

### III.

- (1) Je commence ce Chant par les éclipses de la lune causées par sa rencontre avec l'ombre de la terre, et ne fais ici qu'indiquer encore une idée poétique de la vengeance que tire la terre de l'injure qu'elle reçoit de la lune pendant les éclipses du soleil; mais cette idée développée beaucoup plus au long à la fin du dernier Chant, fait tout le fondement du dernier épisode.
- <sup>2</sup>(II 34) Umbra Terrae habet figuram ad sensum conicam, cum terminetur a radiis tangentibus Solem et Terram, quae ambo sunt corpora ad sensum sphaerica. Is conus protenditur ad distantiam a Terra circiter quadruplum distantiae Lunae. Et ubi per eam Luna transit, ejus crassitudo est circiter tripla diametri lunaris. Eae dimensiones non sunt accuratae nec constantes. Longitudo coni variatur pro varia distantia Solis a Terra, et crassitudo coni in regione Lunae pro varia ipsius longitudine et varia distantia Lunae a Terra. Sed pro carmine numeros adhibeo crassius determinatos et, ut ajunt, rotundos, qui tamen ipsi aliquando inveniuntur exacti.
- <sup>3</sup>(II 35) In plenilunio Luna est Soli opposita, ubi, si sit prope alterum e nodis, tendit motu obliquo ad viam Solis sive ad eclipticam, cum ibi eam secet lunaris orbita. Distat autem parum ab ecliptica, si distet parum a nodo, qui est in ipsa ecliptica, et idcirco incurrit in conum illum umbrosam, cujus nimirum axis jacet in ipso eclipticae plano.
- <sup>4</sup>(II 36) Ea eclipseos lunaris causa probatur itidem ex eo, quod et forma, et magnitudo, et locus, et motus umbrae, quam cernimus in Luna, congruunt penitus cum iis, quae debet habere sectio coni umbrosi Terrae in eo situ, in quo est Luna, dum deficit. Quae omnia evolvuntur hic deinde per partes.
- <sup>5</sup>(II 37) Incipiendo a figura, si conus, quem geometrae dicunt rectum, qui est vere teres et non compressus, secetur plano perpendiculari ad axem, sectio, ut patet, est orbis aequus sive circu-

### III.

- (1) Započinjem ovo pjevanje s Mjesečevim pomrčinama uzrokovanim njegovim susretom sa Zemljinom sjenom i ovdje još samo naznačujem pjesničku zamisao o Zemljinoj osveti zbog uvrede koju joj nanosi Mjesec za vrijeme pomrčine Sunca. No ova je misao razvijena mnogo opsežnije na kraju posljednjeg pjevanja i čini u cijelosti osnovu posljednje epizode.
- <sup>2</sup>(II 34) Zemljina sjena ima primjetno čunjast oblik, jer je omeđena zrakama koje dodiruju Sunce i Zemlju, a ta su oba tijela primjetno kuglasta. Taj se čunj pruža od Zemlje na daljinu približno četverostruko veću od Mjesečeve daljine. I, ondje gdje Mjesec prolazi kroz nju, njena je širina približno trostruka kao Mjesečev promjer. Te mjere nisu točne ni stalne. Duljina se čunja mijenja prema različitoj udaljenosti Sunca od Zemlje, a širina čunja u području Mjeseca prema različitoj njenoj duljini i različitoj udaljenosti Mjeseca od Zemlje. Ali za pjesmu upotrebljavam grublje određene i, kako kažu, okrugle brojeve, koji se ipak kadšto pokazuju točnima.
- <sup>3</sup>(II 35) O uštapu je Mjesec nasuprot Suncu pa ako je blizu jednoga od čvorova, ukoso se kreće u smjeru Sunčeve putanje ili ekliptike jer je ondje siječe Mjesečeva putanja. A malo je udaljen od ekliptike ako je malo udaljen od čvora, koji je na samoj ekliptici, i stoga ulazi u onaj sjenoviti čunj čija uistinu os leži u samoj ravni ekliptike.
- <sup>4</sup>(II 36) Taj se uzrok Mjesečeve pomrčine dokazuje također time što se i oblik, i veličina, i mjesto, i kretanje sjene koju vidimo na Mjesecu potpuno slažu s onima što ih mora imati presjek sjenovitog čunja Zemlje u onom položaju u kojem je Mjesec za pomrčine. Sve se to ovdje razlaže potom po dijelovima.
- <sup>5</sup>(II 37) Počinjući od oblika: ako se čunj koji geometri zovu pravim, koji je doista okrugao i nije stiješnjen, presiječe okomitom ravni na os, presjek je, očigledno, pravilan krug ili kružni-

lus. Quare illud planum, in quo nobis apparet discus Lunae, ubi incurrit in conum umbrae terrestri, cui est ad sensum perpendicularis (obvertitur enim ad perpendicularum Telluri, per cujus centrum transit axis ejus coni), debet exhibere formam ejus umbrae circularem. Revera terminus umbrae, quam videmus, non est in quopiam disco plano, sed in superficie Lunae sphaerica, et idcirco non est circularis, sed duplicis curvaturae et admodum difformis. At is terminus projectus in discum planum, in quo tota hemisphaerii superficies nobis apparet, debet habere eam formam ad sensum, quam haberet, si ea ipsa superficies esset discus planus. Idcirco dixi *aequum illis se flectere debet in orbem limbus*. Forma enim illa circularis ejus limbi est quaedam illusio optica.

Porro in quacunque positione Lunae eclipsis accadat, limbus umbrae apparet revera ad sensum circularis. Congruitur igitur forma.

<sup>6(II 38)</sup> Jam ad magnitudinem. Ea est tanta, ut solum arcus exiguus umbrae in Lunam incurrat. Curvatura autem est talis, ut, si rite oculo compleatur, satis appareat fore diametrum circuli umbrae circiter triplam diametri Lunae, adeoque aream noncuplam seu ter triplam. Nam areae circulorum, immo et omnium superficierum similium, sunt inter se ut quadrata diametrorum.

Porro diximus circiter triplam esse crassitudinem coni umbrosi in regione Lunae, adeoque tripla debet itidem esse et diameter sectionis coni umbrosi. Congruit igitur et magnitudo.

<sup>7(II 39)</sup> Admodum difficile est nudo oculo et pura imaginatione ita continuare arcum illum umbrae, qui apparet in Luna, ut inde deprehendi possit ratio ejus diametri ad diametrum Lunae, quod primo loco proposuimus. Idcirco hic proponitur methodus capiendi accuratius ejus mensuram ope micrometri. Cum haec scriberem, nondum pervulgatum fuerat per Europam micrometram, quod appellant objectivum, quod Dollondus hic in Anglia vel invenit vel saltem perfecit et telescopiis catadioptrici aptavit. Quod constat vitro objectivo bifariam secto et ita aptato, ut ea dimidia possint moveri in partes contrarias ac ita exhibere binas ejusdem objecti imagines re-

ca. Stoga ona ravan na kojoj nam se pokazuje Mjesečev kolut gdje ulazi u čunj Zemljine sjene na koju je primjetno okomit (okrenuta je naime okomito na Zemlju kroz čije središte prolazi os toga čunja) mora pokazivati kružni oblik te sjene. Ustvari, kraj sjene koju vidimo nije na nekom ravnom kolutu, nego na Mjesečevoj kuglastoj površini, i stoga nije kružni, nego ima oblik dvostruke i vrlo nepravilne krivine. Međutim, taj kraj projiciran na ravan kolut na kojem nam se prikazuje cijela površina polukugle mora imati primjetno onaj oblik koji bi imao da je ta sama površina ravan kolut. Stoga sam rekao *aequum illis se flectere debet in orbem limbis* (obrubi se prividno mora u ravnu kružnicu svijat). Onaj je naime kružni oblik njena ruba neka optička varka.

Sve u svemu, u bilo kojem položaju da se dogodi pomrčina Mjeseca, rub sjene izgleda uistinu primjetno kružni. Oblik im se, dakle, slaže.

<sup>6(II 38)</sup> Sada prelazim na veličinu. Ona je tolika da samo malen luk sjene pada na Mjesec. Krivina je pak takva da ukoliko se valjano upotpuni okom, postaje sasvim jasno da će promjer sjene kruga biti otprilike trostruko veći od Mjesečeva promjera, i površina mu je stoga deveterostruka ili tri puta trostruka. Jer su površine krugova, štoviše i svih sličnih površina, međusobno kao kvadrati promjera.

Nadalje, rekli smo da je širina sjenovitog čunja u predjelu Mjeseca otprilike trostruka kao njegova pa stoga i promjer presjeka sjenovitog čunja mora isto tako biti trostruk. Slaže se, dakle, i veličina.

<sup>7(II 39)</sup> Vrlo je teško prostim okom i samo u mislima tako nastaviti onaj luk sjene koji se vidi na Mjesecu, da bi se odatle mogao otkriti odnos njena i Mjesečeva promjera, što smo na početku izložili. Stoga se ovdje izlaže metoda da se njegova mjera dobije točnije pomoću mikrometra. Kad sam ovo pisao, u Europi se još nije znalo za mikrometar što ga zovu objektivnim, a Dollond ga je ovdje u Engleskoj ili pronašao ili barem usavršio i prilagodio katadioptričkim teleskopima. A taj se sastoji od stakla objektiva presječena na dva dijela i tako namještena da se te polovice mogu kretati na suprotne strane i ta-

cedentes a se invicem recessu ipsorum vitrorum. Quam ob causam hic egi de alio micrometrorum genere, quae dicuntur ocularia interna et constant filis quibusdam collocatis intra telescopium.

Hoc argumentum a nullo, quod sciam, huc usque Latinis verbis expositum; videtur sane admodum difficile, cum oporteat exhibere constructionem et usum tam telescopii quam micrometri inclusi in ipso. Adhuc tamen conatus sum exhibere hic utrumque, quanquam, quod ad telescopia pertinet, persequor sola telescopia dioptrica, quibus hoc micrometri genus et primo aptatum est et communius aptari solet, licet et catadioptricus aptetur nonnunquam.

<sup>8(II 40)</sup> Primo quidem pro telescopio dioptrico requiritur lens e vitro puro utrinque redacta ad formam sphaericam politam. Forma sphaericae superficiei inducitur, uti supra etiam innuimus (lib. II) adn. 16, terendo massam vitream ope crassioris pulvisculi et patinae sphaericae metallica. Ad poliendum autem adhibetur pulvisculus tenuissimus.

Porro debet ea lens esse ejusmodi, ut radios ab unico objecti puncto prodeuntes, quos certa lege refringendo detorquet a recto itinere, colligat in unico itidem puncto. Id praestabit, si fuerit vere lens, nimirum utrinque convexa. Verum idem praestaret, si esset etiam ex altera parte plana vel cava et ex altera convexa, sed convexitate habente curvaturam majorem sive radium suae sphaericitatis minorem, quo casu appellari solet meniscus. Sed plerunque fieri solet utrinque convexa, et quidem aequae convexa. Lentem, quae habent diversas curvaturas, et menisci, habent semper lentem aequalis utrinque convexitatis, quae ipsis respondet ita, ut eundem prorsus, quem ipsae praestant, effectum praestent in ordine ad radios colligendos. Hinc loquemur de illis simplicioribus, quae habent eandem utrinque convexitatem.

Lens autem ejusmodi colligit in unico puncto radios digressos ab unico puncto objecti. Et id punctum, in quo radii colliguntur, appellatur focus. Id tamen praestat, si illud punctum objecti distet satis. Nimirum, si concipiatur ejus distantia infinita, quo casu radii advenientes ad lentem cen-

ko pokazivati dvije slike istoga predmeta koje se međusobno naizmjenice udaljuju kako se udaljuju sama stakla. Zbog toga sam ovdje govorio o drugoj vrsti mikrometra koji se zovu unutrašnjim okularnim, a sastoje se od nekih vlakana smještenih unutar teleskopa.

O tome predmetu nitko do danas, što ja znam, nije raspravljao u latinskim stihovima. Čini se doista to vrlo teškim jer bi trebalo prikazati građu i upotrebu kako teleskopa tako i mikrometra ugrađena u nj. Ja sam ipak još pokušao prikazati ovdje i jedan i drugi iako, što se tiče teleskopa, opisujem samo dioptričke teleskope u koje je ta vrsta mikrometra bila i prvo ugrađena i općenito se običava ugrađivati, iako se kadšto ugrađuje i u katadioptričke.

<sup>8(II 40)</sup> Za dioptrički se teleskop traži, prije svega, leća od čista stakla, s jedne i druge strane svedena na oblik uglačane kugle. Oblik se kuglaste površine dobije, kako smo prethodno i nataknuli u bilj. 16 (drugoga pjevanja), trenjem staklene mase pomoću grubljega praška i metala okrugle zdjele. Za glačanje se pak upotrebljava vrlo fin prašak.

Nadalje, ta leća mora biti takva da zrake koje izlaze iz jedne točke predmeta, a po određenom ih zakonu prelama i skreće s prava puta, skuplja isto tako u jednoj točki. A to će omogućiti bude li doista leća, tj. s obje strane ispupčena. A to bi isto omogućila kad bi bila štoviše s jedne strane ravna ili udubljena, a s druge ispupčena, ali tako da njena ispupčenost ima veću zakrivljenost ili manji polumjer svoje zaobljenosti, u kojem se slučaju obično naziva meniskom (polumjesecem). Ali obično bude s obje strane ispupčena, i to jednako ispupčena. Leće koje imaju različite zakrivljenosti, i menisci, imaju uvijek leću jednake ispupčenosti s obje strane, koja se s njima tako podudara da ostvaruju potpuno isti učinak kao i one u redu za skupljanje zraka. Odsad ću govoriti o onima jednostavnijima koje imaju istu ispupčenost s obje strane.

Takva pak leća skuplja u jednoj točki zrake proizašle iz jedne točke predmeta. A ta se točka u kojoj se skupljaju zrake naziva žarištem. To se pak ostvaruje ako je ta točka predmeta dovoljno udaljena. Naime ako se zamisli da mu je udaljenost

sentur paralleli, focus distat a lente satis proxime per diametrum ejus sphaerae, cujus curvaturam habent illae binae ejus superficies. Si autem punctum radians sensim accedat ad lentem, focus ab ea recedit ita, ut, ubi illud advenit ad distantiam ad sensum aequalem semidiametro ejusdem sphaericitatis, radii exeant paralleli, foco recedente in infinitum. Quod punctum radians si adhuc sit propius ipsi lenti, radii exeunt divergentes, sed minus divergentes quam advenerint ad lentem; nimirum cum ea divergentia, quam haberent, si fuissent digressi a puncto quodam remotiore, quod optici appellant focum virtuale.

Focus est positus *puncti e regione nitentis*, nimirum non accurate, verum quam proxime in recta, quae a puncto radiante transit per medium ipsius lentis.

Quae huc usque diximus, requiruntur ad rite intelligendum hunc poëmaticis locum; illud notandum praterea radios provenientes ab unico objecti puncto non colligi in unico puncto mathematico accurate, sed in spatiolo exiguo, quod habetur instar puncti. Prima ratio, cur non colligantur in unico puncto, est figura sphaerica, quae radios etiam homogoneos non colligit accurate in unico puncto nec per reflexionem nec per refractionem.

Curvas, quae per refractionem colligerent radios homogoneos in unico puncto, determinavit olim Cartesius; tum methodo multo simpliciore et elegantiore Newtonus. Sed eae non sunt in usu, tum quia difficulter admodum induci possent, tum quia unica ejusmodi curva non inservit adhuc nisi pro radiis digressis ex unico puncto axis collocato in certa quadam distantia, pro qua ejus curvae constructio sit facta. Qua distantia mutata, deberet mutari etiam illa forma curvae ipsius.

Secunda ratio est diversa natura radiorum lucis, quae constat filis diversorum colorum, et diversae refrangibilitatis, de qua proprietate luminis agemus fusius lib. V (VI). Hinc pro radiis ab unico puncto egressis habetur series quaedam focorum ejusmodi, ut omnium minime distet a lente focus radiorum violaceorum, omnium maxime focus rubeorum. Id plurimum obfuit telescopiorum dioptricum perfectioni. Et idcirco

beskonačna, u kojem se slučaju zrake koje dolaze do leće smatraju usporednima, žarište je udaljeno od leće samo kolik je otprilike promjer one kugle zakrivljenost koje imaju one njezine dvije površine. Ako se pak točka koja zrači polako primiče leći, žarište se od nje udaljuje tako da zrake, kad ona dođe na udaljenost primjetno jednaku polumjeru te iste okrugline, iz nje izlaze usporedno, dok se žarište odmiče u beskonačnost. Ako se pak točka koja zrači još više približi leći, zrake se na izlasku razilaze, ali manje nego kad dođu do leće, tj. s onakvom divergencijom kakvu bi imale da su otišle s neke udaljenije točke, što je optičari zovu virtualnim žarištem.

