

VICENÇ MUT ARMENGOL (1614 - 1687)
I L'ASTRONOMIA

Víctor Navarro Brotons
Catedràtic (retirat) d'Història de la Ciència
Universitat de València

VICENÇ MUT ARMENGOL (1614 - 1687) I L'ASTRONOMIA

Presentació:
Hble. Sra. Pilar Costa Serra
Consellera d'Innovació, Interior i Justícia

Pròlegs:
Dr. Josep Lluís Ballester Mortes
Catedràtic d'Astronomia i Astrofísica
Universitat de les Illes Balears

Dr. Ugo Baldini
Professor d'Història Moderna
Universitat de Pàdua

Agraïments:

A la Biblioteca de la Universidad Complutense per les facilitats proporcionades per reproduir els facsímils que figuren en aquest llibre.
A Elisa Hernaiz per la seva acurada correcció de tots els texts.

Coberta: Mapa de la Lluna, segons Riccioli (Nou Almagest, 1651). Riccioli va utilitzar el nom de científics i filòsofs pels relleus lunars.

Primera edició: desembre 2009

© De l'introducció: Pilar Costa Serra, 2009
Del pròleg: Josep Lluís Ballester Mortes
Del pròleg: Ugo Baldini

© De l'estudi introductori: Víctor Navarro Brotons
© De la traducció: Víctor Navarro Brotons

Direcció de la col·lecció: Joan March Noguera

© D'aquesta edició



Carrer Francesc Salvà i Pizà, s/n
07141 Es Pont d'Inca (Marratxí)
Mallorca

Producció:



Carrer Bartomeu Castell, 32
07007 Palma (Mallorca)
Tel. 653 54 56 76

ISBN: 978-84-92703-46-3
Depòsit Legal: PM 2434 - 2009

ÍNDEX

Presentació: Pilar Costa Serra	9
Pròleg: Dr. Josep Lluís Ballester Mortes	11
Pròleg: Dr. Ugo Baldini	17
 Agraïments	 21
 Estudi Introductori: Victor Navarro Brotons	 23
<i>Obres astronòmiques de Vicenç Mut. Traducció catalana de Víctor Navarro Brotons, amb la col·laboració de Ana Alberola, Encarna Pastor i Tayra Lanuza.</i>	67
<i>Epístola sobre el Sol alfonsí retituït, així com sobre el diàmetre i paral·laxis de les lluminàries i el semidiàmetre de l'ombra de la Terra.</i>	69
<i>Observacions dels moviments celestes amb anotacions astronòmiques i diferències entre els meridians, deduïdes dels eclipsis</i>	95
<i>Narració físicomatemàtica dels cometes de l'any 1665</i>	147
Edició Facsímil de les obres astronòmiques de Vicenç Mut	159
<i>a) De sole Alfonsino restituto, simul et de diametris et para llaxibus luminarium, semidiametroque umbrae terrae epistola</i>	161
<i>b) Observationes motuum caelestium cum adnotationibus astronomicis, et meridianorum differentiis ab eclipsis deductis</i>	193
<i>c) Commetarum anni MDCLXV enarratio physico-mathematica</i>	285
Apèndix documental	307
Correspondència Vicenç Mut - Athanasius Kircher	309
Fonts primàries.	317
Bibliografia.	321
Índex d'autors citats.	333

PRESENTACIÓ

Hble. Sra. Pilar Costa Serra

Consellera d'Innovació, Interior i Justícia

Vicenç Mut (1614-1687) és un exemple immillorable de l'home universalista, obert als coneixements, del segle XVII. Va ser doctor en dret, enginyer militar, historiador i astrònom, matèries totes en les que, al llarg de la seva vida, va destacar i sumar mèrits.

Però si en alguna matèria va destacar de manera especial, fins al punt d'aconseguir una merescuda fama internacional, aquesta és l'Astronomia. I quin millor moment que enguany, quan a tot el món se celebra l'Any Internacional de l'Astronomia, per acostar-nos a la seva figura, a les seves aportacions.

L'any 2007 l'ONU i la UNESCO declararen el 2009 com l'Any Internacional de l'Astronomia. Per commemorar el 400 aniversari de la primera utilització, per part de Galileo Galilei (1564-1642), del telescopi per a l'observació astronòmica. Un aniversari i un any de celebració al qual el Govern de la Comunitat Autònoma de les Illes Balears s'ha volgut sumar, propiciant la reedició en forma de facsímil de les obres astronòmiques de Vicenç Mut. Obres de les quals hem de destacar que són, avui, objecte de disseny, cercades amb fruïció pels especialistes, com ho demostra l'elevat preu en què, fins ara, es cotitzaven en el mercat del llibre usat.

Vicenç Mut va procurar en tot moment estar al dia de les publicacions que sobre ciències en general i sobre astronomia en particular es feien arreu del món. Al mateix temps, va tractar de donar la màxima difusió a les obres pròpies, mitjançant una substancial correspondència amb altres científics del seu temps. Així es posa de manifest en les cartes dirigides al també astrònom i jesuïta alemany, Athanasius Kircher (1602-1680). Una correspondència que es reproduceix en aquest llibre, juntament amb un conjunt ample de referències, de la relació de Mut amb un altre científic de renom, el jesuïta italià Giovanni Battista Riccioli (1598-1671).

Aquesta edició neix amb una clara voluntat de projecció internacional. Voluntat que ja es manifesta en el mateix pròleg, responsabilitat del professor de la Universitat de Pàdua, Ugo Baldini, mentre que l'edició de l'obra es va encarregar al millor coneixedor de l'obra de Mut, el catedràtic retirat d'Història de la Ciència de la Universitat de València Victor Navarro.

Victor Navarro ha fet una traducció esplèndida i laboriosa al català de les obres astronòmiques de Mut, publicades originalment en llatí, amb anotacions erudites que faciliten, juntament amb la introducció a les mateixes, la seva comprensió amb tot el respecte al rigor científic. Són mèrits que, sens cap dubte, faran d'aquesta publicació una obra de referència internacional.

El llibre es complementa amb una aportació, de caràcter històric i d'actualitat, del catedràtic d'Astronomia de la Universitat de les Illes Balears Josep Lluís Ballester, qui, a més, és el comissari del programa d'actes dut a terme per la Universitat de les Illes Balears per commemorar l'Any Internacional de l'Astronomia.

Aquest és un llibre valuós. Òbviament, pel prestigi del seu protagonista i pels coneixements que ens va llegar. Però, també, perquè es tracta d'un llibre que compleix dues funcions, ambdues importants: ser una obra útil pels especialistes i, gràcies a les explicacions i al llenguatge emprat, ser accessible als nombrosos amants de l'astronomia i de la història de la ciència.

PRÒLEG

Dr. Josep Lluís Ballester Mortes

*Catedràtic d'Astronomia i i Astrofísica
Universitat de les Illes Balears*

Vicenç Mut i l'astronomia moderna

Quatre-cents anys enrere, i per primera vegada, Galileu Galilei va fer ús del telescopi per dur a terme observacions astronòmiques. Aquestes observacions varen ser cabdals per desmuntar les teories astronòmiques vigents i propiciar un canvi del paradigma llavors dominant, per això, Galileu és reconegut com un dels iniciadors de l'astronomia moderna. Uns anys més tard, però encara coetani amb Galileu, sorgeix a les Illes Balears un científic, Vicenç Mut que, mitjançant observacions astronòmiques i les seves interpretacions, va contribuir a la renovació dels estudis astronòmics als Països Catalans. La lectura de les obres astronòmiques de Vicenç Mut, on es descriuen les seves observacions i les interpretacions de diferents fenòmens celestials, posa de manifest el seu interès per qüestions relacionades amb els cometes, com ara la seva trajectòria, composició i comportament, i amb la grandària aparent del Sol i de la Lluna, de gran importància per als eclipsis. Tots aquests temes han format part de la recerca astronòmica fins al nostre segle i, en aquest sentit, els escrits de Vicenç Mut es poden considerar com a precursors de l'astronomia moderna. Veiem, doncs, algunes connexions dels esmentats escrits amb la recerca astronòmica feta des del segle XVII fins avui.

En un dels primers paràgrafs de la “Narració físicomatemàtica dels cometes de l’any 1665”, Vicenç Mut comenta que “...la barba del cometa es dirigia cap a la regió oposada al Sol....”. Sembla que aquest fet ja era conegut pels astrònoms xinesos de segles enrere, i que Peter Apian i Girolamo Fracastoro ho varen redescobrir durant el pas del cometa de 1532. Apian ho va il·lustrar a la seva obra sobre el cometa, publicada el 1532, mentre que Fracastoro no en va parlar fins l’any 1538. Malgrat que, com sabem, aquest comportament dels cometes ha estat conegut des de temps enrere, varen haver de passar tres-cents anys més per tenir una explicació d’aquest fenomen. La idea de que la llum podia exercir pressió ja havia estat proposada durant el segle XVII. Bessel va utilitzar aquesta idea en el seu estudi sobre el cometa Halley durant la seva reaparició de 1835, suposant que la llum provinent del Sol exercia una pressió capaç d’empènyer el material del cometa en direcció oposada a aquell. El 1900 Lebedev va

demostrar experimentalment que aquesta pressió era molt petita i, per tant, no podia explicar el fenomen. A principis del segle passat hi havia evidències que el Sol ejectava matèria cap a l'espai interplanetari produint perturbacions del camp magnètic de la Terra, recurrents en un període de 27 dies (coincident més o menys amb la rotació solar), i que eren més intenses als pols terrestres (Maunder, 1904; Chapman, 1929; 1940). Per explicar aquesta recurrència es va suposar que hi havia unes regions del Sol que produïen aquest flux de material i varen ser anomenades regions M (Bartels, 1932). L'any 1943, Hoffmeister va suggerir que partícules emeses pel Sol eren les causants del fenomen. Una evidència indirecta sobre aquest flux de partícules va ser proporcionada per Biermann (1951), el qual va cridar l'atenció novament sobre l'orientació de la cua dels cometes dient que es podia deure a un flux continuat de material solar. Per altra banda, Grotrian (1934) i Edlén (1937) varen suggerir que per interpretar els espectres de la corona solar era necessari que la temperatura de la corona fos de milions de graus. La primera teoria sobre aquest suposat flux de material va ser proposada per Chapman (1957), qui va dir que la corona solar era estàtica i omplia tot el sistema solar. El problema amb el seu model era que a distàncies grans del Sol la pressió es feia constant i per tant no podia connectar amb la del medi interestel·lar. L'any 1958, Parker va proposar que la corona solar sofria una expansió hidrodinàmica compatible amb les altes temperatures de la corona. La teoria de Parker mostrava que el material de la corona s'expandia amb velocitat subsònica prop del Sol, mentre que a grans distàncies d'aquest esdevenia supersònica. Aquest flux de material va ser anomenat vent solar. Aquesta teoria va ser mal rebuda però, en qualsevol cas, per confirmar-la o no s'havien de menester mesures des de l'espai i, per això, va ser necessari esperar fins el llançament dels primers satèl·lits artificials. Poc temps després, Gringauz i col·laboradors (1960) varen donar a conèixer els resultats de l'experiment embarcat a la nau soviètica Lunik 2 dient: "l'emissió corpuscular del Sol ha estat observada per primera vegada a l'espai interplanetari". L'any 1961, l'Explorer 10 va aportar també evidències d'un vent solar i, finalment, l'any 1962, el Mariner 2 en va confirmar l'existència, donant suport a la teoria de Parker. La detecció del vent solar va significar la primera detecció "in situ", i des de l'espai, d'un vent estel·lar, fenomen molt comú dins l'astrofísica, i la confirmació que, efectivament, existia un flux de material provinent del Sol que omplia tot l'espai interplanetari i era el responsable de la particular orientació de la cua dels cometes. Tres-cents anys després del comentari de Vicenç Mut, la causa responsable de l'orientació de la cua dels cometes va ser predita i comprovada. Però, fins on arriba aquest vent solar i on es produeix la transició a l'espai interestel·lar? Aquest problema va ser resolt en aquest mateix segle quan les naus espacials Voyager, llançades l'any 1977, varen travessar la regió on la pressió del vent solar i del medi interestel·lar s'equilibren, i que es troba situada a unes 90 unitats astronòmiques del Sol.

Continuant amb els escrits de Vicenç Mut, al mateix text sobre les cometes hi ha un altre comentari molt important sobre l'eclipsi, de una estrella que "... segueix a les dues contigües a Eridà", i que li permet arribar a la conclusió que "...del

principi de la cua o de la cabellera prop del cap emergia matèria condensada que ocultava l'estrella". En Mut posava de manifest que el cometa era material, encetant el problema de la composició dels cometes, i que un flux de matèria emergia d'allò que avui en dia anomenem el nucli del cometa. De fet, la discussió sobre la composició dels cometes ja venia de temps enrere. Prop de 1600, Tycho Brahe ja va dir que els cometes eren fets d'un material celestial desconegut i Kepler deia que estaven fets de matèria més densa que l'èter, però que no era sòlida. Sembla que Newton ja va descriure els cometes com a cossos sòlids amb una cua feta de vapor, emesa des del nucli a causa del calor provinent del Sol i, durant el segle XVIII, Kant i Bessel varen avançar la hipòtesi que els cometes eren fets de substàncies volàtils i que el seu escalfament per part del Sol donava lloc a les cues. Però va ser l'any 1950 quan Fred Whipple va suggerir la hipòtesi que els cometes estaven composts per gels amb una mica de roques i pols, el model de la "bolla de neu bruta". Òbviament, confirmar la teoria de Whipple solament es podia fer amb una observació feta des de prop d'un cometa, per tant tornàvem haver de menester observacions des de l'espai. A finals de l'any 1984 varen ser llançades les naus Vega 1 i 2, i el juliol de 1985 va ser llançada la nau Giotto, les quals el març de 1986 es varen acostar fins a distàncies de 8.890, 8.030 i 600 quilòmetres, respectivament, del nucli del cometa Halley. La Giotto va observar que el nucli del cometa era d'unes dimensions reduïdes, desenes de quilòmetres va poder veure, a la part del nucli orientada cap el Sol, tres dolls de gas, i va determinar que la composició era aigua en un 80%. Totes aquestes observacions varen confirmar la teoria de Whipple. L'any 1999 va ser llançada la nau Stardust amb l'objectiu de recollir material del cometa Wild 2 i dur-lo a la Terra per a la seva anàlisi. La nau es va acostar fins a 240 quilòmetres del cometa i el retorn de la nau a la Terra, amb el material recollit, es va produir l'any 2006. Pot ser el resultat més important de l'anàlisi portat a terme fins ara ha estat el descobriment d'un aminoàcid emprat pels éssers vius per fer proteïnes, és a dir, que material orgànic forma part del cometa. A hores d'ara, una altra nau, la Rosetta, vola per trobar-se amb un altre cometa cap a l'any 2014.

Un altre dels temes discutits per Vicenç Mut fa referència a les trajectòries descrites pels cometes i parla d'una trajectòria parabòlica. Avui en dia sabem que els cometes poden descriure trajectòries hiperbòliques, parabòliques i el·líptiques. Els cometes amb trajectòries hiperbòliques o parabòliques són anomenats no periòdics perquè, després de passar prop del Sol, una vegada surten del sistema solar ja no tornen mai més. En canvi els cometes periòdics, com el Halley, descriuen trajectòries el·líptiques i tornen en intervals de temps iguals. Però, les trajectòries parabòliques a les quals feia referència Mut no tenen res a veure amb les que avui coneixem, ja que Mut pensava en termes de la cinemàtica galileana i dels moviments de projectils que havia descrit a la seva obra sobre arquitectura militar. Seguint aquesta línia de raonament, per Mut la trajectòria descrita pels cometes era semblant a la que feia un projectil llançat des d'un canó d'una fortificació. L'explicació correcta de les trajectòries descrites pels cossos sotmesos a la interacció gravitatòria va ser donada per Newton, que va nàixer l'any 1642, poc després de morir Galileu, i que va ser, també, coetani de Mut. La llei de la

gravitació universal introduïda per Newton va permetre conèixer que qualsevol cos sotmès a l'acció de la gravetat descriu una corba plana anomenada cònica, circumferència, el·lipse, paràbola o hipèrbola, i va donar suport teòric a les lleis de Kepler, enunciades anys abans. Durant el segle XX, dos cometes, el Shoemaker-Levy i el de Tunguska, han esdevingut importants per haver produït esdeveniments que mai abans havien estat observats. En el cas del Shoemaker-Levy, l'any 1992 la interacció gravitatòria del cometa amb Júpiter va produir el seu trencament en diferents bocins i, durant l'any 1994, els bocins del cometa varen caure dins l'atmosfera del planeta. Aquest fet es va repetir el juliol de 2009 quan es va descobrir el senyal d'un impacte a l'atmosfera de Júpiter, probablement a causa d'un altre cometa. El 30 de juny de 1908, un cometa es va desintegrar a la regió siberiana de Tunguska. L'energia de l'explosió va ser equivalent a dues mil vegades la de la bomba atòmica d'Hiroshima, va arrabassar els arbres d'una zona de dos mil quilòmetres quadrats i va cremar la meitat d'aquesta superfície. És a dir, quan els cometes viatgen per dins el nostre sistema solar poden sofrir interaccions gravitatòries, predites per Newton, que els desvien de la seva trajectòria i els poden dur a col·lisionar amb planetes com la Terra, satèl·lits, o a caure dintre del Sol. Pot ser d'aquesta forma varen arribar a la Terra les molècules orgàniques que varen propiciar el desenvolupament de la vida al nostre planeta.

Finalment, un altre dels escrits astronòmics de Mut fa referència a les mesures dels diàmetres aparents del Sol i de la Lluna, de gran interès pels eclipsis d'ambdós astres. Avui en dia, aquests diàmetres aparents es poden determinar molt més acuradament gràcies a les observacions amb instruments més sofisticats, i es podria pensar que el problema es troba resolt i tancat per a sempre. Però no es així, en el cas del Sol una sèrie de raons fan sospitar que el seu diàmetre vertader varia amb el temps. Algunes d'aquestes raons són: El cicle d'activitat solar i les oscil·lacions globals del Sol. El cicle d'activitat solar va ser descobert per Schwabe durant el segle XIX i els efectes que aquesta activitat pot tenir sobre el diàmetre solar han estat investigats durant el segle XX. Els resultats indiquen que el diàmetre del Sol varia i que és més gran quan el cicle d'activitat passa pel seu mínim. Per altra banda, els anys seixanta es varen descobrir les oscil·lacions globals del Sol. Aquestes oscil·lacions produeixen una expansió i una contracció de la superfície solar amb un període de cinc minuts, per tant, el diàmetre del Sol canvia constantment. Els canvis en el diàmetre del Sol són associats amb canvis a l'interior del Sol lligats a processos evolutius, a l'activitat solar i amb l'emissió d'energia, i poden tenir influència en el clima de la Terra. Avui en dia, aquestes mesures es fan des de satèl·lits i constitueixen un àrea de recerca activa i molt important. Globalment, sembla que la variació del diàmetre solar té una modulació de 76 anys i que el darrer màxim es va produir l'any 1911.

Vist des de la nostra perspectiva podríem dir que moltes de les qüestions, hipòtesis, suggeriments, etc. fetes per Vicenç Mut respecte de les seves observacions astronòmiques han constituït objecte d'investigació durant un període mol llarg de temps que arriba fins al segle XXI. Això ha estat un fet comú dins l'astronomia, per a la seva confirmació moltes teories i hipòtesis han hagut de menester la realització d'observacions amb instruments més sofisticats, els quals no han estat al nostre abast fins al segle XX.

Històricament, la construcció i avenç de la ciència s'ha fet de diferents formes, de vegades el camí és lineal i els avenços es produeixen lentament però sense pauses, d'altres esta fet d'avenços i reculades. Vicenç Mut, amb les seves observacions i interpretacions, va ser un dels iniciadors de l'astronomia moderna i, tenint en compte el contingut dels seus escrits, podem afirmar que ens va suggerir futures línies de recerca i que la seva influència ha ultrapassat el seu temps i s'ha projectat sobre l'astronomia fins el segle present.

JOSEP LLUIS BALLESTER MORTES
Catedràtic d'Astronomia i Astrofísica
Universitat de les Illes Balears

PRÒLEG

Dr. Ugo Baldini

*Professor d'Història Moderna
Universitat de Pàdua*

Questo volume è importante per più ragioni. Solo pochi storici spagnoli hanno scritto su Vicenç Mut, e - con pochissime eccezioni, tra le quali il curatore di questa edizione - quasi solo su sue attività o opere non connesse all'astronomia; egli è praticamente ignoto agli storici della scienza non iberici, se si eccettuano brevi cenni, che però lo riguardano quasi solo come autore di numerose osservazioni pubblicate, assieme a migliaia fatte da altri, nelle grandi opere astronomiche e geografiche del gesuita Giovanni Battista Riccioli (1598-1671), professore di teologia e poi di matematica a Parma e Bologna (*Almagestum novum*, 1651; *Geographia et hydrographia reformata*, 1661; *Astronomia reformata*, 1665).” Riccioli non solo elogiò le osservazioni dell'astronomo di Mallorca, ma le usò nell'esaminare questioni essenziali per l'astronomia del tempo, il che esclude che i suoi elogi fossero solo retorici. Le analisi di Victor Navarro Brotons in questo libro confermano che, in rapporto alle consuetudini osservative e agli standard di accuratezza del suo tempo, e tenendo conto del suo isolamento e dei limiti degli strumenti dei quali disponeva, il lavoro di Mut fu spesso di alto livello. Ma il fatto che egli sia stato conosciuto solo attraverso le opere del gesuita italiano ha fatto sì che, anche per molti specialisti, Mut rimanga un nome al quale non è associata una persona concreta. I testi raccolti in questo volume, con l'introduzione e l'accurato apparato di note, disegnano definitivamente la persona e mostrano che Mut non fu un osservatore occasionale a beneficio di altri, ma un ricercatore autonomo, indipendente nei giudizi e mosso da una grande passione; le sue attività e i suoi interessi furono qualificati e di ampiezza non comune, anche tra gli scienziati-umanisti del secolo XVII. Aver mostrato tutto questo è, dunque, la prima ragione dell'importanza del libro.

La conoscenza delle opere di Mut, però, non rende marginali i documenti della collaborazione con Riccioli. Dato che esse circolarono quasi solo in Spagna, la pubblicazione dei suoi risultati nei libri del Gesuita fu il canale principale per la conoscenza dei suoi lavori al di là dei Pirenei; attraverso quel canale egli ebbe un ruolo - seppure non centrale - nel momento della storia dell'astronomia compreso tra la morte di Kepler e la piena accettazione delle sue leggi negli anni immediatamente precedenti ai *Principia* di Newton (1687). Da alcuni decenni questo periodo, molto complesso, è stato oggetto di molti studi, diretti su singoli autori o temi; tuttavia questi studi non sono

ancora del tutto accolti nelle storie generali dell'astronomia, che spesso trattano ancora il periodo sommariamente, forse perché il processo di diffusione e accettazione della verità interessa meno del modo in cui essa era stata raggiunta. Da questo deriva una seconda ragione dell'importanza dell'edizione. Allo scopo di chiarire il ruolo di Mut, Navarro Brotons ha confrontato accuratamente le sue osservazioni non solo con quelle di Riccioli, ma anche con quelle dei maggiori astronomi della metà del secolo XVII, alla luce dei loro nessi con i problemi centrali della teoria astronomica in quel periodo. Questo lo ha portato a sintetizzare tutti gli studi recenti, cosicché la sua introduzione e le note disegnano un quadro complessivo e aggiornato del periodo, che non è facile trovare nella letteratura.

Questa edizione mette a fuoco, con evidenza maggiore che in passato, una questione centrale per il periodo indicato, quella dei modi e tempi di formazione della rete di corrispondenza astronomica che ebbe al centro Riccioli, forse la più estesa e ramificata nell'Europa del secolo XVII fino alla nascita delle accademie scientifiche degli Stati. In circa trenta anni di lavoro Riccioli raccolse e riesaminò tutti i dati e le osservazioni note, storiche e contemporanee, su ogni punto della disciplina astronomica; inoltre ne chiese altre ad un grande numero di corrispondenti in Europa e nelle missioni cattoliche (soprattutto, ma non solo, gesuitiche), in buona parte delle colonie europee. Inoltre aggiunse migliaia di osservazioni sue e dei suoi collaboratori (in particolare il suo *alter ego*, Francesco Maria Grimaldi, che programmaticamente nascose il proprio contributo, sebbene questo fosse pari a quello del maestro). Questa gigantesca collezione era progettata come la base di una dimostrazione della falsità dell'eliocentrismo, ma l'erroneità dello scopo generale non pregiudicò il valore di molte parti del lavoro di Riccioli, sia in astronomia che in geografia fisica e umana. Le sue opere fornirono agli astronomi della generazione successiva una base di dati estesa e tendenzialmente affidabile, ma anche analisi nuove e alcune tecniche strumentali originali. Per questo, e perché tra i suoi corrispondenti vi furono, oltre a Mut, i maggiori astronomi dell'epoca, una raccolta completa delle lettere scritte e ricevute da Riccioli sarebbe fondamentale. Esse però – per cause e in un momento non chiari – furono perdute quasi completamente, e lo stesso avvenne per la corrispondenza di Grimaldi e per quella di Mut, tanto che non è possibile stabilire come e quando quest'ultimo entrò in rapporto col gesuita italiano. Navarro Brotons cita opportunamente due lettere tratte dall'epistolario di A. Kircher, l'omologo di Riccioli nel Collegio Romano della Compagnia, che mostrano che Kircher e Mut si scambiavano informazioni astronomiche già nel 1646 e che nel 1647 Riccioli conosceva alcune osservazioni dell'iberico. Perciò è possibile che prima Mut stabilisse un rapporto col gesuita tedesco, autore già noto, e che poi Kircher lo segnalasse a Riccioli (che invece non aveva ancora pubblicato opere scientifiche, e perciò difficilmente poteva essere noto a Mut). Questa, però, è solo un'ipotesi: di fatto, l'unico modo per fornire un contesto alle osservazioni di Mut incluse nelle opere di Riccioli, supplendo in parte alla perdita dei loro epistolari, è quello di studiare gli scritti astronomici del primo, arricchiti da un apparato che ne espliciti il senso e i nessi. Victor Navarro Brotons ha soddisfatto pienamente questa esigenza. La "rivoluzione scientifica" della prima metà del Seicento – e, al suo interno, quella astronomica – sono di solito identificate con l'opera di grandi innovatori come Galileo, Ke-

pler, Descartes, che produssero alcune decisive “rotture” epistemologiche e fornirono categorie di base che sostituirono quelle del geocentrismo aristotelico-tolemaico. Ma la loro opera non solo fu preceduta da quella di un autore come Brahe, un “conservatore” che però mutò e arricchì sostanzialmente la base tecnica dell’astronomia, ma fu accompagnata e seguita da quelle di molti autori “minori”, che fornirono contributi meno nuovi e importanti e che spesso rimasero fedeli a parte delle antiche concezioni, ma scoprirono fatti nuovi, ottennero misure più precise per fenomeni già conosciuti o falsificarono certi punti della sintesi cosmologica classica. Tra questi autori, sospesi tra passato e futuro, vi fu anche Mut. Questo libro documenta la complessità, ma anche la grande onestà intellettuale della sua posizione: è questa la terza – non la minore – ragione della sua importanza.

AGRAÏMENTS

Fa ja més de trenta anys, quan preparava la meua tesi de doctorat sota la direcció del professor López Piñero, em vaig ocupar de les obres científiques de Vicenç Mut, dedicant-li un capítol de la meua tesi i un article. Anys després, aprofundint en l'activitat científica desenrotllada a Espanya en el segle XVII i les contribucions dels jesuïtes, vaig tornar a ocupar-me de Mut. Especialment amb motiu de la invitació a participar al congrés “Giambattista Riccioli e il merito scientifico dei gesuiti nell'Età barocca”, que amb motiu del quart centenari del naixement de Riccioli es va celebrar a Ferrara (ciutat on va nèixer Riccioli) i a Bondeno. Llavors vaig examinar amb més deteniment les relacions entre Mut i Riccioli, ja que Riccioli va ser qui va difondre a Europa les observacions i els treballs astronòmics de Mut, afegint nombroses cites i comentaris d'aquests treballs a les seues obres. Més recentment, Joan March em va invitar a preparar una edició i traducció catalana de les obres astronòmiques de Mut, acompanyada d'un estudi d'aquestes obres. Amb el seu enorme entusiasme i tenacitat, Joan March va saber vèncer totes les resistències que vaig tenir durant algun temps, davant la magnitud i complexitat de la tasca. A Joan March es deu, doncs, en gran mesura el que aquest llibre surta a la llum. Els defectes del llibre són responsabilitat exclusivament meua.

Al llarg de tants anys de comerç intel·lectual amb les obres de Mut són moltes les persones amb qui he contret algun deute de gratitud, començant per López Piñero, director de la meua tesi, en què vaig publicar per primera vegada texts de Mut traduïts al castellà. Agraïsc moltíssim a Maria Teresa Borgatto, Luigi Pepe i Ugo Baldini la invitació a participar en la reunió de Ferrara. I a Ugo Baldini, a més, les seues sempre importants indicacions i precisions sobre diversos aspectes del treball, haver llegit el manuscrit d'aquest llibre i haver acceptat la invitació a redactar un prefaci. I naturalment, la generositat amb què ha valorat els mèrits del meu treball. A Mordechai Feingold, la seva invitació a col·laborar en un important llibre sobre els jesuïtes i la ciència, gracies al qual vaig donar certa difusió internacional a l'obra de Mut. A Joan March, el seu entusiasme i confiança en mi per aquesta empresa. A Ana Alberola, la seua ajuda en la fase inicial de la traducció del text llatí. A Encarna Pastor, sense els coneixements

filològics de la qual no hauria pogut desxifrar alguns difícils passatges del text llatí de Mut. A Tayra Lanuza, que m'ha ajudat a redactar les traduccions del text llatí en català i a identificar les nombroses estrelles que Mut cita. Als col·legues amb què he desenrotllat diversos projectes d'investigació dedicats a l'activitat científica espanyola en l'Edat Moderna, particularment Susana Gómez i Eduard Recasens. La seua amistat i confiança ha estat un estímul per a continuar treballant, malgrat totes les dificultats o incomprensió que hom troba amb freqüència. Als col·legues de Valladolid, Isabel Vicente Maroto, Mariano Esteban Piñeiro, Nicolás García Tapia i Mauricio Jalón, amb qui he compartit l'interès comú per reconstruir el passat científic espanyol, col·laborant en diverses empreses i projectes. I a la meua esposa Carmina, la companyia, la confiança i l'amor de la qual m'han guiat sempre, il·luminant les fosques lleres per les quals ben sovint discorre el nostre treball i la nostra vida.

Aprofite l'ocasió per recordar Vicente Salavert, company de treball recentment difunt, l'amistat i col·laboració del qual han sigut de gran importància en la meua dedicació a la història de la ciència. Junts varem treballar molts anys tractant d'entendre i reconstruir alguns capítols de l'activitat científica a Espanya en l'Edat Moderna.

Aquest treball ha estat finançat amb ajudes del Ministerio de Educación y Ciencia, la darrera de les quals correspon a HUM 2006-13011-(02-01).

ESTUDI INTRODUCTORI

INTRODUCCIÓ: L'OBRA ASTRONÒMICA DE VICENÇ MUT

Sr. Víctor Navarro Brotons

*Catedràtic (retirat) d'Història de la Ciència
Universitat de València*

Vicenç Mut i Armengol nasqué el 25 d'octubre de 1614. Son pare, Joan Mut, era capità de cavalls i llances. Als 15 anys ingressà en els jesuïtes de Monti-Sión, però, pocs mesos després i per causes desconegudes, va ser expulsat de la Companyia. Estudià dret, arribant a doctorar-se en aquesta matèria. També va seguir la carrera de les armes, arribant a ser sergent major de la ciutat, càrrec que ja ostentava el 1640. Com a militar treballà activament en l'obra de fortificació i defensa del regne i participà en les campanyes de Catalunya, conjuntament amb Pere de Santacília i Pacs, cap de la bandositat dels Canamunt. Per real cèdula de 1643 fou nomenat Comptador de la fortificació.

Com a enginyer militar, a Mallorca va projectar l'*Hornabeque* (fortí) de les muralles de Palma, l'ampliació del castell de Sant Carles i va traçar les noves muralles renaixentistes de l'Alcúdia en 1658. A Menorca va intervenir en la traça del baluard de Sa Font, a les muralles de Ciutadella i en el castell de Sant Antoni de Fornells, la construcció del qual s'havia iniciat a principis del segle XVII i que l'any 1674, quan Mut viatjà a Menorca, estava encara sense acabar. Va intervenir també en el castell de Sant Felip de Maó, encara que en menor grau.

També desenvolupà funcions de caràcter polític. Així, fou comissionat pel regne davant la corona per resoldre alguns punts del plet amb l'estament eclesiàstic i el 1651 va viatjar a Madrid amb aquesta missió. Igualment fou jurat per l'estament dels ciutadans el 1646 i l'1 d'abril de 1653 el rei li va conferir privilegi de noblesa.

Fou, a més, Cronista Oficial del Regne, per nomenament dels jurats fet el 15 de gener de 1641. Amb aquest càrrec, continuà *La Història General del reyno Baleàric* de Joan Dameto, que arribava fins l'Edat Mitjana, fins fer-la arribar a 1650.

Mut es va casar en 1643 amb Aina Costurer, amb la que no va tindre fills. I en segones noces amb Maria Aina Comelas amb la que va tindre la seva única filla María. Va morir el 27 d'abril de 1687.¹

¹ Per a les dades biogràfiques i activitats de Mut, vegeu Bover (1986), p.536; Miralles i Sbert (1897-1898); Segura i Salado (1987); Serra Barceló (2006); Fornals Villalonga (2006).

OBRES DE VICENÇ MUT

Mut va publicar obres de teoria política, història, hagiografia, tàctica militar, fortificació i astronomia. A més, va confeccionar un mapa de Mallorca. Va deixar altres treballs manuscrits.² El 1640 publica a Madrid *El príncipe en la guerra y en la paz*. L'obra descriu la personalitat de l'emperador Justinià i narra les seves empreses durant la guerra i durant la pau. Mut aprofita aquesta narració per exposar la seva doctrina política de l'Estat, que concorda perfectament amb les idees contrareformistes sobre la matèria i és clarament antimacquiavèl·lica: el príncep ha de supeditar la política als valors morals i l'Estat a la religió.³

El 1650 publicà la seva obra més coneguda: *Tomo II de la Historia del reyno de Mallorca* que, com hem dit, continuava la de Dameto. Un any abans havia encetat la publicació dels seus treballs d'astronomia que ací editem i als que dedicarem especial atenció. En efecte, el 1649 apareixia a Palma l'*Epístola sobre el Sol Alfonsí restituit*, a l'impremta de Pere Guasp. Les següents obres d'astronomia de Mut: *Narració físicomatemàtica dels cometes de l'any 1665* i *Observacions del moviments celestes* tardarien 17 anys a publicar-se. No obstant això, els seus interessos per l'astronomia van haver de ser prou primerencs, ja que en les *Efemèrides Generals dels moviments dels cels per LIIV anys* (Barcelona, 1638) del portuguès Luis Freyre de Silva figura un sonet a l'autor, de Mut.

En 1664 Mut va publicar un llibre d'*Arquitectura militar*, en el que va mostrar la seva notable erudició. En aquest treball segueix un esquema habitual en els llibres de fortificació de l'època: història de les fortificacions i armes que s'usaven en l'antiguitat; unitats de mesura i definició dels termes usats; costats i angles d'una plaça forta, etc. En aquesta obra es troben ja indicats tots els elements de la nova fortificació: muralles, parapets, portes, estrades, encobertes, contramuralla, travesses, terraplens i contraforts, entre altres, que s'havien anat configurant al llarg del segle XVI. Estudia també les noves pautes arquitectòniques del segle XVII. En quasi totes les seccions Mut presenta les opinions de diversos autors, comenta els seus pros i contres i estableix les seves preferències. D'altra banda, Mut mostra el seu domini de les matemàtiques en abordar problemes com el càlcul d'àrees o volums o la inscripció de polígons en circumferències. Mut destaca també la importància de l'artilleria per a la configuració arquitectònica.⁴

En la part d'aquesta obra dedicada a l'artilleria es troba el primer intent conegut d'incorporació de la cinemàtica galileiana a l'estudi del tir de projectils en la literatura científicotècnica espanyola del segle XVII. Així, en estudiar els "tirs de projecció" diu

² Entre ells un tractat de rellotges solars basat en les obres de Oronce Finé ("De solaribus horologiis, et quadrantis libri IIII", inclòs a la *Protomathesis*, Paris, 1532, d'aquest autor), Pedro Ruiz (*Libro de Reloges Solares*, València, 1575), i altres autors. Actualment el manuscrit d'aquesta obra de Mut es conserva incomplet a la biblioteca del llibreter mallorquí Manuel Ripoll Billons.

³ Vegeu Trias Mercant (1985), pp.184 i ss.

⁴ Sobre Mut com a enginyer militar i sobre aquesta obra vegeu Navarro Loidi (2004), vol. I, p. 264 i ss; Fornals Villalonga (2006).

que una bala disparada verticalment des d'alt de l'arbre o pal d'una galera, per molta velocitat que aquesta última porti, caurà al peu de l'arbre. La causa d'aquest comportament del projectil, segons Mut, és que “la bala pren la direcció de la línia que forma el moviment de qui la tira”, de manera que cau al peu de l'arbre perquè “va seguint la direcció de l'impuls”. L'explicació és ambigua i imprecisa; no obstant això, la referència immediata a Galileu, Mersenne i Gassendi, per a més detalls sobre l'assumpte, indica inequívocament la font d'aquestes idees toscament exposades.

Més endavant, i sempre en el context de la discussió de qüestions de balística, menciona confusament la llei galileiana de la caiguda de greus: “la bala o pedra, quan va caient a terra, en cada espai adquireix velocitat en duplicada raó dels temps i l'acceleració li produeix ímpetu violent. No és només moviment natural, perquè fora igual, sinó que és mixt de natural i violent, sense cap incompatibilitat...”. L'enunciat, pres al peu de la lletra, és evidentment erroni. No obstant això, en estudiar el cas del tir horitzontal, analitza correctament la trajectòria del projectil en forma parabòlica, basant-se en el caràcter mixt del moviment i en la proporcionalitat entre els espais recorreguts i els quadrats dels temps.⁵

Aquestes idees sobre el moviment dels projectils li serviran a Mut per a suggerir, a manera d'analogia, una trajectòria parabòlica per al cometa de 1664, com veurem més endavant.

Mut va realitzar també treballs de cartografia, als qual ell mateix fa al·lusió en les seves *Observacions*. En la *Historia del Reyno de Mallorca* (1650) figura un mapa que no és sinó una rèplica d'un mapa anterior de Binimelis. Molt diferent és el mapa calcogràfic titulat *Illa Maioricae. Latitudo G.39.35 Longitudo 25.25*, imprès l'any 1683 i dedicat pels jurats del regne al virrei Manuel de Sentmenat. Entre les escales gràfiques diu *Vicentius Mut deli*. Orientat amb el SE a la part de dalt, mostra un perímetre i unes proporcions més modernes que els mapes anteriors: crida sobretot l'atenció la regularització del litoral i que els accidents costencs adquireixin un major realisme. Dels 70 topònims litorals, el 96% és poden considerar correctes.⁶ Les coordenades que figuren en el mapa i que corresponen a Palma van ser determinades pel mateix Mut.

També se li atribueix un *Tractat del Salitre*, el primer text publicat als Illes Balears que és pot relacionar amb la química moderna, encara que no està confirmada la seva autoria.⁷

L'astronomia de predicció en l'època de Vicente Mut

En les últimes dècades del segle XVI l'astrònom més destacat i influent d'Europa va ser el danès Tycho Brahe. Tycho no va acceptar el moviment de la Terra i va proposar un sistema astronòmic en què tots els planetes giraven al voltant del Sol i aquest al voltant de la Terra. D'altra banda, la part planetària del seu univers va romandre co-

⁵ Vegeu Navarro Brotons (1979), on vaig exposar per primera vegada aquest aspecte de l'obra de Mut. També, en la meua tesi doctoral, Navarro Brotons (1978).

⁶ Vegeu Rosselló (2006), sobre l'obra cartogràfica de Mut.

⁷ Vegeu Estrades, Terrón (1982).

pernicana inclús quant a l'escala, ja que va mantindre els 3' de paral·laxi adoptats per Copèrnic per al Sol. Encara que no va trobar paral·laxi per a les estrelles, estava convençut que estaven després de Saturn. Tycho va realitzar una profunda renovació de l'astronomia gràcies a la construcció d'una sèrie d'instruments capaços de mesurar amb precisió fins menys d'un minut d'arc. Va realitzar innovacions en les pínules per a les mires o visuals, en les escales, en els materials, en el disseny dels instruments, i en el control constant del seu ús i resultats. També en les tècniques d'observació. Tot això va establir un estàndard per a l'observació astronòmica completament nou. I, amb el seu equip de col·laboradors, li va permetre una extraordinària col·lecció d'observacions, que, entre altres coses, va fer possible l'obra de Kepler.⁸

Tycho, amb les seves observacions, va establir una nova teoria solar que patia de dos greus defectes: la paral·laxi solar era totalment errònia i en corregir les altures observades va introduir errors en les longituds de fins a 7' quan les altures observades eren inferiors a 20°. I, a causa d'això, en introduir eixes correccions de paral·laxi en les observacions del solstici hivernal, va obtenir un valor de l'obliquïtat de l'eclíptica massa alt: $23^{\circ} 31' 1/2$, la qual cosa era una nova font d'error. El progrés cap als moderns paràmetres de la teoria solar en el segle XVII es va deure, en gran manera, a la reducció de la paral·laxi solar fins a aproximar-se al valor actualment acceptat de $8,794''$.

Tycho també es va ocupar dels efectes de la refracció, a partir dels seus esforços per precisar la latitud del seu observatori. Encara que Ptolemeu havia fet un estudi detallat de la refracció en el seu *Òptica*, i ell i molts dels astrònoms posteriors eren conscients que la llum procedent dels astres es refractava, fins al segle XVI no es va plantejar la necessitat de fer correccions en eixe sentit. Per a Tycho la causa de la refracció (vapors i impureses de l'aire) suggeria que els seus efectes no sols variaven d'estació a estació, sinó també de lloc a lloc i segons les condicions del clima. El resultat de les seves investigacions va ser una taula que Tycho pensava que només podia proporcionar valors aproximats. Tycho va considerar que per a angles superiors a 45° la refracció era menyspreable per al cas del Sol i la Lluna, mentre que per a les estrelles cessava als 20°. Com Tycho va determinar els seus valors empíricament, a partir de la diferència entre la declinació observada i la verdadera i la declinació estava afectada per una paral·laxi excessiva, la taula de refraccions de Tycho proporciona valors de la grandària de les seves correccions de la paral·laxi.⁹ No obstant això, com per a Tycho era una taula de refraccions solars, mai la va usar en situacions en què no va usar també correccions de paral·laxi i equacions solars que eren la causa i la compensació de les imperfeccions de la taula.

⁸ Sobre Tycho Brahe i la seua obra la literatura és immensa. Vegeu l'obra de Thoren (1990), una excel·lent exposició de la seua vida i obres. Vegeu també la síntesi del propi Thoren (1989).

⁹ Com Maeyana ha mostrat, Tycho va determinar els valors definitius de la refracció del Sol exclusivament mitjançant la seua recerca matemàtica d'acord entre la teoria i l'observació, és a dir, no com un paràmetre independent. Els seus valors mostren una major dependència de l'altura que els actuals; per això les seues taules de refracció són diferents de les dels planetes i les estrelles. Vegeu Maeyana (1974), p. 47. Aquest treball i altres de Maeyana han estat reeditats a Maeyana (2003).

Kepler era conscient de les contradiccions que implicava tindre tres taules diferents de refracció, per al Sol, la Lluna i les estrelles i que les correccions es pararen molt lluny del zenit. En el seu *Paralipomena a Witelo i la part òptica de l'Astronomia* de 1604 va proporcionar una llei de la refracció que donava bons resultats per a altures per damunt dels 10° i va construir una sola taula per a tots els cossos celests. No obstant això, en les *Taules Rudolphines* va presentar les taules de Tycho Brahe.¹⁰

Cap a mitjan del segle XVII resultava clar a un bon nombre d'astrònoms que les correccions interconnectades de la paral·laxi solar i la refracció eren d'importància fonamental per a l'astronomia predictiva o de posició. Si eixes correccions eren errònies, llavors les declinacions solars mesurades ho eren també, la qual cosa conduïa a errors fonamentals en els paràmetres de la teoria solar, l'obliquïtat de l'eclíptica, la ubicació dels equinoccis i l'excentricitat solar. Com el Sol és el centre de tots els moviments planetaris, eixos errors es propagaven a totes les teories planetàries. Pot dir-se, en suma, que les teories van convergir cap a la teoria moderna principalment i en la mesura que els valors adoptats per a la paral·laxi van disminuir.¹¹

Com assenyala Curtis Wilson, en les dècades següents a la publicació de les obres de Kepler, incloses les *Taules Rudolphines* (1627), els avanços en les teories astronòmiques i la millora en la precisió de les taules va dependre en gran mesura de l'adopció gradual i successiva en alguns casos, abrupta i sistemàtica en altres, de sis innovacions keplerianes:¹²

1. Reemplaçar el Sol mitjà (que havia sigut tradicionalment el punt de referència de les òrbites i moviments planetaris) pel Sol verdader. D'aquesta manera les línies dels àpsides passarien ara pel Sol verdader i les excentricitats s'haurien de mesurar des del mateix.

2. Adopció, com a corol·lari, del postulat que cada pla orbital ha de passar pel Sol verdader amb una inclinació constant respecte a l'eclíptica. Açò simplificava enormement la qüestió de les latituds.

3. La bisecció de l'excentricitat de l'òrbita de la Terra. Ptolemeu, en els seus models per a Venus i els planetes superiors ja havia incorporat la bisecció de l'excentricitat. Això implicava la introducció del que s'anomenaria el punt equant o centre entorn del qual el planeta es movia amb velocitat angular uniforme. En l'antiguitat, Hiparc i Ptolemeu per a representar el moviment del Sol i donar compte de la desigualtat de les estacions van introduir un model basat en una excèntrica; és a dir, el centre de l'orbe solar no coincidia amb el centre de l'eclíptica, ocupat per la Terra. La separació entre estos centres era l'excentricitat. Si a és el radi de l'òrbita, l'excentricitat era una fracció d'aquest radi $a \cdot e$ sent e un número inferior a 1. Així, si el Sol es mou uniformement entorn de la seva òrbita, des de la Terra pareix moure's més lentament prop de l'apogeu i més de pressa en les proximitats del perigeu. No obstant això, en el cas dels planetes,

¹⁰ Sobre Kepler, com en el cas de Tycho Brahe, la literatura és immensa i contínuament creixent. La biografia de referència continua sent la de Max Caspar (1959). Una útil síntesi de la seua obra en Gingerich (1989).

¹¹ Vegeu Maeyana (1974).

¹² Wilson (1989).

Ptolemeu no els va disposar en cercles excèntrics a la Terra (o al Sol, en astronomia heliocèntrica) tal i com ho havia fet amb el Sol. Va considerar que necessitava introduir un segon cercle, a més de l'excèntrica, centrat en el punt X , des del qual el planeta es movia amb velocitat angular constant. Però ara el planeta no es movia uniformement respecte al centre de la seva òrbita, sinó respecte a eixe nou punt X , el punt equant. Aquest model s'acosta molt a l'el·lipse kepleriana amb dos focus, ja que un planeta que es mou entorn al focus ocupat pel Sol d'acord amb les lleis de Kepler, es mou quasi uniformement entorn del focus buit.¹³ En aquest model l'excentricitat està partida en dos: la meitat correspon a la distància del punt equant al centre i l'altra meitat del centre a la Terra (o al Sol).¹⁴

Kepler, en les seves investigacions sobre el planeta Mart, va usar provisionalment l'equant per a analitzar els moviments planetaris i va considerar incoherent que si la Terra era un planeta no obeís a les mateixes normes que els altres. És a dir, el model per a la Terra (o el Sol en astronomia geocèntrica) hauria d'incloure un equant. Així, va introduir l'equant per primera vegada per a regular el moviment del Sol, la qual cosa va conduir a prediccions difícilment distingibles de les de la teoria kepleriana final, amb òrbites el·líptiques i la llei de les àrees. Com a conseqüència, una de les qüestions clau a resoldre per a acceptar l'astronomia kepleriana era confirmar la bisecció de l'excentricitat de l'òrbita de la Terra (o del Sol).

4. Reemplaçament de l'excèntric de cada planeta, inclosa la Terra, per una el·lipse amb el Sol en un dels focus.

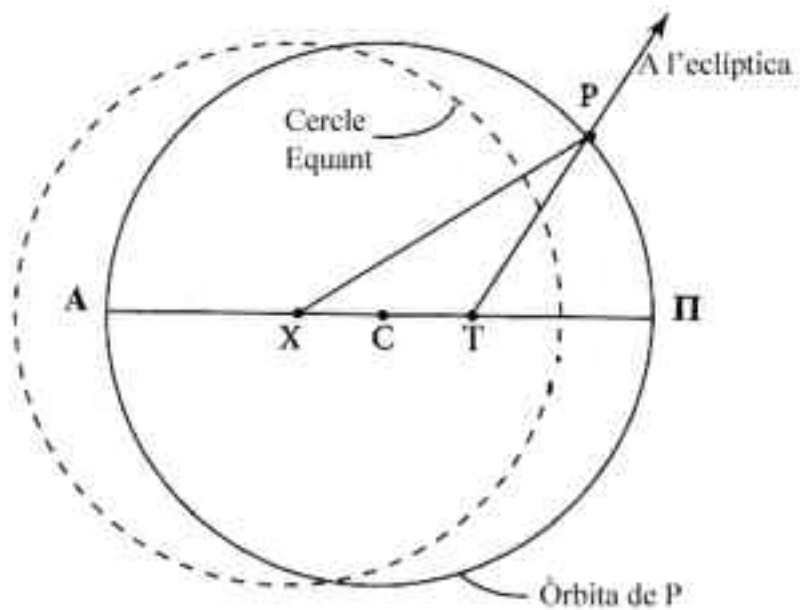
5. Determinació del moviment del planeta en la seva òrbita per la llei de les àrees (la segona llei de Kepler: les àrees descrites pel radi vector que uneix el planeta al Sol són proporcionals als temps emprats per a descriure-les.). Aquesta llei no admetia un càlcul directe que permetés derivar la longitud heliocèntrica del temps emprat pel planeta en un determinat recorregut.¹⁵ Per això va ser sovint ignorada i substituïda per diversos artificis geomètrics. Estos recursos haurien d'aproximar-se als resultats que proporcionava la llei de les àrees o ajustar-se a les 14 observacions de Tycho Brahe de les longituds heliocèntriques de Mart amb què Kepler havia contrastat la seva llei de les àrees.

6. Adopció de la tercera llei de Kepler que establia una proporcionalitat entre els cubs dels períodes dels planetes amb els quadrats de les seves distàncies mitjanes al

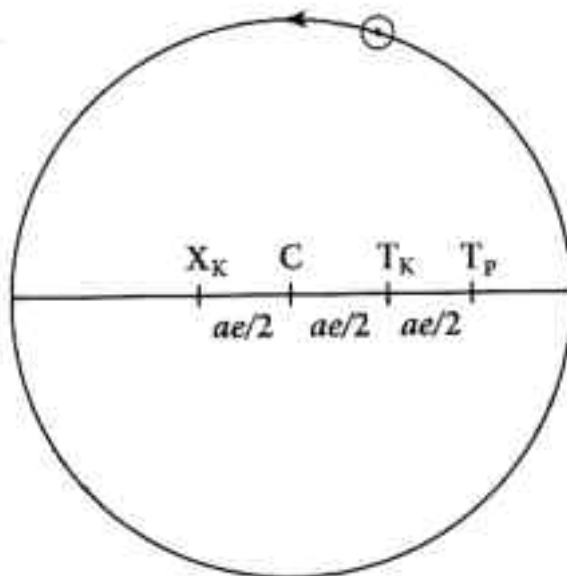
¹³ Exceptuant el cas de Mart, les excentricitats dels planetes són tan xicotetes que les diferències entre el moviment keplerian i el moviment circular uniforme amb equant no es poden detectar a ull nu i amb els mètodes usuals de mesures angulars. Vegeu Wilson (1989a i b).

¹⁴ El punt equant o centre del moviment uniforme estava situat a doble distància de la Terra que el centre de l'excèntric. Kepler va ser el primer que va aplicar la bisecció de la teoria solar. Això significa que, en termes heliocèntrics, el centre de l'òrbita de la Terra estava només a la meitat de distància del Sol que en les teories anteriors, sent la resta de la desigualtat explicada pel supòsit que el moviment de la Terra no era uniforme, no sols en aparença sinó en realitat, sent més lent en l'afeli i més ràpid en el periheli. Vegeu una excel·lent i didàctica exposició de la qüestió en Heilbron (1999), p.102 i ss.

¹⁵ Kepler, mitjançant un cercle auxiliar, va establir l'equació: $t = q + e \cdot \sin q$, sent t el temps i q l'anomenada anomalia de l'excèntric. Aquesta equació no admet una solució fàcil. Kepler, de fet, per a determinar q , és a dir, la posició del planeta en un temps donat, va usar un mètode iteratiu i va desafiar els matemàtics que trobessin un mètode millor.



Excèntrica (Òrbita de P) i equant X; l'eccentricitat està bisecada, $XC=CT=ae/2$



Comparació de les distàncies des del àpsides en els models de Ptolemeu i Kepler per a l'òrbita del Sol

Sol. Kepler no va emprar aquesta llei en la construcció de les seves taules, però a la llarga va ser de la major importància per a construir la mecànica celeste newtoniana.

D'altra banda, els progressos en l'astronomia de predicció es van veure enormement facilitats per l'aparició de nous instruments que, com el telescopi, van ampliar extraordinàriament l'abast de la mirada humana, o com el micròmetre, van augmentar la precisió considerablement. A això hauria que afegir altres instruments també molt rellevants, com el pèndol per a mesurar el temps, i la millora dels ja existents, com les meridians instal·lades en esglésies, de les que una de les més importants va ser la de Sant Petronio renovada per Cassini i usada per Cassini i Riccioli.

Així, gràcies als nous instruments, problemes com avaluar les grandàries i distàncies dels astres es van veure enormement facilitats en la seva solució. Estimar la grandària d'un planeta amb un telescopi era una tasca difícil. Els astrònoms Hortensius i Horrocks van usar diversos mètodes. Un era determinar la grandària angular del camp del telescopi i estimar quina part del camp estava ocupada pel disc del planeta. Un altre era comparar la grandària del planeta amb un altre planeta o amb la Lluna. La introducció del micròmetre va permetre notables avenços.¹⁶

Cap a mitjans del segle XVII els vells esquemes de grandàries i distàncies s'estaven descartant de manera general. Els astrònoms van considerar cada vegada més que els diàmetres aparents eren més xicotets del que es pensava, però encara no tenien un mètode per a mesurar les distàncies absolutes. En el seu *Nou Almagest* l'astrònom jesuïta Giambattista Riccioli va rebutjar el mètode dels eclipsis i va assajar el tradicional de la dicotomia lunar usant un telescopi astronòmic nou, el camp del qual li permetia veure la Lluna sencera d'una vegada. Riccioli i Grimaldi van trobar una paral·laxi solar de 27" en el perigeu i de 29" en l'apogeu i sobre la base de diverses mesures Riccioli va decidir que la distància mitjana del Sol a la Terra era d'uns 7300 r.t. (radis terrestres). En el seu llibre va informar dels esforços de Wendelinus, que sobre la base de la dicotomia lunar i l'especulació kepleriana que els diàmetres planetaris són proporcionals a les seves distàncies heliocèntriques va arribar a una distància solar de 14656 r.t. i una paral·laxi solar de 15". Durant el tercer quart de la centúria la teoria solar es va millorar significativament gràcies a nous instruments. Cassini, amb el recurs de la meridià de Sant Petronio va concloure que la paral·laxi solar no excedia els 12" i va elaborar noves taules de refracció aplicant la llei de Snell.¹⁷

En la seva primera obra, el *Nou Almagest*, Riccioli va rebutjar l'el·lipse kepleriana perquè no va trobar l'evidència empírica prou convincent. En el cas de Mart, va admetre que l'el·lipse estava relativament ben demostrada, però va afegir que la discrepància entre l'observació i el càlcul a partir d'un altre model basat en cercles es podria

¹⁶Vegeu Van Helden (1985; 1989) i sobre el micròmetre, McKeon (1971).

¹⁷ Sobre Riccioli, en general, vegeu el volum editat per Borgato, ed. (2002). Sobre les qüestions esmentades, vegeu Wilson (1970; 1989b) i Heilbron (1999). Riccioli no va acceptar les taules de Cassini, ja que va considerar arbitraris els seus supòsits. En particular es va oposar a assignar refraccions finites a les estrelles per damunt dels 45°, per a les que ni ell ni altres astrònoms havien trobat evidència. Sobre Cassini, la paral·laxi solar i la refracció, vegeu Heilbron (1999), especialment pp.120 i ss.

deure a altres causes que al rebuig de l'el·lipse. Des d'un punt de vista geostàtic, Riccioli va considerar els planetes movent-se en complicades espirals. A més, per a Riccioli en aquesta època la bisecció de l'excentricitat no estava confirmada per les observacions dels diàmetres aparents del Sol en l'apogeu i en el perigeu. En el model de Ptolemeu en què tota l'excentricitat està compresa entre la terra i el centre de l'òrbita del Sol (en astronomia geocèntrica), la distància entre els dos punts en el perigeu és menor i en l'apogeu major que en la teoria de Kepler, en la qual entre l'observador i el centre de l'òrbita només tenim la meitat de l'excentricitat. Encara que eixes distàncies no es poden observar directament, tenim un substitut en el diàmetre aparent del Sol, que és inversament proporcional a la seva distància de la Terra.¹⁸ Entre 1655 i 1661, usant el gran gnòmon de l'església de Sant Petronio a Bolonya, dissenyat per Cassini, Riccioli i Grimaldi van dur a terme una sèrie de mesures del diàmetre aparent del Sol; van concloure que els resultats mes fiables eren 31'0" per a l'apogeu i 32'4" per al perigeu, la qual cosa implicava una excentricitat de 0,01691, pràcticament la meitat que la determinada pel procediment ptolemaic tradicional.¹⁹ Paral·lelament Cassini, també amb el mateix procediment, va obtenir 31' 82 i 32' 102, la qual cosa conduïa també a una excentricitat kepleriana. D'aquesta manera els jesuïtes i Cassini van confirmar la bisecció de l'excentricitat proporcionant un suport empíric decisiu a l'astronomia kepleriana.

El cultiu de l'astronomia a Espanya en la primera meitat del segle XVII

En el segle XVII l'activitat astronòmica va experimentar a Espanya una apreciable decadència si la comparem amb el segle anterior i amb la tradició medieval. També si tenim en compte que en aquest segle els canvis científics iniciats a Europa en el període renaixentista, que en astronomia i cosmologia podem simbolitzar amb l'obra de Copèrnic, van culminar amb la mecànica celeste newtoniana. No obstant això, aquesta decadència s'ha d'avaluar de forma relativa i no ha d'entendre's com a absència d'activitat astronòmica digna d'estudi.²⁰ Entre 1601 i 1700 es van publicar a Espanya o per autors espanyols un total de 539 impresos amb algun contingut astronòmic, dels quals 76 dedicats a tot tipus de pronòstics astrològics, 75 als cometes, 55 lunaris, 43 textos de cosmografia i art de navegar, 31 sobre temes del calendari, 31 d'astronomia en general, 10 sobre instruments i 4 sobre taules astronòmiques. Tot això per 172 autors, més alguns anònims. A això cal afegir 101 textos de filosofia natural, 29 de literatura antisupersticiosa i 84 de contingut variat, incloent-hi qüestions d'astronomia.²¹

Un dels centres d'activitat astronòmica d'interès va continuar sent Madrid, entorn de l'Acadèmia de Matemàtiques i el Consell d'Índies. El destacat cosmògraf Andrés

¹⁸ Vegeu Heilbron (1999). Vegeu una taula de semidiàmetres segons distints autors des de Ptolemeu en Riccioli (1665), Llibre I, p. 38.

¹⁹ Vegeu Wilson (1970).

²⁰ Sobre l'activitat astronòmica a Espanya al segle XVII, vegeu Navarro Brotons (1978, 1985, 1996, 2000, 2001, 2002 a, 2002b, 2003, 2007), Navarro Brotons, Recasens Gallart (2007), Rosselló Botey (2000).

²¹ Estadística provisional realitzada per V. Navarro, V. Rosselló, V. Salavert i V. Daràs com a part del treball V. Navarro et alii, *Bibliographia...* Un avenç de la mateixa a Rosselló Botey (2000).

García de Céspedes, i els seus col·laboradors del Consell d'Índies van dur a terme, a finals del segle XVI i principis del XVII, una sèrie d'observacions astronòmiques amb nous instruments, especialment dissenyats per a calcular de nou els paràmetres de l'excèntrica solar.²² Però, a més, García de Céspedes va proposar la creació d'un observatori astronòmic en El Escorial, un dels principals objectius del qual seria l'elaboració de noves taules astronòmiques. Part de la seua labor, relativa a l'elaboració de noves taules, va ser arrebegada per Francisco Suárez de Argüello. Aquest autor, advocat de professió i astrònom aficionat va publicar en 1608 un llibre d'efemèrides, basat en diferents autors, entre ells el catedràtic d'astronomia de Salamanca (Munyós o algun dels seus deixebles), García de Céspedes, Andrés de León, Copèrnic i Tycho Brahe.²³

García de Céspedes a més de Cosmògraf major d'Índies, es va encarregar de la càtedra associada a l'Acadèmia de Matemàtiques de Madrid que havia fundat Felip II a instàncies de Juan d'Herrera. El currículum d'aquesta càtedra era semblant a l'establert en la càtedra d'astronomia i matemàtiques de Salamanca i els continguts també van haver de ser semblants, amb més èmfasi potser a l'Acadèmia quant a les qüestions pròpiament cosmogràfiques. El successor de García de Céspedes a l'Acadèmia i en el lloc de Cosmògraf major del Consell d'Índies va ser Juan Cedillo Díaz. Cedillo, nascut a Madrid en 1560, va estudiar, segons sembla, a la Universitat de Salamanca, on va haver d'assistir a les classes de Munyós. Cedillo, a més de les seues diverses tasques com a cosmògraf i professor, va continuar la tasca iniciada per anteriors professors de l'Acadèmia de traduir al castellà obres rellevants de matemàtiques i astronomia.²⁴

Entre les obres traduïdes per Cedillo al castellà figura el *De revolutionibus* de Copèrnic, del qual va arribar a traduir els dos primers llibres i part del tercer. Es tracta, per tant, de la primera versió castellana de la gran obra de Copèrnic. Cedillo va titular la seua traducció *Idea astronòmica de la fabrica del món i moviment dels cossos celestials*, encara que no va posar el seu nom ni el de Copèrnic a la portada.²⁵

En la introducció a la seva traducció, Cedillo va presentar algunes idees cosmològiques no coincidents totalment amb les de Copèrnic, perquè encara que situa el Sol en el centre del cosmos, diu que els planetes es mouen per l'aire còsmic com a peixos

²² Vegeu Navarro Brotons (2000, 2002c) i sobre l'Acadèmia de Matemàtiques de Madrid, Vicente Maroto, Esteban Piñeiro (1991).

²³ Vegeu Suárez de Argüello (1608). Picatoste (1891), pp. 306-307, menciona diversos manuscrits d'astronomia redactats cap a 1587 els quals atribueix a Suárez de Argüello. Aquest autor, advocat de professió, en el pròleg a les *Ephemerides* diu que s'ha basat principalment en els treballs d'Andrés de León. Andrés de León, probablement natural de Valladolid, era membre de l'orde dels clergues regulars menors y, segons sembla, va preparar noves taules astronòmiques. Va mantenir correspondència amb Clavius y Magini sobre qüestions d'astronomia. En aquestes cartes parla de les seves taules, per a les quals diu haver utilitzat les observacions de García de Céspedes (a la carta a Magini) i del "cathedrático de prima de matemáticas de Salamanca" (carta a Clavius) i comenta les coincidències i discrepàncies entre les seves dades i les de Tycho Brahe. La carta d'Andrés de León a Clavius, Valladolid 14 de Febrero de 1609, en Baldini i Napolitani (1992), vol. I, part. II, pp.131-133. La carta a Magini, Pesaro, 8 de Septiembre de 1611, a Favaro (1886), pp.357-360.

²⁴ Sobre Cedillo, vegeu Vicente Maroto, Esteban Piñeiro (1991) i Esteban Piñeiro, Gómez Crespo (1991).

²⁵ Aquesta traducció es conserva a la Biblioteca Nacional de Madrid, Ms.9091. Vegeu, sobre aquesta traducció, Esteban Piñeiro, Gómez Crespo (1991). També Navarro Brotons (2001, 2002, 2007).

per l'aigua, tal com afirmava ja el seu mestre Jeròni Munyós. També va deixar clar que els epicles i les excèntriques no són orbes, sinó cercles, moguts per intel·ligències situades en el centre de les excèntriques, o del mateix planeta, en els epicles.

Entre els manuscrits de Cedillo es conserva també un fragment d'un tractat de la *Sphaera*, exposada a la manera tradicional, amb la terra en el centre, els quatre elements, el primer mòbil, el firmament, etc., probablement destinat a introduir els alumnes en aquests temes. També es conserva un text dedicat a la teoria dels aspectes, en el que s'adverteix la influència de Tycho Brahe, a què segueix Cedillo en les distàncies dels planetes.²⁶ Entre les observacions astronòmiques de Cedillo figuren les relatives al cometa de 1618. En un altre manuscrit anònim, redactat per un deixeble de Cedillo, s'exposen les observacions del cometa i es discuteix la teoria sobre la formació dels cometes i el seu caràcter de signes o causes de successos particulars. El deixeble de Cedillo ens diu que el seu mestre acceptava que els cometes poden ser celests, formats d'exhalacions planetàries, o sublunars, formats a partir d'exhalacions terrestres.²⁷

Aquest cometa de 1618, que va donar lloc a la cèlebre polèmica entre Galileu i Grassi, de la que sorgiria *Il Saggiatore* de Galileu, va ser seguit amb atenció a Espanya per diversos autors. Nosaltres hem inventariat 18 impresos dedicats al cometa, a més dels diversos manuscrits que queden, de valor molt escàs des del punt de vista astronòmic.²⁸

Entre els manuscrits de Cedillo, que inclouen traduccions de diverses obres, figura la traducció del tractat sobre els cometes de Giovanni Camillo Gloriosi *Cometis dissertatio astronomico-physica* (1619).²⁹ Gloriosi va ser successor de Galileu a la Universitat de Pàdua i en aquesta obra va discutir àmpliament les diverses teories sobre la gènesi i naturalesa dels cometes i va defensar la seua naturalesa celeste, criticant també la creença en les esferes celests. Per a Camillo Gloriosi els cometes es formaven d'exhalacions dels planetes o del Sol condensades en l'èter. També va subscriure la teoria de Kepler que eren cossos transitoris que es movien en línia recta. Ignorem si la traducció es va realitzar també en l'entorn de Cedillo i l'Acadèmia de Matemàtiques, o la van dur a terme els jesuïtes del Col·legi Imperial. En tot cas, és un bon testimoni de l'interès amb què se seguien a la cort els escrits dels autors d'altres llocs d'Europa.

Com hem dita abans, Cedillo va observar el cometa de 1618; algunes observacions les va realitzar en companyia de diversos nobles, citats com el "doctor Silveyra", el "licenciado Montenegro", el "doctor Juan Bautista Vélez" i el "procurador Argüello"; també menciona la presència de frares dominics.

De la importància de l'obra de Tycho Brahe per a la reforma de l'astronomia ja hem parlat abans. Sos volem afegir ací que Tycho, amb els seus treballs sobre la supernova de 1572 i el cometa de 1577, i altres treballs posteriors, va contribuir de forma

²⁶ Vegeu els Ms. 9092, 9093 i 8896 de la BNM.

²⁷ Vegeu al Ms. 9092 (BNM), fols. 90r-100r observacions i càlculs sobre el cometa i als fols. 102-105v, sobre el mateix cometa per un deixeble de Cedillo. Vegeu Rosselló Botey (2000) sobre Cedillo i el cometa de 1618.

²⁸ Vegeu l'inventari citat dalt.

²⁹ Vegeu aquesta traducció al Ms. 9093, BNM, fols. 20r-173r. Sobre Camillo Gloriosi i aquesta obra, vegeu Rosselló Botey (2000) i Favaro (1983), pp. 325-372. Vegeu també Baldini (2001).

molt destacada a qüestionar l'existència de les esferes celests i la incorruptibilitat dels cels.

Les obres de Tycho Brahe van circular per l'Espanya de finals del segle XVI i primers anys del XVII sent ben conegudes i utilitzades pels cosmògrafs de l'Acadèmia de Matemàtiques i altres astrònoms espanyols, com hem assenyalat anteriorment. Quant a les qüestions cosmològiques, la doctrina de les esferes celests i la incorruptibilitat dels cels ja havia estat criticada per Jeroni Munyós almenys des de 1568, sent, les seves idees, arrebregades per diversos dels seus deixebles.³⁰

La condemna de la teoria heliocèntrica de 1616 va fer pràcticament impossible que els astrònoms catòlics la defensessin públicament en el segle XVII. Però, encara que aquesta condemna i la censura inquisitorial que pesava sobre les obres de molts astrònoms europeus, principalment de l'àrea protestant, va limitar molt la seua difusió, no la va impedir. En aquest sentit, un dels textos més interessants d'astronomia escrits a l'Espanya de les primeres dècades del segle XVII és un voluminós manuscrit de 378 folis que conté la traducció anotada i comentada dels sis primers llibres de l'*Almagest* de Ptolemeu, obra de Juan Vélez, un advocat aficionat a l'astronomia que és molt probablement la mateixa persona que el "doctor Juan Bautista Vélez" mencionat per Cerdillo.³¹ L'obra esmentada la va haver de començar cap a 1621. En 1631 havia de tindre ja molt avançada la redacció, encara que va continuar afegint anotacions, almenys fins després de 1635. Vélez projectava dedicar l'obra a Felip IV. A la seua excel·lent traducció de l'*Almagest* Vélez va afegir àmplies i detallades exposicions de les dades, tècniques de càlcul, models i teories proposades pels astrònoms àrabs (al-Battānī, al-Fargānī, Iābit b.Qurra, etc), cristians medievals (l'astronomia alfonsina, principalment), renaixentistes (Regiomontanus, Peurbach, Copèrnic, Pedro Nunes, Reinhold i les *Taules prutèniques*, Maestlin, Clavius, Magini, etc.) i els de finals del segle XVI i primeres dècades del XVII (Tycho Brahe sobretot, però també Longomontanus, Kepler, Lansbergen i espanyols com García de Céspedes).

En els comentaris al llibre I de l'*Almagest*, Vélez va incloure un ampli discurs sobre el moviment de la Terra, en el que va exposar amb detall els arguments a favor i en contra del dit moviment, habituals en la literatura sobre el tema. A saber, arguments astronòmics, físics i bíblics. En aquest sentit, destaca la claredat i rigor amb què Vélez explica els diversos moviments atribuïts per Copèrnic a la Terra: rotació, translació i moviments de l'eix terrestre, introduïts per Copèrnic per a explicar tant el paral·lelisme de l'eix de rotació terrestre com la precessió dels equinoccis, la seua suposada irregularitat i la variació de l'obliqüitat de l'eclíptica. Així mateix, Vélez descriu els avantatges del sistema de Copèrnic sobre els models ptolemaics. Finalment i després de ponderar els diversos arguments, deixa clar que l'únic argument decisiu contra el moviment de la terra procedeix de "els dogmes de la nostra sagrada religió". En relació

³⁰ Vegeu Navarro Brotons (1998, 2002c, 2006).

³¹ *Tratados de astronomía y matemáticas tomados de Ptolomeo y otros autores*, Biblioteca de El Escorial, K-I-11. Les primeres notícies d'aquest manuscrit las va donar Sánchez Pérez (1929), p.214 i 241. Vaig presentar una primera descripció del contingut del manuscrit a Navarro Brotons (1996). Recentment Gómez Crespo (2007), ha publicat un estudi del manuscrit, principalment d'allò dedicat a discutir la teoria de Copèrnic. També inclou una antologia de textos del manuscrit.

amb això, reproduceix el decret de la Inquisició romana condemnant la teoria heliocèntrica.

L'autor preferit per Vélez i per qui mostra major admiració és, per descomptat, Tycho Brahe, les obres del qual mostra conèixer amb profunditat. Així, totes les dades anteriors a Tycho Brahe sobre la precessió dels equinoccis, l'obliquïtat de l'eclíptica o els models del Sol i de la Lluna són revisats a la llum de les aportacions de l'astrònom danès. També aporta Vélez una discussió del problema de la refracció astronòmica, igualment a partir de Tycho Brahe, la taula de refraccions de la qual reproduceix, així com una crítica a García de Céspedes per haver negat la importància del fenomen. Quant a les qüestions cosmològiques, Vélez nega, d'acord amb Brahe, l'existència de les esferes celests i considera la matèria celest fluida i "penetrable", mencionant les observacions de cometes i altres fenòmens astronòmics. Menciona, així mateix, les fases de Venus i els satèl·lits de Júpiter descoberts per Galileu, encara que mai no cita al científic italià.

Aquesta obra i la del jesuïta Juan Eusebio Nieremberg, a la que ens referirem després, són els primers textos espanyols coneguts en els que se citen i comenten les obres i idees de Kepler. A través de la seua obra Vélez cita les *Taules Rudolphines*, l'*Epítom de l'Astronomia Copernicana*, *Paralipomena a Witelo i part òptica de l'Astronomia*, l'*Astronomia Nova* i el tractat sobre els cometes (*De cometis*) i comenta algunes de les idees astronòmiques i cosmològiques de Kepler. Així trobem referències i comentaris a la dinàmica planetària kepleriana, el moviment el·líptic dels planetes, la posició dels cometes i la refracció atmosfèrica. També menciona Kepler a propòsit de les distàncies de les estrelles a la Terra, que considera impossibles de calcular.

Com hem assenyalat, Vélez no menciona mai Galileu, ni tan sols quan es refereix a les observacions dels satèl·lits de Júpiter o a les fases de Venus. Açò és tant més estrany per quant Galileu havia dut a terme negociacions en 1612 amb el govern espanyol sobre el procediment que havia ideat per a determinar les longituds geogràfiques. Aquestes negociacions es van renovar en 1616 i 1620 i a finals de la dècada de 1620-1630 quan Galileu li va enviar un telescopi a Felip IV.³² Però sembla que Galileu resultava un autor més incòmode que Kepler. Tampoc figura mencionat Galileu en el llibre *Uso de los antojos*, publicat a Sevilla en 1623, relatiu a la correcció dels defectes de la visió mitjançant lents. Aquest llibre, escrit per Daza Valdés, conté un diàleg sobre observacions de la Lluna mitjançant un telescopi, clarament inspirat en el *Sidereus Nuncius* del que es parafrasegen alguns fragments.³³

En la primera meitat del segle XVII la Universitat de Salamanca va mantindre la seua càtedra de matemàtiques i astronomia, càtedra que van exercir successivament: Antonio Núñez Zamora, des de la mort de Serrano fins a 1612; Bartolomé del Valle, fins a 1615; 1615-1623: Francisco de Roales; 1624-1640 Núñez Zamora i 1640-47, sense provisió.³⁴

³² Vegeu Navarro Brotons, López Piñero (1983), Navarro Brotons (2001).

³³ Vegeu, sobre aquest llibre, Navarro Brotons (2001).

³⁴ Vegeu Navarro Brotons (2002).

Antonio Núñez Zamora va publicar en 1610 un tractat sobre els cometes en què va dedicar especial atenció a la supernova de 1604: *Liber de cometis, in quo demonstratur Cometam anni 1604 fuisse in firmamento*, escrit cap a 1605. Núñez Zamora s'ocupa de la naturalesa dels cometes, de la matèria que els formen, i de la seua causa formal i eficient. Per a Núñez Zamora els cometes es poden engendrar en el cel que és corruptible, pot admetre substàncies estranyes i la seua matèria és de la mateixa espècie que la terrestre. Quant a les “noves” de 1572 i 1604, les situa en el firmament o cel de les fixes, i diu que les anomena cometes perquè cal convenir en algun nom per als fenòmens que es produeixen de nou en el cel per processos o causes semblants. Com el seu mestre Munyós, Núñez Zamora insisteix en el caràcter demostratiu de les disciplines matemàtiques i la certesa amb què els matemàtics estableixen les seues conclusions. Així, l'absència de paral·laxi de les noves recolzaria la seva naturalesa celeste.

A pesar de l'activitat, d'un cert interès, de Núñez Zamora, la càtedra de Salamanca va experimentar una notable decadència, si se la compara amb l'època de Jeroni Munyós. En 1616, any de la condemna de la teoria de Copèrnic per la Inquisició romana, es va discutir “si la terra es mou”. Però en el període 1598-1625, la visita del rector a la càtedra s'ometia ben sovint, escassejaven els alumnes i, a vegades, faltava el professor. El nombre d'alumnes en el curs 1604-1605 va ser de 6; 13 en el de 1614-1615 i cap en 1624-1625. A partir de 1624, la impressió general és d'absència d'oients i d'abandó.

En contrast amb l'estat de llangor de la càtedra de matemàtiques de Salamanca, la de l'Acadèmia de Matemàtiques prosseguia les seues activitats, que continuarien després de la mort de Cedillo en 1625, ara desenvolupades pels jesuïtes. A més, al Col·legi Imperial de Madrid es van fundar uns Reials Estudis, regentats pels jesuïtes, en els que es van establir dues càtedres de matemàtiques, per a ensenyar: “1. De matemàtica, on un mestre al matí llegir l'esfera, astrologia, astronomia, astrolabi, perspectiva i pronòstics. 2. De matemàtica, on un altre mestre diferent llegir a la vesprada la geometria, geografia, hidrografia i de rellotges”.

Un manuscrit procedent dels primers anys de funcionament dels Reials Estudis, titulat “Conclusiones cosmográficas”, ens informa d'algunes de les qüestions que defensaven els estudiants, com ara que “el cielo estrellado es de naturaleza del Ayre continuado desde la superficie de la tierra y agua...”; “todas las estrellas y planetas son de materia del fuego elemental y se mueven por ministerio angélico”; “todos los cometas están en la región de las estrellas, sobre la Luna y son de materia de fuego, no se hacen de nuevo, ni se corrompen, lo mismo siento de las nuevas (estrelles novas o novae)...”; “aunque la tierra puede moverse circularmente de suyo no lo hace ni por su movimiento se pueden salvar todas las apariencias de las estrellas cómodamente”; “poseer el medio y corazón del universo por su naturaleza se le debe a la tierra...”³⁵

Un altre testimoni de les idees que circulaven pels Reales Estudios del Colegio Imperial sobre astronomia i cosmologia ens l'ofereix la “filosofia renovada dels cels” in-

³⁵ Madrid, Biblioteca Nacional, Ms. 9093, fols.5r-v. Aquest manuscrit està enquadrat amb obres de Juan Cedillo Díaz.

clousa en la *Curiosa filosofia i tresor de les meravelles de la naturalesa* del professor d'Història Natural Juan Eusebio Nieremberg. En aquesta obra, Nieremberg es mostra relativament ben informat dels nous coneixements i descobriments astronòmics realitzats fins a la data en què va compondre el seu llibre (cap a 1629); a més, no defuig la discussió de les seues implicacions cosmològiques. Nieremberg es referix ací, de nou, a la teoria de Copèrnic, manifestant-se contrari a la mateixa. No obstant això, considera obsolet el sistema de Ptolemeu i mostra les seues simpaties pel de Tycho Brahe, com era freqüent entre els científics jesuïtes, encara que també es fa ressò de la idea del moviment espiral, i afirma que els astres es mouen amb moviment propi. A més, menciona els descobriments de Galileu sobre el relleu lunar, els satèl·lits de Júpiter i Saturn (l'anell, com és sabut, no va ser interpretat com a tal fins a Huygens); també al·ludeix a les fases de Venus: "l'estrella de Venus sol veure's amb instruments òptics lluir la meitat, com una mitja Lluna", i a les taques solars, acollint-se en aquest últim punt a la interpretació d'alguns dels seus correligionaris, de les taques com a satèl·lits del Sol. Nega la solidesa de les "esferes celests", citant observacions de trajectòries de cometes, "novae" i moviments planetaris; defensa la corruptibilitat dels cels i que les estrelles es mouen per ímpetu propi, així com que els astres són de la mateixa naturalesa que la Terra. En síntesi i si exceptuem la important qüestió de l'heliocentrisme, les idees cosmològiques exposades per Nieremberg acusaven fortament els resultats dels progressos en el saber astronòmic i coincidien, en general, amb els punts de vista dels millors astrònoms de la Companyia.³⁶

En la seua obra *De mathematicis disciplinis* (Anvers, 1635) Hugo Sempilius, rector del Seminari d'Escocesos del Col·legi Imperial de Madrid, va dedicar una part substancial als temes de cosmografia, geografia, hidrografia i meteors, astronomia, astrologia i calendari. Sempilius discuteix qüestions astronòmiques i cosmològiques, com ara la solidesa dels orbes, el relleu lunar, les taques solars, el foc sublunar, el verdader sistema del món i el moviment planetari, aportant els nous descobriments i observacions astronòmiques de Tycho Brahe, Munyós, Galileu, Kepler, Scheiner, etc. També menciona els satèl·lits de Júpiter i Saturn i les fases de Venus.

Entre els primers professors de matemàtiques i astronomia dels Reials Estudis figuraven Jean Charles Della Faille i Claude Richard, dels que s'han conservat nombrosos manuscrits. Un d'ells, procedent de Della Faille, es titula "Tractat de les teories dels planetes segons les dues hipòtesis movent-se i estant quieta la terra".³⁷ Della Faille, sobre el moviment de la Terra, diu que és una "resolució escandalosa per als filòsofs que s'espanten de poc per ignorants en les matèries astronòmiques", i després diu que molts moderns segueixen en açò a Copèrnic "i entre ells Philippe Lansbergen, a qui seguiré". Encara que, procura deixar clar que parla en forma hipotètica. També afirma la corruptibilitat dels cels, la seua naturalesa fluida, que les estrelles es mouen per ells "com a peixos en l'aigua", i que els cometes es mouen pels cels amb moviments irregulars. Della Faille exposa després la teoria del Sol (o la Terra), la Lluna i els planetes

³⁶ Vegeu Nieremberg (1630). Sobre el cultiu de l'astronomia i les matemàtiques pels jesuïtes del Colegio Imperial de Madrid, vegeu Navarro Brotons (1996, 2002a, 2003).

³⁷ Madrid, Biblioteca de la Academia de la Historia, Colección Cortes, Ms.9/2751.

superiors. Della Faille també va deixar altres manuscrits sobre “els globus celeste i terrestre” i sobre “la fabrica i ús de l’astrolabi de Juan de Rojas”.³⁸

Idées semblants a les de Della Faille sobre qüestions d’astronomia i cosmologia apareixen en els diversos manuscrits de Claude Richard dedicats a aquestes qüestions. Un d’ells és un tractat de l’esfera “llegit a Madrid als senyors patges de Sa majestat el Rei nostre Senyor, Felip IV l’any de 1639”, que és un text molt elemental i breu, de caràcter introductori.³⁹ Algunes de les seues idees cosmològiques apareixen exposades en un opuscle sobre el cometa de 1652 i en diversos manuscrits.⁴⁰ En el treball sobre el cometa, el jesuïta descriu les observacions que va realitzar sobre el fenomen entre el 20 i el 30 de setembre del dit any. Diu que ho va observar “amb les ulleres de llarga vista excel·lents del Rei”. Discuteix la “substància dels cels” i menciona observacions de cometes, “novae”, satèl·lits de Júpiter i Saturn i la Via Làctia, realitzades per Tycho Brahe, Galileu i altres autors, per a defensar la tesi que els cels per on es mouen les estrelles, planetes i cometes no poden ser “durs i impenetrables”. Opina que la “matèria de totes les estrelles, planetes i cometes és de foc elemental” i que els motors de tots els astres són els àngels. En altres manuscrits, Richard discuteix amb detall la qüestió de la naturalesa dels cels i defensa que aquests són fluids, que no hi ha esferes celests i que en ells es produeixen processos de generació i corrupció, basant-se així mateix en els treballs de Tycho Brahe, Galileu i molts altres autors. També descriu els treballs de Galileu sobre les taques solars i explica el sistema de Tycho Brahe que li pareix el que millor dona compte de tots els fenòmens sense recórrer al moviment de la Terra, inadmissible per a un catòlic.

Sobre l’activitat observacional dels jesuïtes, Riccioli en la *Geografia reformata* menciona observacions d’eclipsis realitzades a Madrid, Lleida, Toledo, Sevilla, Mèxic i Valladolid i altres ciutats espanyoles, per membres de la Companyia, que li van enviar els seus resultats.

A l’activitat exercida a la Península s’hauria d’afegir la que van dur a terme autors espanyols fora d’Espanya, entre els que destaca Juan Caramuel i Lobkowitz (1606-1682). Nascut a Madrid, i després d’estudiar a la Universitat d’Alcalá, en 1625 va ingressar en l’orde del Cister. Alguns anys després, cap a 1632 es va traslladar als Països Baixos, viatjant després per França, Bohèmia, Alemanya, Àustria i finalment Itàlia. En 1673 va ser anomenat bisbe de Vigevano, ciutat en la va morir. Va mantindre correspondència i col·laboració amb molts savis de la seua època com Gassendi, Marin Mersenne, Athanasius Kircher, Michael Florent Van Langren, Wendelinus Rheita, Van Helmont i Marcus Marci.⁴¹

³⁸ Al mateix volum citat a la nota anterior.

³⁹ Madrid, Biblioteca de la Academia de la Historia, Colección Cortes, 9/2680.

⁴⁰ El treball sobre el cometa, Ms. en la Academia de la Historia, Papeles de jesuitas, Tomo 64. Doc.16, es titula: “Relación del cometa que pareció sobre el Horizonte de Madrid a los 20 de Diciembre y desapareció a los 30 del mismo año de 1652, y de su movimiento, figura y pronostico”. A l’Academia de la Historia, Col. Cortes, 9/2780, es poden veure altres manuscrits de Richard sobre qüestions d’astronomia y cosmologia. Així, un d’ells es titula: “Demonstratio ex phaenomenis caelestibus antiquorum ac recentiorum, unicum esse caelum fluidum, meabile, et non necessario rotundum”.

⁴¹ Sobre Caramuel vegeu Garma (1978, 1983), Ceñal (1953), Pastine (1983), Velarde (1989). Sobre Caramuel i l’astronomia, vegeu Rosselló Botery (2000), Navarro Brotons (2007).

Caramuel va dedicar molta atenció a qüestions d'astronomia i cosmologia. Va prendre part en alguns famosos debats, com el relatiu als satèl·lits de Júpiter que Antón Maria Schyrleus de Rheita afirmava haver descobert. Va elaborar diferents projectes, com un mapa de la Lluna i va realitzar observacions de forma esporàdica i segons el que li interessava o preocupava en cada moment.

Caramuel va dedicar una part important de la seva *Mathesis biceps, vetus et nova* (1670), a qüestions d'astronomia, tant a les teòriques com a les instrumentals, tècniques d'observació, elaboració de taules i efemèrides.

Aquest és, de forma resumida, el context espanyol sobre el cultiu de l'astronomia i la cosmologia i la circulació de les idees en què va començar Vicente Mut a desenvolupar la seva labor astronòmica.

L'obra astronòmica de Vicenç Mut

Com hem avançat, Mut ja va manifestar el seu interès per l'astronomia en 1638, és a dir, als 24 anys, dedicant un sonet a un autor portuguès d'efemèrides.⁴² La primera observació de la qual tenim notícia és quelcom posterior: un eclipsi de Lluna del 14 d'abril de 1642.⁴³ A partir d'aquesta data va dur a terme observacions d'eclipsis, estrelles i planetes quasi tots els anys fins a 1666, quan es varen editar les seves darreres dues obres d'astronomia. En 1646 va entrar en contacte epistolar amb Athanasius Kircher, a qui li va transmetre observacions astronòmiques. En 1647 Riccioli escrivia a Kircher elogiant la perícia de Mut com a observador, la qual cosa indica que la relació amb Mut havia començat ja eixe any o abans.⁴⁴ D'altra banda, l'any 1642, alguns jesuïtes de Madrid, presumiblement del Col·legi Imperial, li van enviar un informe sobre un eclipsi de Lluna succeït el 7 d'octubre.⁴⁵ Posteriorment, en la dècada dels anys 1650 va iniciar la seva amistat amb el científic jesuïta Josep de Saragossà, quan aquest va estar destinat a Mallorca. És a dir, les relacions científiques de Mut es van donar bàsicament amb jesuïtes, i excepte els seus amics i col·laboradors de Mallorca, com Miquel Fuster i Dídac Desclapers, citats en els seus *Observacions*, no tenim dades de cap altra connexió que tingui a veure amb els seus interessos científics.⁴⁶ Així, a pesar d'haver sigut expulsat de l'Orde, Mut pareix que va mantindre bona relació amb els jesuïtes. Amb ells és probable que adquirís coneixements bàsics de matemàtiques i astronomia que completaria de manera autodidacta.

⁴² M'he ocupat de l'obra astronòmica de Mut en Navarro Brotons (1978, 1979, 1996, 2003), Navarro Brotons, Recasens Gallart (2007), i Navarro Brotons, Rosselló Botey (2006).

⁴³ Descrit a *Observacions*, cap. I, p. 1.

⁴⁴ Carta de Riccioli a Kircher del 25 de maig de 1647, reproduïda en Gambaro (1989), p.89: "Non dubito quin observationes D.Vincentii Muti fuerint valde exactae; habent enim nescioquos veritatis et diligentiae caracteres..."

⁴⁵ Vegeu Mut, *Observacions*, cap. I, p.4.

⁴⁶ Sobre Miquel Fuster no tenim més informació que la que el mateix Mut proporciona, en esmentar les seues observacions i col·laboració, molt elogiosament. Dídac Desclapers i Montornés (m. en 1673), que figura aprovant l'*Epístola sobre el Sol alfonsí* de Mut, i és citat per Mut a les seues obres com a col·laborador seu en tasques astronòmiques i cartogràficogeodèsiques, era jurista, teòleg i poeta. Va escriure, a més, treballs de combinatòria i matemàtiques. A la Biblioteca Nacional de Madrid, Ms.8930, es conserva un *Aparato astronómico*, anotacions de matemàtica elemental, d'aquest autor. Vegeu Trias Mercant (1985), pp.187-188 i Navarro Brotons, Rosselló Botey (2006), p.51.

non Christi seculo, & decimo Anophi, & undecimo Arachel, & Geber Hispanenses, nec non Petrarum Mathematici Tybenenses, de motibus caelestibus instaurandis cogitarunt: & iam capta à Sarraenis Alexandria, ad Arabas Astronomia velut captiva iam aliò abducta fuerat: & Indat cum Arabibus, non miris de superstitione Cebulistica, aut Astrologici deliramentis per siderum motus stabilendis, quam de ipsi soli motibus decetabant. Ex horum colluvione Alphonsus X. Tabulas Alphenicas construi iussit, ediditque anno 1332. sed renovatus ad Albategnij normam denuò edidit anno 1356. quo anno Sphaeram suam Ioannes de Sacrobascio Parisijs vulgavit.

Verùm cum Tabulae illae collectis opinionibus potius, quam observationibus per illud, ut oportebat, tempus inire, starent, haec ita multò post toto casu dissentire in Flis potissimùm, Planetisq; minoribus deprehensa sunt. Simulque animadvertum est, Equinoctium, à quo Paschalis, & Festorum Mobilium ratio pendet, multis diebus precedere diem 21. Martij à Nicena Synodo, & Alexandris Episcopis constitutum: itaque & de Tabulis Alphonsinis, & de Calendario corrigendis agi ceptum impensè, intermissiq; post Theobaldum, Gulielmum de S. Glodualdo, & Profarum observationes caelestes resumpsit Ræbbi Levi, Petrus Allaccensis, Nicolaus Cusanus, Io. Blanchinus, Georgius Purshchius, Io. Regionontanus, Bernardus Vualtherus, Io. Vernerus, Abrahama Zagutus, Dominicus Maria, Gersona Frisius, Petrus Pitatus, & Copernicus, ex cuius fontibus Prutenicae tabulae fluxerunt. Quam multi autem de Alphonsinorum erroribus, & de Calendario instaurando scripserint, dici vix potest: ego præcipuis in chronico sequenti recensito. In Calendarij tamen reformatione, sicut Ecclesia elegit Alphonsias anni quantitatem, ita in Lunaribus Cyclis Prutenicas sequi iussit. Prutenicis autem adhærere in suis tabulis Steadius, Iuacinus, & Malleus. Porò cum neutre exlo vique quo congruerent, in locis præsertim Affixarum, & Planetarum, cùmque appareret in Cathedra Castorei novum, & ingens sidus, anno 1572. & sequentibus annis Cometes non pauci, plures Astronomi oculos in celum intendere ceperunt, inter quos potissimum fuere Gulielmus Langravius Hassiae, Moëllinus, & Tycho Brahe, ex cuius observationibus duo Scholæ illius lumina Longomontanus Danicus, Keplerus Rudolphinas Tabulas coastraxerunt: eodemque tempore Philippus Lansbergius cum Hortensio partim ex Prutenicis, partim ex Danicis hypothelibus, aduocatis paucis aliisque observationibus proprijs, sed longa collatione cum alicuius antiquis novisque observationibus, Tabulas Astronomicas, Danicis ac Rudolphinis non inferiores, imò alicubi meliores concinnavit. Quemadmodum autem Maginus Alphonsinas, & Prutenicas in meliorem formam colligerat, & postea Tycho Copernicæ aliquas ante mortem considerat, & Nicolaus Mulerius Lunæ ac Solis tabulas ex Ptolemaeo, Alphonsis, Copernico, & Tycho, representavit: ita Vincentius Reinerus, quinque tabularum genera in unum voluminem forma non inutili coegit, videlicet Alphonsicas, Prutenicas, Danicas, Lansbergianas, & Rudolphinas. Postremo Ismael Bullialdus, observationibus Tychonicis, Gassendi, & suis potissimùm, nec non aliquibus recedentibus ex Regis Bibliotheca Parisiensis, & Geometriæ inquisitionis labore incredibili Philolæicas tabulas, (quas omnium novissimas habemus) nobis extravit, facillime, & consensu cum eade Rudolphinis, Danicis, ac Lansbergianis equiparandas, & alicubi anteponeudas, alicubi tamen deficientes, quod dictum quoque velam de Tabulis Atlanticis Gonsfredi Vuendelini, Eclipsibus ab Anno 1572. ad Annum 1643. observatis superstruendas. Præter hos Maculas Solares, & Iovialium Satellitum ambitus observaverunt Galileus, Simon Marius, Scheinerus, & Vincentius Reinerus; Lunares autem maculas, & librationes Michael Florentius Langrenus, Io. Hevelius, & Petrus Gassendus, in quibus sacrali Alphonsi non desistat intendere. Sed & D. Vincentius Mutus Maioræ observationibus Astronomicis penè totus insudat. Si quis autem aliter quàm à nobis de huius artis ortu ac profectu tractatum scire desiderat, consulat Oratorem Lutæ Gautici, habitam Ferrac-

Mut degué arribar a posseir una excel·lent biblioteca de matèries científiques i tècniques, com es dedueix de la gran quantitat d'obres que cita en els seus llibres d'arquitectura militar, matemàtiques i astronomia i que mostra haver llegit en molts casos. En una de les cartes a Kircher li prega que faciliti al seu germà, que ha anat a Roma, la manera d'adquirir l'*Art magnètica* del mateix Kircher i altres llibres "d'una llista que porta".⁴⁷ També va haver de valdre's de mitjans semblants per adquirir els telescopis i altres instruments que usava. En tot cas, l'autor que més li va influir i amb el que va tindre més relació va ser Giambattista Riccioli. Durant almenys dues dècades Mut va mantindre correspondència amb el jesuïta de Ferrara, al qual li enviava els resultats de les seves observacions, que Riccioli va anar incloent en les seves tres grans obres: l'*Almagestum Novum* o *Nou Almagest*, l'*Astronomia Reformata* i la *Geographia et Hydrographia Reformata*, arribant, Mut, a ser un dels autors més citats per Riccioli, si exceptuem als autors més destacats com ara Tycho Brahe i Kepler i, per descomptat, els clàssics: Ptolemeu i Copèrnic. En aquest sentit, i aquesta serà una de les nostres conclusions, podem dir que Mut va contribuir de manera destacada a l'empresa de Riccioli de renovar l'astronomia de predicció de la seva època, mitjançant un programa sistemàtic d'observacions i una revisió crítica basada en elles, dels distints models astronòmics i taules, programa dut a terme amb la inestimable ajuda de Grimaldi i altres col·laboradors.⁴⁸ Açò ve a ser el que el mateix Mut diu en la dedicatòria dels seus *Observacions*: "Ofereixo aquestes observacions a qui desitgi sotmetre a examen les taules dels moviments celests", en la que menciona alguns dels autors principals de l'astronomia de l'època, concloent la llista amb Riccioli, qui "en el *Nou Almagest* va estructurar tot el saber astronòmic amb doctíssima ploma i acuradíssimes observacions possibilitant majors coses". I en la seva primera obra publicada, l'*Epístola sobre el Sol alfoncí restituit*, en l'apèndix dedicat a descriure algunes observacions diu "afegiré algunes observacions, realitzades amb el telescopi, perquè manes que aquests (els astrònoms) les examinen i és distingeixin les mes conformes a la veritat. Sabem també que en les teories dels moviments celests s'han de corregir moltes coses; però per a aquest examen espera el *Nou Almagest* del Pare Giambattista Riccioli, digne monument de tan doctíssim baró."⁴⁹

Riccioli va ser, sens dubte, la font principal d'informació de Mut i la seva principal referència en qüestions astronòmiques. I açò es nota en l'evolució en els punts de vista de Mut en què degué tindre gran influència la pròpia evolució de Riccioli, com veurem amb exemples tan significatius com l'acceptació per Mut de la bissecció kepleriana de l'excentricitat solar.

