

淡

天

玉

一

談天卷十一

英國侯失勒原本

英國 偉烈亞勞 口譯

海寓 李善蘭 刪述

無錫 徐建寅 續述

彗星

古人以彗星之行速率甚大而無法恆隱而忽見光或甚巨異于常星故恆目爲災異人皆畏之雖智者不免焉今始知其行與繞日諸星同理未嘗無法然其狀及功用亦未能深悉又有難解者數事如尾其一也凡此俱俟後賢深攷之

彗之見于史者多至數百次意古時未有遠鏡所見者彗之大者耳近代遠鏡日精大率每年必見一二彗甚或二三彗並見于一時故知彗之數必多至數千有彗盡在地平上則不能見惟日食既方見之漢宣帝元康四年日食見大彗在日旁事載寰乃加所著書又有數彗光最大正午亦能見載于史者明建文五年嘉靖十一年近道光二十三年諸彗皆是也而前古漢初元五年羅馬國主該撒亞古士督新嗣位大會臣民陳百戲賽祀鬼神彗忽晝見時前主該撒儒畧死未逾時國人皆謂彗卽儒畧之神也至作詩歌詠其事

凡彗之頭大率爲大光體其狀不一定中心一點最明如一行星或如一恆星背日之面發長光二道近頭合爲一或不合漸遠頭漸闊漸散其本末略似流星後之光或似火箭後之光是謂尾亞利克斯多託周威烈王五年之彗尾長六十度而近代萬曆四十六年之彗尾長一百零四度康熙十九年之彗尾長七十度或云九十九度乾隆三十四年之彗尾長九十七度道光二十三年之彗尾長六十五度二圖乃嘉慶二十四年之彗也此彗不甚大然不難目見之

彗非恆有尾有光甚明而尾短不顯者有體甚大而絕無尾者萬曆十三年乾隆二十八年二次所見彗是也萬西尼言康熙三年二十一年二次之彗爲正圓形甚清瑩若木星然彗或有數尾者乾隆九年之彗有六尾如摺扇狀長三十度道光三年見一小彗二尾其交角約一百六十度一尾背日光更明一尾幾向日稍淡凡彗之尾恆微曲向後若有力撓之

凡小彗非遠鏡不能見者甚多或無尾望之若正圓或橢圓之星氣漸近中心漸厚疑無實體女士密哲勒于道光二十七年八月二十七日用一百倍力之遠鏡測一彗正過五等恆星不能言其質何邊爲厚此恆星地面霧氣高

十餘尺尚能掩之而隔慧望之甚明哲此慧非實體之證
慧雖大不見有朔望之象然借日光而明無可疑者蓋
慧乃薄氣積成能透日光故內外通明也竊意慧體甚小
而包體之氣甚大體與氣俱受日光而明則上三事俱非
難解矣譬如日落時天半之霞通體光明以慧之薄比之
此霞猶是實體也故以目視慧疑為實體用遠鏡察之知
非實體或中心有一點更明者意是實體耳此實體甚小
其攝力不能收束所包之氣故氣漲甚大甚薄也假如地
球之質積變小僅騰千分之一則攝外氣之力亦變小僅
得千分之一其氣必漲大多一千倍或不止一千倍蓋氣
距中心愈遠攝力愈小故也然氣雖大必仍包其中體此
理僅能解慧氣之薄至其尾當別有理也



慧之頭其外體或似煙或似霧或似雲可以上條理解之
尾之本包頭而與頭不相連望之若雲二層中
有空處其狀如水滙其曲勢合拋物線頭在內
近滙之頂如圖此可明尾分為二之故人于地
糾望其滙故愈近邊光愈深

慧之行一若無法有數日內連次見者有歷數月見者有
行甚緩有行甚速亦有于本道之二處一甚緩一甚速者
明成化八年之慧其最速時一日中過四十度有順有逆

有曲折又諸慧之道徧天空皆有之不以諸行星道俱近
黃道一帶也有初見光甚淡而小行甚緩尾甚微旣而漸
速光漸明大尾出漸大甚長且甚明至近日而隱復見出
對邊大率過卑點後光最大尾亦最長故疑慧之尾生于
日光也又過卑點後其行先速後遲久之尾漸短光亦漸
淡而小以至不見

若不知攝力之理則慧之行無法能解之奈端已攷明繞
日諸體皆依圓維諸曲線而行因悟慧星道亦必依此理
康熙十九年之慧尾長且近且用以驗其理最便因測之
果合其道為橢圓而極長與拋物線幾無別日居其一心
慧之行道所過面積與時有比例與行星無異此後人皆
信之無復疑者

凡有慧星見大率三次測其赤道經緯度以推其橢圓道
或拋物道之大小及方向即可定其諸根數曰最卑點之
經度曰正交點之經度曰與黃道交角度曰半長徑曰兩
心差曰過最卑之時及繞日順逆行大略皆與行星同諸
根既定即可依法推其全道謂卷九再論從地心之視方位偏而更測驗
以攷其合否攷驗之法此為最嚴

