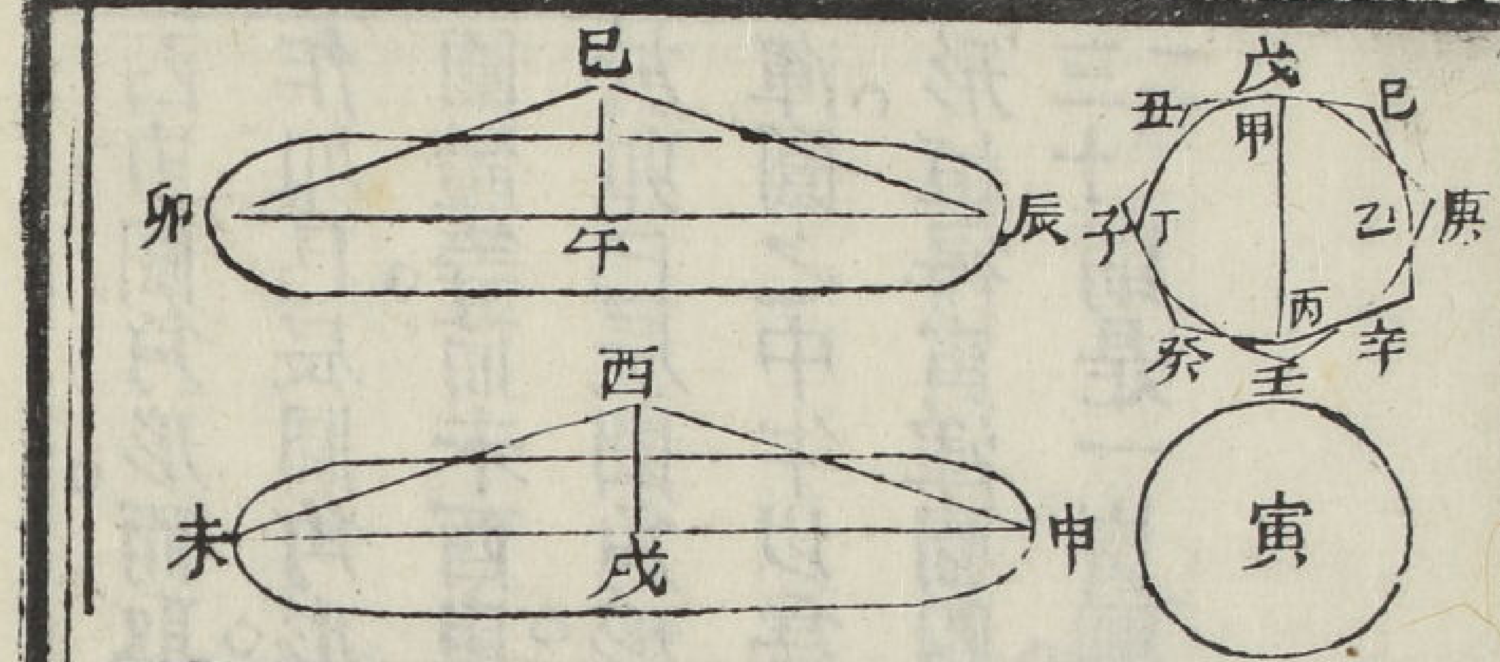


廿二廿七又有渾圜形寅與圜角形等周。

題言寅圜大於圜角形。

論曰圜角外形既大於內之甲乙丙圜形則寅圜亦大於甲乙丙圜寅圜之半徑亦大於甲乙丙圜之半徑也。

夫渾圜中剖是爲過心最大之圜此過心大圜之面恒得渾體四分之一。圜書一卷三十一題分倍寅徑以作卯辰徑其圜面四倍大於寅之圜面此專以圜面相較也卯辰徑既倍寅徑則卯辰圜固四倍於寅圜以圜與圜爲徑與徑再加之此例故也在六卷附一增題則卯辰圜與寅渾圜等此卯辰圜爲欲見角故畫作扁圜實止圜也次作未甲圜與卯辰等作未酉申圜角形而取寅半徑爲酉戌之高又於卯辰上亦作卯巳辰圜角形而取甲乙丙圜半徑爲巳午之高兩圜體等。而未酉申圜角形高於卯巳辰圜角形則亦大於卯巳辰圜角形。圜角形同底之比例若其高之比例在十二卷十四題夫割寅渾圜之中半以爲底即過心大圜也而以其半徑之高爲圜角形恒得寅渾圜四分之一。此旋轉所成失頂半圜形非只論其一面也在圜書一卷三十二則是一寅圜恒兼四圜角之形而未申圜原四倍大於寅圜則未酉申圜角形固與寅之渾圜形等矣。圜角形同高之比例若其底之比例故也



（在十二卷十一題）其卯巳辰圜角形底原等戊巳庚形之面。（戊巳庚之面與寅圜之面等故）而巳午之高亦等於甲圜半徑即戊巳庚辛角形自與卯巳辰圜角形等。（一圜書一卷二十九題論凡圜外有圜角形如甲乙丙外有戊巳庚形者以圜體過心大圜爲底而以圜半徑爲高旋作圜角形即與圜外諸圜角等）卯巳辰圜角形。既小於未酉申圜角形。而戊巳庚辛壬癸子丑形寧大於同周之寅乎。

圜容較義終