⁴⁷ Mut a Kircher, març de 1646. Vegeu les cartes de Mut a Kircher aquí editades, al final com a apèndix.

⁴⁸ Sobre la importància de Grimaldi, vegeu Baldini (2002).

⁴⁹ *Epístola sobre el Sol alfoncí*, p.24. Mut és refereix ací primer a les *Taules medicées* de Renieri. Els *Tabulae motuum coelestium universals* anomenades *Taules Medicees* les va dedicar el seu autor Vincenzo Renieri (Renieri, 1646) al mateix personatge que Mut, Bernardino Fernández de Velasco i Tovar, sota els auspicis del qual foren publicades. Aquesta obra incloïa els canons de les Taules Alfonsines, Copernicanes (Prutèniques), Daneses, Rudolphines, de Lansbergen, i les Taules del mateix Renieri.

Sobre el Sol alfonsí

Centrant-nos ja en les obres de Mut que presentem, començarem, seguint l'ordre cronològic de la seva publicació, per *L'Epístola sobre el Sol alfonsí restituït*. Aquesta obra té, com suggereix el nom, un caràcter reivindicatiu i està orientada a mostrar que les *Taules Alfonsíes*, quant al model o "teòrica" i paràmetres del moviment del Sol, mantenen la seva vigència i eren les que millor s'ajustaven als fenòmens astronòmics pertinents, com els eclipsis de Lluna i de Sol. Això sempre que s'utilitzés la paral·laxi solar adequada.

Per eixe motiu, Mut comença per exposar la manera de calcular els semidiàmetres del Sol i la Lluna, un aspecte fonamental de l'astronomia de l'època, com hem comentat anteriorment. Mut fa un ràpid repàs dels distints procediments utilitzats des de l'Antiguitat, mostrant, com sempre, el seu excel·lent coneixement de la literatura sobre el tema i, finalment, tria un procediment inspirat en el que va usar Scheiner per a observar les taques solars, elaborat al seu torn a partir del dispositiu de la cambra fosca. Consisteix a obtenir la imatge del Sol al seu pas pel meridià en una pantalla perpendicular a l'eix òptic del telescopi (Fig.1). La variació de la declinació del Sol en dies successius, que és coneguda, dóna l'angle que aquest recorre en el meridià. Al mateix temps, a aquesta variació en declinació li correspon un desplaçament proporcional de la imatge en la pantalla. Per a estimar el diàmetre aparent del Sol, no hi ha més que observar quan la imatge del Sol es desplaça en la pantalla una distància idèntica al diàmetre de la dita imatge i recórrer a les relacions de proporcionalitat esmentades. Amb aquest procediment, Mut va trobar els valors 31'18" en l'apogeu i 32'46" en el perigeu.⁵⁰

A continuació Mut avalua el diàmetre de la Lluna amb el mateix dispositiu i comparant-ne la imatge amb la solar resulta un diàmetre a l'apogeu en el pleniluni de 29'40". Amb aquestes dades, Mut discuteix ara la distància de la Lluna a la Terra en el pleniluni i en l'apogeu i tracta de mostrar que Tycho es va equivocar en afirmar que aquesta era de 58,8 semidiàmetres terrestres. Segons Mut, i d'acord amb les pròpies hipòtesis i observacions de Tycho Brahe, és aproximadament de 62 semidiàmetres terrestres. A continuació estableix la paral·laxi horitzontal de la Lluna en 55'27" i discuteix prolixament la grandària de l'ombra de la Terra, tractant de mostrar que l'ombra apogea verdadera és major del que s'observa. Tot això li serveix de fonament per a defensar que la paral·laxi horitzontal del Sol en l'apogeu és de 4'37" i conclou que, d'acord amb les observacions de Tycho Brahe i les seves pròpies, les "*Taules alfonsines* del Sol són, sens dubte, les més verdares... si les corregeixes amb la verdadera paral·laxi." (p.15)

Per a completar la seva demostració, Mut va avaluar la duració del recorregut del Sol entre els equinoccis, amb les mesures de les altures meridianes del Sol corregides per la "paral·laxi verdadera", per a calcular de nou els paràmetres de l'excèntrica solar i comprovar que estaven d'acord amb els de les *Taules alfonsíes*.

Mut completa la seva reivindicació explicant que el rei Alfons va rebutjar la teoria de la precessió dels equinoccis presentada inicialment, que incloïa el moviment ano-

⁵⁰ Sobre el dispositiu de Scheiner, vegeu Schreiber(1898), McKeon (1971) i Daxecker (2004).

menat d'accés i recessió de l'octava esfera o moviment de trepidació, sumat a un terme lineal, de manera que el rei va basar la precessió dels equinoccis finalment en Albategnius, "considerada la mes veraç per tots els astrònoms", per a qui la taxa de precessió era constant, d'1° en 66 anys. Per a això es recolza en l'autoritat d'Augustinus Riccius i el mestre d'aquest Abraham Zacut i reproduïx fidelment el relat de Riccius.⁵¹

La precessió dels equinoccis, o moviment de les estrelles d'oest a est entorn dels pols de l'eclíptica (en astronomia geocèntrica), va ser descoberta per Hiparc en comparar les longituds tròpiques de les estrelles obtingudes per Timocharis (segle III a.C.) amb les que ell mateix va mesurar.⁵² Ptolemeu, que és la nostra font d'informació sobre Hiparc, va discutir l'assumpte i comparant les observacions d'Hiparc amb les seves va concloure en una taxa de precessió d'1° en 100 anys.⁵³ A més, va considerar que la mesura correcta del temps era l'any tròpic i no el sideral. Cap al segle IX, amb noves observacions, els astrònoms àrabs van obtenir nous valors per a l'any tròpic i per a la taxa de precessió. Van trobar que l'any sideral era molt paregut al què es deduïa de les dades de Ptolemeu, mentre que el valor de l'any tròpic pareixia haver variat des dels temps de Ptolemeu.⁵⁴ Una solució era afirmar que l'any tròpic havia canviat mentre que el sideral no. Això implicava una variació de la precessió amb el temps, que va ser anomenada trepidació. Tanmateix, no tots els astrònoms medievals van acceptar la variació de la precessió. En un tractat atribuït a Iābit b. Qurra, *Sobre el moviment de l'octava esfera*, es considerava fix l'any sideral i s'introduïa una precessió variable.

Les *Taules alfonsines*, de les que només es conserven els cànons, van ser compostes cap a 1272 sota els auspicis d'Alfons X, rei de Castella i Lleó, per Ishag ben sid i Jehudà ben Mosé. En el capítol 49 dels canons es descriu una taula per al càlcul de la precessió que només considera un terme periòdic. Però en les versions parisenques de les *Taules alfonsines*, produïdes a partir de 1320, es presenta un model de precessió amb dos termes, un lineal, de 49000 anys i un altre periòdic de 7000 anys. El terme lineal en realitat és la diferència entre l'any tròpic alfonsí i l'any julià, que és convencional i per tant no té significat astronòmic i res induïx a pensar que aquest terme es trobarà ja en les *Taules alfonsines* castellanques. En canvi, res sembla oposar-se que el terme periòdic procedirà de les *Taules alfonsines* castellanques.⁵⁵

L'obra conclou amb algunes observacions d'eclipsis i planetes.

⁵¹ Mut, p.39 i ss. Vegeu Riccius (1513), pp. 31 i ss. Nascut a Casale, en el Piemonte, Riccius va ser matemàtic i metge del papa Pau III, i va ser conegut sobretot per l'obra esmentada per Mut, dedicada a Gelotto del Carretto, Marquès de Savona (1455?-1530). El mateix Riccius ens informa que va ser deixeble d'Abraham Zacut. Sobre aquest autor, vegeu Delambre (1819), pp.377-381; Duhem (1914), pp. 258, 263-264; Chabás-Goldstein (2000), p. 161.

⁵² En astronomia heliocèntrica, la precessió s'interpreta a partir de la rotació de l'eix terrestre entorn dels pols de l'eclíptica d'oest a est.

⁵³ Vegeu Pedersen (1974) i Evans (1998).

⁵⁴ La taxa de precessió està relacionada amb la diferència entre l'any sideral i el tròpic. Si S és la longitud de l'any sideral, T la del tròpic, m el moviment solar diari i p l'increment de les longituds estel·lars per la precessió, $p=m(S-T)$.

⁵⁵ Vegeu Goldstein (1994) sobre la precessió dels equinoccis, i sobre les *Taules Alfonsines*, Goldstein i Chabás (2008). Vegeu també Casanovas (1987), sobre la precessió a les *Taules Alfonsines*. Sobre la precessió entre els conreadors de l'astronomia en Al-andalus, vegeu Samsó (1992).

Mut va enviar la seva obra sobre el Sol alfonsí a Riccioli, qui la va rebre quan ja tenia pràcticament conclòs el *Nou Almagest*.⁵⁶ No obstant això, a l'Apèndix, en la part I del Tom I, Riccioli va fer amplis comentaris sobre els distints aspectes del treball del mallorquí.⁵⁷ En primer lloc, va descriure amb detall el dispositiu emprat per Mut per a determinar el diàmetre aparent del Sol. No va deixar d'assenyalar que el procediment era digne de l'enginy del seu autor però a continuació va exposar les seves reserves. Va escriure que la seva pràctica és difícilíssima ja que requereix realitzar observacions durant diversos dies en què no podem tindre la seguretat que l'instrument no ha experimentat algun moviment. També va apuntar que la refracció dels rajos solars poden dilatar la imatge del Sol més del que convé. A més, Riccioli va afegir que s'havien de conciliar els valors així obtinguts amb els eclipsis totals de Lluna i de Sol i els anul·lars, ja que, a causa de l'eclipsi, el diàmetre del Sol es contrau. Finalment va insistir en la incertesa que persistia encara sobre la quantia del diàmetre aparent del Sol. Sobre aquesta quantia hi ha tants valors com a observadors, va concloure Riccioli.

Sobre la mesura del diàmetre aparent de la Lluna, Riccioli també va posar en dubte la fiabilitat del procediment de Mut. Segons Riccioli, Mut va trobar valors superiors als veraders, perquè el Sol i la Lluna mostren un diàmetre quelcom major pel telescopi que dilata la imatge. I, en tot cas, les observacions dels diàmetres han d'estar d'acord amb els dels eclipsis.

Sobre la distància de la Lluna a la Terra, Riccioli va considerar correctes les crítiques de Mut a Tycho Brahe, però per a Riccioli tota la defensa del "Sol alfonsí" per Mut estava viciada per acceptar una paral·laxi solar excessiva i no tindre en compte adequadament les refraccions. Així, per exemple, les estimacions dels equinoccis eren errònies per usar una paral·laxi massa gran. En canvi, Riccioli va coincidir amb Mut en la qüestió de la precessió dels equinoccis en relació amb les *Taules Alfonsines*. També va coincidir en altres aspectes, com sobre l'ús de telescopis més o menys potents i els seus mèrits respectius.

Observacions dels moviments celestes

Com hem avançat, Mut va tardar quasi dues dècades a publicar les seves altres dues obres d'astronomia, encara que no va parar la seva dedicació a l'astronomia, a més de les seves altres ocupacions, inclosa la preparació de la seva *Arquitectura militar*.

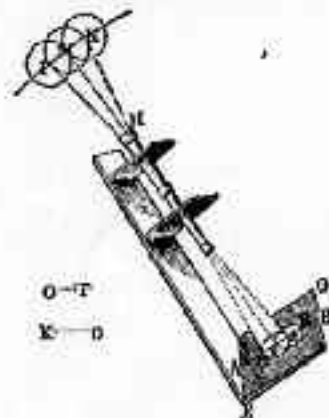
La seva obra d'astronomia més important és, sens dubte, *Observacions dels moviments celestes amb anotacions astronòmiques i diferències entre els meridians deduïdes dels eclipsis*. En aquesta obra va reunir els resultats de més de vint anys d'observació dels cels, si bé molts d'ells havien sigut difosos ja per Riccioli en les seves obres. L'obra es compon de tres parts o capítols, dedicats respectivament a les observacions d'eclipsis, observacions de planetes i discussió dels seus moviments i

⁵⁶ Recordem que Mut va publicar l'*Epístola sobre el Sol alfonsí* en 1649 i l'aprovació de l'obra és de febrer d'aquest mateix any. El text bàsic del *Nou Almagest* estava ja conclòs en 1647, any en què es va iniciar la impressió, encara que Riccioli va continuar revisant el text i afegint informació diversa fins a 1650. Vegeu Baldini (1996).

⁵⁷ Riccioli (1651), vol. I, p.735 i ss. Vegeu la Fig. 2.

capitulum. quatuordecim rursus dicitur, sed quomodo hinc sit, quatuordecim de 24 p[er] p[ro]p[ri]etates. Exordium dicitur, sicut in appendice invenitur, sed Caput 14. & dicitur rursus aliquos distans. D. Virgilius dicitur cum dicitur.

CA N X. Manque III face reader d'appoint
de la Tels. Cumatum Sole, tem interdici eum, qual apt.
faptis de Telefont, enclipsas Sole sycelem lucillam. In papy-
ra . gnd non tut tubellam gabellam, qda brementibus nra-

[illegible][illegible][illegible]

*Indicium de Diametro Luminarium inven-
tum a Nicomacho Myrto, & se ipso
in hoc artifice,*

[illegible]

Curriculum este studiul în pagini variate din literatura culturală, care înfățișează fenomenul cultural în toate condițiile sale, în diferite momente istorice, geografice, sociale, economice, politice, culturale, literare și artistice. Scopul este de a oferi elevilor o înțelegere a rolului culturii în societate și de a-i ajuta să-și formeze o atitudine critică față de operele culturale.

[illegible]

Tempo (h)	Solito (h)	Tempo (h)
1	1	1
2	2	2
3	3	3
4	4	4
5	5	5
6	6	6
7	7	7
8	8	8
9	9	9
10	10	10
11	11	11
12	12	12
13	13	13
14	14	14
15	15	15
16	16	16
17	17	17
18	18	18
19	19	19
20	20	20
21	21	21
22	22	22
23	23	23
24	24	24

Fig. 2.- Dispositiu emprat per Vicenç Mut per a determinar el diàmetre aparent del Sol, segons Riccioli (*Nou Almagest*, 1651) i discussió del mateix.

trajectòries, i determinació de les longituds geogràfiques; conclou amb un apèndix dedicat a un eclipsi de Sol de l'any 1666.

Les *Observacions* comencen amb una curiosa dedicatòria “A qualsevol que sigui” en la que Mut fa un ràpid recorregut per la història recent de l'astronomia a través d'alguns dels seus autors més destacats. A continuació assenyala que a pesar de les realitzacions d'aquests grans autors, “subsisteixen encara dificultats que cal superar i exigeixen que s'intentin comprovacions més precises de l'harmonia dels moviments celests.” Demana que es concedeixi confiança a les seves observacions perquè s'han realitzat sense prejudicis i amb total ingenuïtat i critica els astrònoms que descriuen fil per randa les seves pròpies observacions però mutilen les alienes per a impedir que les seves hipòtesis preconcebudes siguin refutades. Conclou dient que no dedica el seu treball a cap patrocinator, “ja que tan petita obra no necessita els riqueses d'un mecenes i prefereixo la crítica a l'elogi. A més no he vist cap llibre ben acollit per causa del seu patrocinator.”

Una dedicatòria, en suma, totalment diferent de la que va redactar, amb ampul·losa retòrica, en l'*Epístola Sobre el Sol alfonsí restituit*, dirigida a un ric aristòcrata. El temps no havia passat en va: els ànims reivindicatius de Mut s'havien refredat i potser havia experimentat també que l'èxit dels bons llibres no depenia dels mecenes a qui se'ls dedicava.

En el primer capítol Mut presenta els resultats de les seves observacions de 15 eclipsis de Lluna i 7 de Sol ocorreguts entre 1642 i 1663. Totes les observacions les va realitzar a Mallorca, excepte un eclipsi de Sol i un altre de Lluna ocorreguts en 1652 que va observar en el viatge que va realitzar a Madrid, citat dalt. Per a determinar el temps de les distintes fases dels eclipsis de Lluna Mut es val usualment, com era habitual, de l'altura d'alguna estrella de coordenades ben conegudes, mentre que en els de Sol és la pròpia altura del Sol la que li serveix per a fixar els temps de l'eclipsi. Quant a instruments, al principi de l'obra diu que utilitzava un telescopi “de quasi 8 pams” (uns 160 cm) i afegeix que prefereix aquest a altres més llargs i potents, ja que ha experimentat que aquests “minoren massa el limbe, les taques i l'ombra de la Lluna i mostren els inicis més tard i el termes mes lentament”.⁵⁸ No menciona cap tipus de rellotge, excepte en una ocasió en què es refereix a un “rellotge itàlic” usat per Riccioli. Quant al pèndol per a mesurar el temps, ho menciona en el capítol 2 per a establir l'amplitud i divisió de l'ocular del telescopi, però no en el capítol dels eclipsis. En l'*Epístola sobre el Sol alfonsí* mencionava el pèndol per a mesurar el temps que tarda el Sol a passar pel meridià, però mantenia seriosos dubtes sobre la “doctrina dels (autors) més recents sobre les vibracions del pèndol”.⁵⁹

⁵⁸ Més endavant, en el p. 8, torna a discutir els mèrits respectius dels telescopis.

⁵⁹ Riccioli va realitzar una important sèrie d'experiments sobre la caiguda de greus i sobre els pèndols, descrits en el seu *Nou Almagest*. En el vol. I, pp. 84 i ss. Riccioli estudia les propietats del pèndol i descriu els seus experiments. Riccioli i els seus col·laboradors no van aconseguir obtenir el pèndol de període 1 segon però es van acostar molt i van construir pèndols per a mesurar xicotets intervals de temps. En el vol. II, p. 381 i ss., en el context de la discussió sobre el moviment de la Terra, a què era contrari, Riccioli descriu els seus experiments sobre la caiguda de greus. El científic jesuïta i els seus col·laboradors van confirmar la llei de caiguda de greus de Galileu dels números imparells, i van mesurar l'acceleració de la gravetat. D'altra banda, encara que Riccioli va afirmar que la regla de proporcionalitat entre el pes i la velocitat defensada

Junt amb les seves observacions, Mut menciona per a cada eclipsi observacions d'altres autors, principalment Riccioli, Gassendi, Wendelinus,⁶⁰ Boulliau,⁶¹ Hevelius⁶² i Renieri,⁶³ tots ells destacats autors de l'època. Junt amb estos autors, cita observacions d'altres autors menys coneguts, la informació dels quals la va obtenir indirectament a través de les obres de Riccioli i la correspondència publicada de Gassendi, que també li va proporcionar informació sobre observacions d'autors com Wendelinus, Boulliau o Hevelius. Els autors espanyols que Mut cita com a observadors d'eclipsis són Caramuel, Zaragoza, Brisuela i altres jesuïtes de Madrid. Junt amb les observacions, Mut proporciona les dades per als temps que es dedueixen o calculen a partir de les diferents taules astronòmiques: principalment les *Taules Rudolphines* de Kepler, les *Taules* de Lansbergen,⁶⁴ les *Taules Philolaiques* de Boulliau, les de Wendelinus o *Taules Atlàn-*

pels aristotèlics era falsa, va mantenir la distinció entre cossos greus i lleus i va considerar la levitat com una qualitat positiva anàloga a la gravetat. A més, amb els seus experiments va mostrar que en l'aire els cossos de distint pes absolut del mateix material o del mateix pes absolut però distint pes específic no queien amb la mateixa velocitat. Riccioli (1651), p.730, va criticar Mut per afirmar, en l'*Epistola sobre el Sol alfonso*, p.23, que tots els greus, fins i tot els de pes desigual, cauen en el mateix temps. Mut va canviar d'actitud respecte al pèndol i en els seus *Observacions*, cap. III, p.79, descriu un pèndol de període 1 segon i cita a Riccioli, Mersenne i Hevelius. Així mateix, com hem vist a propòsit de la seua *Arquitectura militar*, Mut es va familiaritzar amb la cinemàtica galileana. Sobre Riccioli, el pèndol i la caiguda de greus, vegeu Koyré (1966), Borgato (2002), Dear (1995).

⁶⁰ Govaart o Gottfried Wendelin (llatinitzat Wendelinus) (Herck-la Ville, 1580-Gant, 1667). Wendelinus es va formar amb els jesuïtes i a la Universitat de Lovaina. Va ensenyar matemàtiques per un any a Digne, on va conèixer Gassendi. Es va ordenar sacerdot a la seua ciutat natal on va viure entre 1633 i 1648. Va ser un convençut copernicà i va mantenir correspondència amb Gassendi, Mersenne i Constantijn Huygens. Es va ocupar de l'obliquïtat de l'eclíptica en el seu *Loxias, seu d'obliquitate solis* (1626). En el seu Wendelinus (1644) va descriure amb detall les seues observacions d'eclipsis i va presentar la seva "Tabularum Atlanticarum Idea", per al moviment del Sol i de Lluna. Vegeu BEA, II, Pp.1204-1205.

⁶¹ Ismaël Boulliau (Loudun, 1605-París, 1694), va ser un dels astrònoms més destacats de la seua època. Va estudiar i va viure permanentment en París. Va gaudir del mecenatge de la família de Thou i va ajudar els germans Dupuy a la Biblioteca reial. Va ser amic de Gassendi i Mersenne. Va establir una ampla xarxa de correspondència amb científics i erudits de la seua època. Un dels seus objectius era reformar l'astronomia, la qual cosa, a més de les discussions teòriques, exigia, al seu parer, noves observacions. Copernicà convençut, en el seu Boulliau (1645) va acceptar els eclipsis keplerians, i va contribuir de manera destacada a difondre-les, però va tractar de presentar una cosmologia alternativa a la de Kepler. Vegeu BEA, I, pp.155-157 i baix.

⁶² Johannes Hevel o Hevelius (Danzig, 1611-Danzig, 1687), va ser un dels millors observadors i instrumentistes de la seua època. Va estudiar jurisprudència a la Universitat de Leyden, i va ser conseller de la seua ciutat natal. Va establir un observatori anomenat Stellaburgum, a la seua casa de Danzig. Va elaborar mapes lunars: 40 gravats mostrant la Lluna en diferents fases, publicats en la seva *Selenographia* (1647). Entre 1642 i 1647 va observar molts cometes. Vegeu baix sobre això darrer. Vegeu, sobre Hevelius, BEA, I, 501-503.

⁶³ Vincenzo Renieri (Gènova, 1606-Pisa, 1647), amic i deixeble de Galileu, hom el recorda habitualment pels seus treballs sobre els satèl·lits de Júpiter. Va ser professor de matemàtiques a la Universitat de Pisa. Només va publicar una obra: Renieri (1639), en la que es va esforçar per millorar les *Taules Rudolphines* pels planetes.

⁶⁴ Philip Lansbergen (Gant, 1561-Middlebur, 632), fill de pares protestants que van abandonar els Països Baixos per raons religioses, Lansbergen va estudiar a França i Anglaterra. S'instal·là a Leiden dedicant-se a la teologia i de Leiden va passar a Goes, també com a pastor protestant. Finalment es traslladà a Middelburg. Va practicar l'astronomia, les matemàtiques i la medicina. Copernicà convençut, no va acceptar les el·lipses keplerianes i va descriure models basats en combinacions de cercles, d'acord amb la tradició. Va elaborar les seues pròpies taules, Lansbergen (1632), que van tenir una notable difusió. Vegeu BEA, I, 677-678. Vegeu també Vermij (2002).

tiques, les *Medicèes* de Renieri i ocasionalment les de Tycho-Longomontanus, anomenades *Daneses*, les *Pruténiques* (o copernicanes) i les *Alfonsines*. A més de les *Taules* i a partir d'elles es van publicar diverses efemèrides, de les que va haver de valdre's també Mut. Kepler va publicar efemèrides basades en les seves taules per als anys 1617-1630. Lorenz Eichstadt va publicar unes efemèrides continuant les de Kepler. Francisco Montebruni va publicar efemèrides basades en les *Taules* de Lansbergen. Noël Dret (o Durret) va publicar efemèrides basades en les *Taules* de Lansbergen i de Kepler. Andreas Argoli va publicar efemèrides des de 1621 a final del segle, basades principalment en Tycho Brahe.⁶⁵

Des de l'Antiguitat clàssica els eclipsis de Lluna eren la base empírica usada per a determinar el moviment de la Lluna, ja que en un eclipsi la longitud de la Lluna és igual a la del Sol afegint 180°. Mut, com ja adverteix en la seva dedicatòria, ofereix les seves observacions precisament per a “sotmetre a examen les taules dels moviments celests”. Al llarg del text va discutint diversos temes relacionats amb les dades obtingudes pels diferents autors i les prediccions calculades a partir de les taules. Així, posa en relleu les discrepàncies en la duració observada dels eclipsis, i entre les duracions observades i allò que s'ha predit per les taules; ho atribueix a diversos factors com la inconstància de l'ombra de la Terra, l'ús del telescopi, i que el moviment de la Lluna és probablement més ràpid en els eclipsis, com va apuntar Longomontanus i, sobretot, Kepler. També suggereix possibles causes òptiques. Aprofita, així mateix, les dades dels eclipsis per a avaluar la grandària del semidiàmetre de l'ombra terrestre.

A propòsit d'un eclipsi de Lluna en què aquesta estava a una altura de 28° 27' discuteix de nou sobre la qüestió de les refraccions i diu que no les ha tingut en compte perquè “en aquest horitzó mallorquí” les estrelles fixes prop d'una altura de 15° mostren una refracció inferior a la indicada en la Taula de Tycho Brahe. Tracta d'explicar perquè en el cel mallorquí les refraccions, amb temps seré i estable, són menors que en altres llocs.⁶⁶ En tot cas, insisteix en la variabilitat de les refraccions i defensa la Taula de Tycho Brahe, ja que si s'accepta l'opinió que eleva les refraccions fins al zenit, tots els llocs de les estrelles fixes del catàleg de Tycho estarien afectades d'error.

En aquest capítol Mut presenta de nou les seves observacions del diàmetre del Sol amb el dispositiu descrit en l'*Epístola sobre el Sol alfonsí restituit*. Després, assenyala que Riccioli li va demanar que s'ocupés de la dicotomia de la Lluna segons el mètode d'Aristarc.⁶⁷ Riccioli per eixe procediment havia obtingut un valor de 28”.⁶⁸ Mut exa-

⁶⁵ Vegeu les referències sobre aquestes obres a propòsit de les cites de Mut.

⁶⁶ Riccioli (1651), p.738, criticarà Mut per aquestes afirmacions i diu que li sembla estrany que a Mallorca, rodejada pel mar, no s'apreciïn les refraccions a determinada altura. Aquesta és una de les causes, segons Riccioli, de l'error de Mut en l'estimació de la paral·laxi.

⁶⁷ Riccioli (1651), Volum I, Appendix ad partem I, pp.731 i ss.: “Anno 1650. Cum per litteras rogassem D.Vincentium Mutum ut intenderet in dichotomiam Lunarem...”.

⁶⁸ Wendelinus pel mateix mètode havia obtingut una paral·laxi solar d'1' que després va reduir a 14" o 15" basant-se en les seues observacions dels diàmetres dels planetes. Wendelinus li va comunicar aquests resultats a Riccioli, animant-lo a emprar el mètode de la dicotomia. Vegeu Van Helden (1985), pp.112 i ss. sobre Wendelinus, Riccioli i la dicotomia lunar. El procediment seguit per Aristarc, en les pp. 5 i ss. Vegeu també Wilson (1989b), pp.171, sobre Wendelinus i Riccioli.

[illegible]

[52]

mina cuidadosament la qüestió i planteja seriosos dubtes sobre la fiabilitat del procediment. Ací aprofita per a revisar les seves pròpies idees sobre la paral·laxi solar defensades en l'*Epístola*. Finalment diu que “a partir dels eclipsis, la dicotomia lunar i les observacions realitzades amb tota la precisió possible no concloem res, uso mentrestant la paral·laxi del Sol a mitjana distància de 2'30" minuts, a la qual cosa s'adhereix tota l'antiga astronomia” (cap. I, 22). Més endavant, en les conclusions del capítol, accepta la bisecció de l'excentricitat. Al mateix temps, assenyala que la teoria del moviment lunar que millor s'ajusta als eclipsis és la kepleriana.

El capítol II es titula “Observacions dels planetes amb anotacions astronòmiques, principalment sobre el moviment segons el·lipses”. Comença amb una descripció del procediment emprat per a adaptar el seu telescopi, de dos lents convexes, a la mesura de distàncies angulars celestes i a continuació detalla els resultats de les seves observacions. Mut exposa com ha estimat l'amplitud angular del seu telescopi i la divisió de l'ocular amb quatre procediments: observant les taques de la Lluna; “per una estrella pròxima al meridià, que passa pel camp visual del telescopi, mentre un company compta les vibracions de la plomada”, la qual cosa permet obtindre el temps i l'arc de trànsit; per mitjà de la distància de Saturn o Júpiter a una estrella fixa, i finalment col·locant prop del focus interior del vidre ocular “un anell travessat per fils finíssims que formen quadrats iguals molt xicotets (a la manera de les retícules o paral·lelograms per a traçar figures).” Així, afegeix, el camp visual del telescopi s'observa subdividit en molts quadrats iguals els costats dels quals es mesuren pels procediments exposats.

Es tracta, per tant, d'equipar el telescopi amb un micròmetre, sent aquesta la primera referència al micròmetre i el seu ús de la literatura astronòmica espanyola, segons el nostre coneixement. Tanmateix, d'allò que diu Mut en aquesta obra no queda clar ni quan va començar a usar-lo ni quina va ser la seva font d'informació sobre l'instrument. Mut exposa, en aquest capítol, com en l'anterior, les seves observacions cronològicament i en arribar a 1653 diu que des del 19 de novembre fins al febrer següent es va ocupar assíduament dels diàmetres aparents de Júpiter, Mart i Venus i de les seves variacions. I per a recolzar les seves afirmacions sobre el diàmetre d'aquests planetes convida l'“astrònom” que es prepari un telescopi de dos lents convexes proveït d'un diafragma d'obertura i “subtensis filis in interiore focus”. Però, segons MacKeon, la idea de situar fils o una reixeta en el focus no es difondria a Europa fins després de la publicació per Huygens del seu *Sistema Saturnium*, en 1659.⁶⁹ Per això, seria en la dècada dels anys 1660, quan Mut redactava aquesta obra, quan va haver de tindre notícies del micròmetre.⁷⁰

⁶⁹ L'instrumentista i astrònom Eustachio Divini, en la dedicatòria al mapa lunar publicat en 1649, situava una reixeta en l'ocular, no en el focus. Huygens va introduir unes varetes prop del focus i va publicar el procediment en 1659 i en 1662 Malvasia va publicar les *Ephemerides Novissimae*, al final de les quals descriu una reixeta situada en el focus del seu telescopi. D'altra banda, la invenció del micròmetre per Gascoigne no es va difondre fins a la dècada de 1660-1670. Vegeu McKeon (1971).

⁷⁰ Galileu, per a estimar el diàmetre d'un objecte celeste, es va servir d'una escala de manera que amb l'ull dret s'observava l'objecte i amb l'esquerre l'escala. Així, ens trobem ja amb un dels elements del micròmetre: l'escala. Per la seua banda, Martin Hortensius va tractar de determinar l'abast angular del seu telescopi amb dues estrelles que cauen en el camp visual de l'instrument; posteriorment va determinar la distància entre les estrelles mesurant-la mitjançant un catàleg estel·lar. Obtingut el camp visual, ho va dividir visualment

Una de les millors observacions de Mut va ser la relativa al diàmetre de Júpiter, arreplegada per Riccioli en el *Nou Almagest* a partir de la informació que li va proporcionar Mut en una carta i descrita fil per randa en l'obra que comentem. El procediment consistia a observar Júpiter en conjunció amb una estrella de coordenades ben conegudes, en aquest cas es tracta de Zaniah (η Virginis), i estimar la distància recorreguda pel planeta en dies successius, en relació a l'estrella. Mut va observar que en 24 hores Júpiter va recórrer una distància de quasi tres diàmetres seus. Va concloure que el diàmetre de Júpiter era d'uns 48". Riccioli i Grimaldi van usar un procediment idèntic, coincidència de la qual es felicita Riccioli, com Mut no deixa d'assenyalar. Els italians van concloure en un valor de 46".⁷¹

Una altra de les contribucions de Mut arreplegada per Riccioli és la relativa a les Plèiades, a les seves distàncies relatives i a les seves coordenades. Mut diu que l'any 1650, durant tot el mes de gener "vaig observar la constitució dels Plèiades" i descriu part dels seus resultats (cap. II, p. 51). Assenyala que els catàlegs de Tycho Brahe i Lansbergen "descol·loquen aquestes Plèiades." Mut li va enviar les seves observacions a Riccioli, qui les va incloure en l'*Astronomia Reformata* en dos quadres en què figuren les distàncies entre les estrelles, les seves coordenades eclíptiques i la seva magnitud.⁷²

En un altre apartat, Mut insisteix en les limitacions i insuficiències del catàleg de Tycho Brahe, elaborat sense el recurs del telescopi. En particular comenta com una de les Híades, θ^1 Tauri, en realitat forma part d'un conjunt de dues estrelles distants entre si 5 minuts: quina de les dues va observar Tycho?. "Potser –Es pregunta Mut– la vista nua de Tycho no va distingir entre les dues iguals? Potser per aquesta causa algunes distàncies de les fixes consignades per Tycho a vegades difereixen fins a 4 minuts dels llocs assignats en el Catàleg del mateix Tycho?" (cap. II, p. 40).

prenent dues estrelles "circa contiguas in Cornu Capricorni" que comprenien un vuitè del camp. Aquesta última mesura li va donar una distància d'uns 5 minuts i $\frac{1}{4}$ que va comparar finalment amb Júpiter. Mitjançant aquesta comparació va trobar que Júpiter cobria $\frac{1}{5}$ d'aquesta distància i tenia, per tant, un diàmetre d'1 minut aproximadament. Pel mateix mètode va trobar que la Lluna tenia un diàmetre de 31 o 32 segons. Amb aquest procediment Hortensius va fer mentalment el que procurava la reixeta del micròmetre. En ambdós casos es tractava de dividir el camp visual del telescopi. Vegeu McKeon (1971). Mut, abans d'introduir una reixeta al seu telescopi, la qual cosa no va haver de succeir fins després de 1659, va utilitzar un procediment semblant al d'Hortensius, és a dir, un micròmetre imaginari, dividint el camp visual tal com ell mateix ho descriu en *Observacions*, cap. II, p. 38.

⁷¹ Vegeu Mut, *Observacions*, cap. II, p. 29. Riccioli (1651), vol. I, pp.710-711, descriu amb detall les seues observacions (vegeu la Fig. 4). No esmenta cap precedent del micròmetre com la reixeta usada per Divini, però com explica Bonoli (2002), la informació que proporciona Riccioli de les característiques dels instruments no és molt abundant, potser a l'espera del *Liber Organicus* que mai es va arribar a publicar. Mut esmenta les anteriors mesures d'Hortensius, prou semblants a les seues. Sobre les mesures dels diàmetres dels planetes realitzades per Hortensius, vegeu també Van Helden (1985), pp. 101-02.

⁷² Riccioli (1665), p. 243, escriu, després d'assenyalar que havia rebut de Van Langren resultats de les seues observacions sobre les distàncies entre les Plèiades, "At Doctissimus, et Amicissimus noster D.Vincentius Mutus Maiorice observandis sideribus addictissimus, peritissimusque in Epistola ad me anno 1659 Martiis 5 transmissa, non modo communicavit earum distantias exactissimis instrumentis una cum Telescopio acceptas, set etiam Longitudinem, ac Latitudinem, et magnitudinis gradum,..." Diu Riccioli que les distàncies entre les estrelles consignades per Van Langren eren semblants a les de Mut, encara que no va rebre del primer les dades de les coordenades de les estrelles.

A més de les estrelles i els diàmetres planetaris, Mut també va realitzar abundants observacions dels moviments de la Lluna i els planetes, moltes de les quals també figuren en l'*Astronomia Reformata* de Riccioli (Fig. 5). Així, les seves observacions de la Lluna i la seva posició relativa respecte a determinades estrelles fixes, i la comparació d'aquestes dades amb les prediccions de les taules de Boulliau i Lansbergen li permeten a Mut assenyalar les incerteses que pesen sobre el moviment del nostre satèl·lit fora de les sizígies. Mut assenyala, a més, que donada aquesta incertesa no és molt recomanable calcular les longituds geogràfiques a partir de la posició i el moviment de la Lluna, sent preferible el mètode dels eclipsis.

En el llibre V de l'*Astronomia Reformata* dedicat a Saturn, el capítol VI està dedicat a presentar les observacions d'aquest planeta prop del perigeu de l'òrbita, fetes a Mallorca per Vicenç Mut els anys 1650 i 1654, "amb la posició de Saturn deduïda de les observacions i de cinc taules": les Prutèniques, les Daneses, les Rudolphines, les de Lansbergen i les de Boulliau. Les observacions de Mut van ser incloses per Riccioli entre les 71 observacions de Saturn, antigues i modernes, que va usar per a avaluar els mèrits de les diferents taules.⁷³

Mut també va realitzar observacions de Mart i Venus, així mateix arreplegades per Riccioli en la seva obra.⁷⁴ Cal assenyalar que no totes les observacions de Mut registrades per Riccioli i obtingudes a través de la correspondència entre els dos astrònoms figuren en l'obra de Mut. Per això, l'*Astronomia Reformata* de Riccioli és una inapreciable font d'informació de la labor de l'astrònom mallorquí.

Per al cas de Mart, "el mes fugaç entre els planetes", Mut reconeix que les *Taules Rudolphines* "son les que més s'acosten a les observacions, encara que estan construïdes amb un difícilíssim procediment mitjançant el·lipses" (cap. II, p. 63). Com ja hem avançat, en aquesta obra Mut va acceptar la bisecció de l'excentricitat. Així mateix i encara que "jutge molt cert que els planetes és mouen en cercles, sent el moviment circular el mes natural per a la perpetuïtat del gir en totes direccions que, sense interrupció, repeteixen els cossos celests", no obstant això, considera admissibles els sistemes basats en el·lipses.

Mut, com molts dels astrònoms de l'època, no va entendre el verdader abast i significat de l'obra de Kepler i els esforços d'aquest autor per construir una dinàmica celeste.⁷⁵ Però sí que va advertir els avantatges de l'astronomia kepleriana des del punt

⁷³ Riccioli (1665), p.296. La taula de les observacions de Mut de Saturn, en Riccioli (1665), p. 285. Vegeu baix, la figura a la traducció de les *Observacions*. Riccioli va concloure que les seues pròpies taules i les de Boulliau eren les millors per a Saturn, seguides per les de Kepler i les de Longomontanus. En tercer lloc se situaven les de Lansbergen i les Prutèniques. No obstant això, segons Wilson (1970), p. 102, els càlculs de Riccioli presenten prou errors. En tot cas, com assenyala Wilson, l'avantatge de les *Taules Rudolphines* de Kepler era amplement reconeguda a mitjan de centúria per a Mercuri i Mart, no així per a Júpiter i Saturn. Wilson ha comparat els valors deduïts de les *Taules* de Kepler amb els derivats de taules actuals per a 26 casos i ha trobat un error mitjà de 3'12". Una comparació semblant entre els valors de Riccioli per a les prediccions de les *Taules Rudolphines* i les actuals dona una discrepància mitjana de 20' 25". Sobre els errors en les longituds planetàries de les *Ephemerides* de Kepler, vegeu també en Gingerich (1993), el capítol "Kepler's place in astronomy", pp. 331 i ss.

⁷⁴ Sobre Mart, vegeu el capítol VII del llibre dedicat a Mart, p.312, en el que Riccioli descriu les observacions de diversos autors, inclòs Mut. Sobre Venus, el mateix en la p.334 i ss.

⁷⁵ Sobre la difusió, discussió i assimilació de l'obra de Kepler, vegeu Russell (1964), Wilson (1970, 1989a, 1989b), Thoren (1972), Cohen (1975), Gingerich (1993), Applebaum (1996), Maeyana (2003). El treball d'Applebaum inclou una àmplia bibliografia sobre el tema.

de vista predictiu. Així, va acceptar la primera llei i quant a la segona va preferir l'alternativa proposada per Boulliau, a qui segueix molt de prop. Boulliau en l'*Astronomia Philolaica* va tractar d'oferir una cosmologia diferent de la kepleriana. Va criticar els supòsits i conclusions de Kepler i encara que va acceptar les el·lipses, va argumentar que era més senzill suposar que els planetes es movien per ells mateixos i que el seu moviment, impartit per la creació per Déu, es conservava. En compte dels mètodes indirectes “no geomètrics” de Kepler, Boulliau va proposar càlculs directes basats en els moviments mitjans.

Com els cercles i les el·lipses són seccions còniques, Boulliau va imaginar que els planetes es movien per la superfície d'un con oblic, cada un d'ells recorrent una el·lipse entorn al Sol situat en el focus inferior. Per construcció, l'eix del con bisecava la base, i al mateix temps definia el focus superior (buit) de l'el·lipse, així com un número infinit de cercles paral·lels a la base. La posició del planeta en l'el·lipse en un temps donat (el “problema de Kepler”) vindria definida per la intersecció d'un cercle, amb la qual cosa, en un instant donat, el seu moviment seria uniforme i circular, d'acord amb la tradició astronòmica. Mentre Kepler invocava un complex sistema de forces, Boulliau explicava el moviment el·líptic per mitjà de la geometria. Però els fonaments de la proposta de Boulliau van ser qüestionats per Seth Ward, professor de matemàtiques a Òxford. Segons Ward, la teoria de Boulliau equivalia a una el·lipse en què el focus buit funcionava com un punt equant. Ward no va advertir que l'anomenada “hipòtesi el·líptica simple” amb el focus superior com un equant, no era empíricament adequada ni equivalent a la llei de les àrees de Kepler. De fet, el procediment de Boulliau conduïa a anomalies verdaderes (l'angle des del Sol a l'afeli i al planeta) menys precises que les derivades dels mètodes keplerians. Comparant les equacions de Boulliau amb les de Kepler, proporcionades pel propi Boulliau, per a anomalies mitjanes de 45°, 90° i 135°, apareixen diferències de 2'44”, 0'53” i 2'3”. Les màximes corresponen als octants de l'anomalia i atès que són diferències en la longitud heliocèntrica, podrien ser majors en un factor de 3. Per això Boulliau va modificar lleugerament la seva hipòtesi, encara que prompte va abandonar aquesta modificació. En llegir la crítica de Ward, Boulliau li va respondre amb la seva *Fonaments de l'Astronomia Philolaica* (París, 1657) on va atacar Ward per haver identificat la seva hipòtesi cònica amb la hipòtesi “el·líptica simple” i va introduir una modificació en la seva hipòtesi original, que reduïa considerablement els errors d'eixa hipòtesi.⁷⁶

Mut, en la seva obra, explica la manera d'obtenir les equacions del centre d'acord amb la hipòtesi de Boulliau, es refereix després a les crítiques de Ward, descriu la modificació introduïda per Boulliau i proposa una manera més senzilla de calcular l'equació del centre amb aquesta modificació.

Així, el problema és com calcular l'equació o prostafèresi (diferència entre el moviment mitjà i el verdader) donada l'anomalia mitjana i l'excentricitat. És a dir, seguint Mut, en la figura a les *Observacions*, l'angle EBG és l'anomalia verdadera (angle re-

⁷⁶ El títol complet en llatí era: *Astronomiae philolaicae fundamenta clarius explicata, et asserta, adversos clarissimi viri Sethi Wardi Oxoniensis professoris impugnationem*. Sobre l'astronomia de Boulliau, vegeu Wilson (1970) i Robert A. Hatch, en BEA, vol. I, pp.155-157.

corregut pel planeta en E a partir de la línia dels àpsides GH) i EFG l'anomalia mitjana, prenent F com un punt equant (és a dir, el planeta es mou respecte a eixe punt amb velocitat angular constant). FEB, que és l'equació, és igual a la diferència d'ambdós. El problema es redueix, doncs, a calcular FEB coneixent EFG i l'excentricitat.⁷⁷

Sigui Mart en E. Busquem FEB i coneixem EFG i FB, excentricitat bisecada en A. Tracem la tangent a l'el·lipse en E. FED=BEC per les propietats de l'el·lipse (Mut remet a les còniques d'Apol·loni). Tracem AC paral·lela a EF. Atès que el triangle XEC és isòsceles, XE=XC. D'altra banda BAX i BEF són semblants i BA i AF són iguals, doncs BX i XE són iguals. Resulta d'això que BXC és també isòsceles i per tant XBC=XCB, sent la seva suma igual a AXB, per ser aquest angle exterior al triangle.

Els angles AXB i FEB són iguals. Així, el càlcul de FEB es redueix al càlcul de XCB.

De la semblança entre BAX i BFE i que FB és doble d'AB es dedueix:

$$BE+EF=2(BX+XA)$$

I per les propietats de l'el·lipse:

$$BE+EF=GH$$

$$\text{Per tant } BX+XA=GH/2=AG$$

Però BX=XC, ja que XBC és isòsceles, com vam veure dalt.

Per tant XC+XA=AG=AC, doncs C està en un cercle de radi AC.

Tenim doncs, un triangle ABC del que:

AB és conegut(semiexcentricitat)

AC és conegut

BAC és suplementari de l'anomalia mitjana, que se suposa coneguda. Per tant es pot calcular ACB, el doble del qual ens dona l'"equació" que es buscava.

Assenyala Mut a continuació que amb aquest mètode la diferència entre les posicions observades i les calculades resulta en els octants de quasi 8'. I afegeix que Boulliau, reconeixent açò i en resposta a les crítiques de Seth Ward va esmenar un poc la trajectòria de Mart suposant que el planeta no està en I sinó en O, de manera que l'anomalia mitjana veritable és KFG.

A Mut li pareix incongruent que la línia del moviment mitjà FI no passi per O: "resulta poc elegant que la línia del moviment mitjà no passi per un punt del qual és motor." De totes maneres accepta la correcció a l'efecte de càlcul i proposa un mètode molt més simple que el que dona Boulliau per a calcular-la. Així, per les propietats de l'el·lipse, AR/AS=NI/KN. Però NI/KN=Tangent de l'anomalia mitjana GFI/Tangent de l'anomalia verdadera GFK. Coneguda l'anomalia verdadera i amb el mètode anteriorment exposat es pot calcular l'equació que es buscava.

Finalment, el capítol III tracta de la determinació de les longituds geogràfiques deduïdes dels eclipsis descrits en el capítol I. Mut comença per assenyalar que el mètode dels eclipsis de Lluna és el més fiable per a calcular les longituds.

Mut, de les diferents dades obtingudes d'eclipsis, particularment dels d'Esmirna, assenyala que els mapes han de corregir-se i les longituds dels llocs del Mediterrani,

⁷⁷ Vegeu la figura 5 de l'obra que comentem.

acurtades, la qual cosa ja havia avançat en el primer capítol (núm. 35), “com ho havien proclamat Snell, Wendelinus i Gassendi a partir d’altres observacions.” (cap. V, p. 16) Segons Mut, des de l’estret de Cadis a les costes de Trípoli i Alexandria, seguint el paral·lel 36, hi hauria 44°15’. Sobre els mapes, Mut insisteix en que s’han d’utilitzar els basats en la projecció de Mercator amb latituds creixents, “per a la precisió en l’art de navegar”(cap. III, p. 75).

A continuació discorre sobre el problema del nombre de llegües que corresponen a un grau de cercle màxim. Per a això, junt amb diversos càlculs i comparacions, aporta les seves pròpies experiències, entre elles l’ús d’un pèndol que bat segons per a mesurar el temps dels passos, i els seus treballs corogràfics amb Dídac Desclopers per a mesurar distàncies. Conclou que un grau del cercle conté 18 ½ llegües “hispanes verdaderes”, és a dir, considerades en una “superfície perfectament esfèrica, sense curvatures o girs.”

Mut inclou una taula de coordenades geogràfiques d’una sèrie de ciutats. En general, les dades de Mut no coincideixen exactament amb les de Riccioli, encara que les diferències sempre són xicotetes. No hi ha una diferència sistemàtica, puix que les diferències depenen de les dades de què disposava cada un i d’aquelles que va considerar més fiables. Comparant-les amb les dades actuals, unes vegades és més precís Mut i altres Riccioli. Els errors no solen superar un grau, la qual cosa significa una millora considerable respecte de les taules de longituds anteriors.

El capítol conclou amb les dades d’un eclipsi de Sol de 1666, és a dir, l’any de publicació del llibre, i una observació de Mart que pareix confirmar una vegada més la superioritat de les Taules de Kepler per a Mart.

Conclou dient que “sobre les taules astronòmiques no emet cap judici: el docte astrònom desitjaria que les taules foren certes amb un error de menys de 6 minuts “mentre, audaç, vaga a través d’orbes desconeguts” .

Els cometes de 1664-1665

Mut va dedicar una de les tres obres seves publicades, als cometes de 1664-1665. El cometa de 1664-65 fou cèlebre per la seva durada, de quasi quatre mesos, i per l’extraordinària magnitud aparent, donada la curta distància a què és trobava de la Terra a finals de desembre. Fou una ocasió pels astrònoms per la discussió de la natura dels cometes i el seu moviment. Una setmana després d’haver-lo perdut de vista, n’aparegué un altre que fou visible durant menys temps. El cometa de 1664-65 fou observat per un bon nombre d’autors d’arreu el món. A Europa, entre els observadors figuren Huygens (a Leiden), Hevelius (a Danzig), Cassini, G.-F. Gottignies i John Ray (a Roma), Borelli (a Pisa), Adrien Auzout i Pierre Petit (a França), Milliet Dechaies (a Lió), Hooke i Newton (a Londres), Geminiano Montanari (a Bolonya).⁷⁸

A Espanya el cometa fou observat pel jesuïta valencià Josep de Saragossà, que va escriure un ampli estudi del fenomen que es conserva manuscrit.⁷⁹ Altre destacat cien-

⁷⁸ Vegeu Pingré (1783-1784), Ruffner (1971), Kronk (1999) i Boschiero (2009), sobre aquestos cometes.

⁷⁹ A la Biblioteca de Ste Geneviève de París, Ms. Núm. 1045, fols. 42-92, amb el títol *Discurso del cometa del año 1664 y 1665*. Vaig localitzar una altra còpia a l’Acadèmia de la Historia de Madrid, Col. Cortés, 9/2705. Pingré (1783-84), vol. II, pp. 13-21, ja va comentar aquest treball i va reproduir un extracte del mateix en francès. Un estudi d’aquest manuscrit a Rosselló (2000).

tífic espanyol, Juan Caramuel, també va observar el cometa des d'Itàlia. En l'inventari que hem realitzat dels impresos espanyols de les disciplines físicomatemàtiques hi ha set referències addicionals de textos publicats, dedicats al cometa de 1664-65 d'escàs interès astronòmic.⁸⁰ Sens dubte, els millors estudis van ser els realitzats per Vicente Mut i per Saragossà que, a més, van mantenir correspondència sobre el fenomen i van intercanviar les dades obtingudes.

Des de l'Antiguitat fins al segle XVII la doctrina generalment acceptada sobre els cometes a Europa era l'aristotèlica, segons la qual eren fenòmens meteorològics confinats en el món sublunar. No obstant això, alguns autors de l'antiguitat, com ara Sèneca, van afirmar que els cometes eren cossos celests semblants als planetes, les trajectòries dels quals serien conegudes en el futur. El primer intent conegut per determinar les seues distàncies a la Terra l'hi devem a George Peurbach (1423-61), humanista, matemàtic i astrònom de la Universitat de Viena. El seu deixeble Johannes Regiomontanus va escriure un tractat sobre la determinació de la paral·laxi dels cometes, si bé va assumir, com Peurbach, que els cometes eren sublunars. El principal defecte del tractat de Regiomontano era que no tenia en compte el moviment propi dels cometes.⁸¹ Les observacions dels cometes espectaculars de 1531, 1532 i 1533 van portar a comprovar que les cues dels cometes es dirigien sempre en direcció contrària al Sol. Aquest descobriment fou anunciat per Girolamo Fracastoro en el seu *Homo-centrica* (1538) i per Petrus Apianus en el seu *Astronomicum Caesareum* (1540), els quals van explicar la direcció de la cua com un efecte òptic produït pels rajos de Sol. D'altra banda, Cardano, en trobar que el moviment propi d'un cometa era més lent que el de la Lluna va afirmar que els cometes eren supralunars. A més, la relació constant entre la direcció de la cua i el Sol recolzava la idea que els cometes eren supralunars.⁸² Astrònoms com el valencià Jeroni Munyós van defensar, ja en la dècada dels anys 60 que els cometes eren cossos celests.⁸³ No obstant això, el creixent acord entre els astrònoms sobre el caràcter supralunar dels cometes es va produir a partir de les observacions del cometa de 1577 i la determinació de la seua paral·laxi. Michael Maestlin (1550-1631) va observar aquest cometa en totes les ocasions favorables i per a cada determinació de la posició va establir l'alineament del cometa amb dues estrelles. Va concloure que la paral·laxi del cometa era indetectable i li assignà una trajectòria circular exterior a l'òrbita de Venus. Tycho Brahe va observar també el cometa de 1577, va mostrar que la paral·laxi era inapreciable i que la trajectòria aparent del cometa era un gran cercle de l'esfera celeste. Posteriorment va insistir en el fet que les trajectòries aparents de tots els cometes eren grans cercles, almenys en les parts mitges del seu moviment aparent, i que experimentaven xicotetes desviacions dels seus grans arcs només al principi i al final de la seua aparició. Els no copernicans explicaren aquestes desviacions fent passar els plans de les trajectòries teòriques per punts fora

⁸⁰ Vegeu Navarro Brotons et alii, *Bibliographia...*, encara no publicat. Un extracte d'aquest inventari relatiu a l'astronomia es pot veure a Rosselló (2000) i, pel que fa a l'astronomia-astrologia a Lanuza (2005).

⁸¹ Vegeu Jervis (1985).

⁸² Vegeu Barker, Goldstein (1988) i Wilson (1989b).

⁸³ Vegeu Navarro Brotons (1998).

de la Terra, com el Sol o una estrella fixa. Els copernicans creien que aqueixes desviacions eren, en gran part, l'efecte del moviment anual de la Terra. Kepler va introduir la idea que les trajectòries dels cometes eren rectilínies. Per a Kepler els cometes eren cossos transitoris formats de les parts impures de l'èter coagulat en glòbuls per un esperit animal. Potser la seua funció era eliminar rebutjos del cosmos. Al principi va recolzar la teoria que les cues dels cometes era un efecte òptic produït pel pas de la llum del Sol pel cap del cometa, però després la va rebutjar per poc plausible.

Gassendi va acceptar la idea de Kepler que els cometes seguien trajectòries rectilínies, però va insistir en el fet que el moviment deuria ser uniforme i va seguir Sèneca i altres autors afirmant que eren cossos permanents de la naturalesa. Johannes Hevelius, en canvi, va seguir Kepler en l'idea que els cometes es formaven de material de rebuig, però procedent de les exhalacions terrestres. Va mostrar el seu acord, d'altra banda, amb Cysatus que havia interpretat les taques brillants en el cap del cometa com a múltiples nuclis. També va seguir Kepler en concebre que la cua es formava d'una matèria que fluïa del cap, impulsat pels rajos de Sol. Hevelius pensava, a més, que els cometes es comporten com a agulles magnètiques amb una de les cares sempre girant per a mantenir-se perpendiculars als rajos del Sol. Les trajectòries eren bàsicament rectilínies però prop del periheli es corbaven i quan els cometes s'acostaven al Sol s'acceleraven, mentre que quan s'allunyaven, succeïa el contrari. La corba podria ser parabòlica, com ocorria en el cas dels projectils, i quan la distància del periheli era gran, o hiperbòlica per a perihelis a distàncies xicotetes. En tot cas, els segments aparents de la trajectòria eren pràcticament rectes, ja que eren relativament curts amb el focus situat molt més lluny que el Sol, potser a dues vegades la distància del periheli. Hevelius va tractar de demostrar que el moviment dels cometes implicava el moviment de la Terra, com Kepler ja havia afirmat.⁸⁴

Descartes en els seus *Principia philosophiae* (1644) va proposar per als cometes trajectòries sinuoses. Per a ell un cometa era una estrella morta, el vòrtex de la qual s'havia col·lapsat i havia sigut capturat per un vòrtex després d'un altre. El seu camí era quasi rectilini però corbat cap a l'estrella central.

Giovanni Borelli també va dedicar especial atenció als cometes de 1664-65 i va tractar de sotmetre'ls a un model mecànic dels moviments celests. Va afirmar que la seua trajectòria era una corba semblant a una paràbola, perquè, com els planetes obeeixen dues tendències oposades, una de les quals procedeix de l'ímpetu dels rajos del Sol, sent l'altra la inèrcia o tendència a perseverar en el seu estat de moviment.⁸⁵

Quant al jesuïta valencià Josep de Saragossà, aquest, a més de les seues observacions, descriu les d'altres autors: Milliet Dechaes, Gottignies i Montanari, entre els estrangers, i d'Enrique de Miranda, Miguel Fuster i Vicenç Mut, entre els espanyols. Estudia amb detall el moviment aparent del cometa i tracta d'analitzar la seua trajectòria, conclouent que aquesta s'acosta més a la línia recta, i és intermèdia entre aquesta i la circumferència; i afegeix: "deixe l'el·líptic perquè pot nàixer dels dos".⁸⁶ Sobre el

⁸⁴ Vegeu Ruffner (1971).

⁸⁵ Vegeu Boschiero (2005).

⁸⁶ Saragossà, *Discurso del cometa*..., fols. 73v-74r.

lloc “verdader” del cometa. Saragossà demostra que sempre va estar “sobre la Lluna”, de la qual cosa es dedueix, “contra la comuna filosofia peripatètica i el seu príncep Aristòtil...” que els cels són fluids i corruptibles.⁸⁷ D’acord amb Riccioli, Saragossà afirma que la cua del cometa era de matèria consistent com el cap o nucli i no encesa, ans il·luminada pels rajos solars. L’oposició de la cua al Sol l’explica suposant que la matèria del cometa era heliotropa, de manera que el cap de l’astre sempre mirava el Sol com “la bruïxola al nord”. Aquesta idea la va adoptar de Riccioli, encara que Helvius també va expressar idees semblants.⁸⁸

Mut comença assenyalant que sobre els cometes hi ha una cèlebre controvèrsia i que, potser, els cometes d’aquests anys 1664-65 podran llançar nova llum sobre el tema. Deixa clar el seu respecte per les idees aristotèliques, però diu que empenirà el camí més segur dels moderns. Assenjala que de l’escàs increment de la magnitud del cometa, mitjançant el telescopi no es pot deduir res sobre la seua distància a la terra. Deixa la discussió d’aquest tema per a la segona part del text.

Mut descriu les seues observacions junt amb les de Miguel Fuster i Diego Desclapers, realitzades entre el 18 de desembre i el 23 de gener. Inclou dades sobre el color, el diàmetre aparent i la longitud i direcció de la cua, a més de la seua posició relativa respecte a determinades estrelles. Després resumeix en una taula les dades obtingudes sobre la posició del cometa (longitud i latitud), angle de l’òrbita amb l’eclíptica i distància al node.

La direcció de la cua no era exactament oposada al Sol, sinó que patí un desviació de dos graus. La cua s’observa mes curta a finals de desembre, fenomen que atribueix a l’oposició amb el Sol, que provocava que el cos del cometa la tapés.

El dia 1 de gener va realitzar “una extraordinària observació” que li portà a concloure que l’inici de la cua, contràriament a l’extrem, estava compost de matèria consistent, ja que era capaç d’eclipsar un estel. Mut diu que aquest fet ja havia estat assenyalat per Riccioli i arreplegat per Gassendi. En aquest cas, assenjala la discrepància de les seues observacions, junt amb les de Miguel Fuster i Diego Desclapers amb les de Saragossà realitzades a València, segons les quals no s’hauria produït l’eclipsi de l’estrella en el moment establert per Mut.

A partir del 16 de gener el cometa començà “a perdre completament la cua i, a poc a poc, a difuminar-se” i “des del dia 23 els núvols i les pluges van interrompre la visió del cometa quasi fins a febrer.” (p. 9) A partir de llavors Mut va deixar d’observar el cometa, encara que “el Pare Saragossà el va observar directe, des del dia 7 de febrer”.

Després de presentar la seua taula de resultats, Mut discuteix la qüestió de la distància del cometa a la terra i diu que, relegades les idees peripatètiques sobre la regió celeste, convé amb Kepler, Galileu, Cysat i Gassendi (seguint Sèneca) que els cometes són objectes peribles que s’encenen en la part més alta de l’atmosfera o a la regió celeste i es mouen en el pla d’un cercle màxim seguint una línia recta. No obstant això, considera que “a aquesta sentència em sembla que s’ha d’afegir-hi alguna cosa”. Diu

⁸⁷ *Ibid.*, fols 76r y ss.

⁸⁸ Riccioli (1651), Vol. II, p. 128. Diego Rodríguez, *Discurso etheorológico del Nuevo Cometa*, Mèxic, 1652, ja va suggerir una hipòtesi semblant, com ho comenta Rosselló (2000).

que si el moviment entre la Balança i Àries hagués sigut estrictament rectilini, hauria estat massa pròxim a la terra, amb una desmesurada paral·laxi, que de fet no va ser tan enorme. Per això postula una desviació de la línia recta en la trajectòria, com si es moguéssim com un foc artificial que, acabat l'ascens, cau en forma d'arc; o com un projectil que, en debilitar-se el moviment rectilini, segueix una línia parabòlica. I sobre açò últim, remet a allò que s'ha exposat en la seva *Arquitectura militar* sobre el moviment de projectils.

Mut es va sumar així a les propostes d'astrònoms, com Hevelius o Borelli, que van postular una trajectòria parabòlica, totalment o en part, si bé Mut ho va fer des d'una perspectiva geocèntrica. Encara que aquestes idees es van exposar en termes qualitatius i sense precisar ni calcular els elements de la trajectòria, no per això no tenen interès, abans que el moviment dels cometes se sotmetés al rigor de la mecànica newtoniana.

Tot seguit, Mut exposa amb detall el problema de la distància del cometa a la Terra i mostra amb les seues observacions i les de Saragossà, que sempre va estar per damunt de la Lluna. Així, en comparar observacions realitzades simultàniament a València i Mallorca el dia 18 de desembre, comprova que els resultats quant a la posició del cometa (ascensió recta i declinació) van ser pràcticament idèntics, amb diferències de 4', quant a l'ascensió recta i de 3' en la declinació. D'això es dedueix clarament que la paral·laxi no podia excedir a la de la Lluna.

Segons Mut, quan el cometa estava cap a la meitat del seu recorregut aparent es va apreciar una paral·laxi, si bé també inferior a la de la Lluna. Mut exposa una sèrie de càlculs usant el triangle paral·làctic per a avaluar aquesta paral·laxi i conclou que la paral·laxi d'altura va ser de 0;25,30° i l'horitzontal de 0;27,5°, la qual cosa implica una distància a la Terra de 127 semidiàmetres. Mut reconeix les incerteses d'aquest tipus de càlcul, si bé, no obstant això, la hipòtesi que sempre va ser supralunar sembla ben confirmada.

També el segon cometa va ser sempre supralunar, encara que “per a inferir el moviment propi rectilini... no compten amb observacions suficients”.

L'obra acaba amb uns versos de Caramuel, que implícitament són una crítica als pronòstics astrològics catastrofistes basats en els cometes. De fet, Mut era poc entusiasta de l'astrologia i ja s'havia manifestat contrari en altres obres.⁸⁹

Conclusió

Vicenç Mut fou el millor observador de l'Espanya del segle XVII. Va col·laborar estretament amb Riccioli en el projecte d'aquest de renovar l'astronomia sobre una ferma base empírica i amb nous mètodes, tècniques i instruments. Va fer nombroses observacions d'eclipsis, planetes i estrelles, amb algunes contribucions destacades, com ara les relatives al diàmetre de Júpiter, o les distàncies entre les Plèiades. Fou el primer espanyol conegut en incorporar el micròmetre. També va col·laborar en la re-

⁸⁹ En *El príncipe en la guerra y en la paz*, p. 198, Mut (1640) diu: “Los pronósticos son muy dañosos a la República, porque se les da sobrado crédito; y es de modo que si el astrólogo acierta una vez (que habrá sido acaso) no se acuerda de las infinitas que yerra”.

visió o determinació de les longituds geogràfiques per a elaborar un modern *Atles* del mon. Mut va defugir, en general, discutir qüestions de cosmologia. Malgrat tot, cap sospitar que les seves idees en aquestes qüestions eren similars a les de Riccioli. Mut no compartia la física celest de Kepler. Va acceptar com Riccioli les el·lipses keplerianes i que el moviment havia que referir-ho al Sol verdader i no al Sol mitjà. Deia, però, que les teories planetàries eren construccions imaginàries dels astrònoms i afegia que les planetes no fan geometria. Això suggereix que compartia les idees de Riccioli sobre que l'astronomia s'hauria de limitar a "salvar les aparences" amb models geomètrics.

Per a Riccioli, i segurament per a Mut, els moviments planetaris veritaders estarien mes enllà de la capacitat humana de copsar-los. Es va resistir a eixamplar l'univers més que el seu amic Riccioli, potser per una fidelitat a la seva antiga pretensió de "restituir" el Sol Alfonsí, o potser perquè el context espanyol era, inclús, més restrictiu que l'italià. En la qüestió dels cometes es va inclinar per l'opinió cada dia més generalitzada dels astrònoms que eren cossos celest, tot i afirmant que sols els aristotèlics creien en la impenetrabilitat dels cels.

Amb la seva obra i la seva influència en Josep de Saragossà, Vicenç Mut va contribuir de forma notable a la renovació científica mallorquina i espanyola.

OBRES ASTRONÒMIQUES DE VICENÇ MUT.
TRADUCCIÓ CATALANA.

EPÍSTOLA SOBRE EL SOL ALFONSÍ RESTITUÏT, AIXÍ COM SOBRE EL DIÀMETRE I PARAL·LAXIS DE LES LLUMINÀRIES I EL SEMIDIÀMETRE DE L'OMBRA DE LA TERRA.

Aprovació

Segons l'encàrrec de l'administrador il·lustríssim del Rei, Senyor D. Joseph de Sánchez i Villanova i del vicari general Il·lustríssim i Reverendíssim Senyor D. Fr. Tomás de Rocamora, bisbe major, vaig veure esta carta sobre el Sol alfonsí restituït, que va escriure D. Vicenç Mut, instructor de la milícia a Mallorca, a l'excel·lentíssim Senyor Conestable de Castella i Lleó i en ella no vaig trobar res que s'oposi a la fidelitat a l'ortodòxia amb el Sol ni a la probitat dels costums. Sinó més aïna moltes coses que fan més clar per a nosaltres el Sol rei. I aquest nou Prometeu, pare d'aquests fruits des del Caucas baleàric, havent investigat amb hàbil diligència i infatigable esforç el curs dels astres, va aplicar una nova llum i no va robar els celests focs d'aquell, sinó que va tornar els esplendors primitius de la llum robada: i la llum al Sol, que va afegir saviesa al savi Alfonso; de manera que ja, segons Mut, parlen les mudes estrelles i per la llum rebuda reclamen la llum de la publicació. A Mallorca, dia 10 de febrer de 1649.

D. Dídac Desclapers i Montornés
Imprimeixi's
Canonge Sánchez, vicari general

A L'EXCEL·LENTÍSSIM SENYOR D. BERNARDINO FERNÁNDEZ DE VELASCO I TOVAR, Conestable de Castella i Lleó, general, marquès, comte, cubiculari, coper major, falconer major del rei Felip nostre Senyor, senyor de 1400 ciutats, capità general, etc.

A tu, excel·lentíssim príncep, dedico el curs del Sol: perquè, per a qui resplendeix el Sol al cel sideral brillantíssim d'Hispania, més que per a tu, astre de primera magnitud?

És honor de la servitud i no del meu arbitri que jo escrigui sota el teu comandament i precisament aquest treball en defensa de les *Taules alfonsines*, les quals, mentre no es van mostrar els defectes a elles atribuïts, van vèncer la confiança de la posteritat disposada a admirar.

Però, o bé per la nostra negligència, o per la dels estrangers, la verdadera opinió

del rei Alfons s'ha esborrat i d'esta manera el càlcul no respon a les observacions. En canvi ara el Sol Alfonsí, que va ser una glòria d'Hispania, es restitueix a la seva llum primitiva; i protegeix-lo tu, que vas acostumar a defensar la glòria hispana per al nostre testimoni públic i dels enemics; perquè els teus fets estan per damunt de l'enveja i tots observen el que jo exposo, no mogut pels beneficis, sinó manifestant una confiança indestructible.

Itàlia, Aragó, ambdues Castelles i tot l'orbe, després de passar com lliscant tots aquests laboriosos anys, van lloar la santedat de la teua fama i en la pau i en la guerra davall la teua mà rectora protegeixen de les armes enemigues als temerosos que defalleixen o sucumbeixen. Aquí no queda presentar triomfs de ta casa, perquè per la collita de la teua pròpia virtut no deus tot als teus pares, sinó que afegeixes més grandeses a la glòria hereditària dels teus majors. Per tant, de tu depèn lluitar pels signes regis; així, doncs, de tu dependrà defensar aquests monuments del Rei Alfons; i el Sol, la teoria del qual investiguem, amb el seu curs anunciarà la teua fama; amb la seva llum, difondrà la teua pel globus Terraquí, llevat que casualment el propi Sol es dediqui a il·luminar tot l'orbe des de la llum del teu nom.

El Sol alfonsí, en la figura I es mou en l'orbe excèntric GFH, movent-se en dies successius des de B, equinocci mitjà primaverl, 0;59,8,19,37,19,13,56° (després dels minuts van els segons, després els tercers, etc., que ací no es representen a causa de la deficient tipografia, i recorda't en tota esta carta d' aço mateix). L'excentricitat AC al centre de la Terra C és de 3780 parts, de les quals el radi AB té 100000, l'apogeu G es mou, en conseqüència, cada any 1;1 minut. Les èpoques o arrels de Crist Senyor són aquestes, a Toledo, la longitud exacta de la qual, establida amb moltes observacions, és de 17;40°.

Època Moviment Mitjà del Sol 4s 39;12,25°

Moviment de l'apogeu del Sol 1s 8;20,30°

El càlcul, per tant, s'estableix així. Pren davall l'època donada de Crist el moviment mitjà del Sol per les *Taules alfonsines*. Però, per al moviment de l'apogeu no necessites les taules perquè el seu moviment anual és d'1;1 minuts, per la qual cosa pren els anys complets com si fossin minuts, que redueixes a fraccions astronòmiques dividint per 60. De nou pren aquests mateixos anys com segons i a aquestes i aquelles fraccions reduïdes afegeix l'època de l'apogeu; i es tindrà el moviment de l'apogeu cercat, obtingut amb aquest facilíssim mètode com es demostrarà amb l'exemple; després, lleva el moviment de l'apogeu del moviment mitjà del Sol i resultarà l'anomalia del Sol; amb aquesta, mitjançant la taula alfonsí de les equacions del Sol, o el càlcul trigonomètric amb les hipòtesis donades, obtinc l'equació o prostafèresi, la qual afegeixo o llevo (segons la indicació de la taula) al moviment mitjà, i es dedueix la posició del Sol des de l'equinocci verdader.

Sigui l'exemple: Tycho, com veurem baix, en el número 33, l'any 1586, el dia 11 de març, va observar, al migdia, el Sol en 0;43,25° graus d'Àries.⁹⁰ En el temps donat segons la dita època i les *Taules alfonsines* el moviment mitjà del Sol és 5s 58;36,53⁹¹;

⁹⁰ Longomontanus (1622), a la part segona (pars altera) dedicada a la teoria dels planetes, Llibre 1, cap.2, p.43, inclou una taula d'observacions de Tycho Brahe, entre elles la que cita Mut.

⁹¹ Els signes a les *Taules Alfonsines* son de 60°.

per al moviment de l'apogeu prenc 1585 anys complets, que presos com a minuts i dividint per 60, donen 26;25° que afegeixo a l'època de l'apogeu 1s 8;2.30°. Ara aquests 1585 anys complets presos com segons, donaran també 26;25 però minuts i, ja que el moviment anual és de 1;1 minuts, és a dir 61 segons, fins al dia 10 de març tenim 11 segons, que afegits a l'època, resultarà per al moviment de l'apogeu 1s 34;54,6°. Afegeixo açò al moviment mitjà del Sol i obtinc l'anomalia 4s 23;42,47° que dona una prostaferesi que ha de ser afegida de 2;9,43°. Per tant el Sol estaria en 0;46.36° a Toledo; però deduït el moviment degut a l'1;16 hores de diferència dels meridians, tindrà el Sol en Uraniborg a 0;43.32° d'Àries, com Tycho va observar.

Prolegòmens a la teoria del Sol alfonsí

(3) La teoria del Sol s'estableix mitjançant observacions: el propi cel s'ha de mesurar des del cel. Les observacions aparents es corregeixen per la paral·laxi, perquè siguin verdaderes. Però la diversitat de les aparences no es pot captar amb els instruments si al Sol l'oculten les refraccions abans que es puguin observar les paral·laxis, que es troben mitjançant la doctrina dels eclipsis, com fan tots els astrònoms; per açò, (cal conèixer):

El Semidiàmetre del Sol en l'apogeu es 0;15, 39°.

El Semidiàmetre de la Lluna en l'Apogeu es 0;14, 50°. El de l'ombra en l'apogeu: 0;44, 22°. La distància de la Lluna a la Terra: 62 semidiàmetres (de la Terra).

(4) Per a establir aquests semidiàmetres he omès la hidrologia dels antics, i la *scaphia*, com a mesures incertes sotmeses a molts enganys. Després vaig provar la dioptra, el radi astronòmic i instruments tychònics i vaig experimentar la pèrdua de la fe en les seues observacions, que si fallen en un minut, destrueixen tot l'assumpte; perquè aquells instruments no aconsegueixen una precisió tan exacta de cap manera, a causa que l'angle en què es troben els radis en el punt de la visió és molt agut, la qual cosa, sumat a la dilatació del forat de la pupil·la, impedeixen la precisió; com succeeix amb la Lluna, segons Kepler en l'*Astronomia pars Optica* foli 218, observada moltes vegades per sis astrònoms el dia 22 de febrer de 1591, vista amb 31 minuts (de semidiàmetre) o amb 33, 35 i 36.⁹²

(5) I no s'ha de confiar en el diàmetre percebut pels telescopis comparant-lo amb la distància entre dues estrelles, particularment les Plèiades, ja que sobre la posició d'aquestes pesa una incertesa de minuts; perquè la distància entre elles es va estimar o bé per instruments, i a causa de la menudesa de l'angle, com vam dir, tornem a dubtar; o mitjançant la distància d'altres (estrelles), i no confiem tampoc en aquest procedir, quan veiem que en Tycho hi ha una incertesa sobre la posició d'algunes distàncies de les estrelles de fins a 6 minuts, com succeeix amb la boca de Pegàs (Enif, ξ Pegasi), les balances de Libra (Zubenelgenubi, α Librae i Zubeneshamali, β Librae) i moltes

⁹² Kepler (1604), al capítol 5, p.211 i ss. tracta de "Quae ex visione modo in Astronomia redundant, seu de vitiata visione" i discuteix els problemes apuntats ací per Mut. El problema de "la excentricitat de l'ull", o la situació del vèrtex on s'ajunten els raigs visuals ja va ser reconegut per Arquímedes en intentar mesurar el semidiàmetre del Sol amb una dioptra. Levi ben Gerson, probablement l'inventor de la ballestilla o "cros staff" va donar-ne una solució satisfactòria. Kepler cita a Levi a través de F. Commandino. Vegeu Roche (1981). Sobre Levi ben Gerson, vegeu també Goldstein (1985).

altres, que figuren en el catàleg de Kepler amb dades diferents de les del tychònic; de la qual cosa es lamenten Chiaramonte i Gassendi.⁹³ Dificilment, a més, es perceben amb els instruments estrelles tan petites situades en els confins de la llum concentrada de les que estan pròximes. Qualsevol estrella occidental de les Plèiades, per a aquesta observació dels semidiàmetres, en el catàleg de Tycho, està a 23;13° de Taure, però en M. SC. de Kepler a 23;50°.⁹⁴ Lansbergen la va observar a 23;26°.⁹⁵ Però, encara que no estigués tan dislocat el límit de les Plèiades, l'observació requerida per a la comparació amb el Sol o la Lluna exigeix de nou prendre precaucions que la fan incerta; màximament quan la llum dels astres lluminosos⁹⁶ és major que la de les altres estrelles i l'ull, mirant pel telescopi una mateixa separació, capta més de l'objecte la llum del qual és més feble, com experimentem diàriament a la Lluna o a les torres, examinades amb el telescopi, primer de dia i després de nit, provenint aquesta desigualtat de l'ull, no d'un defecte de les lents o els vidres.

(6) La percepció del diàmetre del Sol a través de l'ombra d'un cilindre és molt enganyosa; perquè el terme de l'ombra apareix crepuscular i feble de fosc. Però si l'ombra (en una sentència més raonable) tingués un poc de llum, podria definir-se menys. A més, la major o menor llum corromp notablement l'observació; perquè si prop de l'ombra del cilindre o de l'estil poses la mà enfront del Sol per qualsevol part, veuràs que s'atenua l'ombra amb un increment de la llum o amb la seua reflexió. A més, es percep amb més claredat la llum de la imatge que l'ombra; com d'altra banda la llum rebuda a través d'un forat no es pot discernir en les vores amb precisió i el límit de l'ombra escapa molt certament al sentit de la vista.

(7) A més, el diàmetre de la Lluna obtingut comparativament dels eclipsis és enganyós; per un costat perquè se suposen moltes coses que estan en litigi; i per un altre perquè els temps de les fases es jutgen diversament, no sols per distints ulls sinó també recorrent a telescopis distints: emprant un telescopi més llarg i més potent la durada de l'eclipsi (és) més breu; però amb un menys potent i més curt, resulta més llarga; sobre aquestes coses, baix en els números 26 i 27.

(8) El pas del diàmetre o espècie del Sol a través d'un petit forat, que els més moderns aconsellen, s'ha de rebutjar; perquè mostra un diàmetre del Sol de al menys 46 minuts. Com Scheiner va veure que a través d'un forat major s'obtenia un diàmetre de 30 minuts, seguint Kepler, i a través d'un forat més petit s'observava major, va con-

⁹³ Vegeu les *Observacions* de Mut, sobre les Plèiades. Scipione Chiaramonti (1565-1652) fou professor de filosofia a Pisa i va viure la major part de la seva vida a Cesena, ciutat sota el poder de l'església catòlica. Va escriure diversos treballs d'astronomia defensant la cosmologia aristotèlica i atacant Tycho Brahe i els copernicans. Vegeu BEA, vol. I, pp. 228-229.

⁹⁴ Es just al contrari: al catàleg de Tycho figura a 23°50' de Taure i en el de Kepler a les *Taules Rudolphines* a 23°13'. El catàleg de Tycho Brahe figura a *l'Astronomiae Instauratae Progymnasmata*, p. 256 i ss. Fou publicat també per Longomontanus (1622). El catàleg complet preparat per Tycho Brahe no fou publicat en vida d'aquest. Es pot veure al vol. VII de *l'Opera Omnia* de Tycho publicada per Dreyer, pp. 331 i ss. Sobre el catàleg de Tycho Brahe vegeu Thoren (1990), pp. 288-289 i 294-300.

⁹⁵ Lansbergen (1632) va incloure el catàleg de Tycho Brahe. Ignoro d'on va treure Mut aquesta informació, puix que no figura a les observacions de Lansbergen d'estrelles fixes incloses en aquesta obra. Sobre les observacions de Mut de les Plèiades, vegeu més endavant i l'introducció.

⁹⁶ És a dir, el Sol i la Lluna

cloure que la imatge Solar presa a través d'un forat major semblava menor perquè com ingressava més llum, els raigs marginals febles es mesclaven impedingint percebre la llum del mig; per la qual cosa es veu una part menor: de manera que el Sol a través d'un forat petit resplendeix amb una llum tènue i per això les llums de l'extrem del limbe no afecten la visió.⁹⁷

(9) Però amb el permís de tan gran baró argumento, dirigint-me a ell: per a tu el con dels raigs solars és més clar per la meitat i més feble als extrems, més o menys com de la mateixa manera que per la meitat és més o menys més intens: per tant, si a través d'un forat major avança un raig més brillant, la llum marginal irradiarà amb més nitidesa; així com a través d'un forat petit als extrems de l'espècie del Sol arriba una llum més tèrbola perquè en la meitat (és) feble, per tant sent les restants coses iguals, la magnitud hauria de resultar igual. S'ha de dir, per tant, que Scheiner a través d'un forat petit havia percebut un diàmetre verdaderament major, estenent el compàs cap a la part extrema del que considerava il·luminació; però en realitat el que examinava era l'atmosfera il·luminada, no els mateixos raigs del con; perquè l'atmosfera que el rodejava (estava) il·luminada per la llum que venia del Sol, i estenent-se per ella il·luminava la pantalla; a més, el peu del compàs projectava la seua ombra, de manera que amb dificultat es distingia del radi marginal molt atenuat i feble, confonent-se el confí de la llum i l'ombra; per això es rep una imatge major. Es confirma evidentment per la brillantor del disc del Sol; perquè en ser rebut a través del petit forat, prop dels marges apareix deforme, desigual i esgarrat. És per tant l'atmosfera, no la llum del Sol; ja que aquesta, igualment nítida i contínua, encara que feble, s'emmetria; sent els punts marginals del Sol de la mateixa potència, com observem amb el telescopi i igualment lúcids irradien igual. Per la qual cosa la discontinuïtat entre la claredat i la deformitat estan a l'atmosfera no en l'espècie verdadera del Sol; i conseqüentment la il·luminació marginal no és llum sinó resplendor provinent dels raigs.

(10) Rebutjades, per tant, aquestes coses, vaig triar aquest camí per a obtenir el verdader diàmetre del Sol. S'acomoda el telescopi a l'artifici amb què s'observen les taques Solars (de tot això et suposo òptima i necessàriament instruït, o consulta al gran Scheiner en la *Rosa Ursina*, i sigui ara la figura 4 toscament realitzada i la pantalla

⁹⁷ Christoph Scheiner, científic jesuïta, fou professor de matemàtiques a Ingolstadt i altres llocs. Fou dels primers en observar les taques solars i va mantenir una famosa polèmica amb Galileu sobre la seva naturalesa. Després va escriure una obra monumental, la *Rosa Ursina* (1630), on va reunir tots els seus treballs sobre el tema. Vegeu Schreiber (1898) i Daxecker (2004). Scheiner va obtenir valors pel diàmetre del Sol de 36' fins a 56'. Segons sembla per utilitzar obertures molt petites de la cambra fosca i ignorar la difracció, com Grimaldi, el col·laborador de Riccioli i descobridor de la difracció, posaria en relleu. Com ja Kepler havia explicat, el procediment correcte era restar al diàmetre del Sol el diàmetre de l'obertura. D'aquesta manera Kepler va aclarir perquè el diàmetre de la Lluna, a la imatge recollida per la cambra fosca, apareixia més petit en un eclipsi de Sol que en altres circumstàncies en les quals la Lluna estava a la mateixa distància. Vegeu Wilson, p. 105 sobre el diàmetre aparent del Sol i sobre Kepler i la qüestió de les imatges a la cambra fosca, vegeu Straker (1981). Vegeu en Riccioli (1665), Llibre I, p. 39-40 una discussió de les observacions de Scheiner i els seus col·laboradors. Ací Riccioli explica que la causa de la llum "impura" o imprecisa, com diu el mateix Scheiner, a la perifèria de la imatge és perquè, a més de les tres maneres conegudes de propagació de la llum (directa, per reflexió i per refracció) n'hi ha una quarta que és per difracció, descoberta per Grimaldi. La difusió del descobriment de Grimaldi és posterior a la redacció d'aquesta obra de Mut.

BDFE en la qual la línia GC fa de cercle vertical (el meridià) i formant amb ella angle recte es traça LI que representarà l'almucantarat.⁹⁸ Es col·loqui el dispositiu enfront del Sol a la mateixa hora del migdia i en un lloc fosc. Llavors mitjançant el fil del pèndol HC sabràs si GC està perpendicular a la vertical i si no és així, mou la pantalla fins a aconseguir-ho. Per l'almucantara sabràs si el Sol està en el Sud, si la imatge brillant del mateix no se situa obliquament en la línia LI. Així, doncs, en dies successius disposa l'instrument de la forma predita; amb totes les coses immòbils, estant el Sol prop de l'apogeu, percep l'amplitud de la imatge del Sol en un paper llis que dividiràs separatament en parts iguals a voluntat. Després, el dia que vulguis, examina en la vertical GC el trànsit del limbe més alt o més baix del Sol i fes el mateix en els següents dies; així veuràs quant ascendeix el Sol diàriament al cercle meridià, per les parts en què tens dividida l'amplitud o el diàmetre de la imatge del Sol. Com es coneix la diferència de declinació d'un dia a un altre, faci's així, com les parts de la pantalla en l'ascens o descens del diàmetre de la imatge brillant, així els minuts de la diferència de la declinació als minuts del cercle meridià que ocupa el Sol en tot el seu diàmetre. Si ahir el limbe inferior va passar per C en la vertical GC, avui passarà per V i faci's, com les parts de CV a tot el diàmetre CE, així els minuts de la diferència de les declinacions del Sol PM als minuts NP del meridià del cercle que ocupa el Sol amb tot el seu diàmetre: existint relació de semblança entre la quantitat representada i la quantitat representant.

(11) Però diràs que si bé el radi MV és perpendicular a la pantalla el primer dia, realment els dies següents incideix obliquament; la qual cosa reconec i contesto de dues maneres: en primer lloc, aquesta variació no tindrà cap incidència en segons, si el càlcul de la proporció no es fa quan el Sol ascendeix més enllà del semidiàmetre, perquè llavors (el triangle) serà quasi isòsceles (perquè treballem en una percepció del Sol a través d'un forat petit).

(12) Responc, en segon lloc, que nosaltres hem d'observar quants dies passen mentre la imatge del Sol ascendeix o descendeix tot el seu diàmetre CE i així CRE serà isòsceles; la qual cosa és el mateix que si mentre el Sol recorre tota la imatge del seu diàmetre calculeu els minuts de temps que han passat, que en la nostra praxi són substituïts per minuts del cercle meridià o de declinació; d'una manera o altra es comprova i es dedueix amb exactitud el diàmetre observat del Sol.

(13) Sobre aquest procediment convé advertir algunes coses. 1. Que el telescopi sigui òptim, amb bones lents i material de canya i que tot l'artifici sigui metàl·lic o almenys molt sòlid, inflexible i immune a les inclemències del temps; perquè la mínima alteració de l'instrument destrueix l'intent. 2. Que la pantalla estigui a una distància tal que projecti el cercle del món molt nítidament en el limbe. 3. Que els anells de les lents es col·loquin exactament redons, de manera que l'espècie del Sol enviada a través de la lent convexa no sigui major que l'altra projectada per la còncava. 4. S'ha de fixar la màquina al sòl; no als paviments, que amb el seu soroll o els canvis de l'atmosfera,

⁹⁸ Mut es va basar en el dispositiu emprat per Scheiner per observar les taques solars descrit a la seva *Rosa Ursina* (1630). Al llibre II, p. 67 i ss. Scheiner tracta de les dificultats de l'observació del Sol i a la p. 70 i ss. de la invenció de l'heliocopi. Vegeu la introducció sobre el procediment de Mut.

podrien vacil·lar o moure's. 5. Facin-se les observacions en un cel serè; perquè ben sovint vaig observar que amb els núvols inferiors o superiors es trenca un poc l'espècie que passa pel telescopi.

(14) Amb aquest instrument es troba que el diàmetre aparent del Sol en l'apogeu és de $0;31,18^\circ$. I de les múltiples observacions (que he realitzat) exposaré només les següents: Vaig ajustar, com he dit, l'instrument i vaig obtenir la imatge del Sol transmesa pel telescopi, que vaig dividir en 4000 parts iguals. Així, doncs, l'any 1648, el dia 11 de juny vaig observar el trànsit del Sol pel meridià en el diàmetre del cercle d'observació i vaig anotar aquest mateix trànsit el dia 20. Entre aquests dies, 11 i 20, el Sol va ascendir en el meridià 2395 parts de diàmetre, de les quals el diàmetre de l'espècie del Sol (eren) 4000. La diferència en la declinació del Sol entre els dits dies va ser de $0;28,46^\circ$. Pel que com 2395 parts és a $0;18,46^\circ$ així tot el diàmetre 4000 és a $0;31,21^\circ$ del diàmetre aparent del Sol. Entre els dies 21 i 30 d'aquest mateix mes de juny el Sol va descendir 2338 parts i la diferència de les declinacions va ser de $0;18,18^\circ$, per tant el diàmetre del Sol resulta de $0;31,18^\circ$. En el següent mes de juliol, entre els dies 3 i 7 va descendir 3004 parts i la diferència de les declinacions era de $0;23,29^\circ$, per tant el diàmetre del Sol resulta de $0;31,16^\circ$. Entre els dies 16 i 17 va descendir 2786 parts, sent la diferència de les declinacions de $0;21,50^\circ$, per tant el diàmetre del Sol resulta de $0;31,21^\circ$. Amb aquestes i altres (observacions realitzades), (que a causa de la brevetat omet) en l'un i l'altre any, vaig deduir que el diàmetre aparent del Sol en l'apogeu era de $0;31,18^\circ$.

(15) El diàmetre de la Lluna apogea s'estima fàcilment, si s'obté la seua imatge a través del telescopi, i se la compara amb la Solar. Però el telescopi ha de ser excel·lent i l'espècie de la Lluna s'ha de rebre en la pantalla en un lloc molt fosc. Així, i després de múltiples observacions, vaig trobar que la Lluna apogea en el pleniluni havia presentat una imatge a través del telescopi que ocupava 3791 parts, de les quals la imatge del Sol apogeu ocupava 4000. Per tant el diàmetre de la Lluna apogea en el pleniluni és de $0;29,40^\circ$; perquè com 4000 a $0;31,18^\circ$, així 3791 a $0;29,40^\circ$.

(16) La Lluna apogea en el pleniluni dista de nosaltres 62 semidiàmetres de la Terra. Tycho Brahe posa 58;8 semidiàmetres. Aquesta distància no sols no és conforme amb les hipòtesis i observacions del mateix Tycho sinó que per les mateixes (observacions) es demostra que ha de ser 62 semidiàmetres. Sigui a la figura 2 A la Terra, B el Sol en l'apogeu i l'ombra de la Terra quan passa la Lluna pel seu apogeu FH. La distància de la Lluna a la Terra AF. El semidiàmetre aparent del Sol seria l'angle BCD. Igualment i si es considerés des d'A, a causa d'una distància tan gran, l'angle ABC és la paral·laxi horitzontal del Sol. AGB⁹⁹ l'angle de la meitat del con de l'ombra, que és igual a EHC. Ara segons Tycho el semidiàmetre del Sol apogeu és de $0;15,0^\circ$. La paral·laxi horitzontal de $0;2,54^\circ$ i el semidiàmetre de l'ombra apogea de $0;43,0^\circ$. Pel que, lleva l'angle de la paral·laxi ABC $0;2,54^\circ$ de l'angle del semidiàmetre aparent del Sol BCD $0;15,0^\circ$, i per la (proposició) 32 del primer llibre d'Euclides, l'angle AGC de la meitat del con

⁹⁹ Hauria de dir AGC o BGD.

¹⁰⁰ La proposició 32 del primer llibre dels *Elements* d'Euclides diu que en tot triangle, si es perllonga un dels costats, l'angle extern és igual als dos angles interns i oposats, i els tres angles interns del triangle són iguals a dos angles rectes.

de l'ombra de la Terra és de $0;12,6^\circ$, que és igual a EHC.¹⁰⁰ Afegeix a aquest l'angle AHE que és igual al semidiàmetre aparent de l'ombra FAH de $0;43,0^\circ$ i l'angle AHC tindrà $0;55,6^\circ$. Així, doncs, del triangle obliquangle AHC coneixem tots els angles, a saber, el trobat AHC i HAC, complement de l'angle FAH semidiàmetre de l'ombra, de $89;17^\circ$. Per tant el complement al semicercle seria ACH de $89;47,54$ graus amb el costat AC igual a un semidiàmetre de la Terra. Pel que la hipotenusa HE serà de 62 semidiàmetres, la qual és igual FA.

(17) Doncs queda demostrat, segons les observacions i hipòtesi de Tycho, que la Lluna apogea i plena no dista 58 semidiàmetres, sinó almenys 62. Afegiràs a aquesta evidència que de cap manera s'ha de confiar en les paral·laxis lunars de Tycho, de les que només ofereix un fonament en els seu *Astronomiae Instauratae Progymnasmata* volum 1. En efecte, indica que el 15 de març de l'any 1597 a les $5;36^h$, a l'antiga manera¹⁰¹, va observar una altura de la Lluna apogea de $62;24^\circ$.¹⁰² El Sol, segons el mateix Tycho, estava a $5;7, 26^\circ$ d'Àries. La Lluna a $2;5^\circ$ de Càncer amb una latitud boreal de $5;14,50^\circ$; de tot això dedueix que la paral·laxi d'altura era de $0;26,50^\circ$. No obstant això, en primer lloc, aquesta observació va ser feta estant la Lluna quasi en quadratura amb el Sol i realment els valors de la latitud en les quadratures són molt dubtosos; si donem crèdit a Kepler o a Lansbergen, la latitud seria menor i la distància de la Lluna a la Terra resultaria major. En segon lloc, la Lluna boreal estava en el tròpic de Càncer i a una altura tan gran l'error de segons íntegres del semidiàmetre passa inadvertit a l'horitzó: com aquest procedir hagués sigut impossible a Uraniborg (estant la Lluna) en el tròpic de Capricorn, a causa de la suau elevació del tròpic, sotmesa a la varietat de les refraccions, és evident que només nosaltres, més al sud, per als qui la refracció no s'estén a l'altura de qualsevol punt del zodíac podem realitzar amb comoditat aquesta observació. En tercer lloc, la Lluna, llavors amb una llum molt xicoteta, no podia ser percebuda per la intrmissió dels raigs (pel telescopi) i per tant per l'altura d'un limbe observat, si les parts superior i inferior no es van poder determinar exactament, ja que la Lluna no havia arribat encara a la quadratura, i estava quasi en la màxima latitud; si amb l'ajuda d'un limbe, afegit o llevat el semidiàmetre, és evident, segons hem vist, que el semidiàmetre de la Lluna apogea en les quadratures, que Tycho estableix en $0;16,16^\circ$, seria fals.

(18) En quart lloc, aquella observació es va extraviar per tot el cel, perquè segons les suposicions de Tycho, la declinació boreal de la Lluna (era) de $28;45^\circ$, l'ascensió recta de $92;21,52^\circ$ i l'ascensió recta del Sol de $4;42^\circ$. Pel que a les $5;36^h$ l'ascensió recta del mig cel era de $88;42^\circ$. I per això la Lluna distava del meridià $3;39,42^\circ$. Amb aquesta distància, aquella declinació i l'altura del Pol de Uraniborg tenim que l'altura verdadera de la Lluna en Uraniborg era $62;42,35^\circ$, de la qual, llevat l'altura observada de $62;24^\circ$, queda una paral·laxi de $0;18,35^\circ$ no de $0;26,50^\circ$ com Tycho dedueix: per

¹⁰¹ Es refereix al calendari previ a la reforma gregoriana.

¹⁰² Vegeu Tycho Brahe, *Astronomiae Instauratae Progymnasmata*, p. 117 i ss. sobre les distàncies de la Lluna a la Terra i la paral·laxi lunar. A la p. 122 es poden veure les dades de l'observació de Tycho Brahe que cita Mut.

això la Lluna apogea estava més alta. I no diguis que l'estimació de l'hora va ser errònia; ja que el mateix Tycho calculà el moviment de l'astre a la mateixa hora 5;36^h, com es comprova amb l'exemple usat per ell mateix; si avancessis aquest temps i col·loquessis la Lluna en el mateix mig cel, la seua verdadera latitud i paral·laxi serien menors i la Lluna estaria més llunyana de la Terra; això establint el càlcul quan la Lluna arriba al meridià més tard de l'hora del càlcul de Tycho. Per tant, de totes maneres l'observació no concorda i la Lluna apogea estaria més alta en el pleniluni que 58 semidiàmetres, com s'ha demostrat segons les hipòtesis de Tycho.