拋物線為圓錐上橢圓與雙曲線二線分界處之一線即
長徑大至無窮之橢圓慧所行橢圓道大率極長故見時

其所行道依拋物線推之不覺其不合然彗有再見者若其道爲拋物線則已過最卑後不能復回而或入于恆星中或滅于天空安能再見耶今測得彗星行橢圓道者居多此等彗若不因行星攝動令道大變必永爲太陽之屬星或疑有彗行雙線道者但未有二人詳推其道而得實證

彗星道之根數已知則無論何時距地球數及尾之實方亦可知故其頭之實徑尾之實長實廣俱不難推今取已推得者錄數則于此以廣見聞康熙十九年之彗過最卑點後僅二日奈端測其尾已長一億七千萬里推其最長時必至三億六千萬里乾隆三十四年之彗其尾長一億四千萬里嘉慶十六年之彗其尾長三億一千萬里其頭在透光氣中了了可見與尾不連實徑一百六十萬里其質滯大至此以意度之必不能復斂其中心質積微攝力甚小故也凡彗數次復見其尾漸小或亦因此也康熙二十一年有彗見尾長三十度好里測其過最卑得諸根數與嘉靖十年萬曆三十五年二次之彗根數略同意必一彗也其再見約計七十五或七十六年因言乾隆二十四年必再見及期將至天學家俱欲驗其言或恐因大行星攝動必生差格來羅依奈端攝力之理推得因土

星攝動當退後一百日因木星攝動當退後五百十八日并之得六百十八日乃依根數預推其時內減此日數謂見時當在乾隆二十四年清明前後二月之中既而二月十四日彗星果見在清明前二十四日其後精厯算者復預推其再見過最卑之時大慕鎮推得道光十五年九月十四日邦約古浪推得九月初七日而陸孫白立曼二家細攷十一日立曼推得十月初七日而陸孫白立曼二家細攷康熙二十一年乾隆二十四年測簿又細推諸行星之攝動故人更信之六月三十日立曼以所推刊板傳送閏六月十一日羅馬天氣清明最先見之若淡星氣然與陸孫白所推是日當在之處不差一度二十六日人共見之所過之道略與所推合九月二十六日過最卑後其行向南北半球不能見十六年正月至三月俱見于南半球至三月二十日而隱此彗因好里所測定即名好里彗云

好里彗道光間見時遠鏡較乾隆時力更大而統地球皆測之故攷察最詳初見時距日甚遠僅若小圓星氣微撒無尾有一點較明不在中心八月十一日尾初發逐日漸大至十四日長四五度二十四日至二十度爲最長既而漸小至九月初八日僅長三度十五日二度半意未至最卑點其尾已隱過最卑點日俄羅斯之波羅喀有人測之

不言有尾也。當八月十一日尾初發時，其中體忽明，向日之面發光一道，未幾即隱，既而復發，至十七日其勢更猛，既而時隱時發，以至不見其光之狀，及方向變化不定。連二夜無時或同，有時爲一道，距中體不遠，有時爲扇形，有時或二道或三道，或多道發于各方向，如六板一圖，甲爲八月十七乙爲十八丙爲十九丁爲二十一，四夜內中體發光之狀也。向上即向日之面，因頭太大不能作成圖，亦十八夜之狀，兼中體與頭作之，乃縮本也。此時見光道擺動于向日線之左右，一若指南針擺動于午線之左右，其光之本甚明，距中體稍遠，即暗，散入空中而不見其形，曲向後若煙或水氣出小孔，遇風不能當之狀。天學家據此立彗星例若干條如左：

一、凡彗之中體受日之熱必發氣，其氣于彗體包力小處洩出，條條直射，意此氣洩時必有令彗倒退力而彗行之方向必因之微變。

一、中體發氣必在向日之面，故洩出之方向恆對日。
一、氣洩出日有力推之，令退至中體之後，行甚遠而成尾之質。

一、彗之質有不變氣者，有變氣而包中體以成頭及鬚者。
一、日推氣成尾之力與攝力異，而較攝力更大，何則此氣

洩時有中體攝力，又有彗之本行力，而退後甚速，故知推力甚大，蓋推力能銷盡此二力，尚有餘力推氣令急向後也。

一、若彗之攝力不大于一切萬物之攝力，尾必離彗而去，竊意尾離彗中體如是之遠，中體如是之小，其攝力必不能攝定之，然則彗每近日一次必稍減體中成尾之質，久之能令洩出之氣漸少，而其狀漸似行星。

一、續彗尾發至甚遠，意必散于天空，而不能回聚至中體，故每過最卑點一次必稍減中體成尾之質，因成尾之質不受日之攝力，而受日之推力，則減餘之質受日之攝力必益大，與體質之多少爲反比，行道爲橢圓，每過最卑點一次其周時必減小，于前一次之周時至受日推力之質盡去而止。