Žarište se nalazi *nasuprot točki što sjaji*, naime ne točno, nego vrlo blizu na pravcu koji od točke što zrači prolazi kroz središte same leće.

To što smo dosad rekli, potrebno je za pravo razumijevanje ovoga mjesta u spjevu. Osim toga, valja imati na umu da se zrake koje izlaze iz jedne točke predmeta ne skupljaju točno u jednoj matematičkoj točki, nego na malom prostoru koji se uzima za točku. Prvi razlog zašto se ne skupljaju u jednoj točki jest kuglast oblik koji ni istorodne zrake ne skuplja točno u jednoj točki ni odbijanjem ni prelamanjem.

Descartes je odavno odredio krivine koje bi istorodne zrake skupljale prelamanjem u jednoj točki, a potom Newton mnogo jednostavnijom i elegantnijom metodom. Ali se one ne upotrebljavaju, ne samo zato što ih je vrlo teško postići nego i zato što jedna takva krivina služi još samo za zrake koje izađu iz jedne točke osi što se nalazi na nekoj određenoj udaljenosti za koju je ta krivina načinjena. A kad se ta udaljenost promijeni, trebalo bi da se mijenja i onaj oblik te krivine.

Drugi je razlog različita priroda zraka svjetlosti koja se sastoji od niti različitih boja i različite lomljivosti, a o toj ćemo osobini svjetlosti opširnije govoriti u petom (šestom) pjevanju. Stoga za zrake koje izlaze iz jedne točke postoji cio niz takvih žarišta da je od svih najmanje udaljeno od leće žarište ljubičastih zraka, a od svih najviše žarište crvenih. To je vrlo mnogo škodilo savršenosti dioptričkih teleskopa. I upravo zato su katadioptrički teleskopi toliko savršeniji od običnih



potissimum telescopia catadioptrica usque adeo perfectiora sunt communibus dioptricis. Verum recentissimum Dollondi inventum hoc malum a dioptricis etiam telescopiis avertit. Is enim invenit rationem componendi unicam quasi lentem e binis vitris, altero cavo et altero convexo ita, ut omnes radii etiam heterogenei unicum habeant focum. Conjunxit nimirum vitra e massa speciei ita diversae, ut differentia refractionis radiorum rubeorum et violaceorum sit in altera multo major quam in altera. Sed id innuisse sit satis.

<sup>9(II 41)</sup> Hinc lens vitrea polita pingit imaginem objecti satis remoti admodum vividam et distinctam in foco, in quo singula puncta objecti ipsius pinguntur in totidem punctis. Additur autem illud *satis remoti*, quia, si objectum non distet magis quam pro semidiametro sphaericitatis superficiei ipsius lentis, radii, ut diximus, non uniuntur. Ea autem imago pingitur sita prorsus contrario ipsi objecto, quia rectae lineae ductae a diversis objecti punctis per mediam lentem, quae debent determinare locos sive puncta imaginis respondentia punctis objecti, decussantur in ipsa media lente, et post decussationem abeunt ad partes oppositas iis, quas habebunt in ipso objecto.

<sup>10(II 42)</sup> Intra oculum habetur lens quaedam, quae appellatur humor crystallinus, quae eodem pacto pingit in fundo oculi imaginem admodum distinctam et inversam objectorum externorum. De forma oculi redibit sermo in lib. III (IV). Porro, si humor crystallinus habet exiguam convexitatem, quod senibus potissimum solet accidere, tum radii parum detortis, focus nimis distat; adeoque radii ipsi incurrunt in fundum oculi ante quam uniantur. Ii, qui eo vitio laborant, dicuntur presbytae. Et ejus vitii remedium est lens convexa oculo admota, quae radios jam nonnihil introrsum colligat et suppleat defectum exiguae illius curvaturae. Qui autem opposito vitio laborant humoris crystallini nimis turgentis, dicuntur myopes, et oppositum remedium adhibent vitri cavi oculis admoti. Sed hic fit mentio solius lentis convexae adhibitae a presbytis, quia ejus generis est lens ocularis eorum telescopiorum, de quibus hic agitur. Cujus lentis inferius occurrit commemoratio.

dioptričkih. Ali je najnoviji Dollondov pronalazak otklonio taj nedostatak i od dioptričkih teleskopa. On je naime našao način kako da sastavi kao jednu leću od dva stakla, jednoga udubljenog i jednoga ispupčenog, tako da sve zrake, čak i raznorodne, imaju jedno jedino žarište. Spojio je naime stakla tako različite vrste da je razlika loma crvenih i ljubičastih zraka u jednoj mnogo veća nego u drugoj. No neka je to dovoljno samo natuknuti.

<sup>9(II 41)</sup> Stoga izglačana staklena leća oblikuje sliku predmeta dovoljno udaljena vrlo živo i jasno u žarištu u kojem se pojedine točke toga predmeta oblikuju u isto toliko točaka. Dodaje se pak ono *dovoljno udaljena*, jer ako predmet nije udaljen više od polumjera kuglaste površine same leće, zrake se, kako rekosmo, ne sjedinjuju. A ta se slika oblikuje posve obrnuto samom predmetu, jer prave se crte povučene od različitih točaka predmeta kroz sredinu leće, koje trebaju odrediti mjesta ili točke slike koje odgovaraju točkama predmeta, ukrštaju u samoj sredini leće i nakon ukrštanja odlaze na suprotne strane od onih što će ih imati u samom predmetu.

<sup>10(II 42)</sup> Unutar oka nalazi se neka leća koja se zove kristalna vlaga, koja na isti način ocrtava u dnu oka vrlo jasnu i obrnutu sliku vanjskih predmeta. O obliku oka bit će ponovo govora u trećem (četvrtom) pjevanju.

Nadalje, ako kristalna vlaga ima neznatno ispupčenje, što se osobito događa starcima, žarište je suviše udaljeno jer su zrake premalo svinute pa tako ulaze u dno oka prije nego što se sjedine. Oni se koji trpe od tog nedostatka zovu dalekovidnima. I, taj se nedostatak otklanja ispupčenom lećom koja se primakne oku i već nešto skuplja zrake unutra i nadoknađuje nedostatak one neznatne krivine. Oni pak koji trpe od suprotna nedostatka, jer im je kristalna vlaga suviše nabubrena, nazivaju se kratkovidnima i upotrebljavaju suprotan lijek – udubljeno staklo koje primaknu očima. Međutim, ovdje se spominje samo ispupčena leća koju upotrebljavaju dalekovidni, jer je te vrste okularna leća onih teleskopa o kojima je ovdje riječ. No takva se leća spominje poslije.

Distantia illa nimia foci, quam pro objectis quibusvis inducit exigua curvatura humoris crystallini in presbytis, habetur in omnibus, vel etiam habetur divergentia radiorum, si objectum nimis admoveatur oculo. Hinc, ut in eo etiam casu haberi possit visio distincta, adhibetur lens convexa, et objectum ex majore illa vicinia visum apparet multo majus, quae est origo microscopiorum simplicium. Verum etiam si non ita multum admoveatur oculus objecto, potest per lentem vitream videri distinctum simul et auctum. Sed immensum esset ea omnia persequi, ad quae hic innuenda tantummodo poëticus me quidam impetus abripuit, ob nexum mutuum horum omnium inter se ita arctum.

11(II 43) Imago, quam lens efficit, eo est major, quo longius distat ab ipsa lente. Nam rectae lineae, quae se in ipsa decussarunt, eo magis recedunt a se invicem, quo longius progrediuntur. Ac proinde caeteris paribus, eo major est imago, quo semidiameter sphaericitatis, quam habet superficies lentis, est major.

12(II 44) Imago evadit multo magis distincta, si ab eo loco, in quo excipitur, excludatur omne lumen extraneum reflexum ab atmosphaera et reliquis objectis circumjacentibus, quod lumen immixtum lumini transeunti per lentem reddit admodum confusam et languidam imaginem. Quae quidem omnino etiam evanescit, si id lumen externum est satis vividum. Atque idcirco ad videndam ejusmodi imaginem omnino distinctam solet lens applicari ad foramen fenestrae oclusae et excipi imago in debita distantia intra conclave penitus obscuratum.

13(II 45) Haec est potissima ratio, cur ad efformandum telescopium adhibeatur tubus, qui nimirum radios omnes externos excludat. Apponitur autem in tubi vertice lens parum admodum convexa, cujus sphaericitatis semidiameter sit ingens et tubus sit paullo longior ea semidiametro. Unde fit, ut fere in ipso ejus tubi fundo pingatur distincta et ingens imago objecti, licet situ inverso posita. Ea dicitur lens objectiva, quod obvertatur ipsi objecto. In eo fundo apponitur lens altera multo magis convexa inclusa minore tubulo, quae dicitur ocularis; per quam oculus intuetur imaginem illam in fundo depictam, quam videt distinctam et auctam, uti trans lentes satis con-

Ona suviše velika udaljenost žarišta koju za bilo koje predmete uzrokuje u dalekovidnih neznatna krivina kristalne vlage, postoji u svih, ili čak dolazi do divergencije zraka, ako se predmet suviše primakne oku. Stoga, da bi se i u tom slučaju moglo jasno vidjeti, upotrebljava se ispučena leća pa predmet viđen s te veće blizine izgleda mnogo veći, a u tome je podrijetlo jednostavnih mikroskopa. No ako se oko i ne primakne tako blizu predmetu, može se on kroz staklenu leću vidjeti jasno, a ujedno i uvećano. Ali ulaziti u sve to bilo bi pretjerano, i samo me je neki pjesnički zanos ponio da to ovdje natuknem, zbog međusobne tako tijesne veze svega toga.

11(II 43) Slika koju oblikuje leća to je veća što je udaljenija od same leće. Naime prave crte koje se u njoj ukrštaju, to više se međusobno udaljuju što dalje napreduju. I stoga, pod jednakim okolnostima, slika je to veća što je polumjer okrugline koju ima površina leće veći.

12(II 44) Slika postaje mnogo jasnija ako se s onoga mjesta na kojem se hvata isključi svaka strana svjetlost odbijena od atmosfere i ostalih okolnih predmeta, zato što svjetlost pomiješana sa svjetlošću koja prolazi kroz leću daje vrlo nejasnu i blijedu sliku. A nje potpuno i nestane ako je ta vanjska svjetlost dosta jaka. I zato da bi se takva slika posve jasno vidjela, obično se namjesti leća na otvor zatvorena prozora pa se u potpuno zamaćenoj sobi dobiva slika na potrebnoj udaljenosti.

13(II 45) To je glavni razlog zašto se za izradu teleskopa upotrebljava cijev koja uistinu isključuje sve vanjske zrake. Na vrh se pak cijevi postavi vrlo malo ispučena leća kojoj je polumjer okrugline povelik, a cijev je malo dulja od tog polumjera. Stoga se gotovo na samom dnu te cijevi oblikuje jasna i povelika slika predmeta, iako obrnuta. Ta se leća zove objektiv jer je okrenuta predmetu. Na ono se dno stavlja druga leća, mnogo ispučenija, zatvorena u manju cijev, koja se zove okular. A kroz nju oko promatra onu sliku koja se ocrtala na dnu, a vidi je jasno i uvećano, onako kako kroz dovoljno ispučene leće običavamo promatrati kameje i stare novce, jasno i uvećano. No da bi ta leća to omogućila, stavlja se na onoj udaljenosti od slike stakla objektiva koju traži njena zakrivljenost i oko pro-

vexas solemus gemmas insculptas intueri et vetera numismata distincta et aucta. Ut autem ea lens id praestet, apponitur in ea distantia ab imagine vitri objectivi, quam poscit ejus curvatura et oculus spectatoris, nimirum pro iis, qui nec myopes sunt nec presbytae, in distantia, quae citra eam imaginem respectu oculi sit aequalis semidiametro ejus curvaturae, ut ita bini foci lentis objectivae et ocularis mutuo congruant, inter utramque lentem constituti; pro iis vero, qui sunt myopes vel presbytae, in distantia paullo minore vel majore.

14(II 46) Telescopii ope detecta sunt ea omnia, quae hic innuuntur, nimirum maculae Solis, quas viderunt Scheinerus et Galileus, omnium primi; Venus falcata et satellites Jovis, quae vidit Galileus; fasciae Jovis, annulus Saturni et unus ex ejus satellitibus, quos Hugenius; reliqui quatuor ejus satellites, quos Cassinus deprehendit primus.

Sed Galileus alio telescopii genere est usus, quod quidem primo est inventum. Et constat vitro objectivo convexo et oculari concavo posito respectu oculi ultra locum debitum imagini efformandae. Quae imago idcirco in eo telescopii genere nusquam habetur intra telescopium ipsum. Quod quidem, praeter alia multa incommoda, reddidit ea telescopia multo minus apta ad astronomiam excolendam, cum idcirco micrometrum, de quo infra, iis aptari non possit.

15(II 47) Illo genere telescopiorum, quod hic exposuimus, objecta apparent inversa, quae quidem per telescopia Galileana videntur situ directo. Sed in astris, quorum figura est rotunda, id quidem nihil nocet. Adhuc tamen, si libeat restituere objectis suam directionem, adduntur duae aliae lentes vitreae, quae id praestant. Quae quidem plerumque solent esse priori similes et aequales. Atque id quidem fieri solet, ubi terrestria objecta intuemur. Sed haec innuisse sit satis, quae ad rem nostram non faciunt. Et proposita sunt tantummodo ex occasione agendi de micrometro, quod telescopiis aptatur, ut possit determinari locus, in quo aptantur fila, quibus id constat.

16(II 48) Fila, quae micrometrum constituunt, apponuntur in ipso foco lentis objectivae, in quo pingitur imago objecti. Cujus cum intercipient eam partem, quae ipsis respondet, apparent

matrača, naime za one koji nisu ni kratkovidni ni dalekovidni, na udaljenosti koja je s ove strane slike u odnosu na oko jednaka polumjeru njene zakrivljenosti, tako da se dva žarišta leće, objektiva i okulara, međusobno podudaraju, nalazeći se između jedne i druge leće, a za one koji su kratkovidni ili dalekovidni, na udaljenosti malo manjoj ili većoj.

- 14(II 46) Pomoću teleskopa otkriveno je sve ono na što se ovdje ukazuje, naime Sunčeve pjege, koje su prvi od svih vidjeli Scheiner i Galilei; srpasta Venera i Jupiterovi pratioci, koje je vidio Galilei; Jupiterove pruge, Saturnov prsten i jedan od njegovih pratilaca, koje je vidio Huygens, i ostala njegova četiri pratioca, koje je prvi uočio Cassini.

Galilei je, međutim, upotrijebio drugu vrstu teleskopa, onu koja je najprije pronađena. A ta se sastoji od ispupčena stakla objektiva i udubljena okulara, postavljena u odnosu na oko dalje od mjesta gdje bi trebala da se oblikuje slika. Ta se pak slika stoga ne nalazi nigdje u toj vrsti teleskopa unutar samoga teleskopa. A to je, osim mnogih drugih nepogodnosti, učinilo te teleskope mnogo manje pogodnima za usavršavanje astronomije, jer im se iz toga razloga ne može prilagoditi mikrometar, o kojem poslije.

- 15(II 47) Onom vrstom teleskopa koju ovdje izložismo predmeti se vide izokrenuti, dok se Galileievim teleskopima vide u uspravnom položaju. Međutim, kod zvijezda to ništa ne škodi, jer je njihov oblik okrugao. K tomu, ako se hoće vratiti predmetima njihov uspravan položaj, dodaju se druge dvije staklene leće koje to omogućuju. A te su obično slične i jednake prvoj. I tako se obično postupa kad promatramo predmete na Zemlji. Ali neka je dovoljno na to samo ukazati, jer ne pripada našem predmetu. A priopćeno je samo zbog prigode kad je riječ o mikrometru koji se namješta na teleskope kako bi se moglo odrediti mjesto na koje se namještaju vlakna od kojih se on sastoji.