(19) Lansbergen amb Ptolemeu i Albategnius estableix com a distància de la Lluna a la Terra 64;10 semidiàmetres. Copèrnic 65;30, la qual cosa nosaltres, de moment, no rebutgem; perquè si es verifiqués l'opinió d'aquests, més encara es confirmaria la nostra conclusió; perquè com més alta es mogui la Lluna, més certa serà la teoria del Sol alfonsí com es provarà baix en el número 35. A més, aquesta distància es podria reduir a 62, segons les observacions de Copèrnic i de Lansbergen, ja que aquests autors han adoptat una obliquïtat del zodíac menor, aquest últim de 23;30°, aquell de 23;28°.

(20) L'any 1646, el dia 27 de juny a la mitjanit, vaig observar la Lluna plena i apogea en el meridià amb una altura observada de 28;27° graus; estava prop del tròpic de Capricorn, a l'altura de la qual no hi ha cap refracció a Mallorca com hem comprovat ben sovint molt exactament. Estava la Lluna per a les (*Taules*) *Daneses* a 5;21,46° de Capricorn amb una latitud boreal de 2;15,18° graus i una declinació de 21;9,12°. Per a Lansbergen a 5;7,20° amb una latitud de 2;17,0° i una declinació de 21;8,30°. Per a Kepler a 5;21° amb una latitud de 2;15,0° i una declinació de 21;9,30°. Per a Boulliau a 5;12,44° graus, amb una latitud de 2;15,20° i una declinació de 21;9,30°. Resta aquestes declinacions de l'altura de l'equador a Mallorca de 50;25° i tenim l'altura verdadera de la Lluna; si es resta d'aquesta l'altura observada, tindrem, segons les (*Taules*) *Daneses*, una paral·laxi de 0;48,48° i una distància de la Lluna de 62 semidiàmetres. Per a Lansbergen una paral·laxi de 0;49,30° i una distància de 61 semidiàmetres. Per a Kepler, Boulliau i Copèrnic una paral·laxi de 0;48,30°. Per tant, una distància de la Lluna des de la Terra de quasi 62 semidiàmetres. Així, la paral·laxi horitzontal de la Lluna en l'apogeu és de 0;55,27°.

(21) El semidiàmetre de l'ombra apogea és de 0;44,22°, com Kepler va deduir amb moltes observacions, temps fa (com ell mateix diu), versat en la consideració dels eclipsis, amb la qual cosa coincideix Longomontanus. El semidiàmetre de l'ombra perigea és de 0;49,39° (com baix es dedueix en el número 54), amb la qual cosa coincideixen tots els autors mes recents. Ara, si bé és cert que Copèrnic, Lansbergen i altres confirmen la nostra opinió sobre l'ombra perigea, no succeeix així amb l'ombra apogea, que estableixen en 0;39°; ingènuament reconeixen aça; la defectuosa hipòtesi de les variacions de la distància a la Terra els va enganyar; perquè, donada l'ombra perigea per les observacions, coincident amb nosaltres, necessàriament van reduir l'apogea a 0;39° perquè van establir un interval excessiu entre els semidiàmetres de la Terra entre la Lluna apogea i la perigea: no obstant això, la variació d'aquest mateix allunyament de la Terra és molt menor, com es provarà en el número 52. Per tant no els va desviar l'observació, sinó la hipòtesi assumida per a l'ombra verdadera apogea. Com aquestes coses són certament molt evidents, llegeix en el “Thesaurus d'Observacions” de Lans-

bergen prestant atenció a tots els eclipsis observats en l'apogeu, açò és, segona, quarta, 6, 24 i 31 (observació);¹⁰³ veuràs que els dígitos calculats des de la suposada ombra apogea de 39 minuts disten més dels dígitos observats: en altres eclipsis, realment, descendent la Lluna cap al perigeu, s'acosta a la nostra ombra i a les observacions. El mateix responem a Wendelinus, encara que no es va preocupar de l'ombra de la Terra amb la mateixa diligència amb la que es va ocupar d'establir la meitat dels eclipsis d'aquest segle, feliçment.

(22) Per què creuria (atès que és útil per al nostre objectiu) que l'ombra apogea verdadera és realment molt major que la que apareix observada per nosaltres de 0;44,22^o? En primer lloc, perquè la Terra que causa l'ombra és il·luminada pel Sol més enllà de l'hemisferi, com ho demostren Alhazen, Witelo, Nunes i els òptics; doncs el con de l'ombra que eclipsa la Lluna es fa més xicotet; per això el con és major però la foscor sembla menor. En segon lloc, perquè els raigs del Sol, refractats en l'aire tènue que rodeja la Terra, s'interposen en l'ombra de la mateixa Terra, no quant considera Kepler, sinó un poc, com certament suposa Longomontanus en la *Theoricorum*, llibre 1, c. (capítol) 9.¹⁰⁴ Ometo la demostració d'aquest truncament ben coneguda per als moderns i sovint exposada. Aquest argument és tan convincent que per a escapar de la seua conclusió Bettini diu que l'atmosfera refractada no sobrepassa els vèrtexs de les muntanyes;¹⁰⁵ per aquesta raó els raigs no es refracten sinó que les mateixes muntanyes els comprimeixen, i per ells cau en l'absurd: perquè si l'altura de l'atmosfera que produeix la refracció està delimitada per l'altura de les muntanyes, com és que l'aurora precedeix al Sol? Sabem certament que el crepuscle es produeix a l'atmosfera o en aquell aire elevat resultat de la condensació de les exhalacions terrestres, en el qual els raigs solars incidents distribueixen la llum crepuscular. Si li concedeixes amb Kepler a aquesta (llum crepuscular) la claredat anterior de l'aura etèria del Sol, difosa en part, confessaràs, no obstant això, que per aquesta raó l'ombra de la Terra es trenca més i es redueix; perquè aquell èter inflammat que amplia la llum del globus solar, si il·lumina l'aire que rodeja la Terra, aquesta estarà més il·luminada al seu hemisferi, i per això el con de l'ombra estarà més reduït: però els físics-astrònoms destrueixen aquest èter encès unit al Sol prou sòlidament. Quant a la resta, el mateix Kepler concedeix que és necessari afegir una atmosfera a aquella substància brillant prop del Sol, en consideració dels crepuscles i per això concedeix un aire que refracta els raigs.¹⁰⁶ No obstant això, en contra de l'atmosfera de la Terra diràs que aquesta no excedeix les cimes de les muntanyes perquè es donen muntanyes cobertes amb neus perpètues, però

¹⁰³ Es refereix a la part : "Observationum astronomicarum thesaurus" de la part teòrica de les *Taules* de Lansbergen, pp. 37 i ss. Els eclipsis a partir de la p.54.

¹⁰⁴ Vegeu Longomontanus (1622), a la segona part, Llibre 1, cap.9, especialment p. 167.

¹⁰⁵ Bettini (1654), VIII, p.134. Mario Bettini (1582-1657) era jesuïta i professor a Parma. Va escriure també una altra obra dedicada a les disciplines matemàtiques, a més de *Apiaria*, titulada *Aerarium Philosophiae Mathematicae* (Bolonya, 1648). Vegeu Sommervogel (1890-1900), I, 1425-1426.

¹⁰⁶ Vegeu Kepler (1604), p. 288. Tot el capítol IV d'aquesta obra, p. 76 i ss., està dedicat a la refracció, el capítol VI a "les diferents llums dels astres", p. 221 i ss. i el VII a l'ombra de la Terra. Kepler discuteix amb detall la qüestió dels diàmetres aparents del Sol i la Lluna i la dificultat de la seva mesura. Sobre l'òptica de Kepler, vegeu els treballs a Beer and Beer (1975), especialment els de la secció 14.

en el fred no es produeix cap exhalació, perquè aquesta requereix alguna calor: després diràs que en l'Olimp l'aire és molt pur, i que en aquest la respiració es produeix a través d'espoges humides; i per això afirmaràs convençut que les exhalacions terrestres no superen les muntanyes. Però realment és facilíssim respondre a aquestes objeccions, no sols amb l'argument dels crepuscles, sinó també perquè hi ha l'Athos i altres muntanyes més altes que l'Olimp, en les que la vida és alimentada per una exhalació comuna, doncs s'ha de considerar si açò succeeix (si fóra cert) per la qualitat de l'Olimp i de l'aire, dissolt o infectat per la naturalesa del propi terreny: així succeeix a les muntanyes menys elevades d'Amèrica, als transeünts hispans que moren de sobte juntament amb els cavalls; per tant s'ha d'atribuir a la qualitat de l'aire enverinat o infecte.¹⁰⁷ Com d'altra banda oposes que tu l'argument de les neus el talles amb la teua pròpia espasa: perquè si les neus, per tant des dels núvols; si els núvols, per tant en l'èter estès al voltant amb les exhalacions, per les quals per a tu hi ha alguna calor i l'humor no es condensa a la neu a no ser per un suposat vapor vençut pel fred.¹⁰⁸

(24) En tercer lloc, l'ombra de la Terra apareix menor perquè l'ombra i les tenebres tenen un poc de llum, com ho prova aquell gran investigador de la naturalesa, del cel i del Sol, Athanasius Kircher en l'*Ars magna lucis et umbrae*. Per tant l'extremitat de l'ombra diluïda i brillant no és percebuda ni reconeguda com l'ombra.

(25) En quart lloc, perquè la llum del Sol, vibrant amb el seu fulgor a través de tota la regió de l'aire, debilita i disminueix les ombres amb la seua llum secundària. El que provaràs amb la mateixa evidència i amb l'argument del bastó posat davant d'una vela i amb una llum que s'introdueix per ambdues parts. El mateix provaràs amb un cilindre amb el forat de la mateixa amplària que el diàmetre del cilindre; veiem, per tant, que el con de l'ombra es fa menor que el con brillant. En cinquè lloc, perquè com van observar Gassendi i Wendelinus, la Lluna reté el consumit foc del Sol i la llum, quan ja s'eclipsa uns dígits i aquella llum originada des del Sol a l'interior de les tenebres, s'escampa i enriqueix tot el disc.¹⁰⁹ En sisè lloc, perquè l'ombra que dista de la Terra 62 semidiàmetres, allí és necessàriament molt lànguida; com contra un cos opac més pròxim, més fosc és. Per tant, en una distància tan gran seria cap a les extremitats suau, feble i no acabant-se de veure. En setè lloc, està provat, a més, perquè en els mateixos eclipsis la llum de la Lluna a l'inici sotmet la llum de la Terra, i per açò a la figura 2 la Lluna entra en el con AGC abans que la tenuïtat marginal de l'ombra venci la claredat de la Lluna per a veure: No perquè, amb Cleòmedes i altres admeti (jo) la llum pròpia de la Lluna, sinó perquè avançant el limbe lunar cap al con de l'ombra de la Terra, una part ja realment enfosquida encara resulta visible i clara per als nostres ulls; perquè la llum de la part restant brillant es dilata i llisca cap a la fosca. Així, la Lluna prop del pleniluni, encara en la màxima separació de l'eclíptica, ja es veu plena, amb

¹⁰⁷ Sobre l'altura de l'atmosfera i les exhalacions vegeu Riccioli (1651), Volum I, apèndix a la part I, p. 729 i Vol. II, Llibre VIII, cap. XIV, p. 58 i ss. on es pot veure citada una abundant literatura, des dels autors clàssics fins els del segle XVII. L'altura de l'Olimp i del mont Athos fou discutida per molts autors de l'antiguitat. Vegeu també Riccioli (1661), Llibre VI, Cap. XV, sobre l'altura del mont Athos.

¹⁰⁸ Mut argumenta, doncs, que les exhalacions pugen fins a l'èter i que per tant l'atmòsfera que produeix refraccions s'esten més amunt de les muntanyes més altes.

¹⁰⁹ Vegeu Wendelinus (1644), p. 4, on cita a Gassendi.

una llum estenent-se des de la part il·luminada; així mateix, també en els eclipsis la Lluna, que està ja dins del con de l'ombra, apareix encara sencera perquè la restant llum s'estén. En efecte, quan està immersa en les tenebres, enmig de la foscor, encara es distingeix sencera com de coure i amb més raó es veurà el marge de la mateixa Lluna eclipsat, més clar, al límit de la restant llum: màximament sent l'ombra en les extremitats feble i suau; d'ací és que amb els ulls nus i amb el telescopi, en el començament dels eclipsis, per tant de temps, dubtem sobre el començament o el limbe interromput i, després d'uns 3 minuts de temps, de sobte sembla que falta una part molt gran; perquè la llum completa que es difon cap al marge que avança i que lluita amb l'ombra, no cedeix fins a ser sotmesa per una foscor més intensa; i per això, de sobte una part molt gran es veu eclipsada. Per tant, de totes maneres l'ombra de la Terra s'observa menor del que seria realment; i per això la magnitud d'allò que s'ha eclipsat disminueix als nostres ulls.

(26) Es confirma aquesta ombra aparent disminuïda; perquè ben sovint succeeix que en els eclipsis lunars, baix diverses posicions no s'observen els mateixos dígit. Així, en l'eclipsi de juny de l'any 1572 Maestlin va tenir 6 dígit, Gemma Frisius de Lovaina 8 dígit; en l'eclipsi de novembre de 1621, Kepler va observar 4 dígit a Linz però a Bethasio Wendelinus 3 dígit.¹¹⁰ A més, el 24 de març de l'any 1625, Gassendi a París va tenir 1 dígit.¹¹¹ No obstant això, en l'eclipsi de Lluna del 18 d'octubre de l'any 1641, Hevelius a Danzig va veure 7 dígit, mentre que Linnemano de Borússia va veure 6 dígit.¹¹² Si ho atribueixes als instruments d'observació, mira el que succeeix ben sovint en els eclipsis de Lluna, (que són) aquí parcials, i en una altra part (baix aquest mateix Pol) totals. Mira Kepler en l'*Epitome Astronomiae Copernicanae*, Llibre 6. Així, en l'eclipsi del 10 de febrer de l'any 1598, Tycho va veure 11;30 dígit mentre que a Gratz es va eclipsar tota la Lluna. Així mateix, l'eclipsi d'agost de 1616 va ser vist a Linz per Kepler parcial, però a Roma va ser total amb un interval de 0;15^h de temps. A Leodio amb un interval de 0;31^h. Per tant la causa no seria l'error dels instruments sinó la diversa atmosfera de les regions o la variada condensació de l'aire i la refracció, que varien l'ombra de la Terra; no poden augmentar-la a causa dels arguments abans dits, doncs, sempre la disminuiran, més o menys, de manera que la falsa llum, arribada des del Sol per les refraccions i reflexions, irradïi els límits més extrems de l'ombra més forta o més feblement. D'aquí és manifest per què s'estimen més breus les detencions; perquè difereixen els expertíssims observadors en la durada dels eclipsis; perquè la Lluna immersa en completes tenebres, unes vegades apareix enrogida i, altres vegades, en un eclipsi parcial, la part enfosquida no es distingeix de cap manera; perquè varien els colors dels eclipsis.

(27) I, finalment, també es fa evident l'al·lucinació d'alguns autors recents que observen els eclipsis lunars amb els més excel·lents telescopis; sent cert que amb un te-

¹¹⁰ Wendelinus (1644), p. 89, menciona observacions a Bethasio, ciutat del Franc-Comtat, i de Kepler a Linz.

¹¹¹ Gassendi (1658), vol. IV, p. 98.

¹¹² Es tracta d'Albert Linnemann (1603-1653), professor de matemàtiques a la Universitat de Königsberg. Va escriure diverses obres d'astronomia, com ara *De scintillatione Stellarum* (1630). Riccioli (1651) l'inclou al *Chronicon*, p. prior, p. XXIX i cita les seves observacions.

lescopi curt i feble es distingeix prou bé el limbe i les taques de la Lluna; però realment amb un telescopi més llarg i potent, les espècies del limbe i de les taques d'aquella (la Lluna), a causa d'una refracció tan gran a través de lents bones, s'amplien massa i apareixen prou enrarides i, per això, no es veuen amb facilitat i distintament les que s'eclipsen en l'ombra, igual com veiem atenuadíssimes, amb aquest mateix telescopi més potent, les taques i les llums del Sol: la qual cosa hem experimentat molt en els eclipsis lunars, en els que les extremitats de l'ombra terrena es distingeixen de les parts il·luminades a poc a poc amb un telescopi més llarg i més potent, com adverteix Scheiner en *Rosa Ursina*, Llibre 4 c. (capítol) 16.¹¹³ Vaig llegir després a Wendelinus que, com veié amb un telescopi molt potent retardats els inicis dels eclipsis, va percebre els finals més tard. Ja que, en entrar la Lluna en les tenebres, finalment va dubtar si aquest telescopi massa "linxeu"¹¹⁴ ens ha proporcionat més benefici que perjudici. Mira les *Taules atlàntiques* en *Eclipsis* 49 i 50 i notaràs que disminueixen amb el telescopi els inicis en quasi 10 minuts i les durades en 20 minuts.¹¹⁵ Per la qual cosa no s'ha d'usar un telescopi més potent per a les observacions dels eclipsis.

(28) Potser, cal deduir d'aquests principis que aquesta, que alguns anomenen penombra en els eclipsis, seria la mateixa ombra del con diluïda en les extremitats i feble; així, doncs, l'ombra no estén ni reflexa des de si mateixa cap opacitat; perquè l'ombra no és una entitat positiva com la llum, que es difon i estén; per això, la pròpia ombra no irradia cap negror ni d'ella es propaga a la Lluna que s'acosta. Per tant, aquella pal·lidesa de la Lluna a l'inici de l'eclipsi, o la penombra, no és l'ombra que allarga les tenebres (perquè la llum en el profund confí de les tenebres de la Lluna hauria d'aparèixer més clara, segons les demostracions òptiques) sinó que serà la mateixa ombra del con menys intensa, atenuada i diluïda als extrems. Llevat que diguis que aquella penombra és causada per l'atmosfera condensada que rodeja la Terra: en tal circumstància acceptes l'atmosfera i així com s'ha provat dalt, el con de l'ombra serà disminuït també.

(29) D'altra banda, objectaràs que Gassendi i Licetus havien observat que el Sol prop de l'horitzó projectava ombres més amples i prop del meridià més estretes; precisament perquè el Sol (quant) més alt, com que brilla mes allunyat dels vapors, produeix una ombra en el cos opac, que amb una llum secundària i reflexa, es consumeix prop dels extrems; però la llum del Sol ponent quan cau es debilita en els vapors de l'horitzó a causa de les refraccions i no produeix ni una llum secundària ni un reflex; d'ací pressuposaràs que es produeix que l'ombra de la Terra es fa més ampla en els eclipsis a causa de les refraccions de l'atmosfera. Jo vaig tractar d'observar açò ben sovint i vaig trobar que el Sol, o en el meridià o posant-se, sempre ofería una ombra igual des d'un cilindre disposat verticalment; però que el Sol posant-se amb un cilindre enfrontat o paral·lel a l'horitzó, projectava una ombra més ampla i feble als extrems. La causa realment no és la que consideren Gassendi, Liceto i Bettini, sinó aquesta: perquè el Sol ponent és igual en amplària al (Sol en el) meridià, per això el cilindre

¹¹³ Vegeu Scheiner (1630), p. 430 i ss.

¹¹⁴ De Linx, amb vista molt aguda segons la tradició.

¹¹⁵ Wendelinus (1964), pp. 49-50.

perpendicular que rep les línies del con des de tota l'amplària del Sol projecta una ombra igual.¹¹⁶ Però realment prop de l'horitzó el Sol apareix menor en altura que el seu diàmetre perquè seria el·líptic a causa de les refraccions; i no sols apareix, sinó que llavors emet una llum realment menor que quan està alt, com provem amb el telescopi diàriament quan observem les refraccions; per la qual cosa un cilindre enfrontat o paral·lel a l'horitzó, rebent el con des del diàmetre separat i escurçat del Sol, procura una ombra més ampla perquè des del diàmetre lluminós menor es mostra una ombra més gran segons els òptics. D'ací deduiràs l'argument oposat, que res no actua contra la nostra sentència en els eclipsis perquè a la figura 2 el radi del centre del Sol B és perpendicular a la Terra AC, per això, en cap part es refracta; si en canvi et refereixes al límit D, aquest emet els seus raigs oblics i l'obliquïtat en la incidència és causa de refraccions: però realment BD no es contrau, perquè la imatge del Sol prop de l'horitzó es contrau perquè, a través de la refracció, el límit inferior està més alt en irradiar obliquament. Per tant, en els eclipsis l'espècie del límit D per la refracció estaria més alta, romanent AB perpendicular a AC, de manera que per al límit esquerre M valdrà la mateixa demostració; i així, la imatge del Sol en els eclipsis no és menor sinó, segons els teus principis, major i disminuirà l'ombra AGC. Per tant, queda demostrat de moltes formes que el semidiàmetre de l'ombra FH sempre s'observa menor i verdaderament el terme de la mateixa ombra és major encara que aparegui menor en les observacions. Totes aquestes coses vaig jutjar que no havien de ser deixades de banda, perquè si el semidiàmetre de l'ombra és major que l'altra observada de 0;44,22° minuts, concloem a favor del Sol alfonsí com apareixerà baix, en el número 35 que la paral·laxi horitzontal del Sol a l'apogeu és de 0;4,37°.

(30) A la figura 2 siguin les línies com vaig exposar anteriorment en el número 16. Per la qual cosa en el (triangle) rectangle AFH es dona AF, la distància de la Lluna a la Terra de 62 semidiàmetres dels quals AC el semidiàmetre de la Terra és 1, o bé, en minuts AF 3720 dels quals AC té 60 i FAH 0;44,22°. Per tant tindrem FH amb 0;48,0°, que restada d'AC igual a 60, quedarà EC amb 0;12,0°; per tant, en el rectangle CEH donats els costats EC i EH o AF s'obté l'angle EHC igual a 0;11,2°. Aquest angle és igual a l'angle del semicon de l'ombra BGC, que si el restem de l'angle BCD del semidiàmetre del Sol aparent avaluat per nosaltres en 0;15,39° queda l'angle ABC, paral·laxi horitzontal del Sol en l'apogeu de 0;4,37°; en la distància mitjana serà de 0;4,46°, el qual valor per a la paral·laxi es confirmarà baix, en Porismata Número 45.

¹¹⁶ En el seu treball *Epistolae quattuor de apparente magnitudine Solis humilis et sublimis* (1642), en forma de cartes a autors italians i francesos: Gabriel Naudé, Jean Vhapelain, Fortunio Liceti i Ismaël Boulliau, Gassendi va discutir les qüestions relatives a la grandària aparent del Sol i la seva mesura. En una carta a Naudé, de 1636, Gassendi li exposà els resultats d'un experiment en el que la grandària aparent del Sol a diferents altures es comparava amb les ombres que el Sol produïa a cada altura. El resultat va ser que per més que la grandària aparent del Sol és major quan està prop de l'horitzó que al migdia, l'ombra d'un objecte il·luminat pel Sol és més ampla al mati que al migdia. Gassendi ho va tractar d'explicar com efecte de les col·lisions entre els raigs de Sol i els corpuscles dels vapors atmosfèrics. Aquestes col·lisions disminuirien la intensitat dels raigs de Sol quan aquest està prop de l'horitzó. D'això resultarien ombres més amples i una imatge solar més gran (observada amb un dispositiu semblant a una cambra fosca). Però Gassendi no fou molt consistent en l'explicació i va dir que un grau menor de brillantor produïa una dilatació major de la pupila. Vegeu un estudi d'aquesta obra de Gassendi a Joy (1987).

Es prova per les observacions que la teoria del sol alfonsí és més veraç que totes.

Que les *Taules alfonsines* del Sol són sens dubte les més verdaderes es prova fàcilment amb les mateixes observacions de Tycho i les nostres, si les corregeixes amb la verdadera paral·laxi anteriorment trobada. Vaig observar que el Sol recorria un interval des de l'equinocci primaveral fins al de tardor de 186 dies, 23 hores i 54 minuts, i que el mateix Sol havia passat al llarg de tot el signe d'Àries en 30 dies i 14;48^h, i açò, com vaig advertir, amb les altures meridianes corregides per la verdadera paral·laxi: per aquestes es dedueix l'excentricitat i l'apogeu del Sol. A la figura 1, sigui, doncs, l'orbe excèntric GFH, l'apogeu G, l'excentricitat AC, l'equinocci de primavera aparent B i el de tardor F. L'arc BGF, per les observacions es va recórrer en 186 dies i 23;54^h, és a dir, amb un moviment mitjà de 184;18,40°. Per això FI, l'excés respecte del semicercle, és de 4;18,40°, dels quals la meitat igual a 2;9,20° seria l'angle CBA per la de 20 del tercer.¹¹⁷ Així, doncs, al triangle rectangle AEB, com el sinus totus al radi AB de 10000000 (parts), així el (sinus del) angle donat CBA a AE que serà de 376127.¹¹⁸ Per tant, el complement al cercle FHB seria de 175;41,20° del qual la meitat és 87;50,40° i el seu sinus BE, que és la meitat de la corda BF, corda que es divideix en parts iguals per la línia perpendicular a ella AE per la 3^a (proposició) del tercer (llibre dels *Elements*).¹¹⁹ A més, ja que tot el signe d'Àries es completa en 30 dies, 14 hores i 48 minuts, (l'arc) BD, moviment mitjà, serà de 30;10,40°, que correspon a l'angle BAD i la corda BD serà de 5206346, d'on al triangle isòsceles ADB, conegut BAD que té 30;10°, l'angle ABD serà de 74;54,40°, al qual afegeixo l'angle trobat CBA de 2;9,20° i tindrem l'angle CBD de 77;4°. Per tant en el triangle obliquangle CDB es coneixen els angles CBD de 77;4°, BCD amb els 30 graus del moviment aparent en el signe Àries i la corda DB que subtendeix l'arc. Per tant s'obtindrà el costat CB amb 9954156, i restat aquest de BE, queda CE igual a 8767. Per la qual cosa en el triangle rectangle AEC els segments donats AE i CE formen un angle EAC, al qual correspon l'arc MG de 5;53,5°, i si afegeixes el quadrant BM tindràs l'apogeu del Sol G a 5;53,5° de Càncer¹²⁰ i s'obtindrà el segment AC que és l'excentricitat 378122, que dona la màxima prostafèresi del Sol de 2;10° graus, com veus a les *Taules alfonsines*.

(33) La mateixa excentricitat i la mateixa posició de l'apogeu es troben mitjançant totes les observacions de Tycho. El qual, en efecte, l'any 1586, el dia 11 de març, va observar l'altura aparent meridiana del Sol a 34;18,30°; afegeix la paral·laxi verdadera

¹¹⁷ Es refereix a la Proposició 20 del llibre 3 dels *Elements* d'Euclides, segons la qual en un cercle l'angle corresponent al centre és el doble del corresponent a la circumferència quan els angles tenen com a base la mateixa circumferència.

¹¹⁸ El sinus totus és el sinus de 90° que és igual al radi de la circumferència on es mesuren els angles, és a dir, la hipotenusa. En aquest cas és la hipotenusa, que és EB. La relació no s'entén bé. El sinus de CBA és igual a AE/BE i el cosinus de CBA és igual a AB/BE. Sembla que Mut es refereix a la cotangent. En tot cas, l'angle CBA és conegut (és la meitat de l'arc FI) i AB és el radi del cercle, per tant es pot conèixer AE (sent CBA=AE/EB; cos CBA= AB/EB; per aquesta darrera es calcula EB).

¹¹⁹ 3^a Proposició: "Si en un cercle una recta traçada a través del centre el divideix en dues parts iguals, altra recta no (traçada) a través del centre, el talla formant també angles rectes; i si el talla formant angles rectes, el divideix també en dues parts iguals."

¹²⁰ Ja que MB és de 90°, que correspon a tres signes: Àries, Taure i Geminis.

de $0;3,52^\circ$ i seria l'altura verdadera de $34;22,22^\circ$. La refracció era nul·la o molt petita; perquè, com prova Scheiner, no ascendeix tan alt ni una quantitat tan petita va ser observada per Tycho. Així, doncs, lleva l'altura equinoccial de Uraniborg de $34;5^\circ$ i tindrà la declinació boreal de $0;17,22^\circ$, amb la qual cosa el Sol estava a $0;43,25^\circ$ d'Àries; això coincideix amb allò que s'ha trobat en el número 2. Sigui un altre exemple per a l'equinocci de la tardor, d'aquest mateix any, i dia 13 de setembre, en el qual l'altura meridiana del Sol era de $34;7,0^\circ$; afegeix la paral·laxi de $0;3,52^\circ$ i tindrà la verdadera altura a $34;10,52^\circ$; lleva l'altura de l'equador de $34;5^\circ$ i tindrem una declinació boreal de $0;5,52^\circ$, doncs el Sol es va observar a $29;45,25^\circ$ de Virgo. Segons les *Taules alfonsines* el moviment mitjà del Sol és $3s\ 1;56,42^\circ$. L'anomalia $1s\ 1;27,2,5^\circ$ dona una prostafèresi de $2;9,20^\circ$ a sostreure. Per tant el Sol estaria a $26;44,18^\circ$ amb el moviment verdader, però l'aparent amb l'equació dels dies serà $29;44,54^\circ$, d'acord amb el que s'observà. Amb aquesta mateixa precisió es calculen totes les observacions de Tycho citades per Longomontanus en *Theoricorum*, (llibre) 1, cap. 2, de les quals ometo el càlcul per a no allargar-me i perquè els exemples anteriors són prou convincents.¹²¹

(34) L'excentricitat alfonsina o la prostafèresi de l'orbe són majors que les tychòniques i altres més recents. Que realment hagin de ser majors queda clar, segons allò que s'ha dit; perquè la paral·laxi verdadera és major; i així, en les observacions del Sol, causa unes altures (observades) majors, que anticipen els equinoccis de primavera i posposen els de tardor; per la qual cosa prediuen un interval més llarg des de l'equinocci de primavera fins al de tardor i, per això, resulta major la màxima prostafèresi de l'orbe; perquè a la figura 1 quant major és el dit interval corresponent a l'arc BGF, és a dir, quant menor sigui la corda BF, més allunyat estarà C d'A per la (proposició) 15 del (llibre) tercer (dels *Elements* d'Euclides);¹²² és a dir, major seria l'excentricitat AC, resultant una prostafèresi major de l'orbe.

(35) No obstant això, et vull advertir que nosaltres estem tan allunyats d'una paral·laxi menor, que es pot pensar que la verdadera paral·laxi pot ser encara major, tal vegada, que la nostra. Perquè si l'ombra de la Terra és major, com hem suggerit en el número 23, la paral·laxi es faria major, perquè, a la figura 2, com més àmplia sigui l'ombra FH o AE (sense canviar les altres coses), més reduïda seria EC i l'angle EHC o AGC serà més agut. I així es deduiria una paral·laxi major ABC, com demostrem en el número 17.

(36) A més, si la distància de la Lluna a la Terra fos més gran, com volen Ptolemeu, Albategnius i Lansbergen, això conduiria a una paral·laxi molt major, perquè en aquesta mateixa figura 2, com més llarga és la distància AF més àmplia es fa FH i conseqüentment la paral·laxi augmenta més, com es va demostrar. Per tant, encara que els astrònoms més recents estableixen una excentricitat molt petita, la nostra alfonsina dista tant de la màxima que semblaria més aïna un poc diminuta si augmentes les paral·laxis.

¹²¹ Longomontanus (1622), a la part segona, Llibre 1, cap. 2, pp. 43, inclou una taula d'observacions de Tycho Brahe, entre elles les que cita Mut.

¹²² Proposició 15 del llibre III dels *Elements*: "En un cercle el diàmetre es la recta major i de les altres, la més propera al centre és sempre major que la més llunyana"

(37) El Sol alfonsí concorda exactament amb les observacions d'Hiparc, com es calcularà en el número següent. Concorda, a més, amb les observacions de Copèrnic, de Walther, de Johannes Regiomontanus i de tots els més recents amb la mateixa precisió que el Sol tychònic; perquè el nostre Sol alfonsí en l'un i l'altre segle no difereix a penes gens del tychònic, si uses la verdadera paral·laxi. No obstant això, ens allunyem de Ptolemeu, com tots els nous astrònoms, o bé perquè va mantenir la quantitat de l'any d'Hiparc, com s'infereix de la immobilitat de l'apogeu, o bé perquè és impossible conciliar i comparar les observacions d'Hiparc i Ptolemeu. Reconec que Lansbergen havia planejat dominar aquesta Caribdis però va entropessar amb Scylla, és a dir, amb el relliscós terreny de la prostafèresi dels equinoccis; perquè ni s'aconsegueix calcular per a totes les observacions, ni val per a tots el segles, separant-se almenys 25 minuts de les observacions de Regiomontanus i Walther. Però prefereixo allunyar-me de Ptolemeu, més que no de Walther.¹²³ Per açò establim l'excentricitat com immòbil d'acord amb el Rei Alfons, perquè fos el que fos allò que pensaren Copèrnic i Lansbergen sobre la seua inconstància, fins ara no es pot establir cap fonament sobre això.

(38) A més, que la mesura alfonsina mitja de l'any és la més exacta de totes, és una cosa que s'ha de reconèixer als copernicans, que conserven quasi aquesta mateixa; i màximament depenent de l'autoritat de tan insignes astrònoms, que van mesurar la reforma gregoriana i la quantitat de l'any alfonsí. Però açò serà evident si es compara l'equinocci d'Hiparc amb el de Tycho: aquell va observar l'equinocci primaveral a Alexandria l'any julià Nabonassar complet 601, el dia 25 i a l'hora 19 PM i va veure l'armil·la igualment il·luminada, i com aquest temps va ser l'aparent, llevo 2;55 hores a causa de la paral·laxi verdadera i llevo també 2;54 hores a causa de la diferència dels meridians i obtinc que l'equinocci es va produir a Toledo a les 0;13,11^h hores. Donat el temps, en les nostres *Taules Alfonsines* el moviment mitjà del Sol és 5s 58;1,25° i el moviment de l'apogeu 1s 5;34,15°, d'on l'anomalia resulta 4s 52;27,10°, la qual cosa dóna una prostafèresi a afegir d'1;58,30°, per al Sol en l'equinocci verdader de primavera. Però torno a la quantitat mitjana de l'any i prenc l'equinocci de primavera observat per Tycho, l'any 1585, el dia 10 de març a les 3;19^h, aplicada la seua paral·laxi; per a nosaltres i tenint en compte la diferència dels meridians (aquest equinocci) va tenir lloc a Toledo el dia 9 a les 0;23,11^h, és a dir, l'any julià complet (per a compararlo després amb el d'Hiparc) des de Nabonassar 2331(anys) amb 12 dies i 23;11 hores. Amb açò la prostafèresi de l'orbe en el temps de Hiparc va ser de 1;58,30° i en el temps de Tycho de 2;9,40° graus, els quals llevo de l'equinocci verdader i queda el moviment mitjà del Sol de 5s 58;1,30° per a Hiparc i de 5s 57;50,20° per a Tycho. Resta allò d'açò i queda el moviment mitjà del Sol observat de 5s 59;48,50°. La diferència de temps entre les observacions donades és de 1729 anys, 352 dies i 10;0 hores, el qual temps

¹²³ Bernad Walther (1430-1504) fou col·laborador de Regiomontanus; va realitzar observacions durant 30 anys tot i establint una nova manera de practicar l'astronomia d'observació basada en la integritat dels instruments i en la preocupació per la precisió i atenció a les condicions de l'observació. Les seves observacions foren utilitzades per Copèrnicus, Tycho Brahe, Kepler i molts altres astrònoms. Les seves observacions foren publicades per Johannes Schöner en 1544 juntament amb els treballs de Regiomontanus. Vegeu Beaver (1970) i BEA, vol. II, pp. 1193-1194.

dóna un moviment mitjà del Sol de 5s 59;48,52°, estant d'acord amb el que observa. Per tant, és exactíssima la quantitat alfonsina de l'any de 365 dies, 5 hores, 49 (minuts) i 16 (segons).

(39) Ara no queda més que ocupar-se del moviment de l'apogeu, per a la qual cosa substituïm el verdader, deduït de les observacions, rebutjant el fals que figura a les *Taules alfonsines*; perquè el rei Alfons va rebutjar aquest. Ishag ben sid el sevillà, anomenat entre els astrònoms pel rei Alfons per a la construcció de les taules, va formular la hipòtesi de la novena i vuitena esfera; aquest, sospitant que les estrelles no sempre havien observat la mateixa mesura en la velocitat i lentitud en el seu curs, sinó que havien avançat unes vegades més ràpidament i altres més lentament, va afegir el moviment de trepidació; declarant que el moviment continu li correspondria a la novena esfera i el d'*accés i recés* a l'octava. Va pensar que aquest últim es completava en set mil anys mentre que el moviment de l'auge ho feia en quaranta-sis mil. No obstant això, va deduir aquests períodes i no altres a través dels símbols, com a bon seguidor de la Càbala; perquè va ser preceptuat en Israelites Leviticus C. 25 i Deuteronomio. C 15 que cada set anys s'abstingueren, durant un any sencer, del cultiu dels camps; així, doncs, el setè any era famós, tant com el Sabbath en els set dies de la setmana; a més es manava pels mateixos hebreus que passades set setmanes exactes d'anys, és a dir, passats quaranta-nou anys, el següent dels quals es numerava cinquantè, fos celebrat amb la mateixa solemnitat; en aquest s'havien de tornar els camps venuts per un preu i la casa al venedor i els serfs a la llibertat. D'aquesta manera l'any s'anomenava Iobel, pel so de les trompetes, és a dir, Jubileu: invocaven aquests dos números 7 i 49 com a venerables i celebraven els períodes de set dies i set anys. Amb aquests principis relatats, Isaac Hazan afirmava que els moviments de les estrelles es representaven, sens dubte, a partir dels números, a saber: el moviment d'*accés i recés* de la vuitena esfera pel número set de les festivitats, i així es completava en set mil anys; el moviment de l'auge es creia que es representava amb el número 49, i conseqüentment es recorria en quaranta-nou mil anys. Aquesta és la hipòtesi dels auges i de l'*accés i recés*, exposada a les *Taules alfonsines*. Perquè a la mateixa opinió d'Ishag ben sid van arribar els astrònoms convocats i amb aquesta hipòtesi el Rei Alfons va construir les taules en 1257.

(40) Verdaderament, després de quatre anys de treure a llum les taules, el rei es va allunyar d'aquesta opinió; així doncs, l'any 1256, un cert rabí de nom Jehudà va presentar un llibre traduït de l'idioma àrab a l'espanyol de l'erudit Albohazen, *de Motibus Stellarum Fixarum* (Sobre els moviments de les estrelles fixes). Llavors el rei Alfons va revocar l'anterior opinió del moviment dels auges i de l'*accés i recés*: així ho refereix l'Augustinus Riccius en el llibre *De motu octavae sphaerae* i Abraham Zacut en la seua *Gran composició*,¹²⁴ i per això, Joannes Stadius, a les *Taules bergenses* i Suárez de Argüello en les seues *Ephemerides* escriuen que les taules anomenades vulgarment alfonsines, de la vuitena i novena esfera, havien sigut falsificades.¹²⁵ (41) I el mateix

¹²⁴ Vegeu la introducció sobre aquests autors.

¹²⁵ Johannes Stadius (cir. 1527-1579) fou deixeble de Reiner Gemma Frisius abans de convertir-se en astrònom i matemàtic del duc de Savoia i del príncep-arquebisbe de Berger; després fou anomenat professor del Col·legi Reial de París. Va publicar una obra d'*Ephemerides* (1556), basada en les *Taules prutèniques* o co-

declaren Scaliger i Mulerius.¹²⁶ Zacut i Riccius afegeixen que el mateix rei havia establert les posicions i moviments de les estrelles fixes pel llibre d'Albohazen i, segons l'opinió d'Albategnius, havia fet el catàleg que ara figura a les *Taules alfonsines*. No obstant això, el temps per a l'arrel era l'any 1256, no el 1252, com diuen alguns, que han confós els anteriors cànons d'Alfons amb la nova taula de les estrelles, desconeguts del canvi de doctrina.

(42) A qui no li basti l'opinió de Zacut i Riccius, que examini el catàleg alfonsí de les estrelles, i amb el moviment de la novena esfera, atribuït al rei Alfons, que calculi (la posició) de les estrelles per a diversos temps i veurà que no es corresponen amb les observacions dels antics en els quals va haver de recolzar-se Alfons, ja que els primers fonaments de l'astronomia s'estableixen a partir de les observacions. Perquè qui s'atribuiria a si mateix el paper d'àrbitre, jutge i artífex dels moviments celestis? Cal recórrer a les observacions legítimes d'altres autors en la successió dels temps, màximament tenint en compte el lentíssim moviment de les fixes i no hi ha una altra via per a examinar amb atenció els moviments d'aquestes; les estrelles, en efecte, han de ser interpretades per les estrelles.

(43) Així, l'àrab Albategnius, Mahometà, l'any de Crist 880 va considerar l'"estrella septentrional enfront d'Escorpió" (β Scorpii) a $17;50^\circ$, però realment segons els cànons del vuitè i novè¹²⁷ orbe, l'estrella estaria en $18;58^\circ$. A més l'any segon d'Antoní Pius, és a dir, el 138 julià complet, va observar Ptolemeu a Regulus (α Leonis) a $2;39^\circ$ de Leo, però segons els dits cànons el trobarà a $4;23^\circ$. En tercer lloc, el primer any del Cèsar Trajà, és a dir, 97 julians complets, Milleo va observar l'"espiga de Virgo" (Virginis) a 26.15 graus, no obstant això, segons les taules la trobarà a 26.50 graus.¹²⁸ Per la seua banda, Hiparc, l'any 129 abans de Crist, va observar Regulus (α Leonis) a 29.50 graus de Càncer, com si ho hagués obtingut a partir dels cànons vulgarment dits alfonsins, arribant quasi al segon grau de Leo. De la mateixa manera es comprova amb les restants estrelles del catàleg.

(44) Inferenceix 1. Que la taula de les estrelles exposada en les (*Taules*) *alfonsines* havia sigut composta pel mateix rei Alfons, però com exposen Riccius i Zacut, no a

pernicanes i en 1560 unes *Taules Bergenses*, per tal d'oferir un instrument més fàcil de consultar que no pas les *Taules prutèniques* de Reinhold. Vegeu Hallin (2008). Les *Ephemerides* de Stadius foren utilitzades a Espanya i Portugal per autors com ara Rodrigo Zamorano o Juan Bautista Lavanya per a les taules de declinació solar. Vegeu Navarro Brotons (2000). Argüello es refereix a F. Suárez de Argüello, un advocat aficionat a l'astronomia que va escriure *Ephemerides generales de los movimientos de los cielos... según el serenísimo Rey Don Alfonso en los quatro planetas inferiores, y Nicolao Copérnico en los tres superiores que más conforma la verdad*, Madrid, 1608. Vegeu Navarro Brotons (1996), nota 10 i F. Picatoste y Rodríguez, *Apuntes para una Biblioteca Científica Española del Siglo XVI*, Madrid, 1891, pp. 306-307.

¹²⁶ Joseph Justus Scaliger (1484-1583) fou un humanista francès, autor de diverses obres, inclosa *Opus de emendatione tempore* (1583), que va establir la cronologia sobre bases fermes. En el llibre 4 tracta de la precessió dels equinoccis. Nicolaus Mulerius (o Nicoals des Muliers), metge y professor del gimnàs de Leouvardie, va escriure unes *Taules Frisies* (1611) on discuteix qüestions de cronologia i de la precessió del equinoccis.

¹²⁷ El text de Mut diu novi, per error.

¹²⁸ Es tracta de Menelau d'Alexandria. La observació que Mut cita es troba a l'*Almagest* de Ptolemeu, Llibre VII 3, H30. La font probable de Mut, però, es Riccius (1513), que cita Menelao com "Milleo" (p.28r de l'edició de 1521).

partir de les hipòtesis del novè i vuitè orbe, ja que el càlcul no correspon a les observacions, la qual cosa era necessària per deduir els moviments del mateix cel perquè no es quedaren fora del cor. Infereixes 2. Que el rei Alfons, per al moviment de les fixes, havia seguit l'opinió d'Albategnius, considerada la més veraç per tots els astrònoms. Vegeu Tycho i Lansbergen. Consideres 3. El moviment de trepidació va ser aliè a la ment del rei Alfons, el qual eliminarem per a restituir les taules, i caldrà restituir també l'època del moviment mitjà del Sol i substituir aquell pel verdader moviment de l'apogeu; ja que el rei Alfons es va allunyar d'un altre tipus de moviment dels augs, a saber, el d'accés i recés.

Porismata

(45) Així, doncs, segons les coses provades fins aquí, s'infereix en primer lloc que el Sol apogeu dista de nosaltres 744 semidiàmetres de la Terra, no 1334, ni 3469, ni 14656 com altres afirmen. Amb quin motiu fan que el Sol peregrini tan distant? D'aquesta increïble distància resulten moltes coses absurdes. Per què quin fi, i quin profit es treu de tan gran interval, de tan desproporcionada distància? De quina manera aquesta causa actua des de tanta distància? Pensa, en segon lloc, que el Sol és major que la Terra unes 39 vegades, no 434 com alguns diuen.

(46) Per a què, doncs, ideen un cos tan monstruós i desmesurat? Per què tan ingent flama d'una Terra xicoteta? Aquests sísifs fan girar una roca ingent, mentre que nosaltres estem convençuts, per les observacions i demostracions, d'una cosa molt diferent: resulta evident que amb els mateixos principis amb què infereixen la paral·laxi del Sol, es pot sostenir una opinió millor, ja que els instruments tychònics no poden apreciar una diferència de dos minuts sense que el Sol se submergeixi en les refraccions.

(47) No temis ni t'aferri a la novetat de l'opinió; vaig sentir que N. Bonneau havia sostingut ja a llum pública que el Sol no sols es retira a una distància menor de nosaltres del que vulgarment es creia, sinó també que era menor que la Terra; si patiren un examen lidi, no filosofarien falsament. Potser, Tycho no es va atrevir a rebutjar les paral·laxis solars dels antics, encara que més bé es dedueix que no va voler, ja que va anotar les durades dels eclipsis toscament com la majoria; nosaltres, no amb una mà que ens guia, (encara que venerada), sinó pel Mercuri més segur de les observacions, som conduïts per aquest camí no xafat anteriorment. Si digueres, no obstant això, que la paral·laxi del Sol es troba a partir de la doctrina dels eclipsis, amb el perill d'alguna fal·làcia, perquè no serem persuadits almenys per la raó per la qual les causes físiques postulen que el Sol està més prop. Deduiràs, en tercer lloc, que l'excentricitat tychònica del Sol es precipita profundament, ja perquè havia percebut una paral·laxi menor que la verdadera, ja perquè va postular una quantitat merament imaginària i contrària a les seues pròpies hipòtesis, com es va demostrar en el número 16. Inferiràs, en quart lloc, que la paral·laxi de la Lluna des del Sol en els eclipsis, estant els astres en l'apogeu, és de $0;50,50''$, perquè trobem una paral·laxi de la Lluna apogea de $0;55,27''$ i del Sol de $0;4,37''$. Però per a obtenir les paral·laxis més certes de la Lluna des del Sol, vaig imaginar un camí nou, que ara revelaré, perquè els astrònoms l'emprenguin amb mi. Des de la primera quadratura lunar fins a la segona, considera (fàcilment a partir de les *Efemèrides*) quin dia la Lluna passa pel meridià a la mateixa altura observada, apro-

ximadament, que té el Sol en el meridià aquest dia, l'anterior o el següent. Ara, disposat l'instrument per a l'observació, com vam exposar en el número 10, es dirigeix el telescopi al Sol (en un lloc molt fosc) en la línia meridiana. Quan el Sol passa pel meridià i els seus raigs s'introdueixen pel telescopi, assenyalen en el diàmetre vertical de la pantalla el trànsit de l'espècie lluminosa del Sol, pel limbe superior o inferior. Mantenint-ho tot immòbil, després d'algunes hores, la Lluna, que segons la hipòtesi, haurà arribat quasi a la mateixa altura, també començaria a brillar en la pantalla a través del telescopi i igualment assenyalarà el trànsit del limbe de la Lluna pel mateix diàmetre vertical de la carta; així, i igual que amb els eclipsis, deduirem amb exactitud les paral·laxis de la Lluna i del Sol. Sigui el següent exemple; en el mes de març d'enguany (1649) veig els astres en oposició en els equinoccis, i aproximadament a la mateixa altura. El dia 27, el Sol en el meridià (segons Lansbergen) tenia una declinació boreal verdadera de $2;52,25^{\circ}$, mentre que l'observada (era) de $2;49,40$ graus. La Lluna a les $11;44^h$ passa pel meridià estant a $1;28^{\circ}$ de la Balança amb una latitud boreal de $4;37,40^{\circ}$ i una declinació boreal verdadera de $3;39,40^{\circ}$, sent l'anomalia de l'orbe de $2s\ 33;36^{\circ}$. Per tant i segons allò que s'ha observat dalt, la Lluna dista de la Terra $55;45$ semidiàmetres, per tant, la paral·laxi d'altura és de $0;36,47^{\circ}$ i la declinació observada és de $3;2,53^{\circ}$, que difereix de l'observada del Sol en $0;13,13^{\circ}$. Amb la qual cosa mira si les imatges brillants del Sol i de la Lluna, transmeses a través del telescopi, presenten una distància entre els centres dels astres amb aquests mateixos minuts de distància, o dedueix posteriorment la paral·laxi de la Lluna des del Sol a partir dels diàmetres d'aquests.

(50) Deduiràs, en cinquè lloc, de quina manera pots mesurar amb les vibracions del pèndol els minuts de temps, perquè si el Sol ocupa amb el seu diàmetre $0;31,18^{\circ}$ del cercle meridià, convertit açò en temps, tot el diàmetre de la imatge lluminosa transmesa pel telescopi recorre la pantalla en $2;5$ minuts de temps. Però la doctrina dels (autors) més recents sobre les vibracions del pèndol és extremadament dubtosa; i allò que de les seues oscil·lacions infereixen sobre el moviment naturalment accelerat és enganyós: per a mi és certíssim que totes les coses més pesades, encara amb pes desigual, cauen al mateix temps, i els espais no es recorren en duplicada raó dels temps; sobre aquestes coses (parlaré) en una altra part.

(51) Observa, en sisè lloc, admès l'artefacte d'observació descrit en el número 10 i conservant la mateixa disposició del telescopi i la mateixa distància de la pantalla per a obtenir el diàmetre del Sol en qualsevol part de l'excèntric: el mateix per a la Lluna per comparació. Així, en l'un i l'altre any, amb diversos telescopis, romanent invariable l'obertura d'aquests, vaig trobar que el diàmetre del Sol perigeu era de 4187 parts, de les quals l'apogeu comprenia 4000 . Per tant, el diàmetre del Sol perigeu és de $0;32,46^{\circ}$, ja que l'apogeu és de $0;31,18^{\circ}$. La diferència és de $0;1,28^{\circ}$. Per tant, els astrònoms poden veure com el Sol no dista de nosaltres tota la seua excentricitat, ni la meitat de l'excentricitat, segons una trajectòria el·líptica. I no dubtis sobre la precisió de l'observació; perquè amb l'àmplia imatge del Sol en la pantalla es distingeixen els segons amb gran certesa: dubtar d'açò és cercar dificultats on no n'hi ha.

(52) Així, també tenim el diàmetre de la Lluna perigea en el pleniluni amb 4239 parts, de les quals el Sol apogeu (té) 4000 . Per tant, en el pleniluni de la Lluna perigea el diàmetre és de $0;33,10^{\circ}$ i de l'apogea de $0;29,40^{\circ}$, com dalt en el número 15. La di-

ferència és de $0;3,30^\circ$. Aquí, a més, els astrònoms establiran la diferència de l'allunyament de la Lluna des de la Terra amb una excentricitat (de la Lluna) més exacta, sense que les comparacions entre els esmentats diàmetres ofereixin cap dubte; d'aquestes mateixes observacions sembla que es dedueix que l'excentricitat de la Lluna és de $3;16$ semidiàmetres de la Terra, dels quals, tot el diàmetre de l'orbe de la mateixa Lluna (és) de $117;28$ semidiàmetres.

(53) (54) Pensa, en setè lloc, en contra de Lansbergen que la Lluna perigea en els eclipsis sempre pot cobrir tot el Sol. Deduiràs, en vuitè lloc, a la figura 2, que, donats AF amb 3720 , com dalt en el número 30 i FAH igual a $14;50$ semidiàmetres de la Lluna apogea aparent, tenim també FH, igual a $0;16,3^\circ$ minuts del semidiàmetre verdader; per la qual cosa, trobat FH, i l'angle FAH igual a $0;16,35^\circ$ del semidiàmetre aparent de la Lluna perigea, es dona també FA, és a dir, la distància de la Lluna perigea des de la Terra de $55;28$ semidiàmetres en la Lluna nova i en el pleniluni. D'aquesta manera es troba el semidiàmetre de la verdadera ombra FH i donada la distància AF des del perigeu s'obté per al semidiàmetre de l'ombra verdadera en el perigeu un valor de $0;49,9^\circ$. D'ací resulta que la paral·laxi de la Lluna perigea és de $0;62,0^\circ$ minuts.

(55) (56) Pensa, en novè lloc, que, amb el recurs dels telescopis, les durades dels eclipsis s'observen menors i l'ombra de la Terra es creu menor. Infereix, en desè lloc, que les longituds dels llocs o les diferències dels meridians no es troben amb certesa per les fases dels eclipsis, havent-se provat de moltes formes de quina manera tan variada s'estimen els temps de les fases, i com la diversitat de temperatura de l'aire en els distints llocs de la Terra acurta l'ombra d'aquesta: i no diguis que açò els succeeix a observadors incauts, que prenen la penombra com a ombra. Adverteix com artífexs d'eminent saber, als quals ens referim en el número 26, accepten aquesta variació. I no anomenaràs astrònom a qui no sàpiga distingir la pal·lidesa de la Lluna del limbe trencat de la mateixa. D'altra banda, (prego) que s'observin per a les distincions posteriors, els febles enfosquiments que en diuen penombres, és a dir, les que abans, en el número 28, consideràrem verdadera ombra de la Terra: així, doncs, si aquelles procedeixen de l'aire escampat per les terres, de quina manera projecta l'aire l'ombra? De manera diàfana, cristal·lina i vítria llancen l'ombra perquè fins a un cert punt delimiten la vista, però encara que posis un aire condensat no delimita la vista, ni per això veiem que s'envolti en ombra, i de quina manera aconseguix l'ombra de l'aire la distància de la Terra de 62 semidiàmetres? Qualsevol aire que envolta la Terra no pot induir una durada tan gran de la penombra; perquè, com a màxim, s'alça damunt de la Terra a 50 milles, afegeix aquestes a les milles del semidiàmetre de la Terra a la figura 2 i de manera demostrativa resulta que al profund semidiàmetre de l'ombra no es pot afegir 1 minut, ni 40 segons, així, doncs, perquè s'afegeix a la penombra 20 segons de temps de la durada?

Sinopsi d'altres observacions

(57) Ja que, per un regal teu, s'han augmentat les *Taules medicees* perquè es publiquin les taules de quasi tots els astrònoms, afegiré algunes observacions, realitzades amb el telescopi, perquè manis que aquests les examinin i es distingeixin les més con-

formes a la veritat.¹²⁹ Sabem també que en les teories dels moviments celests s'han de corregir moltes coses; però per a aquest examen espera el *Nou Almagest* del Pare Giambattista Riccioli, digne monument de tan doctíssim baró.

(58) A Mallorca, la latitud de la qual (és) de 39;35° graus i la longitud de 25;2°, l'any 1642, el dia 7 d'octubre vaig observar l'inici d'un eclipsi de Lluna quan Proció (α Canis minor) estava a una altura oriental de 24;54°; a l'inici de l'enfosquiment Proció (α Canis minor) estava a una altura oriental de 36;43°. A l'inici de la recuperació de la llum Rigil (β Orionis) estava a una altura occidental de 40;10°. A la fi Rigil (β Orionis) estava a una altura occidental de 34;42°. L'any 1643, el dia 27 de setembre vaig observar la fi d'un eclipsi lunar, tenint l'Àguila (Altair, α Aquilae) a una altura occidental de 56;36°. L'any 1645, el dia 10 de febrer vaig observar la fi d'un eclipsi de Lluna quan Proció (α Canis minor) estava a una altura oriental de 53;45°. Enmig de l'eclipsi la part que va romandre més il·luminada de la Lluna era quasi igual a la distància de les dues estrelles occidentals del quadrilàter de les Plèiades (Electra, 17 Tauri i Mèrope, 23 Tauri). El mateix any 1645 el dia 21 d'agost va haver-hi un inici d'eclipsi de Sol, estant el mateix Sol a una altura oriental de 57;38° i la fi va tenir lloc quan estava a una altura occidental de 62;20°. L'any 1647, el dia 20 de gener va haver-hi un inici d'eclipsi de Lluna quan Proció (α Canis minor) estava a una altura oriental de 39;10° i la fi quan la brillant Capella (α Aurigae) estava a una altura occidental de 68;28°. En aquestes observacions, realitzades amb un telescopi, observa les precaucions que vam exposar en el número 55.

(59) L'any 1643, el dia 23 de setembre vaig observar l'altura meridiana de Saturn a 53;38° graus; estava en línia recta amb el “cap [de la Medusa] Algol” (β Persei) i la “boreal següent en la banya d'Àries” (Sheratan, β Arietis). L'any 1644, el dia 30 de setembre a les 9 hores, Saturn estava junt amb l'estrella que es “la precedent dels Peixos després de la volta de les tres” (μ Piscis); li faltaven 5 minuts de longitud i estava el mateix Saturn mig grau més septentrional. L'any 1644, el dia 6 d'agost a les 15 hores Júpiter estava al costat de Mart, però Mart estava 15 minuts més al sud i no arribava a la longitud de Júpiter, sinó que estava més occidental en 5 minuts. (60) L'any 1645, el dia 7 d'abril Júpiter estava al costat de “l'estrella que segueix en el coll de les dues de Taure” (ω^2 Tauri) i distava, quant a la longitud, 4 o 6 minuts i entre si 12 minuts. L'any 1646, durant molts dies de febrer vaig observar Júpiter al costat de “l'estrella precedent al peu de Gèminis” (η Gemini); realment la nit del dia 19 vaig advertir que estava totalment estacionari, 5 minuts més occidental (que l'estrella) i 9 o 10 minuts més boreal. L'any 1647, el dia 25 de desembre a les 14 hores Júpiter estava totalment estacionari, i distava de “l'estrella informe baix el ventre del Lleó” (χ Leonis) 3 minuts de longitud i estava 9 o 10 minuts més austral.

(61) L'any 1644, el dia 20 de novembre, a les 8;30^h, Mart retrògrad anava cap a “l'estrella que està al genoll boreal precedent de Gèminis” (Mebsuta, ϵ Gemini) i dis-

¹²⁹ Les *Tabulae motuum coelestium Universales* anomenades *Taules Medicees* les va dedicar el seu autor Vincezio Renieri al mateix personatge que Mut, Bernardino Fernández de Velasco i Tovar, sota els auspicis del qual foren publicades. Aquesta obra incloïa els canons de les taules alfonsines, copernicanes (prutèniques), daneses, rudolphines, de Lansbergen, i les taules del mateix Renieri.

tava d'ella 2 minuts en longitud i (estava) més austral 3 minuts de latitud. L'any 1645, el dia 13 de febrer, a les 8 hores, Mart anava cap a "l'estrella que està la segona precedent de les (dues) informes d'Erictoni" (1 Aurigae), distava d'ella en longitud 3 minuts i estava quasi 33 minuts més boreal. A més, el dia 28 d'aquest mateix mes, 1 hora després de l'ocàs del Sol, Mart distava de "l'estrella que està baix cap a l'orient de les informes d'Erictoni" (139 Tauri) 1 minut de longitud i quasi 20 minuts més boreal. A més, el dia 6 d'abril, a les 7 hores, Mart va passar per "l'estrella que està en la cuixa superior de Gèminis" (ω Gemini) i distaven entre si poc més de mitja Lluna. Després, el dia 4 de maig, a les 8 hores d'aquest mateix any, Mart estava en la mateixa longitud de "l'estrella que està a l'extrem del peu nord de Càncer" (μ^2 Cancr) i quasi 24 minuts més septentrional. Mentre que el dia 15 de maig, a les 8 hores, Mart estava junt amb "la boreal de les precedents en el quadrat de Càncer" (η Cancr), de la que distava 2 minuts en longitud, però en latitud estava 5 minuts més boreal. (62) L'any 1646, el dia 9 de juliol, a les 15.40 hores, Venus estava junt amb una estrella de les Híades que està junt amb "l'ull boreal" (δ Tauri), i distaven entre si 32 minuts. La distància era major per causa de la latitud. Venus estava més austral i quant a la longitud a penes excedia a l'estrella. A més, el dia 20 d'aquest mateix mes, a les 16 hores, Venus estava més meridional que "l'estrella austral de les de la banya austral de Taure" (1 Tauri, 106F) i distaven entre si 31 minuts, quasi 32. (63) Amb açò ja en la premsa, el dia 23 de març de 1649, a les 7;0^h, Venus estava junt amb "la precedent de les tres en la cua d'Àries" (Batein, δ Arietis), 3 o 4 minuts més oriental i quasi 9 minuts més austral. L'any 1644, el dia 21 de febrer a les 6;20^h, Venus i Mercuri distaven entre si quasi 3;3°. Però vaig dirigir el telescopi cap a Mercuri moltes vegades en les hores en què algunes taules astronòmiques calculaven la seva posició en relació a les fixes, i es movia fora del camp del telescopi, de la qual cosa m'ocuparé en una altra part.

(64). L'any 1645, el dia 4 de febrer vaig veure la Lluna avançant cap a les dues estrelles contigües de les Híades, que estan junt amb "l'ull austral" (θ^1 Tauri y θ^2 Tauri), i distaven del marge de l'ombra 2 minuts quan la mateixa Lluna tenia una altura aproximada de 13 graus; en tot el temps fins a l'ocàs van mantenir la mateixa distància de 2 minuts al limbe de la Lluna; l'estrella petita més septentrional de les dues contigües entrava per la línia vertical dirigida cap a la banya austral, és a dir, per la tercera part de la Lluna, que s'estenia cap al sud. L'any 1645, el dia 6 de maig vaig veure la Lluna junt amb "la següent davall el muscle austral de Virgo" (Zaniah, η Virginis) i com aquesta estava a una altura occidental de 31;34°, llavors la mateixa estrella estava en el mateix cercle de longitud que el marge brillant de la Lluna, el limbe superior del qual distava de l'estrella 9 o 10 minuts i la Lluna estava més austral. L'any 1645, el dia 2 de desembre vaig observar la Lluna entrant davall "l'ull de Taure" (Aldebaran, α Tauri), que estava a una altura oriental de 45;30°, que va ser eclipsada pel limbe inferior de la Lluna i de nou va aparèixer l'estrella a una altura de 49;28°. L'any 1646, el dia 27 de març, estant la Lluna en el mateix meridià, distava de Regulus (α Leonis), (estant) més septentrional 18 o 19 minuts. Llavors l'orbe de la Lluna no sortia encara del cercle de longitud de l'estrella, perquè la línia que anava des de la meitat del "coll del Lleó" (Albeiba, γ Leonis) fins a Regulus (α Leonis) tallava la part occidental del disc de la Lluna. Aqueix mateix any 1646, el dia 5 d'agost, a les 14.45 hores, vaig

veure la Lluna junt amb “l’ull de Taure” (Aldebaran, α Tauri), que distava del marge fosc de la Lluna de tal manera que la distància era igual a la part il·luminada de la Lluna i era major la distància per la part de la latitud austral que la que tenia amb l’estrella.

L’any 1647, el dia 8 d’abril, a les 8.19 hores, vaig veure aproximar-se la Lluna a “l’estrella de les Híades que està junt amb l’ull boreal” (δ^1 Tauri), que va aparèixer entrant per la tercera part quasi tenebrosa de la Lluna, estant l’estrella més boreal. L’any 1647, el dia 12 d’abril vaig veure la conjunció de la Lluna i Júpiter. Júpiter va entrar per la part septentrional de la Lluna al costat del “cor de Lleó” (Regulus, α Leonis) quan aquest estava a una altura occidental de $57;18^\circ$ i va eixir quan el mateix “cor de Lleó” estava a una altura occidental de 49.12 graus. Aquest mateix any 1647, el dia 20 de gener Júpiter va ser eclipsat per la Lluna, entrant per quasi la tercera part boreal de la Lluna quan Proció (α Canis minor) estava a una altura occidental de $33;56^\circ$ i eixint quan Regulus (α Leonis) estava a una altura occidental de $53;43^\circ$.

Açò és el que s’havia de recordar en defensa de les nostres taules. Aquí està el Sol alfonsí restituit seguint l’esperit i l’opinió del propi rei: mereixen els estrangers quasi tot l’elogi en les teories i nosaltres, els hispans, no sé per quin destí sembla que romanem ociosos en aquests secrets de l’astronomia i altres aplaudeixen la poca pols alçada en aquest amfiteatre per nosaltres.

En el teu nom, excel·lentíssim príncep, aquest Sol surt de les tenebres. Per a tots nosaltres aquesta serà la màxima alabança del rei Alfons, perquè, a no ser a Espanya, diguem en quines terres poden nàixer els noms dels reis com a Sols gravats. Viu, cuida’t i que el Cel etern et protegeixi amb els seus dons, els meus desitjos i els teus mèrits.

A Mallorca, el dia 2 de febrer de 1649

OBSERVACIONS DEL MOVIMENTS CELESTES AMB ANOTACIONS ASTRONÒMIQUES I DIFERÈNCIES ENTRE ELS MERIDIANS, DEDUÏDES DELS ECLIPSIS

A qualsevol que sigui

Ofereixo aquestes observacions a qui desitja sotmetre a examen les taules dels moviments celestes. Encara que, de fet, abunden les teories formulades per astrònoms molt experts, amb sistematitzacions detallades de les estrelles, cada dia les observacions més recents descobreixen llocs recòndits al cel. De la mà i amb l'ajuda de l'antiga astronomia, el gran atles que va ser Tycho va sostenir aquesta mola sobre els seus robustíssims muscles, a qui –aclaparat com estava per tan gran càrrega– va ajudar Longomontanus. En el mateix escenari va suar i va sentir fred Kepler, el qual va tabular els moviments de Mart amb xifres més precises. Lansbergen va intentar sistematitzar els moviments celestes per a tots els segles. Wendelinus, eliminada l'equació dels dies naturals, va creure haver calculat de manera definitiva els eclipsis, a les seves *Taules Atlàntiques*.¹³⁰ Boulliau, amb les seves *Taules Philolaiques*, va aportar algunes novetats. Giovanni Domenico Casinni va formular, amb proporcions precises, la teoria del sol. El Pare Giambattista Riccioli en el *Nou Almagest* va estructurar tot el saber astronòmic amb doctíssima ploma i acuradíssimes observacions, possibilitant coses majors.

Les observacions dels autors més recents demostren que encara subsisteixen dificultats que cal superar i exigeixen que s'intentin comprovacions més precises de l'harmonia dels moviments celestes. No obstant això, l'art, no ha de desesperar, llevat que pensem (com, potser, crec) que no es poden aconseguir taules perpètuas, sinó temporals, per a cada segle.

Espera tal progrés o considera aquestes modestes observacions, encara que mai ha estat el meu propòsit construir taules. Vull advertir-te que els concedeixis confiança perquè han sigut realitzades sense cap perjudici i amb la més sincera ingenuïtat. Resulta lamentable, en efecte, que alguns insignes astrònoms, que consignen amb gran precisió les seves pròpies observacions, hagin mutilat extraordinàriament les alienes que podien servir per refutar les seves hipòtesis preconcebudes. No dedico aquest opuscle a cap patrocinador, ja que tan petita obra no necessita les riqueses d'un mecenes i prefereixo la crítica a l'elogi. A més, no he vist cap llibre ben acollit per causa del seu patrocinador. Adéu.

¹³⁰ Wendelinus, a la seva *Luminarcani Arcanorum caelestium Lampas* (1643), un petit tractat que conté dotze proposicions astronòmiques, va dir que l'equació del temps a utilitzar en el càlcul dels eclipsis solars i lunars era zero. Vegeu Wilson (1989), p.171 i sobre la biografia i obres de Wendelinus, F.Hallyn i C.Lammens a BEA, vol.2, pp.1204-1205. Sobre l'equació del temps, vegeu baix.

CAPÍTOL I

Observacions dels eclipsis amb anotacions astronòmiques

1. Faig ús del millor telescopi, de quasi 8 pams, per a les observacions dels eclipsis de Lluna. En efecte experimento que altres més llargs i potents minoren massa el limbe, les taques i l'ombra de la Lluna i mostren els inicis més tard i els termes més lentament. Aplico solament els temps de les fases verdaderes, deixat el major (temps), l'ombra i la penombra per a deliberar amb breuetat.

2. A Mallorca (amb una altura del Pol de 39;35° explorada amb prou freqüència i de molts modes) l'any 1642, el dia 14 d'abril vaig observar el verdader inici de l'eclipsi de Lluna, sens dubte a les 12;10^h, sent l'altura de la “cua de Lleó” (Denébola, β Leonis) en l'ocàs de 49;56°. La immersió va tindre lloc a l'altura de 41;4° o a les 13;17^h. L'emersió a l'altura de 22;4°, és a dir, a les 14;57^h. El mig a les 14.7^h amb una detenció en l'ombra de 1;40 hores. Ara afegiré les diferències entre els meridians per a observacions triades d'altres llocs; a aquestes (i dels anys següents) es refereixen Gassendi, Riccioli, Hevelius, Wendelinus, Renieri i Boulliau, als que ací s'hauria de lloar.

3. Van observar aquest eclipsi a Bolonya, el P. Riccioli, des de les 12;48^h fins a les 16;40^h amb una detenció de 1;44 hores. A París, Fournier¹³¹, Gassendi i Boulliau, des de les 12;9^h fins a les 15;51^h amb una detenció d'1;36 hores. A Stettin de Pomerània Eichstadius, des de les 12;58^h fins a les 16;38^h amb una detenció aproximada d'1;44 hores.¹³² A Ingolstadt, el P. Joan Viva, des de les 12;46^h fins a les 16;30^h amb una detenció d'1;38 hores.¹³³ A Praga, Moretus va observar una foscor total des de les 14;10^h fins a les 15;28^h.¹³⁴ A Danzig, Hevelius, des de les 13;14^h fins a les 16;56^h. A Pisa, Renieri, el mig a les 14;35^h. A Lovaina, Gutiscovius, l'inici a les 12;4^h.¹³⁵

4. D'aquestes (dades) es dedueix que el meridià de Mallorca dista del de Bolonya 37 minuts. Del parisenc 6'. De Praga 43'. De Danzig 59', De Stettin 41'. D'Ingolstadt 36'. De Pisa 28'. De Lovaina 8'. Les diferències dels meridians es dedueixen comparant el mig dels eclipsis i no es pot obtenir més exactitud a menys que no es tinguin dades de moltes observacions.

¹³¹ Georges Fournier (Caen, 1595-La Flèche, 1652), professor de matemàtiques a la Flèche i autor d'un tractat d'*Hydrographie* (París, 1643) i altres obres. Vegeu Romano (1999), pp.575-576 i *passim*. Va mantenir correspondència amb Riccioli, qui cita cartes seves amb dades sobre eclipsis. Hi figura al *Chronicon* de Riccioli (1651), p.XXV.

¹³² Laurentius Eichstadius o Lorenz Eichstadt (Stettin, 1596-Danzig, 1660) practicà l'astrologia i va elaborar efemèrides: *Pars prima ephemeridum novarum coelestium* (1636-1640), Stettin, Rhete; Vol. II: 1641-1650; vol. III: 1651-1665. Les efemèrides les va basar en Tycho Brahe-Longomontanus (Sol, Lluna i eclipsis) i en les *Taules Rudolphines* (planetes). Vegeu Russell (1964) i BHA, vol. I, pp. 327-328.

¹³³ Es tracta de Jacques Viva (Friburg, 1605-Lorette, 1650), jesuïta. Riccioli menciona les seves observacions, Mut les degué prendre de Riccioli, i escriu incorrectament Joan i no Jacobus. Vegeu Riccioli (1651), p. 381, sobre aquest eclipsi i els diferents observadors. Sobre Jacques Viva, vegeu Sommervogel (1890-1900), III, 768.

¹³⁴ Theodore Moretus (Amberes, 1601-Breslau, 1667), jesuïta. Fou professor de matemàtiques a Praga i altres llocs i va publicar obres de filosofia natural i matemàtiques. Vegeu Schuppener (1999), pp.175-176 i ss.

¹³⁵ Riccioli (1651), p.381, el cita com Gerardus Gutiscovius, metge i professor de matemàtiques a Lovaina.

5. En aquest eclipsi (i en molts següents) s'adverteix una variació en els resultats observats de la seva duració; sense que es pugui atribuir açò a la confusió entre l'ombra impura i l'ombra verdadera, ni a un defecte dels instruments, ni als astrònoms que observaven (als qui s'havia convocat i encomanat) sinó que l'ombra de la Terra, que enfosquia la Lluna, és inconstant. En efecte, els raigs del Sol que brillen intensament, en l'atmosfera dissipada que rodeja la Terra, es refracten i debiliten i disminueixen el con o imatge de l'ombra. I ja que la refracció és diferent segons la major o menor densitat de l'atmosfera i per a cada lloc és distinta la temperatura, que varia amb l'altura inconstant de l'atmosfera, màximament quan els astres s'acosten a l'horitzó, per això, en qualsevol lloc la il·luminació de l'aire és diferent; en suma, com el con de l'ombra s'atenueja de diverses maneres, per això la duració de l'eclipsi es presenta diferent per a cada observador, si bé sovint coincideixen en el temps mig (de l'eclipsi).

6. Així, doncs, deduiràs que el diàmetre de la verdadera ombra es determina amb més dificultat i que les taules astronòmiques, quan es desvien un poc en l'observació de la duració, no han de ser rebutjades de seguida; no sempre concorden en l'ombra verdadera i aparent. El mig a Mallorca va tindre lloc a les 14;7^h. Lansbergen dona les (1)3;57^h.¹³⁶ Boulliau les 13;58^h. Wendelinus les 13;46^h. No obstant això, Wendelinus, en les *Taules atlàntiques*, va dir que havia observat el mig en Herck-la-Ville a les 13;52^h, però açò és impossible perquè o tots els observadors elogiats s'equivoquen o Herck-la-Ville està més a l'oest que París i Mallorca; distaria d'Ingolstadt i Bolonya 46 minuts, i tots els resultats serien completament falsos. Ell va deformar l'observació adaptant-la als seus càlculs i aquesta va ser la fortuna del doctíssim Wendelinus quan proclamava que les seves *Taules Atlàntiques* s'ajustaven al cel com un miracle i va causar estupor.¹³⁷

7. Aquest mateix any 1642, el 7 d'octubre vaig observar l'inici verdader d'un eclipsi de Lluna, estant Proció (α Canis minor) en l'orient a una altura de 24;54° del que es dedueix que eren les 14;16^h. La completa foscor es va produir a l'altura de 36;43°, és a dir, a les 15;21^h. L'emersió a l'altura de Rigil (β Orionis) cap a l'ocàs de 40;10°, és a dir, a les 17;2^h i la fi a l'altura de 34;42°, és a dir a les 17;59^h. Pel que el mig va ser a les 16;11^h i la duració de 3;43 hores, amb una detenció d'1;41 hores.

8. A Madrid, D. Andreas Brisuela amb els Pares de la Societat de Jesús van observar l'inici amb una altura de Sirius (α Canis Maior) de 12;36°, és a dir, a les 13;49^h o, com ell mateix em va escriure, el verdader inici a les 13;52^h. A Lleida de Catalunya, Antoine Agarrat (el va observar) a les 14;9^h amb una detenció des de les 15;17^h fins a les 16;51^h.¹³⁸ A Bolonya, el Pare Riccioli va observar tot l'eclipsi des de les 14;55^h fins

¹³⁶ El text diu 3.57 però òbviament vol dir 13; 57.

¹³⁷ Wendelinus (1644). Vegeu en les pàgines 107-109, sobre l'eclipsi citat per Mut de 1642. Wendelinus presenta les seves observacions i dedueix, "Calculus meus Atlanticus", els temps de l'eclipse. Riccioli (1651), p.383 va assenyalar la discrepància entre les observacions y els valors deduïts de les taules. Sobre les pretensions de Wendelinus, vegeu la dedicatòria d'aquesta obra. Vegeu dalt i la nostra introducció sobre aquest autor.

¹³⁸ Antoine Agarrat (Antonius Garretus segons Mut) (1615-), fou, durant algun temps, secretari de Gassendi i un dels millors observadors del grup dels seus col·laboradors a Ais. Fou també professor de matemàtiques. Vegeu Humbert (1936), p.11, nota 1.

a les 18;44^h, la detenció des de les 15;57^h fins a les 17;46^h. A Roma, el Pare Niceronus, l'inici a les 15;1^h i la immersió a les 16;5^h.¹³⁹ A Caracij, a la fi de Carlsstat, a Croàcia, Franciscus Zupus (va observar) la immersió a les 16;17^h.¹⁴⁰ A Milà, D. Curzolanus l'inici a les 14;44^h i la immersió a les 15;47^h.¹⁴¹

9. D'ací i comparant les fases, Mallorca dista en longitud de Madrid 24 minuts. De Lleida 8. De Bolonya 40. De Roma 44. De Carlsstat 56. De Milà 27. Presentant-se el mig a Mallorca a les 16;11^h. Lansbergen dona l'hora 16;11^h, però amb la segona equació del temps per a la Lluna dona les 16;8^h.¹⁴² Boulliau dona les 16;0^h; millor Wendelinus les 16;10^h.

10. L'any 1643, el dia 27 de setembre l'inici de l'eclipsi de la Lluna no se'm va fer patent a causa dels núvols; esvaïdes estes, vaig veure que la part que havia romàs brillant en la màxima foscor estava en el diàmetre d'aquesta mateixa (ombra) amb 16 minuts, faltant per tant 6;30 dígits. Vaig observar la fi amb "l'Àguila brillant" (Altair, α Aquilae) cap a l'ocàs a l'altura de 56;36°, és a dir, en les 8;14^h. Van observar aquest eclipsi, a Bolonya, Riccioli des de les 6;18^h fins a les 8;43^h. A Danzig, Hevelius des de les 6;36^h fins a les 8;58^h amb 6;30 dígits eclipsats. Gutiscovio amb Wendelinus la fi a Anvers a les 8;6^h. A Lovaina a les 8;8^h. A París, Boulliau a les 7;59^h. A Pisa, Renieri a les 8;38^h. A Venècia a les 8;44^h. D'ací el meridià de Mallorca dista d'Anvers 2 minuts. De Lovaina 4. De París 5. De Venècia 40. De Bolonya 39. De Danzig 55.

11. En el càlcul d'aquests eclipsis parcials és sensible la reducció de la Lluna a l'eclíptica, que alguns admeten i altres menyspreen.¹⁴³ Nosaltres ens servim d'ella d'una altra manera; perquè el càlcul sense aquesta reducció mostra la verdadera oposició en la línia CV (Figura 1), però el mig de l'eclipsi està en la distància més curta entre els centres CB. Per la qual cosa en el rectangle CBV es dona l'angle VCB de 5° que és igual a CAB, la màxima latitud de la Lluna. Per tant BV sempre és el doble de la reducció de la Lluna a l'eclíptica; així, doncs, prenc aquesta de les taules, la converteixo en temps i ho afegeixo a l'hora de la verdadera oposició, si la latitud de la Lluna és boreal descendint o meridional ascendint; és a dir, si la Lluna tendeix al node per VK o RK, o si la reducció a l'eclíptica fôra additiva; en cas contrari, llevo; i així resulta el mig aparent. No obstant això, en els eclipsis de Sol el temps de la verdadera conjunció s'ha de calcular des del lloc de la Lluna ja reduït a l'eclíptica; perquè llavors

¹³⁹ Jean François Niceron (París, 1613-Aix, 1646), frare de l'orde dels Mínims, deixeble de Mersenne, va visitar Roma dues vegades. Pioner de l'art anamòrfic escrigué *La perspective curieuse* (París, 1638), el primer llibre publicat sobre el tema. Com en els altres casos, ací la informació sobre les observacions de Niceron la treu Mut de Riccioli.

¹⁴⁰ Franciscus Zupus, citat per Riccioli (1651), T. I, p.383, com a expert en astronomia. Riccioli diu que les dades d'aquest autor les obtingué gràcies a Giovan Battista Zupi (Jo, Baptista Zupus, escrigué Riccioli) de Catanzaro, jesuïta i professor a Nàpols. Sobre aquest autor, vegeu Gatto (1994), p.185 i ss.

¹⁴¹ Dominus Curzolanus, citat així per Riccioli (1651), T. I, p.383.

¹⁴² A les seves *Taules* Lansbergen (1632), p.37, proposa una "secunda remporis aequatio" deduïda de l'observació dels eclipsis. Aquesta consisteix en afegir al temps mitja determinades quantitats, segons la posició de l'eclíptica on té lloc l'eclipsi.

¹⁴³ Com que la Lluna no es mou per l'eclíptica, ans per altra línia o òrbita que té amb ella certa inclinació (latitud) quan està fora dels nodes, per tal de conèixer la seva posició (longitud), cal efectuar a l'eclíptica la reducció a la qual Mut fa referència.

el mig aparent no depèn de la trajectòria verdadera, sinó de l'observada, que en qualsevol moment es desvia cap a la part contrària; encara que aquesta subtilesa, generalment, es desdenya. El mig va tindre lloc a Mallorca, segons les fases de diferents autors va ser a les 6;52^h. Segons Lansbergen a les 6;53^h. Segons Boulliau a les 6;53^h. Segons Wendelinus a les 6;52.

12. Aquest eclipsi, en el que la Lluna estigué prop del perigeu (certament amb una anomalia de 195;57°) i que, segons l'observació d'Hevelius i la nostra, es va eclipsar 6,30 dígits, és molt apropiat per deduir el semidiàmetre de l'ombra. Perquè en el rectangle ABC, donant-se la distància del Sol des del node AC de 8;47° amb l'angle BAC corresponent a una màxima latitud de 5;0° resulta la distància entre els centres al mig de l'eclipsi BC de 0;45,46°. Segons l'observació, van romandre il·luminats 0;16° del diàmetre HE, que resto del semidiàmetre de la Lluna perigea 0;16,53°. Queda BE de 0;0,53°. Afegeixo això a la distància BC entre els centres, igual a 0;45,56 minuts i l'agregat és el semidiàmetre de l'ombra perigea CE de 0;46,49°. Estava llavors el Sol a la meitat de distància de la Terra.

13. L'any 1645, el dia 10 de febrer l'inici de l'eclipsi no se'm va fer visible per causa dels núvols; però després, aclarit el cel i estant Proció (α Canis minor) a una altura de 42;29°, certament a les 7;12^h (quan vaig estimar el mig de l'eclipsi a partir de les fases anteriors i subsegüents), vaig observar quasi 9;30 dígits eclipsats. Vaig apreciar la verdadera fi, amb Proció cap a l'orient, amb una altura de 53;45° a les 8.43^h.

14. Van observar aquest eclipsi, a París, Gassendi i Boulliau des de l'hora 5;33^h fins a les 8;40^h amb 9;30 dígits enfosquits. A Frankfurt junt al Moenum, Juan Caramuel des de les 6;1^h fins a les 9;3^h amb 10;15 dígits. A Herck-la-Ville, Wendelinus des de les 5;47^h fins a les 8;49^h amb 9;30 dígits. A Anvers, Gutiscovius només la fi a les 8;45^h. A Pisa, Renieri a les 9;17^h. D'ací Mallorca (dista) de París 6 minuts.¹⁴⁴ De Frankfurt 20'. D'Anvers 2'. De Pisa 34'. En feiç acord tots, a partir d'una única fase.

15. El mig d'aquest eclipsi a París va ser a les 7;6^h. Segons Lansbergen a les 7;3^h per al mateix lloc. Segons Wendelinus, com ell mateix havia escrit a Gassendi, a les 6;50^h.¹⁴⁵ Segons Boulliau a les 6;58^h. Vam tindre quasi 9;30 dígits eclipsats. Gassendi i Hevelius també van obtindre 9;30 dígits. Caramuel 10;15. A qui, doncs, s'ha de creure? Sens dubte a tots: com en efecte consta, segons el que s'ha dit anteriorment el con de l'ombra a prop de l'atmosfera en qualsevol lloc atenua la seva constitució, per tant, per a cada un (apareix) un aspecte diferent de les fases. Per la qual cosa les observacions estaran sempre en desacord en estes coses, i sempre vacil·larà l'astronomia a causa de la inconstància de les causes físiques, que millor és reconèixer, que condemnar als habilitíssims observadors.

16. Però per què, a més, les duracions dalt expressades d'aquest i de la majoria de tots els eclipsis lunars resulten més curtes? Per a Wendelinus i Caramuel la duració va

¹⁴⁴ De París haurien de ser 3 minuts.

¹⁴⁵ Carta de Wendelinus a Gassendi, Brussel·les, 25 de Novembre de 1645; vegeu Gassendi (1648), vol. VI, Correspondència, pp.493-497. Wendelinus li va enviar a Gassendi totes les seves observacions i càlculs de l'eclipsi.

ser de 3;2 hores. Cap de les altres observacions va sobrepassar les 3;8 hores¹⁴⁶ i (no obstant això) de les *Rudolphines* es dedueixen 3;28 hores, de les *Prutèniques* 3;13, de les de Tycho 3;21, de Lansbergen 3;18, de Boulliau 3;16. Diràs que aquest excés es corregeix si acurtem l'ombra de la Terra CE (Figura I) perquè la Lluna recorri el camí més breument. Però aquest alleugeriment s'oposa als eclipsis parcials; perquè si disminueix l'ombra, no obstant això, els dígitos enfosquits arriben a ser menors en contra de les observacions. Per tant, de totes parts i per totes bandes, la mar.

17. Potser, la primera causa de la menor duració en l'observació prové de l'ús del telescopi, perquè dilueix massa l'aparença de la Lluna i a més retarda l'inici de l'eclipsi i n'avança la fi; per la qual cosa un telescopi amb gran definició (que doni imatges molt nítides) és més un perill que una ajuda. Potser, a més, el moviment de la Lluna és més ràpid en els eclipsis (tant en els lunars com en els Solars) com va estimar, amb Longomontano, Kepler en *Rudolphines*, capítol 31, precepte 147 i en l'(*Epítom*) a l'*As-tronomia copernicana*, foli 867, als que segueix Wendelinus.¹⁴⁷ Afegiré també que potser aquesta aparent acceleració del moviment de la Lluna provenia amb freqüència de la intensitat lluminosa de la mateixa Lluna; en efecte, la llum (que és imbuïda) quan és envaïda per l'ombra, lluita, i allunya l'inici de l'obscuriment;¹⁴⁸ per aquesta mateixa causa abans del final flueix més de pressa, venç i llisca; de tot això sorgeix una menor duració.

18. Aquest mateix any 1645, el dia 21 d'agost vaig observar l'inici d'un eclipsi de Sol estant aquest a una altura de 57;38° o a l'hora matutina 10;43^h, i la fi a una altura de 62;20° 6 cap a l'ocàs, és a dir, a les 0;12^h. Però aquesta hora és perillosa per l'altura del Sol en el meridià.¹⁴⁹ A Danzig de Porússia¹⁵⁰ va observar l'eclipsi I. Hevelius des de les 11;28^h fins a la 1;53^h i 7;45 dígitos enfosquits a les 0.42^h. A Stettin Eichstadio des de les 11;8^h fins a la 1;24^h i a les 0;16^h amb 7.30 dígitos. A Bolonya, Riccioli des de les 11;15^h fins a la 1;47^h amb 4;30 dígitos. A París, Gassendi des de les 10;4^h fins a les 12;7^h amb 4;40 dígitos. Mostren el càlcul d'aquest eclipsi Boulliau, a París, en les *Taules*, foli 460 i a partir de Lansbergen Montebruni, a Bolonya, en les *Efemèrides*.¹⁵¹ Tots (els càlculs) responen prou exactament al que s'observa.

¹⁴⁶ Hauria de dir 3;07 hores.

¹⁴⁷ Vegeu Longomontanus (1622), part segona, llibre 1, pp.160 y ss., (i pp.106 y ss., teoria de la Lluna) sobre els eclipsis de Lluna. Al Praeceptum 147, p.99, de les *Taules Rudolphines* Kepler es refereix a la variació del moviment de la Lluna assenyalat per Longomontanus, i afegeix: "Qua de causa reliquenda etiam fuit Tychoni sua Variationis quantitas in conformando hoc horario, qui per demonstrativam, in Apogeo, 10" sec in Perigaeo 14" secundis fieret auctior".

¹⁴⁸ El text diu "initium observationis", però aquesta errada la va corregir el mateix Mut al final. Vegeu "Errata graviora".

¹⁴⁹ Es a dir, el Sol està justament en el meridià.

¹⁵⁰ Danzig, o Gdansk, Prússia Polaca a l'època. Mut diu Prorussiae.

¹⁵¹ Vegeu Boulliau (1645), p. 460, sobre aquest eclipsi i Montebruni, p.124. Francisco Montebruni va elaborar unes efemèrides calculades a partir de les *Taules* de Lansbergen pels anys 1645-1660: *Ephemerides Novissimae Motuum Coelestium... ad longitudinem Inclitae Urbis Bononiae ab anno 1640 ad annum 1645. Ex Philippi Lansbergi...*, Bononiae, I.B. Ferroni, 1640. A aquest següen altres volums. Montebruni, "patrici genovès" es citat per Riccioli (1651) com amic seu i figura al Chronicon, p. XXXIV. Va morir a Venècia el 1649.

20.¹⁵² D'ací és oportú deduir la paral·laxi de la Lluna des del Sol en la distància mitjana o en l'anomalia de quasi 259°. Sigui exemple l'observació de l'expertíssim Hevelius.¹⁵³ Era, doncs, la suma dels semidiàmetres (de la meua Taula) 0;31,42°. Llevo 0;20,25 que falten, és a dir, 7;45 dígits de la foscor observada: resto la distància entre els centres de 0;11,17°, és a dir, una latitud visible de 0;11.0°, que, llevada de la latitud de la Lluna de 0;48,40° deixa una paral·laxi de latitud de la Lluna des del Sol de 0;37,40°. Cap a les 0;42^h a Danzig l'angle de l'eclíptica amb l'horitzó era de 48;5°, per tant la paral·laxi horitzontal de la Lluna des del Sol en aquell lloc o a la meitat de la distància a la Terra era de 0;56,30 minuts. La nostra Taula ho amplia (per a eixa anomalia) a 0;56,40°. Vaig fer el càlcul de la paral·laxi segons el problema de Kepler, a les *Taules Rudolphines*, capítol 28 i a l'*Epítom a l'Astronomia copernicana*, foli 884, que perfecciona prou el mètode, com coincideixen els més moderns.¹⁵⁴

21. Guarda't per tant de Boulliau i Renieri que usen aquest problema de Kepler i després d'aconseguida l'altura del nonagèsim, la busquen, no en l'eclíptica, sinó en l'òrbita de la Lluna;¹⁵⁵ però amb major error; perquè la mateixa vertical no pot tallar l'eclíptica i l'òrbita al mateix temps en angles rectes, ni tan sols quan el Node estigui en l'ascendent. D'altra banda, el Node, estant en el nonagèsim de l'eclíptica, no està allunyat un quadrant de l'orient. Després en la mateixa altura nonagèsima de l'òrbita, les paral·laxis de latitud en les restants parts d'aquesta òrbita són iguals, aplicat aquest mateix teorema, la qual cosa és bastant falsa, ja que busquem la paral·laxi, no des de l'òrbita, sinó cap a l'eclíptica. No obstant això, mentre més busquen la precisió, més s'allunyen d'ella. És evident en aquest eclipsi, el càlcul del qual va fer el mateix Boulliau en el foli 460 de les seves *Taules*.

22. En efecte, a París a les 10;9^h (Boulliau) va observar una altura del nonagèsim de 61;56° i fou la paral·laxi, segons Kepler, de 0;26,29°. Admet, no obstant això, l'altura del nonagèsim en l'òrbita en 59;51°, d'on resultarà una paral·laxi de 0;28,15°. Però la verdadera és de 0;25,55° perquè quan la latitud de la Lluna és septentrional, quan major és l'altura, menor és la paral·laxi de latitud. Per tant, el mètode de Kepler és el més adequat, i l'equació usada per Boulliau i Renieri ben sovint té un error major.

23. L'any 1646, el dia 27 de juny, al voltant de mitjanit, vaig observar la Lluna plena i apogea en el meridià, amb una altura observada de 28;27°. La declinació austral seria de 21;9,30°, que restada de l'altura de l'equador, deixa una altura verdadera de 29;15,30°; va ser observada a 28;27°, és a dir, que la paral·laxi (d'altura) seria de 0;48,30° i l'horitzontal de 0;55,8°. Segons altres taules resultava ser de 0;54,10° amb la distància des de la Terra de 63;28 semidiàmetres. Vaig presentar aquesta observació

¹⁵² No hi ha paràgraf 19.

¹⁵³ A la carta del 7 de setembre de 1645, de Hevelius a Gasendi (1658), vol.VI, p.490, Hevelius li comunica les seves observacions de l'eclipsi, i les d'altres autors.

¹⁵⁴ El cap. 28, p.92, de les *Taules Rudolphines* està dedicat a la paral·laxi de la Lluna. A l'*Epítom* Kepler (1618-22), p.884, explica la paral·laxi de longitud i latitud i la manera de calcular-los a partir de la paral·laxi d'altura.

¹⁵⁵ Per grau nonagèsim de l'eclíptica s'entén aquell que dista 90° del punt de l'eclíptica que talla l'horitzó. El cercle vertical passa pel grau nonagèsim i l'astre que es troba en aquesta vertical no té paral·laxi de longitud. Vegeu Renieri, p.286.

en *Sobre el Sol alfonsí* restituir;¹⁵⁶ després Riccioli en l'*Almagestum Novum*, Volum I, foli 225, va escriure que eixa mateixa nit havia observat l'altura de la Lluna i va deduir la paral·laxi horitzontal d'aquesta en 0; 53, 35° minuts; però per a les longituds, quines taules del moviment de la Lluna seguirem? I quina declinació del zodíac? L'obliquïtat precisa de l'eclíptica depèn de la paral·laxi del Sol, com poden raonar els astrònoms; no certament ser determinada amb antelació.

25.[sic, és el 24] I certament no et sorprenguis que no s'apliqui la refracció en l'altura observada.¹⁵⁷ En efecte en aquest horitzó mallorquí (com en una altra part vaig advertir), ben sovint vaig observar que les estrelles fixes prop d'una altura de 15° patien una refracció menor que la que mostrava la *Taula* de Tycho; de la discrepància de la qual intento argumentar que quasi cap refracció és obstacle per a la Lluna en aquella altura de 28;27°. Perquè estos llocs hispànics són més càlids que els boreals i els vapors del mar són més humits que els de la Terra; d'on com més humit, més pesats i menys s'eleven i, com són més càlids, més s'atenuen; amb menor densitat, la refracció resulta menor.

25. Entenc que aquestes refraccions són més xicotetes regularment amb temps seré i estable; perquè sovint les vaig observar sensiblement desordenades cada dos o tres dies abans i després de la pluja i els vents. A més abundància, els núvols, passant d'una manera urgent baix i damunt del Sol, ens van conduir a una altura meridiana d'aquest, vacil·lant moltes vegades. Així, doncs, s'enganyen els qui opinen que hi ha una llei certa per la que les refraccions estan determinades a tot arreu; perquè és cert que en cada regió la constitució de l'aire és distinta i diàriament (és) distinta l'atmosfera, tot això fa la refracció sempre inconstant; ja que d'una causa necessària, a saber, la desigual densitat de l'aire, resulta necessàriament la desigualtat de les refraccions. A favor d'aquestes coses escriu amplament Maignan en *Perspectiva Horaria* en la proposició 25. Varenius en la seva *Geografia*, llibre I, capítol 19, el Pare Zucchi en la seva *Filosofia òptica*, Part I, capítol , secció 2.¹⁵⁸

26. En contra de les anteriors consideracions i de les observacions tychòniques, alguns opinen que les refraccions de les fixes no sols són les mateixes que les del Sol i de la Lluna; sinó que també ascendeixen fins al vèrtex i no acaben abans. Però com

¹⁵⁶ Vegeu el paràgraf 64 de l'*Epístola sobre el Sol alfonsí*.

¹⁵⁷ Sobre el tema de la refracció, vegeu la nostra introducció.