好里彗過最卑後二月不見，至十二月初八夜始復見，其狀大異于前，尾已無以目，望之大如四五等星，而薄若星氣，用大力遠鏡窺之，爲小光面，徑二分強，外有氣包之鬚，甚多，其面內近心處有中體，略明，背日發一短光線，如六版一圖中之已彗，離日稍遠，鬚速減，若面食之，而其面驟變大，初九及十六二日，依彗距地以分微尺測而推之，其光面變大之比若一與四十比，從此漸大漸薄，以至從中

其不見由于無光可制非關遠也變大時其面背日之半略變長其全形作拋物線狀如六版一圓中之庚向日之半恆有明背之界而底變淡難辨意此時若光未滅亦能見其發尾但其面漸大漸暗故惟見其後有若尾之根者目與小力遠鏡俱能察之而慧已極遠數夜遂不見拋物包漸大漸暗時其中體無大變但所發之光線漸變長而明其方向合拋物體之軸亦不似前向日發光時變化無定也竊意若前日之向日發光爲發尾之用則今日之背日發光必爲收尾之用久之此光亦漸變暗又末一夜所見之狀如始一夜所見之狀一若小圓星氣近中心有光點也

慧之見于史者中有若干次或疑即一慧一爲康熙十九年之慧推得其周時爲五百七十五年其前一次北宋崇寧五年正月時君士但丁及猶太亦見之故中西史中俱載焉又前一次陳太建七年四月史載正午見慧近日又前一次前漢初元五年慧晝見意即一慧也又前有二次一載古希臘書一載和馬詩此時之歷不甚明今推之一當在周頃王元年一當在殷時也英士韋恩敦謂此慧昔行近地時成柳亞之洪水云

此類之慧所見者罕前所記者可爲典要因格細辨所

記康熙十九年慧星之理其內有諸行星攝動之力依所推得者言其周時既爲五百七十五年則無有攔圓道能合之故憶度其周時當爲八千八百十四年也另有所記北宋崇寧五年之慧與康熙十九年之慧不能合一道故以此二慧爲一慧必不能也

一爲明嘉靖三十五年之慧甚大近或推得約于咸豐十年當復見而至今未見也此慧或疑即南宋景定五年七月之慧欣特曾取當時測簿細推之根數悉合無可疑也又宋開寶八年六月之慧其光日出後尙能見尾長四十六度又晉太元二十年所見漢永元十六年所見恐皆即此慧其周時約二百九十二年弱又順治十八年明嘉靖十一年建文五年南宋紹興十五年唐大順二年四月蜀漢延熙六年俱有大慧或云是一慧其周時一百二十九年果爾則乾隆五十四五十五年之間當再見而竟不見意其過最卑或在夏至後一月則以其道之方向推之法當恆隱也嘉靖十一年順治十八年二次測簿墨商會細推之謂根數不同恐非一慧阿爾白士覆推所得嘉靖年根數與墨商大異而順治年根數與墨商合故此一慧尙未能定

慧之周時有甚小者一日因格慧初推得其根而預定其

再見時者爲白靈之因格卽以人之名名之也亦行橢圓道兩心差甚大其道與黃道交角約十三度二十二分其周時爲一千二百一十一日嘉慶二十四年用四次測簿參攷得之因格推得其橢圓道謂道光二年當復見至期果見龍格于新南維立斯巴拉馬大測之時歐羅巴州不見此後天下星臺皆預推而測之以因格彗逐次過最卑之時細攷之除諸行星之攝動外尚有差覺其周漸小每周減一百分目之十一如此距日之中數及長徑亦必略變小因格言此必天空中有薄氣阻其行令速率變小故離心力亦變小而目之攝力拉之令近也此說若確則彗之體若非自消盡久之必與日相併惟因其體質之輕故無所不可依前言^{本卷彗星例}彗能有別理解說之彗體可不必滅也又測因格彗之體積漸近日漸小漸遠日漸大與好里彗同之勒思謂徧天空有薄氣漸近日漸厚故擠彗之體令變小也果爾則將謂彗體之外如一片令內氣與天空氣不通耶恐未必然竊意因距日遠近冷熱不同令彗之體或變爲雲或變爲不能見之薄氣故覺有大小耳^{普蘭案此說不誤}此彗無尾有小中體不在中心恆偏于向日之一邊其形狀未能測定一曰比乙拉彗乃道光六年比乙拉在堪地利所測得者意卽乾隆三十七年及嘉慶十年