- 16(II 48) Vlakna se koja sačinjavaju mikrometar postavljaju u samo žarište objektiva u kojem se ocrta slika predmeta. Pa kako mu zahvaćaju onaj dio koji im odgovara, vide se na samom predmetu. U početku je nastajala neka mrežica od više

in ipso objecto. Initio fiebat reticulum quoddam e filis pluribus se decussantibus ad angulos rectos. Quo pacto totus telescopii, ut vocant, campus erat divisus in plura exigua quadrata. Et ubi inter se comparabantur distantiae vel magnitudines apparentes objectorum, numerabantur quadratula sive filorum intervalla, quae in ea distantia vel magnitudine continebantur.

Et quidem, si ea distantia vel magnitudo comprehenderet accurate aliquot ejusmodi intervalla, mensura habebatur accurata. Verum plerumque accidebat, ut restaret aliquid ex postremo intervallo. Et tum id residuum non nisi incerta oculorum aestimatione definiebatur methodo utique satis crassa. Ad amovendum id incommodum additum est filis immobilibus unum vel alteram filum mobile, quod ope cochleae promoveatur motu parallelo uni e filis fixis. Applicatur enim id filum lamellae perforatae in medio, quae promoveri possit ope cochleae et ipsum deferat. Ac pluribus diversis methodis ea applicatio fieri potest. Verum illud est caput rei, ut filum motu continuo parallelo promoveri possit antrosum, retrorsum, et percurrere totum telescopii campum. Interea lamellae deferenti filum mobile adnexus est indiculus emittens extra machinulam, qua micrometrum constat. Et in ipsius machinulae latere apponuntur divisiones respondentes singularum spirarum crassitudinibus, ubi indiculus ille denotat, quot integris conversionibus cochleae promotum sit filum. Manubrio autem exteriori ipsius cochleae adnexus est alter indiculus, qui cum ipsa cochlea convertitur. Et machinulae circulus immobilis, cujus circumferentia divisa in partes aequales quamplurimas et denotata ab indiculo gyrante exhibet partes revolutionum singularum.

Eo pacto exiguum intervallum crassitudinis unius spirae dividitur in tot particulas, in quot tota ejus circuli circumferentia est divisa. Quod quidem, si spirae ipsius cochleae sint tenues, exiguum etiam telescopii campum dividit in partes quamplurimas, quae sensu facile percipi possint. Admodum facile cochlea fit, quae in intervallo aequali diametro campi mediocris telescopii habent 30 spiras. Et satis exigui cir-

vlakana ukrštenih pod pravim kutom. Na taj je način cijelo polje teleskopa, kako ga zovu, bilo podijeljeno na više malih kvadrata. I kad su se međusobno uspoređivale udaljenosti ili prividne veličine predmeta, brojili su se kvadratići ili razmaci među vlaknima koji su bili obuhvaćeni onim razmakom ili veličinom.

I doista, kad bi taj razmak ili veličina točno obuhvaćala nekoliko takvih razmaka, dobila bi se točna mjera. Međutim, obično se događalo da je ostajalo štogod od posljednjeg razmaka. I tada se taj ostatak određivao samo nesigurnom procjenom od oka, u svakom slučaju dosta grubo. Da bi se ta neprilika uklonila, nepokretnim je vlaknima dodano jedno do dva pokretna vlakna koja se pokreću naprijed usporedno s jednim od pričvršćenih vlakana pomoću vijka. To se naime vlakno pričvršćuje na pločicu probušenu u sredini koja se može pokretati pomoću vijka i nosi ga sa sobom. A to se pričvršćivanje može postići na više različitih načina. No bitno je to da se vlakno može stalno usporednim kretanjem pomicati naprijed i nazad i prelaziti preko cijeloga polja teleskopa. Međutim, na pločicu je koja nosi pokretno vlakno pričvršćena mala kazaljka koja strši izvan spravnice od koje se sastoji mikrometar. I, na boku same spravnice pridodane su podjele koje odgovaraju debljinama pojedinih zavojnica, gdje ona mala kazaljka pokazuje za koliko je cijelih obrtaja vijka vlakno pomaknuto naprijed. Na ručici pak toga vijka izvana pričvršćena je druga mala kazaljka koja se okreće zajedno s vijkom. A nepokretan krug spravnice, čiji je opseg podijeljen na vrlo mnogo jednakih dijelova i označen malom kazaljkom koja se okreće, pokazuje dijelove pojedinih obrtaja.

Na taj je način malen prostor debljine jedne zavojnice podijeljen na toliko djelića na koliko je podijeljen cio opseg toga kruga. Pa ako su zavojnice toga vijka sitne, i malo je polje teleskopa podijeljeno na vrlo mnogo dijelova koji se mogu lako uočiti. Vrlo se lako može izraditi vijak koji u razmaku jednako promjeru polja osrednjega teleskopa ima trideset zavojnica. A opseg se dosta maloga kruga može lako podijeliti na dvije stotine dijelova. Na taj se način polje teleskopa dijeli na



culi circumferentia facile dividitur in 200 partes. Quo pacto campus telescopii dividitur in partes 6000, quarum binae plus contineant quam unum minutum secundum, si campus continet minus quam 50 minuta prima, cum haec aequentur ter mille secundis.

<sup>17(II 49)</sup> Jam superius est dictum in adn. 4 lib. I micrometri nomen derivari e Graecis vocabulis, quibus exprimitur parvorum mensura. Porro hujus generis micrometri usus est multiplex. Duo autem usus omnium potissimi hic exprimuntur.

Primo quidem ita obvertitur telescopium, ut fixa aliqua, dum motu diurno promovetur, percurrat accurate aliquod e filis fixis parallelis filo mobili. Ac in ea positione figitur telescopium omnino immotum et notatur ope horologii momentum temporis, quo illa fixa appellit ad filum medium priori perpendicularare. Tum expectantur alia astra, seu fixa seu errantia, quae subeant campum telescopii motu itidem diurno. Et ad illa adducitur filum mobile ope cochleae ac notatur momentum temporis, quo ad illud idem immobile perpendicularare appellit id astrum. Adducendo ab hoc situ filum mobile ad filum illud primum immobile, quod prior fixa percurrit, apparet, quantum illud astrum fuerit borealius vel australius quam illa fixa. Et ex intervallo temporis inter binos appulsus ad idem filum perpendicularare immobile et intervallo temporis, quo fixa integram conversionem absolvit, invenitur, quanto fuerit orientalius illud astrum quam illa fixa.

Ut astronomorum utamur vocabulis, definitur per distantiam inter filum mobile et immobile differentia declinationis et per differentiam temporis inter binos appulsus differentia ascensionis rectae. Atque eo pacto determinatur admodum facile positio planetarum vel cometarum referendo eos ad fixas, quarum loca jam accurate innotescunt.

Secundus usus hic indicatus est is, quo definiuntur magnitudines apparentes eorum syderum, quae non apparent instar puncti ut fixae, planetarum nimirum et cometarum. Includitur discus apparens inter aliquod e filis fixis et filum mobile ita, ut ea perradant limbum hinc et inde. Ac intervallum inter illa fila, quod deprehenditur per indiculos, adducto

šest tisuća dijelova, od kojih dva sadrže više od jedne sekunde, ako polje sadrži manje od pedeset minuta, jer to je koliko i tri tisuće sekunda.

17(II 49) Već je prije rečeno u bilješki 4 prvoga pjevanja da se naziv za mikrometar izvodi iz grčkih riječi kojima se izražava mjerenje malih veličina. Nadalje, uporaba je ove vrste mikrometra mnogostruka. No ovdje se prikazuju dvije najvažnije od svih. Kao prvo, teleskop se namjesti tako da neka stajaćica, dok napreduje dnevnim kretanjima, prelazi točno preko nekog od nepomičnih vlakana usporednih s pomičnim vlaknom. I u tom se položaju učvrsti teleskop da bude posve nepokretan i pomoću sata zabilježi se čas kada ona stajaćica stigne do središnjeg vlakna okomito na prvi. Zatim se čekaju druge zvijezde, bilo stajaćice bilo planeti, koje ulaze u polje teleskopa također svojim dnevnim kretanjem pa se do njih dovodi pomično vlakno pomoću vijka i zabilježi čas kad do onog istog nepomičnog vlakna stigne ona zvijezda. Dovodjenjem pomičnog vlakna od tog položaja do onog prvog nepomičnog vlakna preko kojeg prelazi prva stajaćica, vidi se koliko je ta zvijezda bila sjevernije ili južnije od one stajaćice. A iz vremenskog razmaka između dva dolaska do istog okomitog nepomičnog vlakna i vremenskog razmaka u kojem stajaćica obavi cijelo kruženje nalazi se koliko je ta zvijezda bila istočnije od one stajaćice. Da bismo se poslužili rječnikom astronoma, razmakom se između pomičnog i nepomičnog vlakna određuje razlika u deklinaciji, a vremenskom razlikom između dvaju dolazaka razlika u rektascenziji. A na taj se način vrlo lako utvrđuje položaj planeta ili kometa uspoređujući ih sa stajaćicama kojima su mjesta već točno poznata.

Druga je uporaba koja je ovdje napomenuta ona kojom se određuju prividne veličine onih zvijezda koje se ne vide poput točke, kao stajaćice, tj. planeta i kometa. Njihov se prividni kolat zatvori između nekog od nepomičnih vlakana i pomičnog vlakna tako da ona dodiruju njihov rub s ove i s one strane. A razmak između onih vlakana, što se uhvati malim kazaljicama, kada se potom pomično vlakno dovede do nepomičnoga, daje onaj promjer što ga zovemo prividnim.

deinde filo mobili ad fixum, exhibet illam, quam diametrum apparentem appellamus.

Porro, quo objectum est propius, eo ejus diameter apparens est major. Et quidem, si exigua sit, ut accidit in planetis, est major in eadem ratione distantiae reciproca. Adeoque numeri ab indiculis denotati exprimentes eas apparentes diametros expriment etiam rationem inversam distantiarum.

Sunt et alii usus micrometri, sunt et alia micrometrorum filarium genera, ut ubi adhibentur fila obliqua se decussantia ad angulos semirectos; sunt micrometra ocularia, sed quae dicuntur externa. Et determinant motum regulae deferentis telescopium et propulsae exterius ope cochlearum. Uti et aliud habetur genus micrometri, quod appellatur objectivum, de quo supra in adn. 40(8); quod filaribus micrometris praestat plurimum, ubi quaerantur diametri apparentes vel exiguae distantiae. Sed ista non sunt hujus loci, ubi illud tantummodo versibus est expositum, quod ad rem hic pertractatam sufficit et erat tum, cum haec scriberentur, maxime cognitum.

18(II 50) Hic jam habetur id, in cujus gratiam reliqua praemissa sunt pertinentia ad telescopia et micrometrum. Collocandus est discus Lunae inter aliquod e filis fixis et filum mobile ad habendam diametrum apparentem Lunae. Tum eodem pacto capiendum est intervallum inter binas illas cuspides, in quibus circulus umbrae secat discum Lunae, quae sunt quaedam velut cornua ejus partis Lunae, quae remanet lucida. Id intervallum est illa, quam geometrae dicunt chordam arcus intercepti inter ea cornua. Qui est arcus et Lunae et umbrae. Sed ad illam rite capiendam oportet, ut bina illa fila, fixum et mobile, quae debent transire per illas cuspides seu per illa extrema puncta hujus chordae, habeant directionem ipsi perpendiculararem. Quod facile praestatur efficiendo, ut transeat per ipsa filum aliquod perpendicularare filo mobili. Demum converso instrumento per unum quadrantem, ita constitui debet, ut e duobus filis parallelis, mobili et fixo, alteram transeat per ipsa cornua et alteram contingat circum umbrae. Quem quidem continget ibi, ubi is maxime recedit ab ipsa chorda. Ac eo pacto determinabitur illa, quam

Nadalje, što je predmet bliži, njegov je prividni promjer to veći. I doista, ako je malen, kako to biva kod planeta, raste obrnuto razmjerno udaljenosti. I tako brojevi označeni malim kazaljka, koji iskazuju te prividne promjere, iskazuju i obrnuti razmjer udaljenosti.

Postoje i druge uporabe mikrometra, a ima i drugih vrsta mikrometara s vlaknima, kao gdje se rabe kosa vlakna što se ukrštaju pod polupravim kutovima. Ima i okularnih mikrometara, koji se nazivaju vanjskima, a određuju kretanje poluge koja nosi teleskop, a koja se pokreće izvana pomoću vijka. Postoji i druga vrsta mikrometra što se naziva objektivnim, o čemu je bilo govora prije u bilj. 40 (8). Ti su mnogo bolji od mikrometra s vlaknima kada se traže prividni promjeri ili male udaljenosti. Ali to ne pripada ovom mjestu gdje je u stihovima izloženo samo ono što je dovoljno za predmet o kojem se ovdje raspravljalo i bilo je vrlo dobro poznato tada kada se ovo pisalo.

- 18(II 50) Ovdje se sada donosi ono zbog čega je ostalo prethodno pripočeno što se odnosi na teleskope i mikrometar. Treba smjestiti Mjesečev kolut između jednog od nepomičnih vlakana i onog pomičnog da bi se dobio Mjesečev prividni promjer. Zatim treba na isti način uhvatiti razmak između ona dva šiljka u kojima krug sjene siječe Mjesečev kolut, a koji su kao neki rogovi onoga dijela Mjeseca koji ostaje svijetao. Taj razmak je ono što geometri nazivaju tetivom luka uhvaćena između onih rogova. A to je luk i Mjeseca i sjene. Ali da bi se ta valjana uhvatila, treba da ona dva vlakna, nepomično i pomično, koja moraju proći kroz one šiljke, ili kroz one krajnje točke te tetive, budu okomito na nju upravljena. A to se lako postiže tako da se učini da kroz njih prođe neko vlakno okomito na pomično vlakno. Napokon, okrenuvši spravu za jednu četvrtinu kruga, treba je postaviti tako da od dva usporedna vlakna, pomična i nepomična, jedno prolazi kroz same rogove, a drugo dotiče krug sjene. A dotaći će ga ondje gdje je on najviše udaljen od same tetive. I na taj će se način omeđiti ono što geometri zovu strelicom onoga istog luka sjenina kruga koju prekida Mjesečev kolut i čija je ona na drugom mjestu bila

geometrae vocant sagittam ejusdem illius arcus circuli umbrae, quam intercipit discus Lunae, et cujus illa secundo loco assumpta erat chorda, quae sagitta metitur spatium, quo arcus ipse ultra suam chordam procurrit.

Hisce observationibus institutis habebitur tota diameter umbrae comparanda cum diametro Lunae. Nam in omni circulari arcu demonstrant geometrae esse ut sagittam ad dimidiam chordam, ita hanc ad reliquam diametrum; nimirum toties contineri sagittam in dimidia chorda, quoties haec continetur in ipsa reliqua diametro jacente ultra chordam ipsam. Quare habita sagitta et dimidia chorda ex observationibus tertia et secunda habebitur per regulam auream reliqua illa pars diametri umbrae, quae addita ipsi sagittae exhibebit totam diametrum. Et cum habeatur ex prima observatione diameter apparens Lunae, innotescet, an ea ad diametrum umbrae habeat eam rationem, quam debet habere ad diametrum sectionis conii umbrosi Terrae. Quae ratio est circiter subtripla. Invenietur autem ita esse ac idcirco innotescet umbram, quam Luna subit in eclipsibus, esse revera umbram Terrae.

Praescribitur autem illud, ut haec observatio fiat, cum jam umbra devenerit ad medium discum Lunae, ut nimirum arcus circuli umbrae, qui in Lunam incurrit, non sit ita exiguus. Maximus is erit, ubi chorda transiens per illa cornua, fuerit ipsa Lunae diameter.

Verum haec omnia, quae in hac adnotatione sunt dicta, multo facilius intellegentur ope schematis geometrici.

<sup>19(II 51)</sup> Ope micrometri non solum invenietur crassa quadam aestimatione ratio fere tripla diametri umbrae ad diametrum Lunae, sed ipsa diameter umbrae invenietur diversa pro diversis circumstantiis. Ea erit minor caeteris paribus, ubi Sol fuerit propior Terrae circa suum perigeum vel Luna remotior circa suum apogeum, prorsus ut theoria requirit. Quo enim Sol est propior Terrae, eo conus umbrae est brevior adeoque arctior in eadem distantia a Terra. Et quo Luna est remotior a Terra, eo est propior apici conii adeoque pergat per partem ipsius tenuiorem.

uzeta tetiva koja strelicom mjeri prostor kojim sam luk odlazi naprijed izvan svoje tetive.