¹⁵⁸ Emmanuel Maignan (Tolosa, 1600-Tolosa, 1676) fou membre l'orde dels Mínims. Va ensenyar a Roma. El seu *Cursus Philosophicus* (1652) va tenir molta difusió. Els "novators" espanyols, como ara Tosca, l'estudiaren amb interès pel seu eclecticisme i acceptació de molts aspectes de les noves corrents filosòfiques i científiques. Vegeu Ceñal (1952). El llibre que cita Mut és la *Perspectiva horaria sive de Horographia gnomonica tum theoretica tum practica liber quattuor*, Roma, 1648. Es un tractat de rellotges solars i d'òptica que inclou la construcció de telescopis. Bernhard Varenius (Hitzacher, Hannover, 1622-Amsterdam, 1650), autor d'una *Geographia generalis* (1650) de gran importància històrica puix que es considera una de les contribucions més destacades a la constitució de la geografia com a ciència moderna. Va distingir entre geografia general i especial o regional. Vegeu Varenio (1974). Nicolò Zucchi (Parma, 1596-Roma, 1670), era jesuïta i fou professor de matemàtiques al Col·legi Romà. Investigà en òptica i fou autor d'un dels primers telescopis reflectors. Li va regalar un telescopi a Kepler. Va escriure una *Optica philosophia experimentis et rationis a fundamentis constituta*, 2 vols., Lió, 1652-1656. Vegeu Sommervogel (1890-1900), vol. VIII, pp.1526-1530 i BEA, p.1268, sobre Zucchi.

que no es recolzen en les observacions, filosofen malament. Perquè, en primer lloc, quant major és la distància de les fixes, és menor la inclinació del raig respecte de la superfície de l'atmosfera, de la qual cosa resulta necessàriament una menor refracció de les fixes; i encara menor si la llum d'elles és menys intensa.

27. Quant al fet que les refraccions no siguin prou sensibles fins al vèrtex, sinó que acaben a una menor altura, es prova a partir de la seva ràpida disminució i és evident per les observacions, perquè amb tota certesa pot haver-hi refraccions de les estrelles fixes, perquè no es confonen amb la paral·laxi. Si, amb tot, (les refraccions) ascendissin fins al vèrtex, a una altura de 20° la refracció de les fixes seria almenys de 3 minuts necessàriament, com els novators suposen. Però Tycho per la seva banda no troba ni tres minuts ni segons en aquesta altura. Pel que en l'opinió que eleva les refraccions fins al vèrtex s'ha de dir que els instruments de Tycho no arribaven a l'exactitud de tres minuts, per això tots els llocs de les estrelles fixes del catàleg de Tycho estaven afectats d'error.

28. L'any 1647 el dia 20 de gener vaig observar la densa penombra de la Lluna estant Proció (α Canis minor) junt a l'orient, a 37;30° d'altura, certament a les 8;12^h, però el verdader inici de l'eclipsi va tindre lloc a l'altura d'aquell de 39;10°, és a dir, a les 8;16^h. En el mig van romandre quasi 20 minuts il·luminats del diàmetre de la Lluna o 5 dígits enfosquits. La fi va ser quan Capella (La Cabra) (α Aurigae (El Cotxer)) estava a 68;28° d'altura cap a l'ocàs, o a les 10;31^h. Tota la penombra es va dissoldre després de 8 minuts. Per tant el mig va ser a les 9;24^h. Lansbergen dona les 9;17^h. Boulliau les 9;19. Wendelinus les 9;22.

29. A Danzig, I. Hevelius va observar la màxima foscor a les 9;17^h i la penombra a les 9;12. El verdader eclipsi des de les 9;19^h fins a les 11;27^h amb, exactament, 5 dígits enfosquits, segons les taques; de nou la penombra fins a les 11;30^h i *fucum* (púrpura) fins a les 11;39^h. A Esmirna, Jònia, Ismael Boulliau (el va observar) des de les 9;54^h fins a les 12;7 amb 5 dígits. A París Gassendi des de les 8;8^h fins a les 10;17 amb quasi 5 dígits. Per tant, del meridià de Mallorca al de París hi ha 7 minuts. Des del d'Esmirna 1;37 hores. Des de Danzig 1;0 hora.

30. Com que realment la Lluna estava quasi en el mateix perigeu amb una latitud boreal de 0;49,46°, si llevo quasi 0;3,0°, amb els que més enllà del semidiàmetre va brillar, segons totes les observacions, queda el semidiàmetre de l'ombra perigea amb 0;46,46°. Segons la Taula, ja que el Sol era encara perigeu, són 0;46,36 minuts. Els 0;39,40 minuts per a la incidència, segons el moviment horari lansbergià, donen una duració de l'eclipsi de 2;18 hores, però amb el moviment keplerià (que és més veloç) 2;12 hores. Per tant, la duració en els eclipsis de la Lluna, estimada segons el moviment horari de Lansbergen està d'acord amb les observacions fetes amb el telescopi ordinari de 6 a 8 pams. I, calculat segons el moviment keplerià, es conforme amb (els resultats d') els que observen amb un telescopi molt precís i més llarg, com del que sabem que es va servir Hevelius.

31. L'any 1648 vaig ajustar un telescopi a l'instrument, en el qual les taques Solars es perceben en una habitació fosca; i el vaig fixar de manera constant al Meridià en els dies al voltant del Solstici; de tal manera que la pantalla, col·locada davant dels rajos del Sol ortogonalment i a la distància deguda, presentés una visió clara (adaptant

els anells de les lents perfectament, de manera que la imatge enviada per la lent convexa no fos major que la projectada per la còncava). Totalment immòbil l'instrument, a mesura que l'altura meridiana del Sol en dies successius anava disminuint, jo anotava quant s'elevava la imatge brillant (del Sol), quan l'ombra de la plomada coincidía amb el diàmetre de la pantalla vertical.¹⁵⁹

32. Així, doncs, entre els dies 11 i 20 de juliol el Sol va ascendir en el diàmetre de la pantalla 2395 parts, de les quals el diàmetre de la imatge lluminosa, llavors de l'apogeu (Solar), era 4000. La diferència de la declinació del Sol entre els dits dies va ser de 0;18,46°. Per tant, com 2.395 partícules és a 0;18,46°, així 4.000 és a 0;31,21° per al diàmetre del Sol en l'apogeu. De la mateixa manera, entre els dies 21 i 30 va descendir 2338 parts. Entre els dies 3 i 7 de juliol 3.004 i donada la diferència de declinacions resulta per al diàmetre 0;31,18°. Adverteixo que vaig corregir un poc la imatge a causa de la refracció que dilatava les parts més extremes del limbe. Vaig comprovar aquestes observacions en els següents anys en cada Solstici. En el perigeu Solar sempre hi havia 4.184 parts, és a dir un diàmetre de 0;32,46°.

33. Mentre la imatge del Sol en l'Apogeu comprenia 4.000 (partícules) la imatge de la Lluna (en l'apogeu en els plenilunis) sempre va ser de 3.791 parts i la perigea de 4.239 parts. D'on en els plenilunis la Lluna apogea és de 0;29,40° i la perigea de 0;33,10°. Però més sovint de 0;33,40°. S'infereix que la diferència del diàmetre del Sol entre el perigeu i l'apogeu és només de 0;1,28°, i en la Lluna de quasi 0;4°, però ja que els instruments poden errar en quantitats tan petites, vaig indicar les observacions dels eclipsis, que han de ser considerades, a penes en desacord amb aquestos resultats en la Taula que utilitzem.

34. L'any 1649, el dia 25 de maig a les 13;8^h una penombra molt fosca va envair la Lluna. El verdader inici de l'eclipsi fou a les 13;16^h estant Artur (α Bootis (Bover)) a 42;10° d'altura; en aquest mateix eclipsi, a l'inici una fosca ombra impura s'estenia fins a la meitat del disc de la Lluna; quan es van eclipsar 2 dígit, de sobte va aparèixer tota la part restant neta i molt nítida. Tal vegada l'ombra, disputant amb la llum, s'oposava a l'ingrés amb la reflexió i després, ja immersa, va subsistir. Marcada per un fum molt dens i una penombra que va durar 8 minuts, un cabdell insòlit de vapors i una bena estaven units a la Lluna; a causa d'aquesta fugida, alguns astrònoms corregeixen les observacions quan convé a les seves taules.

35. A Esmirna (en el mar Egeu d'Àsia Menor), I. Faber, segons Gassendi, va observar el verdader inici a les 14;50^h i la immersió a les 15;50^h.¹⁶⁰ D'aquest i un altre eclipsi anterior es va obtenir la diferència dels meridians de Mallorca i Esmirna d'1;38 hores. Per això les cartes corogràfica i hidrogràfiques del mar Mediterrani han de corregir-se i les longituds reduïdes; com ho havien proclamat Snell, Wendelinus i Gassendi, a partir d'altres observacions. Se m'han queixat ben sovint alguns mestres nàutics de què des de Sardenya fins a Alexandria (anant i tornant) sempre s'ha de navegar cap al costat esquerre, si volen guiar-se per la carta marítima; aquesta desviació

¹⁵⁹ Es tracta del dispositiu descrit a l'*Epístola sobre el Sol alfoní*.

¹⁶⁰ Vegeu Gassendi(1658), vol. IV, p.466, on cita I. Faber.

es demostra provinent de distàncies en excés allargades en la carta, però d'aquestes coses (parlaré) després en el capítol 3.

36. L'any 1649, el dia 4 de novembre va haver-hi un inici d'eclipsi de Sol estant aquest a una altura de $31;22^\circ$, o a les $1;23^h$. A més, es van eclipsar 830 parts d'aquesta mateixa imatge preses pel telescopi (la imatge de l'apogeu és de 4.000 d'estes parts) a una altura (del Sol) de $29;56^\circ$ o a les $1;41^h$. L'enfosquiment màxim de 1163 parts va començar als $27;47^\circ$ d'altura, és a dir, a les $2;3^h$. De nou es van eclipsar 830 d'eixes mateixes parts a una altura de $23;23^\circ$ o a les $2;40^h$. La fi (va ser) a una altura de $20;21^\circ$, certament a les $3;2^h$ i l'enfosquiment màxim va ser de $0;9,26^\circ$, dels $0;32,28^\circ$ que té el diàmetre del Sol, o de $3;30$ dígits. Examinat el Sol amb el telescopi proveït d'un vidre roig (i amb les fases (de l'eclipsi) projectades en la pantalla) manifestament la Lluna es mostrava major que el Sol. El màxim enfosquiment que es va produir a les $2;4^h$ va ser pel mateix quadrant, encara que desviant-se la trajectòria; però segons les fases la meitat (de l'eclipsi) va ser a les $2;11^h$. Lansbergen dona $2;12^h$ (entén amb la segona igualació del temps, com ell mateix va anticipar), Boulliau les $2;22^h$, Wendelinus la $1;58^h$.

37. Com, no obstant això, la Lluna era quasi perigea, si de la suma de $0;33,6^\circ$ dels semidiàmetres llevo $0;9,26^\circ$ del Sol, enfosquits per a mi en la meitat de l'eclipsi, quedarà una distància dels centres de $0;23,40^\circ$ i llevats estos de la latitud de la Lluna de $1;17,0^\circ$ queda una paral·laxi de latitud de la Lluna des del Sol de $0;53,20^\circ$ a aquella hora: per consegüent la paral·laxi horitzontal de la Lluna perigea des del Sol és de $0;60,40^\circ$. La nostra taula dona $0;60,23^\circ$. I. Hevelius a Danzig va observar aquest eclipsi des de les $2;28^h$ fins a les $4;1^h$ amb $5;45$ dígits enfosquits.

38. El mateix any 1649, el dia 19 de novembre va començar l'augment de l'ombra de la Lluna estant Saturn cap a l'ocàs a una altura de $0;52,8^\circ$, o a les $4;57^h$ del matí. Amb el telescopi el verdader inici de l'eclipsi va tindre lloc estant brillant "Capella" (La Cabra) (α Aurigae (El Cotxer)) a una altura de $0;46,53^\circ$ cap a l'ocàs, és a dir a les $5;10^h$. El cel es va cobrir d'una boira molt tènue, i bufava suau el Notus. El limbe de la Lluna, ja desfet, va romandre sense augment de la foscor fins que, de sobte, va aparèixer faltant (o debilitat en) $1;30$ dígits. I de nou va lliscar cap a la llum que lluitava amb l'ombra, condensada en el marge de la Lluna, finalment amb sobtat fluir, com una ona cap a la vora, com (jo) sospitava en el número 17, i per la causa del qual les duracions s'observen més breus. Els restants núvols s'havien allunyat.

39. A Bolonya Riccioli, segons les cartes que em va escriure, va observar la total foscor a les $6;46^h$. El verdader inici el va observar Gassendi a Digne a les $5;18^h$, Galterus en Ais de Provença a les $5;17$, a París, J. Bocharto a les $5;3^h$, a Panamà a les Índies Occidentals davall una latitud de 9° a les $11;0^h$ del dia anterior.¹⁶¹ Per tant de Mallorca a Digne hi ha 8 minuts, a Ais 7. A París 7. A Panamà $6;10$ hores.¹⁶² La duració de l'ombra abans de l'inici verdader va ser a París de 14 minuts. Per a mi de 13. A Ais de Provença de 6. Potser aquesta diversitat va ser a causa de l'atmosfera, dels telescopis, o de tot al mateix temps?

¹⁶¹ Gassendi (1658), vol. IV, pp. 465-466 cita a Honoratus Galterius i a Joannes Bocharto.

¹⁶² La informació de Panamà procedeix de Riccioli.

40. L'any 1650, el dia 15 de maig la Lluna va ascendir eclipsada. En la màxima foscor la part que va romandre il·luminada va ser de 10 minuts. La fi va ser a les 9;32^h, amb el “cor de Lleó” (Regulus, α Leonis) cap a l'ocàs a una altura de 0;40,29°. Llevo 10 minuts que falten del semidiàmetre de la Lluna i la resta de 6;52 minuts l'afegeixo a la latitud de la Lluna des de l'òrbita de 0;40,10°, i seria el semidiàmetre de l'Ombra, llavors quasi perigea, de 0;47,2, cosa que també ho dona la Taula.

41. En aquest mateix any, vaig ser instat pel meu doctíssim amic Riccioli perquè m'ocupés de la dicotomia de la Lluna, de la que s'opinava, pel problema d'Aristarc, que es deduïa la paral·laxi del Sol en 28 segons perquè s'havia observat la Lluna en la quadratura o dividida en dos, distant del Sol 89;30°. Li vaig respondre amb alguns dubtes; després el mateix Riccioli, en l'apèndix al volum I, va intentar dissoldre aquestos dubtes, admetent altres cauteles.¹⁶³ Wendelinus i Van Langren ja havien allunyat el Sol de la Terra quasi 14.000 semidiàmetres. No obstant això, Tycho, Reinhold, Albategnius, Copèrnic, Bettini i Kircher estableixen la digressió de la Lluna dicòtoma des del Sol en 87° i després la paral·laxi en 3 minuts. Presento ara el que havia observat durant molts anys.

42. La Lluna, contemplada al voltant del nonagèsim en la primera quadratura i amb els ulls nus encara pareix còncava, cosa que també Kepler havia constatat en la *Part òptica de l'astronomia*, foli 237.¹⁶⁴ Però, certament, amb un magnífic telescopi, cinc hores abans de la quadratura, en les parts intermèdies ja es mostrava dicòtoma o partida en dos: no obstant això, en la cúspide inferior encara apareix còncava; de manera que la verdadera bisecció del disc complet no es determina fins al temps de la quadratura completada. En eixes 5 hores la fase de les taques mai no es presenta igual del tot; perquè a vegades la quasi pedregosa línia recta presenta una cavitat i altres vegades sobreixen unes i altres roques. Inconstant, s'acreeix aquesta diversitat de l'aspecte amb la libració del cos lunar; afegeixo les causes òptiques de la llum que flueix fins a les cúspides: sospesa que no és vist des de la Terra sinó menys (i al Sol més) de la meitat del cos lunar; per consegüent, la línia dicòtoma no passa pel centre de la Lluna.

43. D'ací no conclous res cert. Perquè si esperes una bisecció total, la contemplaràs quasi després de la quadratura; i així l'angle desapareix i s'arruïna el problema. Si observes la dicotomia en les parts intermèdies, hi ha en la digressió des del Sol quasi 86° i per tant la paral·laxi horitzontal del Sol és de quasi 4 minuts. Eixes coses en algun temps pensava que podien defensar-se en la teoria del Sol alfonsí, la màxima equació de l'orbe de la qual és de 2;10°. (Aquesta teoria) s'ajusta amb molta exactitud a les observacions de Tycho, si s'aplica una paral·laxi del Sol de 0;4,35° amb una obliqüitat del Zodíac de 0;23,32°, màximament perquè per al càlcul dels eclipsis, les observacions requereixen unes prostafèresis del Sol pròximes a les alfonsines; o almenys un poc majors que les de Tycho; d'estes coses (parlaré) després.

¹⁶³ Vegeu Riccioli (1651), Volum I, Appendix ad partem I, pp.731 i ss.: “Anno 1650. Cum per litteras rogassent D.Vincentium Mutum ut intenderet in dichotomiam Lunarem...” Sobre el tema de la dicotomia lunar, vegeu la introducció.

¹⁶⁴ Kepler (1604), p.237: “Anno 1602, die 11.21 Decembris vesperi, cum non respexissem ad horam quadraturae Lunae: videbatur mihi Luna adhuc cava, hora dimidia sexta post meridiem.”

44. Però ara ni rebutjo ni tenaçment acull estes paradoxes de la paral·laxi, tan recolzades per uns i tan atacades per altres; no obstant això, no es recolzen en cap fonament sòlid; perquè com la paral·laxi i la refracció s'exclouen mútuament, no es pot distingir amb instruments abans que el Sol se submergeixi en una de les dues.¹⁶⁵ En relació amb açò alguns nous desconexedors de l'astronomia provoquen rialla, corregeixen a voluntat les paral·laxis de Tycho i sense a penes canviar les refraccions, publiquen noves taules del Sol. Que afegeixen el moviment de la Lluna per al càlcul dels eclipsis o de Mart acrònic i observaran totes les coses que treballen en Caribdis.¹⁶⁶

45. Ocasionalment, no obstant això, examinem els eclipsis per aquesta via, la més fàcil de totes. En la figura 2 seria el semidiàmetre del Sol AB, de la Terra CD, de l'Ombra EF i estigui l'observador en la superfície de la Terra D. L'agregat dels semidiàmetres aparents del Sol i l'Ombra, a saber dels angles ADB i EDF és igual a l'agregat de les paral·laxis del Sol i de la Lluna, és a dir, dels angles CAD i CED, perquè el complement de l'angle ADE és igual als restants angles mencionats. Ara, el semidiàmetre aparent del Sol apogeu ADB fàcilment dona 0;15,40° minuts, per tant la paral·laxi de la Lluna perigea CED és de quasi 0;63° segons la comuna sentència de Ptolemeu, Tycho, Longomontanus, Lansbergen i Riccioli. Perquè, si l'ombra perigea EDF està establida en 0;47,50° minuts, donarà un paral·laxi del Sol de 0;0,30°, que assumeixen alguns més recents. Si aquella ombra fóra establida amb Copèrnic i Kepler en 0;49,45°, la paral·laxi del Sol seria de 0;2,25°. Fins ací aquesta via és molt sinuosa a causa de la variabilitat de l'ombra.

46. Així, com que a partir dels eclipsis, la dicotomia lunar i les observacions realitzades amb tota la precisió possible no concloem res, uso mentrestant la paral·laxi del Sol a mitjana distància de 0;2,30°, a la qual cosa s'adhereix tota l'antiga astronomia; així no estem obligats a corregir les estrelles tychòniques. Objectaràs que segons la nostra Taula l'agregat de les paral·laxis del Sol i de la Lluna apogea és de 0;57,10°; d'això llevo el semidiàmetre del Sol de 0;15,40° i queda per a l'ombra 0;41,30°. Per què doncs establim el semidiàmetre de l'ombra apogea en 0;39,00°? Responc.

47. Una és la verdadera ombra; una altra l'aparent; aquella és certament de 0;41,30°, però perquè el con de l'ombra, afonat molt lluny de la Terra, contínuament es debilita i s'esvaeix per la refracció i per causes físiques, que vam exposar en el núm. 5, per això en la taula posem una ombra aparent de 0;39,0° que correspon al càlcul dels eclipsis; ja que no deixem de filosofar sobre les aparents. Per tant, el semidiàmetre de l'ombra verdadera és truncat òpticament en 0;2,30°. Així Lansbergen adopta com agregat de les paral·laxis del Sol i l'ombra perigea la xifra de 0;65,57° i, deduït el semidiàmetre del Sol de 0;16,47°, deuria, segons allò que s'ha demostrat, establir l'ombra perigea en 0;49° i, no obstant això, l'estableix en 0;46,19° aparents, segons indica.

48. Respecte a la paral·laxi màxima del Sol, és a dir respecte a la distància mínima des de la Terra, s'oposa que la paral·laxi de Mart deuria, a vegades, ser de 0;9°, la qual

¹⁶⁵ Vegeu la introducció sobre la qüestió de la mesura de la paral·laxi i la refracció.

¹⁶⁶ Segons la mitologia grega, monstre que, juntament amb *Escil·la*, impedia el pas en un estret travessat per Ulisses, identificat posteriorment amb l'estret de Messina, entre Sicília i Itàlia. Mut vol dir que treballen enfrontant molts perills.

cosa pareix excessiva; però aquest argument és mera petició de principi; en efecte, és molt fals que la distància de Mart a la Terra es pugui deduir de les teories: d'aquestes coses, després a la fi del capítol 2.

49. L'any 1652, el dia 8 d'abril, a Madrid, vaig observar l'inici d'un eclipsi de Sol, estant aquest a 0;36,27° d'altura, o sigui a les 8;30^h del matí. La fi a una altura de 0;54,54°, és a dir, a les 11;12^h. La màxima foscor va ser de 9;10 dígits. A París van observar l'eclipsi Boulliau, Agarrat, Morin i P. Bourdin des de les 9;30^h fins a les 11;51^h amb 10;15 dígits.¹⁶⁷ A Digne, Gassendi des de les 9;43^h fins a les 11;58^h amb 9;24 dígits. A Ais de Provença, Galterus des de les 9;42^h fins a les 12;18^h. A Danzig, I. Hevelius des de les 11;4^h fins a les 1;19^h.¹⁶⁸

50. Per a esbrinar les diferències entre els meridians, Kepler opina, en les *Taules Rudolphines*, capítols, 16 i 32, que els eclipsis de Sol serien més adequats; segons el seu mètode, aplicat a aquest eclipsi, resulta que el meridià de Madrid¹⁶⁹ dista de París 18 minuts, de Digne 34. De Danzig 1;24 hores. Riccioli impugna aquesta pràctica, considerant que en ella es pressuposa coneguda la diferència dels meridians.¹⁷⁰ No obstant això, Kepler es cuida d'açò corregint en la mateixa operació els llocs veritables dels astres. Però nosaltres objectem: quin moviment horari de la Lluna aplicarem per a calcular les diferències de temps? Potser el lansbergià? O el keplerià? Perquè estan molt en desacord entre si fora de la Lluna apogea. Per tant la solució serà òptima quan les paral·laxis de longitud difereixin poc en l'un i l'altre meridià.

51. Ja que en aquest eclipsi de Sol s'ocultaren 0;24,0°, la distància dels centres va ser de 0;8,32°, que, llevats dels 0;46,26° de latitud, resulta una paral·laxi de latitud de 0;37,54°. D'on la paral·laxi horitzontal de la Lluna des del Sol (en l'anomalia d'aquell de 222°) és de 0;59,30 minuts. La taula dona 0;59,15. La meitat aparent va ser a Madrid a les 10;1^h. Lansbergen dona allí 9.26^h, però amb la segona equació del temps resulten 9;46^h. Boulliau 9;43^h, Kepler 9;44^h. Menys diferirien si assumiren majors prostafèresis del Sol, la qual cosa tal vegada requereixen els eclipsis, com baix en el número 79.

52. A Madrid, en eixe mateix any 1652, el dia 17 de setembre vaig observar la fi d'un eclipsi de Lluna, estant aquesta amb una altura de 0;18,15°, és a dir, a les 7;46^h. A Digne, Gassendi a les 8;19^h (va observar) una màxima foscor de 10 dígits decreixents, segons va indicar, amb dificultat a causa dels núvols. A París, Boulliau (va observar) la meitat de les fases a les 6;33^h i la fi a les 8;4^h. La Lluna en l'ombra va ser totalment visible i rogenca per a Gassendi. No insisteixo en estos colors procedents de causes físiques; ben sovint vaig veure la Lluna pàl·lida en els eclipsis, enrogida, tèntrica, fosca i de vegades invisible; no per l'atmosfera refractada, segons la paradoxa de Ke-

¹⁶⁷ Les observacions de Boulliau, Agarrat i Morin figuren a Gassendi (1658), vol. IV, p.471. "P. Bordin", segons escriu Mut es refereix a Pierre Bourdin (1595-1653), professor de matemàtiques a La Flèche i després a París, conegut per la "Sèptima objecció" a les *Meditacions metafísiques* de Descartes. Fou molt actiu entre els científics jesuïtes francesos. Vegeu Romano (1999), p.563-564 i *passim* i Sommervogel (1890-1900), II, 29-30, per a una relació de les seves obres, entre elles *Le cours de mathématiques* (1661).

¹⁶⁸ Vegeu Gassendi (1658), vol. IV, p.469 i ss. sobre aquest eclipsi.

¹⁶⁹ En el text diu Maioricae i ha de dir Madrid. Errada corregida per Mut.

¹⁷⁰ Vegeu Riccioli (1661), pp. 316, l'exposició del mètode de Kepler i la seva crítica.

pler, sinó per les espècies mesclades amb els rajos reflectits del Sol, que disperses en el con de l'ombra, la presenten pintada de moltes formes.

53. Per tant, Madrid difereix en longitud de París 18 minuts i de Digne 33, com tantes vegades trobem en aquestos meridians. El mig va ser a París a les 6;33^h; el càlcul de Boulliau dona exactament les 6;34^h i Wendelinus les 6;36^h. Lansbergen a les 6;43^h amb la segona equació en la Lluna, sense la qual donaria les 6.49^h. L'equació dels dies molesta molt als astrònoms. Mira el número 77.

54. L'any 1654, el dia 12 d'agost vaig observar a Mallorca l'inici d'un eclipsi de Sol estant aquest a una altura 0;35,43°, és a dir, a les 8;17^h del matí; els restants núvols es van allunyar; però Miguel Fuster, habílíssim en estes coses, va observar a tres llegües al nord la màxima foscó, de quasi sis dígitos i la fi amb una altura del Sol de 0;58,4°, és a dir, a les 10;27^h. A Mesnil-Saint Denis (a set llegües de París cap a l'ocàs) Gassendi va observar amb precisió 9 dígitos i l'eclipsi des de les 8;1^h fins a les 10;26^h. Es va adonar que el diàmetre de la Lluna havia excedit al del Sol en quasi 50 segons, responnent exactament en eixa posició a la nostra taula.¹⁷¹

55. Una vegada més la diferència dels meridians de París i de Mallorca: ja que a l'inici de l'eclipsi la paral·laxi de longitud va ser quasi la mateixa en ambdós llocs. Però en realitat la distància entre els centres va ser llavors a Mallorca de 0;25,0° i a Mesnil-Saint Denis de 0;29,50°; la diferència és de 0;4,50° o 9 minuts de temps, que afegits a les 8;1^h seran les 8.10^h. Però per a mi va ser a les 8;17^h perquè el meridià de Mallorca varia de Mesnil-Saint Denis 7 minuts o de París 6.

56. El mig a Mallorca va ser quasi a les 9;22^h; Lansbergen dona 9;26^h, però amb la segona equació del temps dona les 9;10^h, Boulliau les 9;15^h, però Wendelinus les 9;32^h. Però per molt que hagi comprovat les seves *Taules Atlàntiques* recolzant-se en els eclipsis de Lluna, no obstant això, enmig de la conjunció solar (sigui quina sigui la duració) haurien de coincidir. L'anomalia de la Lluna era de 244;8°, a la qual cosa correspon, segons la taula, una paral·laxi de la Lluna des del Sol de 0;57,50°. Conforme aquesta amb l'obtinguda de les observacions de Mallorca i de París.

57. En eixe mateix any, el dia 3 de març a Bolonya, el Pare Riccioli (segons les cartes que em va escriure) va observar l'inici de l'eclipsi de Lluna 0;17,44 hores abans de l'orient aparent del limbe solar i 0;14,10 hores abans de l'ocàs de la Lluna o, com ell mateix va escriure, a les 18;8,16^h. Lansbergen dona les 18;18^h, Boulliau les 18;14^h, Wendelinus les 18;8^h, Kepler les 17;58^h. Però les duracions dels eclipsis, segons la hipòtesi de Kepler, rares vegades concorden.

58. Eixe mateix any 1654, el dia 27 d'agost vaig observar l'inici d'un eclipsi de Lluna estant la "lluminosa Lira" (Vega, α Lirae) cap a l'ocàs a 65;0° d'altura i la Lluna a un azimut de 34;15°, és a dir, a les 10;10^h. La major foscó va ser de 6 minuts del seu diàmetre; vaig observar la fi a l'azimut de la mateixa (Lluna) a 6;44° o a les 11;42^h. Gassendi a París (el va veure) des de les 10;5^h fins a les 11;35^h amb, exactament 2;30 dígitos enfosquits o 0;6,50 hores.¹⁷² D'ací la diferència entre els meridians de Mallorca i París de 0;7,59 hores.

¹⁷¹ Gassendi (1658), vol. IV, p.474 i ss.

¹⁷² Gassendi (1658), vol. IV, p. 477.

59. Estava la Lluna a la seva distància mitjana amb un semidiàmetre de $0;15,40^{\circ}$, que llevo de l'agregat dels minuts eclipsats i la latitud boreal de $0;58,48^{\circ}$ i queda un semidiàmetre de l'ombra de $0;43,8^{\circ}$ (segons la nostra taula seria de $0;42,32^{\circ}$). La meitat va ser a Mallorca a les $10;56^h$, Lansbergen dona les $11;10^h$, Boulliau les $10;58^h$, Wendelinus les $11;11^h$.

60. L'any 1656, el dia 11 de gener es va produir l'inici d'un eclipsi de Lluna tenint Rigel (Rigil, β Orionis) un azimut a l'orient de $42;33^{\circ}$ o a les $7;7^h$. Al final el seu azimut (era) de $14;40^{\circ}$, és a dir, a les $10;14^h$. A la meitat de l'eclipsi la part amb llum en el diàmetre de la Lluna va ser de $0;4,0$ hores. La part meridional pareixia rogenca i per la meitat fosca. S'aproximava llavors al perigeu; per tant, a la latitud de la Lluna de $0;33,0^{\circ}$, llevo 4 minuts que faltaven i deixo $0;29,0^{\circ}$, afegeixo el semidiàmetre de la Lluna de $0;16,51^{\circ}$ i serà el semidiàmetre de l'ombra de $0;45,51^{\circ}$ (segons la nostra taula seria de $0;46,23^{\circ}$). La meitat a Mallorca (va ser) a les $8;40^h$, Lansbergen dona les $8;34^h$, Boulliau les $8;38^h$, Wendelinus les $8;35,61^h$.

61. Eixe mateix any 1656, el dia 26 de gener va tindre lloc el principi d'un eclipsi de Sol, trobant-se aquest a l'azimut des del meridià a l'ocàs de $17;7^{\circ}$, és a dir, a les $1;3^h$. En la meitat (de l'eclipsi) estava (el Sol) a un azimut de $35;0^{\circ}$, a les $2;14^h$, amb justament $5;30$ dígits enfosquits de l'espècie Solar observada a través del telescopi. La fi a l'azimut a $48;0^{\circ}$, és a dir, a les $3;16^h$. A això s'ajusten els càlculs de Lansbergen, Boulliau i Wendelinus.

62. Ací fruïm d'una, esperadíssima per tots, paral·laxi de la Lluna al Sol, estant la Lluna en el seu mateix apogeu i el Sol perigeu com en aquest eclipsi. De l'agregat dels semidiàmetres de $0;31,0^{\circ}$, eclipsats $0;15,0^{\circ}$ (o estant $5;30$ dígits enfosquits) queda una distància dels centres de $0;16,0^{\circ}$, és a dir, una latitud visible de $0;15,50^{\circ}$, que resto de la verdadera latitud de la Lluna $0;51,5^{\circ}$ i queda una paral·laxi de la latitud de la Lluna apogea des del Sol de $0;35,15^{\circ}$. D'ací la paral·laxi horitzontal resulta de $0;52,20^{\circ}$ minuts (segons la nostra taula seria de $0;52,10^{\circ}$). A aquest resultat s'acosten molt Boulliau, Wendelinus, Riccioli, els Alfonsins i Lansbergen; en canvi s'hi aparten Tycho i Kepler.

63. L'any 1657, el dia 25 de juny després de tot el dia nuvolós vaig observar la Lluna eclipsada 6 dígits. Va créixer la foscor fins a $11;30$ dígits i estava llavors Rigel (Rigil, β Orionis) amb azimut de $10;27^{\circ}$, és a dir, eren les $9;6^h$. Observada la Lluna amb els ulls nus, pareixia fosca per la meitat i rogenca pel limbe; cap il·luminació pintada es distingia amb el telescopi. Els núvols van arrossegar la fi.

64. Certament és digne de consideració el fet que aquest eclipsi, segons totes les taules astronòmiques, ha de ser observat amb total detenció; no obstant això, l'enfosquiment constant durant quasi mitja hora va ser d' $11;30$ dígits i mai va ingressar en tota l'ombra. Per què? Potser l'ombra de la Terra va ser truncada per refraccions majors? Potser una estranya atmosfera il·luminada rodejava la Lluna? Heus ací estes i altres causes físiques, invisibles per al càlcul astronòmic.

65. L'any 1659, el dia 6 de maig, va eixir la Lluna eclipsant-se. En la màxima foscor la part que romania il·luminada era de 9 minuts, quasi 10, estant l'Espiga de Virgo (67 Virgo) a $31;48^{\circ}$ d'altura, és a dir, eren les $7;56^h$. El verdader fi, quan el "cor del lleó" (Regulus, α Leonis) estava en l'ocàs a $46;42^{\circ}$ d'altura, o les $9;33^h$. El P. Riccioli em

va escriure que havia observat la fi a Bolonya a les 10;11^h. D'ací la diferència dels meridians, de 38 minuts.

66. Eixe mateix any 1659, el dia 14 de novembre va començar un eclipsi de Sol estant aquest a una altura de 24;7°, és a dir, a les 2;15^h. Després es van eclipsar 6 dígits a una altura de 19;31°, o a les 2;55^h. La màxima foscor va comprendre exactament 10;0 dígits a una altura de 15;7°, és a dir, a les 3;23^h. Després 8;40 dígits, a les 3;50^h, i les banyes eren a la mateixa vertical. De nou 6 dígits a una altura d'11;29° o a les 3;59^h. Els núvols van cessar finalment; però la meitat de les fases (va ser) a les 3;26^h. Imagina ara la pantalla en què es rep la imatge del Sol a través del telescopi; a l'inici de l'eclipsi, primer la inflor de l'ombra va emergir en un punt del cercle distant del diàmetre vertical 94° cap a l'esquerra. Després a la meitat de l'eclipsi les banyes de la lúnula del Sol distaven del punt superior del dit diàmetre vertical cap a la dreta¹⁷³ 96° i 62°; de manera que la porció de la circumferència eclipsada era de 158°. Finalment a les 3;50^h les banyes estaven a la mateixa vertical i distaven del diàmetre 14° a l'esquerra.

67. El P. Riccioli em va escriure que s'havia observat l'inici a Bolonya a les 21;45^h d'un rellotge italià, però no tenia confiança en el rellotge; i va afegir que a Bordeus de la Gàl·lia havia sigut observat l'inici a una altura del Sol corresponent a l'1;40^h amb 9;30 dígits enfosquits. I la fi a les 4;20^h. L'anomalia de la Lluna era de quasi 134°. I, si de la suma dels semidiàmetres 0;32,46° llevo els 0;27,0° eclipsats, queda una distància dels centres de 0;5,46° cap a l'austre; que amb una latitud de la Lluna de 0;47,0° presenta una paral·laxi de latitud de 0;52,46°. Pel que la (paral·laxi) horitzontal des del Sol (és) de 0;59,40° (segons la meua taula seria de 59;0°).

68. Examinarem la proporció entre els diàmetres. Sigui en la figura 3 el Sol A i la Lluna RBH. Segons l'observació l'arc del Sol enfosquit MEB va ser de 158°, la meitat del qual EB o l'angle CAB és de 79°. Per tant en el rectangle ACB, donat el semidiàmetre del Sol AB de 0;16,15° es dedueixen BC igual a 0;15,57° i AC igual a 0;3,6°. Ara, segons els minuts eclipsats ER és igual a 0;27° (açò és 10 dígits); llevat el diàmetre del Sol EA i afegit el valor trobat d'AC, serà RC igual a 0;13,51°. Pel que dels *Elements* (d'Euclides), com RC és a CB, així CB a CH igual a 0;18,22°, i afegint CR, serà el diàmetre de la Lluna RH igual a 0;32,13° (segons la taula és 0;32,58°); però en la pràctica es produeix ben sovint un efecte poc fiable: perquè en la imatge del Sol, rebuda a través del telescopi o d'una única lent convexa, és tan intens (potser per la variació de la paral·laxi) la tremolor dels rajos en la pantalla, que les puntes de les lúnules en la circumferència del cercle no poden ser observades precisament i instantàniament. Un risc semblant es corre en delimitar les inclinacions dels eclipsis.

69. L'any 1661, el dia 30 de març es va produir l'inici d'un eclipsi de Sol a una altura (d'aquest) cap a l'orient de 31;22° o a les 8;32^h del matí. La màxima foscor (va ser) de 9;10 dígits. La fi a un azimut de 29;15°, és a dir, a les 10;57^h. Imagina de nou la pantalla (com més amunt) rebent la imatge del Sol i amb una foscor màxima de 9;10 dígits. La banya boreal de la lúnula Solar distava del punt superior del diàmetre vertical 55° a l'esquerra; l'austral no obstant això 106° a la dreta.

¹⁷³ Diu erròniament "ad sinistram".

70. La suma dels semidiàmetres era de $0;32,45^\circ$. Els minuts eclipsats segons l'observació (eren) $0;24,30^\circ$. D'ací la distància dels centres era de $0;8,15^\circ$ i afegint la latitud de la Lluna de $0;34,19^\circ$, seria la paral·laxi de latitud $0;42,34^\circ$, requerint una paral·laxi horitzontal de la Lluna al Sol de $0;60,10^\circ$ (segons la taula seria $0;59,50^\circ$). La meitat (de l'eclipsi) a Mallorca va ser a les $9;44^h$; segons Lansbergen a les $9;40$, però quasi a les 10^h , aplicada la segona equació dels dies. Segons Boulliau a les $9;56^h$. Segons la pràctica que vaig provar en el número 68 es dona l'arc observat eclipsat MEB de 161° amb $0;24,30^\circ$ enfosquits ER (és a dir, $9;10$ dígits). Ara en aquesta mateixa Figura 3 el semidiàmetre del Sol AB és de $0;16,0^\circ$. Per tant CB és igual a $0;15,47^\circ$ i AC igual a $0;2,40^\circ$. Pel que com RC és a CB, així CB és a CH igual a $0;22,19^\circ$. Per tant el diàmetre de la Lluna RH resulta $0;33,29^\circ$ (Per a mi és $0;33,28^\circ$)

71. En aquest i en la resta d'eclipsis de Sol vaig observar que, per al càlcul de la duració i de la mateixa manera que en els (eclipsis) lunars, resulta més exacte utilitzar el moviment horari de Kepler, que és més ràpid; màximament en els eclipsis prop del nonagèsim, quan sovint la duració s'observa més curta. Potser, per això Lansbergen, preveient açò, proposà que quan es produeix l'eclipsi abans i després del nonagèsim se sostregui la diferència de les paral·laxis del moviment de la Lluna, de manera que el seu moviment, que és més lent, sigui més ràpid; Reinhold vol que ambdós paral·laxis siguin afegides, de manera que el moviment sigui més ràpid, sent evident, no obstant això, que cada paral·laxi s'hauria de restar. Però aquesta diferència prové ben sovint del càlcul, ja en relació amb la varietat de les inclinacions de l'òrbita de la Lluna amb l'eclíptica, inclinacions que varien segons les paral·laxis, ja de diverses causes físiques inherents al cos opac banyat de llum.

72. L'any 1661, el dia 7 d'octubre vaig observar la fi d'un eclipsi de Lluna quan "la precedent de les tres brillants del cinturó d'Orió" (Mintaka, δ Orionis) estava en el mateix meridià, és a dir a les $16;20^h$. A València el P. Joseph Saragossà va observar l'inici (segons em va comunicar per carta) a les $13;29^h$. La fi a les $16;7^h$ amb més o menys 7 dígits enfosquits. Segons l'última fase, el meridià de València distaria del de Mallorca 13 minuts; en veritat 11, com baix explicarem. La meitat a València va ser a les $14;48^h$. Lansbergen dona allí les $15;4^h$ però amb la segona equació les $14;55^h$. Boulliau i Wendelinus les $14;58^h$.

73. L'any 1663, el dia 18 d'agost no vaig poder veure l'inici d'un eclipsi de Lluna; no obstant això, vaig observar la major foscor, que va ser exactament d' $11;30$ dígits. La fi, "Volant l'Àguila" (Altair, α Aquilae) a l'azimut, a $11;17^\circ$, és a dir, a les $10;6^h$. A València el P. Saragossà (el va observar) a les $9;56^h$. D'ací la diferència dels meridians resulta ser de 10 (minuts), però la verdadera és d'11 (minuts) i coincideix amb el conegudíssim rumb i la distància marítima.

74. L'any 1664, a València, el mateix P. Saragossà, el dia 6 d'agost va observar l'inici d'un eclipsi de Lluna estant Arturo a una altura corresponent a les $9;38,31^h$. La immersió estant la "brillant corona de Gnosias" (Alphecca, α Corona borealis) a una altura corresponent a les $10;50,40^h$. L'emersió amb Àguila (Altair, α Aquilae) a una altura (corresponent) a les $12;18,22^h$. El verdader fi amb l'altura de la mateixa estrella a les $13;22,50^h$ i la desaparició de l'ombra impura a les $13;27^h$. D'ací la completa duració va ser de $3;44,19$ hores. La detenció en l'ombra de $1;27,42$ hores. I el mig de les fases

a les 11;34,31^h. Destaquem aquest eclipsi entre els insignes per a mesurar l'ombra, perquè sent la Lluna apogea, el seu moviment horari des del Sol és conegut amb prou precisió i quasi igual entre tots els astrònoms. L'anomalia de la Lluna era de 21;51° i així el moviment horari respecte del Sol era de 0;27,26°.

75. Com en la figura 1 en el rectangle ABC es donava CA de 2;57° de distància del Sol des del node i BAC (latitud màxima) de 5;0°, per tant la distància entre els centres BC (era) de 0;15,24°. Ara, coneguda amb precisió la duració de l'eclipsi de 3;44,19 hores segons el moviment horari, com vam dir, el moviment de la Lluna respecte del Sol seria de 103;24 minuts, és a dir, la trajectòria seguint l'òrbita DF, la meitat de la qual BD és 51;42. Així doncs, en el rectangle CBD, donats BC i BD, CD serà 54;0. Llevo el semidiàmetre de la Lluna 0;14,44° i resulta el semidiàmetre de l'ombra [en l'apogeu] de 0;39,16°. Segons la nostra taula seria de 0;39,10°. Abunden doncs, les observacions per a determinar l'ombra aparent en el lloc de trànsit de la Lluna per l'apogeu i pel perigeu.

76. Ja que, a més, Wendelinus va voler que les equacions foren iguals en les mateixes distàncies de la Lluna de l'apogeu i del perigeu;¹⁷⁴ i aquesta afirmació requeria observacions d'eclipsis, en els que la Lluna estigués en l'apogeu, és palès, segons l'observació realitzada, que la seva opinió no es correspon amb el cel. Perquè, segons Wendelinus, l'anomalia de la Lluna era de 21;31°. El mig de l'eclipsi va tindre lloc a València a les 11;34^h mentre que segons les *Taules Atlàntiques* hauria sigut a les 12;0^h. Per a Lansbergen, amb la segona equació del temps, a les 11;40^h. Per a Boulliau a les 11;33^h, per a Kepler a les 11;30^h.

77. Amb aquestes observacions podem convocar les taules a examen; de les quals es jutjaran les principals de Lansbergen, Wendelinus i Boulliau, que difereixen poc de les de Kepler. L'equació del temps pertorba molt l'exactitud en el càlcul dels eclipsis.¹⁷⁵ I, en efecte, els dies en què abordem les taules dels moviments són dies solars que no consten de revolucions iguals; perquè els 365 dies solars d'un any són 366 girs del primer mòbil. Per això, d'una causa necessària de la desigualtat dels dies Solars, hem d'admetre l'efecte necessari, és a dir, la mateixa desigualtat dels dies. Des de l'època de Tycho es va començar a posar en dubte l'eliminació de l'equació del temps. La va negar Wendelinus després de Longomontanus, sense confiar en cap altre fonament més que en les observacions dels eclipsis, segons va dir als que la rebutjaven. Però ja vam veure que les *Taules Atlàntiques* no garanteixen allò que prometen. Els que promouen altra Terra se la imaginem a partir d'una hipòtesi falsa.

¹⁷⁴ Vegeu Wendelinus (1644), Praefatio, p.1.

¹⁷⁵ L'equació del temps és la diferència entre el temps local aparent (basat en la posició del Sol) i el temps local mitjà (basat en un dia solar mitjà de 24 hores). La primera explicació matemàtica de l'equació del temps la va donar Ptolomeu a l'*Almagest*, però la primera taula precisa no fou publicada fins el 1673. Tycho Brahe va manifestar dubtes sobre la necessitat o validesa de l'equació del temps i va reduir la seva magnitud. Kepler va creure que l'equació anual de la Lluna (una pertorbació del moviment de la Lluna relacionada amb el canvi de la distància Terra-Sol al llarg de l'any), descoberta de forma independent per Tycho i per Kepler, era una modificació de l'equació del temps més que no pas una propietat intrínseca del moviment de la Lluna. Longomontanus també va manifestar els seus dubtes sobre l'equació del temps i l'equació anual. Vegeu Thoren (1990), pp.491 i ss. i Linton (2004), p.219. Sobre l'equació del temps en Ptolomeu vegeu Pedersen (1974) i Evans (1998).

78. Altres, molt severs contra Lansbergen, critiquen la segona equació del temps, que a l'epígraf 8 vaig aplicar als eclipsis, i la declaren inventada a voluntat. Però la proposta de Lansbergen s'acollirà més benèvolament si es tenen en compte les seves hipòtesis: en efecte, en la segona equació afegeixo alguns minuts de temps al Sol en Àries; i llevo altres en la Balança, encara que irregularment: el que equival a considerar l'avanç del Sol de l'apogeu al perigeu i viceversa ascendint.

79. En efecte, provo per al càlcul dels eclipsis, principalment el lansbergià, que les prostafèresis majors de l'orbe tichònic s'apliquen millor al moviment mitjà del sol, o, amb molta aproximació, les equacions alfonsies; així amb l'equació dels dies de l'antiga astronomia, que segueix el mateix Lansbergen, s'estimen més exactament els temps dels eclipsis; els quals temps (ni Mart acrònic) mai segueixen els astrònoms que determinen la màxima prostafèresi del Sol en menys de 2;0°.

80. Segueix la taula segons les anteriors observacions i altres més recents les quals exigeixen que l'excentricitat del Sol sigui quasi bisecta. En efecte, la Lluna en l'Apogeu dista de la Terra 62;50 semidiàmetres i en el perigeu 54;33 semidiàmetres. Assumeixo com a paral·laxi del Sol a una distància mitjana 0;2,30°, com dalt en el número 46. Aplico el semidiàmetre aparent de l'ombra [que és menor en 0;2,30°, segons les apreciacions del número 47] al qual s'afegeix la columneta per als segons ajuntant-se amb l'anomalia del Sol i llevats del semidiàmetre de l'ombra.

81. Vaig ometre en la taula el moviment horari de la Lluna, pel fet que ha de ser explorat pels astrònoms amb major exactitud. Segons els eclipsis, és més apte el moviment de la Lluna de Kepler; però en les oposicions del Sol resulta massa excessiu. Veure el capítol 2, números 8 i 42.

Anomalia de la Lluna	Paral·laxi de la Lluna	Semidiàmetre de la Lluna	Semidiàmetre del Sol	Semidiàmetre de l'Ombra	Variació restada	Anomalia
Grans		Minuts, Segons	Minuts, Segons	Minuts, Segons	Segons	Grans
0	54,40	14,40	15,40	39,0	0	360
10	54,47	14,42	15,41	39,7	1	350
20	54,56	14,43	15,42	39,16	2	340
30	55,8	14,47	15,43	39,28	3	330
40	55,28	14,52	15,45	39,48	5	320
50	55,56	14,59	15,48	40,16	8	310
60	56,29	15,7	15,51	40,49	11	300

70	57,3	15,17	15,54	41,23	14	290
80	57,41	15,28	15,57	42,1	17	280
90	58,22	15,40	16,1	42,42	21	270
100	59,5	15,52	16,5	43,25	25	260
110	59,49	16,4	16,9	44,9	29	250
120	60,31	16,15	16,12	44,51	32	240
130	61,11	16,25	16,15	45,31	35	230
140	61,49	16,35	16,18	46,8	38	220
150	62,20	16,44	16,21	46,40	41	210
160	62,42	16,50	16,22	47,2	42	200
170	62,53	16,53	16,23	47,13	43	190
180	63,0	16,55	16,24	47,20	44	180

La paral·laxi del Sol en una distància mitjana és de 0;2;30°

CAPÍTOL II

Observacions dels planetes, amb anotacions astronòmiques, principalment sobre el moviment segons el·lipses

1. Adaptem el telescopi per a observar les conjuncions planetàries; deduïm l'amplitud i divisió del seu ocular de quatre modes: Primer, per les taques de la Lluna, segon, per una estrella pròxima al meridià, que passa pel camp visual del telescopi, mentre un company compta les vibracions de la plomada; deduïm d'aquesta manera els temps i l'arc del trànsit. Tercer, observant la distància de Saturn o de Júpiter a qualsevol (estrella) fixa encara que sigui desconeguda [que apareixen amb molta freqüència], la qual cosa es pot mesurar conegut el moviment diari del planeta. No obstant això, vés en compte de no començar aquesta observació 10 o 12 dies abans i després de l'estació del planeta, perquè allí corre més del que mostren les taules, com diré després en el número 14.

2. En quart lloc, en un telescopi de dues lents convexes, prop del focus interior del vidre ocular es col·loca un anell travessat per fils finíssims que formen quadrats iguals molt xicotets (a la manera de les retícules o paral·lelograms per a traçar figures). D'aquesta manera l'aspecte de la Lluna o l'espai celeste que comprèn el telescopi s'observa subdividit en molts quadrats iguals, els costats dels quals es mesuren amb els mètodes abans citats, per a estimar els intervals amb exactitud.

3. L'any 1643 es va veure la conjunció màxima de Saturn i Júpiter entre els dies 19 i 20 de febrer. L'any 1644, el dia 16 de maig a les 9^h Venus estava quasi en la mateixa latitud que una "estrella situada en la part superior del genoll de Gèminis, la Precedent (Mebsuta, ϵ Geminorum); però més a l'est i quasi com mitja Lluna. El dia 6 d'agost a les 15^h estava Júpiter junt amb Mart, però Mart 15 minuts més austral i 5 més occidental. El dia 30 de setembre a les 9, Saturn estava amb una "estrella que està darrere de la flexió de les tres precedents dels Peixos" (μ Piscis); s'apartava d'ella en longitud 5 minuts i estava quasi 30 minuts més boreal.

4. En aquest mateix any 1644, el dia 20 de novembre, a les 8.30' Mart retrògrad es dirigia cap a "l'estrella del genoll nord de Gèminis, la Precedent" (Mebsuta, ϵ Geminorum); estava 3 minuts més al sud i distaven entre si 2 minuts en longitud. Estava, per tant, (segons les estrelles tychòniques), a 5;1° de Càncer, amb una latitud boreal de 2;8°. Segons Lansbergen estaria en 5;2° amb una latitud de 1;49°. Segons Kepler en 5;0° amb una latitud d'1;57°. Boulliau segueix Kepler en el moviment de Mart; el seu càlcul se segueix també de les *Taules Richelienes* i de les *Ambianenses*.¹⁷⁶

¹⁷⁶ Noël Durret, cosmògraf reial i del cardinal Richelieu va publicar en 1635 a París la seva *Nouvelle théorie des planètes...avec les tables Richelienes et Parisiennes*, basades en Lansbergen. En 1639, Durret va publicar *Supplementum tabularum Richelienarum...cum brevi planetarum theoria ex Kepleri sententia* i en 1637 (i 1641) *Novae motuum caelestium ephemerides Richelianae annorum 64, ab anno 1637 incipientes in annum 1700 desinentes*, en les quals es basa per als primers sis anys en les *Taules* de Lansbergen i en els altres 9 en les de Kepler, puix que sols va publicar les efemèrides de 15 anys. Sobre Durret, vegeu Wilson (1989b), p.165-166 i 188-189. També Ben-Zaken (2004). Les *Taules Ambianenses* fan referència a l'obra de Gabriele a Dullendio *Tabulae Ambianenses seu Theoriae Planetarum, tam in formam Tychonicam quam copernicanam, per unicum cuiusque Ellipsem ex proprio centro descriptam, plano-geometricae delineate*, París, 1658. Els ambiani eren un poble de Bèlgica i hom suposa que l'antiga Civitas Ambianensium és actualment Amiens.

5. L'any 1645, el dia 4 de febrer vaig veure la Lluna acostant-se a una de les Híades, que (està) entre el nas i l'ull austral de Taure (θ Tauri); formen aquesta estrella dues (estrelles) contigües, distants entre si 5 minuts i és indicada per Tycho de quarta magnitud. Estava la Lluna a una altura aproximada de 13° . Però a una altura de 9° , és a dir, a les 12;50^h, el marge ombrívol de la Lluna distava de l'estrella 2 minuts. L'estrella més septentrional d'aquelles dues contigües pareixia que fóra a passar per la banya austral o per la tercera part de la Lluna que estava mirant al sud. Però l'ocàs va ocultar el trànsit total per la muntanya. La paral·laxi i la refracció alteren el càlcul.

6. Escolta la dificultat. Aquella estrella per a Tycho estava a $2;58^\circ$ de Gèminis amb una latitud de $5;53^\circ$ i la mateixa estrella apareix doble pel telescopi; formada de dues fixes de quasi la mateixa magnitud, disten entre si 5 minuts. Per tant pregunto, quina d'aquestes dues va observar Tycho en aquell lloc? Això mateix plantejo sobre el Pessebre de Càncer (ϵ Cancri) i altres fixes, conglomerats de diverses de la mateixa magnitud. Potser la vista nua de Tycho no va distingir entre les dues iguals? Potser, per aquesta causa algunes distàncies de les fixes consignades per Tycho, a vegades, difereixen fins a 4 minuts dels llocs assignats en el Catàleg del mateix Tycho? Així, no em sorprèn si alguns càlculs s'allunyen d'allò que s'observa: inclús cal riure's dels que volen que les observacions coincideixin amb les taules amb només una diferència de 2 o 3 minuts.¹⁷⁷

7. El dia 13 de febrer a les 8^h Mart anava cap a l'estrella que és la "segona de les informes d'Erictoni" (136 Tauri o 2 Aurigae), de la qual distava en longitud 3 minuts i estava quasi 33 minuts més al nord. A més el dia 28, 1 hora després de l'ocàs del Sol, distava de l'estrella que està "baix del punt on naixen les informes d'Erictoni" (139 Tauri) 1 minut de longitud, i quasi 20 minuts més al nord. El dia 15 de maig a les 8^h estava junt amb l'estrella "precedent que està al nord del quadrat de Càncer" (η Cancri); d'aquesta distava en longitud 2 minuts i estava 5 minuts més al nord. Per tant, es va veure a $0;24^\circ$ de Leo amb una latitud d' $1;37^\circ$ Boreal. Per a Kepler i Boulliau a $0;25^\circ$, per a Lansbergen a $29;51^\circ$ de Càncer amb una latitud d' $1;38^\circ$. El dia 7 d'abril a les 8^h Júpiter estava junt amb l'estrella "que segueix a les dues del coll de Taure" (ω^2 Tauri); distaven entre si 12 minuts però Júpiter estava més a l'oest en 5 minuts. Per tant estava a $1;0^\circ$ de Gèminis amb una latitud de $0;35^\circ$ Austral.

8. En el mateix any 1645, el dia 6 de maig vaig veure la Lluna junt amb la "següent baix de l'ala esquerra y sud de la Verge" (Porrima, γ Virginis), estant aquesta a una altura occidental de $31;34^\circ$, és a dir, a les 12;25^h. El limbe, que brillava cap a l'orient des del paral·lelisme fins a les cúspides estava en eixa mateixa longitud de l'estrella; aquesta es mostrava més al nord i distava del limbe més alt d'aquella (de la Lluna) entre 9 i 10 minuts, com en la figura 6. La longitud del punt enrogit A i de l'estrella C era de 5° de la Balança: la latitud de la fixa C era de $2;50^\circ$ i AB, la part brillant més enllà del semidiàmetre (era) de $0;8,10^\circ$. Per tant la Lluna apareixia a $5;3,50^\circ$ amb una latitud nord de quasi $2;31^\circ$. Ara amb la paral·laxi horitzontal de $0;56^\circ$ calculo una paral·laxi de longitud de $0;13,10^\circ$ i de latitud de $0;44,10^\circ$ i el lloc verdader de la Lluna (és) $5;17,0^\circ$ amb una latitud de $3;15^\circ$. Les taules dissenteixen. Boulliau situa el verdader

¹⁷⁷ Sobre Mut i l'observació de les estrelles, vegeu la nostra introducció.

lloc de la Lluna en $5;7^{\circ}$ amb una latitud de $3;14^{\circ}$. Lansbergen en $5;41^{\circ}$ amb una latitud de $3;23^{\circ}$. D'ací que la verdadera desigualtat del moviment de la Lluna fora de les sizígies encara no s'ha descobert; veure els números 13 i 20. Tenint açò en compte, de quina manera procedeixen els qui indaguen les longituds dels llocs a partir de la posició i moviment de la Lluna?

9. En aquesta observació vaig calcular la paral·laxi amb un càlcul trigonomètric: encara que per molt que en els eclipsis de Sol resulta bastant millor i més breu la paral·làctica de Kepler, quan la latitud de la Lluna excedeix en 1 grau no es corregeix la precaució de Boulliau o Renieri, com demostrem en el capítol 1, número 21, sinó que és convenient ocupar-se de l'angle paral·làctic; el càlcul enutjós d'aquest fatiga els astrònoms.¹⁷⁸ Mira molts problemes d'aquell en el llibre 5, capítol 10 de Riccioli.¹⁷⁹ Jo (ho estudio), amb un mètode més senzill, així.

10. Sigui en la figura 4 un quadrant de l'eclíptica FE i dibuixi's des del pol del zodíac B un cercle de latitud a través de la posició de la Lluna C, que té ací una latitud boreal IC, prolongat fins a l'horitzó G; traci's, així mateix, per la Lluna la vertical ACH. Ara en el triangle GIE sempre rectangle en I es dona IE, distància del lloc de la Lluna en l'eclíptica des del (punt del) zodíac naixent E i l'angle IEG de l'eclíptica i de l'horitzó (basta amb recórrer a les taules comunes); per tant es dona tant l'angle IGE com el costat GI a què has d'afegir la latitud boreal de la Lluna, o restar l'austral; i sigui GC. Pel que en el triangle CGH es donarà l'angle paral·làctic que és requerit GCH i al mateix temps HC, altura de l'astre sobre l'horitzó.

11. O així, plantejada la mateixa qüestió, traçada la perpendicular AD en el triangle rectangle ADB es dona AB, el qual (és) igual a l'angle de l'eclíptica i de l'horitzó FEG i es dona ABD, és a dir, FI, distància de la Lluna des del nonagèsim; per tant es dona el costat BD, del complement del qual DI resta la latitud boreal o afegeix l'austral i resulta DC; per la qual cosa, com el sinus de DC al sinus de BD, així la tangent d'ABD a la tangent de l'angle paral·làctic ACB, i com el sinus 2 BD al sinus AB així el sinus 2 DC al sinus 2 AC de la distància de l'astre des del vèrtex. Més breument, si tens la verdadera altura de l'astre HC, llavors com CA a l'angle B, així AB, que (és) igual que l'angle de l'eclíptica i l'horitzó a l'angle paral·làctic C. Obtingut açò, calcula les paral·laxis, de la manera habitual.

12. En el mateix any 1645, el dia 2 de desembre vaig observar la Lluna amb el seu limbe austral ocultant "l'ull sud de Taure" o Aldebaran (α Tauri) amb una altura oriental d'aquest de $45;30^{\circ}$, és a dir, a les 8.45^h i eixint aquesta estrella a una altura de $49;28^{\circ}$, és a dir, a les $9;7^h$; després la Lluna va ocultar Aldebaran 22 minuts de temps, com en la figura 7. La Lluna era quasi perigea i prop de l'oposició amb el Sol. La seva latitud verdadera, segons el consens comú de les taules, era de $4;40,50^{\circ}$ austral, a la qual afegeixo la paral·laxi de latitud de $0;32,10^{\circ}$ i el semidiàmetre de la Lluna de $0;16,52^{\circ}$ i la latitud observada del limbe austral de la Lluna seria de $5;29,52^{\circ}$. Per a Tycho la latitud

¹⁷⁸ Vegeu Kepler (1604), cap. IX dedicat a la paral·laxis (De parallaxibus). També Kepler (1618-22), pp. 883 i ss. i Kepler (1627), cap. 28, pp.9 i ss.

¹⁷⁹ Riccioli (1651), llibre V, cap.X, pp. 323 i ss.: "De Parallaxibus Luminarium, earumque effectibus, et usibus in Eclipsibus Solis".

d'Aldebaran és de $5;31^\circ$. Per tant la Lluna hauria degut quasi arribar a l'estrella, no ocultar-la; i, no obstant això, la va ocultar durant 22 minuts de temps. Amb una paral·laxi menor, com la determinada per Boulliau, hauria passat més separada de l'estrella. Lansbergen, atribuint una paral·laxi major a la Lluna perigea i un diàmetre més ampli a la Lluna, presenta aquesta fase òptimament i de manera més precisa quant a la longitud.

13. Segons Boulliau, a l'hora de la meitat de la conjunció, a saber a les $8;56^h$ la verdadera posició de la Lluna resulta ser $4;9,48^\circ$ de Gèminis, amb la qual cosa, afegida la paral·laxi de longitud, s'observaria a $4;34^\circ$. No obstant això, va aparèixer junt amb Aldebaran a $4;50^\circ$. Segons Lansbergen la Lluna s'observaria a $4;55^\circ$. Però com aquest acostament (de la Lluna a Aldebaran) va tindre lloc quasi 11 hores abans de la verdadera oposició del Sol i de la Lluna, i el càlcul de Boulliau en les Sizígies es va acostar tant a l'objectiu, per què quasi 11 hores abans de l'oposició el Sol es retarda quasi 16 minuts en el seu moviment? Potser açò prové del moviment de la Lluna al qual li confereix massa intensitat prop de les Sizígies. Noti's el mateix en l'observació del número 42.

14. L'any 1646 vaig observar, durant molts dies de febrer, Júpiter junt a Propode o l'"estrella precedent al peu de Gèminis" (η Geminorum¹⁸⁰); realment en la nit del dia 16 va estar totalment estacionari, 5 minuts més a l'oest i 9 o 10 més al nord. Júpiter retrògrad estava a l'est de l'estrella el dia 12 i a l'oest el dia 13. De nou directe, el dia 25 superava la longitud de l'estrella quasi en un minut. Per tant el dia 19 a les 7^h estava a $25;26^\circ$ de Gèminis amb una latitud de $0;3^\circ$. Per a Lansbergen, a $25;53^\circ$, per a Kepler a $25;50^\circ$, per a Tycho segons Argoli a $25;39^\circ$.¹⁸¹ Tots s'acosten a la mateixa latitud. Per aquesta observació vaig començar a notar que Júpiter es movia més ràpid en les estacions del que es deduïa de les taules; i encara que se'l considerava estacionari, amb el telescopi s'observava movent-se sense parar i retrocedint quasi instantàniament; miri's baix, els números 25 i 29.

15. Aquest mateix any, el dia 27 de març quan el "cor del Lleó" (Regulus, α Leonis) estava en el mateix meridià, és a dir, a les $9;23^h$, el limbe inferior de la Lluna estava més al nord, que la dita Regulus, a 18 minuts, no menys, o 19, no més. I la línia traçada des de la "meitat del coll" (Algeiba, γ Leonis) fins al "cor del Lleó" (Regulus, α Leonis) tallava el limbe occidental de la Lluna. A la latitud boreal de l'estrella de $0;26^\circ$ afegeixo la paral·laxi de la latitud de $0;25;40^\circ$ minuts i el semidiàmetre de la Lluna de $0;16,29^\circ$ amb una distància observada dels limbes de (la Lluna a l'estrella de) $0;18^\circ$ i la latitud verdadera de la Lluna seria de $1;26,9^\circ$. Per a Boulliau seria $d'1;24^\circ$, per a Lansbergen de $1;36^\circ$.

16. El dia 5 d'agost d'aquest mateix any a les $14;45^h$ la distància de l' "ull de Taure" (Aldebaran, α Tauri) del marge fosc de la Lluna igualava quasi la part il·luminada de

¹⁸⁰ El nom grec era Propus, "peu cap avant".

¹⁸¹ Andrea Argoli (Tagliacozzo, 1570-Pàdua, 1657), fou conegut principalment per la seva producció d'efemèrides, que van des de 1621 fins a 1700. Fou professor de matemàtiques a Roma i a Pàdua. Entre les seves publicacions figuren *Secundorum mobilium tabulae* (Pàdua, 1634) i *Ephemerides ab anno 1640 ad annum 1700*, Lió, 1659. Va basar les seves efemèrides en les *Taules Prutèniques*, Tycho Brahe i les *Taules Rudolphines*. Vegeu Wilson (1989), p.187; també Mascella; Pelusi i BEA, I, p.59.

la mateixa Lluna, que estava més al nord. El dia 9 de juliol a les 15;40^h Venus distava de l'estrella de les Híades de l'“ull boreal” (Ain, ε Tauri) quasi 32 minuts i la distància era encara major a causa de la latitud. El dia 20 a les 16;0^h era més meridional que l'estrella que està en la “banya austral de Taure” (i Tauri, 97F) i s'allunyaven entre si 31 o 32 minuts.

17. L'any 1647, el dia 21 de gener, de bon matí, la Lluna va ocultar Júpiter per la part del limbe nord, estant Proció (α Canis minor) en l'ocàs a una altura de 33;56°, és a dir, a les 2;29^h del matí. Va eixir Júpiter estant Regulus (α Leonis) a una altura de 53;45°^o, és a dir, a les 3;32^h; es va mantindre ocult, per tant, 1;3^h. A París Gassendi va observar Júpiter, ocult des de les 2;17^h fins a les 3;0^h; a Esmirna Boulliau¹⁸² des de les 4;47^h fins a les 5;10^h. Veure l'eclipsi de la Lluna observat eixa mateixa nit en el capítol I número 28.

18. A partir de diversos eclipsis tenim la longitud d'Esmirna, de la que es dedueixen les (posicions dels meridians) de Constantinoble i Alexandria. Ara de nou, segons aquesta observació, la meitat de la conjunció de Júpiter i la Lluna va tindre lloc a Mallorca a les 3;0^h amb una paral·laxi de longitud de 0;24,27°. A Esmirna va ser a les 4;58^h amb una paral·laxi de 0;37,32° i amb la mateixa inclinació de la trajectòria observada de la Lluna. La diferència de les paral·laxis és de 0;13,5°, és a dir, 20 minuts de temps, que afegeixo a l'hora de Mallorca, on la Lluna es va observar abans, de manera que si a les 3^h va tindre lloc la meitat de la conjunció, resultarien les 3;20^h, però com a Esmirna va ser a les 4;58^h, per tant la diferència dels meridians és d'1;38 hores.

19. D'aquest mateix mode, a París la meitat de la conjunció va ser a les 3;29^h. La paral·laxi de longitud era de 0;15,48° amb quasi la mateixa inclinació de la trajectòria de la Lluna. La diferència de les paral·laxis era de 0;8,39°, és a dir, 14 minuts de temps, que afegeixo a l'hora de París perquè allí la Lluna es va mostrar abans; i seria a les 2;53^h però a Mallorca va ser a les 3;0^h. Per tant la diferència dels meridians de Mallorca i París és de 7 minuts.

20. El dia 8 d'abril la Lluna va ocultar l'estrella de les Híades a l'“ull boreal” (Ain, ε Tauri) per una tercera part boreal del seu disc, estant el “turmell dret de l'Auriga” (γ Auriga) en l'ocàs a una altura de 35;14°, és a dir, a les 8;19^h, com en la figura 8. Estava l'estrella a 1;55° de Gèminis amb una latitud austral de 0;4,2°. La paral·laxi horitzontal de la Lluna era 0;62,45°, (la paral·laxi) de latitud 0;26,10° i de longitud 0;54,6°. Per tant la posició verdadera de la Lluna es va estimar en 2 i 34° amb un latitud de 3;25° (estimació amb una incertesa de 2 minuts). Pel càlcul de Lansbergen estaria a 2;42° de Gèminis, per a Boulliau a una longitud de 3;28° i una latitud de 3;25°. Aquestes són les diferències de les taules en el moviment de la Lluna en els Octants, en els que la varietat o la desviació mai no és de la mateixa quantitat. Veure els números 8, 13 i 42.

21. El dia 12 d'aquest mateix abril la Lluna va eclipsar Júpiter per la part boreal del seu disc, (estant) elevat el “cor del Lleó” (Regulus, α Leonis) en l'ocàs a 57;17° (d'altura), és a dir, a les 9;56^h. Júpiter va eixir estant el mateix “cor” a 49;12°, és a dir,

¹⁸² Tota la informació sobre Gassendi i Boulliau i les seves observacions sobre l'eclipsi de Lluna i l'ocultació de Júpiter per la Lluna figura a Gassendi (1658), vol. IV, pp.460 i ss. Segons Gassendi Boulliau va visitar Esmirna i va fer observacions amb I. Faber.

a les 10;48^h. Es va mantindre ocult, per tant, durant 0;52 hores. A París, per a Gassendi la Lluna només va abastar la meitat del diàmetre de Júpiter, cavalcant pel limbe, a les 10;4^h i per la part que va emergir sencer distava de la cúspide de la Lluna dicòtoma un dodrant¹⁸³ de la taca Càspia a les 10;9^h i la conjunció dels centres va ser a les 10;5^h. A Danzig, per a Hevelius a les 11;15^h. Júpiter distava del limbe superior de la Lluna 6 minuts, davall la qual mai no es va ocultar.

22. De nou es confirma la diferència entre el meridià de París (i el nostre), perquè allí a les 10;5^h era la paral·laxi de longitud de la Lluna de 0;41,35°. A Mallorca en la meitat de la conjunció, a les 10;22^h (la paral·laxi era) de 0;48,40°. Per tant la diferència de les paral·laxis és de 0;7,7°, és a dir, 11 minuts de temps, que afegeixo a l'hora de París de 10;5^h, resultant les 10;16^h, mentre que a Mallorca eren les 10;22^h. Així la diferència dels meridians resulta de 6 minuts. La paral·laxi de la latitud de la Lluna a París era de 0;41,45°, a Mallorca 0;34,17°. Júpiter¹⁸⁴ va ser observat per Gassendi cavalcant pel limbe de la Lluna i per a mi es va eclipsar durant 0;52 hores, amb una latitud verdadera d'aquesta (en que concorden les Taules) d'1;8° Boreal, per tant Gassendi la va observar a 0;27° i així la latitud de Júpiter seria d'uns 44 minuts.

23. Les conjuncions dels planetes amb la Lluna ensenyen quant encerten les taules astronòmiques. Per a Lansbergen la posició verdadera de la Lluna a Mallorca a les 10;22^h correspondria a 29;48° de Càncer i, aplicada la paral·laxi de longitud predita s'observaria en 29;0°. Júpiter se situaria en 28;52° amb una latitud de 0;45°. Per tant, Lansbergen només s'aparta en 8 minuts en longitud. Segons Boulliau la posició de la Lluna correspondria a 29;59°. Per tant, s'observaria en 29;11°. Júpiter, situat per Boulliau en 29;21° es desvia només 10 minuts.

24. Des del dia 28 d'agost fins al 2 de setembre Venus es veia amb claredat i, amb els ulls nus molt brillant enmig del cel, i amb un diàmetre major; com més baixava cap a l'horitzó més blanc es tornava i disminuïa el diàmetre; i com més alt estava el Sol, millor es distingia.

25. El mateix any 1647, des del dia 14 de desembre vaig començar a observar Júpiter acostant-se, amb un moviment molt lent, a l'"estrella informe que està baix el ventre del Lleó" (I Leonis, 53 F). El dia 16 distaven entre si almenys 19 minuts o quasi 20. El dia 22 a les 11^h Júpiter estava 5 minuts més a l'oest i 9 o 10 més al sud (la qual cosa es distingeix fàcilment a Júpiter, no sols des de la línia del pol del zodíac i l'angle (d'aquesta) amb la vertical, sinó també des de la línia paral·lela a l'eclíptica i als satèl·lits de Júpiter, encara que, de vegades, algun d'aquestos es desvia). El dia 24, a les 14^h, Júpiter encara es movia directe. El dia 25, a les 14^h, ja (però quasi insensiblement) havia retrocedit 3 minuts cap a l'oest. Estava, per tant, a 9;33° de Virgo, amb una latitud boreal d'1;11°; ací vaig prendre nota que el moviment prop de l'estació era més veloç del que indicaven les taules.

26. És útil aquesta observació per a examinar les hipòtesis de Júpiter; perquè el Sol era perigeu, és a dir, amb un moviment mitjà quasi igual al verdader i Júpiter no (es-

¹⁸³ El dodrant era el palm major i abastava dotze dits.

¹⁸⁴ El text de Mut diu la Lluna, per error.

tava) lluny de la màxima prostaferesi de l'Orbe. Les taules, no obstant això, estan en desacord: perquè en el dit dia 24, per a Lansbergen estaria a 8;44°. Per a Copèrnic a 8;55°. Per a Kepler a 9;22°. Per a Boulliau a 9;27°. Per a Tycho segons Argoli a 9;43°. Però les posicions dels planetes en les seves estacions no s'ajusten completament al que prediuen les Taules.

27. L'any 1649, el dia 23 de març a les 7^h, Venus estava quasi 3 minuts més a l'oest que la “precedent de les tres en la cua d'Àries” (Botein, δ Arietis) i 9 més al sud. Estava, per tant, a 15;57° de Taure, amb un latitud boreal de 1;36°. Per a Lansbergen estava a 15;59°. Per a Kepler a 15;36°. Per a Boulliau a 16;0° amb una latitud de 1;35°. El dia 21 d'abril, estant Proció (α Canis minor) a 47;35° d'altura, o a les 7;17^h, l'estrella “austral de les tres del coll de Lleó” (η Leonis) estava sobre la taca Càspia, distant d'aquesta 6 minuts. La vertical que descendia a través de l'estrella tallava la quarta part (cap a l'ocàs) del disc de la Lluna.

28. Eixe mateix any, el dia 1 de juny a les 9^h, Júpiter retrògrad distava 16 minuts de l'“estrella precedent de les quatre que estan a l'ala esquerra de la Verge” (Zaniah, η Virginis), que estava, segons Tycho, a 29;56° de Virgo amb una latitud boreal d'1;25°. Per tant, Júpiter estava a 0;12° de la Balança amb una latitud boreal de 1;25°. Després, el dia 2 distaven entre si 13 minuts. El dia 5, 6 minuts. El dia 9, a les 10^h, Júpiter estava més a l'oest i distava de l'estrella (a l'extrem del limbe) exactament un diàmetre del mateix Júpiter. L'estrella distava de la línia dels satèl·lits un poc més de la meitat del diàmetre del mateix Júpiter. El dia 10, a les 10^h, Júpiter ja estava més a l'oest o directe; i el seu diàmetre distava de l'estrella una distància igual (i un poc més). El dia 11, a aquesta mateixa hora, ja distaven entre si quasi 2 minuts, el dia 15, 9 minuts, el dia 16, 11 minuts i, per consegüent, llavors (estava) en 0;7° de la Balança. Per tant, en aquelles 24^h entre els dies 9 i 10 es va observar Júpiter recurrent quasi tres diàmetres seus. Per això vaig dir que el diàmetre aparent de Júpiter era d'uns 48 segons. Les hipòtesis de Martinus Hortensius coincidiren prou.¹⁸⁵

29. Vaig comunicar, a l'instant, aquestes coses al meu doctíssim amic Riccioli, que llavors em va contestar que ell havia observat aquesta mateixa conjunció, alegrant-se de tan feliç acord entre l'una i l'altra observació, el que exposa en el *Nou Almagest*, llibre 7, secció 6, capítol 10, si bé, aquest mètode meu ja l'havia recomanat en el llibre 6, capítol 9, número 7. Manté no, obstant això, que el diàmetre de Júpiter va resultar ser de 46 segons (jo vaig dir quasi 48).¹⁸⁶ Noti's que, segons les taules, el moviment de Júpiter en els 9 dies abans de l'estació havia sigut de quasi 10 minuts. Però es van observar 15 minuts (de moviment). Semblants observacions en altres estacions assenyalem en els números 14 i 25. Així, el dia 9, a les 10^h, estava Júpiter a 29;56° de Virgo amb una latitud boreal d'1;26°. Per a Lansbergen a 30;0°. Per a Kepler a 29;47°. Per a Boulliau a 29;58° amb una latitud de 1;23°. En el mateix mes de juny, el dia 23, a les 9^h, Mart distava 14 minuts de l'estrella que hi ha a l'“extrem de l'ala esquerra de la Verge” (Zavijava, β Virginis). El dia 24, a aquesta mateixa hora, ja estava més a l'est,

¹⁸⁵ Vegeu Hortensius (1633), pp. 58 i 61, sobre el diàmetre de Júpiter.

¹⁸⁶ Vegeu de Riccioli (1651), Volum I, pp. 710 i ss., el capítol dedicat a les observacions de diversos autors, dels diàmetres aparents dels planetes. La referència als treballs de Mut a la p. 711.

[illegible]

Area Candi	Alat dan Merkannya	Estimasi
	Cr. 1	Cr. 1-2
1514 Dugong, 20 di 23 1515 Polaris Sulfur Dug. 23 & Langur + 44-1	Musmus 40-41 Musmus 41-251	By 19-25
1516 Maki 20 & 11 1517 Saka 1518 Apatin 1519 J. Candi R 1520 & (Arak) (1) Arak	Mus. 17-28 54-55 41-44 47-48 48-2	2-11 0-4 7-15 0 10-16 0 21-5 0 27-34 0-4
1521 Maki 11		
1522 Maki 11 1523 111	Mus. 17-41	2-11 0-4
1524 Dugong 1525 Polaris Sulfur	Musmus 41-47 Musmus 47-27	By 21-0
Alat dan Merkannya	Al-150	
1526 Dugong 1527 Maki 1528 Dugong 1529 111	66-4 12 44-5 45 45-20 5 41-11 28 41-11 11	

Non tutti ingannano Leffi. E, se non tutti, non tutti sono. Oppure, Guelfi e ghibellini, come i signori del partito, si sono ridotti a nulla, e tutti gli altri sono. (Cfr. l'articolo, "L'inganno", p. 10).

[illegible]

*De Deformationibus circa Pleiadas Mi-
nisterii Pluvii Langreni, &
12. Vincentii Nuti.*

[illegible][illegible]

Local name	Longitude	Latitude	Area
name	E. Co. 1 1'	Gr. S. 11' E.	sq. miles
Alfalfa-Trout Lake	N 36 18 W	49 42	1
Tongue River and Lodgepole Creek	N 42 33 W	4 20 10	6
Monte-Hatch Creek and Vicinity	N 44 45 E	5 18 30	8
Asian Target and Ten Meters	N 46 41 W	4 21 35	6
Asian for Korea Breaker Type	N 45 5 E	4 22 0	1
Asian, at latitude of China	N 41 43 W	5 11 30	5
Asian, at latitude of China	N 41 43 W	5 14 0	7

Observacions de les Plèiades per Van Langren i Mut, segons Riccioli (*Astronomia Reformata*, 1665).

a 18 minuts de distància. Per tant, Mart, el dia 23, a les 9^h, (estava) a 21;59° de Virgo amb una latitud boreal de 0;37°.

30. L'any 1650, durant tot gener vaig observar la constitució de les Plèiades. Deixades les xicotetes i considerada la “mitjana i brillant” (Alcíone, η Tauri) segons Tycho a 25;6° de Taure, amb una latitud boreal de 4;0° i l’“oriental més brillant” de les Plèiades estava a 24;28°, amb una latitud de 4;10° i l’“occidental més brillant” (Electra, 17 Tauri) a 24;38° amb una latitud de 4.32. I la “més baixa pròxima” (Mèrope, 23 Tauri) a 24;45°, amb una latitud de 3;53°. Després la “més boreal” a 24;45°, amb una latitud de 4.24. L'estrella situada “a la cúspide al naixement” (Atles, 27 Tauri) a 25;31°, amb una latitud de 3;51° i l’“oriental més alta” a 25;32°, amb una latitud de 3;54°. Prou exacta és la representació d'aquestes, presa de Martinus Hortensius en la dissertació sobre Mercuri, en el foli 52. Els catàlegs de Tycho i Lansbergen descol·loquen aquestes Plèiades.¹⁸⁷

31. El dia 12 de maig, a les 8;30^h, Saturn estava a una longitud de 5 minuts més occidental que l'estrella “precedent en el peu precedent de Gèminis” (Propus, η Gemini) i 12 minuts més boreal. Distaven entre si 13 o quasi 14 segons, segons vaig comprovar jo mateix en els dies anteriors i posteriors. Estava, per tant, a Gèminis a 28;30° amb una latitud austral de 46 minuts. Per a Lansbergen estaria a 28;29° amb una latitud de 0;56°. Per a Boulliau a 28;39° amb una latitud de 0;45°. Per a Kepler a 28;42°. El dia 7 de juliol, a les 10;45^h, la Lluna estava més al sud que Júpiter; distaven entre si quasi 30 minuts i la línia des de les cúspides (era quasi després de la quadratura) anava cap a Júpiter.

32. El dia 5 d'agost Júpiter distava del “peu austral de Virgo” (λ Virginis) quasi 35 minuts. El dia 25 de setembre, a les 7^h, distava del “plat austral de la Balança” (Zubenelgenubi, α Librae) quasi 32 minuts. El dia 28 d'eixe mateix setembre, a les 5;55^h, la línia vertical traçada a través de Venus baixava tocant el limbe occidental de la Lluna truncada, del qual distava Venus 9 minuts. El dia 30 de novembre, a les 8;45^h, Saturn distava del “ventre meridional de Gèminis” (Wasat, δ Gemini) 19 minuts. El dia 17 de desembre, a les 6;30^h, Venus, més austral, distava de la “següent més austral en el dors de Capricorn (ι Capricorni)”, 21 minuts. Tota la distància era quasi de latitud.

33. L'any 1651, el dia 1 de gener, a les 9^h, Saturn (llavors acrònic) distava, pel radi (astronòmic)¹⁸⁸, de l'estrella que (estava) en el ventre meridional de Gèminis (Wasat, δ Gemini) 2;36°. El dia 5 de juny a les 8^h estava 7 minuts més a l'est de la dita estrella i baix eixa mateixa latitud. Estava, per tant, a 13;46° de Càncer amb una latitud de 0;11°. Per això, el dia 4 va ser la verdadera conjunció, que, a causa dels núvols, no es va poder observar. Per al dit dia 5, a les 8^h, Boulliau calcula (la longitud) a 13;58°. Kepler a 14;1° amb una latitud de 0;11°. Lansbergen a 13;48° amb una latitud de 0;21°.

34. L'any 1653, el dia 3 de novembre, a les 8^h, Júpiter a penes va travessar l’“anterior en el dors de Capricorn” (θ Capricorni); distaven entre si 19 minuts i, pres

¹⁸⁷ Vegeu Riccioli (1651), Volum I, llibre IV, pp.243-44, sobre les observacions de les Plèiades, per Vicent Mut, on reproduceix un fragment d'una carta de Mut a Riccioli.

¹⁸⁸ El radi astronòmic és un dels instruments emprats per Vicenç Mut per mesurar angles entre objectes del cel.

en consideració l'angle de l'eclíptica amb la vertical, la longitud d'aquell era de $9;8^{\circ}$ d'Aquari amb una latitud de $0;48^{\circ}$. El dia 28 de novembre, a les 8^h , Mart i l'estrella "següent en el dors de Capricorn" (i Capricornii) distaven 13 minuts. Mart estava més a l'est i evidentment vaig advertir que es movia només tres minuts més austral: estava, per tant, a $13;6^{\circ}$ d'Aquari, amb una latitud austral de $1;19^{\circ}$.

35. Des del dia 19 de novembre fins al febrer següent em vaig ocupar cuidadosament dels diàmetres aparents de Júpiter, Mart i Venus per a comprendre quelcom sobre la varietat de les distàncies de la Terra, des de l'apogeu fins al perigeu i comprovar les teories de les taules tan aviat com es pogués. La diversitat del diàmetre aparent de Júpiter en distinta posició (el mateix dic de Saturn) respon amb prou exactitud a les hipòtesis comunes; perquè la màxima prostafèresi de l'Orbe supera a penes els 11° i amb açò a penes varia l'amplitud de la distància a la Terra. Però la diferència és molt gran per a Mart i Venus.

36. Perquè si el diàmetre observat de Mart el dia 19 de novembre s'establís en 50 segons, el dia 17 de febrer seria, segons les teories, de $0;1,40^{\circ}$ i es mostraria el doble major. No obstant això, estic molt segur que no es va observar augmentat ni en la seva meitat. El mateix vaig observar en Venus. Que l'astrònom intenti el següent: superposi's una llanda en què s'ha perforat un xicotet forat en la lent més llunyana del telescopi perquè l'estrella sigui desposseïda de tots els rajos adventicis; faci's ús del telescopi de dos vidres convexos estenent els fils en el focus interior; de la comparació, tant de les diverses posicions d'aquest mateix planeta, com de les fixes o les taques menors de la Lluna, comprovarà que la diferència entre els diàmetres aparents de Mart i de Venus des de l'apogeu al perigeu resulta molt menor que la que requereixen les distàncies deduïdes de les taules. Perquè per a les teories comunes el disc de Mart, des de la màxima distància a la mínima de la Terra, es mostra com de 100 a 8464 (és a dir, com el quadrat del que s'ha mesurat) i Venus com de 1089 a 61504.¹⁸⁹ És bastant falsa una diferència tan gran, com li resultarà evident a l'observador, llevat que la seva ment es condicioni amb les hipòtesis de les taules.

37. Reconec que Galileu i altres que mouen la Terra van creure que el diàmetre de Mart en oposició al Sol era set vegades major. Però aquesta gran varietat del diàmetre va ser declarada i inventada per a defensar el sistema copernicà. Mart acrònic, replet dels rajos oposats del Sol, apareix major; màximament prop de l'horitzó, amb la seva imatge engrandida per causes físiques; però si se l'observa prop del meridià (desposseïts els rajos adventicis pel telescopi) mai es produirà un increment tan gran en el diàmetre de l'apogeu al perigeu com les teories reclamen.

38. I no diguis que totes les hipòtesis dels astrònoms han sigut alterades per aquesta novetat; amb elles s'estableixen, amb prou aproximació, els moviments dels planetes, i el seu recorregut no uniforme es dedueix amb exactitud d'eixa suposada diferència entre les distàncies. Reconec el bon resultat del càlcul en allò que afecta al moviment; però els fenòmens dels diàmetres s'oposen a una diversitat tan gran de les distàncies. Bones són les hipòtesis; prou bé es constitueixen les línies, no obstant això, els planetes

¹⁸⁹ Sobre les distàncies del planetes a la Terra, vegeu Van Helden (1985) i la introducció. Sobre el cas de Mart vegeu, a més, Gingerich (1982).

poden pujar i baixar més o menys, en la mateixa línia davall de la qual disposem l'observació. Romanent fidels a les observacions, abans que als avantatges de les línies imaginàries.

39. Kepler opinava que la paral·laxi del Sol era de només 1 minut (alguns més moderns la jutgen encara menor) perquè si el Sol tingués una paral·laxi major estaria més a prop de nosaltres i conseqüentment Mart (conduït per açò) també estaria més pròxim a la Terra; i a vegades, estant acrònic, tindria una paral·laxi de 6 o 8 minuts, allò que afirmava estava en contra de les observacions. Però amb el consentiment d'un home tan gran (que, amb les seves harmonies imaginades, es va esforçar a mesurar la magnitud, l'ordre i les distàncies dels cossos celests), la seva argumentació és dèbil. En primer lloc, és incert que les distàncies de Mart a la Terra responguin amb precisió a les hipòtesis adoptades i estiguin molt estrictament subjectes a les regnes del Sol. En segon lloc, és fals que la paral·laxi de Mart mai hagi sigut de 6 o 8 minuts. Tycho, no obstant això, a la carta a Magini en les seves *Taules del Primer Mòbil*,¹⁹⁰ foli 80, afirma que, amb múltiples i meticuloses observacions fetes, sobretot l'any 1582, havia trobat una paral·laxi major que la Solar, de Mart acrònic en Càncer.

40. Per tant, si la paral·laxi de Mart va ser observada major que la Solar, estant aquell acrònic en Càncer, és a dir, en l'apogeu de l'excèntric, molt major seria en el perigeu. I, perquè no siguem seduïts per falses al·legacions d'altres, s'ha de notar que el fet de la màxima paral·laxi de Mart encara no ha sigut experimentat. Perquè per a aquesta observació es requereix que Mart estigui en oposició al Sol i al mateix temps en el perigeu de l'excèntric (en el passat segle cap al final d'Aquari) i aquesta ocasió no es va donar o encara és desitjada. Si, no obstant això, observares Mart 12 o 15 dies abans o després de l'oposició amb el Sol, no aconseguiràs res amb intentar-lo; perquè l'anomalia de l'Orbe 15 dies prop del perigeu ja dispensava una distància de Mart des de la Terra tan engrandida que produirà una paral·laxi a penes major que la Solar. Convé, per tant, observar a Mart quan estigui en cada perigeu, per descomptat de l'excèntric i de l'epicicle. Esperin els astrònoms l'èxit d'aquesta especulació; i mentrestant aprecia amb quanta precipitació parlen de la paral·laxi de Mart i de les distàncies dels planetes.

41. L'any 1654, el dia 8 de febrer, a les 9^h, distava Saturn de l'estrella "austral de les tres del coll del Lleó (η Leonis)", estimada amb el radi, 3;24°. El dia 11, a les 9^h, distava de Regulus (α Leonis) 2;26°. Saturn estava quasi acrònic.

42. L'any 1654, el dia 1 de març, estant Rigil (β Orionis) en l'ocàs a un altura de 34;16°, és a dir, a les 8;6^h, la Lluna va començar a ocultar Regulus (α Leonis) i el va sobrepassar estant elevat l'"húmer d'Orió" (Betelgeuse, α Orionis), que enrogia en l'ocàs a una altura de 44;43°, és a dir, a les 9;7^h. L'entrada de l'estrella i l'eixida va ser per la part austral de la Lluna, pròxima al diàmetre. Va durar, per tant, 1;1^h. Estava Regulus (α Leonis) a 25;1° de Leo, amb una latitud boreal de 0;26,30°. Ara, a l'hora de la meitat de la conjunció, és a dir, a les 8;36^h, la paral·laxi de longitud de la Lluna cap a l'orient era de 0;33,4° i la latitud de 0;17,28°. Per tant, la posició verdadera de la

¹⁹⁰ Aquesta obra de Magini, editada a Venecia el 1604, inclou la carta de Tycho Brahe, que cita Mut, a les pp.79-82, on Brahe comenta el moviment de Mart.

Lluna corresponia a 24;28° de Leo. Per a Lansbergen es calcula a 24;56°. Per a Boulliau a 23;50°. Nota: l'endemà a les 18;8^h va tindre lloc un eclipsi de Lluna (mira dalt, en el capítol I, número 57) calculat amb prou aproximació per Boulliau i Lansbergen; i ací per què s'allunyen tant? Un s'aparta 38 minuts. L'altre es passa 28. S'ignora el moviment de la Lluna fora de les Sizígies. Veure els números 8, 13 i 20.

43. Ara per a la latitud; en la figura 1 es dona FD, el moviment observat durant 1;1^h, que seria de 0;23,56° (d'arc) amb un semidiàmetre de la Lluna CD (CD va del centre de la Terra al centre de la Lluna, és a dir, seria la suma dels semidiàmetres) de 0;15,44°. Per tant BC la latitud de l'estrella des del centre de la Lluna seria de 0;10,20°, a la qual si s'afegeix la latitud del mateix Regulus (α Leonis) de 0;26,30° minuts, seria la latitud observada de la Lluna de 0;36,50°. Afegeixo, llavors, la paral·laxi de latitud 0;17,28° i resulta la latitud verdadera de la Lluna de 0;54,18°. Boulliau dona 56 minuts, Lansbergen 51 minuts.

44. L'any 1655, el dia 31 d'octubre, a les 10^h, Mart estava molt prop de la longitud de l'estrella que “segueix l'eixida de la cua de Capricorn” (Deneb Algedi, δ Capricorni), de la qual distava 17 minuts. L'estrella estava més al sud. D'on Mart (estava) a 18;43° d'Aquari a una latitud austral de 2;11°. L'any 1659, el dia 30 de març, a les 8^h, Júpiter, més occidental, distava de la “nebulosa o el Pessebre de Càncer” (ϵ Cancri), 25 minuts. Aquesta nebulosa agrupa un conglomerat de moltes estrelles; i algunes de la mateixa magnitud: les més importants són tres; no vaig observar la distància d'aquestes. Però dalt en el número 6 ja vaig plantejar: alguna d'aquestes estrelles de la mateixa magnitud va ser anomenada per Tycho, Praesepe (el Pessebre)?.

45. L'any 1660, el dia 15 de maig, a les 8^h, Venus estava més al nord i més a l'oest que l'estrella “boreal i en el més alt genoll de Gèminis” (Mebsuta, ϵ Gemini), de la que distava 15 minuts i estava 3 minuts més alt per la vertical, i la seva trajectòria s'apartava de l'estrella 6 minuts. Així, estava a 5;2° de Càncer amb una latitud boreal de 2;17°. El dia 28, a les 9^h, arribava a la més brillant de les moltes estrelles que formen la “nebulosa del Pessebre o del pit de Càncer” (ϵ Cancri). El dia 16 de juliol a les 10;0^h l'estrella “brillant del plat austral de la Balança” (Zubenelgenubi, α Librae) estava 9 minuts més boreal que el limbe de la Lluna, pel centre del qual passava la vertical des de l'estrella.

46. L'any 1661, el dia 3 d'agost, a les 7;3^h, la Lluna va ocultar Saturn, al qual va deixar a les 7;38^h. El pas va ser a través del limbe austral de la Lluna. El temps el vaig apreciar amb un rellotge domèstic circular, comprovat i corregit per l'azimut del “cor d'Escorpi” (Antares, α Scorpii) (va ser en el temps del crepuscle vespertí) i així, l'error de l'observació podria estimar-se en 4 minuts més o menys.

47. L'any 1662, el dia 11 de setembre, a les 8^h, Saturn estava més a l'oest que l'estrella “més al nord del front d'Escorpi” (Jabbah, ν Scorpii), de la qual distava 7 minuts. El dia 12 quasi 5 minuts. El dia 14, a les 8^h, ja estava 6 minuts més a l'est i havia sobrepassat l'estrella quasi 3 minuts pel Nord. Estava, per tant, aquest dia en 0;0° de Sagitari, amb una latitud boreal d'1;45°. Segons Lansbergen a 0;16° amb una latitud de 1;52°. Segons Boulliau a 0;9° amb una latitud de 1;45°. Segons Kepler a 0;5° amb aquesta mateixa latitud. Les observacions dels cometes de l'any 1665 les vaig descriure en un text publicat separatament.

46¹⁹¹. L'any 1665, el dia 18 de setembre, després de les 9^h, Júpiter distava de l'estrella que "segueix al llom de Capricorn" (ι Capricornii), 16 minuts, 5 minuts més a l'est i 14 minuts més al nord. Es movia, per tant, retrògrad en 13;7° d'Aquari amb una latitud meridional de 1;2°. El dia 5 d'octubre ja es movia directe. El dia 2 de novembre, a les 5^h del matí Venus estava prop de la "precedent de les quatre que estan a l'ala esquerra de la Verge" (Zaniah, η Virginis) i distaven entre si 14 o 15 minuts i la major part de la distància segons la línia vertical. Aquest mateix any, el dia 24 de novembre, a les 5.50^h del matí (el "cor de Lleó" (Regulus, α Leonis) estava al Mig Cel) estava Mart 2 minuts més a l'oest i 15 minuts més al nord de l'"estrella al genoll posterior de Virgo". Estava per tant en 14;2° de Virgo amb una latitud de 1;55°. Per a Kepler, (*Taules*) *Daneses*, (*Taules*) de Lansbergen i de Boulliau estava quasi en 13;57°.