之彗也所行道甚攝其周時爲二千四百十日其道與黃道交角十二度三十四分道光十二年二十六年咸豐二年俱爲再見之期其交點最近地道光十二年設地行速一月必遇彗于交點恐亦一大危事也比乙拉彗甚小最明時尚不能以目見而道光二十五年乃獨顯一大異事忽分爲二彗並行七十度連鏡能合觀之十一月二十一日初覺有異望之如一黎至十二月十六日米利堅華盛頓初見分爲二十八日統歐羅巴州皆見爲雙彗初分時見小彗之中體距本中體之心二分其距心線之方向與經圈交角約三百二十八度小彗在本彗之北從此漸分爲二至二十六年正月初四日小彗距本彗心三分十二日距心四分十八日距心五分二月初八日距心九分十九秒而距心線之方向略不變其分後二彗各有變狀且各有中體及短尾尾之方向平行與距心線略近正交十二月十六日新彗較舊彗小而暗其後大小明暗互相消長正月十四日新彗爲月所奪而舊彗仍見十五日二彗大小明暗略同十九至二十一日新彗明于舊彗中體清普若恆星二十三日舊彗倍明于新彗中體最明若恆星從此新彗漸暗直至二月十八日後二彗並見至二月二十七日而僅見一彗至三月二十七日而俱隱二彗互

爲明暗時新彗于尾之外另發光一條作弧形與舊彗相聯若橋然舊彗復明時亦另發光一條故正月二十七二十八二夜視舊彗若有三小尾其一聯于新彗三尾之角約一百二十度時瑞士日內瓦星臺官拔蘭大木詳攷測簿分推得二彗之根數謂正月十五夜至二月二十五夜所見二體相距之大小乃視距非真距也準地距二彗線及此距線與二彗聯線之交角推其真距約三十九倍地半徑幾及月地距三分之二彗之質甚微相距如是遠其相與之攝動必幾若無

緣此事甚奇也因其根數知此雙彗在咸豐二年必復見

測天家咸詳測之至六七月間英國堪比日星臺查里司羅馬之色幾與斯得路佛三人皆測此二彗其方向相與之勢相同所以當時見太陽又加一屬星也

二圖參弟尼以相數推之言其二彗當于同治四年十

二月十一日與十三日各復過最卑點然而諸測天家雖勸測之皆未見之也

又有一彗道光二十三年十月初一日巴黎斯飛測得之其道爲橢圓呢谷求推其根數力佛理亞復改正之其周時爲二千七百十七日六八兩心差爲〇五五五九六其道與黃道交角十一度二十二分三十一秒依諸根及諸

行星攝動力推得再見過最卑約在咸豐元年三月初二日其後于道光三十年十一月二十三夜查里斯測見之斯得路佛亦測之至明年二月初三日而隱在三十日過最卑點與推得之數略合咸豐八年復過最卑

諸彗之道俱爲極長橢圓與黃道交角又大小不一則其出入諸行星道必有時與星最近甚者或相遇如比乙拉彗道與地道甚近恐數百萬年後與地球必有相遇之時又乾隆三十五年之彗閏五月初八日距地最近時約七倍月地距又三十二年此彗與木星最近時爲五十八分木星道半徑之一或謂此時爲木星所攝動而其道愈近地勒石力推此彗之兩心差爲〇七八五八其周時約五十年半其道與黃道交角一度三十四分乾隆三十五年六月二十二日過最卑四十二年復過最卑近日不能見四十四年七月十一日距木星最近爲四百九十一分木星道半徑之一卽木星第四月道半徑五分之四此時受木星攝動更大其道大變測算諸根與勒石力前所推大異而木星及諸月不見有攝動故知彗體之質甚微也道光二十四年七月初九日羅馬星臺官迪未谷測得一彗知其道爲橢圓與拋物線大不合自二十日過最卑直至十月二十八日每夜俱可測之各家推其根數大畧相

光緒三十四年七月各所推舉公議總數表

日期	练习内容	练习次数	练习时间	练习地点	练习结果
2010.10.10	练习1	10次	10分钟	操场	良好
2010.10.11	练习2	10次	10分钟	操场	良好
2010.10.12	练习3	10次	10分钟	操场	良好
2010.10.13	练习4	10次	10分钟	操场	良好
2010.10.14	练习5	10次	10分钟	操场	良好
2010.10.15	练习6	10次	10分钟	操场	良好
2010.10.16	练习7	10次	10分钟	操场	良好
2010.10.17	练习8	10次	10分钟	操场	良好
2010.10.18	练习9	10次	10分钟	操场	良好
2010.10.19	练习10	10次	10分钟	操场	良好

[illegible]

書又乾隆八年三十一年嘉慶二十四年
 三次所見恐俱卽此彗也 凡半長徑以地
道半徑爲一兩
 心彗以半
 長徑爲一
 道光二十六年二月初一日勃陸孫測得
 一彗言其道非拋物線今以諸家推得拋
 圖諸根數列爲表 推者四家曰白倫謂曰
欣特曰威令根曰特漢
 此彗甚暗形狀無大異其根數與嘉靖十
 一年之彗大略相近
 道光二十六年閏五月初三夜彼得測得
 一彗遙候詳推其根數得周時五千八百