Nakon ovih poduzetih razmatranja dobit će se cio promjer sjene koji treba usporediti s Mjesečevim promjerom. Jer geometri pokazuju da je u svakom kružnom luku omjer strelice prema polovici tetive takav kao ove prema ostatku promjera, tj. da je strelica toliko puta sadržana u polovici tetive koliko je puta ova sadržana u ostatku promjera koji leži izvan same tetive. Stoga, imajući strelicu i polovicu tetive na temelju trećeg i drugog promatranja, dobit će se po zlatnom pravilu onaj preostali dio promjera sjene, koji će dodan strelici dati cio promjer. A budući da se na temelju prvog promatranja dobiva Mjesečev prividni promjer, znat će se da li je on prema promjeru sjene u onom omjeru koji treba imati u odnosu na presjek Zemljina sjenastog čunja. Taj je pak omjer približno jedan prema tri. Naći će se pak da je tako i stoga će se znati da je sjena u koju ulazi Mjesec za pomrčine uistinu Zemljina sjena.

Savjetuje se pak ovo: da se to promatranje obavi kad već sjena stigne do sredine Mjesečeva koluta, zato naime da luk sjenina kruga koji ulazi u Mjesec ne bude tako malen. On će biti najveći kad tetiva, prolazeći kroz one rogove, bude sama Mjesečev promjer. No sve to što je rečeno u ovoj bilješci mnogo bi se lakše razumjelo pomoću geometrijskog crteža.

- 19(II 51) Pomoću mikrometra će se naći, ne samo nekom grubom procjenom, da je promjer sjene otprilike u omjeru tri prema jedan u odnosu na Mjesečev promjer nego će se naći da je i sam promjer sjene različit prema različitim okolnostima. Bit će manji, ako je ostalo isto, kad Sunce bude bliže Zemlji oko njegova perigeja ili Mjesec dalje oko svoga apogeja, upravo onako kako traži teorija. Naime što je Sunce bliže Zemlji, čunj je sjene to kraći i prema tomu uži na istoj udaljenosti od Zemlje. I što je Mjesec udaljeniji od Zemlje, to je bliži vrhu čunja i prema tomu prelazi preko njegova tanjeg dijela.

20(II 52) Poterit ope ejusdem micrometri determinari etiam locus ipse centri illius umbrosi circuli, qui in Luna apparet, cum innotescat, quantum et in qua directione id punctum distet a media chorda. Invenietur autem eum locum esse illum ipsum, qui debetur puncto axis conii umbrosi Terrae assumpto in ea distantia ab ipsa Terra. Nam is axis dirigitur ad partes oppositas centro Solis, cum jaceat in recta transeunte per centra Solis et Terrae. Licet autem designare oculo viam Solis sive eclipticam, cum appareant fixae et nota sit ejus positio ad fixas cumque constet, in quo puncto eclipticae tum sit Sol, invenietur punctum illi oppositum comparandum cum centro circuli illius umbrosi.

Illud tamen hic additur in eo puncto eclipticae visum iri illud punctum axis umbrosi Terrae et illud centrum circuli umbrosi apparentis in disco Lunae, si Luna sit in ipso zenith, ubi videri debet in eadem directione, in qua videretur e centro Terrae. Sed cum illa distat a zenith, parallaxis deprimet nonnihil utriusque puncti locum apparentem, cum, uti supra etiam diximus, parallaxis objecta deprimat.

21(II 53) Exposita jam causa defectus etiam lunaris, ad ejus confirmationem quandam hic additur id, quod attinet ad ea tempora, quibus eclipses debent haberi ex theoria. Quae cum inveniuntur observationibus conformia, ipsam theoriam confirmant.

22(II 54) Primo quidem nunquam habebitur eclipsis vel Lunae vel Solis, nisi Luna fuerit satis proxima alterutri e binis suis nodis in plenilunio pro eclipsi ipsius et in novilunio pro eclipsi Solis. Id quidem patet, cum in majore distantia a nodis debeat distare etiam ab ecliptica adeoque evitare umbram vel Solem. Inde autem deducuntur hic plura; primo quidem illud, si Luna in aliqua eclipsi transeat per mediam umbram Terrae, non posse haberi aliam eclipsim Lunae nisi post sex menses lunares, ubi nimirum post sex novilunia advenerit novum plenilunium, quod a priore illo ecliptico plenilunio distat per sex lunares menses. Deinde illud, nunquam haberi posse eclipsim Lunae in plenilunio, nisi vel in praecedente vel in sequente novilunio vel in utroque habeatur eclipsis Solis pro

- 20(II 52) Pomoću istog mikrometra moći će se odrediti i samo mjesto gdje je središte onoga sjenovitog kruga koji se pojavljuje na Mjesecu, jer se zna koliko je i u kojem pravcu ta točka udaljena od sredine tetive. Naći će se pak da je to mjesto upravo ono koje odgovara točki osi sjenovitog čunja Zemlje uzetoj na toj udaljenosti od same Zemlje. Ta je naime os upravljena na suprotnu stranu od središta Sunca jer leži na pravcu koji prolazi kroz središte Sunca i Zemlje. Može se pak okom označiti Sunčeva staza ili ekliptika jer se vide stajačice i poznat je njezin položaj u odnosu na stajačice. A jer se zna na kojoj je točki ekliptike tada Sunce, naći će se točka koja mu je suprotna, koju treba usporediti sa središtem onoga sjenovitog kruga. Ovdje se ipak dodaje ovo: da će se u toj točki ekliptike vidjeti ona točka sjenovite osi Zemlje i ono središte sjenovitoga kruga koji se pojavljuje na Mjesečevu kolutu, ako bi Mjesec bio u zenitu, gdje se mora vidjeti u istom pravcu u kojem bi se vidio iz središta Zemlje. Ali kad je on daleko od zenita, paralaksa će nešto spustiti prividno mjesto jedne i druge točke, jer, kao što prije rekosmo, paralaksa spušta predmete.
- 21(II 53) Pošto je već izložen i uzrok Mjesečeve pomrčine, kao neka potvrda toga dodaje se ovdje ono što se odnosi na ona vremena u kojima se prema teoriji moraju dogoditi pomrčine. A kako se zna da se ona slažu s promatranjima, to potvrđuje samu teoriju.
- 22(II 54) Kao prvo, nikada se neće dogoditi pomrčina ni Mjeseca ni Sunca ako Mjesec ne bude dovoljno blizu jednog od njezinih dvaju čvorova o uštapu za njenu pomrčinu i o mlađaku za pomrčine Sunca. To je doista očigledno, jer pri većoj udaljenosti od čvorova mora biti udaljen i od ekliptike i prema tomu izbjeci sjenu ili Sunce. Odatle se pak ovdje izvodi više toga. Kao prvo, ako Mjesec u nekoj pomrčini prođe kroz sredinu Zemljine sjene, do druge pomrčine Mjeseca može doći samo poslije šest mjesečnih mjeseci, tj. kad poslije šest mlađaka dođe nov uštap koji je od onoga prvog ekliptičnog uštapa udaljen šest mjesečnih mjeseci. Zatim ono: da nikada ne može doći do pomrčine Mjeseca o uštapu ako ili o prethodnom ili sljedećem mlađaku, ili i o jed-



aliqua parte Terrae. Demum, singulis fere annis debere haberi duas eclipses Solis et duas eclipses Lunae. Habebuntur autem aliquando etiam tres eclipses utriusque eodem anno.

23(II 55) Proponuntur hic ea, quae inter se comparanda sunt ad demonstranda ea theoremata: sunt autem motus Solis et Lunae, positio et motus nodorum orbitae lunaris, inclinatio orbitae lunaris ad eclipticam, diameter apparens sectionis conii umbrosi Lunae ac Solis. Ea omnia hic comparabuntur aliquanto crassius per numeros rotundos de more. Integrum ac ingens volumen requireretur ad pertractanda ea omnia, quae huc pertinent, pro dignitate, et omnes casus evolvendos cum accurata determinatione pro singulis.

Hoc autem ordine progredior: propono primum inclinationem orbitae lunaris; tum ab ipsa deduco distantiam, quam Luna habet ab ecliptica pro data quavis sua distantia a nodo; deinde propono illud: haberi eclipsim, si in oppositione cum Sole haec distantia sit minor quam summa diametrorum Lunae et umbrae; determino hasce semidiametros, unde eruitur distantia a nodo, quae inducit eclipsim Lunae, ut innotescat, quod sit intervallum, in quo, si contingat plenilunium, debet haberi eclipsis.

24(II 56) Primo loco hic proponitur inclinatio orbitae, quae est paullo major quinque gradibus. Continentur enim inter gradus 5 et gradus 5 ac 18 minuta. Exprimuntur gradus per partem sextam unius e duodecim partibus totius circuli. Nam pars duodecima sunt gradus triginta, quorum pars sexta sunt ipsi gradus 5.

25(II 57) Inde colligitur centrum Lunae distare ab ecliptica paullo plus quam parte duodecima ejus intervalli, quo distat a nodo propiore. Nam in angulo graduum quinque distantia laterum a se invicem est paullo plus quam pars duodecima lateris utriuslibet. Est nimirum quam proxime  $\frac{1}{11} \frac{1}{2}$ .

26(II 58) Jam vero si distantia centri Lunae ab ecliptica momento, quo ipsa est in oppositione cum Sole, quo nimirum respondet e regione centri sectionis conii umbrosi, est minor quam summa binarum semidiametrorum ipsius Lunae et umbrae, debet incurrere in umbram ipsam. Nam duo circuli, quorum centra

nom i o drugom, ne bude pomrčine Sunca za neki dio Zemlje. Konačno, gotovo svake godine treba da budu dvije pomrčine Sunca i dvije pomrčine Mjeseca. A kadšto će se dogoditi i tri pomrčine jednoga i drugoga u istoj godini.

23(II 55) Ovdje se izlaže ono što treba međusobno usporediti da bi se dokazali oni poučci. Riječ je pak o kretanju Sunca i Mjeseca, položaju i kretanju čvorova Mjesečeve putanje, nagibu Mjesečeve putanje na ekliptiku, prividnu promjeru presjeka Mjesečeva i Sunčeva sjenovitog čunja. Sve će se to ovdje uspoređivati nešto grublje, po običaju okruglim brojevima. Zahitijevalo bi cijelu veliku knjigu da bi se dolično obradilo sve ono što ovamo pripada i da bi se izložili svi slučajevi s točnim određivanjem za svaki pojedini.

A ovim redom započinjem. Prvo izlažem nagib Mjesečeve putanje; zatim odatle izvodim udaljenost od ekliptike za bilo koju danu Mjesečevu udaljenost od čvora; onda izlažem ono: da dolazi do pomrčine ako je u opoziciji sa Suncem ova udaljenost manja od zbroja polumjera Mjeseca i sjene; određujem ove polumjere, odakle se izvodi udaljenost od čvora koja dovođi do pomrčine Mjeseca, kako bi se znalo koje je to razdoblje u kojem mora biti pomrčine ako se dogodi uštap.

24(II 56) Na prvom se mjestu ovdje izlaže nagib putanje, koji je malo veći od pet stupnjeva. Sadržan je naime između pet stupnjeva i pet stupnjeva i osamnaest minuta. Stupnjevi se izražavaju kao šesti dio jednoga od dvanaest dijelova cijeloga kruga. Naime dvanaesti dio iznosi trideset stupnjeva, a šestina je toga pet stupnjeva.

25(II 57) Odatle se zaključuje da je središte Mjeseca udaljeno od ekliptike malo više od dvanaestoga dijela njegove udaljenosti od bližega čvora. Naime u kutu je od pet stupnjeva međusobna razdaljina strana malo veća od dvanaestine koje mu drago od strana, tj. iznosi približno  $\frac{1}{11} \frac{1}{2}$ .

26(II 58) Nadalje, ako je udaljenost središta Mjeseca od ekliptike u trenutku kada je u opoziciji sa Suncem, tj. kada se nalazi nasuprot središtu presjeka sjenovitog čunja, manja od zbroja dvaju polumjera, samoga Mjeseca i sjene, Mjesec mora ući u sjenu. Naime dva kruga kojima su središta međusobno ma-

distant a se invicem minus quam per summam suarum semidiametrorum, debent necessario superponi parte sui.

27(II 59) Videndum nunc, quanta sit summa harum semidiametrorum. Diameter Lunae est circiter dimidii gradus, quae est pars quarta unius e quindecies bisseis. Nam  $15 \times 12$  sunt 180; adeoque ejusmodi pars totius circuli sunt duo gradus. Et hujus pars quarta est dimidius gradus. Diameter umbrae est circiter tripla. Quare ambae diametri simul sunt duorum graduum. Adeoque semidiametri simul sunt unius circiter gradus, qui est pars una e tricis bisseis, cum  $30 \times 12$  sint 360.

28(II 60) Si igitur Luna in plenilunio distet ab ecliptica minus quam uno gradu, habebitur eclipsis ex adn. 58 (26).

29(II 61) Habebitur igitur eclipsis, si Luna tum distet a nodo minus quam 12 gradibus. Nam per adn. 57 (25) distantia ab ecliptica est circiter pars duodecima distantiae a nodo. Porro gradus 12 sunt etiam pars una e bis quindenis sive e triginta partibus totius circuli, cum  $30 \times 12$  sint 360. Et hic erit limes distantiae eclipticae.

Revera is est limes proximus, non accuratus. Qui quidem nec semper est idem, cum varietur pro varia inclinatione orbitae et varia magnitudine diametrorum apparentium Lunae et umbrae. Sed hic limes proximus tantummodo et crasso etiam modo definitus, abunde sane est pro poësi, quae severiores calculos non admittit.

30(II 62) Fit jam hic transitus ad definiendos limites eclipticos pro eclipsi Solis, qui sunt aliquanto laxiores.

31(II 63) Primo quidem, si spectator sit in centra Terrae, limes pro eclipsi solari erit ejusmodi distantia Lunae ab ecliptica in conjunctione cum Sole, quae aequetur summae semidiametrorum Lunae ac Solis.

Quod si is situs sit in extremo Telluris margine, poterit Luna distare adhuc magis ab ecliptica; nimirum adhuc tantum quamproxime, quanta esset semidiameter apparens Terrae elatae ad Lunam. Id quidem ope geometriae facile perspicitur. Hic autem ejus theorematum demonstratio hoc pacto proponitur.

nje udaljena od zbroja njihovih polumjera, moraju nužno prelaziti svojim dijelom jedan preko drugoga.

27(II 59) Sada treba vidjeti kolik je zbroj tih polumjera. Promjer je Mjeseca otprilike pol stupnja, što je četvrtina jednoga od petnaest puta dvanaest. Naime  $15 \times 12$  jest 180, pa prema tomu takav dio cijeloga kruga iznosi dva stupnja. A četvrtina je toga pol stupnja. Promjer je sjene otprilike trostruk. Dakle, dva promjera zajedno iznose dva stupnja. I prema tomu, polumjeri zajedno iznose otprilike jedan stupanj, a to je jedan od trideset puta dvanaest dijelova, jer  $30 \times 12$  jest 360.

28(II 60) Ako je dakle Mjesec u uštapu udaljen od ekliptike manje od jednog stupnja, bit će pomrčina prema bilj. 58 (26).

29(II 61) Bit će dakle pomrčina ako je Mjesec tada udaljen od čvora manje od dvanaest stupnjeva. Naime prema bilj. 57 (25) udaljenost je od ekliptike dvanaesti dio udaljenosti od čvora. Sve u svemu, dvanaest je stupnjeva također jedan od dvaput petnaest ili trideset dijelova cijeloga kruga, jer  $30 \times 12$  jest 360. I tu će biti granica udaljenosti od ekliptike.

Ustvari, ta je granica približna, a ne točna. Ona pak nije uvijek ni ista, jer se mijenja prema različitu nagibu putanje i različitoj veličini prividnih promjera Mjeseca i sjene. Ali ova samo približna granica i k tomu grubo određena dovoljna je doista za pjesništvo koje nije sklono strožim računima.

30(II 62) Ovdje se već prelazi na određivanje ekliptičnih granica za pomrčinu Sunca, koje su nešto šire.

31(II 63) Kao prvo, ako bi promatrač bio u središtu Zemlje, granica će za Sunčevu pomrčinu biti takva udaljenost Mjeseca od ekliptike u konjunktiji sa Suncem koja je jednaka zbroju polumjera Mjeseca i Sunca.