47. L'any 1666, el dia 18 de març, a les 8.30^h, Mart acrònic distava de l'"altra estrella següent a la precedent de les quatre que hi ha a l'ala esquerra de la Verge" (Porrima, γ Virginis) 6;50° i de l'"esquerra a l'extrem de l'ala sud" (Zavitzjava, β Virginis) exactament 6;50°. I açò estimat amb el radi; per a la qual cosa (per a comprovar-ho) vaig prendre, llavors, la distància des de la "precedent al muscle d'Orió" (Bellatrix, γ Orionis) fins a la "precedent a les tres del cinturó" (Mintaka, δ Orionis) de 6.53°, que és la verdadera. I, encara que alguns menyspreen el radi, no obstant això, és exacte amb un error de dos minuts, amb les tres precaucions següents. Primer: ha de ser, al menys, de 12 pams, amb el transversari pel qual es mouen les pínules i es calculen les tangents, immòbil. Segon: en la mateixa nit (que s'usi) es comprovarà, valent-se d'alguna distància coneguda de les fixes, que aquesta difereix poc de qui observa (amb el radi). Així Gassendi.¹⁹² Tercer; usa el radi per a les distàncies que no excedeixin de 12°, perquè en majors angles es produeix tant un error de paral·laxi com de la separació dels ulls, com adverteix Longomontanus. Instrument fàcil, senzill i simple, algunes vegades supera els més grans, que recomanen la despesa i la cultura, més que la confiança.

48. Estava, per tant, Mart acrònic a 28;43° de Virgo. Per a Kepler el Sol es trobava en la dita hora 8;30^h a 28;37,45° de Peixos i Mart justament en oposició a 28;37,7°. Segons la facilíssima hipòtesi de Riccioli, l'oposició va tenir lloc a la mateixa hora a 28;36°. Alguns cerquen i destaquen les posicions acròniques de Mart; però confien en excés en aquestes observacions: perquè la posició del Sol acusa una incertesa de tres minuts, ja que la seva paral·laxi no està completament fixada. Però tres minuts en el Sol (més o menys) són tres en l'anomalia de commutació o de l'Orbe, que disloquen a Mart acrònic o perigeu 5 o 6 minuts o a vegades 8. No menyspreo aquestes posicions acròniques per a construir les hipòtesis; no obstant això, valoro més les observacions en què Mart té tota la màxima prostafèresi de l'Orbe; però els constructors de les taules tracten d'evitar açò, desanimats pel perill, i el rebuig del cel.

¹⁹¹ Mut repeteix els números 46 i 47 per error.

¹⁹² Sobre Gassendi i el radi astronòmic, vegeu Humbert (1936). Sobre el radi astronòmic en general, vegeu Roche (1981).



C A P V T V L

*Saturni Observationes prae Pergeum Exterioris facta Maiorice à D. Vincentio Mas-
saronio perscriptae, in quatuor diebus Hyli anni, confectae, et hactenus
post mortem, et nobis per litteras liberalissimè communicata,
cum lucu Saturni ex observatione, et ex quo-
tupli calculi deducta.*

				DIFFERENTIA TABULARUM.				
Ann. M. D.		Epilic. G. M. D.	Lat. G. M. D.	Prosp.	Hayn.	Kam.	Lamb.	Salut.
		Epilic. G. M. D.	Lat. G. M. D.	1	2	3	4	5
1	1810	Jan. 8	Agnesides 1 13	II 31 17	10	12	12	13
2		Jan. 18	Agnesides 4 15	II 31 17	11	12	12	13
3		Febr. 12	Agnesides 1 15	II 31 17	11	12	12	13
4		Febr. 24	Agnesides 1 15	II 31 17	11	12	12	13
5		Mar. 8	Agnesides 1 15	II 31 17	11	12	12	13
6		14	Agnesides 1 15	II 31 17	11	12	12	13
7		20	Agnesides 1 15	II 31 17	11	12	12	13
8		Apr. 5	Agnesides 1 15	II 31 17	11	12	12	13
9		12	Agnesides 1 15	II 31 17	11	12	12	13
10		May 1	Agnesides 1 15	II 31 17	11	12	12	13
11		May 12	Agnesides 1 15	II 31 17	11	12	12	13
12		May 24	Agnesides 1 15	II 31 17	11	12	12	13
13		June 7	Agnesides 1 15	II 31 17	11	12	12	13
14		June 14	Agnesides 1 15	II 31 17	11	12	12	13
15		June 21	Agnesides 1 15	II 31 17	11	12	12	13
16		June 28	Agnesides 1 15	II 31 17	11	12	12	13
17		July 5	Agnesides 1 15	II 31 17	11	12	12	13
18		July 12	Agnesides 1 15	II 31 17	11	12	12	13
19		July 19	Agnesides 1 15	II 31 17	11	12	12	13
20		July 26	Agnesides 1 15	II 31 17	11	12	12	13
21		Aug 2	Agnesides 1 15	II 31 17	11	12	12	13
22		Aug 9	Agnesides 1 15	II 31 17	11	12	12	13
23		Aug 16	Agnesides 1 15	II 31 17	11	12	12	13
24		Aug 23	Agnesides 1 15	II 31 17	11	12	12	13
25		Aug 30	Agnesides 1 15	II 31 17	11	12	12	13
26		Sept 6	Agnesides 1 15	II 31 17	11	12	12	13
27		Sept 13	Agnesides 1 15	II 31 17	11	12	12	13
28		Sept 20	Agnesides 1 15	II 31 17	11	12	12	13
29		Sept 27	Agnesides 1 15	II 31 17	11	12	12	13
30		Oct 4	Agnesides 1 15	II 31 17	11	12	12	13
31		Oct 11	Agnesides 1 15	II 31 17	11	12	12	13
32		Oct 18	Agnesides 1 15	II 31 17	11	12	12	13
33		Oct 25	Agnesides 1 15	II 31 17	11	12	12	13
34		Nov 1	Agnesides 1 15	II 31 17	11	12	12	13
35		Nov 8	Agnesides 1 15	II 31 17	11	12	12	13
36		Nov 15	Agnesides 1 15	II 31 17	11	12	12	13
37		Nov 22	Agnesides 1 15	II 31 17	11	12	12	13
38		Nov 29	Agnesides 1 15	II 31 17	11	12	12	13
39		Dec 6	Agnesides 1 15	II 31 17	11	12	12	13
40		Dec 13	Agnesides 1 15	II 31 17	11	12	12	13
41		Dec 20	Agnesides 1 15	II 31 17	11	12	12	13
42		Dec 27	Agnesides 1 15	II 31 17	11	12	12	13
43		Jan 3	Agnesides 1 15	II 31 17	11	12	12	13
44		Jan 10	Agnesides 1 15	II 31 17	11	12	12	13
45		Jan 17	Agnesides 1 15	II 31 17	11	12	12	13
46		Jan 24	Agnesides 1 15	II 31 17	11	12	12	13
47		Jan 31	Agnesides 1 15	II 31 17	11	12	12	13
48		Feb 7	Agnesides 1 15	II 31 17	11	12	12	13
49		Feb 14	Agnesides 1 15	II 31 17	11	12	12	13
50		Feb 21	Agnesides 1 15	II 31 17	11	12	12	13
51		Feb 28	Agnesides 1 15	II 31 17	11	12	12	13
52		Mar 6	Agnesides 1 15	II 31 17	11	12	12	13
53		Mar 13	Agnesides 1 15	II 31 17	11	12	12	13
54		Mar 20	Agnesides 1 15	II 31 17	11	12	12	13
55		Mar 27	Agnesides 1 15	II 31 17	11	12	12	13
56		Apr 3	Agnesides 1 15	II 31 17	11	12	12	13
57		Apr 10	Agnesides 1 15	II 31 17	11	12	12	13
58		Apr 17	Agnesides 1 15	II 31 17	11	12	12	13
59		Apr 24	Agnesides 1 15	II 31 17	11	12	12	13
60		Apr 30	Agnesides 1 15	II 31 17	11	12	12	13
61		May 7	Agnesides 1 15	II 31 17	11	12	12	13
62		May 14	Agnesides 1 15	II 31 17	11	12	12	13
63		May 21	Agnesides 1 15	II 31 17	11	12	12	13
64		May 28	Agnesides 1 15	II 31 17	11	12	12	13
65		Jun 4	Agnesides 1 15	II 31 17	11	12	12	13
66		Jun 11	Agnesides 1 15	II 31 17	11	12	12	13
67		Jun 18	Agnesides 1 15	II 31 17	11	12	12	13
68		Jun 25	Agnesides 1 15	II 31 17	11	12	12	13
69		Jul 2	Agnesides 1 15	II 31 17	11	12	12	13
70		Jul 9	Agnesides 1 15	II 31 17	11	12	12	13
71		Jul 16	Agnesides 1 15	II 31 17	11	12	12	13
72		Jul 23	Agnesides 1 15	II 31 17	11	12	12	13
73		Jul 30	Agnesides 1 15	II 31 17	11	12	12	13
74		Aug 6	Agnesides 1 15	II 31 17	11	12	12	13
75		Aug 13	Agnesides 1 15	II 31 17	11	12	12	13
76		Aug 20	Agnesides 1 15	II 31 17	11	12	12	13
77		Aug 27	Agnesides 1 15	II 31 17	11	12	12	13
78		Sep 3	Agnesides 1 15	II 31 17	11	12	12	13
79		Sep 10	Agnesides 1 15	II 31 17	11	12	12	13
80		Sep 17	Agnesides 1 15	II 31 17	11	12	12	13
81		Sep 24	Agnesides 1 15	II 31 17	11	12	12	13
82		Sep 30	Agnesides 1 15	II 31 17	11	12	12	13
83		Oct 7	Agnesides 1 15	II 31 17	11	12	12	13
84		Oct 14	Agnesides 1 15	II 31 17	11	12	12	13
85		Oct 21	Agnesides 1 15	II 31 17	11	12	12	13
86		Oct 28	Agnesides 1 15	II 31 17	11	12	12	13
87		Nov 4	Agnesides 1 15	II 31 17	11	12	12	13
88		Nov 11	Agnesides 1 15	II 31 17	11	12	12	13
89		Nov 18	Agnesides 1 15	II 31 17	11	12	12	13
90		Nov 25	Agnesides 1 15	II 31 17	11	12	12	13
91		Dec 2	Agnesides 1 15	II 31 17	11	12	12	13
92		Dec 9	Agnesides 1 15	II 31 17	11	12	12	13
93		Dec 16	Agnesides 1 15	II 31 17	11	12	12	13
94		Dec 23	Agnesides 1 15	II 31 17	11	12	12	13
95		Dec 30	Agnesides 1 15	II 31 17	11	12	12	13
96		Jan 6	Agnesides 1 15	II 31 17	11	12	12	13
97		Jan 13	Agnesides 1 15	II 31 17	11	12	12	13
98		Jan 20	Agnesides 1 15	II 31 17	11	12	12	13
99		Jan 27	Agnesides 1 15	II 31 17	11	12	12	13
100		Feb 3	Agnesides 1 15	II 31 17	11	12	12	13

And, infant (14, 18 months) follow Jan Sainsbury
monographs Association.

14. Idem Anno 1845. Septembris 13. obdormit Sarraceni alveolaribus rarijantibus quatuor 15. 16. tuberculis in regione laterali dexterae Alveolaribus rarijantibus quatuor 15. 16. tuberculis in regione laterali dexterae Alveolaribus rarijantibus quatuor 15. 16. tuberculis in regione laterali dexterae
15. Idem Anno 1845. Septembris 13. obdormit Sarraceni alveolaribus rarijantibus quatuor 15. 16. tuberculis in regione laterali dexterae Alveolaribus rarijantibus quatuor 15. 16. tuberculis in regione laterali dexterae
16. Idem Anno 1845. Septembris 13. obdormit Sarraceni alveolaribus rarijantibus quatuor 15. 16. tuberculis in regione laterali dexterae Alveolaribus rarijantibus quatuor 15. 16. tuberculis in regione laterali dexterae



CAPUT VII.

*Objektory: 2. Tykoni, 3. 4. PP. Sci.
Izfu Ouyoni, 2. 3. Marchonit
Corneli Maluza Muti-
na fallu.*

[illegible]

Objective

Observacions de Saturn prop del perigeu per Vicenç Mut, enviades a Riccioli per carta i recollides per aquest (*Astronomia Reformata*, 1665).

49. Lansbergen s'aparta molt en les posicions de Mart acrònic; segons el seu càlcul per a l'anterior observació, Mart estaria a $28;54^{\circ}$. Incorre en aquesta desviació perquè va vincular Mart, no al moviment verdader del Sol, sinó al mig, encara que la raó reclamava el primer mode de càlcul; perquè si l'equació del Sol (almenys en gran part) depèn de la paral·laxi observada des de la Terra, què pot succeir perquè Mart es dirigeixi cap al Sol, no tal com el Sol està en el seu Orbe sinó com es presenta òpticament a nosaltres? No obstant això, estic convençut per les observacions que exigeixen que Mart ha de ser mesurat des de la vertadera posició del Sol. Però què (succeiria) si d'açò es dedueix que l'equació dels dies naturals hauria de ser aplicada només al Sol i no a la Lluna ni a altres planetes? La qual cosa potser, es pot defensar si es vinculen al lloc del Sol verdader i no al mig. Els eclipsis, no obstant això, plantegen aquesta paradoxa.

50. Aquest mateix any 1666, el dia 24 de maig, a penes havia travessat Vindemiatrix (ε Virginis) el meridià, és a dir, a les $8;40^h$, Mart estava en el nonagèsim amb l'estrella "a l'extrem de l'ala esquerra de la Verge" (Zavitjava, β Virginis); però aquell, més a l'oest en una longitud de $0;8,30^{\circ}$ i més boreal en $0;14^{\circ}$. L'endemà a la mateixa hora estava $0;7,30^{\circ}$ més occidental i $0;12^{\circ}$ més boreal. D'ací el dia 24, a les $8;40^h$, Mart estava a $22;19^{\circ}$ de Virgo amb una latitud boreal de $0;57^{\circ}$. De Kepler es dedueix que estaria a $22;14^{\circ}$ amb una latitud de $0;57^{\circ}$. Per a Lansbergen en aquesta mateixa longitud de $22;14^{\circ}$ i la mateixa latitud. Per a les (*Taules*) *Daneses* de Longomontanus a $22;23^{\circ}$, la desviació de les quals es deu a l'ús de la quimèrica prostafèresi dels equinoccis, sense la qual es faria el càlcul amb més seguretat i més fàcilment.

51. Ocupem-nos de passada un poc del càlcul de Mart, que és el més fugaç entre els planetes. Les taules de Kepler (a qui segueix Boulliau) són les que més s'acosten a les observacions, encara que estan construïdes amb un difícilíssim procediment mitjançant el·lipses. El mètode d'aquests autors no és geomètric: cosa que va reconèixer el mateix Boulliau després de publicades les taules, en resposta a Seth Ward, que va ser el primer a advertir l'error.¹⁹³ Però encara que jutjo molt cert que els planetes es mouen en cercles, sent el moviment circular allò més natural per a la perpetuïtat del gir en totes direccions que, sense interrupció, repeteixen els cossos celests integrants de l'univers; no obstant això, i per a facilitar el càlcul el concert de cercles pot resoldre's en el·lipses; considero, doncs, admissibles els sistemes basats en elles, no sols per a les equacions del centre (que, igualment òptimes, les tenim tant de Longomontanus com pel fàcil mètode del P. Riccioli a través de la libració del centre de l'excèntric i altres diversos modes) sinó també i principalment perquè les distàncies del Sol per les quals es dedueixen les prostafèresis de l'Orbe s'exploren més exactament a través de les el·lipses. Deixat de banda, per tant, el tediós i molestíssim càlcul de Kepler i Boulliau, procedeix més breument així.

52. Al sinus segon de l'anomalia afegeix-li l'excèntricitat mínima de Mart (segons Kepler) 9265, si l'anomalia no arriba al signe 3 o si excedeix el signe 9. En altre cas, llevi's i faci's; per a aconseguir açò amb un radi de 100000, així el sinus de l'anomalia a la tangent de l'arc; i la diferència de l'arc i de la pròpia anomalia es duplica i s'obté la cercada equació del centre. D'una altra manera baix en el número 56.

¹⁹³ Vegeu la introducció sobre les hipòtesis de Boulliau i les crítiques i interpretacions de Seth Ward.

53. Demostro així aquesta solució del problema. A la figura 5 sigui l'el·lipse GRHE. Siguin els focus o pols F i B. Sigui Mart en E i cerqui's l'angle FEB, és a dir, l'equació del centre, donat l'angle GFE que és l'anomalia del centre. I donada tota l'excentricitat FB, que està partida en dos en el centre A. La posició de Mart E toca la tangent DC que es talla amb AC paral·lela al segment FE i uneix A amb C. Ara, per a la proposició 48, del llibre 3 de les *Còniques* d'Apol·loni de Perge, l'angle FED sempre és igual a l'angle BEC, però AC s'ha traçat paral·lela a FE, per tant, els tres angles FED, BEC i ACE seran iguals. Així, doncs, el triangle CEX és isòsceles i els segments XE i XC seran iguals. Per tant BX és igual als segments iguals XC i XE. Com es demostra.

54. Els triangles BAX i BFE són semblants, ja que FE i AC són paral·leles. Però BA i AF són iguals per hipòtesi; per tant, també seran iguals BX i XE; amb la qual cosa queda provat que també seran iguals XC i XE; conseqüentment el triangle BXC serà isòsceles amb els costats BX i XC iguals. Per tant, els angles XBC i XCB seran iguals i la seva suma serà igual a l'angle exterior AXB, el qual és igual a l'angle FEB, que se cercava, ja que ambdós estan entre paral·leles.

55. Doncs bé, convé trobar l'angle ACB adjacent al segment AC, que és el radi del cercle circumscrit a l'el·lipse. Aquesta és la prova; segons s'ha vist, els triangles BAX, BFE són semblants i el segment FB és el doble de l'AB, per la qual cosa, la suma dels segments BE i EF serà el doble que la suma dels segments BX i XA. Com els segments BE i FE sumats (per la construcció de l'el·lipse) són iguals al diàmetre o eix GH, els segments BX i XA sumats seran iguals al semidiàmetre AG, ja que la meitat és a la meitat com el tot és al tot. Però s'ha provat que BX i XC són iguals; per tant BX i XA sumades seran iguals al segment AC i conseqüentment al semidiàmetre o radi del cercle circumscrit AG.

56. Per tant al triangle obliquangle ABC coneixem l'excentricitat mínima AB, el radi AC i l'angle format per ambdós segments BAC, el suplementari GAC del qual és l'anomalia del Planeta GFE igual a aquest angle per angles entre paral·leles. (Amb això) tenim, per tant, donat l'angle ACB, el doble del qual (tal com provem) és l'angle FEB, que és l'equació del centre.

57. No obstant això s'ha d'advertir que les equacions del centre, trobades geomètricament (dalt, números 52 i 56) s'equivoquen en els octants de l'anomalia, segons les observacions, fins en quasi 8 minuts. Encara que difereixen poc en altres parts de l'excèntric. Potser per aquesta causa Kepler i Boulliau van adoptar a les taules equacions del centre adaptades i no exactament geomètriques. Boulliau, reconeixent aquest deliri, en la seva resposta a Seth Ward va corregir un poc el recorregut de Mart de la manera següent. A la figura 5 sigui l'angle IFN l'anomalia. Per I prolonga l'ordenada KN i així mateix des del focus F prolonga la recta FK. El planeta, va dir, no està en I sinó en O, on la recta FK talla l'el·lipse. Així, doncs, l'anomalia mitjana veritable és KFG i realment es corregeixen les equacions del centre; aquestes amb el procediment geomètric anterior resultaven justament majors en l'apogeu y menors en el perigeu.

58. Però amb el permís de l'enginyosíssim astrònom, no ens plau aquesta manera d'efectuar la correcció (encara que quant a la correspondència amb les observacions sigui òptima). Resulta, en efecte, poc harmoniós que la línia del moviment mitjà FI no passi per un punt del qual n'és el motor. Per això sembla absurd que el moviment mitjà

giri entorn al centre F i el cos del planeta sigui situat en l'el·lipse mitjançant l'ordenada del cercle, o del centre aliè A. Ni els equants de l'antiga astronomia toleraven una complicació tan gran. Però, perquè comprenem l'intent, respectem, de moment, l'inharmoní mode; i sigui el que sigui, accedim al càlcul.

59. Boulliau, en primer lloc, al triangle rectangle IFN, donat l'angle de l'anomalia IFN i el radi FI, obté el sinus NI. Segon, donada l'el·lipse, el radi del qual és IF, es busca IK. Tercer, al triangle obliquangle KIF cerca l'angle KFI per a obtenir l'angle KFN. Quart, calcula l'ordenada OP i el segment PF per a obtenir AP. Cinquè, al triangle rectangle OPA calcula l'angle AOP per a deduir l'angle AOF. Sisè, finalment cerca l'angle BOA, que sumat a l'AOF constitueix l'equació del centre cercada BOF.

60. Però per a què un càlcul tan tediós? Més breument, procedim així: al logaritme de la tangent de l'anomalia de Mart afegeix 0.00187 i resultarà la tangent de l'anomalia mitjana veritable; a aquesta afegeix la posició de l'apogeu del mateix Mart, i tindràs el moviment mitjà verdader d'aquest; i trobat açò calcula l'equació del centre BOF pel procediment exposat en el número 52. El logaritme 0.00187 és el complement aritmètic del logaritme de l'eix menor ARA, que tens, perquè l'el·lipse és coneguda donats els focus B i F. Procedeix igual per a la resta de planetes.

61. Demostració: pels elements de les el·lipses, com AR (és) al radi AS, així NI tangent de l'angle de l'anomalia GFI és a la tangent KN de l'anomalia verdadera GFK, amb la qual cosa es té l'equació del centre. Sigui l'exemple: Sigui donat el moviment mitjà de Mart 6s 10;0 i l'apogeu en 5s 0;0. Per tant, l'anomalia mitjana serà 1s 10 i el logaritme de la tangent d'aquesta serà 9.92381. Afegeixo 0.00187 i el logaritme de la tangent serà 9.92568, és a dir, 40;7,15°, i aquesta seria l'anomalia mitjana veritable; amb aquesta pel procediment del n. 52 o n. 56 es troba l'equació del centre 6;21,56 ° (que es resta). Afegeix l'apogeu a l'anomalia mitjana veritable i tindràs el moviment mitjà verdader de Mart 6s 10;7,15°. Resto d'aquest l'equació i obtinc la longitud segons el centre de Mart 6s 3;45,19°. El mateix s'obté mitjançant les equacions adaptades de Kepler, que haguérem desitjat foren geomètriques.

62. Encara que la correcció de Boulliau requereix moltes línies i càlculs (quan recorrent a l'el·lipse abans havia intentat obtenir un camí més senzill), com que, no obstant això, les distàncies dels planetes al Sol per a calcular les prostafèresis de l'Orbe s'obtenen amb més exactitud mitjançant l'el·lipse, per a la qual cosa ja hem trobat un procediment de càlcul més breu, ara com ara (no) rebutjo les el·lipses; i considero admissible la correcció de les equacions exposada en el número 60. Però aquesta correcció, que nosaltres realitzem més fàcilment, es pot dur a terme com ho fa Boulliau (encara que el mode sigui difícil) o mitjançant un cercle; o afegint una libració de l'apogeu. Basta, per tant, aconseguir l'objectiu: les teories són suposicions falses i els planetes no geometritzen.

63. Pel nostre mètode s'aconsegueix més fàcilment descriure l'el·lipse del planeta, donades tres observacions (problema que alguns havien jutjat sense solució). Perquè l'excentricitat mínima es troba mitjançant cercles, donades tres observacions. Vegeu el *Cusus Mathematicus* d'Herigone, volum 5 i el llibre 7 de Riccioli, secció 2, capítol

8.¹⁹⁴ Ja que a la figura 5, segons s'ha demostrat, consta que l'angle de l'equació ACB en el cercle és subduple de l'angle FEB en l'el·lipse; si amb tres observacions repartides pel cercle es dedueix l'excentricitat mínima AB i la dupliques, tindràs l'excentricitat completa BF o els focus F i B i d'ací l'el·lipse. Acabada l'operació, la milloraràs amb l'anterior correcció del moviment mitjà. Però aquest problema es cau per les seves bases; perquè les observacions donades pateixen d'un error d'un minut i no tenen el mateix apogeu. La cosa depèn de múltiples observacions.

¹⁹⁴ Pierre Herigone (1580-1643), matemàtic i astrònom, autor d'un *Cursus mathematicus* (1634-1642; 2^a ed., 1644) en 6 vols., del qual s'han destacat les notacions en matemàtiques i la seva atenció a les novetats. En la part d'astronomia dels quatre primer volums es mostrà anticopernicà i no va fer cap menció a les el·lipsis keplerianes. En canvi, en el volum V, publicat el 1637, es mostrà completament convertit al copernicanisme i a Kepler. Fa una exposició de les teories de Kepler i de la 1^a i 3^a llei. La segona sols en la forma de l'invers de la distància. En el volum sisé, publicat el 1642, va exposar les teories de Kepler de forma més completa. Herigone explica com determinar l'excentricitat i l'afeli d'un planeta, a partir de les observacions. Riccioli (1651), Volum I, llibre 7, secció 2, cap.8, p.543 i ss., estudia la primera desigualtat o anomalia dels tres planetes superiors i explica com derivar l'excentricitat i la posició de l'apogeu o afeli de les observacions per diversos mètodes: Copèrnic, Herigoni, Kepler, Bouillau i el seu propi.

Longituds de les posicions deduïdes d'anteriors eclipsis

1. Ja que mesurem el cel i el Sol amb els eclipsis i les conjuncions de la Lluna amb les fixes, és convenient baixar cap a les longituds dels llocs terrestres. Se'ns ensenya a deduir les diferències dels meridians de molts modes. Mira l'eruditíssim Riccioli volum 1 part 2, Herigone volum 4, Varenius *Geographia*, llibre 3, capítol 31.¹⁹⁵ Entre tots els mètodes, alguns molt més moderns consideren, seguint a Dullerio, que s'han de determinar els meridians per la posició de la Lluna, la seva distància a una fixa o el seu ingrés en l'eclíptica.¹⁹⁶ Però aquest últim mode està ple de múltiples errors perquè la posició de la Lluna, no sols l'observada, sinó la verdadera segons les taules astronòmiques, fora de les sizigies és molt insegura, màximament en els octants. Vegeu el capítol 2, números 8, 13 i 42. Altres consulten els satèl·lits de Júpiter, dels quals encara s'espera la verdadera teoria. Queden, per tant, els modes millors de tots, a través dels eclipsis i l'aproximació de la Lluna a les fixes.

2. En la determinació del primer meridià o l'inici de les longituds, tants caps o tantes sentències van alterar la cosmografia. Aquí alço aquella primera pedra segons la qual la longitud de Roma es considera ser 36;50°, per a adherir-me a les taules astronòmiques més comuns. És, per tant, el primer meridià (per a mi i per a Wendelinus) un cercle que s'estén des dels pols pel mig del mar Atlàntic, distant el mateix dels promontoris d'Àfrica i d'Amèrica, anomenat Cap Verd i de sant Agustí i, que travessant per la meitat d'Islàndia arriba a l'illa de la Sal a les illes de Cap Verd, que, han de ser triades perquè se les anomena Hespèrides per Hespero o llum del límit occidental; des del qual es considera que la longitud de Lisboa és de 13;30°.

3. Afegeixo per tant el catàleg dels llocs els meridians dels quals s'han deduït per les observacions dels eclipsis en el capítol I, afegides les conjuncions de la Lluna amb les fixes en el capítol 2. Es consideren més certes les longituds que s'han comprovat amb testimonis de múltiples observacions i són moltes les que concorden per a aquest catàleg quant a la posició dels meridians, sobretot per a Madrid, París, Mallorca, Anvers, Digne, Xafa, Bolonya, Danzig i Esmirna al mar Egeu. Les restants posicions que semblen basar-se en una única observació, es confirmen amb eclipsis observats en èpoques anteriors; així que concorden entre ells i amb altres, de tal manera que un canvi ho dislocaria tot un poc. La resta ho deduiràs per la proximitat (per a no obligar-te de manera incerta).

¹⁹⁵ Riccioli (1651), Volum I, Part 2, pp. 585 i ss. tracta de la "Problemática Geographica". En primer lloc s'ocupa del diàmetre de la terra i de la determinació de la meridiana; després de l'altura del Pol, etc. A la p.608 i ss. comença l'estudi de les longituds geogràfiques per diversos mètodes: rellotges, satèl·lits de Júpiter, variació de la il·luminació en els eclipsis de les taques lunars (mètode de Van Langren), distàncies lunars a una estrella fixa i altres, i fa una anàlisi crítica de tots el procediments. A Riccioli (1661), llibre 8, pp.312 i ss. Riccioli estudia de nou la qüestió amb més amplitud. Sobre Herigone i el seu *Cursus mathematicus*, vegeu dalt. Sobre Varenius, vegeu dalt.

¹⁹⁶ No hem identificat aquest Dullerius. Riccioli cita Robertus Dudlaeus, autor d'un llibre titulat *In maris arcano*, on tracta del problema de les longituds geogràfiques.

4. Queda resoldre les coses que alguns veuen, potser, dubtoses. Les nostres observacions les sufraga Riccioli (volum 1, foli 249), que estableix en el mateix meridià Bolonya i Uraniborg;¹⁹⁷ Roma la posa 12 minuts més a l'est. Kepler, d'acord amb Wendelinus posa aquests dos llocs en el mateix meridià mitjançant l'eclipsi de l'any 1616, observat a Roma a les 3;20^h i a Linz per Kepler a les 3;30^h. I, com Linz se suposa 10 minuts més oriental que Uraniborg, per això, Roma estaria en el meridià d'aquest. Però aquesta observació de l'eclipsi no és consignada com a segura en cap lloc; perquè a Roma va ser parcial amb una durada de 3;13 hores i a Linz per a Kepler va ser total amb detenció i durada de 3;34 hores, el que és una gran diferència; perquè almenys cal vigilar la durada de les fases (a l'òrbita de la Lluna). A més, aquesta observació no (ho) demostra plenament, perquè el testimoni és singular i reclama una prova contrària.

5. Les observacions de Tycho dels eclipsis no s'associen a altres per les que les longituds es puguin comprovar; per tal que ho creguem amb els ulls, contemplem des del mateix Uraniborg al mar Bàltic els llocs pròxims a aquest, a saber: Stettin de Pomeriana, Danzig i Mont Reial o Königsberg; les distàncies del qual són molt conegudes, tant per la navegació quotidiana seguint el mateix paral·lel, com pels eclipsis dels anys 1653 i 1641 i molts altres ressenyats aquí, en el capítol I (i observats) per tants autors. Vegeu les cartes de Gassendi en el foli 475 i Boulliau en el foli 466 i advertirem que Uraniborg dista de Stettin 4 minuts i de Danzig 24;¹⁹⁸ però Bolonya, per molts eclipsis, segons Riccioli, volum I, foli 381, està més a l'oest que Stettin 4 minuts i que Danzig 24 minuts. Per tant, Bolonya està situada davall el mateix meridià que Uraniborg; i Bolonya (com és ben sabut) està més a l'oest que Roma, almenys 2;10°. Per tant els meridians d'aquests llocs varien en longitud i no coincideixen.

6. París dista de Uraniborg 41 minuts i així, fixem-nos atentament en les taules de Boulliau; perquè en el foli 460 com a exemple de càlcul mostra la meitat de l'eclipsi del dia 10 de febrer de 1645 (que va tenir lloc) en Uraniborg a les 7;38^h, de les quals (per a reduir-ho a París) lleva 48 minuts, amb la qual cosa la meitat de l'eclipsi s'hauria produït a les 6;50^h, mentre que, no obstant això, el va observar a les 7;6^h, després de publicar les seves taules. Per tant si del càlcul de 7;38^h es llevés una diferència dels meridians de 41 que dona la nostra taula, resultarien les 6;57^h, una dada més pròxima al que s'observa.

7. Després de les *Taules Philolaiques* passo a les *Atlàntiques* de Wendelinus, que es va servir per a compondre-les sobretot de les observacions realitzades a la seva pàtria Herck-la-Ville i a París; separa els meridians entre aquests 18 minuts, però, no obstant això, després de publicar les seves taules, advertit per Gassendi, en carta a aquest, foli 508, va reconèixer la seva al·lucinació; i admet que la diferència dels meridians era només de 12 minuts (com ho és per a mi). Llavors les *Taules Atlàntiques* es desvien almenys 6 minuts de totes les observacions parisenques que el mateix Wen-

¹⁹⁷ En aquest lloc Riccioli afirma, en efecte, que Bolonya i Uraniburg estan en el mateix meridià.

¹⁹⁸ En carta a Gassendi (1658), vol.6, p. 475, d'Albert Linnemann, el 10 de gener de 1644 des de "Regiomonti", hi figura una taula de diferències de meridians entre "Regiomonti" i altres localitats. La cita a Boulliau es refereix a l'*Astronomia Philolaica*, a la part de les taules, p.466, on aquest autor, a partir de l'eclipsi de 1635 dedueix les diferències entre els meridians de Danzig i Stettin i altres llocs.

delinus havia considerat un autèntic miracle? Així, doncs, París dista d'Herck-la-Ville 12 minuts i de Brussel·les 6 minuts. D'Anvers 7 i d'Amsterdam 10'.

8. Kepler, recolzant-se en observacions, considera que Madrid dista de Uraniborg 1;1 hores. El mateix per a mi. Segons els eclipsis de l'any 1652 es considera Madrid exactament a 18 minuts de París i a 1;24 hores de Danzig. Això concorda amb l'eclipsi de març de 1634, el mig del qual va observar Van Langren a Madrid a les 8;47^h i a Digne Gassendi a les 9;21^h.¹⁹⁹ S'ajusta notablement l'eclipsi de novembre de 1631 observat pel mateix Van Langren a Madrid a les 10;57^h, a Leyden a les 11;26^h per Martinus Hortensius i a Tubinga per Schiccardo a les 11;44.²⁰⁰

9. Ulissipo o Lisboa, distant de Uraniborg 1;23 hores sorteja el meridià. Conforme amb l'eclipsi del 20 de desembre de 1619, observat a Ingolstadt a les 17;15^h i a Lisboa quan estava Sirius (α Canis Majoris) a 18;40° d'altura, és a dir, a les 15;50^h.²⁰¹ Ho corrobora l'eclipsi del 2 de febrer de 1588, l'inici del qual va observar Tycho a Uraniborg a les 12;20^h i a Lisboa D. Sobrino a les 11;56^h.²⁰²

10. Amb notable benefici de la cosmografia ens ocupem de la longitud d'Esmirna al mar Egeu. Segons l'eclipsi de gener de 1647 Esmirna dista de Mallorca 1;37 hores. De l'eclipsi de l'any 1649 es dedueixen 1;38 hores. De la conjunció de la Lluna amb Júpiter observada el 21 de gener de 1647, 1;38 hores. Per tant, és molt certa la longitud d'Esmirna de 49;45°. Constantinoble se situa a 50;42°, Alexandria d'Egipte a 54;35° i el terme oriental del mar Mediterrani a 58°.

11. D'aquestes (dades) hem deduït en el capítol I, número 36, que les cartes corogràfiques havien de ser corregides i les longituds dels llocs del mar Mediterrani acurades. Des de l'estret gadità a les costes de Trípoli i Alexandria, termes orientals del Mediterrani seguint el mateix paral·lel a 36° hi hauria una diferència de longitud per a Clavius de 61°, per a Varenius de 64°, per a Herigonius de 57°. Per als nous Atlants, segons el consell de Snell, 53°,²⁰³ quan en realitat seria tan sols de 44;15°.

12. S'han de corregir, per tant, les cartes hidrogràfiques del mar Mediterrani; i si s'aplica la correcció de les longituds anteriors, no convindrà navegar sempre cap al

¹⁹⁹ Les observacions de Van Langren i Gassendi les aporta Wendelinus (1644), p. 110, si bé dona per a Van Langren el mig a les 8;42^h. Sembla que Mut va copiar malament les xifres. Michael Florent Van Langren (Mechlin o Ambers, ca.1600-Brusel·les, 1675) va proposar d'utilitzar les fases de la Lluna per a determinar la longitud en el mar. És autor del primer mapa publicat de la Lluna. Fou anomenat cosmògraf reial a Brussel·les. Va residir diversos períodes a Madrid. Era molt amic de Jean Charles della Faille, cosmògraf reial a Madrid i professor de matemàtiques del Col·legi Imperial. A Bèlgica contava amb el recolzament de Wendelinus i el seu grup. Vegeu A. De Smet (1973), "Langren, Michael Florent van", al *Dictionary of Scientific Bibliography*, ed. per C.C. Gillispier, vol.8, pp.25-26, New York, Charles Scribner's Sons; també V.Navarro, "Langren, Michael Florent van", a *Diccionario Biográfico Español* (de la Real Academia Española de la Historia), en premsa; Vanpaemel (2007).

²⁰⁰ Aquesta informació la proporciona també Wendelinus (1644), p. 98.

²⁰¹ Les dades les aporta Riccioli (1651), p. 377.

²⁰² Sobrino era capellà de Felip II i va col·laborar amb Andrés García de Céspedes en moltes observacions que figuren en el *Regimiento de Navegación* d'aquest autor. Vegeu Navarro Brotons (2000).

²⁰³ Es deu referir als Blaeu, autors d'*Alles* que porten el seu nom. El fundador de la dinastia, Willem Janszoon Blaeu, es considerava deixeble de Tycho Brahe i fou amic de Snell, del qual va publicar obres i li va construir un quadrant tychónic que es conserva a l'Observatori de Leyden. Vegeu Christianson (2000), pp. 254-256.

costat esquerre com fèiem notar en el capítol I, número 35. I perquè aquestes cartes són rectilínies convé que els graus dels paral·lels augmentin, romanent iguals els graus o intervals de les longituds; de tot això s'ocupa extensament Varenius en el llibre 3, foli 707. Així els ports o llocs es col·loquen millor seguint els rumbos. I encara que es diu que les loxodròmies són poc pràctiques al Mediterrani, sabem, no obstant això, que és important per a la precisió en l'art de navegar. Aquest problema pertorba als navegants, oprimits per la càrrega de les taules. Nosaltres, mes breument, ho plantejem així: en el rectangle ABC (figura 9) siguin A i C els llocs. Sigui donada AB, la diferència de les altures del Pol, i AC, la distància en graus (que s'obté de diversos modes). Considera els arcs com a línies rectes i sigui donat l'angle del rumb pel qual es navega. Sigui AB (la diferència de les latituds dels llocs A i B) de $22;40^\circ$ i AC, la distància, de $26;55^\circ$. Així, doncs, en geometria plana, com AC $26;55^\circ$, o en centèsimes 2689²⁰⁴, és al radi, així AB $22;40^\circ$, o en centèsimes 2266, a l'angle del rumb BCA $32;35^\circ$ des de l'equador.²⁰⁵

13. Ara, per a la corografia d'Hispania convé fer notar una cosa. A la taula dels llocs es consigna la latitud de Madrid, observada pels Pares de la Companyia de Jesús i per Van Langren a $40;26^\circ$; la de Barcelona pel pare Cysat a $41;26^\circ$;²⁰⁶ la de València pel P. José Saragossà a $39;34^\circ$. Mallorca per nosaltres en $39;34^\circ$. Ulissipo o Lisboa per Pedro Nunes a $38;40^\circ$ i per altres $38;36^\circ$, segons Riccioli, *Nou Almagest*, llibre 9, secció 4, capítol 11. Afegeixo des dels confins a Narbona, segons observació de Gassendi, a $43;16^\circ$ i Tolosa per I. Fernelius a $43;30^\circ$.

14. A cada un dels graus del cercle màxim li corresponen 21 llegües comunes d'Hispania, que anomeno aparents, és a dir, dependents de curvatures i girs, com comunament són considerades pels viatgers. Primer, en efecte, (assumint que les distàncies dels llocs van d'orient a occident) segons les observacions i el catàleg, la diferència dels meridians de Madrid i València és de $3;10^\circ$. D'ací, donades les latituds de cada un dels llocs, resulta una distància de $2;33^\circ$. Però entre aquestes ciutats s'han comptat 54 llegües comunes, les quals, dividides per $2;33^\circ$ donen $21;10$ llegües per grau. Segon, Madrid dista del meridià d'Ulissipo $5;50^\circ$. Per això (aquestes ciutats) disten entre si $4;48^\circ$, i si divideixo per aquesta quantitat les 98 llegües que es considera hi ha entre aquests llocs resulten 21 llegües per grau.

15. Tercer, la longitud de Lisboa varia de la valenciana $9;0^\circ$ i donades les latituds, disten entre si $7;0^\circ$. Però s'estima que aquests llocs disten 143 llegües, per tant a cada

²⁰⁴ $26^\circ 55'$ son $26,92^\circ$ o 2692 centèsimes de grau. Però és 2692 i no 2689.

²⁰⁵ La relació no s'enten i sembla incorrecta puix que compara arcs amb segments i angles.

²⁰⁶ Johan Baptista Cysat (Lucerne, 1586-88-Lucerne, 1657), fou un capdavanter en l'observació dels astres amb el telescopi: va observar taques solars, cometes, nebuloses i estrelles dobles amb telescopis que ell mateix va construir. Fou deixeble de Scheiner a Ingolstadt on va succeir el seu mestre com a professor de matemàtiques entre 1616 i 1622. Rector del col·legi de Lucerne de 1623 a 1627. El 1627 fou enviat a Madrid com a professor de matemàtiques del Col·legi Imperial. Després tornà a Ingolstadt d'on es traslladà a Innsbruck i finalment a Lucerne, on va morir. Va publicar *Mathemata astronomica de loco, motu, magnitudine, et causis cometarum*, Ingolstadt, Eder, 1619. Sobre Cysat, vegeu Sommervogel (1890-1900), II, pp.1760-61; BEA, I, p.267. Vegeu especialment, sobre la seva activitat astronòmica, Hiebert (2006), pp. 317-325. Sobre la seva curta estància a Espanya, vegeu Navarro Brotons (2003).

grau li corresponen quasi 21. Quart, Barcelona, les muntanyes de la qual veiem a la sortida del Sol després d'un temps humit, està quasi un grau més occidental que nosaltres, segons el certíssim rumb de les navegacions quotidianes; doncs, Lisboa dista de Barcelona 11;0° i així, considerant les latituds, disten 8;50°. Entre aquests llocs es compten 179 llegües, és a dir, (comptant amb les mixtes catalanes) 184, així, doncs, el grau comprèn 21 llegües comunes.

16. Cinquè, segons l'eclipsi de l'any 1642 entre el meridià de Lleida i el de Madrid hi ha una diferència de 3;45°; d'això es dedueix una distància de 3;8°, pels quals divideixo les 68 llegües que es compten i resulten poc més de 21 llegües per grau. Sisè, (del sud al nord) la diferència entre les latituds de Barcelona i Narbona és d'1;54° i a causa de la xicoteta diferència entre els meridians hi hauria una distància de 2;0°. Entre aquests llocs es compten 36 llegües catalanes, açò és almenys 42 hispanes comunes. Així, doncs, hi ha 21°.

17. I encara que aquests càlculs no aconsegueixen una completa acríbia o precisió, resulten, no obstant això, incerts els que a manera del preu de les coses, tenen una latitud justa, que no convé sobrepassar. Discutim sobre una estimació suficient de les parts. I com es diu que entre metes assequibles el grau comprèn 25 llegües aparents gèl·liques, 23 de les províncies (dels Països Baixos) i 20 belgues, així també 21 hispanes. No menys, com després es veurà; i no més perquè ja van acurtar massa Espanya en cercle, que es creia fins ara major, del qual (cercle) ja llevem un grau sencer.

18. Però les llegües aparents han de ser reduïdes a les verdaderes, per a considerar-les en una superfície perfectament esfèrica sense curvatures o girs. Segons l'opinió més comuna, d'acord amb Kepler en (*Taules*)*Rudolphines*, Capítol 16, es lleva de les llegües aparents la sisena part; si restem aquesta quantitat de les 21 llegües, queden per al grau 17 llegües i mitja hispanes verdaderes; tota la geografia acull aquesta mesura, sense ningú que, fins a la data, estigui en contra: com s'admet que el grau comprèn 15 llegües verdaderes germàniques, 19 belgues, i 20 gèl·liques. Però en aquestes no es lleva la sisena part, sinó menys: sospesen per tant si els camins són plans o la distància es recorre en llegües obliqües i escarpades i no el temps en què el camí és consumit.

19. Però per a opinar amb major certesa, breument consultem les mesures (realitzades). Willebrord Snell amb un esforç i activitat increïbles (en *Erathostenes Batavus*) a qui segueixen Wendelinus, Metius, Mersenne, Varenius i els més recents, conclou que el grau del cercle màxim conté 69 mil passos *rijnlandse* amb dos quints (com un pam de Mallorca són 1000 parts, el peu *rijnlandse* té 1584.²⁰⁷ El pam de Castella 1070. El de València 1160. El peu reial parisenc 1680. El de Bolonya 1980. L'anglès 1533. I el català també 1000). I encara que Pierre Gassendi en l'*Astronomia*, llibre 2, capítol 13, assigna 73 milles a un grau, en realitat l'acurta; perquè usa el peu romà Vespasià, que és menor que el *rijnlandse*.²⁰⁸

²⁰⁷ Snell, ben conegut pel seu descobriment de la llei de la refracció de forma independent a Descartes, fou el primer autor en determinar la longitud d'un arc de meridià mitjançant una triangulació, és a dir, una red de triangles entre Alkmaar i Bergen op Zoom. Va tractar de definir amb precisió la unitat de longitud: el *rijnlandse roede* o vara renana, igual a 3.766 metres (sobre els decimals a partir de les mil·lèsimes hi ha discrepàncies en la interpretació). Vegeu Haasbroek (1968).

²⁰⁸ Gassendi (1658), vol.IV, p.38.

20. Perquè si el grau del cercle s'estén a 17 llegües i mitja verdaderes hispanes, com l'opinió comuna manifesta, qualsevol llegua verdadera comprendria 3909 passos del tipus *rijnlandse roede*, és a dir, 7233 vares de Castella, o 8600 passos comuns de viatgers. Perquè el pas *rijnlandse roede* iguala 2 comuns i una cinquena part; sobre la qual cosa, vegeu baix, i a més qualsevol llegua verdadera contindria, seguint un cercle màxim, 3;26 minuts, com s'observa en els mapes d'Hispania.

21. Cal afegir, de quina celeritat dels passos parlem. Faci's una plomada, l'altura de la qual (de tres polzades romanes des de l'alt d'un fil empalustrat amb cera fins al centre d'una esfera de plom) sigui de 5240 parts, de les quals el pam de Mallorca conté 1000; i les 60 vibracions d'aquesta plomada corresponen exactament a 1 minut de temps, com sovint vaig comprovar d'acord amb Riccioli, Mersenne i Hevelius: amb aquest instrument mesurem el temps dels passos.²⁰⁹

22. Un home robust i sense equipatge, però sense saltar ni córrer, en un minut de temps completa 60 passos del tipus *rijnlandse roede* o geomètrics, és a dir, 132 comuns. Així Snell, Wendelinus, Metius²¹⁰ i Mersenne estableixen que el camí d'una hora és de 3600 dels passos *rijnlandse roede* predits i, conseqüentment, un grau del cercle màxim correspon a un camí de 19 hores, com es desprèn de la celeritat anteriorment atribuïda als passos. L'any 1642, acompanyat de D. Dídac Desclapers, vaig anar a mesurar, per a la corografia d'aquest regne, amb una perxa llarga, mitja llegua mallorquina de camí pla i recte, que varem trobar ser de 2575 passos *rijnlandse roede*: després, repetida l'experiència ben sovint, varem trobar que es van recórrer en 43 minuts de temps, comptant-se 5660 passos comuns, o 5690, és a dir, 60 geomètrics o 132 comuns en 1 minut de temps. I varem discórrer sobre la celeritat dels passos.²¹¹

23. Si un grau del cercle comprèn 17 llegües i mitja hispanes verdaderes, resultarà que (com varem veure dalt) una llegua comprèn 3909 passos geomètrics o 8600 comuns i és recorreguda en un temps d'1;5 hores, segons la velocitat dels passos establida. Però opino que açò és fals; perquè recorrem regularment una llegua comuna hispana amb els passos predits en una hora (exceptuant les catalanes). Si, per tant, aquesta llegua comuna aparent, dependent de les voltes i girs, és un camí de quasi una hora, una llegua verdadera en una superfície perfectament esfèrica es recorrerà en un temps menor. Al contrari, si la llegua verdadera fos d'1;5 hores i afegires (per a la comuna) una sisena part d'aquesta, tindríem una llegua de viatgers aparent d'1;15 hores, la qual cosa és molt falsa, donada la predita rapidesa dels passos.

24. Totes les coses s'arreglen fàcilment, si les 21 llegües aparents corresponents a un grau les reduïm a les verdaderes, no a 17 ½ com comunament es diu, sinó a 18 ½.

²⁰⁹ Sobre Mut, Riccioli i el pèndul, vegeu la introducció.

²¹⁰ Adriaen Metius (Alkmaar, 1571-Franeker, 1635), era germà de Jacobus Metius, conegut com un dels inventors del telescopi. Va estudiar matemàtiques i astronomia a la Universitat de Franeker de la qual després fou professor. Fou deixeble de Snell. Estigué a Uraniburg, l'illa de Tycho Brahe, on va residir un curt període de temps, suficient per tal de familiaritzar-se amb els instruments astronòmics i geodèsics del famós centre. Va dur a terme treballs geodèsics, possiblement en col·laboració amb Willem Janszoon Blaeu, que va publicar les obres de Metius després de morir aquest. La seva *Geometria practica* descriu els seus treballs de triangulació geodèsica. Végeu Van Helden (1974, 77) i Christianson (1999), p.322.

²¹¹ Sobre Dídac o Diego Desclapers, vegeu l'introducció.

Primer, en efecte, una llegua hispana verdadera (amb la predita marxa de passos) és un camí d'una hora o d'1;1 hora, sent un grau del cercle un camí de 19 hores i així una llegua verdadera es diu de 3697 passos *rijnlandse roede* o 8133 comuns, i a aquesta llegua li corresponen en el cercle màxim 3;14 minuts. Segon, ja que com haguera resultat que per a un grau, el camí verdader era a l'aparent com 18 ½ a 21, seria la llegua aparent de 4197 passos *rijnlandse roede* o 9232 comuns. I encara que, en els regnes particulars no hi ha les mateixes mesures, es poden, no obstant això, estimar així prou aproximadament: com les llegües de Castella la Vella són 21, a Castella la Nova són 20, a Aragó 19. Les comunes de tota Hispània 18 ½, de València 18. De la Manxa 17. De Catalunya comuns 15 ½, de Mallorca 15, on la llegua comunament és de quasi 11350 passos. En les cartes corogràfiques, per tant, (perquè la longitud d'Hispània resulta, per les observacions, un poc menor del que fins ara es creia) conservant les mateixes distàncies, varem concloure considerar que un grau del cercle conté 18 ½ llegües.

25. En les cartes marítimes, de les que ens servim amb molta freqüència al Mediterrani, les llegües comunes d'Hispània corresponen a 4 ½ milles, de les quals els navegants assignen 600 de Mallorca a Gènova.; aquests llocs disten entre si 7;5°, d'on a la figura 9 com AC, la distància de 7;5°, és al radi, així AB, la diferència de les latituds de 4;52°, és al rumb des de l'equador ACB de 43;20° o pres el seu complement ACE de 46;40° seria el rumb ACE de 46;40° des del Pol, o meridiana CE, com dalt en el número 12.

26. A la taula següent, les altures del Pol, observades per expertíssims astrònoms, s'assenyalen amb un asterisc.

	Longitud	Latitud
Lisboa	11° 30'	38° * 40'
Sevilla	16° 45'	37° 8'
Toledo	18° 57'	39° 50'
Madrid	19° 20'	40° * 27'
Bordeus	20° 50'	44° 47'
Oxford	21° 8'	51° * 46'
Londres	22° 8'	51° * 32'
València	22° 30'	39° * 34'
Lleida	23° 5'	41° 54'

Paris	23° 50'	48° * 52'
Barcelona	24° 30'	41° * 26'
Mallorca	25° 15'	39° * 35'
Narbona	25° 16'	43° * 16'
Goes	25° 20'	51° * 29'
Brusselles	25° 27'	50° * 48'
Anvers	25° 43'	51° 12'
Louvain	26° 10'	50° 50'
Amsterdam	26° 15'	52° * 25'
Avmyô	26° 26'	43° * 52'
Leyden	26° 35'	52° * 10'
Liô	26° 40'	45° 36'
Hertk-la-Ville Wendelinus	26° 50'	50° * 53'
Marsella	26° 55'	43° * 19'
Ais de Provença. Aquae Sextiae	27° 4'	43° 33'
Digne. Dinis	27° 44'	44° * 6'
Frankfurt am Main	30° 10'	50° 7'
Tubinga	31° 5'	48° 40'

Mila	32° 0'	45° 16'
Genova	32° 10'	44° * 27'
Nurnmberg	32° 55'	49° * 27'
Pisa	33° 40'	43° * 28'
Ingolstadt	34° 0'	48° * 42'
Vraniburgum Daniae	34° 10'	55° * 55'
Bolonya	34° 43'	44° * 30'
Florència	34° 50'	43° * 40'
Stettin	35° 10'	53° 36'
Venècia	35° 30'	45° 18'
Praga	36° 20'	50° * 6'
Linz	36° 30'	48° * 16'
Frankfurt am Oder	36° 30'	52° 51'
Roma	36° 50'	42° * 2'
Palerm	37° 40'	38° * 10'
Kadsatdt	39° 6'	45° 20'
Nàpols	39° 30'	41° 0'
Danzig	40° 10'	54° * 23'
Konishberg	41° 55'	55° 8'
Esmirna	49° 45'	37° * 45'
Constantinoble	50° 42'	41° 30'

Alexandria	54° 35'	31° 11'
El Caire	55° 50'	29° 50'
Alep (Aleppo)	58.50	37.20
Babilònia antiga	66.50	35.0

Eclipsi de Sol, any MDCLXVI

27. Amb aquestes (taules) ja en la premsa, el dia 2 de juliol vaig observar l'inici d'un eclipsi de Sol, estant aquest a una altura de 8;56°, corregida a 8;50°, és a dir, a les 5.29^h del matí. La màxima foscor va ser a una altura de 18;56° °, és a dir, a les 6.25^h. Del diàmetre del Sol de 4000 parts es van eclipsar 3250 o 9;45 dígits. La fi va tenir lloc a una altura de 31;26°, és a dir, a les 7.30^h. Per això la durada completa (va ser) de 2;1 hores a què només s'adapta el moviment horari keplerian, igual de ràpid. A l'hora de la màxima foscor, les 6;25^h, resulta, segons les taules, una paral·laxi de latitud de 0;28,6° i restada de la verdadera latitud de la Lluna resulta una latitud austral observada de 0;5,25°.

28. Segons el càlcul, els dígits enfosquits (són) 9;56 però es van eclipsar 9;45 i vaig observar el disc de la Lluna un poc menor que el solar (encara que, segons la taula, siguin iguals); podia ser rebutjada una diferència tan xicoteta, que és menor que la quarta part d'un dígit que s'ha d'enfosquir més; no obstant això, cal atribuir-la al cos brillant que introduïa els rajos a través de les vores extremes de l'ombra, per la que és eclipsat: per aquesta causa extrínseca quasi es dilata el Sol (màximament a l'horitzó) i s'observa la flama de la llum interposada de la Lluna llepar la cabellera i créixer en el temps. Per això l'ombra de la Lluna i (l'ombra) dels dígits es contempla menor; i es confirma en els eclipsis anul·lars. Vegeu la teoria de Longomontanus, llibre I, capítol 9 i Boulliau, capítol 5.²¹² No obstant això, és lamentable que aquestes causes físiques siguin anàrquiques i inconstants a causa de la variada constitució de l'atmosfera, de tal manera que els efectes de les refraccions en l'ombra de la Terra i de la Lluna no poden explicar-se per unes mateixes lleis.

29. La màxima foscor va ser a les 6;25^h i la meitat de la durada completa a les 6;29,30^h. Lansbergen dona la meitat de l'eclipsi a les 6;26^h amb la segona equació del temps; sense aquesta donaria a les 6;33^h. Boulliau a les 6;23^h, Kepler i Wendelinus a les 6;28^h. Tots prou pròxims perquè estan d'acord en la prostafèresi màxima de l'Orbe, que llavors tenia la Lluna 5;0°. Roman, per tant, la dificultat de l'equació en els ocants.

30. A València el P. José Saragossà, amb la perspicax habilitat amb què observa, va estimar per l'altura del Sol l'inici de l'eclipsi a les 5;20^h amb 9;40 dígits. La fi a les

²¹² Longomontanus (1622), part segona, llibre I, cap.9; Boulliau (1645), llibre IV, p. 205 i ss.

7;18^h. La diferència de les paral·laxis de longitud segons l'inici a Mallorca i a València és quasi de 0;1°, és a dir, quasi 2 minuts de temps, que afegeixo a les 5;29^h de Mallorca, perquè vaig veure la Lluna abans i serien les 5;31^h. A València va ser a les 5;20^h. Per tant, la diferència dels meridians és d'11 minuts. El mateix P. Saragossà, a Barcelona (com recentment em va escriure), l'any 1661, el 30 de març va observar l'inici d'un eclipsi de Sol a les 8;36^h del matí, la fi a les 10;50^h, amb 8;30 dígits, la meitat de la durada a les 9;43^h i de la foscor a les 9;40^h.

31. Vaig observar Mart (en les màximes equacions del centre i de l'Orbe) el dia 26 de juliol d'aquest mateix any 1666, a les 9;10^h, junt amb "la fixa més austral de les dues que seguien a la mà esquerra de Virgo". Estava Mart 6 minuts més austral i 4 més occidental. Per això estava a 20;36° de la Balança amb una latitud de 0;27°. Segons Kepler en 20;33° amb una latitud de 0;29°. Segons Lansbergen en 20;47° amb una latitud de 0;27°. Segons les (*Taules*) *Daneses* de Longomontanus en 20;51°. La fixa estava en 20;40° per a Tycho; apareix més avançada en les (*Taules*) *Daneses*, segons les quals afegint la precisió dels equinoccis per a aquests temps, augmenta de dia en dia; al contrari decreix amb Lansbergen.

32. Sobre les taules astronòmiques no emet cap judici: al contrari segons la taula número 81, capítol I, no vaig voler cap altra cosa més que ajudar al càlcul dels eclipsis amb les més selectes hipòtesis a la vista. Els diligentíssims barons van escalar les muralles celests, però encara no les van ocupar; mentrestant el docte astrònom desitjaria que les taules (foren) certes amb un error de menys de 6 minuts *mentre audaç vaga a través d'orbes desconeguts*.

Errates més greus

Foli 4 lín. 15 sine, dic, sive foli 8. lín. 23 observationis, dic, obscurationis. Folí 21. lín. 5. decurtatae, dic decurtatae. Folí 23. lín. 23. Maioricae, dic Matriti. Folí 88. lín. 12. Luna visa fuerit, dic, Iuppiter visus fuerit. Folí 75. lín. 17. angulum Rumbi BCA. intellige ab Aequatore. Aliqua calamo correxi; reliqua condona.

NARRACIÓ FISICOMATEMÀTICA DELS COMETES DE L'ANY 1665

Com que en la cèlebre controvèrsia sobre els cometes generalment ens ceguem perquè ens acostem a una llum insòlita, i la dels dos cometes d'enguany és més manejable per a nosaltres; per açò la seva llum va ser observada i entregada [a tu, il·lustríssim Senyor, missatger de les coses celests; autèntic llum]; puix que ens guien amb nova i especial llum, seguirem el peu sense entropesso dels peripatètics o emprendrem el camí més segur dels moderns. El primer cometa va brillar al principi de desembre de 1664, encara que no vaig ser advertit sobre aquest fins al dia 15.

El dia 18 vaig contemplar amb els ulls nus el cometa Pogonias, major que Venus perigee i de color un poc pàl·lid; però vist amb el telescopi el seu diàmetre era de quasi 6 minuts i d'un color saturní, amb el que, a la lividesa de la llum, que en el mig era més forta, resplendia de forma desigual. Una corona fosca rodejava quasi del tot el seu disc, ennegrint-se més que brillant. La seva magnitud a través del telescopi augmentava; però l'increment no era tan gran com el del Sol i la Lluna; d'on podem deduir que el cometa avançava altíssim, per l'argument de les estrelles, que per estar a una distància tan gran reben un increment molt xicotet en el telescopi. Però aquesta conjectura, encara que un poc convenç, és lleu; perquè tenint el cometa, en quant eteri o d'aire espès, radis associats, el telescopi abans robarà que augmentarà la cabellera formada pels radis que arriba a la nostra vista: i així pareix que el xicotet increment no prové, de cap manera, d'una altura major.

(3) Era, doncs, la barba del cometa de quasi 10 graus de llarga, recta i en forma de columna o cilíndrica: s'advertia que tota la matèria no era consistent per totes les bandes, almenys en la seva extremitat; sinó que era una part del cel més lluminosa, o bé rajos del Sol travessant el cos del cometa, com afirma la comuna opinió. I es confirma, segons això, perquè llavors els mateixos radis de la barba travessaven l' "estrella més boreal de les dues a Hydra baix de la Copa" (Al Sharasif, 11 Crateris) i no obstant això, no l'enfosquien. Si més no, la cobririen un poc si fossin matèria condensada, encara que transparent. Es dirigia la barba cap a la regió oposada del sol; però no amb precisió; perquè la rectitud d'aquella es desviava cap amunt des de la línia de la direcció del sol en un angle de quasi 2 graus, és a dir, cap a la dita estrella baix de la Copa.

(4) A les 5;45^h del matí del mateix dia 18 distava del “peu del Corb” (Kraz, β Corvi) 11;47° i de la “precedent superior al quadrat (del Corb)” (Gienah Gurab, γ Corvi) 11;17°. Després estava a 2;43° de la Balança amb una latitud austral de 25;26°. A València va observar el cometa el Pare Joseph Saragossà que, deixant els molt meritoris treballs de la càtedra de teologia, s’entrega a l’oci algunes vegades amb els matemàtics i els mesuradors d’Urà;²¹³ i segons les seves efemèrides sobre aquest cometa, a València, a les 5;34^h, estava a 2;45° minuts amb un latitud de 25;27°, la qual cosa a penes difereix de la nostra observació; perquè les 5;34^h de València són les 5;45^h de Mallorca, que està 11 minuts de temps més a l’est.

(5) El dia 19, a les 4;45^h, el va observar Miquel Fuster, distant del “peu del Corb” (Kraz, β Corvus) 13;30° i de “la precedent al quadrat” (Gienah Gurab, γ Corvus) 13;5°, de la qual cosa es dedueix que estava a 1;31° de la Balança amb una latitud de 26;50° (cosa que concorda exactament amb l’angle de l’eclíptica i amb l’òrbita del cometa), però després, a les 6 hores la distància del “peu del Corb” (Kraz, β Corvus) va ser observada per mi a 13;47° i encara que respecte al moviment diürn haguera de ser (la distància) un poc menor, no obstant això, entre l’una i l’altra hora ja començava el cometa a patir alguna paral·laxi perquè (6) passava més prop de la terra, com diré després. El dia 21, a les 3;30^h, la barba mirava el “cor de l’Hidra” (Alfard, α Hydrae); i el cometa estava en la línia recta de l’ “estrella austral de les dues que hi ha baix la base de la Copa” (9 Crateris) i la “precedent del triangle de l’Hidra” (ξ Hydrae), de la qual distava 3;25°, però ja que aquesta estrella no va ser observada per Tycho, no confio en el càlcul.

(7) El dia 22, a les 6^h, el Cometa estava un poc més occidental que la línia recta de “la següent de les dues enmig de Copa” (γ Crateris) i de “la més austral de les dues baix la base” (9 Crateris): distava d’aquella 12;45°, per la qual cosa estava a 24;41° de Virgo amb una latitud de 32;18°. Segons les efemèrides del Pare Saragossà (8) a València, a les 5;49^h, estaria a 24;14° amb una latitud de 32;9°. El dia 25, a les 4;10^h, distava del “cor de la hidra” (Alfard, α Hydrae) 23;44° graus i de “la precedent de les dues en la meitat de Copa”. Labrum, δ Crateris) 25;31°. Per això estava a 10;24° amb una latitud de 40;52°. A València, a les 3;59^h, segons aquelles efemèrides es dedueix que estava a 9;23° amb una latitud de 40;38°.

(9). En aquest dia 25 el seu diàmetre excedia un poc al de Júpiter perigeu. No obstant això, la barba era ja més curta; no perquè fos verdaderament molt xicoteta sinó perquè el cometa anava cap a l’oposició amb el Sol i, a més, la barba començava a la part de darrere del cap; el nostre ull, col·locat entre el Sol i el cometa, amb l’obstacle del mateix cap, veia la barba o la cua, tan llarga com vulguis, més curta. Si el cometa haguera tingut una latitud menor, hauria pogut ser observat o s’ocultaria davall l’ombra de la terra, si avancés pròxim a aquesta. Els dies següents van estar ennuvolats per a mi.

(10). El dia 29, passat a occidental després de l’oposició amb el sol, va ser vist a la vesprada perfecte, sense cua ni barba; potser perquè, com varem dir, tota l’extensió dels rajos es mantenia oculta llavors darrere del cap. Miquel Fuster, a les 9 hores de la

²¹³ Saragossà va escriure un llarg treball sobre el cometa. Vegeu la introducció.

vesprada, el va observar a 28;49° de Gèminis, amb una latitud de 45;46°. A València, segons les efemèrides del P. Saragossà, va aparèixer a les 8;49^h a 27;39° amb una latitud de 44;36°. Després, a les 12;8^h hores d'un rellotge horisoni, però estant Sirius (α Canis maior) en la línia meridiana, és a dir, a les 11;51^h hores verdaderes després del migdia, el vaig observar en la línia recta de l'estrella que (està) "a la cua del Ca major" (Aludra, η Canis maior.) i d'una altra que (està) "en el llom o al mig del cos de la Llebre" (Arneb, α Leporis) de la qual distava 8;7° graus, és a dir, estava a 26;15° amb una latitud de 45;20°.

(11) El dia 30, a les 7;0^h, distava de Rigil (β Orionis) 9;23° i del "genoll dret d'Orió" (Saiph, κ Orionis, 53F) 9;33°, per tant estava a 14;5° de Gèminis amb una latitud de 40;23°; però a València el P. Saragossà (el va veure) a les 6;49^h hores a 13;14° amb una latitud de 39;8°.

(12) Des del dia 31 es va mostrar amb cua; i conseqüentment la barba o cua, no és una altra cosa que la cabellera penjant del Cometa, desplegada o dissipada pels rajos del Sol; per això, el Cometa matutí difon les crins en forma de barba i el vespertí en forma de cua, de manera que en esvair-se la llum solar, els seus rajos brillen com a raspadures dels més tènues núvols. Aquest dia 31, a les 8;25^h, estava en la recta formada per Rigil (β Orionis) i l' (estrella) "austral a l'espasa d'Orió" (Hatsya, ι Orionis, 44F) i distava de Rigil 8;50°, per la qual cosa estava a 2;7° de Gèminis amb una latitud de 33;33°. Miquel Fuster, a les 8;12^h, el va observar distant de Rigil (β Orionis) 8;43° i a 9;7° de l'estrella "sobre el peu d'Orió" (Cursa, β Eridanus, 67F), és a dir, a 2;14° de Gèminis (13) amb una latitud de 33;34°.

(13) El dia 1 de gener de 1665 vaig realitzar una extraordinària observació puix que a les 7;30^h amb els ulls nus de diversos que miraven atentament, i amb els telescopis, el Cometa eclipsava l' "estrella que segueix a les dues contigües en Eridà" (μ Eridanus). Però el cap del cometa en realitat no podia ocultar l'estrella perquè l'òrbita o trajectòria d'aquest s'apartava de l'estrella i quan aquesta es va eclipsar, mostrant-se després de les 8, ja distava del cometa quasi un grau.

(14) De manera que l'eclipsi de l'estrella procedia de la cua del cometa, la direcció del qual s'orientava cap a ella. I, conseqüentment, cal dir que del principi de la cua o de la cabellera, prop del cap, emergia matèria condensada que ocultava l'estrella. Així, en efecte, en el cometa de l'any 1652 allò que eixia de la cua li va ocultar l'estrella al Pare Riccioli "la tercera d'Eridà" (Zibal, ζ Eridanus, 13F), segons es diu en (les obres de) Gassendi, en el volum 4, en el foli 482, on tracta sobre el principi de la cua, perquè de l'extremitat d'aquesta observem una altra cosa en el número 3.²¹⁴

(15) Així, doncs, a la dita hora (7;30^h) el cometa es veia junt amb l'"estrella en Eridà" (Zibal, ζ Eridanus), (que està a 24;48° de Taure, amb una latitud de 27;32°) i a les 9;15^h el vaig observar ja precedint l'estrella, de la qual distava 24 minuts i aplicant les distàncies a l'"ull de Taure" (Aldebaran, α Tauri) i a la "precedent de les tres del cinturó d'Orió" (Mintaka, δ Orionis), estava a 24;32° de Taure amb una latitud de 27;50°.

²¹⁴ A la pàgina 481 del volum IV de les *Obres* de Gassendi (1658) comença l'estudi del cometa de 1652.

(16) Em sorprenc, sens dubte, que haguera estat reduïda la posició del cometa a 23;45° de Taure, a les 7;19^h, a València. Presentaria llavors màxima paral·laxi i ja hauria precedit a aquella estrella d'Eridà (Zibal, ζ Eridanus). Però en realitat a la dita hora (7;19^h) [és a dir, a Mallorca a les 7;30^h] el canonge D. Dídac Desclapers amb el telescopi i amb la vista lliure i aguda, mirava amb mi, amb molta atenció, l'aproximació a l'estrella precedent; i Miquel Fuster, a la seva casa, a les 8 hores 40 minuts, amb els ulls nus i amb el telescopi va veure el terme de la dita aproximació i el va observar distant de Rigil (β Orionis) 15 graus 33 minuts i de la dita estrella d'Eridà (Zibal, ζ Eridanus) 0 graus 22 minuts, és a dir, a 24;42° de Taure amb una latitud de 27;53°. Açò a Mallorca.

(17) Durant tot el dia 3 va ploure sense parar i a les 6 hores va aparèixer el cometa entre un densíssim mar de núvols, a través de la finestra quasi oberta, amb un diàmetre major d'allò més habitual, d'uns 12 minuts, projectant la seva cua de quasi 15 graus de llarga corbada cap a l'horitzó i resplendent amb una llum molt viva semblant a un bellíssim plomall de casc militar.

(18) Aquest agradabilíssim simulacre crec que procedia del temps plujós i del cel ple de rosada. De nou els núvols ens van privar de les observacions; i quan una altra vegada va ser accessible el cel, a les 8;48^h, el cometa va aparèixer sense cua i estava en la línia recta del “peu de Rigil” (β Orionis) i de “la meitat de la boca de Cetus” (Kaffaljdhmah, γ Cetus), de la qual distava 11;10°, és a dir, estava a 14;25° de Taure amb una latitud de 18;16°. Per a Miquel Fuster a les 8;30^h hores estava a 14;17° amb una latitud de 18;41°, però a València es va estimar la seva posició més a l'oest.

(19) El dia 5 a les 8;40^h estava en línia recta amb l'“enrogit muscle d'Orió” (Betelgeuse, α Orionis) i Menkar (α Cetus), del qual distava 0;49° i de “la meitat de la boca de Cetus” (Kaffaljdhmah, γ Cetus) 4;3°, després estava a 8;42° de Taure, amb una latitud de 12;28°; però a les 7;30^h Michael Fuster ja el va veure 4;2° distant de Menkar (α Cetus), en la línia recta d'aquest amb “la meitat de la boca de Cetus” (Kaffaljdhmah, γ Cetus), és a dir, a les 8;53^h, amb una latitud de 12;32°.

(20) El dia 8, a les 6;48^h hores, estava en la recta del “node boreal en la xarxa dels Peixos” (ρ Piscium, 93F) i Menkar (α Cetus), del qual distava 7;54°, és a dir, a 4;4° de Taure, amb una altura de 6;58°. A València, segons les efemèrides del P. Saragossà, a les 6;37^h a 4;13°, amb una latitud de 6;51°.

(21) El dia 11, a les 8;45^h hores, estava en la recta de l'“estrella boreal següent a la precedent de la banya d'Àries” (Sheratan, β Arietis), i la “precedent de les tres a l'ull de Cetus” (Phycochroma, δ Ceti): distava d'ella 11;42°, per tant estava a 1;6° de Taure, amb una latitud de 3;4°. A València, a les 8;34^h a 1;23°, amb una latitud de 3;7°.

(22) El dia 15, a les 7;20^h, el va observar Miquel Fuster en la línia recta de l'“estrella austral precedent a la banya d'Àries” (Meshartim, γ Arietis) i el “clatell de Cetus” (Phycochroma, δ Ceti), distant d'aquesta 4;26°, és a dir, a 29;4° d'Àries, amb una latitud boreal de 0;6°.

(23) El dia 16, a les 9;0^h, estava en línia recta amb la “brillant al vèrtex d'Àries” (Hamal, α Arietis), i de “la més lúcida en el nexce d'ambdues cordes” (Al Rischa, α Piscium): distava d'ella 10;26°. Però estava un poc més a l'oest de la línia, és a dir, en 28;50°, amb una latitud boreal de 0;24°. A València, el Pare Saragossà el va observar

a les 8;49^h a 28;45°, amb una latitud de 0;19°. Heus ací que de nou estem d'acord, com quan el cometa va començar a brillar.

(24) El dia 22, a les 6;15^h, estava en línia recta amb “la cim del triangle” (39F Arietis) i la “boreal en la banya d'Àries” (Sheratan, β Arietis) [a penes més a l'oest] de la qual distava 14;43°, és a dir, 27;21°, amb una latitud de 2;53°; d'aquesta observació m'ocuparé en el número 46. A València, a les 6;4^h hores a 27;23°, amb una latitud de 2;48^h.

(25) El dia 23 a les 6;30 hores estava en línia recta amb “la cim del triangle” (39F Arietis) i l’“estrella austral de la banya precedent d'Àries” (Meshartim, γ Arietis), de la qual distava 4;8°. Per tant estava a 27;8° d'Àries, amb una latitud de 3;20°. A València, a les 6;19^h, a 27;25°, amb una latitud de 3;10°. Des del dia 16 havia començat a perdre completament la cua i a poc a poc a difuminar-se; des del dia 23 els núvols i les pluges van interrompre la visió del cometa quasi fins a febrer; i encara que després es va fer patent, vaig cessar en les observacions perquè no era capaç d'apuntar cap a ell amb precisió amb els instruments: però el Pare Saragossà, a València, el va observar directe des del dia 7 de febrer.

(26) Vaig ser advertit sobre el segon cometa el dia 6 d'abril; però ja brillava en el mes de març, de manera que un agricultor, el dia 1 d'abril, em va referir que l'havia vist amb un fil estès en línia recta amb Júpiter i l'estrella polar (α Canis minor), és a dir, a 22° d'Aquari. Altres afirmen que s'hi havia mostrat el dia 25 de març; d'açò no em va arribar cap rumor perquè la gent, acostumada al primer cometa, ja no s'admirava amb l'espectacle del segon.

(27) El dia 7 d'abril, a les 4;15 hores del matí, el vaig observar distant del “genoll dret de Pegàs” (Matar, η Pegasi) a 8;55° i de Scheat (β Pegasi) 6;57°, és a dir, a 18;53° dels Peixos, amb una latitud boreal de 26;24°. El seu diàmetre era poc major que una estrella de primera magnitud. La barba tenia de longitud quasi 7 graus i s'estenia sobre l'Àguila. El cap i la barba s'emblanquen a causa de la llum de la lluna. A València, el Pare Saragossà, a les 4^h, va percebre la seva distància a Scheat (β Pegasi) de 6;52° graus i a Marchab (α Pegasi) a 6;56°.

(28) El dia 8, a les 3;16^h, distava de Scheat (β Pegasi) 5;24° i del “genoll dret de Pegàs” (Matar, η Pegasi) 9;32°. Per tant estava a 23;32° de Peixos, amb una latitud de 25;50°. Per tant, com estava a una altura de 26;26°, distava del “genoll dret (de Pegàs)” 9;31°. A València, a les 4 hores, distava de Scheat (β Pegasi) 12;28° graus i de Marchab (α Pegasi) 7;56°.

(29) El dia 11, a les 4 hores, distava de Scheat (β Pegasi) 12;28°, segons una observació repetida sovint, i del cap d'Andròmeda (Alpheratz, α Andromedae) 3;49°; estava, per tant, a 6;5° d'Àries, amb una latitud de 23;45°. A València, a les 3;48 hores, el Pare Saragossà va trobar una distància des del cap d'Andròmeda (Alpheratz, α Andromedae) de 3;40°.

(30) El dia 14, a les 4;6^h, distava de l’“austral al cinturó d'Andròmeda” (Mirach, β Andromedae) 9;43° i de la “brillant del muscle esquerre” (Sadiradra, δ Andromedae) 3;19°, per tant estava a 16;37° d'Àries, amb una latitud de 21;2°. De les dues observacions dels dies 7 i 14 d'abril es va deduir un angle de l'òrbita amb l'eclíptica de quasi 27 graus. La barba estava quasi vertical d'esquena als rajos del sol i amb una longitud

de quasi 7 graus; aquesta, com més ascendia, més petita es veia. Però des d'aquest dia vaig cessar en les meues observacions; perquè el cometa s'acostava a l'ocàs helíac i ràpidament l'envaïa la llum del sol; desdenyo les observacions de les estrelles prop de l'horitzó, ja que les refraccions les alteren enormement; ni la Taula de Tycho ni cap altre les arreglen.

(31) Així, per a mi és cert que a Mallorca [com a les illes més australs] la refracció és menor i s'eleva menys que als llocs més al Nord; perquè els vapors del mar són més humits que els de la terra i, com més humits, menys s'eleven. Per això en terres més australs, com més càlides són, els vapors són més càlids i, per això, o bé s'atenuen més; o no són tan densos com als horitzons boreals; conseqüentment en ser més rars, produeixen una refracció menor.

(32) A més, la refracció no és sempre la mateixa, sinó contínuament mudable. Així, des de les nostres muntanyes, quan surt el Sol, si abans va haver-hi pluja o humitat veiem amb claredat les muntanyes de Catalunya que disten 29 llegües hispàniques, com es pot comprovar, perquè la humitat destaca les coses que en temps càlid la visió no abasta. Igualment que el seu disc, després de la pluja, quan el sol està sortint o posant-se, (està) molt més prop; tal vegada puguin deduir-se les regles de les refraccions pel sol (a l'horitzó) el·líptic. No s'ha de creure, per tant, en les observacions acompanyades de les refraccions, sempre inconstants.

(33) A la següent taula del primer cometa s'ha disposat la posició, segons la longitud i la latitud; a continuació, l'angle de l'eclíptica amb l'òrbita o trajectòria del cometa; i finalment el moviment en l'òrbita, és a dir, la distància al Node o punt en què (la seva trajectòria) va tallar l'eclíptica, que per a mi va ser a 29;5° d'Àries: d'aquesta manera es percep millor la variació del dit angle situat en el punt de la dita intersecció. I en la part inferior figura el moviment del segon cometa en longitud, latitud i angle de l'òrbita amb l'eclíptica.

(34) Emprenc ara la qüestió de la distància del cometa a la Terra. I, relegada la sentència dels peripatètics sobre el domini del cel, Kepler, Galileu, Cysat i Gassendi (seguint a Sèneca) opinen que els cometes són encesos en la part més alta de l'atmosfera o a la regió del cel; i es mouen en el pla d'un cercle màxim segons una línia recta. En efecte, el moviment rectilini és propi de les substàncies peribles i evanescents. Aquesta opinió és plausible, perquè concilia convenientment tots els fenòmens dels cometes i, sobretot, el seu moviment, lent al principi i al final i ràpid en la meitat. Com ho explica àmpliament G. Camillo Gloriosi en el llibre 5, capítol 2, *De Cometis*²¹⁵. Però a aquesta sentència em sembla que s'ha d'afegir alguna cosa.

(35) En efecte, havent travessat el primer cometa d'enguany quasi un semicercle contra l'ordre dels signes, sembla impossible que passés des de la Balança fins a Àries amb moviment rectilini, com per una corda, ja que en la dita trajectòria rectilínia hauria

²¹⁵ Giovanni Camillo Gloriosi, *De cometis*, Venezia, Varisco, 1624. Gloriosi (Montecorvino Rovella, 1572-Nàpols, 1643), va ocupar la càtedra de Galileu a Pàdua des de 1613 fins a 1621, quan tornà a Nàpols. El 1618 va escriure *Il Messaggero celeste e Disertazione astronomica fisica delle Comete* (Venècia) i el 1624 publicà l'obra citada *De cometis* que va dedicar a Galileu. Aquesta obra va gaudir d'una notable difusió, fins i tot a Espanya, on fou traduïda al castellà. Vegeu la introducció i, sobre Gloriosi, vegeu Favaro (1983) i Baldini (2001).

Dia de desembre	Hora del matí	Longitud Balança	Latitud Austral	Angle de l'òrbita amb l'eclíptica	Distància al node a l'òrbita
18	5;45	2;43	25;26	46;58	144;1
19	4;45	1;31	26;50	47;33	142;16
		Virgo			
22	6;0	24;41	32;18	48;13	134;13
25	4;10	10;24	40;52	49;2	119;57
	P.M.	Gèminis			
29	11;51	26;15	45;20	50;17	67;36
30	7;0	14;5	40;23	50;17	57;24
31	8;25	2;7	33;33	50;35	45;41
Gener		Taure			
1	9;15	24;32	27;50	50;51	37;2
2	8;40	18;33	22;12	50;46	29;12
3	8;48	14;25	18;16	51;18	23;42
5	8;40	8;42	12;28	52;55	15;42
8	6;48	4;4	6;58	54;36	8;34
11	8;45	1;6	3;4	56;2	3;41
		Àries	Bor.		
16	9;0	28;50	0;24	56;48	0;28
22	6;15	27;21	2;53	59;1	3;21
23	6;30	27;8	3;20	59;42	3;55
	Segon cometa	Peixos			
Abril					
7	6;31		26;24	27;2	78;2
8	4;15	18;53	25;50	27;0	73;49
	6;32	23;32			
	3;16				
11	4;0	6 Ari. 5	23;45	27;4	62;16
14	4;6	16;37	21;2	27;2	52;9

estat pròxim a la Terra, fins i tot extraordinàriament prop, amb una desmesurada paral·laxi, que de fet no va ser tan enorme. En efecte, la corda, que té un arc major en el quadrant, s'acosta més al centre. Aquesta dificultat també es planteja amb el sistema que accepta el moviment de la Terra, de manera que el cometa que, per la seva trajectòria rectilínia nosaltres temíem es precipités a la Terra, Kepler hauria temut que xoqués contra el Sol.

(36) Per a explicar la raó que pugui aparèixer com un semicercle, cal admetre que en el dit moviment rectilini hi ha alguna desviació, com si el cometa es mogués com un foc artificial que, acabat l'ascens, cau en forma d'arc; o com un projectil que, en debilitar-se el moviment rectilini, s'inclina amb una trajectòria parabòlica, tal com vaig exposar en la meua *Arquitectura militar*, part I, capítol 22, número 10.²¹⁶

(37) Sigui en aquest esquema la terra en A. Imagini's que aquest cometa s'haguera encès en l'èter, diguem en H, i sigui el moviment rectilini de la seva trajectòria HI, l'impuls del qual, llanguint des de I es va desviar cap a X amb un moviment mixt o parabòlic [així recorre part d'un semicercle per a no xocar amb la Terra] i d'aquesta manera va estar més distant de la terra en el principi i fi, és a dir, en H i X i més prop entre I i H, com resulta de les observacions; per açò, a la meitat del seu recorregut va estar més prop de la terra i es movia molt veloç, perquè llavors estava a la part de la corda més pròxima a la Terra; i en aquesta part els espais, encara sent iguals, comprenen un arc del cel major; i per açò les coses més pròximes semblen moure's més vel·loques, que les més remotes.

(38) Que el cometa, al principi de la seva aparició, estava més allunyat de la terra i sobre la Lluna, em convenço, en primer lloc, perquè les observacions fetes, en el mateix instant a Mallorca i a València, difereixen poc. Perquè el dia 18 de desembre, a les 5;45^h hores vaig estimar l'ascensió recta del cometa a 171;40°, amb una declinació de 24;15°. Però en aquest mateix instant, a València (on eren les 5;34^h), el Pare Saragossà va estimar l'ascensió recta a 171;44° i la declinació a 24;18°, de la qual cosa es dedueix que en diversos llocs la paral·laxi no excedia la de la Lluna, ja que quasi coincidia el lloc on va ser vist amb el verdader.

(39) Segon, aquell mateix dia, a les 3 hores, estava un poc al sud de la línia recta o extensió d'un fil traçat del "peu" (Kraz, β Corvi) al "rostre del Corb" (Alkhiba, α Corvi); després, estant a les 4;45^h en el meridià no es va desviar d'aquesta línia cap al nord, desviació que evidentment s'haguera observat en la paral·laxi lunar.²¹⁷

(40) Quan realment va estar enmig del seu recorregut, és a dir, quan va ser més veloç, es va apreciar una paral·laxi. Perquè el dia 25 de desembre, abans i després de les 4 hores, amb un fil estès (alineat amb el cometa i altres estrelles) es desviava manifestament més del que exigia la proporció del moviment diürn a la seva òrbita; la qual cosa vaig observar amb el telescopi, el dia 1 de gener, en la direcció a "la precedent de les dues contigües en Eridà" (ω Eridanus), de conformitat amb la desigualtat de l'angle de l'òrbita amb l'eclíptica, com diré en el número 45. I d'aquí crec que procedeix que quan va estar en el seu curs més veloç les observacions fetes a València, que allunyen la paral·laxi, difereixen de les nostres; la qual cosa afirmaria amb més certesa, si sabés de quines observacions van ser deduïdes aquelles efemèrides del cometa.

(41) Llavors, en efecte, el cometa encara avançava més alt que la lluna; ja que la seva paral·laxi era menor que la lunar, per a provar la qual cosa, l'observació millor de totes és aquella en la qual el cometa era observat prop del nonagèsim de la seva òr-

²¹⁶ Vegeu la introducció sobre aquesta obra de Mut.

²¹⁷ Vol dir que si tingués paral·laxi com la Lluna, s'observaria desviació cap al nord.

bita, en l'ascens o descens d'aquell, com el dia 29 de desembre. Perquè, segons les dades del número 10, a les 9 hores l'ascensió recta del cometa era de $89;6^{\circ}$ amb una declinació de $22;15^{\circ}$ i a les $11;51^h$ [estant prop del nonagèsim] l'ascensió recta era de $87;10^{\circ}$, amb una declinació de $21;51^{\circ}$. Sigui, doncs, a la figura, el meridià de Mallorca XBTM; al triangle obliquangle TOC, siguin donades les declinacions TC i TO amb l'angle inclòs CTO. La diferència entre les ascensions rectes entre l'una i l'altra hora donaria TCO igual a $102;13^{\circ}$ i TOC $77;2^{\circ}$.

(42) Ara al triangle obliquangle FOT, donats TO i TF, complement del Pol a Mallorca igual a $50;25^{\circ}$, així com l'angle OTF que és la diferència de l'ascensió recta del cometa amb el mig cel a les 9^h, obtenim FOT, que llevat del TOC trobat, queda l'angle paral·làctic FOB de $49;27^{\circ}$. De la mateixa manera, per a l'hora $11;51^h$, llevat FCT del TCO trobat, queda el complement del semicercle que serà l'angle paral·làctic FCB igual a $86;32^{\circ}$.

(43) Atès que realment el moviment observat entre cada una de les hores a l'òrbita BCO va ser CO d' $1;50^{\circ}$ i pel moviment diürn va ser només d' $1;35^{\circ}$, la diferència de 15 minuts seria la diferència de la paral·laxi de longitud. De manera que, com 2948 [diferència entre el sinus segon de l'angle paral·làctic major i la semisuma dels sinus segons de cada un dels angles paral·làctics] a la tangent de $0;7,30^{\circ}$, meitat dels dits 15 minuts, així 3553, la dita semisuma del sinus segon a la tangent de $0;9,5^{\circ}$ minuts, que afegida i llevada de $0;7,30^{\circ}$, donen una paral·laxi separada de longitud de $0;16,35^{\circ}$ per a les 9^h i una paral·laxi de longitud de $0;1,35^{\circ}$ a les $11;51^h$.

(44) Es dedueix, per tant, que la distància del cometa des de la terra havia sigut llavors, és a dir, quan la seva velocitat va ser màxima, de quasi 127 semidiàmetres, ja que amb la paral·laxi de longitud obtinguda de $16;35^{\circ}$ i el dit angle paral·làctic de $49;27^{\circ}$, resulta una paral·laxi d'altura de $0;25,30^{\circ}$ i horitzontal de $0;27,5^{\circ}$, és a dir, una distància a la Terra de quasi 127 semidiàmetres. I encara que reconec que aquest càlcul de totes maneres no es pot realitzar amb precisió; perquè en el recorregut diari, el moviment observat es confon amb el verdader; no obstant això, resulta evident i es demostra que el cometa va passar més alt que la lluna; no arribant a tenir una paral·laxi com la lunar, la qual cosa va poder distingir qualsevol observador amb instruments toscos.

(45) A la fi del seu recorregut el cometa avançava més alt i amb menor paral·laxi, ja que, pròxim a l'ocàs, [en els últims dies de gener], no presentava cap desigualtat de moviment diferent del propi. Així, també el Pare Saragossà va escriure que l'havia observat durant moltes nits amb el telescopi a una altura major i baix per l'horitzó, distant de les estrelles i sense una variació sensible en el seu aspecte. Vegeu també a la taula de dalt com l'angle entre l'eclíptica i l'òrbita va ser creixent dia a dia; perquè l'increment de l'angle potser procedia d'açò, ja que el cometa cada dia s'allunyava més de la terra i com més alt pujava, apareixia l'òrbita d'aquest amb un angle major amb l'eclíptica.

(46) A més, el dia 22 de gener, el cometa en el meridià (com vaig dir en el número 21) estava en la recta formada per la "cim del triangle" (39F Arietis) i l'estrella "boreal en la banya d'Àries" (Sheratan, β Arietis). Després, realment (amb el cel sereníssim) a una altura de 8 graus no es va desviar gens de l'extensió del fil; em vaig cerciorar

d'açò fàcilment perquè la dita estrella boreal (Sheratan, β Arietis) està molt prop de l'"austral precedent" (Meshartim, γ Arietis), i la línia (entre les dues estrelles) hagués interceptat el cometa a la "cim del triangle" (39F Arietis), si haguera tingut una paral·laxi lunar. Així, sense refracció i exclòs el moviment propi, la paral·laxi del cometa era de quasi 9 minuts; de tot això (parlaré) després en el número 50.

(47) Segons les observacions de València, comparades amb les nostres, sembla que la paral·laxi del cometa a la meitat de la seva carrera havia sigut major i el camí de la trajectòria rectilínia més pròxim a la terra. Però no li dono molt de valor a aquesta comparació de les observacions perquè, per a resoldre aquesta qüestió, es requereix una observació feta en el mateix instant a cada un dels llocs, la qual cosa, en no tenir aquelles efemèrides del cometa, no vaig poder comprovar. No obstant això, quan les tingui, el meu mètode de càlcul serà el següent.

(48) Sigui a la figura anterior el meridià de Mallorca XFTM i sigui el de València, més a l'oest, ST; i sigui el cometa observat a Mallorca en C i en el mateix instant (si intervé la paral·laxi i en la part oriental del cel) el cometa semblarà més davall en O a València, ja que està més a l'oest, i abaixin-se de l'un i l'altre vèrtex les verticals SO i FC. La posició verdadera del cometa seria el punt d'intersecció E i la diferència observada del moviment observat CO; d'on, segons l'exemple pràctic del número 41, es dedueixen els angles paral·làctics, per a Mallorca FCB i per a València SOB; pel què, o bé es calcula la paral·laxi pels dos llocs mitjançant els angles paral·làctics amb la diferència de la paral·laxi observada CO, com en el número 42, o bé al triangle obliquangle ECO, donat CO i els angles adjacents ECO i EOC (que són angles paral·làctics) s'obté la paral·laxi d'altura OE, per a l'altura observada a València i CE, paral·laxi per a l'altura de Mallorca.

(49) El segon cometa viatjava més alt que la lluna: perquè el dia 8 d'abril a una altura d' $11;7^{\circ}$ distava del "genoll de Pegàs" [estava quasi a la mateixa vertical] $9;32^{\circ}$; afegida la refracció, seria la verdadera distància de $9;35^{\circ}$; després a una altura de $26;20^{\circ}$ la distància observada des del genoll de Pegàs era de $9;31^{\circ}$, que pot dir-se verdadera, perquè el moviment entre l'una i l'altra hora i la refracció s'exclouen, i la diferència de les distàncies és de 4 minuts, que és la diferència de la paral·laxi entre l'una i l'altra altura. Però la refracció s'oposa a la precisió; i tots ens submergim en les tenebres de les refraccions; i el cometa cap al Sol.

(50) Per a inferir el moviment propi rectilini per al segon cometa no comptem amb observacions suficients, que abunden per al primer. Aquesta línia recta de la trajectòria és, no obstant això, tangent al cercle, el semidiàmetre del qual és la distància a la Terra que va tenir el cometa a la seva màxima velocitat, és a dir, cap al dia 29 de desembre, com varem dir en el número 37. Per a comprovar si aquesta teoria es verifica per a l'observació del dia 23 de gener, imagina un triangle rectangle, el costat del qual en l'angle recte o radi sigui la distància a la Terra en el dit dia 29 de 127 semidiàmetres; l'angle adjacent al radi del triangle seria aproximadament de 71 graus, que correspon a l'arc del moviment observat a la seva òrbita entre l'una i l'altra observació. La secant d'aquest rectangle seria 390, és a dir, 390 semidiàmetres de la terra, de la qual distava aquesta quantitat el dia 23 de gener; per això la paral·laxi de 9 minuts, la mateixa que dalt en el número 46, i la desviació, que admetem en el número 36, no varia sensible-

ment aquesta pràctica. Ara acomoda a aquests cometes barbats el vaticini universal segons Caramuel *Primus Calamus*.²¹⁸

És roïna aquesta barba: la ira no l'aparta d'aquí cap al cel; el cometa ens prepara les armes; gens bo significa.

A més, de manera problemàtica i inversament.

Significa coses bones: no ens prepara les armes el cometa; la ira l'aparta d'aquí cap al cel; no és roïna aquesta barba.

²¹⁸ J. Caramuel, *Primus Calamus ob oculos ponens Metametricam...*, 2 vols., Roma, 1663-1665. Sobre Caramuel, vegeu la introducció.

FACSÍMIL DE LES OBRES ASTRONÒMIQUES
DE VICENÇ MUT

DE SOLE ALFONSINO RESTITUTO

DE SOLE
ALFONSINO
RESTITVTO,

SIMVL ET

DE DIAMETRIS ET

PARALLAXIBVS LVMINARIVM, SEMIDIAMETRO QVE
VMBRÆ TERÆ

EPISTOLA,

QVAM, AD EXCELL. D. COMITEM STABILEM CASTILLÆ
ET LEGIONIS · SCRIBEBAT

D. VINCENTIVS MVT, INSTRVCTOR MILITIÆ, SIVE SAR-
GENTVS MAIOR MAIORICE, &c.

Anno.



1642.

Palma, Typis Petri Gualp. Impressoris,

FACULTAS

EX COMMISSIONE Adm. Ill. & Re. D. D. Iosephi de Sanchez & Villanova Vic. Gene. Illustriss. & R. D. D. Fr. Thomæ de RocaMora Episc. Maior. Vidi hanc Epistolam de Sole Alfonso restituto, quam ad Excell. D. Comitem Stabilem Castiliæ & Legionis Scripsit D. Vicentius Mur Instructor Militiæ Maioricens. In qua nihil reperi, quod Soli Orthodoxæ Fidei, & morum probitati officeret: Sed potius multa, quæ Soli Regem nobis redderent clariorem. Qui enim hujus fatus parens novus Prometheus à Caucaſo Balearico, Astorum cursus indefesso labore, solertique industria scrutatus novam adhibuit Soli faculam, non illius cælestes ignes furatus est, sed expilatæ lucis candores pristinos restituit: & benè Soli lucem, qui Sapienti Alfonso addidit sapientiam; ut iam pro Muto loquantur muta Sydera, & pro accepta luce lucem publice eunigationis exposculent, Maioricæ D. 10. Februarij 1649.

D. Didacus Dez Clapès
& Montornès

Imprimatur.

Canonicus Sanchez
Vic. Gen.

EXCELLENTISSIMO D. N. BERNARDINO FERNAN-
 dez de Velasco & Tovar, Comiti Stabili Castilię & Legionis,
 Duci, Marquioni, Comiti, Cubiculario, Pincernę maiori, mag-
 no Falconario Philippi Regis D. N. Domino mille & quatuor-
 centum Oppidorum, Capiteo Generali &c.