同其周時約一千九百九十曰若無
攝動再過最卑當在道光二十九年
十二月此時慧愷近日不能見凡小
慧測其體恆不清舊故最難推今以
諸家所推根數列爲表令讀者知測
算之精密也推者六家曰呢各求日欣持曰舒勒斯係曰飛
小尾力佛理亞細推謂與康熙十七
年所見同一慧而樂竭與毛費二人
謂與萬曆十三年第谷所測者同一

零四日三兩心差〇七五六七二半長徑六三二〇六六
交黃道角三十一度二分十四秒是年五月初八日過最
卑

道光二十三年有大彗見未過最卑時統地球俱不見正月二十九日過最卑二月初一日始見于萬地曼蘭初三日北半球熱帶內初見其尾而赤道南日落後見其頭在西地平上用遠鏡察之其面若行星尾分爲二交角甚小有黑氣一道隔之長約二十五度尾根有光射出與尾同方向其北又發光一道引長其尾與尾交角五六度其長距頭六十五度其南亦有光一道但暗于北者中體甚明若一二等恆星至十一日若三等恆星光驟暗十九日目不能見而尾仍極明愈遠中體愈明若以目視不能見其與頭連初三日後尾成一長光帶覺微彎十一日加爾各搭革勒里休測見尾之南又發一尾與本尾交角十八度而長幾倍本尾約一百度前後日俱不見于一日中發之能令如是遠可想見中體發力之大若所發爲實頓則其力更強于攝力此彗過最卑後一日印度貿易公局有船曰阿文格論頭爾過好望角日將落時其見此彗狀若小佩刀是日米利堅波德蘭格拉格午後三小時六分用紀限儀測見其中體距日心僅三度五十分四十三秒中體

表數報端星轉九月正年三十二光緒維新家康

行次	日期	项目	数量	单位	金额	备注
1	2000.1.1	期初余额				
2	2000.1.1	购入	100	元	100.00	
3	2000.1.1	销售	50	元	50.00	
4	2000.1.1	期末余额				

與尾俱甚明。譬如月在清天，近頭處色略異。格氏謂中體如此，厚設過日而亦能見也。又測尾長五十九分，約倍日視徑。此曰：彗距地與日畧同，推其實長約五百萬里。此爲古今最異之彗，故其根數，歷算家多推之。今擇其尤密者，列爲表。凡彗卑距日以地通半徑爲一此彗之異者，最卑距日甚近。古今所見之彗，未有若是近日者。試以日地距之中數爲半徑，命爲一，則日半徑爲十六分一秒五之正弦。

○四六六取上表中諸距日之中數爲○○○五三四大於日半徑僅○○○六八約爲七分之一是彗在最卑時距日面數如七分日半徑之一凡日所發光與熱距日愈遠則愈分而愈薄其比例如半天球與日視面之比地球所見日之視面其徑爲三十二分三秒此彗在最卑時所見日之視面其徑爲一百二十一度三十二分準幾何凡球截面之比若四分截弧之一之正弦平方比依法推得地與彗所見日二視面之比若一與四萬七千零四十二之比卽地與彗所受日光熱之比試思若四萬七千零四十二箇太陽合以照我其光與熱當若何耶巴格所

造陽隨徑二十七寸聚光點距鏡六尺半用時光熱盡蒙于聚光點必與見日視徑二十三度二十六分處同此球所受光熱大一千九百十五倍與彗所受光熱比若二與四十九比而此鏡已能銘瑪瑙與水晶或再用一飲光鏡增其力至七倍則比地所受光熱爲一萬三千四百零五倍卽此聚光點之光熱與彗所受光熱比若二與七比然則此彗所受光熱真不可思議也此彗在最卑時其速率一秒中行一千零五十八里自正交至中交不過二小時強在中交距日倍最卑時所受光熱少四分之三按康熙十九年之彗最卑距日心爲○○○六二其距日面如三分日半徑之一弱較此彗一倍強奈端推其受熱已多于赤鐵二千倍云此彗之道雖未能細推然測知其非拋物線而爲橢圓康熙七年里斯本薄羅那及巴西等地俱見大彗之尾與此時所見之尾畧同自正月二十一日後數日間其方向亦略同光甚大照海面生影其後頭出地平亦如此彗不甚清暫當時雖未細測但諸事俱相似人多意其爲一彗其周時約一百七十五年後細攷舊彗測簿而益信又攷史而知晉泰始四年正月劉宋元嘉十九年九月唐貞元七年宋開寶元年南宋紹興十三年元延祐四年明弘治七年諸次所見必皆卽此彗也蓋輩所推當