No ako bi se on nalazio na krajnjem obrubu Zemlje, Mjesec će moći biti udaljen još više od ekliptike, tj. još toliko otprilike kolik je prividni polumjer Zemlje podignute do Mjeseca. To se uistinu pomoću geometrije lako razumije. Ovdje se pak dokazivanje toga poučka izlaže na sljedeći način.

Zamislimo da Mjesec promatraču koji se nalazi u središtu Zemlje zaklanja tek nešto od Sunčeva prividnog koluta ili se vidi u dodiru s njime. Ako se on kreće bočno na istu stranu po

Concipiamus Lunam spectatori posito in centro Terrae vix quidquam obtegere ex disco apparenti Solis sive apparere in ejus contactu. Si ipsa moveatur in latus in eandem plagam in coelo aequae ac spectator in Terra a centro Terrae ad marginem ipsius Terrae, adhuc illi semper appareret itidem in contactu. Reuera deberet moveri ipsa aliquanto minus in eadem ratione, in qua est propior Soli quam Terra. Sed cum distantia Solis sit plusquam tercentum vicibus major quam distantia Lunae a Terra, illud spatium, per quod Luna debet moveri in latus, ut servet eandem positionem, est ad sensum aequale illi spatio, per quod movetur in latus observator, nimirum tantum, quanta est semidiameter Terrae eo translata.

Quare distantia centri Lunae ab ecliptica pro limite eclipseos solaris est summa semidiametrorum apparentium Solis ac Lunae et semidiametri apparentis, quam haberet Terra in Lunam translata, et hinc visa. Quae quidem est eadem ac semidiameter apparens, quam habet Terra visa e Luna, quam astronomi dicunt itidem parallaxim horizontalem Lunae.

<sup>32(II 64)</sup> Horum omnium colligitur jam summa: diameter Lunae et diameter Solis sunt proxime dimidii gradus singulae, diameter autem Terrae avectae ad Lunam est circiter duorum graduum. Hinc omnium ejusmodi diametrorum summa est circiter graduum trium adeoque summa semidiametrorum unius gradus cum dimidio.

Fere semper parallaxis illa horizontalis Lunae est aliquanto minor uno gradu; adeoque Terra avecta ad Lunam occupat minus quam duos gradus. Sed diameter Solis est semper, diameter Lunae plerumque, major dimidio gradu. Hinc ea se plerumque satis compensant, et aliquando etiam accurate.

Porro, tres illi gradus sunt pars decima partis duodecimae totius circuli. Nam pars duodecima sunt gradus 30.

<sup>33(II 65)</sup> Ex distantia centri Lunae ab ecliptica colligitur distantia a nodo, illam multiplicando per 12 juxta adn. 56 (24). Quo pacto habentur gradus 18, qui sunt pars una e decies binis sive e viginti partibus totius circuli, cum  $18 \times 20$  exhibeat 360. Et sunt bis novem ex iis partibus, quarum circulus integer ter continet decies bisenas, sive continet semel  $30 \times 12$  vel 360.

nebu jednako kao promatrač na Zemlji od središta Zemlje do ruba same Zemlje, još bi mu uvijek izgledao isto tako u dodiru. Ustvari, on bi se morao kretati nešto manje u istom smjeru u kojem je bliži Suncu nego Zemlja. Ali kako je udaljenost Sunca više od tristo puta veća nego udaljenost Mjeseca od Zemlje, onaj prostor po kojem se Mjesec mora kretati ustranu da bi zadržao isti položaj, primjetno je jednak onom prostoru kojim se kreće ustranu promatrač, tj. tolik kolik je polumjer Zemlje prenesen onamo.

Stoga je udaljenost središta Mjeseca od ekliptike za granicu Sunčeve pomrčine jednaka zbroju prividnih polumjera Sunca i Mjeseca i prividnog polumjera što bi ga imala Zemlja prenesena na Mjesec i videna odavle. A taj je isti kao prividni polumjer što ga ima Zemlja videna s Mjeseca, koji astronomi također nazivaju vodoravnom Mjesečevom paralaksom.

<sup>32(II 64)</sup> Sve se to sada ovako zbraja: promjer Mjeseca i promjer Sunca iznose približno pol stupnja svaki, a promjer Zemlje odmaknute do Mjeseca iznosi otprilike dva stupnja. Stoga je zbroj svih takvih promjera otprilike tri stupnja i prema tomu je zbroj polumjera jedan i pol stupanj.

Gotovo uvijek je ona vodoravna Mjesečeva paralaksa nešto manja od jednog stupnja; i prema tomu Zemlja odmaknuta do Mjeseca zauzima manje od dva stupnja. Ali je promjer Sunca uvijek, a promjer Mjesečev najčešće, veći od pol stupnja. Stoga se ono najčešće dovoljno nadoknađuje, a kadšto i točno.

Sve u svemu, ona su tri stupnja deseti dio dvanaestine cijeloga kruga, jer dvanaestina iznosi trideset stupnjeva.

<sup>33(II 65)</sup> Iz udaljenosti se središta Mjeseca od ekliptike dobiva udaljenost od čvora množeći onu sa dvanaest prema bilj. 56 (24). Na taj način imamo osamnaest stupnjeva, koji čine jedan od deset puta dva ili od dvadeset dijelova cijeloga kruga, jer 18 x 20 daje 360. I dvaput su devet onih dijelova kojih cio krug sadrži triput deset puta dvanaest, ili sadrži jedanput 30 x 12 ili 360.

34(II 66) Definitis hoc pacto limitibus distantiae a nodo pro eclipsi tam lunari quam solari, progrediendum hic ad demonstranda ea, quae proposita fuerunt in adn. 54 (22).

Dum Luna ab uno vel novilunio vel plenilunio progressa in orientem devenit ad alteram novilunium vel plenilunium, interea Sol progreditur itidem in orientem fere per duodecimam partem totius eclipticae sive per unum signum. Nam mensis lunaris est circiter dierum  $29 \frac{1}{2}$ . Et Sol, qui diebus  $365 \frac{1}{4}$  percurrit gradus 360, percurrit singulis diebus fere unum gradum; adeoque mense integro lunari paullo minus quam 30 gradus, quos continent singula zodiaci signa. Nodus autem interea regreditur juxta adn. 44. lib. I, atque id per unum circiter gradum cum dimidio, quae est pars vigesima unius signi sive graduum 30.

35(II 67) Quamobrem si quoddam novilunium vel plenilunium sive conjunctio quaedam vel oppositio acciderit in ipso nodo, sequens novilunium vel plenilunium accidet in puncto paullo magis remoto ab eodem nodo quam per unum signum, additis nimirum simul arcu, per quem progressus est Sol, et arcu, per quem regressus est nodus. Haec distantia a nodo duplicabitur in secundo mense lunari, triplicabitur in tertio, et ita porro. Quare post menses lunares sex fiet conjunctio vel oppositio in puncto remoto a priore nodo paullo plus quam per sex signa, adeoque paullo ultra nodum oppositum, qui semper distat a priore nodo per semicirculum sive per sex signa, quod congruit cum iis, quae dicta sunt in adn. 43. lib. I. Quamobrem habebitur ibidem altera eclipsis Solis in novilunio vel Lunae in plenilunio.

36(II 68) Quod si plenilunium accadat in ipso altero nodo utrolibet vel admodum prope ipsum, Luna et in praecedenti et in sequenti plenilunio erit satis proxima nodo opposito ad inducendam eclipsim alicui Terrae loco. Nam dimidiae lunationi debentur circiter dies 15, quibus Sol discedit a nodo circiter per 15 gradus, qui sunt ejusmodi partes, ut earum quater senas sive 24 circulus integer contineat quindecies. Nam  $15 \times 24$  sunt 360.

<sup>34(II 66)</sup> Pošto su na taj način određene granice udaljenosti od čvora za pomrčinu kako Mjesečevu tako i Sunčevu, ovdje valja krenuti naprijed na dokazivanje onoga što je izloženo u bilj. 54 (22).

Dok Mjesec od jednog bilo mlađaka bilo uštapa napreduje na istok i stiže do drugog mlađaka ili uštapa, u međuvremenu Sunce također napreduje na istok gotovo za dvanaesti dio cijele ekliptike ili za jedan znak. Naime mjesečni mjesec traje otprilike dvadeset devet i pol dana. A Sunce, koje za 365 i četvrtinu dana prijeđe 360 stupnjeva, svakog dana prijeđe gotovo jedan stupanj. I prema tomu, za cio mjesečni mjesec prijeđe malo manje od trideset stupnjeva što ih sadrže pojedini znaci zodijaka. Čvor se pak u međuvremenu vraća natrag prema bilj. 44 prvoga pjevanja, i to otprilike za jedan i pol stupanj, što je dvadeseti dio jednoga znaka ili trideset stupnjeva.

<sup>35(II 67)</sup> Stoga, ako se neki mlađak ili uštap, ili neka konjunkcija ili opozicija, dogodi u čvoru, sljedeći će se mlađak ili uštap dogoditi u točki malo udaljenijoj od istoga čvora nego za jedan znak, tj. uz dodatak ujedno luka po kojem je napredovalo Sunce i luka po kojem je čvor nazadovao. Ta će se udaljenost od čvora udvostručiti u sljedećem mjesečnom mjesecu, a utrostručiti u trećem, i tako dalje.

Stoga će se poslije šest mjesečnih mjeseci dogoditi konjunkcija ili opozicija u točki udaljenoj od prijašnjeg čvora više od šest znakova i, prema tomu, malo dalje od suprotna čvora koji je od prijašnjeg čvora uvijek udaljen za pol kruga ili šest znakova, što se slaže s onim što je rečeno u bilj. 43 prvoga pjevanja. Stoga će se dogoditi na istom mjestu druga pomrčina Sunca o mlađaku ili Mjeseca u uštapu.

<sup>36(II 68)</sup> Ako se pak uštap dogodi u bilo kojem drugom čvoru ili vrlo blizu njega, Mjesec će i u prethodnom i u sljedećem uštapu biti dovoljno blizu suprotnu čvoru da bi došlo do pomrčine na nekom mjestu Zemlje. Naime polovici Mjesečeve mijene pripada otprilike petnaest dana, za koje se Sunce udalji od čvora otprilike za petnaest stupnjeva; a to su onakvi dijelovi kojih cio krug sadrži petnaest puta četiri puta šest ili dvadeset četiri. Jer  $15 \times 24$  jest 360.



Hinc tam in praecedenti quam in sequenti novilunio fiet conjunctio cum Sole in puncto distante a nodo minus quam 18 gradibus, qui est limes superius constitutus pro eclipsi solari. Id quidem hic expressum est. Addi potest illud: si lunaris eclipsis accident satis ante appulsum ad nodum, tum eclipsim solarem debere tantum subsequi; si post appulsum, praecedere. Nam in primo casu distantia a nodo proximo, ad quem Sol tendit, debuit esse adhuc major in lunatione praecedenti per alios circiter 15 gradus; et in secundo distantia a nodo, quem jam fugit, debet esse major in lunatione sequenti per alios itidem circiter 15 gradus; adeoque major 18 gradibus.

<sup>37(II 69)</sup> Duo hic deducuntur: primo quidem, circa singulos nodos debere haberi aliquam Solis eclipsim, ubi Sol ad eos appulerit, posse autem nullam haberi eclipsim Lunae. Nam singulis mensibus lunaribus Solis motus a nodo est circiter 30 graduum, et spatium, illud quod inducit aliquam eclipsim, est graduum 36, cum sit graduum 18 hinc et inde a nodo. Quamobrem non potest Sol per id spatium transire, quin eum aliquibi in ipso assequatur Luna et novilunium celebret eclipticum. Gradus autem 36 exprimuntur per illud *ter ternas partes quater*. Nam  $3 \times 3 \times 4$  sunt 36. Deinde habetur illud, posse Lunam transilire in plenilunio nodum utrumvis sine sua eclipsi, cum spatium inducens ejus eclipsim sit 24 graduum, nimirum 12 hinc et totidem inde a nodo, et inter bina pleniluniorum proximorum loca intercedant 30 circiter gradus diversae distantiae a nodo.

Quin immo, si eclipsis Solis accidet in ipso nodo, plenilunium praecedens et sequens accidet in distantia graduum circiter 15 ab eodem nodo. Quae distantia est major quam illa 12 graduum necessaria ad inducendam eclipsim. Inde autem consequitur circa singulos nodos debere omnino haberi aliquam eclipsim Solis, sed posse non haberi eclipsim Lunae.

Stoga će se kako u prethodnom tako i sljedećem mladaku dogoditi konjunkcija sa Suncem u točki udaljenoj od čvora manje od osamnaest stupnjeva, što je gornja granica ustanovljena za Sunčevu pomrčinu.

Upravo je to ovdje izraženo. Može se dodati ovo: ako se Mjesečeva pomrčina dogodi dosta prije dolaska do čvora, tada Sunčeva pomrčina mora samo uslijediti; ako pak poslije dolaska, tada mu mora prethoditi. Naime u prvom je slučaju udaljenost od najbližeg čvora, prema kojemu ide Sunce, morala biti još veća u prethodnoj Mjesečevoj mijeni za drugih otprilike petnaest stupnjeva, a u drugom udaljenost od čvora, od koje ga već hježi, mora biti u sljedećoj Mjesečevoj mijeni veća isto tako za drugih otprilike petnaest stupnjeva, i prema tomu veća od osamnaest stupnjeva.

<sup>37(II 69)</sup> Ovdje se izvodi dvoje: da oko svakog čvora mora doći do neke pomrčine Sunca kad Sunce stigne do njega, a može ne biti nikakve pomrčine Mjeseca. Naime u svakom se mjesečnom mjesecu Sunce kreće od čvora približno za trideset stupnjeva, a prostor je, onaj koji uzrokuje neku pomrčinu, velik trideset šest stupnjeva, jer je po osamnaest stupnjeva s ove i one strane od čvora. Stoga Sunce ne može prijeći preko toga prostora a da ga negdje u njemu ne sustigne Mjesec i proslavi ekliptični mladak. Trideset šest se pak stupnjeva izražava onim *ternas partes quater*. Jer  $3 \times 3 \times 4$  jest 36. Zatim se događa to da Mjesec može o uštapu preskočiti bilo koji od dva čvora bez svoje pomrčine, jer je prostor u kojem dolazi do njegove pomrčine velik dvadeset četiri stupnja, tj. dvanaest s ove i isto toliko s one strane od čvora, a između dva mjesta najbližih uštapa bude otprilike trideset stupnjeva razlike u daljini od čvora. Štoviše, ako se pomrčina Sunca dogodi u samom čvoru, prethodni će se i sljedeći uštap dogoditi na udaljenosti od približno petnaest stupnjeva od istoga čvora. A ta je udaljenost veća od one od dvanaest stupnjeva koja je nužna za navlačenje pomrčine. Odatle pak slijedi da oko svakog čvora mora u svakom slučaju biti neke pomrčine Sunca, ali može ne biti pomrčine Mjeseca.

38(II 70) Hinc autem jam pronum est plura consectoria deducere, quae id evincant, quod supra adn. 54 (22) fuerat propositum. Primo quidem, saltem bini defectus Solis habebuntur singulis annis. Nunquam enim poterunt haberi 6 novilunia sine ulla eclipsi, cum nimirum aliquod ex ipsis noviluniis saltem postremum debeat accidere prope alterum e nodis in distantia minore quam quae requiritur ad eclipsim. Sunt autem singulis annis saltem duodecim novilunia; adeoque saltem duo erunt ecliptica.

Quod si paullo post anni initium habeatur novilunium eclipticum, habebitur et alterum post sex lunares menses, tum et tertium post alios sex, quorum postremus finietur ante finem anni, cum singulis annis habeantur lunares menses 12 et praeterea circiter 11 dies. Adeoque habebuntur tum tres eclipses solares in anno. Quod quidem potest accidere etiam ex eo, quod in binis noviluniis se immediate consequentibus habeatur eclipsis, cum nimirum spatium inducens eclipsim solarem sit majus quam spatium, quo duo novilunia se continuo excipientia distare possint. Sic si in initio et fine quarti et quinti novilunii habeatur eclipsis, habebitur etiam omnino in fine decimi vel undecimi. Adeoque habebuntur tres eodem anno.

Deinde lunaris eclipsis haberi poterit initio anni, tum post alios sex menses lunares ac deinde tertio post alios sex ante anni finem. Verum cum spatium inducens eclipsim lunarem sit tantummodo graduum 24 minus intervallo inter bina plenilunia, quod est circiter graduum 30, poterit transilire Luna nodum alterum, celebratis binis pleniluniis hinc et inde ab ipso in distantia majore quam quae requiritur ad eclipsim. Et tum poterit elabi annus integer sine binis Lunae defectibus.