SOLIS cursum tibi Excellentissime Princeps, consacro: nam
 cui maximę splendet Sol, quàm tibi in Hispanię celo syde i
 fulgentissimo, Primę Magnitudinis Astroseruitutis honor, nō
 arbitrij est, imperio tuo scribere me ipsum, laboremque hunc
 pro Tabulis Alfonsois, que quamdiu imposita eis vitia non pater-
 erant admirabundę posteritatis fidę superarunt; sed nostrā vel extero-
 tū incuria vera opinio Regis Alfonso delituit, sicque oblationib;
 non responder calculis. Nunc verō Sol Alfonsois, qui fuit His-
 panum decus pristinę luci restituitur, quem protege, tu solitus His-
 panam gloriam defendere publico nostro, hostiumque testimonio;
 nam facta tua supra inuidiam sunt; omnesque prospiciunt, quę
 non beneficijs lacerant, sed fidem incorruptam profertens declamo.
 Italia, Aragonia, vterque Castilia, Orbisque totus laben-
 tibus & labescentibus his laboriosis annis sanctitatem famę tuę
 decantarent, & colunt pace belloque, inimicis armis sub tua
 dexterice manu cadentibus timoratis, vel excelsis. Nullos
 hic tuę Domus triumphos superest proferte, dum proprię virtu-
 tis segete non omnia Patribus debes, sed hereditarię glorię Ma-
 iorum maiora inferis. Tuum ergo est Regijs propugnare Sig-
 nis; tuum igitur erit hęc Regis Alfonso monumenta defendere.
 Solque, cuius theoriam scrutamur, suo cursu tuam famam de-
 feret; & luce sua, tuam globo terrarum diffundet; nisi fortę
 ipse Sol a tui nominis lumine studeat toto illuciscere Orbi.

SOL Alfonsois, in figura 1. mouetur in Orbe eccentrico
G F H. decurrens diebus singulis à B. æquinotio vernali medio
 in consequentia scrupula 39. 8. 19. 37. 19. 13. 36. (post scrup-
 ula intellige Secunda, deinde Tertia &c. que hic non appingun-
 tur ob penuriosam typim, eorundemque memorare in tota hac
 Epistola) Eccentricitas **A C**. ad Terre centrum **C**. est particu-
 larum 3780. qualium Radius **A B**. 100000. Apogœum **G**. mo-
 uetur.

1. uetur in consequentia singulis annis scrup. 1. 1. Epochę sue Radices Christi D. sunt hæc, Toleti, cuius longitudo certa, plurimis obseruationibus habita, est grad. 17. 40.

Epocha M. Motus Solis fig. 4. 39. 12. 25.

Motus Apogei solis fig. 1. 8. 2. 30.

Calculus ergo sic instituitur. Collige sub data Christi Epochæ Medium motum Solis per Tabulas Alfonsinas. At pro motu Apogei non indiges Tabulis, quia ejus motus annuus est scr. 1. 1. quare annos tuos completos accipe tamquam si forent Minuta, quę reduces ad fractiones Astronomicas diuidendo per 60. iterum eisdem annos accipe tamquam Secunda; et has & illas fractiones reductas adde Epochę Apogei; & fiet Motus Apogei hac facilissima methodo quesitus, ut patebit exemplo; deinde aufer motum Apogei à Medio Motu Solis, & proliet Anomalia Solis; cum qua, ex Tabula equationum Solis Alfonsina, vel triangulorum calculo ex hypothefibus datis, depromo equationem seu prosthapheresim; quam addo, uel adimo (secundum titulos Tabulę) medio motui, & colligitur Sol ab æquinoctio vero.

2. Sit exemplum: Tycho, ut patebit infra nu. 33. Anno 1586. Martij die 11. obseruauit in meridie Solem in gr. 0. 43. 25. Arietis. Colligitur dato tempore sub dicta Epochā et Tabulis Alfonsinis M. Motus Solis fig. 5. 58. 36. 53. pro motu autem Apogei accipio annos completos 1585. qui cum reputentur ut Scrupula, diuisa per 60. dant gradus. 26. 25. quę addo Epochę Apogei fig. 1. 8. 2. 30. Nunc eisdem anos completos 1585. cum accipiantur tamquam Secunda, dabunt etiam scrup. 26. 25. & quia motus annuus est scr. 1. 1. id est Secunda 61. usque ad diem 10. Martij competent Secunda 11, quibus additis Epochę, fiet M. Apogei fig. 1. 34. 54. 6. Aufer hunc a M. Motu Solis, & emanabit Anomalia fig. 4. 23. 42. 47. quę dat prosthapheresim gr. 2. 9. 43. addendam; ergo Sol in 0. 46. 36. Toleti; sed deducto motu debito horę 1. 16. differentię Meridianorum, venit Sol Vraniburgi in 0. 43. 32. Arietis, ut Tycho obseruauit.

Prolegomena ad Theoriam

Solis Alfonsini.

3. Theoria Solis componitur obseruationibus; Cælum etenim ex ipso cælo metiendum est. Obseruationes autem apparentes corriguntur per Parallaxim, ut fiant verę: hæc insuper Diuersitas aspectus

aspectus instrumentis colligi nequit, Sole se in Refractiones inuoluen-^{4.}
tente antequam possint obseruari paralaxes, quæ doctrina Eclyp-
sium inveniuntur, apud omnes Astronomos; Ideo,

Semidiameter solis Apogei est scrupul. 15. 39.

Lunæ Apogei scr. 14. 50. Vmbre Apog. scr. 44. 22.

Distantia Lunæ a Terra semidiametrorum 62.

Ad colligendas has semidiametros omisi Antiquorum Hydrologia, & Scaphia, tanquam incertas, & pluribus fallacijs obnoxias
mensuras. Deinde Dioptram, Astronomicum Radium, Tychonica
que instrumenta tentavi, & ea precisam fidem derogantia exper-
tus sum, in his obseruationibus, quæ si à Scrupulo deficient, rem
totam destruunt: illa namque Organa tam exactam collimationem
neutrquam assequuntur, ob angulum tam acutum, in quo
concursum radiorum à puncto visionis, dilatatioque foraminis pu-
pillæ præcisionem tergiuerisuntur, ut uides Lunam, apud Keplerum
in Astr. Opt. fol. 218. toties a sex Astronomis die 22. Februarii
1591. obseruatam, iam uisam scrupulorum 31. iam. 33. 35. et 36.
Neque credendum est diametro Tubis accepto ex comparatione
distantiæ duarum stellarum, maximè Plejadum: de harum etenim
locis ad scrupulum certi non sumus: namquæ vel ipsarum inter se
distantia accepta fuit instrumentis; & tunc ob anguli exilitatem,
ut diximus, dubij reddimur: vel fuit habita ex distantia ab alijs,
huicque contemplationi prorsus non fidimus, quando Tychonem
videmus in aliquibus distantijs Stellarum dubium ad Scrupula 6. ut
in Ore Pegasi, Lancibus Libræ, & pluribus, quæ in catalogo Ke-
pleri aliter ac in Tychonico describuntur; de quibus Claramontius,
et Gassendus conqueruntur. Difficile insuper accipiuntur instru-
menti Stellulæ tam paræ in confinio conglomeratæ lucis proxi-
marum. Quidquod Occidentalis Plejadum, ad hanc semidiametre-
rorum obseruationem faciens, in Catalogo Tychonis est in Tau-
ri gr. 23. 13. sed in M. SC. Kepleri in 23. 50. Lansbergius
eam obseruauit in 23. 36. Sic attamen non tam dislocatus termi-
nus Plejadum, adhuc incertam obseruationem reddent cautiones
quibus fieri debet comparatio ad Solem, vel Lunam; maximè
cum Lux Luminarium maior sit aliâ stellarum, & oculus per
tubum inspiciens sub eadem distraccione, plus comprehendit de
objecto debiliore lucis, ut quotidie experimur in Luna vel tur-
ribus, inspectis tubo, primùm die, & deinde nocte: proueniens
hac

4. hac inæqualitate ex oculo, non ex Lentium defectu nec ex uicis;

6. Acceptio diametri Solis per umbram cylindri. mendacissima est; quia umbræ terminus crepusculosus apparet, et obscuritatis debilis. Si autem umbra etiam (in saniori sententia) aliquid habet lucis minus poterit prefiniri. Maior deinde, vel minor lux notabiliter observationem corrumpit; nam si prope umbram Cylindri, vel Styli applicas undequaque manum contra Solem, videbis maiori intensione lucis, siue reflexè, attenuari umbram. Clariori præterea specie accipitur lux quàm umbræ; cum autem illa accepta per foramen nequeat præcisè ad margines discerni, certius umbræ terminus sensum visus effugiet. Insupèr diameter Lunæ comparata ex Eclipsibus fallax est; tum quia plurima supponuntur quæ sub lite sunt; tum quia tempora phasium variè indicantur non solum à varijs oculis, sed etiam à uatis Tubis: Telioscopio etenim longiori, & potentiori breuior Eclipsis duratio; sed debiliori & breuiori tubo, longior colligitur; de quibus infra numer. 26. & 27.

8. Immissio diametri seu speciei Solis per foramen minimum quæ Recentiores commendant, reiicienda est; exhibet enim Solem serupulorum saltim 46. Cum autem Scheiner viderit per maius foramen accipi diametrum scrip. 30. apud Keplerum, & per minimum foramen observari maiorem; respondet, imaginem solarem exceptam per foramen maius videri minorem, quia lux cum tunc ingrediatur maior, etiam confundit marginales radiationes debiles; quas, lux illa maior in medio non permittit prospici; ideoque spectatur portio minor: ac verò Sol per foraminulum cum luce tenui splendeat, idcirco extrema limbi lumina non arcet à sensu visus. Sed pace tanti Viri arguo ad hominem: per te conus solaris radij in medio est clarior, & circa extrema debiliior, magis vel minus, ut in medio magis vel minus fortior: ergo si per foramen maius ingreditur fulgidior radius, etiam lux marginalis irradiabit defæctior; sicuti per foraminulum ideo in extremis speciei solis profuit lux sæculentior quia in medio debilis: quare cæteris paribus equalis deberet colligi magnitudo. Dicendum est igitur Scheinerum per foraminulum accepisse diametrum maiorem verà, extendendo circinum ad extremam quæ putabat illuminationem; cum re vera dispungeret ærem clarificatum, non ipsos radios conis ær namque circumstant, illuminatus à luce

5.
 luce ingressa Solis, & cum ea continuatus, etiam illustrat papyrū,
 etiam de pede circini proijcit umbram, & difficulter distingitur
 a radio marginali valde attenuato, & debili, quia confunditur
 confinium lucis, & umbrę; ideoque maior excipitur imago. Con-
 firmatur euidenter ex splendore disci Solis; quia exceptus per fora-
 minulum, circa margines apparet difformis, inequalis, & lacerus.
 Aër est ergo, non lux Solis; nam hæc equaliter munda, & conti-
 nua, quamvis debilis emitteretur; cum Solis marginalia puncta equę
 potentia sint ut experimur tubo, & equę lucida equę radiant. Un-
 de discontinuatio claritatis, & difformitas est in aëre, non in vera
 specie Solis; & consequenter illustratio marginalis non est lux,
 sed splendor profluens é radiis.

10.
 His igitur rejectis, ad habendam veram diametrum Solis hanc ex-
 cogitavi viam. commodetur Telioscopio machina, qua obser-
 vantur maculę Solares, (de quibus te optimè, & necessariò in-
 structum suppono, vel vide magnum Scheyner in Rosa Vrsina) &
 sit nunc rudi Minerva fig. 4. & charta B D F E, in qua, linea
 G C. vices fungetur circuli verticalis, & ei ad Rectos L I. re-
 presentabit Almucantaram. Collocetur hæc machina contra Solē
 in ipsissimo meridiei tempore, & loco obscuro. Tunc beneficio
 fili penduli H C. cognosces an G C. sit perpendiculariter verticalis,
 vel admoque chartam quousque respondeat intento. In Almucan-
 tara cognosces an Sol sit in ipso meridie, si ipsius imago lucida
 non pertransit obliquè Lineam L I. Itaque uno et altero die cō-
 pone instrumentum forma prædicta: & omnibus immotis, Sole
 existente circa Apogæum, accipe amplitudinem speciei Solis, quā
 in a tera charta seorsum divides in partes equales ad libitum. De-
 inde die qua uelis, dispungatur in verticali G C. transitus supre-
 mi vel infimi limbi Solis, idemque notetur diebus sequentibus
 &c. sic etenim colliges quantum Sol quotidie ascendat sub circulo
 meridiano, in partibus qualium habes diuisam amplitudinem
 seu diametrum speciei Solis. Insuper cum constet differentia De-
 clinationis ab uno die ad alteram; fiat, ut partes chartę in ascen-
 su, vel descensu diametri imaginis lucide, sic scrupula differentię De-
 clinationis ad scrupula circuli Meridiani, quę Sol occupat tota
 sua diametro. Transierit heri limbus inferior per C. in verticali
 G C. transeat hodie per V. & fiet, ut partes C V. ad totam diame-
 trum C E. ita scrupula differentie Declinationum Solis P M. ad scr.
 N P.

6.

N.P. Meridiani circuli, quæ Sol occupat tota sua diametro: cum quantitas representata ad quantitatem representantem sint termini analogi. Sed dices radium M V. prima die esse orthogonalem ad chartam, diebus verò sequentibus incidere obliquè; quod fateor, & respondeo dupliciter; Primò, hanc incidentiam nullam facere variationem in scrupulis secundis, si calculus proportionis non instituat quin Sol ascendat ultra Semidiametrum, nam tunc sexè fit Isosceles (quo operamur in acceptione Solis per

11. foraminulum) Respondeo secundò, nos etiam adnotaturos per quos dies imago Solis lucida ascendat vel descendat totam suam diametrum C E. sic erit Isosceles C R E. quod idem est ac si, dū Sol diametrum suæ imaginis percurrit, interim obseruares minuta temporis, quæ in nostra praxi substituuntur in scrupulis Meridiani circuli seu Declinationis: vtroque autem modo comprobatur, & exactissimè deducitur diameter visualis Solis. Ad hanc verò praxim aliqua præmonenda sunt. 1. Telioscopium sit optimum, bonarum lentium, materiaque arundinum, & tota obseruatoria machina vel sit metallica, vel saltem solidissima, inflexibilis, & immunis ab injuria temporis; quolibet etenim instrumenti alteratio intentum destruit. 2. Charta sit in ea distantia, quæ excipiat circummundum, & nitidissimum in margine. 3. Anuli lentium exactè rotundi ita apponantur, ut species Solis immissa per lentem conuexam non sit maior alterâ projecta per concavam. 4. Hæreat tota machina in solo; non pavementis, quæ strepitu, vel aeris diuersa temperie nutare seu trepidare possint. 5. Fiant obseruationes cælo sereno; nam sæpius obseruaui nubibus inferioribus vel superioribus aliquantulum refringi speciem lucidam immissam per tubum.

14. Hoc instrumento inuenitur visibilis diameter Solis Apogei, scrupulorum 31. 18. Et inter plurimas obseruationes, has solummodo subiciam. Aptavi ut præmonui instrumentum, & immissam imaginem Solis per tubum habui diuisam in partes equales 4000. Igitur anno 1648. die 11. Iunii notaui transitum Solis meridiani per diametrum circuli obseruatorij, eundemque transitum signavi die 20. Inter quos dies 11. & 20. Sol meridianus ascendit diametri partes 2395. qualium diameter speciei Solis 4000. Differentia Declinationis Solis inter datos dies fuit scrup. 18. 46. Quare ut particule 2395. ad scrup. 18. 46. Ita tota diameter

7.
 meter 4000. ad scrupula 31. 23. diametri Solis visualis. Inter
 diem 21. & 30. ejusdem mensis Iunij, descendit Sol partes 2338.
 differentia declinationum est scrup. 18. 18. ergo diameter Solis
 31. 18. Mense sequente Iulij inter diem 3. & 7. descendit par-
 tes 3004. differentia declinationum scrup. 23. 29. ergo diame-
 ter Solis 31. 16. Inter diem 16. & 17. descendit partes 2786.
 differentia declinationum scr. 21. 50. ergo diameter Solis scr.
 31. 21. His & alijs pluribus, (que brevitatis causâ omitto) vno
 & altero anno, collegi visibilem diametrum Solis in Apogeo esse
 scrupul. 31. 18.

Diameter Lunę Apogę facillimę acquiritur, ejus 15.
 imagine immissa per tubum, & comparatâ cum Solari. Sed tubus
 sit bonissimus, & species Lunę accipiat in charta sub loco obs-
 cursissimo. Sic autem plurimis observationibus inveni Lunam Apo-
 geam in plenilunijs præbuisse imaginem suam per tubum immis-
 sam partem 3791. qualium species Solis Apogei fuit 4000. Er-
 go diameter Lunę Apogę in plenilunijs est scrupul 29. 40.
 nam ut 4000. ad scr. 31. 18. sic 3791. ad scrup 29. 40.

16.
 Luna Apogea in plenilunijs distat a nobis semi-
 diametris Terre 62. Tycho Brahe ponit semidiametros 58. 8.
 quę distantia cum ipsius Tychonis hypothelibus, & observatis
 non solum stare non potest, sed iidem convincitur fore Semid.
 62. Sic etenim in fig. 2. Terra A. Sol Apogeus B. Umbra Terrę
 in transitu Lunę Apogę FH. Distantia Lunę à Terra AF. Se-
 midiameter Solis apparens erit angulus B C D. Idem ac si spec-
 taretur ex A. propter tantam distantiam; angulus A B C. est pa-
 rallaxis Solis horizontalis. A G B. Angulus dimidij coni Vmbre,
 cui equalis E H C. Nunc ex Tychone, Solis Apogei semidia-
 meter est scrupul. 13. 0 Parallaxis horizontalis scr. 2. 54. & se-
 mid. Vmbre Apo. 43. 0. Quare angulum parallaxis A B C. 2. 54
 aufer ex angulo semidiametri apparentis Solis B C D. 13. 0 &
 per 32. Primi Euclid. manet angulus A G C. dimidij coni Vm-
 brę Terrę scr. 12. 6. cui equalis E H C. hinc addit angulum A H E.
 qui idem est ac semidiameter Vmbre apparentis F A H. scr 43. 0.
 & fiet angulus A H C. scr. 55. 6. Igitur in triangulo obliquan-
 gulo A H C. dantur omnes anguli, nempe innentur A H C. &
 H A C, complementum anguli F A H. semidiametri Vmbre, nem-
 po gr. 89, 17. 0. Ergo complementum ad, semicirculum erit
 A A C H,

8.

A C H. gr. 89. 47. 54. cum latere A C. unius semidiametri Terrę. Quare perpendicularis H E. erit semidiametrorum 62. 23. cui equalis F A. Convincitur ergo euidenter ex obseruationibus &

17. hypothesibus Tychonis Lunam Apogeam & plenam non distare semidiametris 58. Sed saltem 62. Huic euidentię addes, neutiquam fidendum parallaxibus lunaribus Tychonicis, si examinas obseruationem, quę illas tamquam vnico fundamento colligit in Progym. tom 1. Ponit etenim anno 1597. Martij D. 15. Stylo veteri h. 5. 36. se obseruasse altitudinem Lunę Apog. gr. 62. 24. erat autem ex ipso Tychone Sol in gr. 5. 7. 26. Arietis. Luna in g. 2. 5. Cancrī, cum latitudine Bor. 5. 14. 50. quibus putat dari parallaxim altitudinis scr. 26. 50. Attamen, primò hæc obseruatio facta est lunā ferè existente in Solis quadratura; maxima verò latitudinis digressio in quadraturis valde dubia est; si insuper Keplero vel Lansbergio credamus, minor fiet digressio, & distantia Lunę à Terra euadet maior. Secundò Luna Bor. erat in Tropico Cancrī, & in tanta altitudine error scrupulorum secundorum integris semidiametris fallit in horizonte: cū autem hæc praxis in Tropico Capricornij impossibilis fuerit Vraniburgi, ob depressam sublimitatem Tropici, obnoxiam varietate refractionum, patet hanc contemplationem solū commodè posse experiri nos Australiores, quibus refractione ad altitudinem cuiuslibet puncti zodiaci non pertingat. Tertiò, Luna tunc diminuta lumine, non potuit accipi per intrusionem radiorum, ergo per altitudinem limbi visi: si veriusque supremi, & infimi, fieri exactè non potuit; cū Luna non attingeret adhuc quadraturam, & esset in maxima ferè latitudine; si beneficio unius limbi, additæ vel subtractæ semidiametro, constat ex superioribus semidiametrum Lunę Apog. in quadraturis, quam Tycho
18. ponit scr. 16. 16. falsam esse. Quartò, illa obseruatio peregrinatur à toto cælo, nam ex suppositis Tychonis erat Lunę declinatio Bor. g. 28. 45. 12, Recta gr. 92. 21. 52. & Recta Solis g. 4. 42. Quare ad horam 5. 36. Recta Medij cæli erat gr. 88. 42. Ideoque Luna distabat à Meridiano, gradibus 3. 59. 42. Cum hac distantia, illa declinatione, & altitudine Poli Vraniburgensis, datur vera altitudo Lunę Vraniburgi gr. 62. 42. 35. à qua, deducta visā obseruatā gr. 62. 24. manet parallaxis scr. 18. 35. non 26. 50. vt Tycho colligit: idcōque Luna Apogea fuit altior.

altior. Nequē dicam erratam fuisse horam : namque ad ipsam horam 5. 35. supputat ipse Tycho motus Luninarium, ut comprobatur exemplo ab ipso calculato : era promoneas tempus & ponas Lunam in ipso M. C. hoc eius vera latitudo, & parallaxis minor, Lunaque remotior à Terra; cum calculum instituas pro Luna Meridianum attingente ceteris horis calculi Tychonici. Ergo omnibus modis sibi non constat observatio, & Luna Apogea in Pleiurijis altior erit semidiametris 58, ut ex hypothēibus Tychonis demonstratum est.

Lansbergius cum Ptolemæo, & Albaregio ponit hanc Lunę à Terra distantiam, semidiametrum 64. 10. Copernicus 63. 30. quibus nos pro nunc non inficiamur; nam si eorum sententia verificaretur, nostram conclusionem potius confirmarent; nam quò altius incedat Luna, theoriam Solis Alfonsini certius adstrueret, ut probabitur infra, numero 35. Possem insuper credere ex Copernici, & Lansbergij observationibus, fieri hanc distantiam semidi. 62. si acceperint Obliquitatem Zodiaci minorem verā, hic graduum 23. 30. ille gr. 23. 18.

Anno 1645. Junij D. 27. circā mediam noctem observavi Lunam plenam & Apogeam in Meridiano, cum altitudine visa gr. 28. 27. erat autem circā Tropicum Capricornij, cujus altitudo nullam patitur Maioriscę refractionem, ut exactissimè sepius cōperimus. Erat Luna per Danicam in g. 5. 21. 46. Capricor. cum lat. Bor. g. 2. 15. 18. & declinatione g. 21. 9. 12. Per Lansbergium in gr. 5. 7. 20. cum lat. 2. 17. 0. & declinat. 21. 8. 30. Per Keplerum in gr. 5. 21. 35. cum lat. gr. 2. 15. 0. & declinat. 21. 9. 30. Per Bullaldum in gr. 5. 12. 44. cum lat. 2. 15. 20. & declinat. 21. 9. 30. Has declinationes aufero ab elevatione Æquatoris Maioricensis gr. 50. 25. & fit altitudo vera Lunę; à qua, sublata altitudine visa, manet pro Danicis parallaxis scilicet 48. 48. & Lunę distantia semidiametrorum 62. Lansbergio parallaxis 49. 30. & distantia semidi. 61. Keplero, Bullaldo, & Copernico parallaxis 48. 30. Ergo Lunę distantia à Terra semidiametrorum ferè 62. Inde parallaxis Lunę horizontalis in Apog. scilicet. 55. 27.

Semidiameter Vmbre Apogee est scilicet. 44. 22. ut quamplurimis observationibus collegit Keplerus, diu (ut ipse ait) versatus in cōsideratione Eclipsium, cui ferè accedit Longomontanus. Semidiameter

ameter vmbre Perigeæ est scrup. 49. 39. (ut infra adducetur num. 54.) cui ferè accedunt omnes Recentiores. Si autem dicas Copernicum, Lansbergium, & aliquos nostram vmbre perigeæ sententiam confirmare, non verò Vmbra Apogeam, quam ponunt scr. 39. hoc ingenuè fateor; at eos sefellit viciosa hypothesis variationum distantie Lunæ à Terra: nam datâ Vmbra perigea observationibus & nobiscum consentiente, necessario relictæ Apogeam ad scr. 39. quia nimium constituerunt intervallum semidiametrorum Terræ inter Lunam Apogeam, & perigeam: ipsius autem differentia remotiois à Terra est multò minor, ut probabitur numero 52. Ergo eos non observatio, sed assumpta hypothesis à vera Vmbra Apogea detorsit. Ut autem hæc certius pateant, in Lansbergij Observationum Thesauro lege omnes Eclipses animadversas Lunæ existente circa Apogæum, scilicet secundam, quartam, 6. 24. 31. & videbis Digitos calculatos è supposita Vmbra Apogea scr. 39. longè abesse à Digitis observatis: in alijs verò eclipsibus, Lunâ ad Perigeum descendente, nostræ vmbre & observationibus accedit. Idemque respondemus Vendelino, quamvis de Vmbra Terræ non curavit ea sedulitate, quâ Medium Eclipsium huius sæculi feliciter est assequutus.

22. Quid-quòd crederem (ut ad intentum nostrum maxime conducit) Vmbra veram apogeam realiter fore multò maiorem, quàm quæ apparet à nobis observata scr. 44. 22. Primò quia Terra Vmbra causans illuminatur à Sole ultra hemisphærium ut demonstratur ab Alhazeno, Vitell. Nonio & Opticis, ergo diminuitur conus Vmbre eclypantis Lunam; inde conus maior est, et obscuratio apparet minor. Secundò, quia radij Solis refracti in aëre vapido Terram circumdante, Vmbra ipsius Terræ, non quantum putat Keplerus, sed aliquantulum intercidunt, ut certò supponit Longomontanus Theor. 1. C. 9. Cuius decurtationis demonstrationem ut comunem, & Recentioribus frequentem omitto. Hoc autem argumentum ita convincit, ut ad effugiendam conclusionem respondeat Bettinus, aërem refractorium non egredi vertices montium; ideòque radios non refringi: sed hoc est ipsis montibus opprimi, ab eisque in absurdum cadere: nam si aëris refringentis altitudo, montium fastigijs terminatur, quomodo Aurora Solem prævenit? Scimus equidem crepusculum fieri ab Atmosphæra, siue aëre illo supremo halitibus terrestribus

terrestribus dentato, in quem radij Solares impingentes lucem impertiantur creperam. Si autem hanc præquam claritudinem aëre æthereæ Soli proximè circumfulgè in parte tribuas cum Keplero, fatebere etiam eadem ratione Vmbra Terræ plus decurcari, & constringi; nam æther ille inflammatus ampliatus lucem Solaris globi, si aërem circumfufum Terræ illuminat, ergo Terra plus hemispherio suo illustrabitur, indeque plus concideret conus Vmbre: sed hanc Soli adherentem ætherem accensum satis solidè destruunt Philico-astronomi. Ceterum ipse Keplerus concedit substantiæ illæ lucidæ circa Solem opus esse addere Atmospheram in considerationem crepusculorum, indeque concedit aërem refringentem radios. Attamen contrà Atmosphæram Terræ dices, eam non excedere montium iuga, quia dantur montes perpetuis niuibz tecti, in frigore autem nullam dari exhalationem, nam huic inest aliqualis calor: deinde dices in Olympo aërem esse purissimum, in eoque per spongas humectas respirationem trahi; ideoque conuinci putabis terrestres halitu montes non superare. At verò facillima est harum oppositionum ab-solutio, non solum ab argumento crepusculorum; sed etiam quia dantur Athos, & alij montes altiores Olympo, in quibus uita trahitur halitu comuni, ergo illud accidēs (si verū sit) qualitati Olympi, & aëri, ab ipsius terreni natura diluto, vel infecto imputandum est: sic in humilioribus montibus Americæ, Hispaniæ transuentibus contigit expirare subito cum ipsis equis; ergo conferendum est qualitati aëris venenatæ vel infectæ. Dum autem niuium argumentum opponis tuo temet gladio iugulas: nam si niues, ergo à nubibus; si nubes, ergo in æthere circumfuso exhalationibus, quibus per te aliqualis inest calor: nequè humor in niuem concrefcit nisi supposito vapore debellato à frigore.

Tertiò Vmbra Terræ apparet minor, quia Vmbra, 24.
& tenebræ habent aliquid lucis, ut probat Magnus ille Scrutator Naturæ, Cæli, & Soli, Athanasius Kircher in Arte mag. Lucis & Vmbre. Ergo extremitas umbre diluta, & clarescens non percipitur, nec cognoscitur vt umbra.

Quarto, quia lux Solis per regionē totius aëris fulgo- 25.
rem euibrantis, umbras secundario lumine atterit, & diminuit. Quod probabis euidenter à paritate, & argumento baculi contra candelam obtenti, & Luce utrinque se ininuante. Idem argues
Cylindro

Cylindro, & foramine diametro cylindri æquali in amplitudine, videmus etenim conum umbrę fieri minorem cono lucido. Quinto, quia ut observarunt Gassendus, & Vendelinus, Luna haustum a Sole ignem & lumen retinet cum iam digitis deficiat, & intra tenebras lux illa à Sole concepta, & spuria totum discum beat. Sexto, quia umbra distans à Terra Semidiametris 61. illic necessario est languidissima; ut & contra corpori opaco propinquior, obscurior est; ergo in tanta distantia, versus extremitates crepusculosa erit, remissa, debilis, & non terminans visum. Septimo probatur insuper; quia in ipsis eclipsibus lumen Lunę in initio desineit Vmbra Terrę, ideoque in fig. 2. Luna iam est ingressa in conum AGC. antequam Vmbre marginalis tenuitas debeller claritudinem Lunę quoad visum: Non quod Lunę, cum Cleomede & alijs, lumen proprium concedam, sed quia limbo lunari iam ingresso in conum Vmbre Terrę, pars iam realiter obscurata, adhuc oculis nostris videtur conspicua, & clara; quia lux ceterę partis lucentis dilaturatur, & in obscura allabatur. Sic Luna prope Plenilunium, adhuc in maxima ab Eclypsicę digressionem, iam plena videtur, luce à parte illuminata se dilatante; sic etiam in eclipsibus, Lunā iam in conum Vmbre ingressā, apparet adhuc tota, quia lux cetera se diffundit. Si autem tenebris immersa, in medio obscurationis, adhuc discerneretur tota quasi cuprea, à fortiori clarius spectabitur margo ipsius Lunę eclipsatus, in consilio reliquę lucis: maxime cum umbra in extremitatibus debilis sit & remissa; hinc est quod nudis oculis, & tubo, in eclipsium primordio, tantisper dubitamus de initio, seu limbo rupto, & post 3. saltem Scrupula temporis lubitō maiuscula pars videtur deficiens; nam lux tota se diffundens in marginem ingressum, & colluctans cum umbra, non cedit quousque ab intensiori obscuratione devincatur; indeque repente manifestula pars conspicitur recisa. Quare omnibus modis Vmbra Terrę observatur minor quàm realiter sit; ideoque defectus magnitudo extenuatur in oculis.

26. Confirmatur hæc apparens diminuta Vmbra; sepius namque conrigit in Eclipsibus Lunaribus sub diversis Locis, non eosdem animadverti Digitos obscuratos. Sic in eclipsi Anni 1572. Iunij Mæstlinus habuit Digitos 6. Gemma Frisius Louanij Dig. 8. sic in eclip. 1611. Novembris Keplerus observavit digitos 4. Lincii
at Bethasis

13.

at Bethasius Vendelinus dig. 3. Insuper Anno 1625. Martij 24. Gassendus Parisiis habuit dig. 1. Bethasij Vendelinus 3. Tandem in defectu Lunę Anni 1641. Octobris 18. Hevelio Dantiici visi sunt Digiti 7. at Linnemano Borussie Dig. 6. &c. Si autem instrumenta observatoria accules, vide eclipfes Lunę, hic parciales, & alibi (sub eodem Polo) totales: quod sæpius contingit; vide Kepl. in Epit. Astr. Coper. libro 6. Sic in Eclypsi anni 1528. Februarij 10. Tychoni visi Digiti 11. 30. at Gratij tota Luna de fecit. Sic eclipfis anni 1616. Augusti, Lincii visa est Keplero partialis, at Romę fuit totalis cum mora, scrupulis temporis 15. Leodij cum mora sex. 31. Causa ergo, non instrumentorum viciū erit, sed diuersa Regionum atmosphęra, seu aeris diuersa addensatio, & refraction, quę variant Terre Vmbra; hanc augere non possunt ob argumenta prædicta, ergo eam semper diminuant, magis vel minus, uti facta lux ex refractionibus, reflexionibus, & Sole allapsa, fortius vel remissius irradiat extremos Vmbre terminos. Hinc patet cur Morę breuiores estimetur; cur in Duratione Eclypsum differant periculūmi Observatores; cur Luna totis tenebris immersa aliquando rubet conspicua, & aliquando in Eclypsi partiali pars obscurata nullo modo dignoscitur; cur variant colores Eclypsum. Et tandem hinc etiam patet quorundam 17. Recentiorum hallucinatio qui observant eclipfes lunares Tubis excellentioribus; cum uerum sit, tubo breuiore, & debili limbum, & maculas Lunę satis benè distingui: at verò Telioscopio longiore, & potentiore species illę limbi, & macularū, per tantam refractionem bonarum lentium nimis ampliantur, & apparent nimis rarefactę; indeque non ita facillè distinctè conspiciuntur deficientes in Vmbra; sicuti eodem tubo potentiore, maculas, & faculas in Sole videmus extenuatissimas: quod maximè experimur in eclipfibus lunaribus, in quibus extremitates Vmbre terrene à partibus illustratis tardè per Telioscopium longius, & potentius discernuntur, ut etiam admonet Scheyner in Rosa Vrsin. lib. 4. d. 2. c. 16. Legi postea Vendelinum, qui cum viderit Telioscopio seriū Eclypsum initia, tardius fines accipi, quia Lunam intratenebras penetrat, tardè dubitat an plus commodi quàm periculi nobis attulerit Tubus iste nimis lynceus. Vide Tabulas Achlanicas, in Eclyp. 49. & 50. notabisque Telioscopio visa initia tardius scrupulis ferè 10. & du-

rationes

- rationes diminui scrup. 20. Quare Eclipticum observationibus
 18. adhibendus est Tubus Opticus non potentior. Iam his principiis fortè colligam, eam quam aliqui in eclipsis vocant Penumbra, fore ipsam Vmbra coni in extremitatibus dilutam, & debilem; namque vmbra ex se nullam opacitatem dilatat, nec reflectit; quia vmbra non est entitas positiva, ut lux que diffunditur, & extenditur; ideo de se ipsa non radiat Vmbra nigrorem aliquem, nec eo afflat Lunam appropinquantem. Ergo pallor ille Lunę in eclipsis initio, seu Penumbra, non est Vmbra tenebras dilatans (immo lux Lunę in confinio tenebrarum debet apparere clarior ex demonstrationibus opticis) sed erit ipsa Vmbra coni minus intensa, attenuata, & diluta in extremis. Nisi dicas illam Penumbra causari ab aere Terris circumfuso, & addensato: quo casu fateris Atmospheram, sicque ut
 19. supra probatum est, diminuetur etiam conus Vmbre. Tandem Obijcies Gassendum, & Licetum, observasse Solem propè horizontem projicere umbras latiores, circa Meridianum artiores; eo quod Sol altior, extra vapores fulgentior, è corpore opaco umbram emittit, quę luce secundaria, & reflexa circa extrema atteritur: Solis autem lux occidens in vaporibus horizontalibus propter refractiones debilitatur, nec lumen secundarium nec reflexum producit; unde inferre presumes, Vmbra Terrę in Eclipsis ob refractiones Atmosphere fieri latiore. Ego hanc observationem sepius tentavi, & inveni Solē suę meridiani suę occidentem, è cylindro perpendiculariter erecto equalem semper præbere umbram; at Solem occidentem è cylindro obuerso, seu parallelo horizonti umbram projicere latiore, & debilem in extremis. Causa verò, non quam putarunt Gassendus Licetus, & Bettinus, sed hæc sit: Quia Sol occidens æqualis est amplitudinis ac Meridianus, ideoque Cylindrus rectus accipiens lineas coni à parte amplitudinis Solis æqualem umbram projicit: at verò circa horizontem, Sol apparet minor in altitudine sui diametri, quia sit ellipticus propter refractiones; & non solum apparet, sed reuera tunc lucem emittit minorem quò ad altitudinem, ut experimur tubo quotidie, quando scrutamur Refractiones; quare cylindrus obuersus seu parallelus horizonti, cum accipiat conum à diametro Solis conciso, & decurtato, ideo conficit umbram latiore: nam à luminoso diametro minore, maior vmbra demonstratur

tratur ex Opticis. Unde Inferes argumentum oppositum nil facere contra nostram sententiam in eclipſibus, nam in fig. 2. radius centri Solis B. orthogonalis est ad Terram A C. ideoque nullibi refringitur; si autem loqueris de limbo D, fateor emittere radios suos ad C. obliquos, & obliquitatem incidentię causam esse refractionum: at verö B D. non constringetur, namque Solis imago prope horizontem constringitur, quia per refractionem limbus inferior fit altior irradiando oblique. Ergo in Eclipſibus species limbi D. per refractionem fiet altior, manente A B orthogonalis ad A C. ut pro limbo sinistro M. eadē fiat demonstratio; sicque imago Solis in Eclipſibus non fiet minor, sed ex tuis principijs maior, & Vmbram A G C. diminuet. Maneat ergo plurimis modis demonstratum, Semidiametrum Vmbrę F H. semper obseruari minorem, & re verā maiorem esse terminum ipsius Vmbrę, quamvis obseruationibus appareat minor. Hęc omnia censui non prætermittenda, namque si Vmbrę semidiameter maior est, quā altera obseruata scr. 44. 22. à fortiori concludemus pro Sole Alfonso, ut patebit infra nu. 35.

Parallaxis horizontalis Solis Apogei est

scrupulorum 4. 37.

In fig. 2. sint lineę ut exposui supra nu. 16. Quare in rectangulo A F H. dantur AF. distantia Lunę à Terra semidiametrorum 61. qualium A C. semidiameter Terrę est 1. vel in scrupulis A F. 3720. quarum A C. 60. FAH scrupulo. 44. 22. Ergo dabitur FH. scr. 48. 0. quā ablata ex A C. 60. manet E C. scr. 11. 0. deinde in rectangulo C E H. datorum laterum E C. EH, seu A F. dabitur angulus E H C. scr. 11. 2. hic autem angulus equalis est angulo dimidij coni Vmbrę B G C. eo autem ablato ex angulo B C D. semidiametri Solis apperentis à nobis inuenti scr. 15. 39. manet angulus A B C. parallaxis Solis horizontalis scr. 4. 37. in Apogeo; at in media distantia scr. 4. 46. quę parallaxis confirmabitur infra in Perih. nu. 45.

Theoria Solis Alfonso obseruationibus
probatum omnium verior.

Alfonſinas Solis Tabulas, omnium verissimas esse facile probatur iisdem obseruationibus Tychonis, & nostris, si eas corrigas per veram parallaxim superius habitam. Obseruari etiam, Solem
B decurrere

16.

decurrere intervallum ab Æquinotio verno ad autumnale diebus 186. horis 23. scr. 54. deinde ipsum Solem pertransire totum signum Arietis diebus 30. h. 14. 48. idque, ut præmonui, altitudinibus meridianis correctis per veram parallaxim quibus colligitur Eccentricitas cum Apogeo Solis in fig. 1. Sit etenim Orbis eccentricus GFH. Apogeeum G. Eccentricitas AC. Æquinotium verum apprensens B. & Autumnale F. Quare arcus BGF erit observatus dierum 186. h. 23. 54. id est, motu medio gradus 184. 18. 40. Inde FI. excessus supra semicirculum gr. 4. 18. 40. quorum dimidium gr. 2. 9. 20. erit angulus CBA ex 10. Tertij. Igitur in Rectangulo AEB, ut sinus totus ad radium AB. 1000000. ita datus angulus CBA, ad AE 376127. Deinde complementum ad circulum FHB erit gr. 175. 41. 20. cujus dimidium gr. 87. 50. 40. & ejus sinus BE, tanquam dimidium chordæ FB. quæ subtensam dividit equaliter linea AE ad illam perpendicularis ex 3. Tertij. Insuper quoniam BD totum signum Arietis conficitur diebus 30. h. 14. 48. erit BD motu medio gr. 30. 10. 40. id est angulus BAD. & chorda BD 5106346. unde in Isoscele ADB. dato BAD. gr. 30. 10. 40 erit angulus ABD gr. 74. 54. 40. cui adde angulum inventum CBA gr. 2. 9. 20. & fiet angulus CBD. gr. 77. 4. Quare in obliquangulo CDB. dantur anguli CBD. gr. 77. 4. BCD. gr. 30. nempe motus apprensens totus signi Arietis, cum latere subtensæ DB. Ergo dabitur latus CB. 9954156. quo ablato ex BE. manet CE. 38767. Quapropter in Rectangulo AEC. datus AE. CE. datur angulus EAC. id est arcus MG. gr. 5. 53. 5. cui si addis quadrantem BM. erit Apogeeum Solis G. in gr. 5. 53. 5. Cancri: & dabitur latus AC. Eccentricitas 378122. quæ dat maximam prosthapheresim Solis gr. 2. 10. ut vides in Tabulis Alfonsois.

33.

Eadem Eccentricitas, idemque Apogeeum habentur ex omnibus observationibus Tychonis. Observavit etenim anno 1586. Martij Die 11. altitudinem apparentem meridianam Solis gradus 34. 18. 30. adde veram parallaxim scr. 3. 52. & fit vera altitudo 34. 22. 22. Refractio nulla, vel exigua; nam ut probat Scheiner tam altè nec ascendit, nec tam minima observabilis Tychoni fuit. Aufer igitur altitudinem æquinotialem Vraniburgi gr. 34. 5. & manet declinatio Borea gr. 0. 17. 22. ergo Sol fuit in gr. 0. 43. 25. Arietis; eodemque loco supputatur supra, numero 2. Sit aliud

aliud exemplum pro æquinoctio autumnali, eodem anno Septembris die 13. qua habuit Solis meridiana altitudinem gr. 34. 7. 0. addæ parallaxim scr. 3. 52. & sit vera altitudo 34. 10. 52. aufer altitudinem æquinoctialis 34. 5. & manet declinatio Borea scr. 5. 52. ergo Sol observatus fuit in gr. 29. 45. 25. Virginis. Dantur tunc per Tabulas Alfonsinas M. M. Solis fig. 3. 1. 56. 42. Anomalia fig. 1. 27. 2. 5. dat prostaphæresim gradus 2. 9. 10. sub. Ergo Sol in gr. 26. 44. 18. motu vero, sed apparenter cum equatione dierum in g. 29. 44. 54. ut observatus fuit. Eviæ præcisione supputantur omnes observationes Tychonicæ adductæ à Longomontano Theor. 1. c. 2. quarum calculū omitto, ne sum longior, cum quia superioribus exemplis satis convincitur.

Eccentricitas Alfonsina, seu prostaphæreses Orbis maiores sunt, quàm Tychonicæ, & aliorum Recentiorum. Quod autem verè debeat esse maior patet ex dictis; nam vera parallaxis est maior; & sic in observationibus Solis facit etiam altitudines maiores, quæ anticipant æquinoctia verna, & postponunt autumnalia; quare etiam dabunt longius intervallum ab æquinoctio verno ad autumnale, inde maior erit Maxima Prostaphæresis orbis; nam in fig. 1. quò maius est dictum intervallum arcus BGF. id est, quò minor erit chorda BF, eo distantior erit C ab A. per 15. Tertijs id est, maior erit Eccentricitas AC, dans maiorem prostaphæresim Orbis. Hoc autem monitum te volo, tam longè nos abesse à minori parallaxi, quòd potius possis credere veram parallaxim adhuc fortè esse maiorem, quàm nostra. Nam si Umbra Terræ maior est, ut suademur numero 23. etiam fiet maior parallaxis, quia in fig. 2. quò amplior erit umbra FH, seu AE. (ceteris immotis) strictior fiet EC. & profiliet acutior angulus EHC, seu AGC. sicque maior deducetur parallaxis ABC. ut demonstrauius nu. 17. Insuper si distantia Lunæ à Terrâ sit auctior, ut volunt Ptholemeus, Albategnius, & Lansbergius, multò maiorem facient parallaxim, nam in eadem fig. 2. quò longior est distantia AF, fiet amplior FH. & consequenter auctior parallaxis, ut demonstratum est. Ergo quamvis Recentiores Astronomi statuunt Eccentricitatem minimam; nostra Alfonsina tantum abest à maxima, ut potius videatur aliquantulum diminuta si augeas parallaxes.

Exactè deinde convenit Sol Alfonsinus observationibus Hipparchi, ut calculabitur numero sequenti. Convenit insuper obserua-

18.

observationibus Copernici, Valtheri, Ioannis de Monte Regio, & omnium Recentiorum eadem precisione, quā Sol Tychonicus; nam Sol noster Alfonsinus vno vel altero seculo nil ferè differt à Tychonico, si vera utaris parallaxi. A Ptolæmo autem recedimus, sicut & omnes Astronomi neoterici, tum quia Hipparchi annuam quantitatem retinuit, ut infertur ex immutatione Apogei; tum quia impossibile est Hipparchicas, & Ptolæmicas observationes inter se conferre, nec componere. Fateor Lansbergium cogitasse hanc paccare Charybdim, sed incidit in Scyllam lubrico illo lapsu prosthaphæresis æquinotiorum; nam neque omnibus observationibus se tenet illius calculus, neque omnibus sæculis conuenit, cum ab obseruatis Ioannis de Monte Regio, & Valtheri deficiat scrupulis saltem 25. A Ptolæmo autem non à Valthero seligam deuiare. Ideo etiam Eccentricitatem ponimus cum Rege Alfonso immobilem, nam quidquid de ejus inconstantiā, & variatione cogitauerint Copernicus & Lansbergius, nullo usque adhuc solido potest stabiliri fundamento.

38.

Præterea, quod annua mensura media Alfonsina sit omnium exactissima, concedendum est à Copernicanis qui eandem ferè retinent; maximèque standum tot insignium Astronomorum auctoritati, qui Reformationem Gregorianam, & annuam quantitatem Alfonsinā dimensū sunt. Sed pateat conferendo æquinotium Hipparchi cum Tychonico: ille namque obseruauit æquinotium vernale Alexandriæ anno à Nabonnasare Iuliano completo 601. diebus 25. & hora 19. P.M. vidit armillam equaliter illuminatam, ergo hoc tempus fuit apparens, aufero ergo hor. 2. 55. propter parallaxim veram, & aufero etiam h. 2. 54. propter differentiam meridianorum, & fuit verum æquinotium Toleti h. 13. 11. Dantur tunc temporis per nostras Tabulas Alfonsinas M. Mot. Solis fig. 5. 58. 1. 25. M. Apo. fig. 1. 5. 34. 15. vnde anomaliam fig. 4. 52. 27. 10. dat prosthaph. add. gr. 1. 58. 30. ergo Sol in æquinotio vernali vero. sed redeo ad annuam quantitatem mediam: & accipio æquinotium uernale obseruatum à Tychone anno 1585. die 10. Martij h. 3. 19. idque adhibita suā parallaxi; sed nostrā verā, & cum differentia Meridianorum fuit Toleti die 9. h. 23. 11. idest anno Iuliano (ut postea conferatur cum Hipparchico) à Nabonnasare completo 2331. dieb. 12. h. 23. 21. Modò sic; prosthaphæresis orbis tēpore Hipparchi fuit gr. 1. 58. 30.

Tempore

Tempore Tychonico gr. 2. 9. 47. quas aufero ab equinoctio vero, & manet medius motus Solis pro Hipparchio lig. 5. 53. 1. 37. & pro Tyebone lig. 5. 57. 50. 10. Subtractis illam ab hoc, & manet medius motus Solis oblatuatus lig. 5. 59. 43. 50. Differentia temporis inter datas oblationes est annorum 1727. dierum 352. h. 10. 0. quod tempus dat medium motum Solis lig. 5. 59. 48. 52. consentientem cum oblatuato. Exactissima est ergo annua Alfonso quatuoritas dierum 365. h. 5. 49. 16.

Agere nunc superest de motu Apogei, pro quo subi- 19.
tuitimus verum ex observationibus deductum, reiiciendo falso ap-
positum in Tabulis Alfonsois; nam Rex Alfonso cum reuocauit.
Hypotheses etenim Nonæ & Octauæ Spheræ inuenit Isaac Hazan
Hispalensis. vocatus inter Astronomos ab Alfonso R. ad construc-
tionem Tabularum; qui perpendens non semper eandem velocitatis
tarditatisque in cursu seriem obseruasse Sydera, sed modo leniori,
modo tardiori incessu decurrere, Trepidationis motum addidit, asse-
rens, motum continuu debere Nonæ Spheræ, Accessu Recessumque Oc-
tauæ; hunc cogitauit circumuolui in septem annorum millibus. &
motus Augium in 46. millib⁹. Attamen has periodos, & nō alias per
symbola deduxit, uti Kabalæ sectator; Preceptum namque fuit Itra-
elitis Leuit. c. 25. & Deut. c. 15. ut singulis annis septenis per annu
integrum à cultura agrorum abstinerent; itaque septimus annus ce-
lebris erat, tanquam Sabbathum in septem diebus Hebdomadae;
de inde eisdem Hebreis mandabatur ut exactis septem Hebdoma-
dibus annorum, id est decursis 49. annis, sequens qui quinquages-
simus numerabatur, simili solemnitate celebraretur; quo & pretio
venditi agri, domusque ad venditorem, & serui libertati restitue-
bantur. Huiusmodi annus dicebatur Iobel, à buccinarum clangore,
id est Iubileum: hos autem duos numeros 7. & 49. venerandos ro-
cabant, & dierum annorumque circuitus septenarios celebres obser-
uabant. Hisce mandatis, quasi ex figura significatos stellarum mo-
tus asseuerabat Isaac Hazan; nempe motum accessus, & recessus
Octauæ Spheræ per septenarium festiuatum numerum symboli-
zari, & sic compleri in annis 7000. deinde motus Augium crede-
bat per quadraginta nouenarium numerum figurari, & consequen-
ter circumuolui annis 49000. Hec est hypothesi Augium, Acces-
sus, & Recessus, apposita Tabulis Alfonsois; nam in eandem
sententiam ipsius Isaac Hazan venerunt Astronomi conuocati,
qui

10.
quā hypothēsi Rex Alfonso anno 1257. construxit Tabulas.
40. Verum post quatuor annos ab euulgaris in lucem
Tabulis, ab ea opinione recessit Rex; namque anno 1256. qui
dam Rabbi Iudā nomine, Alfonso obtulit translatum ex Arabico
in Hispanum idioma librum eruditi Albahazen, De Motibus Stel-
larum Fixarum. Tunc Rex Alfonso priorem sententiam Motus
Augium, Accessus, & Recessus reuocauit: ita refertur ab Agusti-
no Riccio in libro de Motu Octauæ Sphæræ, & ab Abrahamo Za-
cuto in sua Magna Compositione; ideoque Ioannes Stadius in
Tabulis Bergenfisibus, & Arguello in Ephemer. scribunt illas Ta-
41. bulas vulgò nominatas Alfonsoas noni, & octani orbis esse adul-
terinas. Idemque afferunt Scaliger, & Mullerius. Addunt Zacutus,
& Riccius, ipsum Regem ex libro Albahazen designasse loca,
& motus Stellarum fixarum secundum opinionem Albategnij; &
fecisse Catalogum, qui nunc ipsis Tabulis Alfonsois apponitur:
tempus autem & adiciisse annum 1256. non 1252. sicuti notant
aliqui, qui priores Alfonso canones nouo Stellarum Abaco immis-
42. cuerunt, ignari forte mutæ sententiæ. Cui verò Zacuti, & Riccij fides
non sufficiat, Catalogum Stellarum Alfonsois inspiciat, & iuxta
motum nonæ Sphæræ Regi Alfonso attributum stellas ad alia tempo-
ra supputet, & nullis Antiquorum respondebit observationibus;
quarum considerationibus adiutam fuisse Alfonso necesse est,
cum Astronomiæ prima fundamenta observationibus stabiliantur.
Nam quis ipsemet erit cælestium motuum arbiter, iudex, & arti-
fex? Ab alijs successu temporum legitime observationes mutuan-
tur, maxime in tardissimo Fixarum motu, nec ad perferendos
earum motus alia præstatur via; stellæ etenim ab stellis interpre-
tandæ sunt. Namque Albategnius Mahometes Arabs anno Christi
43. 880. considerauit stellam septentrionalem in fronte Scorpij in gr. 17.
50. at vero secundum canones noui, & octauæ orbis illam colli-
ges in gr. 18. 58. Præterea anno Antonini Pij secundo, id est Iu-
lianis plenis 138. obseruauit Ptolemæus Regulum in gr. 2. 39.
Leoni, sed iuxta dictos canones eum inuenies in gr. 4. 23. Ter-
tiò, Cæsaris Traiani anno primo, id est Iulianis solidis 97. Mille-
tus obseruauit Spicam Virginis in gr. 26. 15. & tamen secun-
dum Tabulas tam reperies in gr. 26. 50. Tandem Hipparchus
anno 129. ante Christum obseruauit Regulum in gr. 29. 50. Can-
cri, cum per canones vulgò Alfonsoas colligatur secundum ferè
gradum

gradū Leonis artingens. Idē etiā cōprobatur ceteris stellis Catalogi.

Inferes 1. Abacum Stellarum, positum in Alfonsinis ab ipso Rege Alfonso fuisse compositum, sed non iuxta hypotheses noni, & octavi orbis ita asseritur à Riccio, & Zacuto; tum quia calculus nullis responder observationibus; quod erat necesse ad deducendos ab ipso cælo motus, ne extra chorū desaltarent. Inferes 2. Regem Alfonsum in motu Fixatum sequutum fuisse Albatregnij opinionem, quæ verior inter omnes Astronomos inuenta est. Vide Tichon. & Lansberg. Colliges 3. a mente Regis Alfonsi fuisse alienum motum Trepidationis, quem cum pro restituendis Tabulis eliminemus, fuit etiam restituenda epocha M. Motus Solis, substituiamus quæ verum motum Apogei; cum ab alio motu Augiū, accessus & recessus, Rex ipse Alfonso recesserit.

PORISMATA.

EX probatis igitur hucusque inferes primò, Solem Apogeu distare à nobis semidiametris Terræ 744. non 1334. non 3469. nec 14656. ut aliqui statuunt. Quorsum etenim tam longinquum faciunt peregrinari Solem? Ex qua incredibili distantia quàm plurima patiuntur absurda. Nam quo sine, quo bono tam vastum intervallum, tam improporcionata distantia? Quomodo causa hæc tam indistans agit? Collige secundò, Solem esse maiorem Terrâ vicibus 39. ferè; non 434. ut apud aliquos. Ad quid namque tam disforme, & insuane corpus machinantur? cur Terræ parvulæ tam ingentem faculam? Saxum ingens uoluant isti Sisyphæi, dum nos observationibus, & demonstrationibus conuincti in aliam sententiam vocantur: paruit etenim ipsædem principiis quibus illi parallaxem Solis inferunt, maiorem demonstrari, cum instrumenta Thiconica hanc duorum Scrupulorum differentiam distinguere nequeant, antequam Sol refractionibus immergatur. Non horreas nec hæreas nouitati sententiæ audiri etenim N. Bonneau iam iam publicè luci urgere Solem non solum à nobis minori distantia quàm vulgò credatur recedentē, sed adhuc esse minorem Terrâ: quæ si lydiū examen pariantur, non perpetam philosophabitur. Fortè Tycho Anriqorum Solares parallaxes ausus nō est respuere, immò noluisse inferre, cum durationes Eclipsium crasit Mineruā ut plurimum adnotauerit; nos verò non precante manu (tamen venerat) sed securiori observationum Mercurio

Mercurio per hunc incalcatum tramitem ducimur. Si autem dicas, ex doctrina Eclipsium parallaxem Solis erui alicuius fallacię periculo, cur saltim non persuadebimur ratione, qua causę phisicę Solem proximiorę postulant Colliges tertio, Eccentricitatem Solis Ty-chonicam penitus rueret, tum quia acceperit parallaxim minorem verã, tum quia eam posuerit merē imaginariam, & ipsius hypothe-sibus contrariam, ut demonstratum est num. 16. Inferes quartò
 49. parallaxem Lunę a Sole in eclipsis, existentibus Luminaribus in Apogeo, esse scrupulorum 50. 50. nam inuenimus parallaxem Lunę apo. scr. 55. 27. & Solis scr. 4. 37. Sed ad habendas certissimas parallaxes Lunę a Sole nouam excogitauĩ uiam, quam nunc pate-faciam, ut eam astronomi mecum ineant. A prima Lunari Quadra-tura usque ad secundam, inspicere (ex Ephemeridibus facilliter) quã die Luna transeat per Meridianum cum eadem quamproximē alti-tudine visã, quam Sol etiam meridianus habeat eadem die, antece-dente vel sublequente. Nunc adaptato instrumento obseruatorio, quod exposuimus numero 10. obuertatur Telioscopium contra Solem (in loco obscurissimo) sub linea meridiana. Quando igitur Sol transeat per Meridiem, simul irradians per Tubum, signabis in diametro verticali chartę transitum supremi vel infimi limbi lucidę speciei Solis. His immotis, post aliquas horas Luna eandem ferē altitudinem attingens ex hypothesi, etiam illucescet per Te-lioscopiũ in charta: signabis ergo etiam transitum limbi Lunę in eodem diametro verticali chartę; sic etenim tantquam factis Eclyp-sibus exactissimas colligemus parallaxes Lunę a Sole. Sit exemplũ, mense Martij huius anni 1649. video Luminaria in oppositione cir-ca æquinoc-tia, ideoque habitura eandem quamproximē altitudinem. Quare Die 27. Sol meridianus (ex Lansbergio) habebit Declinatio-nem Bor. veram gr. 2. 52. 25. sed visã gr. 2. 49. 40. Insuper Luna circa horam 11. 44. transibit per Meridianum in gr. 1. 28. Librę cum latitudine B. gr. 4. 37. 40. Declinatione B. verã gr. 3. 39. 40. & Anomalia orbis sig. 2. 33. 36. Igitur ex supra-obseruatis distabit Luna à Terrã semidiametris 55. 45. ergo parallaxis in altitudine, scr. 36. 47. inde declinatio visã gr. 3. 2. 53. quę differt à visã Solis scr. 13. 13. Quare, videbis an imagines lucidę Solis, & Lunę immis-se per Telioscopium prebeant Luminarium centra distantia inter se scrupulis ijsdem, vel à posteriori deduces parallaxes Lunę a Sole, cũ iam pateant eorũ Diametri.

Inferes

233

Inferes quinto, quomodo vibrationibus penduli possis scrupula temporis metiri, nam si Sol occupat suam diametrum scrupula 31. 18. circuli Meridiani, ea in tempus conuerto, & species lucida per tubum immissa pertransiet in charta totam suam diametrum scrupulis temporis 2. 5. Sed Recentiorum doctrina de vibrationibus Penduli valde dubia est; & quæ de ipsius Oscillationibus inferunt ad motum naturaliter acceleratum fallaciore sunt: mihi namque certissimum est, omnia graua adhuc inæqualis ponderis eodem tempore cadere, nec spatia in duplicata ratione temporum peragere; de quibus alibi.

Adnota sexto, adhibita obseruatoria machina numeri 10. seruata eadem Tubi diductione, & eadem distantia chartæ haberi diametrum Solis in qualibet parte Eccentrici: idemque diæces de Luna ex comparatione. Sic uno, & altero anno, diuersis Tubis, eorumque immota apertione inueni diametrum Solis perigei esse partium 4187. qualium Apogeus 4000. Ergo diameter Solis perigei scr. 32. 46. quia apogeus est scr. 31. 18. Differentia est scr. 1. 28. Videant ergo Astronomi quomodo Sol non distet à nobis Eccentricitate tota, nec Eccentricitate dimidia per viam ellipticâ. Neque de præcisione obseruationis dubites; nam ampla species Solis in charta, scrupula secunda certissime distinguit; & de his habitare, nodum est in scirpo querere. Sic etiam diametrum Lunæ perig. in plenilunijs habuimus partium 4139. qualium Sol apogeus 4000. Ergo in plenilunijs Lunæ perigeæ diameter est scr. 33. 10. & apogeæ scr. 29. 40. ut supra. nu 15. differentia est scr. 3. 30. Hic insuper Astronomi differentiam remotiois Lunæ à Terrâ, cū ipsius Eccentricitatis exactis componant, cum prædictæ diameterum comparationes nullum patiantur dubium, & ex iisdem obseruationibus videtur argui Eccentricitatem Lunæ esse semidiametrorum Terræ 3. 16. qualium tota diameter Orbis ipsius Lunæ semid. 117. 28.

Collige septimò contra Lansbergium, Lunam perigeam in eclipsibus semper posse obtegere totum Solem. Interes octauo, in fig. 1. datis AF. 3720. ut supra nu 30. & FAH. 14. 50. semidiametri apparentis Lunæ apogeæ, dari etiam FH. scr. 16. 3. semidiametrum veram: quare datis FH inuenta, & angulo FAH. 16. 35. semidiametri apparentis Lunæ perigeæ, dabitur etiam FA, id est, distantia Lunæ perigeæ à Terra semidiametrorum

C

24.

mectorum 55. 18. in Nouilunijs, & Plenilunijs. Eodem modo dabitur semidiameter Umbre vera FH. & datâ AF distantia à Perigeo, educetur semidiameter Umbre verus in Perigeo scr. 49. 39. Hinc etiam parallaxis Lunę perigeę scrupulorum 62. o.

55.

Collige nono, adhibitis Tubis, durationes Eclipsium

56.

obseruari minores, & Vmbra Terrę credi minorem. Inferes declin., Longitudines Locorum siue differentias Meridianorum non certò haberi ex phasibus eclipsium, cū plurimis modis probatum sit tam variè iudicari tempora phasium, & æris diuersam temperiem tam variè in diuersis Locis Vmbra Terrę decurrere; nū dicas hoc contingere Obseruatoribus incautis, qui Penumbra pro Umbra accipiunt. Sed vide præstantissimos Artifices huic variationi aditipulantes, de quibus supra nu. 26. Neque vocabis Astronomum, qui pallorem Lunę ab ipsius limbo disrupto nesciat distinguere. Ceterum, obseruantur etiam (rogo) in posterum sub distinctione obscuraciones debiles, quas vocant Penumbra, seu quas supra nu. 18. credidimus veram Vmbra Terrę illę, namque si procedunt ab aere Terris circumfuso, quomodo aer Vmbra proicit? Diaphana cristallina, & vitrea umbram iaciunt, quia aliquatenus visum terminant, at verò aer quantumuis adensatum ponas, visum non terminat, neque ab eo nos visum inumbrari, & quomodo umbra æris distantiam semidiametrorum Terrę 62. attingere? Quidquid hic aer Tellurem amictans, tantam Penumbre durationem nequit inducere; nam ad summum, supra Terram a millia 50. atollitur, adde hæc miliaribus semidiametri Terrę in fig. 2. & demonstratiuè patet semidiametro Umbre non posse addi Scrupulum 1. immo neque Scrupula secunda 40. quid igitur hæc ad Penumbra durationis Scrupulorum temporis 10?

Aliquarum Obseruationum Synopsis.

57.

Quoniam verò muneribus tuis, Tabulę Mediceę a saucę sunt, ut in unū volumen ederentur omniū seré Astronomorum Tabulę; aliquas subiiciam obseruationes, Tubo acceptas, ut iubeas his illas examinari, verioresque discerni: scimus etenim in Theorij motuum cœlestium multa superesse corrigenda; sed
has

25.

Hoc examen in dies expecta à P. Ioanne Baptista Ricciolio, in
 suo Notio Almagesto, Doctissimi Viri nomine digno monumento
 Maioricę, cuius Latitudo gr. 39. 35. Longitudo gr. 53. 2. anno 1642. die 7. Octobris observaui eclypsis Lunę initium
 cum Procyon habebat altitudinem orientalem gr. 24. 54. initio
 totalis obliurationis Procyon habebat altitud. orient. gr. 36. 43.
 initio recuperationis luminis Rigel erat in alti occid. gr. 40. 10.
 Tandem in fine idem Rigel erat in altitud occid gr. 34. 42. An-
 no 1643. D. 27. Septembris observaui finem eclypsis lunaris,
 Aquila habente altitudinem occid. gr. 56. 36. Anno 1645. die
 10. Februarij observaui finem eclypsis Lunę quando Procyon
 habebat altitud. orient. gr. 53. 45. in medio eclypsis pars que ma-
 ximę remansit illuminata Lunę erat ferę equalis distantię dua-
 rum occidentalium in quadrilatero Pleiadum. Anno eodem 1645.
 die 11. Augusti fuit initium eclypsis Solis, habente ipso Sole al-
 titud. orient. gr. 57. 58. & finis in altitud. occid. gr. 62. 20. An-
 no 1647. die 10. Ianuarij fuit initium Eclypsis Lunę cum Pro-
 cyon habebat altitud. orient. gr. 39. 10. & finis cum fulgens
 Capella erat in altitud. occid. gr. 68. 18. In his observationibus
 Tubo habitis adhibe cautionem quam exposuimus nu. 55.

59.

Anno 1643. die 23. Septembris observaui altitudi-
 nem meridianam Saturni gr. 53. 38. & erat tunc in recta linea
 cum Capite Algol, & Boreali sequenti in cornu Arietis. Anno
 1644. Septembris die 30. hora 9. erat Saturnus cum Stella que
 est post flexionem trium præcedens Piscis, deficiebat in longi-
 tudine scrupul 5. & erat ipse Saturnus septentrionalior dimidio
 ferę gradu. Anno 1644. die 6. Augusti h. 15. erat Iupiter cum
 Marte, sed Mars Australior scrupulis 15. & quoad longitudinem
 adhuc non attingebat Iouem, sed erat occidentalior scrup. ultis 5.
 Anno 1645. D. 7. Aprilis h. 8. 15. Iupiter erat cum Stella
 que sequitur in collo duarum Tauri, & distabat quoad longitud.
 scr. 4. vel 6. & inter se scrup. 11. Anno 1646. per plurimos
 dies Februarij observaui Iouem cum Stella præcedente ad pedem
 Geminis; nocte vero diei 19. collegi fuisse in totali Statione,
 eratque Iupiter occidentalior scrup. 5. & Borealię scr. 9. vel
 10. Anno 1647. die 25. Decembris h. 14. fuit Iupiter in totali
 Statione, distabat tunc ab Informi sub ventre Leonis in longit.
 scr. 2. & erat Australię scr. 9. vel 10.

Anno

61. Anno 1644. die 10 Nouembris h. 8 30. Mars retro-gradus ueniebat ad stellam quę in genu Bor. preced. Geminis & distabat in longit. scr. 1. & Australior in latit. scr. 3. Anno 1645. Febuarij die 13. h. 8. Mars ueniebat ad Stellam quę est secunda preced. informium Ericthonij, & distabat in Long. scr. 3. & erat Borealior scr. 33. ferē. Insuper die 28. ejusdem Mensis h. 1 post occasum Solis Mars distabat à stella quę infra ad ortum informium Ericthonij in long. scr. 1. & erat Borealior scr. ferē 10. Præterea die 6. Aprilis h. 7. Mars transgressus fuit Stellam, quę in femore superiori Geminis, & distabant inter se paulo plus dimidiā Lunā. Insuper die 4 Maij h. 8. ejusdem Anni, Mars erat in eadem ferē longitudine stellę, quę est in extremo pedis borei Cancrī, & erat septentrionalior scr. ferē 24. Tandem die 15. Maij h. 8. Mars erat cum borea precedentium in quadrato Cancrī, à qua distabat in long. scr. 2. at in latit. erat borealior scr. 5. Anno 1646. D. 9. Iulij h. 15. 40^{re} erat Venus cum stella hyadum quę ad oculum boreum, & distabant inter se ferē scr. 32. distantia erat magis à parte latitudinis, Venus erat australior, & quā ad longitudinem parum excedebat stellam. Insuper die 10. ejusdem mensis h. 16. Venus erat meridionalior Australiori in cornu australi Tauri, & distabant inter se scr. 31. ferē ad 32. His iam sub prælo, Die 23. Martij 1649. hora 7. a. Venus erat cum præcedente trium in Cauda Arietis, orientalis scr. 3. vel 4. & Australior scrupul. ferē 9. Anno 1644. die 21. Febuarij h. 6. 10. Venus, & Mercurius distabant inter se gr. 3. 3. ferē. Sed Mercurio multoties tubum adhibui horis, quibus aliquę Astronomicę Tabulę illum supputabant conspiciendum proximum Fixis, & extra comprehensio- nem tubi decurrebat, de quibus alibi.
64. Anno 1645. die 4. Febuarij vidi Lunā ingredientē super duas Contiguas Stellę hyadum, quę ad oculum australem, & distabant ab opaco illius margine, scr. 2. quando ipsa Luna habebat altitud. circiter gr. 13. & toto tempore usque ad occasum semper habuerunt eandē distantiam scrup. 2. à limbo Lunę; Stel- lula septentrionalior duarum congruarum, ingrediebatur per verticalem lineam directam ad cornu australe, id est per tertiam partem Lunę, quę vergebat ad austrum. Anno 1645. D. 6. Maij vidi Lunam cum sequenti sub australi Virginis humero, & cum-
hęc

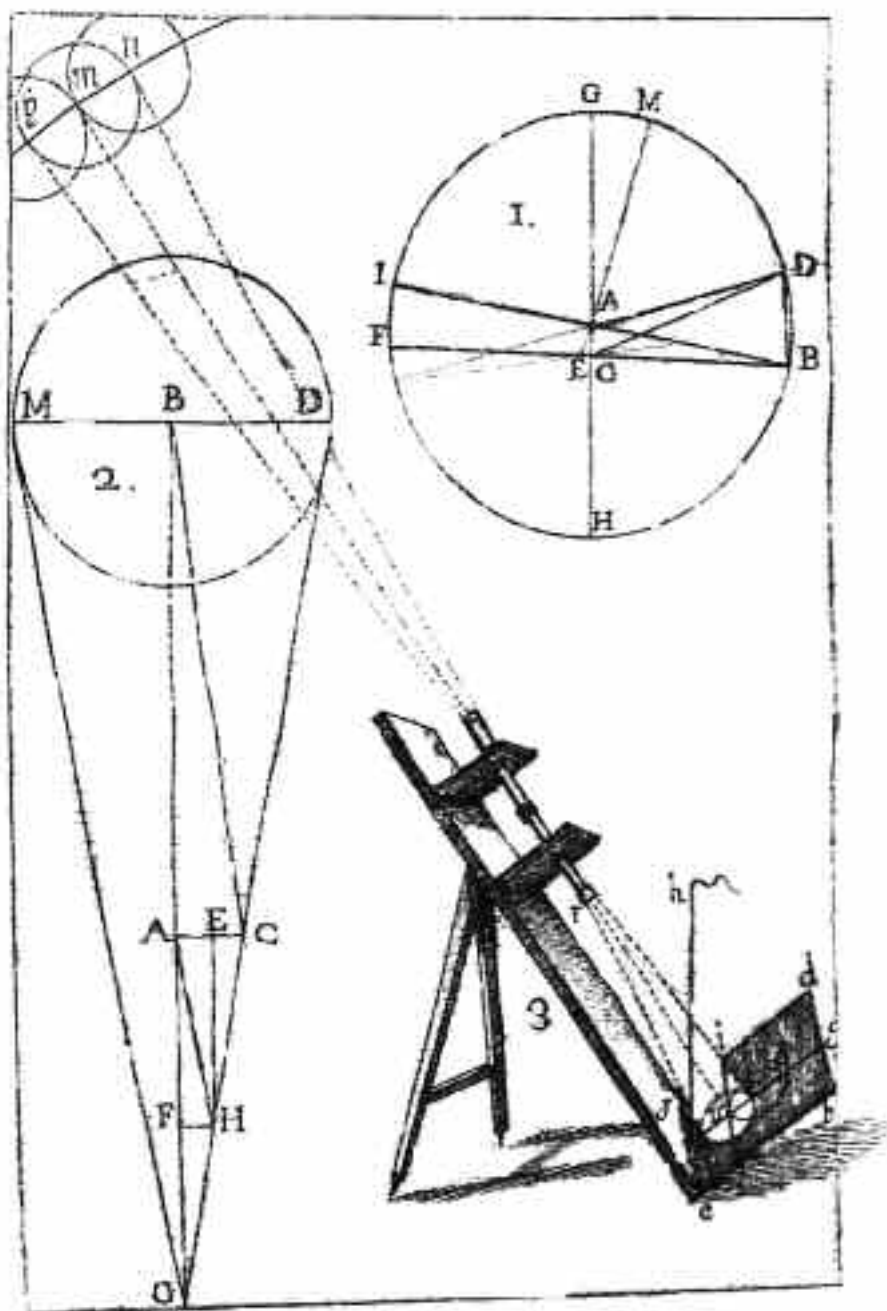
hec habebat altitud. occid. gr. 31. 34. tunc Stella ipsa erat in eodem circulo longitudinis cum margine lucente Lunæ, cujus limbus superior distabat à Stella ser. 9. vel 10. eratque Luna Australior. Anno 1645. die 2. Decembris observavi Lunam ingredientem sub oculo Tauri habente altitudinem orient. gr. 45. 30. quem obtegit limbus Lunæ inferior, iterumque apparuit Stella habens altitud. gr. 49. 28. Anno 1646. D. 27. Martij cū Luna esset in ipsissimo Meridiano, distabat Septentrionalior à Regulo ser. 18. vel 19. & tunc Lunæ orbis non exibat adhuc a circulo longitudinis Stellæ, nam linea ducta à media colli Leonis ad Regulum secabat partem occidentalem disci Lunæ. Eodem Anno 1646. D. 5. Augusti hor. 14. 45. Vidi Lunam cum oculo Tauri, qui distabat ab obscuro margine Lunæ, ita ut distantia æquareretur parti illuminatæ Lunæ, & erat magis à parte latitudinis Australis quam habebat Stella.

Anno 1647. D. 8. Aprilis hor. 8. 19. vidi appulsum Lunæ ad Hyadum Stellam quæ ad oculum boreum, quæ ingressa apparuit per tertiam quasi partem tenebrosam Lunæ, & Stella erat Borealis. Anno 1647. D. 12. Aprilis vidi conjunctionem Lunæ & Ionis, Iupiter ingressus est per partem Septentrionalem Lunæ cum Cor Leonis habebat altitud. occident. gr. 57. 18. et egressus apparuit cū idem Cor Leonis habebat altitud. occid. gr. 49. 12. Eodem Anno 1647. D. 10. Ianuarij, Iupiter eclipsatus fuit à Luna, & ingressus videbatur per tertiam quasi partem boream Lunæ, cum Procyon habebat altitudinem occid. gr. 33. 56. egressusque fuit, quando Regulus habebat altitud. occid. gr. 53. 43.

HÆC Sunt, quæ pro nostris Tabulis memoranda erant. Ecce Solis Alphoninū restitutum secundum mentem, & Sententiam ipsius Regis, Promeretur Exteri totam ferè in theorijs laudem, & nos Hispani nescio quo fato in his Astronomiæ sacris sedere videamur otiosi, paucosque alij applaudunt à nobis in hac arena admotos pulveres. Tuo nomine Excell. Princeps ætenebrescet hic Sol. Nobis omnibus summa erit hæc laus Regis Alphoni: nā nisi in Hispania, DIC QVIBVS IN TERRIS NASCANTVR NOMINA REGVM INSCRIPTI SOLES? Vive, vale, æternūque te sospitet Cælus donis suis, votis meis, meritis tuis.

Maioricæ, die 1. Februarij

1649.



OBSERVATIONES MOTUUM CAELESTIUM CUM ADNOTATIO-
NIBUS ASTRONOMICIS, ET MERIDIANORUM DIFFERENTIIS
AB ECLYPSIBUS DEDUCTIS

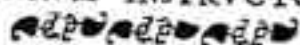
OBSERVATIONES
MOTVVM
CÆLESTIVM

C V M

ADNOTATIONIBVS
ASTRONOMICIS,
ET MERIDIANORVM DIF-
FERENTIIS AB ECLYPSI-
BVS DEDUCTIS



OBSERVANTE
D. VINCENTIO
MVT, MILITIÆ MAIO-
RICARVM INSTRUCTORE.



MAIORICIS
EX OFFICINA RAPHAELIS
MOYA TYPOGRAPH.
ANNO MDCCLVI.

C V I L I B E T.

Hæc Observationes offero desideranti in examen vocare Tabulas Motuum celestium. Quamvis etenim à peritissimis Astronomis abundent speciosissimis Stellarum Syphematibus constructæ Theoriæ, quotidie tamen Recentiores Observationes Cælo nova aperiunt penetralia. Astronomiæ veteris manu, & auxilio magnus Atlas Tycho hanc molem robustissimis humeris suscepit; cui gementi sub pondere succurrit Adiutor Longomontanus. In eadem arena Keplerus sudavit, & alii, Martemque in probabiliores numeros coegit. Lansbergius Sidereos motus omnibus sæculis attentavit componere. Vendelinus sublata dierum naturalium æquatione, Tabulis Atlanticis eclipsium calculo manum credidit apposuisse ultimam. Bullialdus Tabulis Philolaicis nova promouit. I. Dominicus Cassinus subtilibus proportionibus Solis theoriâ concinnauit. P. I. B. Ricciolus in Almagesto nouo, doctissimo calamo, & accuratissimis observationibus totius Astronomiæ campum parat, maioraque preparat.

Recentiorum Observationes, alias superesse euincunt adhuc superandas difficultates; & exposcunt, in motuum celestium harmonia subtiliores fides tendere. Arte tamen non est desperandum; nisi arbitremur [fortè crederem] Tabulas nunquam assequendas perpetuas, sed cuiq; sæculo temporaneas. Ad hunc progressum censer, seu adhibe hæc nostras qualescumque Observationes, quamvis mihi animus nunquam fuit Tabulas construere; quo monitum te
volo

volo, ut fidem illis concedas, tamquam nulla mentis præ-
occupatione obnoxys, sed syncerissima ingenuitate peractis.
Dolendum etenim est aliquos insignes Astronomos subles-
tissima fide consignasse Observationes proprias, & enor-
missimè detruncasse alias, ut suis præconceptionis hypothe-
sis capitis damnatae inservirent. Nullum huic opusculo ad-
scripsi inuocatum Patronum; quia tam paruum opus non
indiget opibus Mecœnatis, & correctionem desidero potius
quàm veniam, nullumque vidi librum ex causa Patroni
benè acceptum. Vale.

Y

CAPVT I.

OBSERVATIONES.