見于泰始四年劉宋元嘉二十年唐武德元年貞元九年
開寶元年紹興十三年延祐五年弘治六年與史所見或
同年或先後一二年因有諸行星攝動故不能一定也或
疑康熙二十八年十月二十六日至十一月十一日所見
之彗與此彗同爾時粗測其方位冰立取測簿細推其根
數最卑甚近日又最卑及交點之經度俱畧同但交黃道
角六十九度大不合底爾思復推之僅三十度四分則非
甚不合然則一百七十五年中當見八次其周時爲二十
一年八七五自道光二十三年正月二十九日上推見于
史者不獨如上所云又有雍正十一年康熙二十八年明
嘉靖三十八年及十六年正德十年成化七年宣德元年
永樂三年洪武十六年元至正二十一年後至元六年二
月元貞二年宋咸淳十年紹定三年嘉定元年元符元年
嘉祐元年七月景祐元年大中祥符五年淳化元年後唐
同光三年唐大中十一年九月嗣聖元年梁永壽元年中
大通二年劉宋永和二年蜀漢延熙八年或十年漢光
和三年冬延熹元年諸彗疑皆是也果爾則同治三年冬過
最卑前後俱當見于南半球後格勞孫合各次測簿統攷
其根數謂其周時僅六年三八或云二十一年八七五以
三分之當爲七年二九二方與諸史合此說恐未必合理

然用如此小周時其行法尙能合則二十一年之周時更
可信矣

近代天算家所最究心者莫如彗推彗之法目精一日攷
諸行星攝動之力日密一日徧查古史所記及測簿以新
法盡推其根數一有彗見輒用新法攷之三四日後即能
得其根數之大畧復細測而推之遂愈密人人樂此不疲
略覺有不合拋物線處則大喜輒徧查舊彗根數相合否
以證其爲橢圓道若干年復見也又悉推諸行星之攝動
以證其見之期或差而前或差而後噫國昔王下令徧地
球能測得一彗者旌以金牌由是測彗者益衆亦益精而
得彗亦益多每得一彗卽郵告噫國噫國卽以金牌郵寄
之而以其測單徧送各國星臺令詳測之故彗一出卽能
盡得其根數也

測天諸家所得彗星之多者有木斯得二十九梅西爾
得十四墨商得十迪未谷得八女士侯失勒加羅林得
八又米利堅女士密哲勒與早堡女士龍格于道光二
十七年異處同時得一彗而密哲勒稍先

因測彗又得旁通諸理憑周時差而知徧天空有薄氣能
阻動其一也又彗近行星時測其攝動力可推行星質積
多少如水星之質積古昔未知道光十八年有彗近之始

大略能推定二十八年十二月二十六日是彗復過水星較前更近僅十五倍月地距而推得其質積益密

彗之尾若係實質則當其過最卑時疾行旋轉而尾不曲與攝力理不合與重學中動理亦不合康熙十九年道光二十三年二次之彗其尾幾與地道半徑等旋過最卑皆不壞而道光之彗其尾之方向旋過一百八十度僅二小時畧強如是之速恐未必是實質也或云彗能于薄氣中作員影似有理此須俟後世格致家精思密察方能定也

有多彗測其道似與拋物線合或謂彗本非日所屬因入我日屬界而暫遵日法此說是否難定若果爾則諸橢圓道之彗昔時必因近行星爲所攝動而變拋物線爲橢圓也恐又有彗近行星或變拋物線爲雙線者然變爲橢圓必行無數周變爲雙線則永不再見故測得彗道雙線少而橢圓多也

諸行星諸月大率皆順行而彗則有逆行者嘉慶時所見諸彗之道拉白拉瑟推其與黃道交角之中數畧近九十度則皆可云順行因交角鈍似逆行耳近代彗之橢圓根數已推定者凡三十六其交黃道角大小不等逆行者只有五彗其二已有確證一卽好里彗一乃道光二十三年之大彗也而交角十七度以內無一逆行者此外書瑪割

與阿爾白士所推得道光三年以前諸彗之根數其交角小于十度者九彗逆行者二小于二十度者二十三彗逆行者七凡道近于黃道而周時有一定者大率皆順行與行星同欣特言周時一定之彗當分爲二類一周時約七十五年略與天王等好里彗周時七十六年阿爾白士測得一彗七十四年迪未谷所測得第四彗七十三年勃陸孫所測得第三彗七十五年其四彗一周時畧如小行星與木星周時之中率詳末卷附表中又言小行星中有一二畧如彗之狀

續

凡有定時之彗其道之長徑畧在一方向向北在天球黃經七十度北緯三十度乃近天河內積水星也其向南亦在天河相對之一點

近代嘉慶十六年道光三年二大彗之外咸豐八年杜捺底測得第三大彗自四月二十一日至十二月間其頭甚明尾似羽彗最長至三十度曲向彗已離之處似留于後者其曲非因有所阻也乃因尾自彗發出彗向日而行與其本速率而行之和而然也米利堅測者云有長狹而直之淡光線二條爲羽彗連其頭內外曲線之二切線用大力遠鏡觀其頭形繁而奇咸豐十一年見一大彗其尾甚長而一邊直六月二十三日地球雖