39(II 71) Inde patet etiam, cur eclipses tam Solis quam Lunae non semper celebrentur in iisdem punctis eclipticae et qui sit punctorum eclipticorum motus, quae periodus.

Eclipsis non fit nisi prope nodos. Nodi autem in singulis lunationibus regrediuntur ita, ut integrum circulum absolvant post annos circiter 18. Adeoque et loca, in quibus eclipses fiunt, regredientur ita, ut post annos 18 eodem redeant. Qu-

38(II 70) Odatle je pak već lako izvesti više zaključaka da se dokaže ono što je prije bilo izloženo u bilj. 54 (22).

Kao prvo, svake će godine biti barem dvije pomrčine Sunca. Nikada naime neće moći biti šest mlađaka bez ijedne pomrčine, jer se doista neki od tih mlađaka, barem posljednji, mora dogoditi blizu jednog od čvorova na udaljenosti manjoj od one koja se traži za pomrčinu. A svake godine ima barem dvanaest mlađaka pa, prema tomu, barem dva ekliptična.

Ako se pak malo poslije početka godine dogodi ekliptični mlađak, bit će i drugi poslije šest mjesecnih mjeseci, a onda i treći poslije drugih šest, od kojih će se posljednji završiti prije kraja godine, jer svake godine bude dvanaest mjesecnih mjeseci i osim toga otprilike jedanaest dana. I prema tomu, bit će tada tri Sunčeve pomrčine u jednoj godini. A to se može dogoditi i zbog toga što u dva mlađaka koji neposredno slijede jedan za drugim dođe do pomrčine, jer je uistinu prostor koji navlači pomrčinu veći od prostora na kojem mogu biti odvojeno dva mlađaka koji se odmah nastavljaju jedan na drugi. Tako ako na početku i kraju četvrtog i petog mlađaka bude pomrčine, bit će je svakako i na kraju desetog ili jedanaestog. I prema tomu, bit će ih tri u istoj godini.

Nadalje, jedna će se pomrčina Mjeseca moći dogoditi početkom godine, zatim poslije drugih šest mjesecnih mjeseci i onda treći put poslije drugih šest prije kraja godine. No kako prostor na kojem dolazi do Mjesečeve pomrčine ima samo dvadeset četiri stupnja i manji je od razmaka između dva uštapa, što je otprilike trideset stupnjeva, Mjesec će moći preskočiti drugi čvor proslavivši dva uštapa s ove i s one strane na udaljenosti od njega većoj nego što je ona koja se traži za pomrčinu. A tada će moći isteći cijela godina bez dvije Mjesečeve pomrčine.

39(II 71) Odatle je također očito zašto se pomrčine kako Sunca tako i Mjeseca ne proslavljaju uvijek na istim točkama ekliptike te kakvo je kretanje točaka ekliptike i kakav im je obilazak. Pomrčina se događa samo blizu čvorova. Čvorovi pak u svakoj pojedinoj Mjesečevoj mijeni nazaduju tako da cijelo kruženje završavaju poslije otprilike osamnaest godina. A prema

in immo post annos 9 celebrabuntur eclipses in eadem coeli parte, cum post dimidiam periodum motus nodorum alter e nodis eo deveniat, quo prius fuerat alter. Adeoque eclipses ad ipsum pertinentes debeant fieri ibi, ubi fiebant eclipses pertinentes ad nodum praecedentem.

40(II 72) Una periodus motus nodorum, quae est annorum 18, aequatur fere binis periodis motus apogei lunaris, quae requirunt annos plus quam 18 et minus quam 19. Hinc post 18 circiter annos et orbita lunaris et nodi redeunt fere ad eandem positionem. Verum paullo post absolutos 18 annos, paullo ante quam nodi redeant ad eandem positionem et paullo post quam apogeeum ad eandem positionem redeat secunda vice, habentur et novilunia et plenilunia fere in eadem distantia tam a nodis quam ab apogeo. Unde oritur periodus quaedam paullo longior 18 annis, quae continet lunationes 223. Et post eam periodum aberrationes motuum lunarium redeunt fere eadem. Et ejusmodi periodum observationum lunarium primus omnium aggressus est Halleyus, ex qua pro sequentibus periodis desumi possunt correctiones tabularum ita, ut loca Lunae obtineantur admodum accurata, ingenti et astronomiae, et geographiae, et nauticae bono.

Numerus 223 admodum dilucide et vero etiam poetico stylo exprimitur per illud *tribus, et bis centenis, et bis denis*.

Si superiorum motuum desiderentur accuratiores numeri, periodus nodorum est ex Elementis Caillii an. 18, dier. 224, hor. 5. Quod exprimitur per illud *dum novies binis novus additur annus*. Periodus apogei lunaris est an. 8, dier. 309, hor. 8, min. 20. Adeoque duo ejusmodi periodi sunt an. 17, dierum 254 proxime. Quae cum simul nondum adaequent unam periodum nodorum, idcirco tempore unius nodorum periodi apogeeum Lunae non redibit accurate ad idem coeli punctum, sed ad ulterius quodpiam. Et idcirco dictum est *Restituet sese atque eadem prope signa reviset*, addito illo *prope*. Menses lunares 223 requirunt quam proxime annos Julianos 18, dies 14. Idcirco dictum est *ubi ter sextus se vix evolverit annus*.

tomu će i mjesta na kojima se događaju pomrčine nazadovati tako da se poslije osamnaest godina vraćaju na isto mjesto. Štoviše, poslije devet će se godina događati pomrčine na istom dijelu neba, jer poslije polovice perioda kretanja čvorova jedan od čvorova dospijeva onamo gdje je prije bio drugi. I prema tomu bi se pomrčine koje mu pripadaju morale događati ondje gdje su se događale pomrčine koje pripadaju pret hodnom čvoru.

40(II 72) Jedan je period kretanja čvorova, koji traje osamnaest godina, jednak gotovo dvama periodima kretanja Mjesečeva apogeja koji traže više od osamnaest, a manje od devetnaest godina. Stoga se poslije otprilike osamnaest godina i Mjesečeva putanja i čvorovi vraćaju u gotovo isti položaj. No malo poslije isteka osamnaest godina, malo prije nego što se čvorovi vrate u isti položaj i malo poslije nego što se apogej drugi put vrati u isti položaj, bit će i mladáci i uštapi gotovo na istom rastojanju kako od čvorova tako i od apogeja. A otuda se rađa neki period malo dulji od osamnaest godina, koji sadržava 223 Mjesečeve mijene. A poslije tog perioda vraćaju se gotovo iste aberacije Mjesečevih kretanja. I prvi je od svih započeo Halley takav period Mjesečevih promatranja, iz kojeg se mogu izvući popravci tablica za sljedeće periode tako da se dobiju vrlo točni položaji Mjeseca, na veliku korist i astronomije, i geografije, i pomorstva.

Broj se 223 vrlo jasno, a i vjerodostojnim pjesničkim stilom izriče onim *tribus, et bis centenis, et bis denis*.

Ako bi se tražili točniji brojevi spomenutih kretanja, period je čvorova prema Lacailleovim *Elementima* 18 godina, 224 dana i 5 sati, što se izražava onim *dum novies binis novus additur annus*. Period Mjesečeva apogeja traje 8 godina, 309 dana, 8 sati i 20 minuta. I prema tomu, takva dva perioda traju 17 godina i približno 254 dana. A kako oni zajedno nisu još jednaki jednom periodu čvorova, stoga se za vrijeme jednog perioda čvorova neće Mjesečev apogej vratiti točno na istu točku neba, nego na neku dalju. I stoga je rečeno *Restituet sese atque eadem prope signa reviset*, uz dodatak onoga *prope*. Jer 223 Mjesečeva mjeseca traže približno 18 julijanskih go-

41(II 73) **Exposita causa et limitibus ac periodo eclipsium, hic postremo loco proponitur discrimen inter eclipses Solis ac eclipses Lunae, quod sternit viam ad exponendum ingentem ipsarum eclipsium usum in geographia et arte nautica. Nimirum singula phaenomena eclipseos lunaris eodem modo fere accuratissime eodem momento temporis apparent spectatoribus omnibus constitutis in toto eo hemisphaerio terrestri, cui Luna est conspicua. At in Solis eclipsi eodem momento temporis alii spectatores longe aliud vident. Quin immo aliis eodem momento temporis Sol latet totus, aliis totus cernitur sine ulla eclipsi, ut diximus adn. 3 (lib. II).**

Ratio discriminis est manifesta. Quia nimirum eclipsis Lunae est defectus luminis in ipsa Luna immersa in conum umbrosus Terrae. Quem idcirco omnes simul vident, qui Lunam vident. At eclipsis Solis est defectus luminis emissi a toto disco Solis vel ab aliqua ejus parte, et intercepti a Luna interposita. Quae visa e diversis punctis superficiei terrestris refertur ad diversa loca regionis solaris.

Incipitur autem hic a Luna et nominantur initium ac finis eclipseos, et illae, quas appellant phases, nimirum partes disci lunaris obscuratae, quae definiri solent per partes diametri Lunae, quam astronomi, ut et Solis diametrum, pro hisce phasibus exprimendis dividunt in duodecim digitos.

42(II 74) **Proponitur, quid sit longitudo et latitudo geographica. Prior excurrit per totum aequatoris circulum in orientem, posterior per quadrantem circuli hinc et inde in Boream vel Austrum versus alterum e polis. Nimirum in globo Terrae habentur bini poli ut in coelo, circa quos fit motus diurnus, quorum alter dicitur borealis et alter australis. Ab iis aequae distat circulus ille maximus conversionis diurnae, quem lib. I adn. 24 diximus appellari aequatorem. Omnes semicirculi, qui abeunt ab altero polo ad alterum, dicuntur meridiani. Et eorum aliquem ad arbitrium selectum geographi appellant primum meridianum. Plerumque autem solet esse is, qui transit per insulam Ferri. Quod apud Gallos lege statutum est pro geographis omnibus. Meridianus loci cujuspiam, ut Romae vel Londini est is, qui transit per ipsos polos et eum locum et determi-**

dina i 14 dana. Stoga je rečeno *ubi ter sextus se vix evolverit annus*.

- 41(II 73) Pošto je izložen uzrok i granice i period pomrčina, ovdje se na posljednjem mjestu navodi razlika između pomrčina Sunca i pomrčina Mjeseca, što sterc put za izlaganje goleme koristi od tih pomrčina u geografiji i pomorstvu. Naime sve pojave Mjesečeve pomrčine vide na isti način gotovo posve točno u isto vrijeme svi promatrači koji se nalaze na cijeloj onoj polukugli na kojoj se vidi Mjesec. Međutim, u pomrčini Sunca jedni promatrači vide u istom času jedno, a drugi sasvim različito. Štoviše, jednima je Sunce u isto vrijeme cijelo skriveno, a drugi ga gledaju cijela bez ikakve pomrčine, kao što rekosmo u bilj. 3 drugoga pjevanja.

Razlog je razlike očigledan. Jer doista pomrčina je Mjeseca gubitak svjetlosti na samom Mjesecu, uronjenu u sjenovit čunj Zemlje. A taj stoga vide svi koji vide Mjesec. Međutim, pomrčina je Sunca gubitak svjetlosti ispuštene sa cijela Sunčeva koluta ili s nekoga njegova dijela, koju mu je ugrabio Mjesec našavši se ispred njega. A on se, viđen s različitih točaka Zemljine površine, okreće na različita mjesta Sunčeva prostranstva.

Ovdje se pak počinje od Mjeseca pa se navodi početak i kraj pomrčine te ono što zovemo fazama, tj. zamračenim dijelovima Mjesečeva koluta, koji se obično određuju po dijelovima Mjesečeva promjera što ga astronomi, kao i Sunčev promjer, dijele na dvanaest prsta.

- 42(II 74) Izlaže se što je geografska duljina i širina. Prva se pruža preko cijelog kruga ekvatora na istok, a druga po četvrtinu kruga s ove i s one strane na sjever ili jug prema drugomu od polova. Naime na Zemljinoj kugli, kao na nebu, dva su pola oko kojih se događa dnevno kretanje, od kojih se jedan zove sjeverni, a drugi južni. Od njih je jednako udaljen onaj najveći krug dnevnog okretanja za koji smo u bilj. 24 prvog pjevanja rekli da se zove ekvator. Svi polukrugovi koji idu od jednog do drugog pola nazivaju se meridijanima, a geografi neki od njih, po volji odabran, zovu prvim meridijanom. To je pak obično onaj koji prelazi preko otoka Hierro, što je kod Fran-



nat tam longitudinem quam latitudinem geographicam ipsius loci. Nam longitudo geographica dicitur arcus aequatoris, qui excurrit a primo meridiano in orientem usque ad meridianum loci. Latitudo autem geographica dicitur ille arcus ejusdem meridiani, qui jacet inter aequatorem et ipsum locum, ac est distantia ipsius loci ab aequatore assumpta in superficie Terrae per arcum circuli maximi perpendicularem ipsi aequatori. Ipsa latitudo dicitur borealis vel australis, prout locus respectu aequatoris jacet ad Boream vel ad Austrum.

Longitudo et latitudo, quae in Terra assumuntur respectu aequatoris, in coelo assumuntur respectu eclipticae numerando longitudinem a principio Arietis. Et quae ad aequatorem eodem modo referuntur, dicuntur ascensio recta ac declinatio, quod hic innuo ad indicandam diversam eorundem nominum significationem, hic pro geographia, et superius adn. 18 (lib. II) pro astronomia.

Porro cognita longitudine et latitudine loci facile est invenire punctum in globo geographico vel mappis, ad quod is locus pertinet, cum in globo habeantur semper delineati aequator et plures meridiani et in mappis etiam particularibus, habeantur itidem lineae, vel saltem numeri, per quos longitudo et latitudo determinentur; quae idcirco facile inveniuntur pro quovis loco, qui existat in ipsa mappa.

43(II 75) Innuuntur hic methodi determinandi latitudinem loci cuiuspiam; quod quidem praestatur admodum facile. Primo loco proponitur illud, latitudinem loci aequalem esse altitudini poli supra horizontem, qui hic appellatur *limes coeli*, nimirum nobis conspicui. Idem autem a Latinis dictus est *finitor*, quod visum finiat. Id theorema notum est ipsis geographiae tyronibus. Latitudo loci est, uti diximus, distantia loci ab aequatore computata in arcu meridiani terrestris. Quae quidem habet eundem graduum numerum, quem in coelo distantia puncti respondentis ipsi loco ad verticem sive zenith ab aequatore coelesti, qui imminet ad perpendiculum aequatori terrestri. Porro tam a zenith ad horizontem quam a polo ad aequatorem sunt gradus 90 sive quadrans circuli. Hinc ablato communi arcu a zenith ad polum relinquitur distantia

cuza zakonom ustanovljeno za sve geografe. Meridijan je bilo kojega mjesta onaj koji prolazi kroz same polove i to mjesto i određuje kako geografsku duljinu tako i širinu samoga mjesta. Naime geografskom se duljinom naziva luk ekvatora koji se pruža od prvog meridijana na istoku sve do meridijana toga mjesta. Geografskom se pak širinom naziva onaj luk istog meridijana koji leži između meridijana i samog mjesta, a to je udaljenost samoga mjesta od ekvatora uzeta na površini Zemlje po luku najvećega kruga koji je okomit na ekvator. Sama se širina naziva sjevernom ili južnom prema tomu kako mjesto leži u odnosu na ekvator, da li na sjever ili na jug.

Duljina i širina, koje se na Zemlji uzimaju u odnosu na ekvator, na nebu se uzimaju u odnosu na ekliptiku, računajući duljinu od početka Oвна. A što se na isti način odnosi na ekvator, naziva se rektascenzijom i deklinacijom. To pak ovdje napominjem da bih ukazao na različito značenje tih istih riječi, ovdje za geografiju, a prethodno, u bilj. 18 drugoga pjevanja, za astronomiju.

Nadalje, ako se zna duljina i širina mjesta, lako se nalazi točka na zemljopisnom globusu ili na kartama na koje se to mjesto odnosi, jer su na globusu uvijek ucrtani ekvator i veći broj meridijana, a na posebnim kartama postoje također crte ili barem brojevi koji označuju duljinu i širinu. I stoga se one lako nalaze za bilo koje mjesto koje postoji na samoj karti.