ECLYPSIVM CVM ANNOTA-
TIONIBVS ASTRONOMICIS.

~~~~~

I.

**A**D observationes Eclypsum Lu-  
narium vtor Telescopio optimo  
palmorū fere 8. Expertus etenim  
sum alia Longiora, & potentiora  
Limbū Lunæ, maculas, & Um-  
bram nimis diluere, & seriū initia,  
tardiusque fines exhibere. Appono sola tempora ve-  
rarum phasium, relicto fumo, umbragine & penum-  
bra, vt breuitati consulam.

2. Maioricæ (sub altitudine Poli sæpius, & plurimis  
modis explorata gr. 39. 35. ) anno 1642. Aprilis die  
14. obseruavi verum initium eclypsis Lunæ, alta cau-  
da Leonis ad occasum gr. 49. 56. videlicet hora 12.  
10. Imersionem, alta gr. 41. 4. seu ho. 13. 17. Emër-  
sionem, alta gr. 22. 41. nempe ho. 14. 57. Inde Me-  
dium ho. 14. 7. & Morā in umbra h. 1. 40. Nūc ad  
differentias Meridianorum addam aliorum Locorum  
selectas observationes; quas (& sequentium annorū)  
referunt Gassendus, Ricciolius, Hevelius, Vendeli-  
anus, Renerius, & Bulialdus, quos hic laudasse sufficiat.

A

Hanc

1542  
F. 11.

3. Hanc eclipſim obſeruauerūt Bononiæ P. Ricciolius ab hora 12. 48. ad hor. 16. 40. cū Mora ho. 1. 44. Pariſijs, Furnerius, Gaſſendus, & Bulialdus ab ho. 12. 9. ad 15. 51. cū Mora h. 1. 36. Stetini Pomerianæ Eichſtadius ab ho. 12. 58. ad ho. 16. 38. cum Mora ho. 1. 44. circiter. Ingolſtadij P. Ioan. Viua ab ho. 12. 46. ad ho. 16. 30. cum Mora ho. 1. 38. Pragæ Moretus totalem Obſcurationem ab ho. 14. 10. ad ho. 15. 28. Gedani, ſeu Dantiſci Heuelius ab h. 13. 14. ad 16. 56. Piſis Renerius Medium ho. 14. 35. Louanij Gutis equius initium ho. 12. 4.

4. Ex quibus colligitur Meridianum Maioricæ diſtare à Bononiienſi ſcrupulis temporis 37. A Pariſienſi 6'. A Praga 43'. A Dantiſco 59'. A Stetino 41. Ab Ingolſtadio 36'. à Piſis 28'. A Louanio 8'. Differentiæ Meridianorum conſultius deducuntur conferendo Medium Eclipſium; & adhuc certiffimè non habentur, niſi plurium Obſervationum teſtimonia ſuffragentur.

5. In hac eclipſi [ & pluribus ſequentibus ] adnotandum venit, variè fuiſſe obſervatam illius durationem; non errore aliquo confundente umbraginem cum umbra vera; non vitio Inſtrumentorū, nec Aſtronomorum obſervantium [ quos nominare, & commendare fuit ] ſed quia Umbra Terræ Lunam obtenebrans incoſtans eſt. Solis etenim radij, in aère vapoſo Terram circumdante, fulgore euibrantes refrin-

3

refringuntur; & Conum, seu idolum vmbre at-  
 terunt & diminuant. Et quia Refractio variatur ex  
 maiori, vel minori aëris densitate, & cuique Loco  
 diuersa est temperies cum inconstanti altitudine At-  
 mosphæræ, maximè accedentibus ad horizontem  
 Luminaribus, idcirco in quolibet Loco varia est il-  
 luminatio aëris; quæ diuersimodè conum vmbre at-  
 tenuans, etiam cuilibet obseruatori varias exhibet  
 Eclipsium durationes, quamuis frequentius in Me-  
 dio conueniant.

6. Inferes igitur, Diametrū veræ Vmbre difficulter  
 præfari; & Tabulas Astronomicas, quando ab ob-  
 seruatione durationis tantillum deuiant, non illico  
 damnandas esse; cum Vmbra vera, & apparens non  
 semper sibi consent. Medium Maiorica fuit ho. 14.  
 7. Linsbergius dat ho. 13. 57. Bulialdus 13. 58. Ven-  
 delinus 13. 46. Dixit autem in Tabulis Atlanticis, se  
 Medium obseruasse Hercij ho. 13. 52. sed hoc est im-  
 possibile, quia vel omnes laudati Obseruatores fal-  
 lerentur, vel Herca esset occidentalis Parisijs, & Ma-  
 iorica; distaretque ab Ingolstadio, & Bononia min.  
 46. quæ omnia falsissima sunt. Obseruationem de-  
 tortit ad suum calculum; & hæc fuit Fortuna doc-  
 tissimi Vendelini quando canebat suas Tabulas At-  
 lanticas Cælo respondere ad miraculū, & stuporē.

7. Eodem anno 1642. Octobris 7. obseruauī venū  
 eclipsis Lunæ initium, alto Procyone ad ortum

*Octobr.*

gr. 24. 54. ex quo colligitur ho. 14. 16. Totale obscurationem alto gr. 36. 43. id est ho. 15. 21. Emersionem alto Rigol ad occasum gr. 40. 10. seu ho. 17. 2. & finem, alto gr. 34. 42. videlicet ho. 17. 59. inde Medium hora 16. 11. duratio hora 3. 43. Mora ho. 1. 41.

8. Mattiti, D. Andreas Brisuela cum PP. Soc. Iesu obsequauerunt initium alto Syrio gr. 12. 36. nempe ho. 13. 49. seu vt ipse ad me scripsit, verum initium ho. 13. 52. Illerdæ Cataloniæ, Ant. Garretus ho. 14. 9. & moram ab hor. 13. 17. ad 16. 51. Bononiæ P. Ricciolius totam eclipsem ab ho. 14. 55. ad 18. 44. Moram ab ho. 15. 57. ad 17. 46. Romæ, P. Niceronus initium ho. 15. 1. & immersionem ho. 16. 5. Catocij, sine Crastat Croatiæ, Franc. Zupus immersionem ho. 16. 17. Mediolani D. Cusolanus initium ho. 14. 44. & immersionem ho. 15. 47.

9. Inde ex comparatione phasû Maiorica in Longitudinem distat à Mattito scrupulis temporis 24'. A Lerida 8'. A Bononiâ 46'. A Roma 44'. A Carlsrat 56'. A Mediolano 27'. Medium Maioricae apparens fuit ho. 16. 11. Lansbergius dat ho. 16. 11. sed cum secunda æquatione temporis in Luna hora 16. 8. Bullialdus ho. 16. 6 optimè vendelinus h. 16. 10.

1643 10. Anno 1643. Septembris die 27. eclipsis Lunæ  
Septemb. initium mihi nō paruit propter nubes; quibus hiecentibus, vidi partem, quæ remanserat lucens in  
ma-

3

maxima obscurāone, esse in ipsius diametro scrupulorum 16. defecerunt ergo digiti 6. 30. Finem observauit alta Aquila Lucida ad occasum gr. 56. 36. videlicet h. 8. 4. Obseruauerūt hanc eclypsim Bononiæ Ricciolius ab ho. 6. 18. ad ho. 8. 43. Dantisçi Heuclius ab ho. 6. 36. ad 8. 58. cum digitis eclypsatis 6. 30. Finem verò Antuerpiæ Gutiscouius cum Vendelino ho. 8. 6. Louanij ho. 8. 8. Parisijs Bulialdus h. 7. 59. Pisis Renerius ho. 8. 38. Venetiæ ho. 8. 44. Inde Meridianum Maioricæ elongatur ab Antuerpia 2'. A Louanio 4'. A Parisijs 5'. A Pisa 34'. A Venetia 46'. A Bononia 39'. A Dantisço 55'.

11. In calculo harū eclypsiuū partialiū sensibilis est Reductio Lunæ ad Eclypticam, quam aliqui admittunt, & alij despiciunt. Nos aliter illa vtimur; nam calculus sine hac Reductiōe exhibet verā Oppositionē in linea cv. [Figur. 1.] sed Medium eclypsis est in breuiori distantia centrorū c b. Quare in rectangulo cbv. datur angulus vcb. gr. 5. cui æqualis cab. maximæ Latitudinis Lunæ. Ergo semper av. est duplum Reductiōis Lunæ ad Eclypticam: cam igitur accipio é Tabulis; quam conuerto in tēpus; & hoc addo horæ veræ oppositionis, si latitudo Lunæ est Borea descendens, vel Meridionalis ascendēs; id est si Luna tendit ad nodum vk. rk. seu si Reductio ad Eclypticam fuerit additiua; Aliàs aufero; & sic prouenit Medium apparens. Attamen in eclypsibus

Solis, tempus veræ Conjunctionis supputandum est à loco Lunæ jam reducto ad eclipticam; quia tunc Medium apparens non dependet à Via vera, sed à visa; quæ quandoque in contrariam declinat; licet hæc subtilitas plerumque respuatur. Medium Maioricæ ex aliorum phasibus fuit ho. 6. 52. Ex Lansbergio datur ho. 6. 53. Ex Bulialdo 6. 53. Ex Vendelino 6. 52.

12. Hæc eclypsis, quia Luna fuit circa Perigæum [ nempe cum Anomalia gr. 195. 57. ] & ex observatione Heveliana, & nostra defecit digitis 6. 30. apertissima est ad deducendam Vmbræ semidiametrum. Nam in Rectangulo  $ABC$ . cum detur distantia Solis à Nodo  $AC$ . gr. 8. 47. cum angulo  $BAC$ . maximæ latitudinis gr. 5. 0. provenit distantia centrorum in Medio eclypsis  $BC$ . scrup. 45. 56. Ex Observatione remanserunt diametri scrupula illuminata  $HE$ . 16. quæ aufero à semidiametro Lunæ perigææ 16. 53. Manet  $BE$ . mi. 6. 53. hæc addo habitæ distantie centrorum  $BC$ . 45. 56. & conflatur semidiameter Vmbræ perigææ  $CE$ . scrup. 46. 49. Erat tunc Sol in media à Terris distantia.

1645  
Februarij.

13. Anno 1645. Februarij D. 10. initiū eclypsis Lunæ mihi non patuit propter nubes; sed postea Cælo concesso, & alto Procyone gr. 42. 29. nempe hora 7. 12. (quæ æstimatæ Medium eclypsis ex phasibus antecedentibus, & subsequētibz) iudicavi digitos eclyp-

7

eclipsatos fere 9. 30. Verum finem habui alto Procyone ad ortum gr. 53. 45. nempe ho. 8. 43.

14. Notauerunt hanc eclypsim Parisijs Gassendus & Bulialdus ab ho. 5. 33. ad hor. 8. 40. cum digitis obfcuratis 9. 30. Francofurti ad Moenum I. Caramuel ab ho. 6. 1. ad 9. 3. cum digit. 10. 15. Hercij Vendelinus ab ho. 5. 47. ad 8. 49. cum digit. 9. 30. Antuerpiæ Gutifcouius folum finem ho. 8. 45. Pifis Renerius ho. 9. 17. Inde Maiorica à Parisijs fcrup. 6. A Francofurt 26. Ab Antuerpia 2'. A Pifis 34'. felici conſpiratione omnes ex vnica phaſi.

15. Mediũ hujus eclypſis Parisijs fuit h. 7. 6. Lanſbergius dat ibi ho. 7. 3. Vendelinus vt ipſe ſcripſerat ad Gaſſendum ho. 6. 59. Bulialdus ho. 6. 58. Deinde habuimus digitos eclypſatos fere 9. 30. Gaſſendus, & Heuclius etiam digitos 9. 30. Caramuel 10. 15. Cui ergo credendum? Sane omnibus: cum etenim cõſtet ex ſuperioribus, conum vmbre, juxta aëris in quolibet Loco conſtitutionem attenuari, idcirco alia cuique diuerſa phaſium faciës. Quare erunt diſſidia donec Obſeruaciones; & ſemper in hiis nutabit Aſtronomia, ob inconstantiam cauſarum phyſicarum, quas melius eſt fateri, quam peritiſſimos damnare Obſeruatores.

16. Sed cur inſuper durationes hujus, & omnium plerumque eclypſum Lunarũ obſeruantur breuiores? Vendeliño & Caramueli fuit duratio ho. 3. 2.

Nul-

Nulla aliarum Observationum excessit hō. 3. 8. & tamen colligantur ex Rudolphinis hō. 3. 28. ex Prutenicis 3. 13. ex Tychoe 3. 21. ex Lansbergio 3. 18. Bulialdo 3. 16. Dices hunc excessum emendari, si decurētamus umbram Terræ CE. (Figur. 1.) ut brevior euadat iter Lunæ FD. Sed hæc medela aduersatur eclypsibus partialibus; quia si diminuis Umbram, etiam digiti obscurandi euadent minores contra observationes. Ergo vndique, & vndique pontus.

17. Forſan prima causa minoris durationis in Observatione prouenit ex vſu Teſcopij, quod cum nimis diluat Lunæ faciem, etiam eclypsis initium poſterat, & finem præuiat; vnde Teſcopium nimis lynceum potiùs eſt periculi quam iuvaminis. Forſan deinde motus Lunæ celerior eſt in eclypsibus (tam Lunaribus, quàm Solaribus) ut putauit cum Longomontano Kepplerus in Rudolphinis cap. 31. præcep. 147. & in Altron. coperni. fol. 867. quos ſequitur Vendelinus. Adderem etiam, hanc apparentē motus Lunæ feſtinationem forſan, vel ſapiùs prouenire à viribus luminis ejusdem Lunæ; lux etenim (quæ eſt imbuta) quando inuaditur ab umbra, reſuſcitatur; & initium obſervationis repellit; eadēque cauſa ante finem citius ſuperaffluit; vincit, & allabitur; ex quibus minor obſeruatur duratio.

18. Eodem Anno 1645. Auguſti D. 21. obſeruavi eclypsis Solis initium eo alto gr. 57. 38. ſeu hor.  
ma-

matutina 10.43. & finē eo alto gr. 62. 20. ad occasum, nempe ho. 0. 12. Sed periculosa est hæc hora ex altitudine Solis circa Meridianum. Dantisci Porussie obseruauit eclipsem I. Heuclius ab ho. 11.29. ad 1. 53. & digitos obscuratos 7.45. hora 0. 42. Stetint Eichstadius ab ho. 11. 8. ad 1. 24. & ho. 0. 16. digitos 7. 30. Bononix Ricciolius ab ho. 11. 15. ad 1. 47. cum digitis 4. 30. Parisijs Gassendus ab ho. 10. 4. ad ho. 0. 7. cum digitis 4. 40. Huius eclipsis calculum exhibent, Bulialdus Parisijs, in Tabulis fol. 460. & ex Lansbergio Montebrunus Bononix in Ephemer. Omnes respondent satis exactè obseruatis.

20. Hinc deducere oportet parallaxim Lunæ à Sole in media distantia seu in illius Anomalia gr. 259. ferè. Sit exemplum ex Obseruatione peritissimi Heuelij. Erat tunc summa semidiametrorum [ex mea Tabula] mi. 31. 42. Aufero scrupula deficientia 20. 25. id est digitos 7. 45. obscurationis obseruatæ: manet distantia centrorum 11. 17. id est, Latitudo visibilis 11. 0. quæ ablata à latitudine Lunæ 48'. 40. relinquit parallaxim latitudinis Lunæ à Sole 37'. 40. Ad h. 0. 42. Dantisci erat angulus eclipticæ & horizontis gr. 48. 5. Ergo parallaxis horizontalis Lunæ à Sole in illo situ, seu circa mediam à Terra distantiam est mi. 56. 30. Nostra Tabella largitur (pro illa Anomalia) mi. 56. 40. Parallaxis calculum institui problemate Kepleri Tabul. Rudolp. cap. 28. & in Astron. Coperni.

B

fol.

fol. 884. quam methodum tanquam satis excultam sequuntur Recentiores.

21. Caue ergo à Bulialdo, & Renerio qui videntur hoc Keppleri problemate, & post inuentam Nonageffimi altitudinem, quærunt eam non in Eclyptica, sed in Orbita Lunæ; maiori tamen errore; quia idem verticalis non potest secare ad angulos rectos eclypticam simul & Orbitam, nisi quando Nodus sit in Ascendente. Rursus, Nodus existens in Nonageffimo eclypticæ non distat per quadrantem ab ortu. Deinde in eadem Nonageffima altitudine Orbitæ, parallaxes latitudinis in reliquis eiusdem orbitæ partibus essent æquales, applicato eodem Theoremate, quod est falsissimum; & parallaxim quærimus non ab Orbita, sed ad eclypticam. Tandem, dum quærunt accedere precisioni, magis ab ea discedunt. Pater in hac Eclypsi, cuius calculum supputauit ipse Bulialdus in Tab. fol. 460.

22. Parisijs etenim ho. 10. 9. inuenit altitudinē Nonageffimi gr. 61. 56. & esset parallaxis iuxta Kepplerum mi. 26. 29. Accipit tamen altitudinem Nonageffimi in Orbita gr. 59. 51. vnde habet parallaxim mi. 28. 15. At vera est mi. 25. 55. quia cum Lunæ Latitudo sit Borea, quo magis altior, minor est parallaxis latitudinis. Quare sola methodus Keppleriana proprius accedit, & æquatio adhibita à Bulialdo & Renerio sæpius maiori lapsu ruit.

An-

23. Anno 1646. Iunij D. 27. circa mediam noctem, obseruavi Lunam plenam & Apogeam in Meridiano cū altitudine visā gr. 28. 27. Declinatio Australis creditur gr. 21. 9. 30. qua ablata ab altitudine æquatoris, relinquitur altitudo vera gr. 29. 15. 30. visā fuit 28. 27. ergo parallaxis esset mi. 48. 30. & inde Horizontalis 55. 8. Ex alijs Tabulis proueniret mi. 54. 10. cum distantia à Terra semidiametrorum 63. 28. Hanc obseruationem exhibui in Sole Alfonso postea Ricciolius in Almagesto nouo Tom. 1. fol. 225. scripsit hæc eadem nocte obseruasse altitudinem Lunæ, & deduxit eius parallaxem horizontalem min. 53. 35. sed pro Loco Longitudinis, quas Tabulas motuum Lunarium sequemur? Quam insuper Zodiaci declinationem? Precisa obliquitas Eclipticæ dependet à parallaxi Solis, quam Astronomi possunt argumentari; non verò præfinire.

25. Neque admireris non adhibitæ Refractionis obseruatæ altitudini visæ. In hoc etenim horizonte Maioricensi (vt alibi admonui) sæpius obseruavi stellas fixas circa altitudinem gr. 15. minorem pati Refractionem, quàm Tabula Tyconica exhibeat: ex qua differentia conabor arguere ferè nullam Refractionem obesse Lunæ in illa altitudine gr. 28. 27. Nāque hæc Hispaniæ Loca calidiora sunt Borealioribus, & vapores ex Mari humidiores sunt quàm ex Terra; inde quò magis humidi, tanquam ponderosiores

b 2

m-

minus eleuantur; & quia calidiores, magis attenuantur; & minori densitati minor obicitur Refractio.

25. Has minores Refractiones intellige regulariter, tempore sereno, & æquali; nam plerumq; duobus vel tribus diebus ante & post pluviam, & ventos, illas sensibilibus inordinatas obseruavi. Adhuc & nubes instanter transcurrentes sub & supra Solē, ipsius altitudinem Meridianam multoties dederunt nutantem. Falluntur igitur Opinantes aliqua certa lege pro omnibus Locis determinari Refractiones; nam certum est cuiq; Regioni variam esse aëris cōstitutionem, diuersamque quotidie Atmosphæram, adeoque Refractionem semper inconstantem; cum ex necessaria causa inæqualis densitatis aëris, necessario proveniat inæqualitas Refractionum. Pro his late Maignan. in perspect. ho. ex prop. 25. Varenius in Geogr. lib. 1. cap. 19. P. Zucchi in philosoph. opti. part. 1. cap. 16. secti. 2.

26. Contra superiores, & Tychonicas observationes opinantur aliqui Refractiones Fixarum, non solum esse easdem Solis, & Lunæ; sed etiam ascendere vsque ad verticem, & antea non terminari. Sed quia non nituntur Observationibus, perperam philosophantur; In primis etenim ex maiori Fixarum distantia, minor est inclinatio radij ad superficiem Atmosphære, ex qua necessario provenit minor Fixarum Refractio; & adhuc minor, ex illarū Lumine minus intenso.

Quod

27. Quòd autem Refractiones non ascendant saltem sensibiles vsque ad verticem, sed in minori altitudine terminari, conuincitur ex illarum præcipiti incremento: & patet ex obseruationibus, quia omni certitudine possunt haberi stellarum Fixarum Refractiones, cum eas non inuoluat parallaxis. Si autem ascenderent vsque ad verticem, etiam in altitudine gr. 10. necessario esset Fixarum Refractio saltem min. 3. vt Nouatores supponunt. At verò Tycho nec tria scrupula, nec secunda in ea altitudine inuenit. Quare in sententia eleuante Refractiones vsque ad verticem, dicendum esset Tychonis instrumenta non cognovisse certitudinem trium minutorum, & omnia loca stellarum fixarum Catalogi Tychonici à Cælo peregrinari.

28. Anno 1647. Ianuarij D. 10. obseruati Lunæ penumbram densam alto ad ortum Procyone gr. 37. 30. nempe ho. 8. 12. sed verum initium eclypsis in illius altitud. 39. 10. videlicet ho. 8. 16. In Medio remanserunt diametri Lunæ scrupula illuminata fere 16. seu digitos obscuratos 5. Finem, alta Capella ad occasum gr. 68. 28. seu ho. 10. 31. Tota penumbra fuit diluta post minuta 8. Inde Medium ho. 9. 24. Lansbergius dat ho. 9. 17. Bulialdus 9. 19. Vendelinus 9. 22.

29. Dantisci I. Hevelius obseruauit fumum obscurum ho. 9. 7. Penumbram ho. 9. 12. Veram eclypsin

b 3

ab

ab ho. 9. 19. ad 11. 27. cū digitis obscuratis precise  
 5. ex maculis: iterū penumbrā vsq; h. 11. 30. & fucū  
 vsq; h. 11. 39. Smyrnæ in Ionia Ismael Bulialdus ab  
 h. 9. 54. ad 12. 7. cū digitis 5. Parisijs Gassendus ab  
 h. 8. 8. ad 10. 17. cum digitis fere 5. Inde Meridianū  
 Maioricæ euariatur à Parisijs mi. 7. A Smyrna ho. 1.  
 37. A Dantisco ho. 1. 6.

30. Quoniam verò Luna erat fere in ipsissimo  
 perigæo cum latitudine borea mi. 49. 46. si ab ea au-  
 fero mi. 3. 0. quibus ultra semidiametrum splenduit  
 omnium Observationum consensu, manet semidia-  
 meter Vmbre Perigææ mi. 46. 46. Ex Tabella, quia  
 Sol erat etiā perigæus datur mi. 46. 36. Scrupula in-  
 cidentie 39. 40. cum motu horatio Lansbergiano  
 dant durationem eclipſis ho. 2. 18. sed cum motu  
 Keppletiano ( qui velocior est ) h. 2. 12. Quare du-  
 ratio in eclipſibus Lunæ, collecta motu horatio Lāf-  
 bergij, conuenit obseruationibus habitis Tubo ordi-  
 nario perspicaci, videlicet palmorum 6. ad 8. Et  
 supputata motu Keppleriano, congruit obseruanti-  
 bus Telescopio validissimo longiore, quo scimus  
 vsū Heuelium.

145

31. Anno 1648. aptauī Telescopium in instru-  
 mēto, quo maculæ Solares ē conclaui obscuro acci-  
 piuntur; illudque constanter affixi ad Meridianum  
 circa dies solsticiorum; ita vt charta, Solis radijs  
 orthogonaliter opposita, & in debita distantia, specie  
 luci-

lucidam exhiberet ( annuli lentium sint ita rotunde aptati, vt imago immiffa per lentem conuexam non fit maior projecta per concauam ) Immoto proutius instrumento, diebus fequentibus cum Solis altitudo meridiana deprimebatur, notabam quantum imago lucida attollebatur, quando vmbra perpendiculi coincidebat cum diametro chartæ verticali.

32. Igitur inter diem 11. & 20. Iulij Sol afcendit in diametro chartæ partes 2395. qualium diameter speciei lucidæ tunc Apogææ erat 4000. Differentia declinationis Solis inter dados dies fuit mi. 18. 46. Quare vt particulæ 2395. ad mi. 18. 46. fic 4000. ad mi. 31. 21. diametri Solis Apogæi. Eodem modo inter diem 21. & 30. defcendit partes 2338. Inter diem 3. & 7. Iulij 3004. & data differentia declinationum prouenit diameter mi. 31. 18. Nota tantulum me correxiſſe ſpeciem lucidam propter refractionem dilatantē extimas limbi partes. Eaſdem obſeruaciones comprobauī ſequentibus annis circa vtrumque ſolſticiū. Sol perigæus ſemper fuit earum partiū 4184. id eſt diametri mi. 32. 46.

33. Deinde, qualium ſpecies Solis Apogæi 4000. Lunæ imago [ in plenilunijs Apogæa ] ſemper fuit partium 3791. & perigæa partium 4239. Vnde in plenilunijs Luna Apogæa eſt mi. 2940. & Perigæa mi. 33. 10. Sed ſæpius mi. 33. 40. Collige differentiam diametri Solis perigæi ab apogæo eſſe ſola mi. 1. 28.

&

& in Luna ferè 4. sed quia in tam minimis possunt periclitari Instrumenta, adhibendas indicaui Eclypsum Observationes, ab his parum dissidentes in Tabella, qua utimur.

1649.  
Mai.

34. Anno 1649. D. 25. Maij ho. 13. 8. Penumbra obscurissima inuasit Lunā. verum initium eclypsis fuit alto Arcturo ad occasum gr. 42. 10. nempe ho. 13. 16. in ipso eclypsis initio obscura umbrago dilabebatur vsque ad dimidium Lunæ discum; & quando fuerunt eclypsiati digiti 2. repente tota reliqua pars munda & nitidissima apparuit. Forte Umbra luctans cū luce, reflexione pugnabat ingressum; & postea iam immerfa, resedit. Nota densissimum fumum, & penumbram durantem mi. 8. Insolens vaporum glomus, & hapsus Lunæ adhæsit; quo effugio aliqui Astronomi observationes corrigūt, quādo suis Tabulis expedit.

35. Smyrnæ [in mari Ægeo Asiæ minoris] I. Faber apud Gassendum obseruauit verum initium ho. 14. 50. & immersionem ho. 15. 50. Ex hac & altera superiori eclypsi prouenit differentia Meridianorum Maioricæ & Smyrnæ ho. 1. 38. vnde chartæ Choro, & Hydrographicæ Maris Mediterranei corrigendæ sunt, & eius Longitudines coarctandæ; quod jam ex alijs obseruationibus proclamauerant Snellius, Vendelinus, & Gassendus. Mihi sæpius Magistri nautici cōquesti sūt quòd à Sardinia ad Alexandretā  
eun-

17

[eundo, & redeundo] semper ad laeuam nauigandum sit, si obseruare velint chartam maritimam; quæ deuiatio demonstratur proueniens à distantis nimis productis in charta. Sed de his postea cap. 3.

36 Anno 1649. D. 4. Nouembris fuit initium *Nouemb.* eclypsis Solis, eo alto gr. 31. 22. seu ho. 1. 23. Deinde ipsius imaginis tubo exceptæ defecerunt particulae 830. (qualium Apogæus est 4000.) in altitudine gr. 29. 56. seu ho. 1. 41. Maxima obscuratio partium 1163. incepit in altitudine gr. 27. 47. videlicet ho. 2. 3. Defecerunt rursus illæ eadem partes 830. in altitud. gr. 23. 23. seu ho. 2. 40. Finis in altitud. gr. 20. 21. nempe ho. 3. 2. & maxima obscuratio fuit mi. 9. 26. qualium diameter Solis 32. 28. seu digitorum 3. 30. Inspecto Sole per tubū vitro colorato munitum ( & ex phasibus in charta exceptis ) manifestè Luna apparebat maior Sole. Maxima obscuratio quæ apparuit ho. 2. 4. fuit eadē per fere quadrantē, licet deflectendo viam; sed ex phasibus Medium durationis ho. 2. 11. ferè. Lansbergius dat ho. 2. 12. (intellige cum secunda temporis æquatione, ut ipse præcipit.) Bullialdus ho. 2. 22. Vendelinus ho. 1. 58.

37. Quoniam autem Luna erat fere perigæa, si à summa semidiameterum 33'. 6. aufero minuta Solis 9. 26. mihi obscurata in Medio eclypsis,

C

mane-

manebit distantia cētrorum min. 23. 40. & his demptis à latitudine Lunæ gr. 1. 17. 0. relinquitur parallaxis latitudinis Lunæ à Sole min. 53. 20. ad illā horam: & proinde parallaxis horizontalis perigææ Lunæ à Sole est mi. 60. 40. Largitur nostra Tabella mi. 60. 23. I. Heuclius Gedani obseruauit hāc eclypsim ab ho. 2. 28. ad 4. 1. cum digitis obscur. 5. 45. 38. Eodem anno 1649. Nouembris D. 19. cōcepit Lunæ inumbratio alto Saturno ad occasum gra. 52. 8. seu ho. 4. 57. matutina. Telescopio fuit verū eclypsis initium alta fulgente Capella gra. 46. 53. ad occasum, videlicet ho. 5. 10. Cœlum fuit tenuissima conspersum nebula, leuiter flante Noto. Limbus Lunæ iam disruptus remansit sine obscurationis augmento, quo vsque repentē apparuit deficiens digitus 1. 30. Ecce iterum lucem colluctantem cum vmbra, quæ addensata in Lunæ margine, tandem repentinō effluxu, tanquam vnda ad littora, fuit allapsa, vt suspicabar nu. 17. & inde breuiores obseruantur durationes. Cætera nubes abstulere.

39. Bononiæ Ricciolus ex ipsius ad me litteris habuit totalem obscurationem ho. 6. 46. Initium vero Gassendus Diniæ ho. 5. 18. Galterus Aquis sextiis 5. 17. Parisiis L. Bochartus 5. 3. Panamā in India occidentali sub Latitudine gr. 9. ho. 11. 0. antecedentis diei: inde Maiorica à Diniā mi. 8. Ab Aix 7. A Parisiis 7. A Panama h. 6. 10. duratio inumbrationis

ante

ante verum initium fuit Parisiis scrupulorū 14. Mihi 13. Aquis sextiis 6. An hæc diuersitas fuit Atmosphaeræ, an Telescopiorum, an omnium simul?

40. Anno 1650. Maii D. 15. Luna ascendit eclypfata. In maxima obscuratione pars remanēs illuminata fuit scrupulorum 10. Finis, alto Corde Leonis ad occasum gr. 40. 29. videlicet ho. 9. 32. Aufero scrupula deficientia 10. à semidiametro Lunæ, & reliquum nempe mi. 6. 52. addo latitudini Lunæ ab orbita mi. 40. 10. & fit semidiameter Vmbrae, tunc fere perigeæ 47. 2. quam etiam dat Tabella.

41. Eodem anno rogatus à Doctissimo amico Ricciolo vt intenderem in Lunæ dichotomiam, quâ per Problema Aristarchi opinabatur colligi parallaxim Solis secundorum 28. quia obseruauerat Lunam in quadratura, siue bisectam, distantem à Sole gradibus. 89. 30. illi rescripsi aliqua dubia; quæ postea ipse Ricciolus in appendice ad tom. 1. conatur soluere, adhibendo aliquas cautiones. Vendelinus, & Langrenus Solem iam elongauerant à Terra semidiametris fere 14000. Tycho tamen, Reynholdus, Albategnius, Copernicus, Bettinus, & Kircher Lunæ dichotomæ digressionem à Sole statuunt gra. 87. & inde parallaxim min. 3. Exhibeo nunc quæ obseruauerim per plures annos.

42. Luna circa Nonagesimū in prima Quadratura, & nudis oculis spectata, adhuc videtur caua;

c 2

quod

650  
Nec.

quod etiam animaduertit Kepplerus in Astro. opt. fol. 237. At vero Telescopio excellentiori, quinque horis ante Quadraturā, in partibus intermediis iā est dichotoma, seu bisecta: In inferiori autē cuspidē, adhuc apparet caua; ita ut vera bisectio totius disci nō determinetur vsque ad tempus iam factæ Quadraturæ. Inter eas quinque horas numquam est eadem omninō macularum phasis; nam aliquando quasi lapidosa linea recta cavitatem subtendit; & aliquando alii, atque alii scopuli prominent. Hanc faciei diuersitatem auget inconstans corporis Lunaris libratio; adde causas opticas lucis profluentis ad cuspidēs: perpende, ē Terra non conspici nisi minus (& à Solē plus) dimidiū corporis Lunaris; & proinde lineam dichotomiam non transire per centrum Lunæ.

43. Hinc nihil certi concludes. Nam si spectas totalem bisectionem, eam intueberis fere post Quadraturam; & sic euanescet angulus, diruto Problemate. Si obseruas dichotomiam in partibus intermediis, est in digressionē à Solē graduum fere 86. & proinde Solis parallaxis horizontalis esset scrupulorum fere 4. Hanc aliquando cogitabam posse defendi in Theoria Solis Alfofini; cuius maxima æquatio Orbis gr. 2. 10. Tychonis observationibus exactissimē conuenit, applicata Solis parallaxi 4. 35. cum Obliquitate Zodiaci grad. 23. 32'. maximē quia pro eclipsum calculo, Observationes requirunt  
prof-

prostaphereses Solis quam proximas Alfonfinis; vel saltem maiores Tychonicis; de quibus postea.

44. Sed nunc neque rejicio, neque tenaciter amplector hæc Paradoxa parallaxis, tam auctæ ab aliquibus, & tam decuræ ab aliis; nullo etenim nituntur solido fundamento; quia cum Parallaxis, & Refractio, mutuò se excludant; nequit illa Instrumentis distingui, antequam Sol immergatur in alteram. Hinc risum prouocant nonnulli Astronomiæ noui hospites, qui ad libitum corrigunt parallaxes Tychonis, & tantillum immutatis Refractionibus, evulgant nouas Tabulas solius Solis. Addant motum Lunæ pro eclipsibus, vel Martis acronichii & cōspicient quanta laborent in Caribdi.

45. Obiter tamen consulamus eclipses, hac omnium faciliore via. In fig. 2 sit semidiameter Solis  $AB$ , Terræ  $CD$ . Vmbre  $EF$ . & sit Observator in superficie Terræ  $D$ . Aggregatum semidiametrorum apparentium solis, & Vmbre, nēpe angulorum  $ADB$ ,  $EDF$ , est æquale aggregato parallaxium Solis, & Lunæ, videlicet angulorum  $CAD$ ,  $CED$ . nam complementum anguli  $ADE$ . æquale est reliquis memoratis angulis. Nunc, Semidiameter apparens Solis Apogei  $ADB$ . faciliter conceditur  $mi. 15. 40$ . deinde parallaxis Lunæ Perigeæ  $CED$ . est.  $63'$ . fere iuxta cōmunem sententiam, quam ineunt Ptolomeus, Tycho, Longomontanus, Lansbergius, & Ricciolus. Quare

Si umbra perigæa EDF. statuatur scrupulorum 47. 50. dabit parallaxem Solis 6. 30'. quam assumunt aliqui Recentiores. Si illa umbra ponatur cum Copernico, & Kepplero mi. 49. 45. proueniet Solis parallaxis mi. 2. 25. Adhuc anfractuosa est hæc via propter Vmbræ inconstantiam.

46. Quoniam igitur ex eclypsibus, ex Luna dichothoma, & ex Observationibus omnimodâ præcisionem non assequimur, vtor interim parallaxi solis in media distantia, mi. 2'. 30. cui proximè adheret tota Astronomia verus; & sic non cogimur stellas Tychonicas corrigere. Objicies; ex nostra Tabella aggregatū parallaxium Solis, & Lunæ Apogææ est mi. 57. 10. ab hoc aufero semidiametrū Solis 15'. 40. & manet pro Umbra 41'. 30. Cur ergo ponimus semidiametrū Vmbræ apogææ 39'. 0. Respondeo;

47. Alia est Umbra vera; alia apparens; illa verè est mi. 41. 30. sed quia Vmbræ conus à Terra longius prolapsus, continuò languescit; & conciditur ex Refractione, & causis physicis, quas exposuimus n. 5. ideo in Tabella apposuiumus Vmbram apparentē mi. 39. 0. quæ calculo eclypsium respondet; cum ex vero nō inhibeamur philosophari ad apparēs. Vmbræ ergo semidiameter vera decuratur optice mi. 2. 30. Sic Lansbergius assumit aggregatū parallaxium Solis & Vmbræ perigææ mi. 65. 57. & deducto semidiametro Solis 16'. 47. debebat ex demonstratis ponere  
Umbra

Vmbram perigæam mi. 49. & tamen eam constituit  
mi. 46. 19. quam iudicauit apparentem.

48. Contra maiorem Solis parallaxim, id est cō-  
tra ipsius minorem à Terra distantiam, opponitur,  
parallaxim Martis debere quandoque esse minorū  
9'. quæ videtur excessiua: sed hoc argumentum est  
mera petitio principii: falsissimum etenim est distā-  
tiam Martis à Terra certò deduci ex Theoriis; de  
quibus postea in fin. cap. 2.

49. Anno 1652. D. 8. Aprilis, Matriti, obseruaui  
initium eclypsis Solis, eo alto gr. 36. 27. seu hora  
matutina 8. 50. Finem, in altitud. gr. 54. 54. videli-  
cet ho. 11. 12. Maxima obscuratio fuit digitorum 9.  
16. Parisiis obseruauerunt eclypsim Bullialdus, Agar-  
ratus, Morinus, & P. Burdinus ab ho. 9. 30. ad 11.  
51. cum digitis 10. 15. Dinix Gassendus ab ho. 9. 43.  
ad 11. 58. cum digit. 9. 24. Aquis sextiis Galterus ab  
ho. 9. 42. ad 12. 18. Dantisçi I. Heuclius ab ho. 11. 4.  
ad ho. 1. 19.

50. Ad dignoscendas differentias Meridianorū,  
aptiores fore eclypsēs Solis opinatur Kepplerus in  
Tab. Rudol. cap. 16. & 32. ex cuius methodo, huic  
eclypsi applicata, prouenit Meridianū Maioricæ dis-  
tare à Parisiensi mi. 18. A Dinienſi 34. A Dantisca-  
no ho. 1. 24. Hanc praxim impugnāt Ricciolus, co-  
gitans in ea iam præsupponi notam ipsam Meridiano-  
rum differentiam. Tamen Kepplerus hunc laborem  
mede-

652  
April

medetur, corrigendo ex ipsa operatione vera Loca Luminarium. Sed objicimus nos: ad supputandum tempus ex differentia, quæ motum horarium Lunæ adhibebimus? An Lansbergianum? An Kepllerianum? Dissident enim notabiliter inter se extra Lunæ Apogæum. Problema ergo optimum erit, quando parallaxes Longitudinis in utroque Meridiano paræ differunt.

51. Quoniam autem in hac Solis eclipfi defecerunt min. 24. 0. fuit distantia centrorum min. 8. 32. quibus ablatis à Latitudine 46. 26. dat parallaxim Latitudinis min. 37. 54. Vnde parallaxis horizontalis Lunæ à Sole [in illius Anomalia gra. 222.] est min. 59. 30. Tabella dat 59. 15. Medium apparens fuit Mæriti ho. 10. 1. Lansbergius dat ibi ho. 9. 26. sed cum secunda temporis æquatione ho. 9. 46. Bullialdus ho. 9. 43. Kepllerius, ho. 9. 44. Minus deficeret, si assumerent prosthaphereses Solis maiores; quod fortè requirunt eclipfes, ut infra num. 79.

52. Mæriti etiam eodẽ anno 1652. D. 17. Septembris, observavi Finem eclipfis Lunæ, ea alta gra. 18. 15. nempe ho. 7. 46. Dinix Gassendus ho. 8. 19. & maximam obscurationẽ digitorum 10 ægrè propter nubes deprehensorum, quos indicavit iam decrecentes. Parisiis Bullialdus Mediũ ex phasibus ho. 6. 33. finem ho. 8. 4. Luna sub umbra fuit Gassendo omninò visibilis & subrutila. Non immoror in his colori-

coloribus procedentibus à causis physicis: sæpius enim vidi Lunam in eclipfibus pallidam, rubescen-  
tem, tetram, & aliquando inconspicuam; non à  
refracta atmosphæra, iuxta paradoxum Keppleri,  
sed à speciebus mixtis radiis Solis reflexis, quæ dis-  
persæ in conum Vmbrae, eam exhibent varie co-  
loratam.

53. Inde Matritum differt in Longitudine à Pa-  
risiis m. 18. & à Dīnia 33. vti toties hæc Meridiana  
inuenimus: Fuit Medium Parisiis ho. 6. 33. calculus  
Bullialdi dat exactissime ho. 6. 34. & Vendelinus h.  
6. 36. Lansbergius tamen horam 6. 43. cum secunda  
æquatione in Luna, sine qua daret ho. 6. 49. Æqua-  
tio dierum molestissime Astronomos premit. Vide  
num. 77.

54. Anno 1654. D. 12. Augusti, Maiorica, ob-  
seruavi initium eclipfis Solis in ipsius altitudine gra-  
35. 43. nempe ho. matutina 8. 17. cætera nubes abs-  
tulere: sed Michael Fuster, in his peritissimus, tribus  
leucis ad Boream, habuit maximam obscurationem  
digitorum fere sex, & finem in Solis altitudine gr.  
58. 4. nempe ho. 10. 27. Menilii [septem leucis à  
Parisiis ad occasum] Gassendus observavit digitos  
præcise 9. & eclipfim ab ho. 8. 1. ad 10. 26. notavitq;  
Lunæ diametrum excessisse solarem scrupulis secun-  
dis fere 50. exactè respondentem in illo situ nostræ  
Tabellæ.

D

Ite-

35. Iterum differentia Meridianorum Parisii, & Maioricæ: nam in initio eclipſis, parallaxis longitudinis fuit ferè eadem in utroque Loco. At vero distantia centròrum fuit tunc Maioricæ mi. 25. 0. Menilii 29. 50. differentia est min. 4. 50. seu temporis 9'. quibus additis ho. 8. 1. fit ho. 8. 10. sed mihi fuit 8. 17. ergo Meridianum Maioricæ euariat à Menilio min. 7. seu à Parisiis 6'.

36. Medium Maioricæ fuit ho. 9. 22. ferè, Lansbergius dat 9. 26. sed cum secunda temporis æquatione ho. 9. 16. Bullialdus 9. 15. sed ho. 9. 32. Vendelinus, qui quamuis suas Tabulas Atlanticas comprobauerit solis eclipſibus Lunæ, tamen Medio Synodi solaris [quidquid sit de duratione] conuenire deberent. Erat Lunæ Anomalia gra. 244. 8'. cui respondet ex Tabella parallaxis Lunæ à Sole min. 57. 50. & hæc congruit elicite ab obseruationibus, Maioricensi, & Parisiensi.

*Not.* 37. Eodem anno die 3. Martii Bononiæ P. Ricciolus [ex ipsius ad me litteris] obseruauit initium eclipſis Lunæ min. 17. 44. ante Solaris limbi ortum apparentem, & min. 14. 10. ante Lunæ occasum, seu ut ipse scripsit ho. 18. 8. 16. Lansbergius dat ho. 18. 18. Bullialdus 18. 14. Vendelinus 18. 8. Keplerus 17. 58. Sed durationes eclipſium ex hypotesi Kepleriana ratio congruunt.

*Aug.* 38. Eodem anno 1654. D. 17. Augusti, obseruaui ini-

initium eclypsis Lunæ, alta lucida Lyra ad occasum gr. 65. 0. & in Lunæ azimuth gr. 34. 15. videlicet ho. 10. 10. Maior obscuratio fuit min. 6. sui diametri. Finem habui in ipsius azimuth gr. 6. 44. seu ho. 11. 42. Gassendus Parisiis ab ho. 10. 5. ad 11. 35. cum digitis obscuratis præcise 2. 30. seu min. 6. 30. Inde differentia Meridianorum Maioricæ & Parisii mi. 7. 59. Erat Luna in media distantia cum semidiametro mi. 15. 40. quam aufero ab aggregato scrupulorum deficientium & illius latitudine Boræa, nempe 58. 48. & manet semidiameter Vmbræ 43'. 8. (Ex nostra Tabella esset 42'. 32.) Medium fuit Maioricæ hor. 10. 56. Lansbergius dat ho. 11. 10. Bullialdus 10. 58. Vendelinus 11. 11.

60. Anno 1656. D. 11. Ianuarii initium eclypsis Lunæ fuit habente Rigel azimuth ad ortum gra. 42. 33. seu ho. 7. 7. In fine, illius azimuth gr. 14. 40. videlicet ho. 10. 14. In medio eclypsis pars lucens in diametro Lunæ fuit min. 4. 0. Pars meridionalis videbatur rubiginosa; & in medio fusca. Appropinquabat tunc ad Perigæum; quare, latitudini Lunæ 33. 0. aufero illa scrupula deficientia 4. & reliquo nempe mi. 29. 0. addo semidiametrum Lunæ 16'. 51. & fit semidiameter Vmbræ 45'. 51. (ex Tabella esset 46. 23.) Medium Maioricæ ho. 8. 40. Lansbergius dat ho. 8. 34'. Bullialdus 8. 38. Vendelinus 8. 35.

61. Eodem anno 1656. D. 26. Ianuarii eclypsis

d 1

So-

1656  
Ianuarii

Solis initium fuit in ipsius azimuth à Meridiano ad occasum gra. 17. 17. nempe ho. 1. 3. Fuit Medium in azimuth gra. 35. 6. seu ho. 2. 14. cum digitis obscuratis precise 5. 30. ex specie Solis per Telescopium excepta. Finis, in azimuth gra. 48. 0. Videlicet hor. 3. 16. Equè & satis optimè respondent calculi Lansbergii, Bullialdi, & Vendelini.

62. Fruimur hic desideratissima ab omnibus parallaxi Lunæ à Sole, existente Luna in ipso Apogæo, & Sole Perigæo; ut in hac eclipfi. Ex aggregato semidiametrorum 31. 0. ablatiis scrupulis deficientibus 15. 0. ( seu digitis obscuratis 5. 30. ) manet distantia centrorum mi. 16. 0. id est Latitudo visibilis 15'. 50. quam aufero à vera latitudine Lunæ 51. 5. & manet parallaxis latitudinis Apogææ Lunæ à Sole min. 35. 15. Inde parallaxis horizontalis 52'. 20. ( Ex nostra Tabella esset 52. 10. ) Quamproximè accedunt Bullialdus, Vendelinus, Ricciolus, Alfonsini, & Lansbergius: longissime deuiant Tycho, & Keplerus.

1657  
sim.  
63. Anno 1657. Iunii D. 25. post totam diem nubilam consexi Lunam deficientem digitis 6. Accreuit obscuratio usque ad digitos 11. 30. & erat tunc Rigel in azimuth gr. 10. 27. videlicet ho. 9. 6. Nudis oculis spectata Luna videbatur obscura in medio, & rubiginosa per limbum: Telescopio nullus accensus color cernebatur. Finem abstulerunt nubes.

Mere.

64. Meretur vero considerationem, quod hæc eclypsis ex omnibus Tabulis Astronomicis conspicienda esset totalis cum Mora; & tamen obscuratio constanter per ferè dimidiam horam remansit digitorum 11. 30. & numquam totam Vmbra subiuit. Quid hoc? An Vmbra Terræ maioribus Refractionibus decurcata? An insolenter illuminata Atmosphæra circumambibat Lunam? Ecce has, & alias causas physicas calculo Astronomico inuidentes.

65. Anno 1659. D. 6. Maii Luna orta est deficiens. In maxima obscuratione pars quæ remansit illuminata erat scrupulorum 9. fere 10. alta circa id tempus spica Virginis gr. 31. 48. seu hora 7. 56. Finis verus, alto corde Leonis ad occasum gr. 46. 42. seu hora 9. 33. P. Ricciolus scripsit ad me obseruasse finem Bononiæ ho. 10. 11. Inde differentia Meridianorum scrup. 38.

66. Eodem anno 1659. D. 14. Nouembris fuit Initium eclypsis Solis in ipsius altitudine gr. 24. 7. nempe ho. 2. 15. Deinde digiti eclypsati 6. in altitudine 19. 31. seu ho. 2. 55. Insuper maxima obscuratio digitorum exacte 10. 0. in altitud. 15. 7. nempe ho. 3. 23. Postea digiti 8. 40. ho. 3. 50. & erant cornua in eodem verticali. Iterum digiti 6. in altitudine 11. 29. seu ho. 3. 59. Finem nubes abstulere; sed Medium ex phasibus ho. 3. 26. Concipe nunc chartam recipientem per Telescopium speciem Solis; &

d 3

in

in initio eclipſis, primus vmbrae tumor prominuit in circuli puncto diſtante à diametro verticali ad ſiniſtram gra. 94. Deinde in Medio eclipſis cornua Lunulae Solis diſtabant à ſuperiori puncto dicti diametri verticalis ad ſiniſtram gra. 96. & 62. ad ſiniſtram; ita vt portio circumferentiae deficiens erat gra. 158. Tandem ho. 3. 50. cornua erant in eodem verticali, & diſtabant à diametro ad ſiniſtram gr. 14.

67. P. Ricciolus ſcripſit ad me obſervatum fuiſſe initium Bononiae ho. horologii Italici 21. 45. ſed horologio non fidit; & addit Burdegala Galliae obſervatum fuiſſe initium ex Solis altitudine ho. 1. 40. digitos obſcuratos 9. 30. Et ſinem ho. 4. 20. Erat Lunae Anomalia gr. 134. ferè. Et ſi à ſumma ſemidiametrorum 32. 46. aufero ſcrupula deficiencia 27. 0. manet diſtantia centrorum 5. 46. ad Austrum; quæ cum latitudine Lunae 47. 0. exhibet parallaxim latitudinis 52. 46. Inde horizontalem à Sole 59. 40. (ex mea Tabella eſſet 59. 0.)

68. Tenemus proportionem diametrorum. Sic in Figura 3. Sol A. & Luna RBH. Ex obſervatione arcus Solis obſcuratus MEB. fuit gra. 158. cuius dimidium EB. ſeu angulus CAB. eſt gr. 79. Quare in Rectangulo ACB. data ſemidiametro Solis AB. mi. 16. 15. colligetur BC. 15. 57. & AC. 3. 6. Nunc ex ſcrupulis deficientibus ER. 27. (id eſt digitos 10.) ablato ſemidiametro Solis EA. & addita inuenta AC. fit

34

fit R.C. 13'. 51. Quare ex Elementis ut R.C. ad C.B. ita eadem C.B. ad C.H. 18'. 22. cui addita C.R. fit Diameter Lunæ R.H. mi. 32. 13. (ex Tabella est 32'. 58.) sed in praxi infidum effectum sepius expertus sum; quia in specie Solis excepta per Telescopium, vel per solam lentem convexam, tam celer est (forte ex varietate parallaxium) radiorum tremor in charta; ut puncta Lunularum in circumferentia circuli nequeant precise, & instantaneè adnotari. Eodem periculo laborat designatio Inclinationum Eclipsium.

69. Anno 1661. die 30. Martii fuit initium eclipsis Solis in altitudine ad ortum gr. 31. 22. nempe h. matutina 8. 32. Maxima obscuratio digitorum 9. 10. Finis, in azimuth 19. 15. videlicet h. 10. 57. Concipe iterum chartam (ut supra) recipientem speciem Solis, & in maxima obscuratione digitorum 9. 10. cornu boreum Lunulæ Solis distabat à puncto superiore diametri verticalis gr. 55. ad sinistram; australe autem gr. 106. ad dextram.

70. Erat summa semidiametrorum 31'. 45. scrupula deficientia ex observatione 24. 30. Inde distantia centrorum 8. 15. & addita latitudine Lunæ 34'. 19. fit parallaxis latitudinis 42. 34. requirens parallaxim horizontalem Lunæ à Sole mi. 60. 10. (ex Tabella esset 59. 50.) Medium appàrens Maioricæ fuit h. 9. 44. ex Lansbergio fuisset h. 9. 40. sed hora fere 10. adhibita secunda dierum inæqualitate. Ex  
Bul-

661  
Mart.

Bullialdo ho. 9. 56. Ex praxi quam tentavi num. 68. datur hic observatus arcus deficiens  $MEB$ . gra. 161. cum scrupulis obscuratis  $ER$ . 24. 30. ( id est, digitis 9. 10. ) Nunc in eadem Fig. 3. Semidiameter Solis  $AB$ . est min. 16. 0. Inde  $CB$ . 15. 47. &  $AC$ . 2. 40. Quare ut  $RC$ . ad  $CB$ . ita  $CB$ . ad  $CH$ . 22. 19. Inde diameter Lunæ  $RH$ . 33. 29. [ Mihi est 33. 28. ]

71. In hac, & reliquis eclýpsibus Solis adnotavi, pro calculo durationis, etiam ut in Lunaribus, exactius convenire motum Lunæ horarium Keppleri, tanquam celeriores; maximè in eclýpsibus circa Nonagesimum; ubi plerumque duratio observatur brevior. Fortè hoc precauens Lansbergius, quando tempus Defectus est ante, & post Nonagesimū, iubet à motu Lunæ vero subtrahere differentiam parallaxiū, ut suus motus qui est tardior eundem celerior; Reynholdus vult ambas parallaxes addendas, ut concitator sit motus; cum tamen demonstrativè pateat utranque parallaxim subtrahendam esse. Sed hoc diffidium à calculo sæpius provenit, tum à diversitate inclinationū viæ Lunæ ad eclýpticā, quæ secundum parallaxes inæqualiter inclinantur; tum etiam à causis physicis, variè inharrentibus corpori opaco obtegenti lucidum.

*Cereb.*

72. Anno 1661. die 7. Octobris observavi finē eclýpsis Lunæ, cum præcedens trium fulgentium in cingulo Orionis erat in ipso Meridiano, videlicet  
ho.

ho. 16. 20. Valentiaë P. Ioseph Zaragoza obseruauit initium ( ex ipsius ad me litteris ) ho. 13. 29. Finem ho. 16. 7. digitos obscuratos 7. plus minusue. Ex vltima phasi Meridianum Valentiaë distaret à Maioricensi min. 13. sed vere 11. vt infra. Medium Valentiaë fuit ho. 14. 48. Lansbergius dat ibi ho. 15. 4. sed cum secunda æquatione ho. 14. 55. Bullialdus, & Vendelinus ho. 14. 58.

73. Anno 1663. die 18. Augusti eclipſis Lunæ initium mihi non patuit, obseruauit tamen maximā obscurationem digitorum 11. 30. præcisè. Finem, Vulture volante in azimuth 11. 17. videlicet ho. 10. 6. Valentiaë P. Zaragoza ho. 9. 56. Inde differentia Meridianorum 10. sed vera 11. & congruit notissimo Rumbo, & distantia maritima.

1663.  
August.

74. Anno 1664. Valentiaë idem P. Zaragoza die 6. Augusti obseruauit initium eclipſis Lunæ ex altitudine Arcturi ho. 9. 38. 31. Inmerſionem ex altitudine lucidæ Coronæ Gnosiaë ho. 10. 50. 40. Emerſionem ex alti. Aquilaë ho. 12. 18. 22. Finem verum ex altit. eiusdem Stellæ ho. 13. 22'. 50. & emundationem Vmbræ ho. 13. 27. Inde totam durationem ho. 3. 44. 19. Moram in Vmbra ho. 1. 27. 42. Et Medium ex phasibus ho. 11. 34. 31. Inter insignes numeramus hanc eclipſem ad mensurandam Vmbram, quia Luna existente Apogæa, eius motus horarius à Sole satis præcisè cognoscitur, tanquam

1664.  
August.

E

idem

idem fere apud omnes Astronomos. Erat Lunæ Anomalia gra. 21. 51. & sic motus horarius à Sole min. 27. 26.

75. Quare in fig. 1. & in Rectangulo ABC. datur CA. gra. 2. 57. distantia Solis à Nodo, & BAC. gra. 5. 0. [maximæ latitudinis] ergo BC. distantia centrorum min. 15. 24. Nunc durationi eclipfis ho. 3. 44. 19. ex motu horario, vt diximus, præcisè cognito, erit motus Lunæ à Sole min. 103. 24. nempe via in Orbita DE. cuius dimidiū BD. 51. 42. Igitur in Rectangulo CBD. datis BC. BD. fiet CD. 54. 0. Aufero semidiametrum Lunæ 14. 44. & prouenit semidiameter Vmbræ [circa Apogæum] min. 39. 16. Ex nostra Tabella esset mi. 39. 10. Abundant ergo Observationes ad determinandam Vmbram apparentē in loco transitus Lunæ Apogææ & Perigææ.

76. Quoniam insuper Vendelinus voluit in æqualibus distantis Lunæ ab Apogæo, & Perigæo, etiam æquationes esse æquales; & hoc Assertum indigebat obseruationibus eclipsum, in quibus Luna esset circa Apogæum, patet ex hac Obseruatione illius opinionem Cælo non respondere. Erat enim ex Vendelino Anomalia Lunæ gra. 21. 31. Fuit eclipfis Medium Valentis ho. 11. 34. & per illius Tabulas Atlanticas colligitur ho. 12. 6. Per Lansbergium cū secunda temporis æquatione ho. 11. 40. Per Bullialdum 11. 33. Kepplerus ho. 11. 36.

His

77 His obseruationibus possumus in examen vocare Tabulas; quarum primaria iudicantur Lansbergii, Vendelini, & Bullialdi parum dissidentis à Kepplero. Exactionem calculi pro eclypsibus molestè perturbat æquatio temporis. Dies etenim, quibus ingredimur Tabulas motuum, sunt dies Solares, qui non constant æqualibus Reuolutionibus; nam vnus anni dies Solares 365. sunt circulationes primi Mobilis 366. Igitur ex causa necessaria inæqualitatis dierum Solarium, concedere cogimur necessarium effectum, videlicet ipsam dierum inæqualitatem. A Tychonis tempore cæpta fuit in dubium reuocari hæc temporis æquatio. Eam Vendelinus post Longomontanum omnimodo negauit, nullo alio fretus fundamento, quàm obseruationibus eclypsium *ve* ait illam excludentibus. Sed iam vidimus, Tabulas Atlanticas non præstare quod pollicentur. Terram mouentes aliam ex falsa hypothese sibi effingunt.

78. Alii, seuerissimi contra Lansbergium increpant secundam temporis æquationem, quam præcepto 8. adhibuit eclypsibus; eamque dicunt voluntariè excogitatam. Sed benignius poterit accipi Lansbergius, propter assumptas ab eo hypotheses: in secunda etenim æquatione aliqua scrupula temporis addit Sole existente circa Arietem; & alia aufert circa Libram, licet irregulariter: quod est contemplari Solem prouectiorem ab Apogæo ad Perigæum, & è contra ascendendo.

Ex-

79. Exuperior etenim pro calculo eclypsum, præsertim Lansbergiano, motui Solis medio melius applicari prostaphereses Orbis maiores Tychonicis, seu quamproximè æquationes Alfonsinas; & sic cum æquatione dierum veteris Astronomiæ, quam sequitur ipse Lansbergius, exactius habentur eclypsum tempora; quæ ( nec Martis Acronichia ) nunquam assequuntur Astronomi constituentes maximam Solis prostapheresim minorem gradibus 2. 0.

80. Sequitur Tabella iuxta superiores, & aliorum receptiores Observationes: quæ exposcunt Solis Eccentricitatem fere bisectâ; Lunam autem in Apogæo, distantem à Terra semidiametris 62. 50. & in Perigæo semid. 54. 33. Assumo parallaxim Solis in media distantia min. 2. 30. ut supra num. 46. Appono Vmbræ semidiametrum apparentem [ quæ minor est vera scrupulis 2. 30. ex ponderatis num. 47.) cui adhaeret Columella pro scrupulis secundis, colligendis cum anomalia Solis, & auferendis à semidiametro Vmbræ.

81. Omisi in Tabella motum Lunæ horarium, tanquam ab Astronomis certius explorandum. Pro eclypsis aptior est Lunæ motus Kepleri; circa tamen Solis oppositiones nimis excedit. Vide cap. 2. num. 8. & 42.

Tabu.

| <i>Anoma-<br/>lia.</i> | <i>Paralla-<br/>xis<br/>Luna.</i> | <i>Semidia-<br/>meter<br/>Luna.</i> | <i>Semidia-<br/>meter<br/>Solis.</i> | <i>Semidia-<br/>meter<br/>Umbra.</i> | <i>Varia-<br/>tio.<br/>infer.</i> | <i>Anoma-<br/>lia.</i> |
|------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|------------------------|
| gra.                   | mi. se.                           | mi. se.                             | mi. se.                              | mi. se.                              | se.                               | gra.                   |
| 0                      | 54. 40                            | 14. 40                              | 15. 40                               | 39. 0                                | 0                                 | 360                    |
| 10                     | 54. 47                            | 14. 42                              | 15. 41                               | 39. 7                                | 1                                 | 350                    |
| 20                     | 54. 56                            | 14. 43                              | 15. 42                               | 39. 16                               | 2                                 | 340                    |
| 30                     | 55. 8                             | 14. 47                              | 15. 43                               | 39. 28                               | 3                                 | 330                    |
| 40                     | 55. 28                            | 14. 52                              | 15. 45                               | 39. 48                               | 5                                 | 320                    |
| 50                     | 55. 56                            | 14. 59                              | 15. 48                               | 40. 16                               | 8                                 | 310                    |
| 60                     | 56. 29                            | 15. 7                               | 15. 51                               | 40. 49                               | 11                                | 300                    |
| 70                     | 57. 3                             | 15. 17                              | 15. 54                               | 41. 23                               | 14                                | 290                    |
| 80                     | 57. 41                            | 15. 28                              | 15. 57                               | 42. 1                                | 17                                | 280                    |
| 90                     | 58. 22                            | 15. 40                              | 16. 1                                | 42. 42                               | 21                                | 270                    |
| 100                    | 59. 5                             | 15. 52                              | 16. 5                                | 43. 25                               | 25                                | 260                    |
| 110                    | 59. 49                            | 16. 4                               | 16. 9                                | 44. 9                                | 29                                | 250                    |
| 120                    | 60. 31                            | 16. 15                              | 16. 12                               | 44. 51                               | 32                                | 240                    |
| 130                    | 61. 11                            | 16. 25                              | 16. 15                               | 45. 31                               | 35                                | 230                    |
| 140                    | 61. 49                            | 16. 35                              | 16. 18                               | 46. 8                                | 38                                | 220                    |
| 150                    | 62. 20                            | 16. 44                              | 16. 21                               | 46. 40                               | 41                                | 210                    |
| 160                    | 62. 42                            | 16. 50                              | 16. 22                               | 47. 2                                | 42                                | 200                    |
| 170                    | 62. 53                            | 16. 53                              | 16. 23                               | 47. 13                               | 43                                | 190                    |
| 180                    | 63. 0                             | 16. 55                              | 16. 24                               | 47. 20                               | 44                                | 180                    |

*Parallaxis Solis, in media distantia 2'. 30''.*

CAPUT II.  
OBSERVATIONES PLANETARUM,  
*cum Adnotationibus Astronomicis, præsertim  
circa motus per Ellipses.*

I.

**A**D observandos congressus Planetarum aptamus Telescopium; cujus ocularem comprehensionem, & divisionem colligimus quatuor Mediis. Primo, ex Lunæ maculis. Secundo, per Stellam circa Meridianum, transeuntem per objectam amplitudinem Tubi, Socio interim numerante vibrationes perpendiculi; quibus tempora, & arcum transitus deducimus. Tertio, observando Saturni, vel Iovis appulsu ad quamlibet Fixam, licet ignotam [ quæ sæpiissime se offerunt ] & planetæ diario motu cognito, metimur accessum. Cave autem ne hanc observationem instituas 10. vel 12. diebus ante, & post Planetæ Stationem, nam ibi plus decurrit, quàm exhibeant Tabulæ; ut dicam postea, num. 14.

2. Quarto; in Telescopio duarum lentium convexarum, circa interiorem focum vitri ocularis, aptatur annulus intersectus tenuissimis filis, formantibus minima quadrangula æqualia ( ad modum craticulæ seu Parallelogrammi pro reducendis figuris ) quo facies Lunæ, vel spatium Cælestæ à Tubo comprehensum, conspicitur reticulatum in plura quadrangula æqualia; & horum latera metimur ex  
supe-

superioribus methodis; vt interuallum exactè estimetur.

3. Anno 1643. Coniunctio maxima Saturni, & Iouis visa fuit inter diem 19. & 20. Februarii. Anno 1644. Maii die 16. ho. 9. Venus erat in eadem fere latitudine cum stella, quæ in boreo supremo genu præcedentis Geminis; sed orientior ferè diuidia Luna. Die 6. Augusti ho. 15. erat Iupiter cum Marte; sed Mars australior scrupulis 15. & occidentior 5'. Die 30. Septembris ho. 9. Saturnus erat cum stella quæ est post flexionem trium præcedentis Piscis deficiebat in longitudine min. 5. & erat Borealior fere 36.

4. Eodem anno 1644. Nouembris die 20. hor. 8. 36. Mars retrogradus ibat ad stellam quæ in genu boreo præced. Geminis; erat australior scrupulis 3. & distabant inter se min. 2. quoad longitudinem. Erat ergo (iuxta stellas Tyconicas) in gra. 5. 1. Canceri cum latitud. gra. 2. 8. B. Per Lansbergium esset in 5. 2. cum latitud. 1. 49. Per Keplerum in 5. 0. cum latitud. 1. 57. Buhaldus in motu Martis sequitur Keplerum; cuius calculum etiam sectantur Tabulæ Richelienæ, & Ambianenses.

5. Anno 1645. die. 4. Februarii vidi Lunam accedentem ad succulam, quæ inter nares & oculum austrinum Tauri; quam stellam formant duæ conriguæ distantes inter se minutis 5. & designatur à

Ty-

1643

Febr.

1644

Mai.

August.

Septemb.

Novemb.

1645

Februar.

Tychone Quartæ magnitudinis. Erat Luna in altitudine circiter gra. 13. At verò in altitud. gra. 9. nempe ho. 12. 50. opacus Lunæ margo distabat à stella scrupulis 2. Stella septentrionalior duarum illarum contiguarum videbatur ingressura per cornu australe, seu per tertiã Lunæ partem quæ vergebat ad Austrum. Sed totalem ingressum occultavit occasus in montem. Parallaxis & Refractio calculum turbant.

6. Audi difficultatem. Stella illa per Tychonem erat in gr. 2. 58'. Geminis, cum latitudine gr. 5. 53'. & ipsa stella patet ex Telescopio duplex; nempe formata ex duabus Fixis, æqualis fere magnitudinis, distant inter se scrupulis 5'. Percontor ergo, quam harum duarum observauit Tycho in illo situ? Idem ambigo de Præsepe Cancræ, & de aliis Fixis, ex pluribus æqualis magnitudinis conglomeratis. An nūdus visus Tychonis non distinxit alterutram æqualem? An hac de causa aliquæ Fixarum distantie à Tychone consignatæ, aliquando vsque ad minuta 4. dissident à locis Catalogi ipsius Tychonis? Nōn ergo mirum, si aliquando calculus ab observatis digreditur: immò ridendi sunt volentes Tabularū numeris intra 2. vel 3. minuta Observationes semper attingere.

*Febr.*

7. Die 13. Februarii ho. 8. Mars ibat ad stellam quæ est secunda in formam Erichonii, à quâ distabat in longitudinē m. 3 & erat Borealis scrupulis 33.  
fere

ferè. Insuper die 28. ho. 1. post occasum Solis distabat à Stella quæ infra ad ortum Informium Erich-tonii in longitudinem scrupulo 1. & erat Borealior scrupulis fere 20. Die 15. Maii ho. 8. erat cum Borea præcedenti in quadrato Cancræ; à quâ distabat in longitudinem scrup. 2. & erat borealior scrup. 5. Ergo visus in gra. 0. 24. Leonis cum latitud. 1. 37. B. Per Kepplerum, & Bullialdum in 0. 25. Per Lansbergium in 29. 51. Cancræ, cum latitud. 1. 38. Die 7. Aprilis ho. 8. Jupiter erat cum Stella, quæ sequitur in collo duarum Tauris distabant inter se scrup. 12. sed Jupiter erat occidentalior scrupulis 5. Inde in gra. 1. 0. Geminis, cum latitud. 0. 35. A.

*Mai.*

8. Eodem anno 1645. Die 6. Maii vidi Lunam cū sequenti sub australi Virginis sinistra ala, in huius altitudine occidentali gra. 31. 34. videlicet hor. 12. 25. Margo lucens ad ortum ex parallelismo ad cuspidem, erat in eadem longitudine Stellæ; quæ incedebat borealior, & distabat ab illius supremo limbo scrupulis 9. ad 10. vt in Fig. 6. Longitudo puncti tubercantis A. & Stellæ C. erat gr. 5. 12. Libræ; latitudo Fixæ C. gr. 2. 50. & AB. pars lucens ultra semidiametrum, mi. 8. 10. Ergo Luna visa in gr. 5. 3. 50. cū latitud. Bor. gr. 2. 31. fere. Nūc ex parallaxi horizontali mi. 56. applico parallaxim longit. 13. 10. & latitud. 44. 10. & prouenit locus Lunæ verus in gr. 5. 17. 0. cum lati-gr. 3. 15. Dissident Tabulæ Bullialdus

*Mai.*

F

dat

dat verum Lunæ locum in gr. 5. 7. cum latitud. gr. 3. 14. Lansbergius in gr. 5. 41'. cum lati. 3. 23'. Vnde vera inæqualitas motus Lunæ extra Syzигias adhuc non est inuenta, vide num. 13. & 20. Quomodo ab his se expediunt quærentes Locorum Longitudines à situ, & motu Lunæ?

9. Parallaxes pro hac obseruatione supputaui calculo trigonometrico: quia quâuis pro eclypsibus Solis satis exculpta, & brevis sit parallactica Keppleri; quâdo tamen latitudo Lunæ excedit gr. 1. non sanatur cautela Bullialdi vel Renerii, vt demonstrauius cap. 1. num. 21. sed oportet agere angulo parallactico; cuius calculus tædioſſimè defatigat Astronomos. Vide plura illius Problemata apud Ricciolum lib. 5. cap. 10 Ego expeditioni methodo sic.

10. Sit in Figura 4. quadrans Eclypticæ FE. & à Polo Zodiaci B. ducatur circulus latitudinis per locū Lunæ C. habentis hîc latitudinem Boream 1 C. protrahatur vsque ad horizontem G. & descendat per Lunam verticalis A C H. Nunc in triangulo G I E. semper rectangulo in I. datur IE. distantia loci Lunæ in eclyptica ab Oriente Zodiaco E. cū angulo IE G. Eclypticæ & horizontis ( sufficit per Tabulas communes ) ergo dabitur tam angulus I G E. quàm latus GI. cui adde latitudinem Lunæ boream, vel aufer australem; & fit G C. Quare in triangulo G H C. Sēper rectangulo in H. datis iam inuentis G C. C G H. dabi-

dabitur angulus parallacticus qui quaeritur  $gch$ . & simul  $hc$ . altitudo Sideris supra horizontem.

11. Vel sic, posito eodem themate, ducta perpendiculari  $AD$ . in Rectangulo  $ADB$ . datur  $AB$ . cui æqualis angulus eclipticæ, & horizontis  $FEg$ . & datur  $ABD$ . id est  $FL$ . distantia Lunæ à Nonagesimo; ergo dabitur latus  $BD$ . cuius complemento  $DI$ . aufer latitudinem boream, vel adde australem, & fiet  $DC$ . quare ut sinus  $DC$ . ad sinum  $BD$ . ita tangens  $ABD$ . ad tang. anguli parallactici  $ACB$ . & deinde ut sin 2.  $BD$ . ad sin 2.  $AB$ . sic sin 2.  $DC$ . ad sin 2.  $AC$ . distantia Sideris à vertice. Breuius, si habes altitudinem verā Sideris  $HC$ . nam tunc ut  $CA$ . ad angulum  $B$ . ita  $AB$ . æqualis angul. eclipticæ & horizontis, ad angulum parallacticum  $C$ . His habitis supputa parallaxes more communi.

12. Eodem Anno 1645. Die 2. Decembris obseruaui Lunam limbo suo australi obtegentem oculum austrinū Tauri, siue Aldebaram, in huius altitud. orientali gr. 45. 30. nempe ho. 8. 45. & hanc Stellā euadentē in altit. 49. 28. videlicet h. 9. 7. latuit ergo Aldebarā sub Luna scrupulis tēporis 22. ut in Fig. 7. Erat Luna ferē Perigæa, & circa oppositionem Solis. Illius latitudo vera ex cōmuni Tabularum consensu erat gra. 4. 40. 50. M. A. cui addo parallaxim latitudinis 32. 10. & semidiametrum Lunæ 16. 52. & fit latitudo visā limbi Australis Lunæ gr. 5. 29. 52. Per

*Decemb.*

f2

Tycho.

Tichonem latitudo Aldebaram est gr. 5. 31. Ergo Luna debuisset ferè attingere, non celare Stellam; & tamen eam obtegit, scrupulis temporis 22. Remotior à Stella transisset ex minori parallaxi constituta à Bullialdo. Lansbergius, tribuens Lunæ perigææ parallaxim maiorem, & ampliorem Lunæ diametrum optimè hanc phasim exhibet, & præcisius quoad Longitudinem.

13. Ex Bullialdo ad horam Medii Congressus, nempe ho. 8. 56. supputatur verus locus Lunæ in gr. 4. 9. 48. Geminis, & addita parallaxi longitudinis, esset visa in gr. 4. 34. Tamen apparuit sub Aldebaram nempe in gr. 4. 50. ferè. Per Lansbergium datur Luna visa in gr. 4. 55. Sed cum hic appulsus contingerit horis fere 11. ante veram oppositionem Solis, & Lunæ, & Bullialdi calculus in syzygiis tam proximè scopum assequitur, cur horis fere 11. ante oppositionem Solis deficit in motu, scrupulis 16? Forte hoc provenit ex Lunæ motu quem circa Syzygias constituit nimis celerem. Idem adnota in Observatione numeri 42.

1646  
Februarius.

14. Anno 1646. per plurimos dies Februarii observavi Iovem cum Propode, seu Stella præcedenti ad pedem Geminis; nocte verò diei 16. fuit in totali statione, occidentalis scrup. 5. & Borealis 9. vel 10. Iupiter Retrogradus erat orientalis à Stella die 12. & occidentalis die 13. Iterum die 25. iam directus supera.

superabat longitudinem Stellæ vno fere scrupulo. Ergo die 19. ho. 7. fuit in gr. 25. 56'. Geminis, cum lati. gr. 0. 3. A. Per Lansbergium colligitur in gr. 25. 53. per Kepplerum in 25. 56. per Tychonem ex Argolio in 25. 39'. Omnes accedunt eidem latitudini. Ab hac Observatione capi adnotare Iovem circa stationes moveri celerius, quam exhibeat calculus Tabularum; & quamvis suppuretur stans, tamen Telescopio observatur semper decurrens, & fere in instanti regrediens, vide infra num. 25. & 29.

15. Eodem Anno die 27. Martii cum Cor Leonis erat in ipsissimo Meridiano, videlicet ho. 9. 23. Lunæ limbus inferior erat Borealis dicto Regulo scrupulis 18. non minus, vel 19. non plus. Et linea ducta à media colli ad Cor Leonis secabat limbum occidentalem Lunæ. Latitudini Boreæ Stellæ gra. 0. 26. addo parallaxim lati. mi. 23. 40. & semidiametrum Lunæ 16'. 29. cum distantia limborum observata. mi. 18. & fit latitudo Lunæ vera gr. 1. 26. 9. Per Bullialdum esset gr. 1. 24'. per Lansbergium gr. 1. 36.

16. Eiusdem anni die 5. Augusti hor. 14. 45. oculi Tauri distantia ab obscuro margine Lunæ æquabatur ferè parti illuminatæ ipsius Lunæ, quæ erat Borealis. Die 9. Iulii ho. 15. 40. Venus distabat à Stella hyadum quæ ad oculum boreum ferè scrup. 32'. & distantia erat magis à parte latitudinis. Die 10. ho. 16. 0. erat Meridionalior australiori in

f3

Cor.

Cornu australi Tauri: & distabant inter se scrupulis 31. vel 32.

1647.  
Januar.

17. Anno 1647. Die 21. Ianuarii, mane, Iouem obtegit Luna per partem limbi borei, alto ad occasum Procyone gra. 33. 56. nempe hora matutina 2. 29. Euasit Iupiter alto Regulo gra. 53. 45. videlicet ho. 3. 32. latuit ergo ho. 1. 3. Parisiis Gassendus occultatum obseruauit Iouem ab hor. 2. 17. ad 3. 0. Smyrnæ Bullialdus ab ho. 4. 47. ad hor. 5. 10. Nota eclipsem Lunæ obseruatam eadem nocte cap. 1. num. 28.

18. Ex pluribus eclipfibus habuimus longitudinem Smyrnæ, qua deducuntur Meridiana Constantinopolis, & Alexandriæ. Nunc iterum ex hac obseruatione. Medium Congressus Iouis, & Lunæ fuit Maioricæ ho. 3. 0. cū parallaxi Longitudinis m. 24. 27. Smyrnæ fuit ho. 4. 58. cum paral. 37. 32. & eodem inclinatione Vix visæ Lunæ. Differentia parallaxium est mi. 13. 5. id est scrupula temporis 10. quæ addo horæ Maioricensi, vbi Luna fuit anterior, nempe horæ Medii Congressus 3. 0. & fit ho. 3. 10. sed Smyrnæ fuit ho. 4. 58. ergo differentia Meridianorum ho. 1. 38.

19. Eodem modo, Parisiis Medium congressus fuit ho. 2. 39. Parallaxis longitudinis mi. 15. 48. cum eadē ferē inclinatione Vix Lunæ. Differentia parallaxium min. 8. 39. id est scrupula temporis 14. quæ addo

addo horæ Parisiensi, quia ibi Luna fuit anterior: & fit ho. 2. 53. sed Maioricæ fuit ho. 3. 6. Ergo differentia Meridianorum Maioricæ, & Parisii est mi 7.

20. Die 8. Aprilis, Stellam hyadum quæ ad oculum boreum obtexit Luna per tertiam partem sui disci borealem, alto dextero talu Aurigæ ad occas. gr. 35. 14. videlicet ho. 8. 19. vt in Fig. 8. Erat Stella in gr. 1. 55. Geminis cū lati, A. 4. 2. Parallaxis Lunæ horizontalis min. 62. 45. latitudinis 26. 10. longitudinis 54. 6. Ergo verus locus Lunæ æstimatur in gra. 2. 34. cum lati. gr. 2. 25'. [vique ad 2. minuta nutabit hæc æstimatio] Per calculum Lansbergii esset in gr. 2. 42'. Geminis, cum lati. gra. 3. 24. Per Bullialdum in longitudine gra. 3. 28'. & latit. 3. 25'. Hæc sunt Tabularum discrimina in motu Lunæ circa Occidentes, in quibus varietas, seu Reflectio, nunquam est eiusdem quantitatis. Vide num. 8. 13. & 42.

21. Die 12. eiusdē Aprilis Luna eclipsauit Iouem per partem boream sui disci, alto Corde Leonis ad occasum gr. 57. 17. nempe ho. 9. 56. Egressus est Iupiter alto eodem Corde gr. 49. 12. videlicet ho. 10. 48. Latuit ergo per ho. 0. 52. Parisiis Gassendo, Luna solum attigit dimidium diametri Iouis, limbum inequitatis, ho. 10. 4. & qua parte integer emerfit, distitit à cuspide Lunæ dichotomæ dodrante maculæ Caspiæ ho. 10. 9. & fuit centrorum congressus hor. 10. 5. Dantisci, Heuclio hor. 11. 15. Iupiter

dis-

distabat à superiori Limbo Lunæ scrupulis 6. sub qua nunquam latuit.

22. Iterum confirmatur differentia Meridiani Parisiensis. Nam ibi ho. 10. 5. erat parallaxis Longitudinis Lunæ min. 41. 35. Maioricæ hora Medii Congressus 10. 22. erat mi. 48. 40. Differentia ergo parallaxium est min. 7. 5. videlicet scrupula temporis 11. quæ addo horæ Parisiensi 10. 5. fit ho. 10. 16. sed Maioricæ fuit ho. 10. 22. Igitur differentia Meridianorum est min. 6. Deinde parallaxis Latitudinis Lunæ Parisiis erat min. 41. 45. Maioricæ 34. 17. Cū autem Gassendo Luna visa fuerit inequitans limbū Lunæ, & mihi immersa apparuit per ho. 0. 52. cum Latitudine vera ( ex Tabularum consensu ) gr. 1. 8'. B. Inde Gassendo visa in gra. 0. 27. & sic latitudo Iouis min. 44. ferè.

23. Planetarum Congressus cum Luna ostendunt quantum Tabulæ Astronomicæ assequantur. Per Lansbergium locus Lunæ verus Maioricæ hor. 10. 22. colligitur in gra. 29. 48. Cancrī, & applicata prædicta longitudinis parallaxi, esset visa in gra. 29. 0. Iupiter supputatur in gra. 28. 52. cum latitud. mi. 45. Solum ergo deficit Lansbergius scrupulis 8. quoad Longitudinem. Per calculum Bullialdi datur locus Lunæ in gra. 29. 59. Inde visa in 29. 11. Iupitet in gra. 29. 21. deficit Solis scrupulis 10.

24. A die 28. Augusti vsque ad 2. Septembris  
Ve.

*August.  
Septemb.*

Venus clarè, & nudis oculis conspiciebatur, in medio cæli rutilior, & cum maiori diametro; quò magis descendebat ad horizontem plus dealbicebat, minori diametro; & quò Sol erat altior, magis conspicua cernebatur.

25. Eodem anno 1647. Decembris ex die 14. *Decemb.* cepi obseruare Iouem, tardissimo motu accedentem ad Informem sub ventre Leonis. Die 16. distabant inter se scrupulis 19. non minus, seu ferè 20. Die 22. hor. 11. Iupiter erat occidentalis mi. 5. & Australior 9. vel 10. (quòd facilè in Ioue discernitur, non solù ex linea à Polo Zodiaci, & angulo cum verticali, sed etiam à parallelismo eclipticæ, & Satellitum Iovis, quamuis aliquis eorum aliquando deflectat) Die 24. hor. 14. Iupiter adhuc erat directus. Die 25. hor. 14. iam (sed ferè insensibiliter) regrediebatur, occidentalis min. 3. Fuit ergo in gra. 9. 33'. Virginis cum latitud. gra. 1. 11. B. hic etiam adnotavi motum circa Stationem velociorem, quàm velint Tabulæ.

26. Vtilis est hæc Obseruatio ad examinandas hypotheses Iouis; quia Sol erat Perigæus, seu cū Medio motu ferè æquali Vero, & Iupiter nō lōge à maxima prosthapheræsi Orbis. Dissident tamen Tabulæ: nā dicta Die 24. per Lansbergiū esset in gr. 8. 44. Per Copernicum in 8. 55. Per Kepplerum in 9. 22. Per Bullialdum in 9. 27. Per Tychonem ex Argolio in 9. 43.

G

Sed

Sed Planetas non sequitur omninò Tabularum calculus circa eorum Stationes.

(1649  
Mart.

27. Anno 1649. Die 25. Martii h. 7. Venus erat occidentalis præcedenti triū in cauda Arietis scrupulis ferè 3. & Australior 9. Erat igitur in gr. 15. 57. Tauri, cum latitud. gra. 1. 36. 8. Per Lansbergium habetur in gra. 15. 59. Per Kepplerum in 15. 36. Per Bullialdum in 16. 0. cum latitud. gra. 1. 35. Die 21. Aprilis, alto Procyone gr. 47. 35. seu ho. 7. 17. Stella australis trium colli Leonis erat supra maculam Caspiam ab ea distans scrupulis 6. Verticalis descendens per Stellam secabat quartam partem [ad occasum] disci Lunæ.

Jun.

28. Eodem Anno, Iunii Die 1. h. 9. Iupiter Retrogradus distabat scrupulis 16. à sinistra quarta præcedenti in ala Virginis, quæ erat iuxta Tychonem in 29. 56. Virginis cum lati. 8. gr. 1. 25. Ergo Iupiter in gr. 0. 12. Libræ, lati. 1. 25. 8. Deinde, die 2. distabant inter se scrupulis 13. Die 5. mi. 6. Die 9. ho. 10. Iupiter occidentalis distabat à Stella [quo ad limborum extrema] vna diametro ipsius Iouis exactissimè. Stella autem distabat à linea Satellitum tantillum plus dimidia diametro ipsius Iouis. Die 10. ho. 10. iam Iupiter erat orientalis, seu directus: & vna sui diametro [tantillum plus] distabat à Stella. Die 11. eadem hora iam distabāt inter se scrupulis ferè 2. die 15. scrupulis 9. Die 16. mi. 11. & proinde tunc in gr.

0.

o. 7. Libræ. Deinde inter illas h. 24. diei 9. & 10. Iu-  
piter visus est decurrissè ferè tres diametros suas. Vn-  
de tunc dixi diametrum Iouis apparentem ferè fuisse  
secundorum 48. Hypotheses Martini Hortensii sa-  
tis congruunt.

29. Hæc statim communicavi doctissimo Ami-  
co Ricciolo qui postea rescripsit, se etiam eundem  
congressum obseruasse, gaudens de tam fœlici vtriuf-  
que obseruationis conspiratione, quam exponit in  
Almagesto nouo lib. 7. sect. 6. cap. 10. & hanc meâ  
methodum iam commendauerat lib. 6. cap. 9. nu. 7.  
Retinet tamen diametrum Iouis fuisse secundorum  
46. [dixeram ego, ferè 48.] Nota, quòd ex Tabu-  
lis, motus Iouis diebus 9. ante Stationem fuisset scrupulorum ferè 10. Sed obseruatus min. 15. Idem in  
aliis Stationibus adnotauimus num. 14. & 25. Igitur  
die 9. ho. 10. fuit Iupiter in 29. 56. Virginis, cum la-  
titud. gra. 1. 26. B. Per Lansbergium in gra. 30. o.  
Per Kepplerum in gra. 29. 47. Per Bullialdum in gr.  
29. 58. cum latitud. gra. 1. 23. Eodem mense Iunii,  
Die 23. ho. 9. Mars distabat scrupulis 14. ab extrema  
axe sinistra Virginis. Die 24. eadem hora iam erat  
orientalior distans min. 18. Inde Mars Die 23. ho. 9.  
in gra. 21. 59. Virg. cum latitud. o. 37. B.

30. Anno 1650. per totum Ianuarium obserua-  
vi Constitutionem Pleiadum. Relictis minimis, &  
posita Media & Lucida earum iuxta Tychonem in

1650  
Ianuar.

gra. 25. 6. Tauri, cum latitudine gra. 4. 6. n. erat Orientalis lucidior Pleiadum in 24. 28. cum latitud. 4. 10. Occidentalis lucidior in 24. 38. cum latitud. 4. 32. Et infima huic proxima in 24. 45. cum latitud. 3. 53. Deinde sequens Borealiorem in 24. 45. cum lat. 4. 24. Quæ in cuspide ad ortum in 25. 31. cum latitud. 3. 51. & Orientalis superior in 25. 32. cum latitud. 3. 54. Satis exactus est earum Iconismus depromptus à Martino Hortensio in dissertat. de Mercurio fol. 52. Catalogi Tychonis, & Lansbergii nimis dislocant has Pleiades.

*Maï.*

31. Die 12. Maïi ho. 8. 30. Saturnus quo ad longitudinem erat scrupulis 5. occidentior Stella præcedenti in pede præced. Geminis, & Borealiore mi. 12. Distabant inter se, 13. seu ferè 14. (ex diebus antecedentibus, & subsequenstibus idem comprobaui) Erat ergo in gr. 28. 30. Geminis, cum lati. mi. 46. A. Per Lansbergium esset in 28. 29. cum lati. gr. 0. 56. Per Bullialdum in 28. 39. cum lati. 0. 45. Per Kepl. in 28. 42. Die 7. Iulii ho. 10. 45. Luna erat australior Ioue; distabant inter se mi. ferè 30. linea à cuspibus (erat ferè post Quadraturam) ibat ad Iouem.

*August.  
Septemb.*

32. Die 5. Augusti, Iupiter distabat ab australi pede Virginis scrupulis ferè 35. Die 25. Septemb. h. 7. distabat à Lance austrina mi. ferè 32. Die 28. eiusdem Septembris ho. 5. 55. linea verticalis ducta per Venerem descendebat attingens præcisæ occiduum

Lunæ

53

Lunæ limbū, à quo distabat Venus scrupulis 9. Die 30. Nouembris ho. 8. 45. Saturnus distabat à ventre meridionali Geminis mi. 19. Die 17. Decembris ho. 6. 30. Venus australior distabat ab australiori sequenti in dorso Capricornii scrup. 21. Tota distantia erat ferè Latitudinis.

*Decemb.*

33. Anno 1651. die 1. Ianuarii ho. 9. Saturnus [ tunc Acronichius ] distabat per Radium à Stella quæ in ventre meridionalis Geminis gr. 2. 36. Die 5. Iunii ho. 8. erat orientior à dicta Stella scrupulis 7. & sub eadem latitudine. Erat igitur in gra. 13. 46. Cancri, cum latitud. gr. 0. 11. Vnde Die 4. fuit vera Coniunctio, quam propter nubes obseruare non licuit. Dicta die 5. ho. 8. supputatur per Bullialdum in gr. 13. 58. Per Keppler. in 14. 1. cum latitud. gr. 0. 11. Per Lansbergium in gra. 13. 48. cum latitud. gra. 0. 21.

*1651  
Ianuar.*

34. Anno 1653. die 3. Nouembris ho. 8. Iupiter parum transgressus erat antecedentem in dorso Capricornii: distabant inter se scrupulis 19. & habito respectu ad angulum eclypticæ cum verticali, erat illius longitudo in gr. 9. 8. Aquarii, cū latit. 0. 48. Die 28. Nouembris ho. 8. Mars, & Stella in dorso sequente Capricornii distabant scrupulis 13. Mars erat orientior, & euidenter animaduertebam transisse solis tribus scrupulis Australiorem: erat igitur in gra. 13. 6. Aquarii, cum latitud. 1. 19. A.

*1653*

*Novemb.*

35. A die 19. Nouembris vsque ad sequentem  
Februarium sedulò intendi ad diametros apparentes  
Iouis, Martis, & Veneris, vt aliquid colligerem cir-  
ca varietatem distantiarum à Terra ab Apogæo ad  
Perigæum, & Theorias Tabularum comprobarem  
saltim crassa Minerua. Diuersitas diametri apparentis  
Iouis in diuerso situ ( idem dic de Saturno ) satis ex-  
actè responderet hypothesibus communibus; quia il-  
lius maxima prosthapheresis Orbis parum excedit gra-  
11. & inde parum variatur latus distantiae à Terra.  
Sed enormissima est differentia in Marte, & Venere.

36. Nam obseruata diameter Martis die 19. No-  
uembris si ponatur Secundorum 50. die 17. Februa-  
rii esset ex Theoriis min. 1. 40. & apparuisset duplo  
maior. Attamen certissimus sum nec sui fuisse auc-  
tam apparuisse. Idem obseruaui in Venere. Hanc  
speculationem intendat Astronomus; bracteam fo-  
raminulo perforatam superponat leni remotiori Te-  
lescopii, vt Stella omnibus radiis adscitiis spoliatur;  
seorsim etiam vtatur Telescopio vtriusque vitri con-  
uexi, subtenfis filis in interiori foco; & ex compa-  
ratione tam ad diuersos eiusdem planetæ situs, quam  
ad Fixas, vel Lunæ maculas minores, experietur dif-  
ferentiam diametrorum apparentium Martis, & Ve-  
neris ab Apogæo ad Perigæum multo esse minorem,  
quàm requirant distantiae à Tabularum calculo de-  
ductæ. Nam per Theorias communes Martis discus

à

à maxima ad minimam à Terris distantiam apparet ut 100. ad 8464. (nempe ut quadrata dimentioniū) & Venus ut 1089. ad 61504. Falsissima est tanta differentia, ut parebit Observanti, nisi Tabularum hypothesebus mentem preoccupet.

37. Fateor, à Galileo, & aliis Terram mouentibus, diametrum Martis in oppositione Solis fuisse creditam aliquando septuplo maiorem. Sed hæc immanis diametri varietas, asserta & excogitata fuit ad defendendum Syllhema Copernicanum. Mars Acronychus, quia tunc plenus radiis Solis oppositis, maior apparet; maximè circa horizontem, ex maiori-  
tate specierum à causis physicis producta: sed si spectetur circa Meridianum [Telescopio illum radiis adscitiis denudante] numquam ab Apogæo ad Perigæum acquireret tantum in diametro incrementum, quantum Theoriæ expostulant.

38. Neque dicas hac nouitate perturbari omnes Astronomorum hypothese; quibus satis proximè habentur Planetarum motus, cum eorum ingualis decursus exactè deducatur ab ipsa supposita distantiarum differentia. Fateor bonum effectum in calculo, quo ad motum; sed phænomena diametrorum tantæ distantiarum diuersitati repugnant. Benè stant Hypothese; satis optimè constituuntur lineæ; attamen Planete possunt ascendere & descendere, plus minusue, in eadē linea, sub quā ponimus  
conf.

conspici. Observationibus standum potius, quàm  
utilibus linearum figmentis.

39. Keplerus opinatur Parallaxim Solis esse  
folius scrupuli 1. (quam alii Recentiores adhuc mino-  
rem putant) quia si Sol maiorē haberet parallaxim,  
nobis esset propinquior; & consequenter Mars (ab  
illo ductus) etiam fieret Terris proximior; & ali-  
quando, scilicet Acronychius, haberet parallaxim  
scrupulorū 6. vel 8. quod autumat esse contra Ob-  
servationes. Sed pace tanti viri [contententis suis  
harmonicis figmentis magnitudinem, ordinem, &  
distantias corporum cælestium dimetiri] læuiter ar-  
guit. Primò etenim, incertum est Martis distantias à  
Terra præcisè respondere assumptis hypothesibus, &  
strictissimè alligari habenis Solis. Secundò, falsum  
est parallaxim Martis nunquam fuisse min. 6. vel 8.  
Tycho etenim in Epistola ad Maginum in prim.  
Mobili fol. 80. affirmat, multiplicibus, & accuratis  
Observationibus præsertim Anni 1582. inuenisse  
Martis Acronychii in Cancro parallaxim maiorem  
Solari.

40. Si ergo parallaxis Martis observata fuit ma-  
ior Solari, illo existente Acronychio in Cancro, id  
est versus Eccentrici Apogæum, multo maior erit in  
Perigæo. Et ne falsis aliorum allegationibus seduca-  
mur, notandū est, maximæ parallaxis Martis, fac-  
tū adhuc non fuisse experimentum. Nam ad hanc  
Ob-

Observationē requiritur quod Mars sit in opposi-  
tione Solis, & simul in Perigæo Eccentrici [ nempe hoc  
seculo præterito circa finem Aquarii ] & hæc occasio  
nō fuit habita, seu adhuc desideratur. Si autem Mar-  
tem observes 12. vel 15. diebus ante, vel post Solis  
Oppositionem, nihil ad intentum ages; quia Ano-  
malia Orbis dierum 15. circa Perigæum iam largitur  
Martis à Terra distantiam tam auctam, vt paralla-  
xim producat nil fere maiorem Solari. Oportet ergo  
Martem observare quando sit in vtroque Perigæo,  
nempe Eccentrici, & Epicycli. Expectent Astrono-  
mi huius speculationis Fortunam; & interim per-  
pende quā tumultuariè loquantur de parallaxi Mar-  
tis, & de Planetarum distantis.

41. Anno 1654. die 8. Februarii ho. 9. distabat Sa-  
turnus ab australi trium colli Leonis per Radium gr.  
3. 24. Die 11. ho. 9. distabat à Regulo gr. 2. 26. Erat  
Saturnus ferè Acronychius.

1654  
Februar.

42. Anno 1654. Die 1. Martii, alto Rigel ad oc-  
casum gr. 34. 16. nempe ho. 8. 6. Luna cœpit obte-  
gere Regulum, & cum reliquit alto humero Orio-  
nis rubescenti ad occas. gra. 44. 43. videlicet ho. 9. 7.  
Stellæ ingressus, & egressus fuit per partem austra-  
lem Lunæ proximam diametro. Latuit ergo ho. 1. 1.  
Erat Regulus in gr. 25. 1. Leonis cum lati. gr. 0. 26.  
30. 8. Nunc ad horam Medii congressus nempe ho.  
8. 36. erat Lunæ ad Ortum parallaxis Longitudinis

Mart.  
Febr.

H

mi.

mi. 33. 4. latitudinis 17. 28. Ergo locus Lunæ verus in gr. 24. 28'. Leonis. Per Lansbergium calculatur in gra. 24. 56. Per Bullialdum in 23. 50. Nota; die sequenti hor. 18. 8. fuisse Lunæ eclipsum [vide supra cap. 1. num. 57] quam satis proximè attingunt Bullialdus, & Lansbergius; & hîc tam longè absunt? Ille deficit scrupulis 38. Alter abundat 28'. Lunæ motus extra Syzигias ignoratur. Vide num. 8. 13. & 20.

43. Nunc pro latitudine; in Figura 1. datur FD. motus visus in ho. 1. 1. nempe mi. 23. 56. cum Semidiametro Lunæ CD. 15'. 44. Ergo BC. latitudo Stellæ à centro Lunæ est mi. 10. 20. cui addita latit. eiusdem Reguli mi. 26 30. fit latitudo Lunæ visa mi. 36. 50. Addo etiam parall. latit. 17. 28. & prodit latitudo Lunæ vera min. 54. 18. Dat Bullialdus mi. 56'. Lansbergius min. 51.

238  
- 1655

1655

Octob.

Mart.

44. Anno 1655. Octobris Die 31 ho. 10. Mars quamproximè attingebat longitudinē Stellę sequentis in eductione Caudæ Capricornii, à qua distabat scrup. 17. Stella erat australior. Inde Mars in gr. 18. 43. ferè Aquarii, cum latit. gr. 2. 11. A. Anno 1659. Die 30. Martii ho. 8. Iupiter occidentalior distabat à Nebulosa seu præsepe Cancrî scrup. 25. In hac Nebulosa plurimæ conglomerantur Stellæ; & aliquæ eiusdem Magnitudinis; principales sunt tres; non adnotavi à quâ erat distantia. Sed supra num. 6. iam per con-

contatus sum, quænam ex his Stellis æqualis Mag-<sup>55</sup>  
nitudinis vocata fuit à Tychone, Præsepe?

45. Anno 1660. Die 15. Maii ho. 8. Venus erat  
borealiior, & occidentaliior Stella in boreali, & su-  
premo genu Geminis, à qua distabat scrup. 15. &  
erat altior scrupulis verticalibus 3. cuius transitus de-  
clinabat à Stella scrupulis 6. Igitur erat in gra. 5. 2.  
Canceri cum latitud. gra. 2. 17. 8. Die 28. ho. 9. at-  
tingebat Lucidiorem ex pluribus Stellis quæ formant  
Nebulosam præsepe, seu pectoris Canceri. Die 16.  
Iulii ho. 10. 0. Lucida Lancis australis erat borealiior  
Limbo Lunæ scrupulis 9. ad cuius centrum descen-  
debat verticalis à Stella.

46. Anno 1661. Die 3. Augusti ho. 7. 3. Luna  
obtexit Saturnum, quem dereliquit ho. 7. 38. Tran-  
situs fuit per limbum Lunæ australem. Vtramque ho-  
ram habui ex horologio familiari rotatili, facto exa-  
mine, & emendatione per azimuthum cordis Scor-  
pii (fuit etenim tempus crepusculi vespertini) & sic  
error observationis poterit æstimari ad 4. minuta  
plus, minusve.

47. Anno 1662. Septembris Die 11. ho. 8. Sa-  
turnus erat occidentaliior Stella borealissima frontis  
Scorpii, à qua distabat scrupulis 7. Die 12. scrupulis  
ferè 5. Die 14. ho 8. iam erat orientaliior scrup. 6. &  
Stellam erat transgressus Borealiior scrupulis ferè 3.  
Erat igitur hac die in gra. 0. 6. Sagittarii, cum latitud.

h 2

gra.

1660

Mai.

2221

Junio.

1661.

August.

2222

1662.

Sept.

gra. 1. 45'. B. Per Lansbergium in gra. 0. 16. cum latitud. gra. 1. 52. Per Bullialdum in gra. 0. 9. cum latitud. gra. 1. 45. Per Kepplerum in gra. 0. 5. cum eadem latitudine. Observationes Cometarum Anni 1665. seorsim scripsi in eorū evulgata Enarratione.

1665  
Septemb.

46. Anno 1665. Septembris Die 18. post horam 9. Iupiter in ipso Meridiano distabat à Stella sequente in dorso Capricornii scrupulis 16. Orientalior scrupulis 5. & borealior scrup. 14. Erat igitur retrogradus in gra. 13. 7. Aquarii cum latitud. gra. 1. 2. M. Die 5. Octobris iam erat directus. Die 2. Nouembris hora matutina 5. erat Venus cum præcedenti 4. in sinistra ala Virginis, & distabant inter se scrupulis 14. vel 15. & maior pars distantie erat in linea verticali. Eodem Anno, die 24. Nouembris, hora matutina 5. 50. (corde Leonis in M. C.) erat Mars cum Stella in genu posteriore Virginis, occidentalis scrupulis 2. & Borealis 15'. Erat igitur in gr. 14. 2. Virg. cum latitud. gra. 1. 55. Per Kepplerum, Lansbergium Danicas, & Bullialdum habetur in gr. 13. 57. fere.

1666.  
Mart.  
Sept.

47. Anno 1666. Martii Die 18. ho. 8. 30. Mars Acronychius distabat ab altera sequenti post præcedentem 4. in sinistra ala Virginis gra. 6. 50. & à sinistra in extremo alæ austrinæ etiam præcisè gra. 6. 50. Et hoc per Radium; quo (ut eum comprobarem) accepi tunc distantiam præcedentis humeri Orionis, à præced. trium cinguli gr. 6. 53'. quæ vera est

est. Et quamvis aliqui despiciunt Radium; tamen intra duo minuta certus est, his tribus adhibitis cautionibus. Primò, sit saltim palmorum 12. cum transversario immobili; per quod deuehantur pinnacidia mobilia, quæ referunt Tangentes. Secundò; eàdem nocte comprobetur, accipiendo aliquam Fixarum distantiam notam, quæ parum differat ab observanda. Sic Gassendus. Tertiò; vt re Radio pro distantis, quæ non excedant gra. 12. quia in maioribus interuallis sensibilis est tam parallaxis visus, quàm diuagatio oculorum, vt precauet Longomontanus. Instrumentum facile, expeditum, & simplex, aliquando superat grandiora, quæ comendant sumptum, & cultum potius, quàm fidem.

48. Eratigitur Mars Acronychius in gr. 28. 43'. Virginis. Per Kepplerum Sol supputatur dicta hora 8. 36. in gra. 28. 37'. 45. Piscis, & Mars præcisè in opposito gradu 28. 37'. 7. Ex facillima Hypothesi Riccioli datur eàdem hora oppositio in gra. 28. 36'. Aliqui quærent, & extollunt loca Acronychia Martis; sed nimis hisce obseruationibus deferunt: quia Solis locus intra tria minuta incertus est, propter adhuc non omninò certam ipsius parallaxim. Tria autem minuta (plus, minusue) in Sole, sunt etiam 3'. in Anomalia Commutationis, seu Orbis, quæ Martem Acronychium, siue Perigrum dislocant mi. 5. vel 6. & aliquando 8'. Hæc Loca Acronychia non despicio

h 3

pro

pro construendis hypothesibus; tamen pluris æstimo observationes, in quibus Mars habeat totam maximam prostaphæresim Orbis; sed id Tabularum constructores fugiunt, periculo fracti, cæloque repulsi.

49. Lansbergius in Martis Acronychii Locis plerumque deficit, cuius calculus pro superiori Observatione illum supputat in gra. 28. 54'. Hanc deviationem incurrit, quia Martem alligavit nō motui Solis vero, sed medio; quamvis hunc calculi modum ratio exposulabat; nam si æquatio Solis (saltem maiori ex parte) pendet à parallaxi visus è Terra illum conspicientis, qui fieri potest ut Mars respiciat Solem non uti Sol est in su Orbe, sed uti nobis optice apparet? Attamen vincor observationibus petentibus Martem metiri à loco Solis vero. Sed quid si ex hoc sequeretur soli Soli adhibendā esse æquationem dierum naturalium, & non Lunæ, neque aliis Planetis? Quod fortè defendi posset, si alligantur Solis loco verò, & non medio. Eclipses tamen huic Paradoxo reclamant.

*Mai.*

50. Eodem anno 1666. Maii Die 24. cum tantillum transierat Meridianum Vindemiatrix, videlicet ho. 8. 40. erat in Nonagesimo Mars cum Stella in extremo alæ sinistrae Virginis; sed ille, occidentior in longitudinem minutis 8. 30. & borealior 14'. Die sequenti eadē hora, erat orientior scrup. 7. 30.

&

& Borealior  $12^{\circ}$ . Inde Die 24. hora 8. 40. erat Mars in gra. 22. 19. Virg. cum latitudine Borea  $57^{\circ}$ . Per Kepplerum supputatur in gra. 22. 14. cum latitud.  $57^{\circ}$ . Per Lansbergium in eadem longitudine 22. 14. & eadem latitud. Per Danicas Longomontani in gr. 22. 23. quæ deficiunt propter adhuc *subijctiuam* chimericam prostaphæresim æquinoctiorum, sine qua securius, & facilius expeditur calculus.

51. Aliquid obiter attingamus pro calculo Martis, qui inter Planetas fugacior est. Illius Obseruationibus propius accedunt Tabulæ Keppleri (quem sequitur Bullialdus) licet constructæ abstrusissimo calculo per Ellipses. Horum Authorum methodus Geometrica non est: quod ferè recognouit ipse Bullialdus post *evulgatas Tabulas*, in *Responsione* ad Sethum Vuardum, qui primus errorem admonuit. Et quamuis certissimum iudico Planetas moueri per circulos; cum latio circularis naturalior sit perpetuitati circumgyrationis, quam continuo repetunt corpora cœlestia Vniuersum integrantia; quia tamē pro faciliore calculo, circulorum consertio potest resolvi in Ellipses; harum Systhemata admittenda censeo; non solum pro æquationibus centri (quas æquē optimas habemus à Longomontano, sicuti etiā per facilem methodum P. Riccioli per librationem centri Eccentrici, & aliis pluribus modis) sed maxime quia distantiæ à Sole, quibus colligunt Prostaphæreses

Or-

Orbis, exactius per Ellipses explorantur. Relicto igitur tædioſo, & moleſtiſſimo calculo Keppleri, & Bullialdi breuiter ſic.

52. Sinui ſecundo Anomalix adde Eccentricitatem minimā Martis (per Kepplerū) 9265. ſi Anomalia non attingat ſigna 3. vel ſi excedat ſigna 9. Aliàs aufer: & fiat; vt hoc inuentum ad Radium 100000. ita ſinus Anomalix ad tangentem arcus; cuius, & ipſius Anomalix differentia duplicatur; & prodit quaſita æquatio centri. Alio modo infra numero 56.