未通過其尾亦已甚近同治元年又見一大雪其頭結
成定質噴氣之光獨有一條

飲天卷十一終

談天卷十二

英國侯夫勒原本

英國 偉烈亞力 口譯

海軍 李善蘭 刪述

無錫 徐建寅 續述

攝動

前數卷屢言月與行星于刻白爾所定三例外尚有
小差名曰攝動在行星則因他行星之攝力加之令
繞日之道小變在月則有二故一因本星之他月攝
力加之令繞星之道小變二因日與他行星之攝力
加于本星及月時時不同又生小變攝動之差雖甚
微然積久則成大差故古昔所定攝圖之根數今不
合也

設天空只有一日一行星則或行星繞日或日與行星共
繞一公重心其所行之道必永久不變設空中又增一體
則新體必攝二舊體令其道生微差蓋攝力加于二體不
等則二體相連屬之例必變而生差也故差非生于攝二
體之全力而生于攝二體力之較也

諸行星之質積較日皆甚微最大者為木星亦僅得一千
一百分日質積之一故其攝力較日亦甚微而攝動他星
之力甚小也諸月所受攝動力最大者莫如日但月距本

星甚近而距日甚遠故星月二體受日攝力之較甚微全
攝力令星與月同繞日而其較令月星攝動奈端推我月
受日攝動力之中數為六十三萬八千分地面攝力則重
之一而為地令月行攝圖力一百七十九分之一日之攝
動力尚如此小他行星攝動力之微更可知矣故諸體攝
動力之和所生差甚微然積久而著則令所行之道亦變
其變之源從利那時中起故當以法推剎那時中諸體攝
動之和力所生微差以為根設欲密之又密當推諸體互
相攝動以求本體之差然若歷時非甚遠亦不必如是但
分推各體攝動本體所生差并之即得其法恆推三體之
力一中體一發攝動力體一受攝動力體發力受方二體
可交互相易中體恆作不轉論設二星相攝動則日為中
體設二月相攝動或月為日所攝動則以本星為中體將
日當作最遠之大月其繞本星之道如本星繞日之道凡
相攝動之二體恆稱內行星外行星日攝動日月即內行
星日即外行星也乃命發力體為寅中體為申受方體為
巳設寅加攝力于申巳二體等且平行則已成繞申行或
巳申共繞公重心其行俱不變此如二球在空中受地攝
力下墜其方位不變攝力等故也然攝力之理近則大而
遠則小故寅加于巳申二體之力必不能恆等又方向恆

不同則亦不能平行故不能不生攝動今細論之加于已
體者有四力一申攝已之力一已攝申之力一引申猶申

引已也此二力俱爲已申方向并

爲一力已依此力繞申成橢圓二

寅之攝力在寅巳方向令巳向寅

一寅加申之攝力令己子寅申平

行線上退行善薩乘此力加申不
加已申衣此力進行

若已依此力還
而申不助也
如圖丙已甲爲

受攝動體之道寅乙爲發攝動體

之道二道面之交線爲丙申甲乙

其交角爲已甲申引長寅已成寅卯令寅卯與寅申比若

寅申之平方與寅己之平方比則申寅線顯寅加申之攝

力大小方向寅申線卽顯令已退行力之大小方向卯寅

線顯寅加千已之攝力大小方向準重學理卯寅寅申二

力之并力線爲彈申卽顯已所受攝動力之大小方向也

自己點與卯申平行作一相等線，即明蓋攝動力實如

予已也毀欲知申力害于有比例如左

一率申寅

卷五

申寅平方

二
率
卯
申

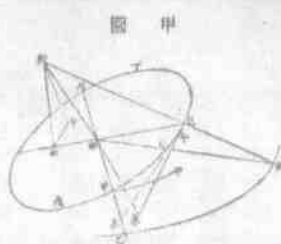
實

申巳平方

三率與攝申力

申攝賓力

申攝已力



四率攝動力

實攝申力 申攝實力

以合理推之如左

一率 申寅立

二率 申巳平方及卯申及寅積連乘數

三率 申攝已力

四率攝動力

諸數皆已知故攝動力易推也設發攝動體之道爲平圓

則申寅不變而攝動力之比例恆如卯申之比例道爲微

攝理亦略同凡卷中或不言攝園卽作平園論也今略取

受攝動發攝動二體相距最遠最近適中三處其攝動力

與中體攝力之比例列爲表

設已距寅小于一申距

寅如甲圖則寅卯大于寅巳卯必居

實己引長之線內在已道面之上而

近最
二二
六八二
五五一
五五一
一〇五
五五一

實在已道面之下故卯申力推已向

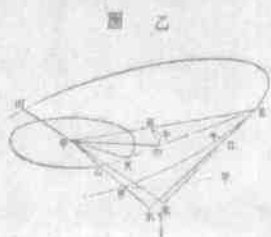
寅道面內申寅線中之天點設已距寅等于申距寅則寅

卯寅申寅巳三線俱等且卯與巳合天與申合故卯申力

推已向中體設已距寅大于申距寅如乙圖則寅卯小于

寅巳卯必居寅巳之間與寅同在巳道面之下故卯申力

惟已向寅道餘半面為寅申引長線中之天點甲圖為近



體受遠體之攝動如地受木星攝月受日攝是也乙圖為遠體受近體攝動如火星受地球攝是也凡攝動力之方向恆在寅巳申三體之面內以此力當作獨力則攷論諸行星之力互相加心中不亂又設以寅為定點而已行于橢圓道繞申則卯點亦必行成橢圓道