<sup>43(II 75)</sup> Ovdje se ukazuje na metode određivanja širine kojeg mu drago mjesta, što se vrlo lako postiže. Na prvom se mjestu izlaže ovo: da je širina mjesta jednaka visini pola iznad obzora, a taj se ovdje naziva granicom neba, tj. nama vidljiva. Taj su pak isti Latini nazivali *graničnik*, zato što ograničava vidik. Ta je postavka poznata i početnicima u geografiji. Širina je mjesta, kako rekosmo, udaljenost mjesta od ekvatora, računata po luku Zemljina meridijana. A ona ima isti broj stupnjeva koji na nebu ima udaljenost točke koja odgovara samom mjestu do vrha ili zenita od nebeskog ekvatora, koji visi okomito nad Zemljinim ekvatorom. Nadalje, kako od zenita do obzora tako i od pola do ekvatora ima devedeset stupnjeva ili četvrtina kruga. Stoga, kad se oduzme zajednički luk od zenita do pola,

poli ipsius ab horizonte aequalis distantiae zenith ab aequatore adeoque altitudini poli.

Si igitur observetur, quae sit altitudo poli supra horizontem, invenitur latitudo geographica loci. Porro id facile praestatur ope instrumenti astronomici cujuspian, quo determinetur, quot gradibus et minutis sydus aliquod elevetur supra horizontem vel distet. Si enim accipiatur aliqua fixa polo proxima et determinetur ejus altitudo supra horizontem tam maxima, cum ascendit supra polum, quam minima, cum descendit infra, media inter ipsas erit altitudo poli.

Quin immo facilius praestatur id ipsum per unicum observationem vel stellae cujusvis vel etiam Solis, qua invenitur ejus distantia a zenith. Ipsum autem zenith ego *coeli verticem* appello, designans polum nomine *cardinis*, licet Virgilius polum ipsum verticis nomine designarit. Est sane ipsum zenith coeli vertex respectu loci, qui sibi id punctum videt ad verticem imminens. Sed oportet aliunde nosse ex astronomicis tabulis distantiam ejusdem astri a polo, quae pro fixis vix quidquam mutatur ad sensum intra annum, pro Sole mutatur quidem plurimum. Sed ad usus nauticos habentur pro singulis diebus computatae et in tabulas redactae declinationes Solis, quarum complementa ad gradus 90 exhibent distantias a polo.

Porro distantia illa a zenith capienda est, ubi astrum appellit ad meridianum. Tum enim in eodem meridiano computantur omnes ejusmodi distantiae. Et cum innotescat distantia astri a zenith per observationem et a polo per tabulas, innotescit distantia quoque poli a zenith, adeoque ejus residuum ad gradus 90, quae est altitudo poli, et exhibet latitudinem loci.

Corrigenda est etiam observatio a refractione, quae omnia objecta coelestia elevat. Et quidem habentur tabulae ad id ipsum computatae. Sed in ipsis versibus praecipua tantummodo quaedam capita attigimus.

<sup>44</sup>(II 76) Longitudo geographica loci cujuspian facile definitur per observationem eclipseos lunaris, si ea observatio simul instituta fuerit in eo loco, cujus longitudo quaeritur, et in alio quopiam, cujus longitudo jam innotescat. Satis est conferre inter se horas astronomicas eorum locorum, quibus horis

ostaje razdaljina samoga pola od obzora koja je jednaka onoj zenita od ekvatora i, prema tomu, jednaka visini pola.

Ako se dakle promatra koja je visina pola iznad obzora, nalazi se geografska širina mjesta. Nadalje, to se lako postiže pomoću bilo kojeg astronomskog instrumenta kojim bi se odredilo koliko se stupnjeva i minuta neka zvijezda uzdiže iznad obzora ili koliko je udaljena. Ako se naime uzme neka stajačica vrlo blizu pola i odredi se njena visina iznad obzora, kako najveća kad se uzdiže iznad pola tako i najmanja kada se spušta ispod njega, srednja između njih bit će visina pola.

Štoviše, lakše se to isto postiže jednokratnim promatranjem ili bilo koje zvijezde, ili čak Sunca, kojim se nalazi njena udaljenost od zenita. Sam pak zenit ja nazivam *coeli verticem*, a pol označujem riječju *cardo*, iako je Vergilije sam pol označio riječju *vertex*. Sam je zenit doista vrh neba u odnosu na mjesto sa kojeg se vidi ona točka što strši nad glavom. Ali treba od drugud, iz astronomskih tablica znati udaljenost te iste zvijezde od pola koja se za stajačice jedva išta primjetno mijenja unutar godine dana, dok se uistinu vrlo mnogo mijenja za Sunce. Međutim, za potrebe pomoraca postoje za svaki pojedini dan izračunate i u tablice unesene deklinacije Sunca, a njihove dopune do devedeset stupnjeva daju udaljenosti od pola. Nadalje, onu udaljenost treba uzeti od zenita kad zvijezda stiže do meridijana. Tada se naime u istom meridijanu računaju sve takve udaljenosti. I, kada je poznata udaljenost zvijezde od zenita promatranjem i od pola iz tablica, poznata je također udaljenost pola od zenita i, prema tomu, njezin ostatak do devedeset stupnjeva, što je visina pola, te se dobiva širina mjesta.

Treba još popraviti promatranje za refrakciju koja uzdiže sve nebeske predmete. No postoje i tablice upravo za to izračunate. Ali smo se u samim stihovima dotakli samo nekih glavnih pitanja.

<sup>44</sup>(II 76) Zemljopisna se duljina bilo kojeg mjesta lako određuje promatranjem Mjesečeve pomrčine ako se to promatranje ujedno obavi na onome mjestu kojemu se traži duljina i u nekom drugom kojemu je duljina već poznata. Dovoljno je usporediti

observatum est initium, vel finis, vel certa phasis eclipseos. Horae enim singulorum locorum numerantur ab astronomis incipiendo a meridie loci ad meridiem. Porro meridies citius accedit regionibus orientioribus, cum Sol ad earum meridianum citius appellat. Hinc eodem momento temporis plures horas numerat locus situs in meridiano terrestri orientiore. Et proinde differentia horarum exhibet differentiam positionis meridianorum, adeoque differentiam longitudinum.

Satis est ad id reducere differentiam temporis ad partes aequatoris, quod facile itidem fit. Cum enim Sol 24 horis totum diurno motu absolvat circulum, nimirum gradus 360, debentur singulis horis gradus 15. Adeoque unus gradus respondet 4 minutis, unum minutum quatuor secundis, et ita porro.

<sup>45</sup>(II 77) Initium et finis eclipseos difficilius satis accurate determinari solent ob confusum umbrae terrestris marginem, qui observationem turbat, potissimum, ubi non videtur simul ingens arcus ipsius umbrae. Phases etiam difficulter admodum intra satis arctos temporis limites observantur, potissimum si Luna non incedat nisi per marginem umbrae terrestris. Quo casu lente admodum aliquanto post initium et ante finem phases augentur et minuuntur. Hinc potius adhibentur immersiones et emersiones macularum Lunae, per quarum plures cito admodum transit margo umbrae. Sunt autem multae ejusmodi maculae in Luna, quae ope telescopii admodum distinctae apparent, sive sint particulae quaedam ejus superficiei obscuriores sive lucidiores. Nam utrumque genus macularum nomine denotatur.

Hae maculae aliis nominibus appellatae sunt ab Hevelio, aliis a Ricciolo. Sed hujus nomina jam passim ab astronomis adhibentur. Quae fere omnia desumpta sunt ab hominibus, qui doctrinae fama innotuerunt vel apud veteres, ut Plato, Aristoteles, Aristarchus, vel apud recentiores, ut Copernicus, Tycho, Galileus. Ampliores maculas ipse appellavit maria, ut Mare serenitatis, Mare crisium. Et insulas quoque habet ut Insulam sinus medii; ad quae hic nomina alluditur.

<sup>46</sup>(II 78) Quando non habentur binae observationes institutae in binis locis, sed unica in uno loco ignoto, alterius observationis

međusobno astronomske sate onih mjesta u kojima je bio promatran početak ili kraj ili određena faza pomrčine. Astronomi naime računaju sate pojedinih mjesta počinjući od jednog do drugog podneva toga mjesta. Nadalje, podne se događa ranije u istočnijim krajevima jer Sunce brže stiže na njihov meridijan. Stoga u isto vrijeme broji više sati mjesto koje se nalazi na istočnijem zemaljskom meridijanu. I stoga razlika u satima daje razliku u položaju meridijana i, prema tomu, razliku u duljinama.

Dovoljno je za to svesti razliku u vremenu na dijelove ekvatora, što je također lako. Naime budući da Sunce za dvadeset četiri sata svojim dnevnim kretanjem dovrši cio krug, tj. 360 stupnjeva, svakom satu pripada petnaest stupnjeva. I prema tomu, jednom stupnju odgovaraju četiri minute, jednoj minuti četiri sekunde, i tako dalje.

<sup>45(II 77)</sup> Obično se teže dovoljno točno određuje početak i kraj pomrčine zbog nejasna ruba Zemljine sjene koji ometa promatranje, osobito kad se ujedno ne vidi golem luk same sjene. Također se vrlo teško promatraju faze unutar dosta uskih vremenskih granica, osobito ako Mjesec hodi samo rubom Zemljine sjene. A u tom se slučaju nešto poslije početka i prije kraja faze vrlo sporo povećavaju ili smanjuju. Stoga se radije upotrebljavaju uranjanja i izranjanja Mjesečevih pjega, preko većeg broja kojih vrlo brzo prelazi rub sjene. Postoji pak mnogo takvih pjega na Mjeseću koje se pomoću teleskopa vide vrlo jasno, bilo da su neki dijelovi njene površine tamniji bilo da su svjetliji. Jer se i jedna i druga vrsta naziva pjegama.

Tim je pjegama Hewel dao jedna, a Riccioli druga imena, ali imena ovoga drugog već širom prihvaćaju astronomi. A ona su gotovo sva uzeta od ljudi koji su se proslavili svojom učenošću bilo u starini, kao Platon, Aristotel, Aristarh, bilo u novije doba, kao Kopernik, Tycho, Galilei. Šire je pjege sam nazvao morima, kao More vedrine ili More kriza. A ima i otoka, kao Otok srednjega zaljeva. A na ta se imena ovdje ukazuju.

<sup>46(II 78)</sup> Kada ne postoje dva promatranja poduzeta na dva mjesta, nego samo jedno na nekom nepoznatom mjestu, ulogu drugog promatranja nadomješta račun iz astronomskih tablica.

vices supplet calculus ex tabulis astronomicis initus. Cujus ope scire possumus, qua hora loci cujuscumque noti, uti Londini vel Parisiorum, id phaenomenum, quod observatur, debeat accidere. Conferendo enim horam ejusmodi cum hora loci, in quo observatio instituitur, determinatur longitudo ejus loci; cujus latitudine pariter determinata per methodos superius expositas invenitur positio ejus loci ignoti. Et eo pacto navis delata per procellam ad partem Oceani quamcunque, si eclipsim aliquam ibi habeat, potest nosse, ubi sit, et reliquum cursum dirigere.

Haec quidem methodus vix ullius usus esse poterat ante perfectam astronomiam, cum initium et finis eclipseos notata in ephemeridibus intra dimidium etiam quadrantem eoque plus aberrarent a veris. Singula autem minuta temporis possint errorem secum trahere 15 milliariarum geographico-rum in positione loci.

Sed jam lunaris theoria ita perfecta est, quemadmodum diximus libro I adn. 48, ut intra satis arctos limites loca Lunae determinentur. Et proinde eclipsium quoque phaenomena praedicantur.

Binae difficultates remanent: phaenomeni raritas summa et difficultas summa observandi, potissimum in mari. Sed raritas suppletur per alia phaenomena, quae etiam intra multo arctiores limites et multo certius observari possunt. Ac difficultatem ea observandi in mari nuper sustulit vir summi ingenii et industriae summae dominus Irwin, per sellam ita in navi suspensam, ut observationes per majora telescopia et Dollondianum micrometrum ac per alia instrumenta inter ipsam jactationem aequae facile et accurate in ipso mari institui possint ac in terra, teste inter alios Sissono, qui ejus ope plurimas observationes instituit, inter quas diametrum apparentem Solis saepe iteratis vicibus assumpsit sine unius minuti secundi discrimine.

<sup>47</sup>(II 79) Eclipses satellitum Jovis multo aptiores sunt ad determinandas longitudes, tum quia sunt frequentiores, tum quia multo certius determinantur, potissimum eclipses intimi satellitis, cujus theoria est multo magis perfecta, ut ejus eclip-

Pomoću njega možemo znati u koji se sat kojega god poznatog mjesta, kao Londona ili Pariza, treba dogoditi ona pojava koja se promatra. Uspoređujući naime sat toga istoga sa satom mjesta na kojem se poduzima promatranje, određuje se duljina onoga mjesta. A kad je na jednaki način poviše izloženim metodama određena njegova širina, nalazi se položaj onoga nepoznatog mjesta. I, na taj način lađa koju oluja odnese na bilo koju stranu oceana, ako ondje ima neka pomrčina, može znati gdje je i usmjeriti ostatak puta.

Ta je metoda jedva mogla biti od ikakve koristi prije napretka astronomije, jer su početak i kraj pomrčine zabilježeni u eferidama bili pogrešni čak za polovicu kvadranta, i više, od pravih. Svaka bi pak pojedina minuta mogla povući za sobom petnaest geografskih milja što se tiče položaja mjesta. Ali je teorija Mjeseca već tako usavršena, kao što rekosmo u bilj. 48 prvoga pjevanja, da se mjesta Mjeseca određuju unutar dosta uskih granica. I stoga se i pojave pomrčine mogu unaprijed najaviti.

Ostaju dvije teškoće: krajnja rijetkost pojave i krajnja teškoća promatranja, osobito na moru. No rijetkost se nadopunjuje drugim pojavama koje se mogu promatrati čak unutar mnogo užih granica i mnogo sigurnije. A teškoću promatranja toga na moru nedavno je otklonio gospodin Hirwin, vrhunski uman čovjek i vrhunski radišan, stolicom tako obješenom na lađi da se i većim teleskopima i Dollondovim mikrometrom, i drugim spravama, može pri samom ljuljanju poduzeti promatranje jednako lako i točno na moru kao na kopnu. O tome svjedoči među drugima Sisson koji je pomoću nje poduzeo vrlo mnoga promatranja, među kojima je često i ponovljeno mjerio prividni promjer Sunca bez razlike od jedne sekunde.

<sup>47(II 79)</sup> Za određivanje duljina mnogo su pogodnije pomrčine Jupiterovih satelita, s jedne strane jer su češće, a s druge jer se određuju mnogo sigurnije, osobito pomrčine najbližeg satelita, kojemu je teorija mnogo više usavršena tako da se njegove pomrčine mogu već najaviti s pogreškom manjom gotovo od jedne minute. A brzina mu je kretanja tolika da je promatrač mnogo manje nesiguran što se tiče trenutka pojave. Nadalje,



ses jam praenunciari possint citra errorem fere unius minuti; et velocitas motus est tanta, ut multo minus incertum observatorem reddat de momento phaenomeni. Porro is non solum eclipsim patitur in umbram Jovis incurrens, sed et in ipsum Jovis corpus umbram projicit, quae longioribus telescopiis deprehendi possit. In singulis autem conversionibus defectum patitur; quae conversiones breviores sunt duorum dierum intervallo.

Adhiberi possunt etiam eclipses aliorum satellitum, potissimum secundi, etiam in mari, si calculus e tabulis initus corrigatur per praecedentes observationes. (On a depuis réduit les tables du second satellite presque à la même perfection que celles du premier.) Possunt autem adhiberi etiam conjunctiones cum Jove et conjunctiones intimi satellitis cum reliquis. Quorum si theoria est minus accurata, motus est lentior. Ut idcirco in Jovis satellitibus non rara, sed admodum frequens habeatur occasio longitudinis determinandae, quod ut etiam in mari fieri jam possit, debet Irwino geographia. Ex cujus sella, primo, quod sciam, in mari eclipses satellitum Jovis sunt observatae et longitudo per illas determinata. Quod quidem ipse cum Sissono praestitit pluribus vicibus.

Haec methodus deficit per binos circiter menses singulis annis, per quos Jupiter post Solem latet. At praeterquam quod ingens est sane commodum posse longitudinem determinare in medio mari per decem singulorum annorum menses, habentur et alia observationum genera, quae perpetuo usui esse possunt, de quibus mox agemus.