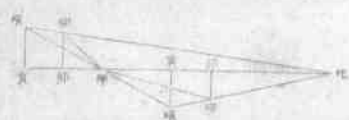
攝力之方向即卯申之方向而

卯申之方向因申寅申巳二半徑及巳寅之距及已行之方向而變僅以攝力為獨力則歷久所生星道之變不能瞭然故當依重學理復論其分力有數法一分為三力在天空有一定方向相與俱成直角推每力之數其合力即獨力之數論攝動之公理此法最便近代諸家俱用之以攷攝動之深理二亦分為三力相與俱成直角而方向不一定如圖中卯午午丑申三線是也丑申與帶徑申巳同方向名帶徑率午丑正交丑申而在巳道面內名橫率卯午正交巳道面名垂率此三率力其方向相與皆正交故不相憑藉而加于已令生動差各不同帶徑力或向中

體或背申體故不能變巳道面之方位亦不能變同時同面積之比例僅能變橢圓各點之曲率及速率蓋橢圓道視巳申相距之遠近而異此力向中體則令巳申變近此力背申體則令巳申變遠故也而同時同面積之理不關中體之攝力凡帶徑上之力皆然此力方向恆在帶徑上故不變面積也攝力既正交帶徑力則不能變巳申距又在巳道面內則不能變巳道面之方位而能變巳之速率令同時同面積之例不合蓋已繞申每刻那中所成面積即巳申線所過之積已行增速則面積亦增已行減速則面積亦減故也垂力正交巳道面故不能變巳申距亦不能變巳之速率但或拉已令近寅道面或推已令遠寅道面而令巳道變方位也此為奈端以後諸歷家同用之法三亦分為三力相與亦俱成直角而方向時變不一定前法帶徑率今改用已點之法線前法橫率今改用已點之切線二線詳代微積拾遺名法切二力設巳道為正圓或微橢則此法與前法畧無異若橢率甚大則法切二方向與帶徑率橫率之方向不同帶徑之力令巳申之距變遠近橫力令巳行變遲速法力能變曲率此力向內則曲率增向外則曲率損切力能變速率此力順則速率增逆則速率損設欲知攝動力所變角度及距申體遠近則第二法較顯明

易推設欲知攝動力所變攝圓道之根數則第三法爲妙而第二法垂率今不改垂力之用令已出于已道原面而行于重曲線此重曲線以申爲心而逐點之方向不同面因此已道之根數恆變令其面之方位刻刻移動設空中有一定面則已道面與定面之交線刻刻旋移也今以前圖詳解之設已體自丙行至已無攝動力則在已點時其行必向已而有卯午平行之垂力加于已則已必因之斜行故不行于已已曲線而行于已午曲線甲圖已午線在已已線之下乙圖在已已線之上是已道面因垂力變其方位原面已申已一分變爲新面已申午一分也引長已已爲已未切線遇寅道面于未點作申未即原面之交線引長已午爲已未切線遇寅道面于未點作申未即新面之交線故準甲圖必令寅道面內之交線退後準乙圖必令寅道面內之交線進前法切二力于此事無涉不能令已離原面亦不能阻其離原面僅能令切線遇交線之點稍移令未申及未申之距或變近或變遠而二交線不動再申論之假如前圖實在已原道面之上天在寅申之間則亦在原道面上而卯必在原道面之下則垂力卯午必向上故推已向上而已午曲線必在已已曲線之上引長之遇寅道面未點在未點之前故若寅道面不動則交

點必進前即動而不消盡進前之理仍如故設以寅道面爲定面而垂力拉已體令向寅道面則寅道上之交點必退後若推已體令遠寅道面則交點必進前



如圖丙辛甲爲從申點平視寅道半周丙庚甲爲未攝動時已道半周已行自丙至甲垂力拉已令行于已午在丙庚甲丙辛甲之間引長已午成已未爲已新道之一分是二交點俱退行一自丙至未一自丙至未也若垂力推已令行于已午在丙庚甲之外引長已午成已未爲已新道之一分是二交點俱進行一自丙至未一自甲至未也

前乙圖已道大于寅道設二道相距大于寅道半徑又寅已二星同在交線之一邊則垂力必推已令遠故無論已寅各在半周何點寅道上交點必進前若二星在交線之兩邊則垂力必拉已令近亦無論已寅各在半周何點寅道上交點必退後故寅已繞申無論各若干周但二星在交線一邊交點必進行在交線兩邊交點必退行若二道俱略近正圓則進退之時等而每次退行必大于進行