48(II 80) Solis eclipses itidem ad longitudinum determinationem adhibentur, determinando initium, finem, phases. Sed eae adhiberi non possunt eodem modo, quo eclipses Lunae, cum non eodem momento ea accidant pro diversis Terrae locis. Quin immo, uti diximus, alicubi totus Sol deficiat, dum alibi spectatur totus. Quamobrem plurimae requiruntur reductiones ad eam rem.

49(II 81) Innuitur constructio generalis eclipsium solarium, quam debemus Dominico Cassino. Delineatur circulus, qui referat peripheriam circuli terrestri terminantis hemisphaerium

ulazeći u Jupiterovu sjenu, on se ne samo pomračuje nego i na samo Jupiterovo tijelo baca sjenu koja se može otkriti poduljim teleskopima. Pri svakom se pak okretanju, koje traje kraće od dva dana, on pomračuje.

Mogu se iskoristiti i pomrčine drugih satelita, osobito drugoga, čak na moru, ako se račun izveden na temelju tablica popravi prethodnim promatranjima. (Otada su tablice drugoga satelita dovedene gotovo do istog savršenstva kao one prvoga.) Mogu se iskoristiti i konjunkcije s Jupiterom i konjunkcije najbližeg satelita s ostalima. Pa ako je njihova teorija manje točna, kretanje im je sporije. Stoga kod Jupiterovih satelita ne postoji rijetka, nego vrlo česta prigoda za određivanje duljine, a da se to već može obavljati i na moru, to geografija duguje Hirwinu. Iz njegove su pak stolice prvi put, što ja znam, promatrane na moru pomrčine Jupiterovih satelita i pomoću njih određena duljina. A to je sam obavio više puta sa Sissonom.

Ta se metoda ne može primijeniti otprilike dva mjeseca svake godine, jer se za to vrijeme Jupiter krije za Suncem. Ali osim toga što je doista silna pogodnost da se duljina može odrediti nasred mora u tijeku deset mjeseci svake godine, postoje i druge vrste promatranja koje se mogu stalno upotrebljavati, o kojima ćemo uskoro govoriti.

48(II 80) Pomrčine se Sunca također upotrebljavaju za određivanje duljina, određujući im početak, kraj i faze. Ali se one ne mogu upotrijebiti na isti način kao pomrčine Mjeseca, jer se ne događaju u istom času za različita mjesta na Zemlji. Štoviše, kao što rekosmo, negdje bi Sunce bilo cijelo pomračeno dok se drugdje vidi cijelo. Stoga se za to traže vrlo mnoga ograničenja.

49(II 81) Ukazuje se na opći nacrt Sunčevih pomrčina koji duguje mo Dominiku Cassiniu. Nacrta se kružnica koja predstavlja obod kruga zemaljskog koji omeđuje polukuglu viđenu iz središta Sunca. Na njemu se označe mjesta dvaju Zemljinih polova nacrtanih na njegovu ravan, zatim crtež krugova koji prolaze kroz njih i označavaju sate, barem do pet stupnjeva, i usporednih crta koje pripadaju toj polukugli. Te su pak go-

visum e centro Solis. In eo designantur loca binorum polorum Terrae projectorum in ejus planum, tum projectio circulorum per ipsos transeuntium et designantium horas ad quinon saltem gradus ac parallelorum pertinentium ad id hemisphaerium. Quae fere semper sunt ellipses praeter unicum omnium horariorum medium, qui meridiem designat et abit in rectam lineam. Apponitur recta itidem linea, quae exhibet viam ejus puncti, in quo incurrit in idem planum recta ducta per centrum Solis et Lunae. In quo puncto centrum Lunae appareret spectatori posito in Sole. Id punctum est centrum umbrae vel penumbrae lunaris, in quo qui existit, videt Solis eclipsem centralem. Prout autem inde locus quivis magis vel minus distat, minorem vel majorem videt obtectam Solis partem. At ex astronomico calculo innotescit nexus inter determinatas distantias ejusmodi et partes diametri solaris deficientes.

Ei lineae rectae adscribuntur numeri, qui expriment horas loci cogniti, pro quo calculus est institutus. Et concipiuntur loca Terrae motu diurno delata per illas parallelorum ellipses, quarum quae cuivis loco conveniat, innotescit, si innotescat ejus loci latitude.

Si jam innotescat ipsius loci etiam longitudo, innotescet differentia ejus meridiei a meridie loci, pro quo calculus est institutus, adeoque ejus hora pro quavis data hora loci ejusdem, et idcirco ejus positio in suo parallelo respondens positioni centri umbrae mobilis, et distantia, ac ex ea solaris eclipseos quantitas, quae idcirco praenunciari potest. Erit autem centralis in iis locis, quae delata per suos parallelos appellunt simul cum centro umbrae mobilis ad aliquam intersectionem viae rectilineae ejus centri et paralleli ipsius loci, pro quo loco distantia illa erit nulla.

Ac si loci longitudo non innotescat, observata autem sit phasis, ex hora observationis innotescit positio ipsius loci in suo parallelo cognito ob cognitam ejus latitudinem. Et ex distantia a centro umbrae debita ei phasi invenitur positio ipsius centri umbrae in sua illa semita, quae exhibet horam loci cogniti, pro quo calculus est institutus et constructio facta,

tovo uvijek elipse osim jedinstvenog središta svih sati koje označava podne i prelazi u ravnu crtu. Dodaje se također prava crta koja prikazuje stazu one točke u kojoj nailazi na istu ravan pravac povučen kroz središte Sunca i Mjeseca. A u toj bi se točki središte Mjeseca ukazalo promatraču na Suncu. Ta je točka središte Mjesečeve sjene ili polusjene pa onaj tko je u njemu, vidi središnju pomrčinu Sunca. A prema tomu koliko je odatle bilo koje mjesto više ili manje udaljeno, vidi se zaklonjen manji ili veći dio Sunca. Međutim, iz astronomskog je računa poznata veza između takvih određenih daljina i pomračenih dijelova Sunčeva promjera.

Uz tu se pravu crtu pišu brojevi koji kazuju sate poznata mjesta za koje je račun obavljen. I zamišljaju se mjesta na Zemlji nošena dnevnim kretanjem po onim elipsama usporednikâ, jer se zna kojem mjestu koja od njih odgovara, ako je poznata širina toga mjesta.

Ako se već zna i duljina samoga mjesta, znat će se razlika njegova meridijana od meridijana mjesta za koje je račun obavljen, a tako i njegov sat za bilo koji dani sat istoga mjesta i stoga njegov položaj na njegovu usporedniku koji odgovara položaju središta pokretne sjene, i daljina, a iz nje količina Sunčeve pomrčine koja se stoga može pretkazati. Ona će pak biti središnja na onim mjestima koja nošena po svojim usporednicima stižu zajedno sa središtem pokretne sjene do nekog presjecišta pravocrtne staze toga središta i usporednika samoga mjesta za koje će udaljenost biti nula.

I ako ne bi bila poznata duljina mjesta, a promatrana bi bila faza, iz sata promatranja zna se položaj samoga mjesta na njegovu usporedniku koji je poznat zbog njegove poznate širine. A iz udaljenosti središta sjene koja pripada toj fazi nalazi se položaj samoga središta sjene na onoj njezinoj stazi koju daje sat poznata mjesta za koje je obavljen račun i izrađen crtež. I tako se dobiva razlika sati između poznata i nepoznata mjesta, a odatle duljina nepoznata mjesta.

Bez opće konstrukcije postoje metode kojima se, ako je dana promatrana faza, širina mjesta i sat promatranja koji se odnosi na nj i ako su dani elementi pomrčine na temelju računa

adeoque differentiam horarum loci cogniti et incogniti, et inde longitudinem loci incogniti.

Sine constructione generali habentur methodi, per quas, data phasi observata et latitudine loci ac hora observationis pertinente ad ipsum, et datis elementis eclipseos ex calculo instituto per tabulas astronomicas pro dato quodam loco, invenitur longitudo loci observationis.

50(II 82) Hisce methodis perfecta est jam plurimum geographia. Sed multum adhuc itineris superest ad absolutam ipsius perfectionem. Id autem sperandum non ab eclipsibus tantum, sed multo magis a quotidianis Lunae observationibus. Nam ejus distantiae a Sole et a fixis, si satis accurate determinentur, rem praestare possunt; et quidem, si calculus uno minuto non aberret in loco Lunae, quo jam deventum esse diximus libro I. Intra triginta geographica milliaria definitur etiam sine correspondente observatione longitudo loci, in quo observatio est instituta.

Hujusmodi distantiae observandae occurrunt, quotiescumque habetur Luna supra horizontem. Adsunt instrumenta, quibus eae observari utcumque possint etiam in mari, ut sunt quadrantes reflexionis. Sed eorum ope res perficitur intra limites multo laxiores. Ex sella Irwiniana commodissime delicatissimis etiam instrumentis res perficitur. Saepissime autem Luna transit tam prope aliquam e fixis satis lucidis, ut Dollondiano micrometro discerni possint una cum ipsa Luna. Et tunc Irwiniana machina summi erit usus, phaenomenum accuratissime determinans. Quae quidem machina, si et satellitum Jovis et positionis Lunae ad fixas habeatur ratio, non rarum admodum, sed frequentissimum habebit usum. Ququam in hoc secundo casu pluribus astronomicis calculis opus erit, ut ex observatione eruatur longitudo. Calculos instituire ad praedicendam horam phaenomeni observandi, id quidem pertinet ad astronomiam; machinam vero invenire, qua observatio accurata fieri possit etiam in mari, ad mechanicam. Nec alterum sine altero ullius est usus pro determinanda longitudine in mari. Qui hoc secundum praestet, dimidium praestat eorum, quae ad tantum artis nauticae bonum

obavljena po astronomskim tablicama za dano neko mjesto, nalazi duljina mjesta promatranja.

<sup>50(II 82)</sup> Tim je metodama već vrlo mnogo usavršena geografija. Ali još ostaje mnogo puta do njezina potpuna savršenstva. Tomu se pak treba nadati ne samo od pomrčina nego mnogo više od svakodnevnih promatranja Mjeseca. Naime njegove udaljenosti od Sunca i od stajaćica, ako bi se dovoljno točno odredile, mogu to osigurati, i to ako se u računu ne pogriješi više od jedne minute što se tiče mjesta Mjeseca, do čega se već došlo, kako rekosmo u prvom pjevanju. Unutar trideset geografskih milja može se i bez odgovarajućeg promatranja odrediti geografska duljina mjesta na kojem je poduzeto promatranje. Takve se udaljenosti nādaju za promatranje svaki put kad se Mjesec nalazi nad obzorom. Postoje instrumenti kojima se one mogu bilo kako promatrati i na moru, kao što su kvadranti s refleksijom. Ali se pomoću njih posao obavlja unutar mnogo labavijih granica. Iz Hirwinove se stolice promatranje obavlja na vrlo zadovoljavajući način i najosjetljivijim instrumentima. Vrlo često pak Mjesec prelazi tako blizu neke od dovoljno sjajnih stajaćica da se mogu Dollondovim mikrometrom raspoznati zajedno sa samim Mjesecem. I tada će Hirwinova sprava biti od najveće koristi jer određuje pojavu s najvećom točnošću. Ako se vodi računa o Jupiterovim satelitima i položaju Mjeseca prema stajaćicama, upravo ta će se sprava, ne vrlo rijetko, nego najčešće, moći upotrijebiti. Pa ipak, u tom će drugom slučaju biti potrebno više astronomskih računa da bi se iz promatranja iščeprkala duljina. Na astronomiji je da se poduzmu računi za pretazivanje sata kad treba promatrati pojavu. Pronalaženje pak sprave kojom se može obaviti točno promatranje i na moru pripada mehanici. No jedno bez drugoga nije ni od kakve koristi za određivanje duljine na moru. Tko pak osigura to drugo, osigura polovicu onoga što se traži za toliku korist pomorstva. Da se to drugo duguje Hirwinu, dokazuju svjedoci poduzetih promatranja, među kojima je prvi Sisson.

requiruntur. Hoc secundum Irwino deberi probant testes observationum institutarum, quos inter Sissonus primus.

51(II 83) Absurdas veterum quorundam philosophorum sententias de eclipsibus collegit Ricciolius *Almagesti* lib. V cap. I, quorum nonnullae hic commemorantur.

52(II 84) Ita Anaximenes de Luna, Anaximander de Sole.

53(II 85) Lucretius lib. V.

54(II 86) Heraclitus in ea sententia fuit.

55(II 87) Xenophanes id est arbitratus.

56(II 88) Nunc etiam in pluribus Asiae partibus idem est mos ingentem ciendi strepitum tempore eclipseos lunaris, ut apud Ricciolium ibidem, putante vulgo Lunam ab horribili draconem devorandam, nisi is eo strepitu perterrefactus aufugiat. Apud veteres magicis incantationibus eam de curru deducendam credebatur, nisi fragor ejus aures obtunderet. Plurima suppetunt apud veteres potissimum poëtas loca, quae eo respiciant. Quorum sane multa collegit ibidem Ricciolius eruditissime de more. Ejusmodi est illud Tibulli, lib. I, el. 8:

Cantus et e curru Lunam deducere tentat;  
Et faciat, si non aera repulsa sonent.

Martialis, lib. IX, ep. 29:\*

Quae nunc Thessalico Lunam deducere rhombo,  
Quae sciet?

Juvenalis, Satyra VI de muliercula garrula:

... Verborum tanta cadit vis,  
Tot pariter pelves et tintinnabula dicas  
Pulsari. Jam nemo tubas atque aera fatiget:  
Una laboranti poterit succurrere Lunae.

In aestu scribendi adhibui duo hemistichia, quae ibidem olim legeram, pertinentia ad Petrum Apollonium, habentur in fine ejus loci *Excidii Hierosolymitani*:

---

\* corr. ex 22

- 51(II 83) Besmislena mišljenja nekih starih filozofa o pomrčinama skupio je Riccioli u prvom poglavlju pete knjige *Almagesta*, od kojih se neka ovdje spominju.
- 52(II 84) Tako Anaksimenu Mjesecu, a Anaksimandar o Suncu.
- 53(II 85) Lukrecije, knj. V (758–761).
- 54(II 86) Heraklit je tako mislio.
- 55(II 87) To je mislio Ksenofan.
- 56(II 88) I sada je običaj u mnogim dijelovima Azije da se diže silna buka u vrijeme Mjesečeve pomrčine (tako kod Ricciolia na istom mjestu) jer puk smatra da će strašan zmaj proždrijeti Mjesec ako ne pobjegne prestrašen tom bukom. Stari su vjerovali da će čarobnjačka vraćanja skinuti Mjesec s kola ako mu lomljava ne zagluši uši. Ima vrlo mnogo mjesta, osobito kod starih pjesnika, koja se odnose na to. Mnoga je doista takva skupio na istome mjestu Riccioli, po običaju vrlo učeno. Takvo je ono u Tibula, knj. I, *Elegija* 8 (21–22):

Basma pokušava Mjesec sa njegovih skinuti kola;  
Što bi i bilo da puk bučno ne tuče u mjed.

Marcijal, knj. IX, *Epigram* 29:

Koja će sada Mjesec oborit tesalskim zvrkom,  
Koja će znat?

Juvenal, *Satira* VI (440–443 o brbljavoj ženici):

... i pljušte tolike riječi,  
Reko bi skupa da puk u tolike zdjele i zvonca  
Tuče. Nitko već neće zamarati trube i bubnje:  
Ona će Mjesecu sama u nevolji moći priteći.

U žaru pisanja upotrijebih dva polustiha što ih nekoć pročitalah na istome mjestu; pripadaju Petru Apoloniju, a nalaze se na kraju onoga mjesta o propasti Jeruzalema:



... Commistus ad astra  
Clamor iit, quantum pavidae succurrere Lunae  
Certantes populi tinnitibus aeris acuti  
Ingeminant *surdasque Deae nituntur ad aures*  
*Thessalicum ne carmen eat.*

57(II 89) Hujusce libri finis recitatus Romae in Arcadum conventu penultima hebdomada Quadragesimae, hoc episodium accepit tempori idoneum.

... do zvijezda se diže i stapa  
Vika koliko se revno zveketanjem zaglušne mjedi  
Puci nadmeću stalno da uplašenoj priteku  
Luni *i upinju se da tesalska ne dođe pjesma*  
*Njojzi do gluhih uši.*

<sup>57(II 89)</sup> Kraj je ovoga pjevanja bio recitiran u Rimu na sastanku arkađana pretposljednje sedmice korizme i dobio je ovu epizodu prikladnu vremenu.