53. Hanc Problematis ſolutionem ſic demonſtro. In Fig. 5. ſit Ellipſis GRHE. Foci, ſeu Poli F. B. Sit Mars in E. & quaeritur angulus FEB. nēpe æquationis centri, ex dato angulo GFE. qui eſt Anomalia centri; & data etiam Eccentricitate tota FB. quæ biſecta eſt in centro A. Locum Martis E. contingat Tangens DC. cui occurrat AC. parallela ad rectam FE. & connectatur AC. Nunc per propoſ. 48. lib. 3. Conicorum Apollonii Pergæi, angulus FED. ſemper eſt æqualis angulo BEC. ſed AC. ponitur parallela ad FE. ergo æquales ſunt tres anguli FED. BEC. ACE. Inde triangulus CEX. eſt Iſoſceles; & erunt æquales rectæ XE. XC. Deinde BX. eſt æqualis ipſis XC. XE. Probatur.

54. Triangula BAX. BFE. ſunt proportionalia, propter parallelas FE. AC. Sed BA. AF. ex  
hy-

hypothesi sunt æquales; ergo etiam  $BX$ .  $XE$ . sunt æquales; & quoniam probatum est etiam esse æquales  $XC$ .  $XE$ . consequenter triangulus  $BXC$ . erit Isosceles ex æqualibus lateribus  $BX$ .  $XC$ . Vnde æquales erunt anguli  $XC B$ .  $XC B$ . & horum aggregato erit æqualis angulus externus  $AXB$ . cui propter parallelismum est æqualis angulus  $FEB$ . qui quæritur.

55. Oportet igitur inuenire angulum  $ACB$ . cui adiacet recta  $AC$ . quæ est Radius circuli circumscripti in Ellipsi. Probatur; quoniam ex superioribus proportionalia sunt triangula  $BAX$ .  $BFE$ . &  $FB$ . dupla est rectæ  $AB$ . etiam lineæ  $BE$ .  $EF$ . simul sumptæ erunt duplæ linearum  $BX$ .  $XA$ . Cum autem rectæ  $BE$ .  $EF$ . simul sumptæ [ex constructione Ellipsis] æquales sint diametro seu axi  $GH$ . etiam rectæ  $BX$ .  $XA$ . simul sumptæ erunt æquales semidiametro  $AG$ . tanquam dimidium ad dimidium, ex toto ad totum. Sed  $BX$ .  $XC$ . probatum est esse æquales; ergo  $BX$ .  $XA$ . simul sumptæ sunt æquales rectæ  $AC$ . & consequenter semidiametro seu Radio circuli circumscripti  $AG$ .

56. Quare in Obliquangulo  $ABC$ . datur Eccentricitas minima  $AB$ . & Radius  $AC$ . cum angulo incluso  $BAC$ . cuius angulus deinceps  $GAC$ . est Planetæ Anomalia, nempe  $GFE$ . illi æqualis propter parallelismum. Dabitur igitur angulus  $ACB$ . cuius duplum (vt probatum fuit) est angulus  $FEB$ . æquationis centri, quæ quæritur.

I

Ad.

57. Aduertendum tamen est, illas centri æquationes, geometricè habitas (supra num. 52. & 56.) in Octantibus Anomaliz errare ab Obseruationibus ferè usque ad minuta 8. Licet in aliis Eccentrici partibus, parum differant. Fortè hanc ob causam Keplerus, & Bullialdus assumpserunt in Tabulis æquationes centri attentatas, & non præcisè geometricas. Bullialdus hanc hallucinationem agnoscens, in Responzione ad Seruum Vuardum, tantillum emendat Martis decursum hac sequenti correctione. In Fig. 5. sit Anomalia, angulus  $IFN$ . Per  $I$ . ducit ordinatam  $KN$ . & iterum ex Foco  $F$ . trahit rectam  $FK$ . Planeta, inquit, nō est in  $I$ . sed in  $O$ . vbi recta  $FK$ . secat ellipsum. Sic etenim Anomalia media vera est  $KFG$ . & verè emendantur æquationes centri; quæ superiori modo geometrico dabantur iusto maiores versùs Apogæum; & minores versùs Perigæum.

58. Sed pace ingeniosissimi Astronomi, non placet correctio quo ad modum; [Licet quo ad effectum correspondentem Obseruationibus optima sit] Inconcinnū est etenim lineam mediū motus  $FI$ . non transire per punctū, cuius est motrix. Absurdū deinde videtur motū medium volui circa centrū  $F$ . & Planetæ corpus dirigi in Ellipsi ex Ordinata circuli, seu alieni centri  $A$ . Nec Æquantes in Astronomia veteri tantā patiebantur implicantiā. Sed quia assequimur intentum, parcimus interim inconcinnitati  
modi

modi: & quidquid sit, accedamus ad calculum.  
 59. Bullialdus, primò in rectangulo  $INF$ . ex dato Anomalix angulo  $IFN$ . posito Radio  $FI$ . colligit sinum  $NI$ . Secundò, ex nota specie ellipsis, & qualium Radius est  $IF$ . querit  $IK$ . Tertiò, in Obliquangulo  $KIF$ . inuestigat angulum  $KFI$ . vt assequatur angulum  $KFN$ . Quartò, explorat Ordinatum  $OP$ . & rectam  $PF$ . vt fiat  $AP$ . Quintò, in rectangulo  $OPA$ . colligit angulum  $AOP$ . vt inde deducat  $AOF$ . Sextò, tandem querit angulum  $BOA$ . qui cù  $AOF$ . constituit æquationem centri quæsitam  $BOF$ .

60. Sed quorsum tanta molestia calculi? Breuiter nos sic; Logarithmo Tangentis Anomalix Martis adde 0. 00187. & fiet Tangens Anomalix mediæ veræ: huic adde locum Apogæi ipsius Martis, & fit eius motus Medius verus: & cum his Inventis collige æquationem centri  $BOF$ . per praxim expositam num. 52. Ille Logarithmus 0. 00187. est complementum arithmeticum logarithmi Axis minoris  $AR$ . quæ habes, quia nota est species Ellipsis ex datis Focis  $B$ .  $F$ . Idem compone pro reliquis Planetis.

61. Demonstratur: ex Elementis Ellipsium, vt  $AR$ . ad Radium  $AS$ . sic  $NI$ . Tangens anguli Anomalix  $GFI$ . ad  $KN$ . Tangentem Anomalix veræ  $GFK$ . cù quæ habetur æquatio centri. Sit exemplum. Motus medius Martis detur Sig. 6. 10. 0. Apogæum Sig. 5. 0. 0. Inde Anomalia media Sig. 1. 10. cuius tangenti

logarithmicæ 9. 92381. Addo 0. 00187. & fit Tangens 9. 92568. id est gr. 40. 7'. 15. & hæc est Anomalia media veræ cū quâ per praxim n. 52. vel n. 56. inuenitur æquatio centri gra. 6. 27. 56. ablatiua. Anomalix mediæ veræ adde Apogæum, & fit motus medius verus Martis Sig. 6. 10. 7'. 15". A quo aufero inuentam æquationem, & prouenit Longitudo Martis centrica Sig. 6. 3. 48. 19". Eadem colligitur per Keppleri æquationes attentatas, quas desiderabamus geometricas.

62. Quamuis igitur correctio Bullialdi pluribus lineis & inæqualitatibus implicatior sit (quâdo in Ellipsi antea quæsiuerat viam simpliciorē) quia tamen distantix planetarū à Sole, ad inquirendas profaphereses Orbis exactius habentur in forma elliptica; per quam etiam breuior iam adinuentus fuit calculus, interim Ellipses<sup>non</sup> abnuo; & admittendam censeo illam æquationum correctionem expositā num.

60. Hæc autem Correctio, quam nos faciliorem reddidimus, vel potest concipi vt Bullialdus delineauit [licet modus sit abstrusus] vel per circulum; vel per additam Librationē in Apogæo. Sufficit etenim adquirere intentum: cum Thæoriæ sint falsæ Positiones; & Planetæ non geometrizont.

63. Ex nostra methodo facillimus datur Modus describendi Planetæ Ellipsim, datis tribus Observationibus (quod problema aliqui indicauerant  
info.

insolubile) Nam Eccentricitas minima iā inuenitur, per circulos datis tribus Observationibus. Vide Herigonium cursu, Mathem. tom. 5. & Ricciolum lib. 7. sectio. 2. cap. 8. Quoniam igitur in Fig. 5. ex demonstratis constat angulum æquationis  $ACB$ . in circulo, esse subduplum anguli  $FEB$ . in ellipsi; si ex tribus observationibus distributis in circulo, colligatur Eccentricitas minima  $AB$ . & hanc duplicas, habebis Eccentricitatem totam  $BF$ . seu Focos  $F.B.$  & inde Ellipsim. Operatione finita, eam emendabis superiori correctione motus medii. Sed hoc Problema ruit è fundamentis; nam Observationes datæ, neque sunt intra minutum certæ, nec habent eundem Apogæum. Rem perficit ex pluribus Observationibus attentatio.

## CAPUT III.

LOCORUM LONGITUDINES A  
superioribus Eclypsis deductæ.

I.

QUONIAM Eclypsis, & Congressibus Lunæ cum Fixis metimur Cælum, Solumque; oportet descendere ad Locorum terrestrium Longitudines. Meridianorum differentias plurimis modis edocemur colligere. Vide eruditissimum Ricciolum tom. 1. part. 2. Herigon. tom. 4. Varenium Geogr. lib. 3. cap. 31. Inter alias methodos aliqui Recentiores cū Dullerio plurimi æstimant Meridiana discernere

i 3

per

per Lunæ locum, distantiam à Fixa, vel ingressum in Eclipticam. Sed hic modus plurimis erroribus leatet, quia locus Lunæ non solum visus, sed & verus ex Tabulis Astronomicis, extra Zyzigias incertissimus est, maximè in Octantibus. Vide cap. 2. n. 8. 13. & 42. Alii consulunt Satellites Iouis, quorum vera theoria adhuc desideratur. Superest ergo modus omnium optimus per Eclipses, & appulsus Lunæ ad Fixas.

2. In determinando Primo Meridiano, seu Longitudinum initio, tot capita, seu tot sententiæ Cosmographiam perturbarunt. Hic primum illum extollo lapidem, à quo Longitudo Romæ numeratur graduum 36.56. vt sic Tabulis Astronomicis communioribus adhæream. Est ergo primum Meridianum ( mihi & Vendelino ) circulus à Polis protensus per medium mare Atlanticum, ex æquo distans hinc inde à Promontoriis Africæ, & Americæ, quæ caput Viride, & S. Augustini vocantur, & transiens per mediam Islandiam attingit Insulam *de la sal* in Insulis *de cabo verde*, quæ videntur eligendæ quia vocantur Hesperides ab Hespero seu luce termini Occidentalis; à qua numeratur Longitudo Vlissiponis gra. 13. 36.

3. Appono igitur Catalogum Locorū, quorum Meridiana deducuntur ex observationibus eclypsiū cap. 1. additis congressibus Lunæ cum Fixis cap. 2.

Cer-

Certiores putantur illæ Longitudines, quæ pluriū observationū testimoniis comprobātur; & plura cōspirant pro huius Catalogi Meridianis, præsertim Matriti, Parisii, Maioricæ, Antuerpiæ, Dinæ, Pisæ, Bononiæ, Dantiscei, & Smyrnæ maris Ægei. Cætera Loca quæ vnica observatione videntur inniti, cū eclypsibus anterioris æui confirmantur; & ita inter se, & cum aliis cohærent, vt tantilla immutatio omnia dislocaret. Reliqua ( ne incerta obtrudam ) ex viciniis colliges.

4- Superest soluere quæ alicui forsan videbuntur dubitanda. Nostræ observationes suffragantur Ricciolo ( tom. 1. fol. 249. ) statuenti ferè sub eodem Meridiano Bononiam, & Vraniburgum; Romam verò orientaliorem minutis ferè 12. Keplerus cum Vendelio hæc duo Loca sub eodem Meridiano constituit ex eclypsi Anni 1616. obseruata Romæ ho. 3. 20. & Lincii à Keplero ho. 3. 30. & cum Lincium putetur orientalius Vraniburgo mi. 16. inde sub huius etiā Meridiano Roma. Sed hæc eclypsis obseruatio non cōsignatur vndequaque secura; quia Romæ fuit partialis cum duratione ho. 3. 13. & Lincii Keplero totalis cum mora & durationis ho. 3. 34. enormi sane discrimine; quod saltem tempori phasiū ( ab hapſu Lunæ ) insidiatur. Deinde hæc obseruatio plenè non probat, quia testis est singularis & re clamat contraria probatio.

Quo-

5. Quoniam verò eclipsum observationes Tyconicæ non associant alias quibus Longitudines comprobentur, ut oculis etiam credamus, aspiciamus ab ipso Vraniburgo Loca ei vicina in mari Baltico, nempe Stetinū Pomerianæ, Dantiscum, & Regiomōtem, seu Konisberg : quorū distantia notissima sunt tam ex quotidiana Navigatione in eodem parallelo, quàm ex eclipfibus annorum 1635. & 1641. & aliis pluribus hic cap. 1. per tot. Vide etiā epistolas Gassendi fol. 475. & Bullialdū fol. 466. & conspiciemus Vraniburgū abesse Stetino scrup. 4. A Dantisco 24. sed Bononia ex pluribus eclipfibus apud Ricciolum tom. 1. ex fol. 381. est occidentalis Stetino scrup. 4. & Dantisco scrup. 24. Ergo Bononia iacet sub eodē Meridiano Vraniburgi; atqui Bononia notissimè est occidentalis Roma saltim gra. 2. 10. Ergo horum Locorum Meridiana euariant Longitudine, & non sunt sub eadem.

6. Inde Parisium abest Vraniburgo scrup. 41. & sic exactius consulemus Tabulas Bullialdi; nam fol. 460. pro specimine calculi exhibet Medium eclipfis diei 10. Februarii 1645. Vraniburgi hora 7. 38. à quibus ( ut reducatur ad Parisium ) aufert scrup. 48. & manet Medium eclipfis hor. 6. 50. quod tamen ipse post evulgatas Tabulas observavit ho. 7. 6. Igitur ab illa calculi ho. 7. 38. auferat veram ex nostra Tabula differentiam Meridianorum 41. & fiet ho. 6. 57. proximior observatæ, Post

7. Post Tabulas Philolaicas transeo ad Atlanticas Vendelini, qui ad earum compactionem vsus est praesertim obseruationibus habitis Hercii patriae suae, & Parisiis; quorum Meridiana distrahit minutis 18. sed tamen post euulgaras Tabulas admonitus à Gassendo, in huius epist. fol. 508. recognouit hallucinationem; & fatetur illam Meridianorum differentiam solummodo esse min. 12. [vt mihi etiam] Inde Tabulae Atlanticae deuiant saltim scrupulis 6. ab omnibus Obseruationibus Parisinis, quas ipse Vendelinus dixerat suffragari ad miraculum; Parisium igitur abest Hercio min. 12'. & sic à Bruselas min. 6'. Ab Antuerpia 7'. Ab Amsterodamo 16'.

8. Kepplerus ex obseruationibus colligit Matritum abesse Vraniburgo ho. 1. 1. Eadem mihi ferè. Ex utraque eclipsi anni 1652. habetur Matritum à Parisiis exactissime min. 18'. & à Dantisco ho. 1. 24. Consonat eclipsis Martii 1634. cuius Mediana obseruauit Langrenus Matriti ho. 8. 47. & Dinix Gassendus ho. 9. 21. Adstipulatur insigniter eclipsis Nouembris 1631. obseruata ab ipso Langreno Matriti ho. 10. 57. & Lugduni (Leyde) Batavorum hor. 11. 26. à Martino Hortensio, & Tubingæ à Schiccardo ho. 11. 44.

9. Inde Vlissipo, seu Lisboa, sortitur Meridianum distans ab Vraniburgo ho. 1. 23'. Congruit eclipsis 20. Decembris 1619. obseruata Ingolstadii

K

ho.

ho. 17. 15'. & Vlissipone alto syrio gr. 18. 40. nempe ho. 15. 50. Suffragatur eclypsis 2. Februarii 1588. cuius initium obseruauit Tycho Vraniburgi ho. 13. 20. & Vlissipone D. Sobrinus ho. 11. 56.

10. Insigni Cosmographiæ beneficio assequimur Longitudinem Smyrnæ in Mari Ægeo. Ex eclypsi Ianuarii 1647. Smyrna abest Maiorica ho. 1. 37. Ex eclypsi anni 1649. colligitur hor. 1. 38. Ex Congressu Lunæ cum Ioue 21. Ianuarii 1647. etiam obseruata ho. 1. 38. Igitur certissima Smyrnæ Longitudo gra. 49. 45'. Inde Constantinopolis gra. 50. 42. & Alexandria Ægypti 54. 35. & terminus Orientalis Maris Mediterranei ferè gra. 58.

11. Ex his collegimus cap. 1. num. 36. chartas chorographicas corrigendas fore, & Longitudines Locorum Maris Mediterranei coarctandas. A Freto etenim Gaditano ad littora Tripoli, & Alexandræ terminos orientales Mediterranei, ferè sub eodem parallelo gra. 36. intercedit differentia Longitudinũ apud Clauium gra. 61. Apud Varenium 64. Herigonio 57. Apud Atlantes nouos ex consilio Snellii gr. 53. cum re vera sit solummodo gra. 44. 15'.

12. Corrigendæ sunt ergo charte Hydrographicæ Maris Mediterranei; & superiori adhibita Longitudinum correctione, non oportebit nauigare semper ad læuam vt notauimus cap. 1. num. 35. Et quia hæ chartæ sunt rectilineæ, expedit in eis gradus paral-

parallelorum versus polos crescere, manentibus æqualibus gradibus seu interuallis Longitudinum, de quibus latè Varenius lib. 3. ex fol. 707. Sic etenim portus seu Loca melius collocantur ad Rumbos. Et quamuis dicitur parum oportere in Mediterraneo Loxodromias, experimur tamen interesse Artis nauigandi præcisioni. Hoc problema detorquet Nautas pressos sarcinis Tabularum. Nos breuius sic, in Rectangulo  $ABC$ . (Fig. 9.) sint loca  $A. C$ . Datur  $AB$ . differentia altitudinum Poli, cum  $AC$ . distantia in gradibus (quæ aliunde pluribus modis habetur) Accipe arcus tanquã lineas rectas, & dabitur angulus Rumbi quò nauigandum est. Sit  $AB$ . (differentia Latitudinum Locorum  $A. C$ .) gra. 22. 40. &  $AC$ . distantia gr. 26. 55. Igitur rectilineè, vt  $AC$ . 26. 55. seu in centesimis 2689. ad Radium, sic  $AB$ . 22. 40. seu in centesimis 2266. ad angulum Rumbi  $BCA$ . gra. 32. 55. &c.

13. Nunc pro Hispaniæ Chorographia aliquid adnotare liceat. In Tabella Locorum consignatur Matriæ Latitudo, obseruata à PP. Soci. Ies. & à Langareno gr. 40. 26. Barcelona à P. I. B. Cysato 41. 26. Valentia à P. Ios. Zaragoza 39. 34. Maiorica à nobis 39. 35. Vlissipo siue Lisboa à Petro Nonio 38. 40. & ab aliis 38. 38. apud Ricciolum Almag lib. 9. sect. 4. cap. 11. Adde ex confinibus Narbonam ex obseruatis Gassendi 43. 16. & Tolossam à I. Fernelio gra. 43. 30.

k 2

Yni.

14. Vnicuique gradui circuli maximi respondēt Leuæ Hispaniæ cōmunes 21. quas voco Apparentes, id est flexibus, & anfractibus obnoxias; vti cōmuniter à viatoribus numerantur. Primò etenim ( assumendo Locorū distantias ab ortu ad occasum ) ex Obseruationibus, & Catalogo, differentia Meridianorum Matriti, & Valentia est gr. 3. 10. Vnde datis vtriusque Loci Latitudinibus, datur distantia gr. 2. 33. Sed inter illa numerantur Leuæ cōmunes 54. ergo his diuisis per gr. 2. 33. relinquunt gradui leucas 21. 16. Secundò, Matritum abest Meridiano Vlisiponis gra. 5. 56. Inde distant inter se gr. 4. 48. per quas diuido leucas 98. quæ numerantur inter ea Loca, & proueniunt gradui leuæ 21.

15. Tertiò, Longitudo Lisboæ euariatur à Valentiana gr. 9. 0. & datis Latitudinibus distant inter se gr. 7. 0. Sed numerantur inter ea Loca leuæ 143. ergo gradui respondent 21. ferè. Quartò, Barcinona cuius Montes Sole oriente post tempus humidum conspiciamus, suffragante certissimo quotidiana Navigationis Rumbo, ferè vno gradu nobis est occidentalior; Inde Lisboa abest Barcinona gra. 11. 0. distant igitur gra. 8. 50. Numerantur inter ea Loca leuæ 179. id est (propter immixtas Catalanæ) 184. igitur gradus subtenit leucas cōmunes 21.

16. Quinto, ex eclipfi Anni 1642. inter Meridianum Leridæ, & Matriti intercedit differentia  
gra.

gr. 3. 45. inde distantia gr. 3. 8'. per quos diuido leucas quas numerat 68. & proueniunt gradui leucae 21. & tantillum plus. Sextò, (ab Austro ad Boream) differentia Latitudinum Barcinonæ, & Narbonæ est gra. 1. 54'. & propter tantillam Meridianorum differentiam fit distantia gr. 2. 0. Numeratur inter ea Loca leucae Catalanæ 36. uidelicet Hispanæ cōmunes saltim 42. Igitur gradui insunt 21.

17. Et quamuis hæc numeratio omnimodam non assequitur acribiam, seu præcisionem, dantur tamen incerta quæ ad instar pretii rerum habent iustam latitudinem, quam non licet excedere. Argumentamur à sufficienti partium enumeratione. Et sicuti dicitur intra metas assequibiles gradum claudere Leucas apparentes Gallicas 25. Provinciales 23. Belgicas 20. sic etiam Hispanas 21. Non pauciores, ut postea patebit: non plures, quia nimis decurtarent in circulo Hispaniam, cui iam detraximus integrum gradum, quò maior hactenus credita.

18. Reducendæ tamen sunt leucae apparentes ad veras, nempe ad consideratas in superficie perfectè sphaerica, sine viarum flexibus aut anfractibus. Communior sententia cum Kepplero in Rudolf. cap. 16. aufert à leucis apparentibus sextam partem; quam si subtrahimus à leucis 21. manent in gradu leucae Hispanæ veræ 17. cum dimidia; quam mensuram amplectitur tota Geographia, nullo adhuc reclamante:

k 3

sicu-

sicuti etiam admittitur gradum subtendere leucas veras Germanicas 15. Belgicas 19. & Gallicas 20. Sed in his non aufertur pars sexta, sed minor: perpendicularunt igitur an itinera sint plana vel potius an in leucis obliquis, & præruptis assumatur distantia, & non tempus quo conficitur iter.

19. Sed ut certius arbitremur, breuiter consulamus mensuras. Villebrordus Snellius incredibili labore, & industria [in Erachost. Bata.] quem sequuntur Vendelinus, Metius, Mercennius, Varenius, & Recentiores, inuenit gradum circuli maximi continere milliaria passuum Ryndalicorum 69. cum duobus quintis. (Qualium palmus Maioricæ partium 1000. Pes Rindalicus est 1584. Palmus Castiliæ 1070. Valentia 1160. Pes Regius Parisiensis 1680. Bononiensis 1980. Anglicus 1533. Catalanus etiâ 1000.) Et quamuis Petrus Gassendus in Astron. lib. 2. cap. 13. gradui assignat milliaria 73. in illa tamen recidit; quia utitur pede Romano Vespasiano, qui Ryndalico minor est.

20. Quare si gradus circuli subtendit leucas Hispanas veras 17. cum dimidia, ut communis fert opinio, etiam quælibet leuca vera esset passuum Ryndalicorum 3909. id est Varas Castiliæ 7233. videlicet passus viatorum communes 8600. Passus etenim Ryndalicus adæquat communes 2. cum quinta parte alterius; de quibus infra, & insuper quælibet leuca  
vera

vera contineret in circulo maximo scrupula 3. 16.  
vt obseruatur in chartis Hispaniæ.

21. Addendum, de qua passuum celeritate loquamur. Fit Perpendiculum, cuius altitudo [ à culmine fili cera illiti ad centrum sphaeræ plumbeæ vnciarum Romanarum ferè 3. ] sit partium 5240. qualium Palmus Maioricæ est 1000. & huius perpendiculi simplicibus vibrationibus 60. respondet exactissimè scrupulus temporis 1. quod sapiùs comprobavi post Ricciolum, Mersennium, & Heuclium: quàm mensura metimur tempus passuum, hac methodo.

22. Homo robustus, & expeditus, sed non saltando nec currendo, vno minuto temporis conficit passus Ryndalicos seu Geometricos 60. videlicet cōmunes 132. sic Snellius, Vendelinus, Metius, & Mersennius statuunt iter horæ esse prædictorum passuum Ryndalicorum 3600. & consequenter gradum circuli maximi esse iter horarum 19. quod intellige data superiori passuum celeritate. Anno 1642. cum D. Didaco Desclapès ad chorographiam huius Regni pertica longa dimensi fuimus mediā leucam Maioricensem itineris plani, & recti, quam inuenimus passuum Ryndalicorum 2575. quos postea repetita sapiùs experientia inuenimus peragrari scrupulis temporis 43'. & in illis numerari passus communes 5660. vel 5690. id est 60. geometricos, seu communes 132.

pro

pro 1. scrupulo temporis. Et de hac passuum celeritate loquimur.

23. Si gradus circuli subtendit leucas veras Hispanas 17. cum dimidia, sequeretur (vt supra) leucā esse passuum geometricorum 3909. seu communium 8600. & peragrari tempore horæ 1. 5'. posita illa passuum velocitate. Sed hoc falsum iudico; quia leucam communem Hispanam regulariter, & præ assumptis passibus transgredimur vna hora [exceptis Catalanicis] Si ergo hæc leuca cōmunis apparet, obnoxia flexibus, & anfractibus est iter vnius ferè horæ, minori etiam tempore conficietur leuca vera in superficie perfectè sphærica. Imò si leuca vera esset horæ 1. 5'. & adderes (iuxta communem) sextam ipsius partem, fieret leuca viatorum apparens horæ 1. 15'. quod est falsissimum, data prædicta passuum celeritate.

24. Omnia faciliter componētur, si gradui correspondentes illas leucas apparentes 21. reducimus ad veras non  $17\frac{1}{2}$  vt cōmuniter dicitur, sed ad  $18\frac{1}{2}$ . Primo etenim Leuca vera Hispana ( prædicto passuum incessu ) est iter ferè vnius horæ, seu ho. 1. 1'. cum gradus circuli sit iter horarum 19. & sic Leuca vera dicetur passuum Ryndalicorū 3697. seu cōmunium 8133. & cuique Leucæ respondebunt in circulo maximo minuta 3. 14. Secundò, quia cum in gradu resultauerit iter verum esse ad apparens vt  $18\frac{1}{2}$  ad 21. erit

erit leuca apparens passuum Ryndallicorum 4197. seu communium 9232. Et quamuis in singulis Regnis non sint ejusdem mensuræ, possunt tamen æstimari sic satis proximè: qualium leucæ Castiliæ veteris 21. sunt Castiliæ Nouæ 20. Aragoniæ 19. Cōmunes totius Hispaniæ  $18\frac{1}{2}$ . Valentiniæ 18. Manciniæ 17. Cataloniæ cōmunes  $15\frac{1}{2}$ . Maioriciæ 15. ubi leuca cōmuniter est passuum 11350. ferè. In chartis igitur chorographicis ( quia Hispaniæ Longitudo provenit ex observatis tantillum minor, quàm hactenus fuerit credita ) retinendo easdem distantias, cogimur in gradu circuli numerare leucas communes  $18\frac{1}{2}$ .  
 25. In chartis Maritimis, quibus frequentius utimur in *Mediterraneo*, leucæ communi Hispaniæ respōdent milliaria  $4\frac{1}{2}$  quorum 600. assignant Navariæ à Maiorica ad Genuam; quæ loca distant inter se gr. 7. 5. unde etiam in fig. 9. ut A C. distantia gr. 7. 5. ad Radium; sic A B. differentia Latitudinum gra. 4. 52. ad Rumbum ab Æquatore A C B. gr. 43. 20. seu accepto eius complemento A C E. 46. 40. erit Rumbus A C E. 46. 40. à Polo, seu meridiano C E. ut supra num. 12.

26. Sequenti Tabella, notantur Stellulae Altitudines Poli, observatæ à pertissimis Astronomis.

L

TABV-

|                                 | <i>Longitudo</i> | <i>latitudo.</i> |
|---------------------------------|------------------|------------------|
| Lisboa, <i>Ulyssipo</i> ,       | 13. 36           | 38 * 46          |
| Sevilla, <i>Hispalis</i>        | 16. 45           | 37 8             |
| Toletum                         | 18. 57           | 39 50            |
| Matritum                        | 19. 20           | 40 * 27          |
| Bordeaux, <i>Burdegala</i> ,    | 20. 50           | 44 47            |
| Oxonium Angliæ. <i>Oxford</i>   | 21. 8            | 51 * 46          |
| Londres, <i>Londonium</i>       | 22. 8            | 51 * 32          |
| Valencia                        | 22. 30           | 39 * 34          |
| Lerida, <i>H'erdà</i>           | 22. 5            | 41 54            |
| Paris, <i>Lutetia Paris.</i>    | 23. 50           | 48 * 52          |
| Barcelona, <i>Barcinona</i>     | 24. 30           | 41 * 26          |
| Mallorca, <i>Maiorica</i>       | 25. 15           | 39 * 35          |
| Narbona                         | 25. 16           | 43 * 16          |
| Goesa <i>Zelandiæ</i>           | 25. 20           | 51 * 29          |
| Bruselas                        | 25. 27           | 50 * 48          |
| Amberes, <i>Antuerpia</i>       | 25. 43           | 51 12            |
| Louanium                        | 26. 10           | 50 50            |
| Amsterdam                       | 26. 15           | 52 * 25          |
| Avinion                         | 26. 26           | 43 * 52          |
| Leyde, <i>Lugdunum Batavor.</i> | 26. 35           | 52 * 10          |
| Lyon, <i>Lugdunum Gallie</i>    | 26. 40           | 45 36            |
| Herch, <i>Hercium Vendelini</i> | 26. 50           | 50 * 53          |
| Marsella                        | 26. 55           | 43 * 19          |
| Aix, <i>Aque sextia</i>         | 27. 4            | 43 33            |
| Digne, <i>Dinia</i>             | 27. 44           | 44 * 6           |
| Frankfurt ad Mœnum              | 30. 10           | 50 7             |
| Tabinga                         | 31. 5            | 48 40            |

|                                 | <i>Longitude</i> |    | <i>Latitude.</i> |    |
|---------------------------------|------------------|----|------------------|----|
| Milan. <i>Mediolanum</i>        | 32.              | 6  | 45               | 16 |
| Genua                           | 32.              | 10 | 44 *             | 27 |
| Norinberga                      | 32.              | 55 | 49 *             | 27 |
| Pisa                            | 33.              | 40 | 43 *             | 28 |
| Insgolstadium                   | 34.              | 0  | 48 *             | 42 |
| Vraniburgum Daniz.              | 34.              | 10 | 55 *             | 55 |
| Bononia                         | 34.              | 43 | 44 *             | 30 |
| Florentia                       | 34.              | 50 | 43 *             | 40 |
| Stetinum                        | 35.              | 10 | 53               | 36 |
| Venetia                         | 35.              | 30 | 45               | 18 |
| Praga                           | 36.              | 20 | 50 *             | 6  |
| Lincium Norici                  | 36.              | 30 | 48 *             | 16 |
| Francfurt ad Oderam             | 36.              | 30 | 52               | 51 |
| Roma                            | 36.              | 50 | 42 *             | 2  |
| Panormum                        | 37.              | 40 | 38 *             | 10 |
| Carlstat Croatiae               | 39.              | 6  | 45               | 20 |
| Neapolis                        | 39.              | 30 | 41               | 0  |
| Dantiscum                       | 40.              | 10 | 54 *             | 23 |
| Konigsberg. <i>Regius Mons.</i> | 41.              | 55 | 55               | 8  |
| Smyrna                          | 42.              | 45 | 37 *             | 45 |
| Constantinopolis                | 50.              | 42 | 41               | 30 |
| Alexandria Aegypti              | 54.              | 35 | 31               | 11 |
| Chayrus Aegypti                 | 55.              | 50 | 29               | 50 |
| Aleppum Syriae                  | 58.              | 50 | 37               | 20 |
| Babilon antiqua                 | 66.              | 50 | 35               | 0  |

27.

**H**IS jam sub prælo, die 2. Iulii obseruaui initium Heclypsis Solis, in eius altitudine gra. 8. 56'. correctè 8. 56. nempe hora matutina 5. 29'. Maxima Obscuratio fuit in altitudine gra. 18. 56'. seu hora 6. 25'. Qualium diameter Solis 4000. defecerunt 3250. seu digiti 9. 45'. Finis fuit in altit. gra. 31. 26. videlicet ho. 7. 36. Vnde tota duratio ho. 2. 1. cui solum adaptatur motus horarius Kepplerianus, tanquam celerior. Ad horam maximæ obscurationis 6. 25'. prouenit ex Tabella parallaxis latitudinis 28. 6. & subtracta vera Latitudine Lunæ fit latitudo visa min. 5. 25. Aufst.

28. Inde ex calculo digiti obscurandi 9. 56'. sed defecerunt. 9. 45'. & obseruaui discum Lunæ tantillū minorem Solari (quamuis ex Tabella detur æqualis) Sperni posset tam minima differentia, quæ minor est quadrante vnius digiti plus obscurandi; imputanda tamen est corpori lucido radios insinuant per extremas oras opaci, à quo obregitur: qua causa extrinseca quasi dilatatur Sol (maximè circa horizontem) & interpositæ Lunæ spectatur lambere flamma comas, & circum tempora pasci. Vnde umbra Lunæ, & digitorum spectatur minor; & conuincitur ex eclypsis annularibus. Vide Longomontanū theor. lib. 1. cap. 9. & Bullialdū cap. 5. Dolendum tamen est

est, has causas physicas ita esse exleges, & inconstantes, propter variam æris constitutionem, ut effectibus refractionum in umbra Terræ, & Lunæ nequeant semper eadem iura dici.

29. Maxima obscuratio fuit ho. 6. 25'. & Medium totius durationis ho. 6. 29. 30. Lansbergius dat Medium eclypsis h. 6. 26. cum secunda temporis æquatione; sine qua daret ho. 6. 33'. Bullialdus ho. 6. 23. Kepplerus, & Vendelinus h. 6. 28'. Omnes satis proximè, quia conveniunt in maxima prosthaphæresi Orbis, quam tunc habebat Luna gr. 5. 6. Manet igitur difficultas æquationum in Octantibus.

30. Valentia P. Ioseph Zaragoza, perspicacissima qua observat solertia, habuit ex altitudinibus Solis initium eclypsis ho. 5. 26. digitos 9. 46. Finem ho. 7. 18. Differentia parallaxium Long. pro initio Maiorice, & Valentia, est ferè 1. id est scrupula temporis ferè 2'. quæ addo horæ Maioricensi 5. 29. quia Luna visa fuit mihi anterior, & fit ho. 5. 31. Valentia fuit h. 5. 26. Ergo differentia Meridianorum 11. Ipse P. Zaragoza Barcinonæ (ut nuper scripsit) anno 1661. Martii 30. observavit initium eclypsis Solis ho. matutina 8. 36. finem ho. 10. 56. digitos 8. 36. Medium durationis ho. 9. 43. & Obscurationis 9. 46.

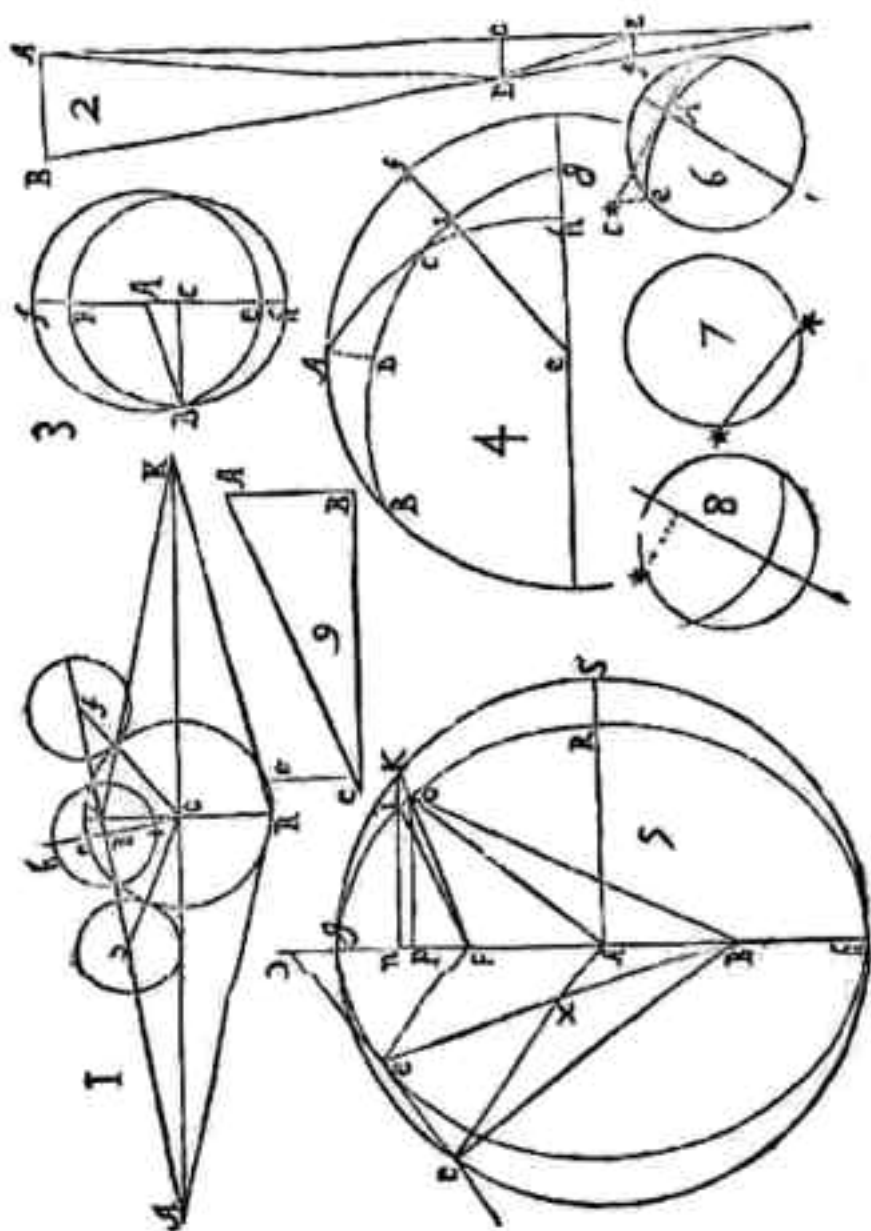
31. Martem (circa maximas æquationes centri, & Orbis) observavi die 26. Iulii eiusdem anni 1666. h. 9. 10'. cum Fixa australiori sequentium duarum in

sinistra manu Virginis. Erat Mars australior minutis 6. & occidentalior 4'. Inde in gr. 20. 36'. Libræ, cum latitudine gr. 0. 27'. Datur per Kepplerum in 20. 33'. cū latit. 29. per Lansbergium in 20. 47'. cū latit. 27'. Per Danicas Longomontani in 20. 51. Fixa illa erat in gr. 20. 40. per Tychonem: datur prouectior per Danicas, iuxta quas posthaphæresis æquinoctiorum his temporibus addenda, in dies augetur; è contra decrefcit Lansbergio.

32. De Tabulis Astronomicis nullum iudicium profero: imò & de Tabella nu. 81. cap. 1. nihil aliud volui, quàm in promptu calculum eclypsum selectionibus hypothefibus auxiliari. Strenuiffimi Viri cœlestia mœnia ferè conscenderunt, sed adhuc non occuparunt; sic interim doctus Astronomus desideret Tabulas saltem intra 6. minuta certas, *dum per ignotos audax errauerit Orbes.*

#### Errata grauiora.

Fol. 4. lin. 15. *finis, die*, huc fol. 3. lin. 23. *obferuationis, die*, obfcurationis. Fol. 21. lin. 5. *decurfata, die* decurtata. Fol. 23. lin. 23. *Maiorica, die* Mariti. Fol. 38. lin. 12. *Leona uifa fuerit, die*, Iuppiter uifus fuerit. Fol. 75. lin. 17. *angulum Rumbi* n. c. a. intellige ab Aequatore. Aliqua calamo correxi; reliqua condona.



COMETARUM ANNI MDCLX :  
ENARRATIO PHYSICO-MATHEMATICA

---



# COMETARVM

ANNI MDC LXV.

\*\*\*

ENARRATIO  
PHYSICOMATHEMATICA;

(†)

D. VINCENTII MVT.

\*\*\*



QVONIAM in celebri de Cometis controuersia plerumq; obsecamur, quia ad insolitam accedimus lucem; eamq; tractabiliorem nobis accendunt duo Cometae huius anni; idcirco, eorum facē [illustrissime D. tibi caelestium Cursori; quasi lampada] tradam obseruatam; cum nouo, & speciali lumine nos ducant, vt inoffenso pede Peripateticorum, vel Recentiorum viam aggrediamur securiorem. Primus Cometa effulsit incunte Decembri 1664. quamuis de eo non fui admonitus vsque ad 2 diem 15.

Die 18. nudis oculis mihi visus est Cometa Pogo-<sup>T. Marci</sup>nias, maior Venere perigæa, & coloris subpallidi; sed  
A tubo

tubo prospectus, erat eius diameter scrupulorum ferè 6. & coloris Saturnini quò ad liuorem luminis, quod in meditullio fortius, & inæqualiter emicabat. Illius discum circumambibat quasi corona obscura, nigricans potius, quàm fulgens. Eius magnitudo tubo accepta, augebatur; sed non tanto incremento, quantum suscipere solent Sol, & Luna; vnde arguere fortè possumus, Cometam incessisè altissimum, argumentò à stellis, quæ ob tantam distantiam perexiguum in tubo accipiunt incrementum. Sed hæc conjectura, quamuis aliquid persuadet, levis est; quia cum Cometa, tanquam ætheris, vel æris addensamentum, habeat radios adscitios, tubus tamen illam radiorum cæsariem visui adventitiam potius spoliat, quàm auget: & sic perexiguo videri incremento, non provenit omnimodo à maiori altitudine.

- 3 Erat tunc Cometæ barba, longa ferè gr. 10. clara, recta, & columnaris, siue cylindrica: & cognoscebatur totam non esse vndique materiam consistentem, saltem in eius extremitate; sed fuisse partem cæli illustriorem, siue radios Solis trajectos per corpus Cometæ, vt cõmunis fert opinio. Et confirmatur ex eo, quòd tunc ipsi radii barbæ traiciebant stellam borealiorem duarum in hydra sub Cratère, & tamen eam non obscurabant; quam saltim aliquantulum obuelarent, si essent materia addensata, quamuis pelluci-

3

pellucida. Tendeat barba in oppositam Soli plagam; sed non præcisè; quia illius rectitudo sursum verius deflectebat à linea directionis Solis, angulo ferè gr. 2. id est, ad dictam stellam sub Cratère.

Hora matutina 5. 45'. ipsius diei 18. distabat à pede Corui gr. 11. 47'. & à præcedenti superiori in quadrato 11. 17'. Ergo in 2. 43'. Libræ, cum latitudine Australi 25. 26'. Valentix etiam Cometam observavit P. Ioseph Zaragoca Soc. Iesu, qui inter Cathedræ Theologicæ meritissimos labores, mathematicis, & vranometricis aliquando donat ocia; & ex ipsius de hoc Cometa Ephemeridibus, Valentix hora 5. 34'. erat in 2. 45'. cum latitudine 25. 27'. ferè nil differens à nostra observatione: nam ibi hora 5. 34'. est h. 5. 45. Maioricæ, quæ est Orientalior scrupulis temporis 11'.

Die 19. h. 4. 45'. eum observavit Michael Fuster 5 distantem à pede Corui gr. 13. 30. & à præcedenti in quadrato 13. 5'. ex quibus supputatur in 1. 31. Libræ cum latit. 26. 50. ( & congruit exactè cum angulo Eclipticæ, & Orbitæ Cometæ ) sed postea h. 6. distantia à pede Corui fuit à me observata gr. 13. 47'. & quamvis respectu motus diurni paulo minor deberet esse, tamen inter utramque horam, aliquam jam incipiebat Cometa pati parallaxim, quia Terræ propinquior transcurrerat, ut dicam postea. \* Die 6 21. h. 3. 30. Barba respiciebat cor hydræ; & Cometa

a 2

erat

erat in recta linea stellæ australis duarum infra basim Crateris, & præcedentis in triquetro hydræ, à qua distabat gr. 3. 25'. sed quia hæc stella non fuit observata à Tychone, calculo non fido.

- 7 Die 22. hora 6. erat Cometa parum occidentalior recta linea sequentis duarum in medio Crateris, & australioris duarum infra basim: & distabat ab illa gr. 12. 45'. vnde, erat in 24. 41. Virginis, cum latid. 32. 18'. Ex Ephemeride P. Zaragoça Valentia: ho. 5. 49'.  
8 colligitur in 24. 14'. cū latitud. 32. 9'. \* Die 25. h. 4. 16. distabat à corde hydre gr. 23. 44'. & à præcedēti duarum in medio Crateris 25. 31. Inde erat in 10. 24. cū latitud. 40. 52'. Valentia: hor. 3. 59'. ex illa Ephemeride colligitur in 9. 23'. cum lati. 40. 38'.

- 9 Hæc die 25. eius diameter parum excedebat Ionē Perigeum. Barba autem jam erat brevior; non quia verè diminuta; sed quia Cometa ibat ad oppositionem Solis, atque adeo barba incipiebat latere post caput; & oculus noster, inter Solem, & Cometam interpositus, objectu eiusdem capitis, barbam, vel Caudam quantumvis longā apprehendebat breviorē. Si Cometa habuisset minorem latitudinem, potuisset etiam observari vtrum latuisset sub umbra terræ, si eidem proximus incedebat. Sequentes dies mihi fuerunt nebulosi.

- 10 Die 29. factus occidentalis post oppositionem Solis, visus est vesperti rotundus, sine cauda, nec  
barba

5

barba; fortè, quia vt diximus tota radiorum propa-  
 go latebat tunc post caput. Michael Fuster hora 9.  
 vespertina eum obseruauit in 28. 49'. Geminis, cum  
 latitudine 45. 46'. Valentia ex Ephemeridibus P.  
 Zaragoza hor. 8. 49'. fuit vltus in 27. 39'. cū latit. 44.  
 36'. Postea verò h. Horologii horisoni 12. 8'. sed exis-  
 tente Syrio in linea meridiana, id est verà hora 11. 51.  
 post meridiem, eum obseruauit in linea recta Stel-  
 læ, quæ in cauda Canis maioris, & alterius quæ in  
 dorso, seu medio pectore Leporis, a qua distabat gr  
 8. 7'. id est, erat in 26. 15'. cum latitud. 45. 26'. \* Die 11  
 30. hor. 7. 6. distabat à Rigel gr. 9. 23'. & à genu  
 dextro Orionis 9. 33'. ergo erat in 14. 5'. Geminis,  
 cum latitud. 40. 23'. sed Valentia ho. 6. 49. P. Zara-  
 goça in 13. 14'. cum latitud. 39. 8.

Ex die 31. eluxit caudatus: & consequenter bar- 12  
 ba, vel cauda, nihil aliud est, quàm Comete coma  
 pendula, velificata seu expulsa à radiis Solis; cum  
 ab eo Cometa matutinus crines diffundat in barbā,  
 & vespertinus in caudam, cum effluxu solāris luminis,  
 illius radiis tamquam tenuiorum nubium strigmēta  
 collucētibz. Hac die 31. ho. 8. 25'. erat in recta Ri-  
 gel, & australis in ense Orionis, & distabat à Rigel  
 gr. 8. 56. vnde erat in 2. 7'. Geminis cum latit. 33. 33'.  
 Michael Fuster hor. 8. 12'. eum obseruauit distantem  
 à Rigel gr. 8. 43'. & à stella supra pedem Orionis gr.  
 9. 7'. id est in 2. 14'. Geminis cum latit. 33. 34'.

- 13 Die 1. Ianuarii 1665. habui insignem observationē:  
nam h. 7. 30. nudis oculis pluriū adspēctantium, &  
adhibitis tubis, Cometa Eclipsabat stellam sequen-  
tem duarum contiguarum in Eridano. Sed verē ne-  
quibat stellam obtegere caput Cometæ; cum huius  
Orbita, seu Via, declinabat à stellâ; & quando hæc  
euasit apparens post horam 8. jam distabat à Cometa  
14 vno ferē gradu. \* Quare stellæ Eclipsis procede-  
bat à Cometæ cauda, cuius directio ad illam protē-  
debatur. Et consequenter dicendum venit, caudæ  
principium, seu comam circa caput, habuisse in sua  
eductione materiam addensatam, quæ occultabat  
stellam. Sic etiam in Cometa Anni 1652.eductio  
caudæ obtexit, P.J. B. Ricciolio tertiam Eridani, apud  
Gassendam tom.4. fol. 482. quod intellige de princi-  
pio caudæ, nam de eius extremitate, aliud observaui-  
mus num. 3.
- 15 Dicta igitur hora 7. 30. Cometa sequebatur stellā  
in Eridano (quæ est in 24. 48'. Tauri, cum latitud.  
27. 52'.) & hora 9. 15'. illum observavi jam præcedē-  
tem stellæ, à qua distabat scrupulis 24. adhibitisque  
distantiis ab oculo Tauri, & à præcedenti trium in  
cingulo Orionis, erat in 24. 32'. Tauri cum latitud.  
16 27. mi. 50. \* Admiror sanè, Valentia ad horam 7.  
19'. reduci locum Cometæ in 23. 45'. Tauri: esset  
enim maxima parallaxis, & jam præcessisset illam stel-  
lām Eridani. At verò dicta hora 7. min. 19. [id est  
Maio-

7

Maioricæ h. 7. mi. 30. ] Canonicus D. Didacus Def-  
 clapès, tubo, & libera visus acie, mecum notanter  
 conspiciebat appulsum ad stellam præcedentem: &  
 Michael Fuster, domo sua, hora 8. min. 46. nudis  
 oculis, & tubo vidit exitum dicti appulsi, illumque  
 observavit distantem à Rigel. gr. 15. mi. 33. & à dic-  
 ta stella Eridani gr. 0. min. 22. id est in 24. 42'. Tauri  
 cum latitud. 27. 53'. Hæc Maioricæ.

Tota die 3. incessanter pluit, & hora 6. densissi- 17  
 marum nubium quasi fenestra aperta, visus fuit Co-  
 meta major diametro solito, seu ferè scrupulorum  
 12. projiciens caudam longam ferè gr. 15. curvatam  
 ad horizontē, & splendentem vivissimo lumine, ad  
 similitudinem pulcherrimæ cristæ galeæ militaris. \*  
 Quod iucundissimum simulachrum, credo procede- 18  
 bat à tempore pluvioso, & æthere rore pleno. Rursus  
 nubes observationibus inviderunt; atque iterū cælo  
 referato hora 8. 48'. prodit Cometa, sine cauda: &  
 erat in linea recta pedis Rigel, & mediæ in ore Ceti,  
 à qua distabat gr. 11. 16. id est, erat in 14. 25'. Tauri  
 cum latitud. 18. 16'. Michaeli Fuster hora 8. 36. fuit  
 in 14. 17. cum latitu. 18. 41. sed Valentix supputatus  
 occidentalior.

Die 5. hora 8. 46. erat in recta rubescentis humeri 19  
 Orionis, & Menkar, à quo distabat gra. 0. 49'. & à  
 Media oris ceti 4. 3'. ergo erat in 8. 42'. Tauri cum  
 latitud. 12. 28. sed hora 7. 36. jam Michael Fuster eū  
 vide-

- viderat distantem à Menkar gr. 4. 2'. in eius recta linea cum media oris ceti; id est in 8. 53'. cum latitud. 12. 32'. \* Die 8. h. 6. 48'. erat in recta nodi borei in lino piscis, & Menkar, à quo distabat gra. 7. 54'. id est, in 4. 4'. Tauri, cum latitud. 6. 58. Valentix ex Ephemeride P. Zaragoça hora 6. 37'. in 4. 13'. cum latitud. 6. 51. \* Die 11. hora 8. 45'. erat in recta Borealis sequentis in præcedenti Cornu Arietis, & præcedentis trium in gena ceti: distabat ab illa gr. 11. 42'. ergo erat in 1. 6'. Tauri cum latitud. 3. 4'. Valentix h. 8. 34'. in 1. 23. cum latitud. 3. 7'. \* Die 15. hora 7. 26. illum observavit Michael Fuster in recta linea australis præced. in Cornu Ariet. & occipitis ceti, ab hoc distantem gr. 4. 26'. id est in 29. 4. Arietis, cum latitud. 0. 6'. Boreæ.
- 23 Die 16. hora 9. 6. erat in recta lucidæ in vertice Arietis, & lucidioris in nexu amborum linorum: distabat ab illa gr. 10. 26'. Sed à linea erat tantillum occidentalior, id est in 28. 56. cum latitud. 0. 24. Boreæ. Valentix P. Zaragoça h. 8. 49. illum observavit in 28. 45'. cum latitud. 0. 19. Ecce iterum sicut in initio
- 24 effulsionis Cometæ, convenimus. \* Die 12. ho. 6. 15. erat in recta apicis trianguli, & borealis in cornu Ariet. [fere nihil occidentalior] à qua distabat gr. 14. 43'. id est, in 27. 21. cum latitudine 2. 53'. de qua observatione agam num. 46'. Valentix ho. 6. 4'. in 27. 23'. cum latitudine 2. 48'.

Die

Die 23. h. 6. 30. erat in recta Apicis trianguli, & au-<sup>9</sup>  
 tralis in præced. Cornu Ariet. à qua distabat gra. 4. 8'. 25  
 Ergo erat in 27. 8'. Arietis, cum latitud. 3. 20. Va-  
 lentia h. 6. 19. in 27. 25'. cum latitud. 3. 10. Ex die  
 16. ceperat Cometa deperdere caudam, & paulatim  
 attenuari; & ex die 23. nubes, & pluviae usque ferè  
 Februarium, Cometæ conspectum intercluderunt;  
 & quamvis postea adhuc patuit, cessavi ab observa-  
 tionibus, quia instrumentis illum præcisè collineare  
 nequibam: sed P. Zaragoza Valentia cum observa-  
 vit directum ex die 7. Februarii.

De secundo Cometa fui admonitus die 6. Aprilis; 26  
 sed jam effulgebat mense Martii, ita ut quidam agri-  
 cola, die 1. Aprilis extensione filari illum mihi retul-  
 lit vidiſſe in recta Iouis, & stellæ polaris, id est circa  
 22. Aquarii. Alii affirmant eluxiſſe die 25. Martii, de  
 quo rumorem non audiui, quia vulgus assuefactus  
 primo Cometæ, jam non vocabat admirationem in  
 spectaculum secundi. \* Die 7. Aprilis hora 4. 15'. 27  
 matutina illum observaui distantem à genu dextro  
 Pegasi grad. 8. 55'. & à ſcheat 6. 58'. id est, in  
 18. 53'. Piſcis, cum latitudine borea 26. 24'. Erat eius  
 diameter paulo maior stellâ primæ magnitudinis.  
 Barba erat longa ferè gra. 7. quam projiciebat supra  
 Aquilam. Caput, & barba de albeſcebant propter  
 lumen Lunæ. Valentia, P. Zaragoza hora ferè 4.  
 accepit illius distantia à ſcheat gr. 6. 52'. & à Marchab,  
 6. 56'. B Die

- 28 Die 8. h. 3. 16'. distabat à scheinat 5. 24'. & à genu dextro Pegasi 9. 32'. Inde erat in 23. 32'. Piscis cum latit. 25. 56. Postea, cum habebat altitudinem gr. 26. 26'. distabat à genu dextro 9. 31. Valentia h. 4. distabat à scheinat gr. 5. 22'. & à Marchab. 7. 56. \* Die 11. ho. 4. distabat à Scheat gr. 12. 28'. obseruatione saepius repetita, & à capite Andromedæ 3. 49'. erat igitur in 6. 5'. Arietis cum latitud. 23. 45'. Valentia h. 3. 48'. P. Zaragoça habuit distantiam à capite Andromedæ grad. 3. 46.
- 30 Die 14. hor. 4. 6'. distabat ab australi cinguli Andromedæ gr. 9. 43. & à lucida sinistra scapulæ 3. 19'. ergo erat in 16. 37'. Arietis cum latitudine 21. 2'. Ex duabus obseruationibus dierum 7. & 14 Aprilis colligitur angulus Orbitæ, & Eclipticæ gr. 27. fere. Barba erat fere verticalis, à radiis Solis auersa, & longitudinis fere gr. 7. quæ, quo magis ascendebat, videbatur breuior. Sed ex hac die ab obseruationibus destiti; quia Cometa properabat ad occasum heliacū, illumq; cito inuadebat lumen Solis; & contemno stellarū circa horizontem obseruationes, quas enormiter turbant Refractiones; quin eas tabula Tycho-
- 31 nica, nec quauis alia medearur. \* Mihi namque certum est, Maioricæ [vt & in Insulis australioribus] Refractionem minorem esse, & minus attolli quàm in Locis borealioribus; quia vapores ex mari, humidiores sunt, quàm ex terra; & quo magis humidi, minus

minus eleuantur. De inde in terris australioribus, tanquam magis calidis, ex maiori caliditate vapores vel attenuantur; vel non sunt tam crassi, vt in horizon-  
tibus borealioribus; & consequenter rariores, minorem producant Refractionem.

Imò, nec Refractio semper est eadem, sed con- 32  
tinuò varia. Sic ex nostris montibus, Sole oriente, si præcessit pluvia, vel humiditas, conspiciamus clarè Cataloniae montes, qui à nobis distant leucis Hispanicis 29. vt potè, quia illos humiditas attollit, quos tempore calido visus non assequitur. Sicuti etiam Sol oriens, & occidens, post pluviam, maiorem & propinquiorem oculis persuadet suum discum; & fortè Refractionum pragmatia, ex Sole (in horizonte) elliptico deduci potest. Non ergo credendum observationibus inuolutis Refractionibus, semper inconstantibus.

Ponitur in sequenti tabella primi Cometæ locus 33  
visus, quoad longitudinem, & latitudinem; de inde angulus quem facit eclyptica cum Orbita, seu via Cometæ; & ultimò motus in Orbita, id est distantia à Nodo, seu puncto, in quo interfecavit eclypticam, quod mihi fuit in 29. 5'. Arietis: sic etenim melius percipitur variatio dicti anguli, quem colloco in puncto dictæ intersectionis. Et in inferiori parte apponuntur secundi Cometæ motus longitudinis, latitudinis, & Orbitæ, cum angulo ad Eclypticam.

b 2

Tabu-

| Decem-<br>bris<br>die | Hora<br>matu-<br>tina | Longitu-<br>do<br>Libra | Latitudo<br>Austral. | Angulus<br>Eclyp. &<br>Orbitæ | Distantia<br>inodo in<br>Orbita |
|-----------------------|-----------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| 18.                   | 5. 45.                | 2. 43.                  | 25. 26.              | 46. 58.                       | 144. 1.                         |
| 19.                   | 4. 45.                | 1. 31.<br>Virg.         | 26. 50.              | 47. 33.                       | 142. 16.                        |
| 22.                   | 6. 0.                 | 24. 41.                 | 32. 18.              | 48. 13.                       | 134. 13.                        |
| 25.                   | 4. 10.<br>P. M.       | 10. 24.<br>Geminis.     | 40. 52.              | 49. 2.                        | 119. 57.                        |
| 29.                   | 11. 51.               | 26. 15.                 | 45. 20.              | 50. 17.                       | 67. 36.                         |
| 30.                   | 7. 0.                 | 14. 5.                  | 40. 23.              | 50. 17.                       | 57. 24.                         |
| 31.<br>Iannuarii      | 8. 25.                | 2. 7.<br>Tauri          | 33. 33.              | 50. 35.                       | 45. 41.                         |
| 1.                    | 9. 15.                | 24. 32.                 | 27. 50.              | 50. 51.                       | 37. 2.                          |
| 2.                    | 8. 40.                | 18. 33.                 | 22. 12.              | 50. 46.                       | 29. 12.                         |
| 3.                    | 8. 48.                | 14. 25.                 | 18. 16.              | 51. 18.                       | 23. 42.                         |
| 5.                    | 8. 40.                | 8. 42.                  | 12. 28.              | 52. 55.                       | 15. 42.                         |
| 8.                    | 6. 48.                | 4. 4.                   | 6. 58.               | 54. 36.                       | 8. 34.                          |
| 11.                   | 8. 45.                | 1. 6.<br>Aries          | 3. 4.<br>Bor.        | 56. 2.                        | 3. 41.                          |
| 16.                   | 9. 0.                 | 28. 50.                 | 0. 24.               | 56. 48.                       | 0. 28.                          |
| 22.                   | 6. 15.                | 27. 21.                 | 2. 53.               | 59. 1.                        | 3. 21.                          |
| 23.<br>April.         | 6. 30.<br>Secundus    | 27. 8.<br>Piscis        | 3. 20.               | 55. 42.                       | 3. 55.                          |
| 7.                    | 4. 15.                | 18. 53.                 | 26. 24.              | 27. 2.                        | 78. 2.                          |
| 8.                    | 3. 16.                | 23. 32.                 | 25. 50.              | 27. 0.                        | 73. 49.                         |
| 11.                   | 4. 0.                 | 6. Ari. 5.              | 23. 45.              | 27. 4.                        | 62. 16.                         |
| 14.                   | 4. 6.                 | 16. 37.                 | 21. 2.               | 27. 2.                        | 52. 9.                          |

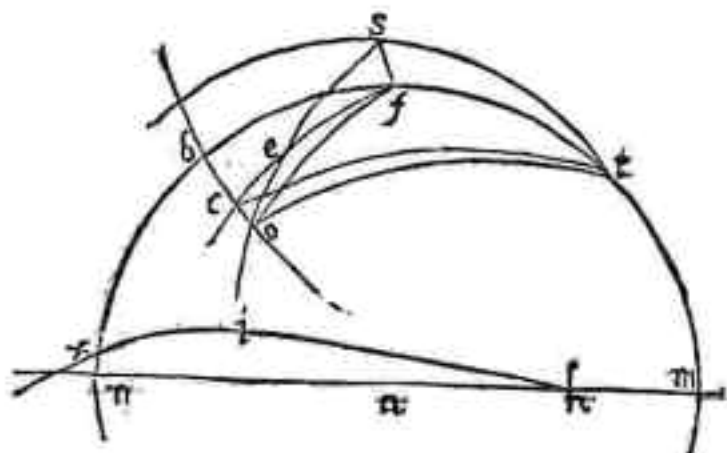
Ag-

Aggredior nunc Cometæ distantia à Terra. Et relegata Peripateticorū sententia calii imperuii, Kepplerus, Galileus, Cysatus, & Gassendus ( post Senecam ) opinantur Cometæ in supræma aëris , vel ætheris regione accendi ; & motu trajectionis rectilineo , in plano circuli maximi decurrere. Motus etenim rectilineus debetur corpori temporaneo , & euanescenti. Hæc opinio plausibilis est , quia omnia Cometarum phænomena rectè conciliat , maximè eorum motum in principio , & fine remissum , & in medio celerem. Vt late explicat I. Camillus Gloriosus de Comet. lib. 5. cap. 2. sed aliquid huic sententiæ mihi videtur addendum.

Cum etenim primus Cometa huius anni , ferè semicirculum contra ordinem signorum transegerit , impossibile videtur , quòd à Libra ad Arietem tanquam per chordam , motu rectilineo transgressus sit , quin in ipsa recta trajectione fieret terræ proximus ; imò vicinissimus , cū immensi parallaxi , quā tam enormem passus non fuit. Chorda etenim subtendens arcum maiorem quadrante , magis accedit centro : quæ difficultas cōmunis est etiam in systemate Terræ motæ ; Cometa etenim , de cuius rectilineo excursu nobis timendum esset ne detradatur in Terrā , timendus est etiam Kepplero ne impingat in Solem.

Quare huic motui rectilineo , vt semicirculum apparentē possit cōficere , aliqua deflexio cōcedenda

est, vt Cometa decurrat, tanquam ignis artificialis, qui transuersim accensus, postea in arcum deflectit; vel tanquam projectile iactum, quod é motu recto languescens, inclinatur via Parabolica, vt dixi in Architectura Militari part. 1. cap. 12. num. 10. \*



- 37 Sit in hoc schemate Terra in A. Concipiatur hunc Cometam accensum fuisse in aethere, dicamus in H, & motum eius trajectionis rectilineum H I. cuius impulsus languescens ex I. deflectit ad X motu mixto, seu Parabolico [ sic etenim percurrit aliquando semicirculum, quin impingat in Terram:] & hoc modo, distantior fuit à Terra in principio, & fine, id est in H. & X. & propinquior inter I. H. vti resultat ex obseruationibus; ideo etiam in medio sui cursus Terræ proximior, & velocissimus ineeslit, quia

quia tunc fuit in parte chordæ Terris propinquiore; in qua, spatia adhuc æqualia maiorem cæli arcum comprehendunt; & ideo propinquiora videntur moveri velocius quàm remotiora.

Quod autē Cometa in principio sue eluxionis fuerit remotior à terra saltim supra Lunam, mihi persuadeo; primò, quia observationes habitæ eodem instanti Maioricæ, & Valentia, parum differunt. Nam die 18. Decembris hora 5. 45'. mihi fuit Recta Cometæ 171. 46. cum declinatione Australi 24. 15'. At verò eodem instanti Valentia (id est ibi hora 5. 34'.) fuit P. Zaragoza Recta 171. 44. declinatio 24. 18'. vnde in diversis locis parallaxis non excedit lunarem, cum ferè conveniat locus visus cū vero. \* Secundò, eadē 39 die h. 3. erat tantillūm australior linea recta, siue extensione filari ducta per pedem, & rostrum Corui; postea vero h. 4. 45'. circa Meridianum, nō declinavit à linea in boream, quæ deviatio fuisset evidenter observata in parallaxi lunari.

Quando vero fuit in medio sui cursus, id est quādo fuit velocior, sensibillē passus est parallaxim. Nam die 25. Decembris ante, & post horam 4. ab extensione filari (ab eo ad alias stellas ducta) manifestē deviat, plusquam petebat proportio motus diurni in sua Orbita; quod etiam tubo adnotavi die 1. Ianuarii in appulsu ad precedentem duarum contiguarum in Eridano: quibus adstipulatur inæqualitas anguli orbi-

Orbitæ ad Eclypticam, vt dicam num. 45. Et hinc credo oritur, quòd quando fuit in suo velociori cursu differunt à nostris obseruationes habitæ Valentia, quas disjungit parallaxis; quòd certius affirmarem, si scirem à quibus obseruationibus illæ Ephemerides Cometæ fuerunt deductæ.

- 41 Tunc autē Cometa adhuc incedebat altior quā Luna; quia illius parallaxis erat minor Lunari, ad quod probandū, omniū est optima obseruatio illa, in qua Cometa obseruatur circa Nonagesimum suæ Orbitæ, & in illius ascensu, vel descensu; vt die 29. Decembris. Nam ex datis num. 10. ad horam 9. fuit Recta Cometæ 89. 6'. cum declinat. 22. 15'. & ad horam 11. 51. [illo existente circa Nonagesimū] fuit Recta 87. 16. cum declinat. 21. 51. Sit ergo in illo schemate Meridianus Maioricæ X B T M. & in obliquangulo T O C. datis declinationibus T C. T O. cum incluso C T O. differentia Rectarum inter vtramque horam, dabitur T C O. 102. 13'. & T O C. 77. 2'.
- 42 Nunc in obliquangulo F O T. ex datis T O. T F. complemento Poli Maioricæ 50. 25'. cum angulo O T F. differentia Rectarum Cometæ, & Medii Cæli ad h. 9. dabitur F O T. quo ablato ab inuento T O C. relinquitur angulus parallaëticus F O B. 49. 27. Eodem modo pro hora 11. 51. ablato F C T. ab inuento T C O. reliqui complementum ad semicir. erit angulus parallaëticus F C B. 86. 32'. \* Quoniam verò
- 43 inter

inter utramque horam motus visus in Orbita B C O.  
fuit C O. gr. 1. 56. & ex motu diurno esset solum gr.  
1. 35'. differentia scrupulorum 15. erit differentia pa-  
rallaxis longitudinis. Quare ut 2948. [ differentia in-  
ter sinum secundum anguli parallactici maioris, &  
semisummam sinuum secundorum utriusque anguli  
parallactici ] ad tangentem. 7. 36'. dimidium ex dic-  
tis scrup. 15. ita 3553. dicta semisumma sinu secun-  
ad tangentem scrup. 9. 5'. quæ addita, & subtracta ab illis,  
7. 36'. dant separatim parallaxim longitudinis 16'. 35". pro  
hora 9. & parallaxim long. 1'. 35". pro ho. 11. 51'.

Colligitur ergo distantiam Cometæ à Terra fuisse 44  
se tunc, seu in sua maxima velocitate, semidiamet-  
rorum ferè 127. quia data parallaxi longitudinis 16'.  
35'. & dicto angulo parallactico 49. 27'. resultat pa-  
rallaxis altitudinis 25'. 36'. & horizontalis 27. 5". id  
est, distantia à Terra semidiametrorum ferè 127. Et  
quamvis fateor, hunc calculum omnimodam non  
posse consequi præcisionem; quia in proportionem cur-  
sus diarii, motus visus confunditur cum vero; tamen  
evidenter, & demonstratiuè resultat, Cometam in-  
cessisse superiorem Luna, cum saltim parallaxim lu-  
narem passus non fuit, quâ quælibet crassa Instrumen-  
ti, & Observatoris Minerua dignosceret.

Tandem in fine suæ durationis Cometa, altior, 45  
& minori progrediebatur parallaxi: nam proximus  
Occasui [ ultimis diebus Ianuarii ] nullam habuit

C

in-

inæqualitatem motus dissidentē à proprio. Sic etiam P. Zaragoca, plurimis noctibus scribit se illum Tubo observasse in maiori altitudine, & humilem horizonti, distantem à stellis sine sensibili aspectus diversitate. Vides etiam in superiori tabella angulum Eclipticæ, & Orbitæ maiorem quotidie factū fuisse: quod anguli incrementum fortē procedebat ex eo, quod Cometa quotidie magis elongabatur à Terra, & quo altior ascendebar, apparebat etiam eius Orbita cum maiori angulo ad Eclipticam.

46 Insuper die 22. Ianuarii, Cometa circa meridianum ( ut dixi num. 21. ) erat in recta apicis trianguli, & borealis in Cornu Arietis. Postea verò ( cælo serenissimo ) in altitudine gra. 8. nihil deviumit ab extensione filari; de quo faciliter certiorabar, nam dictæ stellæ boreali, proxima est australis præcedens; cuius linea ad apicem trianguli comprehenderet Cometam, si habuisset parallaxim lunarem. Igitur attenta refractione, & ab ea excluso proprio motu, Cometæ parallaxis erat ferè scrup. 9. de qua postea nu. 50.

47 Ex Valentia observationibus, cum nostris comparatis, videtur parallaxim Cometæ in medio sui excursus fuisse maiorem, & viam trajectoriam rectilineam, proximiorē Terræ. Sed huic observationū comparationi non adquiesco; quia ad certam praxim huius problematis, requiritur observatio facta eodē instanti in utroq; loco, quod ex illis Ephemeridibus

Co-

Cometæ colligere non potui. Id autem quando  
 habuero, mihi calculi methodus erit hæc. \* Sit in su- 48  
 periori schemate Meridianus Maioricæ X F T M. sed  
 Valentia occidentalis, S T. sit Cometa visus Ma-  
 ioricæ in C. & eodem instanti ( si interueniat paral-  
 laxis, & hinc parte cæli orientali ) Cometa videbitur  
 inferior in O. Valentia, tanquam occidentalis,  
 descendant ab utroque vertice verticales S O. F C.  
 Cometæ locus verus erit punctum intersectionis E. &  
 differentia obseruata motus visi C O. vnde ex prag-  
 matia exemplata num. 41. colliguntur anguli pa-  
 rallactici, pro Maiorica F C B. sed pro Valeria S O B.  
 quare vel ex angulis parallactis, cum differentia paral-  
 laxis visa C O. supputabitur parallaxis separata pro utroque  
 loco, vt n. 42. vel in obliquangulo E C O. ex data C O.  
 cum angulis adiacentibus E C O. E O C. ( qui sunt angu-  
 li parallactici ) habetur O E. parallaxis altitudinis pro  
 altit. obseruata Val. & C E. parallaxis altit. Maioricæ.

Secundus Cometa, etiam altior quam Luna de- 49  
 currebat: nam die 8. Aprilis, in altitudine gr. 11. 7.  
 distabat à genu Pegasi [ erant fere in eodem verticali ]  
 gr. 9. 32'. & adhibita refractione esset vera gr. 9. 35'.  
 deinde in altitudine gr. 26. 20', distantia visa à genu  
 Pegasi 9. 31. quæ potest dici vera, quia motus inter  
 utramque horam, & refractione se excludunt, diffe-  
 rentia distantiarum est scrupul. 4. quæ est differentia  
 parallaxis inter utramque altitudinem. Sed Refractio  
 præ-

præcisioni se interponit; & omnes immergebamur;  
nos in Refractionum tenebras; Cometa in Solem.

50 Ad inferendum motum proprium rectilineum pro  
secundo Cometa, destituimur sufficientibus Obser-  
vationibus; quæ abundant pro primo. Hæc autem  
Trajectionis recta linea est Tangens circuli, cuius  
semidiameter est distàtia à Terra, quam habuit Co-  
meta in sua maxima velocitate, nempe circa diem 19.  
Decembris, vt diximus num. 37. vt autem videamus  
an hæc theoria congruat etiam Observationi diei  
23. Ianuarii, concipe triangulum rectangulum, cuius  
latus circa Rectum seu Radius sit distantia à Terris  
dictæ diei 19. nempe semidiametrorum 117. & an-  
gulus adiacens Radio trianguli erit quam proximè gr.  
71. nempe arcus, ~~fermotus~~ <sup>visus</sup> in sua Orbita inter  
vtranque Observationem. Erit ergo huius Rectanguli  
Secās 390. id est 390. semidiametri Terræ, quibus dis-  
tabat die 23. Ianuarii; inde parallaxis mi. 9. eadem,  
quæ supra num. 46. neque hanc praxim sensibilibiter  
immutat deflexio, quam concessimus num. 36.  
Nunc his Cometis barbatis accōmoda Vaticiniū  
vniuersale ex Caramuelis prim. calam.

*Est mala barba ea; non Superum hinc abit iras Cometes  
Arma parat nobis; non bona significat.*

Deinde problematice, & ordine retrogādo.

*Significat bona; non nobis parat arma Cometes;  
Ira abit hinc Superum; non ға barba mala est.*

## APÈNDIX DOCUMENTAL

---



Athanasius Kircher va ser un dels intel·lectuals més famosos de l'Europa catòlica. Nasqué a Fuda, va ingressar a la Companyia de Jesús el 1616 i va ser ordenat sacerdot el 1628, després de tres anys d'estudi a Magúncia. Aquest mateix any va ser nomenat professor de filosofia, matemàtiques, hebreu i siríac a la Universitat de Wurzburg. Kircher va començar a desenvolupar, llavors, els seus interessos sobre una àmplia varietat de sabers, la qual cosa caracteritzaria la seua carrera posterior. El 1633 es va traslladar a Roma on va ser nomenat professor de matemàtiques del Col·legi Romà. Dels seus estudis i investigacions van resultar més de trenta volums sobre magnetisme, acústica, òptica, astronomia, medicina, numerologia, filologia, arqueologia, geologia i teologia, pensats per a contribuir a la *pansophia* (saviesa universal). Cada tractat era una amalgama eclèctica d'escrits antics i noves observacions i experiments procedents de moltes fonts, al servei de les teories de Kircher sobre la saviesa, amb un clar accent neoplatònic i èmfasi particular en la importància de les correspondències secretes a la naturalesa.<sup>219</sup>

L'activitat de Kircher es va desenvolupar a través del museu del Col·legi Romà, format a partir de la donació d'una col·lecció per un mecenes, i mitjançant la seua amplíssima correspondència amb altres estudiosos. Entre 1650 i 1670 el Museu es va convertir en un dels principals centres de Roma i Kircher va aprofitar les xarxes de missioners de la Companyia per a incrementar la grandària i l'abast de la col·lecció.

Entre els corresponents de Kircher figuren diversos espanyols, com Juan Caramuel, Josep de Saragossà, Vicente Juan de Lastanosa, o altres establerts a Espanya com Jean Charles della Faille.<sup>220</sup>

---

<sup>219</sup> Sobre Kircher, vegeu Findlen (ed.) i l'extensa bibliografia que figura en aquest llibre. Sobre Kircher i l'astronomia, vegeu, sobretot, Siebert (2006).

<sup>220</sup> Sobre la correspondència amb Caramuel vegeu Ceñal (1953). Sobre Saragossà vegeu Navarro Brotons (1996, 2002, 2003). Sobre els altres corresponents espanyols de Kircher estem preparant un treball amb l'edició de les cartes.

La correspondència de Mut amb Kircher es conserva a l'Arxiu de la Pontifícia Universitat Gregoriana, a Roma, en els volums de la correspondència d'Athanasius Kircher. En total es conserven set cartes de Mut a Kircher; la primera, datada el març de 1646 i l'última el juliol de 1651. Les cartes estan escrites en castellà i en llatí.<sup>221</sup>

A la primera carta Mut li diu a Kircher que “algunos aficionados a las matemáticas que hay en este reino” han tingut notícies de la publicació del *Magnes, sive de arte magnetica* de Kircher, publicat en 1641 i reeditat en 1643 i 1654. Aquest llibre va ser el primer en què Kircher va mostrar la seua habilitat per a crear una xarxa global d'informadors, utilitzant tant els recursos de la societat jesuítica com els de la naixent república europea de les lletres.<sup>222</sup> A la mateixa carta, Mut demana a Kircher que informi al seu germà, que estava a Itàlia, sobre els llibres “modernos de cualquier cosa tocante a las matemáticas”. Aquesta petició de recomanacions de llibres, per tal que el seu germà els hi compri, la realitzarà Mut en diverses cartes.

En la següent carta, Mut li descriu algunes observacions seues, en particular un eclipsi de Lluna i una conjunció de la Lluna amb Júpiter.

La tercera carta està escrita en llatí. Mut agraeix a Kircher l'enviament de la *Trigonometria* i les *Taules* de Grienberger i li diu que espera la publicació del *Nou Almagest* de Riccioli.<sup>223</sup> Li pregunta si ja està a la impremta la *Musugia Universalis, sive ars magna consoni et dissoni*, que es publicaria el 1650. En aquesta obra Kircher va tractar de l'aplicació del càlcul combinatori a la música. Mut, a més d'assenyalar que a la seua *Història del Regne de Mallorca* s'havia ocupat de l'obra de Llull, es refereix a un amic seu que hauria desenvolupat l'art combinatori a partir de la càbala jueva i la filosofia calculatòria de Richard Swineshead.<sup>224</sup>

A la carta de desembre de 1647, Mut informa Kircher que ha llegit les seues obres *Magnes sive d'art magnètica* i *Ars magna Lucis et Umbrae* (1646). En 1649 Mut va enviar a Kircher la seua *Epístola sobre el Sol Alfonsí*. A la carta adjunta li comunica l'enviament de l'obra i comenta breument el seu contingut, assenyalant que en el número 24 esmenta elogiosament l'obra de Kircher *Ars magna*. Li diu que espera amb

---

<sup>221</sup> Sobre la correspondència de Mut amb Kircher, vegeu Fletcher (1970), el qual cita Mut incorrectament, com Vincentius Mutz, en relació amb una carta d'aquest a Kircher de 1649. Vegeu també Fletcher (1988). En aquest treball el nom de Mut està correctament escrit gràcies a la rectificació de Glick (1971). Malgrat tot, a l'edició de la correspondència, dins del “The Athanasius Kircher Project” (vegeu baix), cal fer la recerca per “Mutz”.

<sup>222</sup> Vegeu Gorman (2004).

<sup>223</sup> Christoph Grienberger (Hall, Tirol, c. 1564 - Roma, 1636), jesuïta, fou professor de matemàtiques al Col·legi Romà; també va ensenyar matemàtiques a Portugal, a l'“Aula da esfera” del Col·legi de Lisboa. Entre les seves obres figura *Elementa trigonometrica* (1630), a la qual es deu referir Mut. Vegeu Sommervogel, III, 1810-12; IX, 440; XII, 1098; Baldini, Napolitani (1992), *Vol. I: Introduzione e Strumenti. Parte I: Introduzione e Indici* pp. 55-57.

<sup>224</sup> A la *Historia general del Reino de Mallorca* de Dameto i Mut (citem la 2ª edició feta per Moragues i Bover), al llibre 2, tom III, Mut tracta de la biografia i obres de Ramon Llull. L'amic a qui Mut es deu referir és Francesc Marçal (Maó, 1591- Mallorca, 1688), un dels principals estudiosos de l'obra de Llull, del temps de Mut. Vegeu Trias Mercant (1985), pp. 193 i ss. Richard Swineshead (fl.c. 1340-1354) fou el més famós dels anomenats calculadors del Merton College; el seu nom s'escrivia també com Suisset, Suiseth i d'altres formes.

avidesa llegir la *Musurgia* i el que conté sobre l'art combinatòria lul·liana. Li parla de les seues lectures astronòmiques: les *Taules Atlàntiques* de Wendelinus, que li semblen prou bones, i l'*Astronomia Philolaica* de Boulliau, que li sembla obscuríssima. Critica, com després ho farà en les *Observacions*, la manera com Boulliau i Renieri calculen la paral·laxi de la Lluna.<sup>225</sup>

A la carta del 29 de juliol de 1649, Mut es mostra impacient perquè Kircher no ha contestat a les seues últimes cartes i no té notícies de si la *Musurgia*, que espera amb tant d'interès, ja ha sigut publicada. En aquesta carta li envia observacions de Júpiter per a determinar el seu diàmetre aparent i altres, d'un eclipsi de Lluna i de Mart.

Finalment, a l'última carta conservada, de juliol de 1651, Mut li diu que, per fi, ha llegit la *Musurgia* i l'*Obeliscus Pamphilius*, aquesta última una de les obres de Kircher dedicades a la interpretació dels jeroglífics egipcis.<sup>226</sup> Aquesta obra en particular està dedicada a celebrar la nova erecció en 1650 d'un antic obelisc amb inscripcions jeroglífiques a la Piazza Navona, per ordre del papa Innocenci X. Mut elogia de nou la gran saviesa de Kircher. L'última part d'aquesta carta tracta sobre la xocolata mexicana, que tant agradava Kircher. Mut li diu que a l'Illa no abunda, però que l'hi podrà aconseguir en breu, ja que es disposa a viatjar a Madrid per assumptes oficials.<sup>227</sup>

### ***Cartes de Vincenç Mut a Athanasius Kircher***

Carta nº1.

Algunos aficionados a las matemáticas que ay en este Reyno hemos tenido nuevas del *Arte Magnética* que ha escrito tan doctamente V.P.; y con esta ocasión de ir mi hermano a Roma he querido besar a V.P. su mano con esta carta suplicándole le encamine en comprar dicho libro, con los de una lista que lleva, y que me conozca por su servidor y criado. Pues los que profesamos el arte nos atrevemos a cansar a los que pueden ser como V.P. nuestros maestros; porque gustando V.P. de mis estudios le cansaré como discípulo suyo. Recibiendo particular favor de V.P. en que informe a mi hermano, o a mí de los libros que huviesen salido modernos de qualquier cosa tocante a las matemáticas, que aunque no le conozco, su ingenio y su nombre le hazen bastantemente conocido para disculpar mi atrevimiento. Guarde Dios a V.P. como desseo. Mallorca 15 de Marzo de 1646.

El Sargento Mayor de Mallorca, D.Vicente Mut.

---

<sup>225</sup> Vegeu les *Observacions* de Mut, par. 10.

<sup>226</sup> Vegeu Stolzenberg (2004).

<sup>227</sup> Sobre aquest viatge, vegeu la introducció. Sobre Kircher i la xocolata, Kircher la demanava contínuament als seus corresponents mexicans. Vegeu Osorio Romero (1993).

Carta nº2.

Por los que puede servir a V.P. de curiosidad para diferentes cosas quiero escribirle dos observaciones que hice a 20 de Enero. La una fue del eclipse de Luna cuyo principio fue cuando el Procyon ( $\alpha$  Canis Minoris) tenía altura oriental grados 39 10', que es hora 8;16; el fin del eclipse fue cuando fulgens Capella tenía de altura occidental grados 68 28', que es hora 10;31. Advirtiéndole a V.P. que Mallorca por mis muchas observaciones precisas tiene de altura de Polo 39° 35' y longitud 25° 2'. La otra observación fue del congreso de la Luna con Júpiter; comenzó este eclipse estando el Procyon occidental con altura de 33° 56', que fue hora 14;29, y volvió el Júpiter a aparecer estando el Régulo ( $\alpha$  Leonis) occidental con altura de 53° 43', que fue hora 15° 32'; el Júpiter entró por la parte septentrional de la Luna. V.S. puede fiar de lo preciso de mis instrumentos y se sirva de encaminar a mi hermano para comprar los libros que fueren de gusto de V.P. que guarde Dios para beneficio y enseñanza del mundo. Mallorca 20 Marzo 1647.

De V.P.

El Sargento Mayor D.Vicente Mut

Carta nº3.

Tuam accepi epistolam, simul et trigonometriam, tabulasque P. Grienbergi que inter mea gratius servabo, uti pignus tuae humanitatis qua me prosequeris non alio titulo quam Magistro erga tuae doctrinae candidatos: et me felicem decantabo, dum promerui a tanti viri calamo salutari spero *Novum Almagestum* P. Riccioli, opus sane speciosissimi assumptus, et quod et opto, ut ipsius theorias conferam cum novo labore quem scribo de motu Solis Alfonsino, ex post mutata ipsius Regis sententia; Apogei namque et equinoctiorum motus qui tabulis apponuntur, ex excentricitate illa falso adscribunt Alfonso. In fine vero huius operis addam Synopsim aliquarum observationum caelestium, e quarum studio accuratissimis instrumentis non cesso, gaudeoque de tua sententia, quas indicas (ita sane experior) Maioricam ceteris insulis huic exercitationi prestantiorem esse; adjacet etenim caelo defecato et puriori septentrionalibus. Interim rogo me admoneas utrum iam sudet prelo tua *Ars Magna consoni et dissoni*, vel propera emittere. Et nisi brevi putarem te editurum hanc artem, eius ideam summopere expeterem, namque in musica teorica et practica plura legi ab amico quodam elucubrata qui et Lullianae artis sistema novum confecit, mihique communicavit, in quo totius artis combinatoria fundamenta petit tum a Juderum cabala, tum a Joannis Suicere philosophia calculatoria, dupletque eiusdem artis lullianae, seu si mavis combinatoris instrumenta format; kabbalisticum licet ad inveniendum et mathematicum ad demonstrandum, et in utroque novam logicam pollicetur pluraque de medio demonstrationis et principis canonicis, tum et de questionibus insolubilibus; que quidem omnia non dubito leviter erunt si tuis comparentur dumque tuorum differtur editio crescit in me desiderium tuae artis combinatoris ideam aliquam audidendi, et eo maxime quia de nostro maiorienti Lullio eiusque Arte Generalis plura ego scribo in mea *Historia Generalis* huius Regni Maioricarum.

Vale vir doctissime, et vive beneficio comuni literarum, ut tanta secretorum et doctrine miracula hauriat nostra etas e fecundissimis monumentis que in dies expectamus et parturis meque tui studiosissimum reclama. Maioricae 14 octobris 1647.

Tuus

D. Vicentius Mut

Carta nº4.

Tengo y he leído el *Arte Magnética* y el *Ars Magna Lucis et Umbrae*, cuyos escritos corresponden a la fama que se ha derramado de V.P. en España; y estimamos tantos secretos en que V.P. verdaderamente es el grande secretario de la naturaleza con que deseamos mil siglos a la vida de V.P. para que pueda escribir para tanto beneficio común y queda advertido mi hermano de remitirme los libros que se promete en el *Ars Lucis et Umbrae*, que tendrá la doctrina, como son sus títulos especiosísimos yo me preciaré siempre de ser su discípulo y estimaría se ofreciese ocasión en que yo mostrase esse afecto; por agora solo puedo ofrecer a V.P. algunas observaciones celestes de eclipses, congresos de estrellas y planetas, y algunos de Luna: ya por instrumentos muy precisos, y ya por el tubo y como soy aficionado particularmente a la Astronomía suplico a V.P. se sirva de informar a mi hermano de los libros modernos que tratasen de ella; y me favorezca en mandarme en su servicio.

Mallorca 28 deziembre 1647.

El Sargento Mayor

D. Vicente Mut

Carta nº5

Mitto *Epistolam*, quam iussus scripsi de Sole Alfonsino restituto. Videbis novam methodum, certissimamque observandi diametros Luminarium et parallaxes Lunae a Sole, aliquas observaciones, et plura nova ab aliis astronomis corrigenda vel mihi vel sibi ipsis. Te namque *Artem Lucis* pro me adduco numero 24 ut mea *Epistola* saltem tuo nomine aliquid magnum habet. Condone horum typographorum incuria, et errata, dico mea quae non faeda indicabo, si ea se merentur corrigentem non etenim inficiatur candidatus pictor, si tabulam admovet Magistro, ut lapsus penicilli restituat. Specto tuam *Musurgiam*, admone me si iam proxime luci urget; avidissime etenim exopto audire quid de Arte combinatoria Lulliana proferas ut scripsi diebus elapsis. Si aliqui evulgati fuerint libri ad matemáticas et philosophiam facientes, eos fratri meo accusa, et emi iube. Vidi Vendelini *Tabulas Atlanticas*, sane optimas. Legi insuper Ismaelis Bulialdi *Astronomiam Philolaicam* sive *Tabulas Astronomicas*, sed mihi videntur obscurissime, indigent etenim Delio natatore, aliquaque in geometría laborant maxime methodus inveniendi parallaxes Lunae habentis latitudinem, querit namque altitudinem orbitae Lunae in nonagésimo, sed hac via falsissimam Lunae parallaxem adquirimus, eundemque errorem sequitur novissime Rennerius in *Tabulis Mediceis* nuper auctis et editis. Sed te defatigare cesso, et valere exopto, ut omnium interest. Maioricae 26 Maii 1649.

El Sargento Mayor Don Vicente Mut.

Al margen:

Hac nocte observavi eclypsis Lunae Tubo cum Arcturus habebat altitudinem occidentalem gr. 42 10' obfuscatio nudis oculis preibat scrupulis temporis 8' ceteras phases tempus nubilum mihi invidit et eripuit.

Carta n°6.

Post multa quae scripsi, permitte me admirari tuum silentium; sed ne me abiiciam tuam apellabo moram, non oblivionem. In tuae *Musurgis* sumus desiderantissima expectatione in illaque Lullii combinatoriam (ut saepius ad te scripsi) e tenebris adductam spero. Cupio scire utrum e typi opus publice luci urgeas seu per quas dies retardabitur. Iterum frater meus *Epistolam de Sole Alfonsino* te salutabit. Nunc accipe has exactissimas observationes. Die 9 Maii hora 10 Jupiter erat occidentalior stella precedenti 4 in sinistra ala Virginis et hoc distabat ab illius limbo una diámetro ipsius Jupiter exactissime. Insuper stella erat australior a linea satellitum vix plus semidiámetro Jupiter et videbatur congressus radens limbum. Die sequenti eadem hora iam Jupiter erat orientalior, inter quas horas 24 Jupiter ex comparatione ad stellam visus est decurrisse summa precisione perscrutatur tres diámetros sui corporis: quare semidiámetro Jovis erat fere 54'' ex Hortensio esset 48''

Eclipsus Lunae initium observavi nocte diei 25 Maii cum Arcturus habebat altitudinem occidentalem grad. 42 10' Hoc verum initium observavi tubo ; sed nudis oculis, Lunae obfuscatio precesserat scrupulis temporis 8 et nudis oculis indicavi initium scrupulis temporis 3 ante quam cum tubo teras phases tempus nubilum et pluvia repentina eriperunt deinde Junii die 23 h.9 Mars et quae in extremo alae sinistrae Virginis distabant inter se scrupulis 13.

Vale doctissime Kircher, et me in tui obsequi occupa mandata. Maiorice 29 Julii 1649.

Voce tuus et animo

El Sargento Mayor

D.Vicente Mut

Carta n°7.

Tuas mihi grátissimas datas sub 29 Januarii accepi hodie; nescio quo fato tam fero advenerint. *Musurgiam* et *Obeliscum Pamphilium* legi; vellemque huius illiusque omnes tractatus in particulari digna quam promerentur laude enarrare et prosequi, sed omnia humanum ingenium superantia invenio, ita ut applausus potius admirationi commitendos ducam; meaque in tuis laudibus insufficientia honori tuo cedit; sane desuo te Jupiter cerebro omnium studiorum et artium excudit Palladem. Ciocollatum Mexicanum, quamvis hoc potu non abundet insula, potero sat breviter mittere; nam his diebus Matritum peto Legatus huius Regni, Reipublicae negotia acturus cum Regno nostro: ibique provisionem ciocolati melioris notae faciant et mittam, sed ne mihi in

expensarum memoria tantam injuriam facias, vellem in maioribus retribuere et sufficere. Vale vir omnis doctrine consultissime, et me reclama. Maiorice julii 1651.

El Sargento Mayor D.Vicente Mut.

Referències de las cartes.

Archivio della Pontificia Università Gregoriana (APUG), Roma.

Carta n° 1. APUG 567, XIII, fol.139.

Carta n°2. APUG 557 b, III,b, fol. 347

Carta n°3. APUG 568, XIV, fols.113-114

Carta n°4. APUG 568, XIV, fol.175.

Carta n°5. APUG 557b, III,b.fols.348.

Carta n°6. APUG 568, XIV, fol.79r-v.

Carta n°7.APUG 555, IIIb, fol.368.



## FONTS PRIMÀRIES

---



- Bayer, J. (1603), *Uranometria*, Ausburg, Mangus.
- Bettini, M. (1654), *Apiaria Philosophiae Mathematicae*, vol.3, Bologna, J.B.Ferroni (Venezia, 1655).
- Boulliau, I. (1645), *Astronomia Philolaica*, Paris, Piget.
- Brahe, T. (1576-29), *Tychonis Brahe. Opera Omnia*, 15 vols., J.L.E. Dreyer, ed. Copenhagen, Gildendalana (reimp. Facsímil, Amsterdam, 1972. Els vols.II y III corresponen a la *Astronomiae Instauratae Progymnasmata*).
- Caramuel Lobkowitz, J. (1670), *Mathesis biceps, vetus et nova*, Campania,
- García de Céspedes, A. (1606), *Regimiento de navegación*, Madrid, Juan de la Cuesta.
- Gassendi, P. (1642), *De apparente magnitudine Solis*, Paris, De Heuqueville.
- Gassendi, P. (1658), *Opera Omnia*, 6 vols., Lyon, (Facsímil, Stuttgart-Bad Cannstatt, Friedrich Fromann Verlag (Günther Holzboog), 1964).
- Gloriosi, G. C. (1624), *De Cometis*, Venezia, Varisco.
- Hortensius, M. (1633), *Dissertatio de Mercurio in Sole viso et Venere invisâ*, Lyó, I.Commelinum.
- Kepler, J. (1604), *Ad Vitellionem paralipomena quibus Astronomiae pars optica traditur*, Frankfurt, C.Marnius, 1604.
- Kepler, J. (1618-22), *Epitome Astronomiae Copernicanae*, Vol.1 i 2, Linz, Johannes Planck.
- Kepler, J. (1627), *Tabulae Rudolphinae*, G.Celer, Nuremberg.
- Lansbergen, P. (1632), *Tabulae motuum coelestium perpetuae*, Middelburgi Zelandiae, Z.Romanum.
- Longomontanus, C.S. (1622), *Astronomia Danica*, Amsterdam, Caes.
- Magini, G.A. (1619), *Tabulae primi mobilis*, Venezia, Zenari.
- Montebruni, F.(1640) *Ephemerides Novissimae Motuum Coelestium...ad longitudinem Inclitae Urbis Bononiae ab anno 1640 ad annum 1645. Ex Philippi Lansbergi...*, Bononiae, I.B.Ferroni, 1640.
- Mut, V. (1640b), *El principe en la guerra y en la paz*, Madrid.
- Mut, V. (1650), *Tomo II de la Historia del reyno de Mallorca*, Mallorca, Herederos de Gabriel Guasp (hem utilitza l'edició de M.Moragues Pro i J.Maria Bover de 1841).

Mut, V. (1649), *De sole Alphonsino restituto*, Mallorca, Petrus Giasp, 1649

Mut, V. (1666a), *Cometarum anni MDCLXV*, Mallorca, s.i., 1666.

Mut, V. (1666b), *Observationes motuum coelestium*, Mallorca, Raphael Moyà,

Nieremberg, J.E. (1630), *Curiosa filosofía y tesoro de las maravillas de la naturaleza*, Madrid, Imp. Del Reino.

Núñez Zamora, A.(1610), *Liber de cometis*, Salamanca, A. Ramírez.

Renieri, V. (1646), *Tabulae motuum coelestium universales*, Florencia, M.Forolivien.

Riccioli, Giambattista (1651), *Almagestum novum Astronomiam veterem novamque compectens*, Bologna, erede di V.Benacci.

Riccioli, Giambattista (1661), *Geographiae et Hydrographiae Reformatae libri duodecim*, Bolgona, erede di V.Benacci (edición citada: 2ª ed., Venetiis, Ioannis La Nouè, 1672).

Riccioli, Giambattista (1665), *Astronomia Reformata*, Bologna, erede di V.Benacci.

Riccius, A. (1513), *De motu octavae sphaerae*, Trento (ed. citada, Paris, S.Colines, 1521).

Scheiner, C. (1630), *Rosa Ursina*, Bracciano, A. Phaeum.

Suárez de Argüello, F. (1608), *Efemérides generales de los movimientos de los cielos*, Madrid, Cuesta.

Wendelinus, G. (1644), *Eclipses lunares ab anno MDLXXIII ad MDCXLIII observatae quibus Tabulae Atlanticae superstruuntur*, Amberes, H.Verdussium.

Zaragoza, J. (1675), *Esphera en común, celeste y terráquea*, Madrid, F.Nieto, 1674.

Zaragoza, J. (1675), *Fabrica y uso de varios instrumentos matemáticos*, Madrid, A.Francisco de Zafra.

## BIBLIOGRAFIA

---



## BIBLIOGRAFIA

---

### Abbreviatura

BEA: Hockey, T., ed. (2007), *The Biographical Enciclopedia of Astronomers*, 2 vols, New York, Springer.

### Referències Bibliogràfiques

- Applebaum, W. (1996), "Keplerian Astronomy after Kepler: Researches and Problems", *History of Science*, 34 (1996), 451-504.
- Baldini, U. (1992), *Legem impone subactis. Studi su filosofia e scienza dei gesuiti in Italia, 1540-1632*, Roma.
- Baldini, U. (1996), "La formazione scientifica di Giovanni Battista Riccioli", a Luigi Pepe, ed., *Copernico e la Questione copernicana in Italia dal XVI al XIX secolo*, Firenze, Leo S. Olschki, pp.123-182.
- Baldini, U. (2001), "Giovanni Camillo Gloriosi", a *Dizionario Biografico degli Italiani*, vol.57, Roma, pp.421-424.
- Baldini, U. (2002), "Riccioli e Grimaldi", a M.T.Borgato, ed., pp.1-49.
- Baldini, U.; Napolitani, P.D., eds. (1992), *Christoph Clavius: Corrispondenza*. 7 vols., Pisa, Università di Pisa (Dipartimento di Matematica).
- Barker, P.; Goldstein B.R.(1988), "The Role of Comets in the Copernican Revolution", *Studies in the History and Philosophy of Science*, 19, 299-319.
- Beer, A.; Beer, P., eds. (1975), *Kepler four hundred years*, Oxford, Pergamon Press.
- Ben-Zaken, A. (2004), "The heavens of the sky and the heavens of the heart: the Ottoman cultural context for the introduction of post-Copernican astronomy", *The British Journal for the History of Science*, 37, 1-29.
- Bonner, A.; Bujosa Homar, F. dirs. (2006), *Història de la Ciència a les Illes Balears*, vol.II, Palma, Govern de les Illes Balears, Lleonard Muntaner.
- Borgato, M.T. ed. (2002), *Giambattista Riccioli e il merito scientifico dei gesuiti nell'età barocca*, Firenze, Olschki.
- Borgato, M.T. (2002b), "Riccioli e la caduta dei gravi", a M.T.Borgato, ed., pp.79-119.
- Boschiero, L. (2009), "Borelli and the Comets of 1664-65", *Journal for the History of Astronomy*, 40, 11-30.

- Bover, J.. (1868), *Biblioteca de escritores baleares*, 2 vols., P.J. Gelabert, Palma de Mallorca.
- Bover, J.M. (1842), *Memoria Biográfica de los Mallorquines que se han distinguido en la antigua y moderna literatura*, Palma.
- Casanovas, J. (1987), “On the Precession Problem in the Alfonsine Tables”, a M.Comes, R.Puig i J.Samsó, eds., *De Astronomia Alphonsis Regis*, Barcelona, Universidad de Barcelona, pp.79-89.
- Caspar, M. (1993), *Kepler*, New York, Dover (l’edició original es de 1984, en alemà; la va traduir C.Doris Hellman i publicar en 1959; aquesta reedició a Dover inclou una actualització bibliogràfica de O.Gingerich i altres adicions).
- Castaldi, F. (2004), “A geocentrist without vocation, father Giovan Battista Riccioli”, *Physis*, 41, 67-95.
- Ceñal, R. (1952), “Emmanuel Maignan: su vida, su obra, su influencia”, *Revista de Estudios Políticos*, n°66, pp.111-149.
- Ceñal, J. (1953), “Juan Caramuel. Su epistolario con Athanasius Kircher, S.J.”, *Revista de Filosofía*, 44, 101-147.
- Chabás, J.; Goldstein, B.R.(2000), *Astronomy in the Iberian Peninsula: Abraham Zacut and the transition from manuscript to print*, Philadelphia, American Philosophical Society.
- Chabás, J.; Goldstein, B.R. (2008), *Las Tablas Alfonsíes de Toledo*, Toledo, Diputación Provincial.
- Christianson, J.R. (2000), *On Tycho’s Island. Tycho Brahe and his Assistants, 1570-1601*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Cohen, I.B. (1975), “Kepler’s Century: Prelude to Newton”, a A.Beer y P. Beer,eds., pp.3-41
- Contreras Mas, A. (1993), “Geografía y medicina en el Renacimiento Mallorquín: El historiador Joan Bautista Binimelis”, *Butlletí de la Societat Arqueològica Lul·liana*, 49, 451-484.
- Cotarelo Valledor, A. (1935), “El P. José de Zaragoza y la Astronomía de su tiempo”, a *Estudios sobre la ciencia española del siglo XVII*, Madrid, Asociación de Historiadores de la Ciencia Española, pp.65-223.
- Dainville, F. de (1978), *L’éducation des Jésuites: XVI<sup>e</sup>-XVIII<sup>e</sup> siècles*, Paris, Minuit.
- Daxecker, F. (2004), *The physicist and astronomer Christopher Scheiner. Biography, Letters, Works*, Leopold-Franzens-University of Innsbruck, Fred Steiner.
- De Smet, A. (1973), “Langren, Michael Florent van”, a C.C. Gillispies, ed., *Dictionary of Scientific Biography*, New York, Charles Scribner’s Sons, 8, pp.25-26.
- Dear, P. (1987), “Jesuit mathematical science and the reconstitution of experience in the early 17th century”, *Studies in History and Philosophy of Science*, 18, 133-175.
- Dear, Peter (1995), *Discipline and Experience. The Mathematical Way in the Scientific Revolution*, Chicago, University of Chicago Press, 1995.
- Delambre, J.-B. (1819), *Histoire de l’astronomie du Moyen Age*, Paris, 1819 (reed. Paris, J.Gabay, 2006), pp.377-381.
- Donahue, W.H. (1981), *Dissolution of the Celestial Spheres: 1595-1650*, New York.

- Dou, A. (1990), "Las matemáticas en la España de los austrias", a Luis Español González, ed., *Estudios sobre Rey Pastor (1888-1962)*, Instituto de Estudios Riojanos.
- Duhem, P. (1914), *Le Système du Monde*, vol.II, Paris, Hermann.
- Durán, E. (1993), "Joan Binimelis i la seva Història de Mallorca", *Butlletí de la Societat Arqueològica Lul.liana*, 49, 485-496.
- Ensenyat Pujol, G. (1993), "Quina acceptació tingue la Història del Regne de Mallorca de Joan Binimelis?", *Butlletí de la Societat Arqueològica Lul.liana*, 49, 497-510.
- Estrades, M.; Terrón, A. (1982), "El Tractat del Salitre", *Estudis Baleàrics*, 7, 7-36.
- Evans, J. (1998), *The History and Practice of Ancient Astronomy*, New York, Oxford University Press.
- Esteban Piñeiro, M.; Gómez Crespo, F. (1991), "La primera versión castellana de *De Revolutionibus Orbium Coelestium*: Juan Cedillo Díaz (1620-1625)", *Asclepio*, 43, 131-162.
- Favaro, A. (1886), *Carteggio inedito di Ticone Brahe, Giovanni Keplero e di altri celebri astronomi e matematici dei secoli XVI e XVII con Giovanni Antonio Magini tratto dall'archivio Malvezzi de' Medici in Bologna*, Bologna, 1886.
- Findlen, P. ed. (2004), *Athanasius Kircher. The Last Man Who Knew Everything*, New York and London, Routledge.
- Fletcher, J. (1970). "Astronomy in the life and works of Athanasius Kircher", *Isis*, 61 (1970), 42-67.
- Fletcher, J. (1988), "Athanasius Kircher and his correspondence", a J. Fletcher, ed., *Athanasius Kircher und seine Beziehungen zum gelehrten Europa seiner Zeit*, Wiesbaden, Harrassowitz, 1988, Pp.139-195.
- Fornals Villalonga, F. (2006), "Ingeniería e ingenieros en las Islas Baleares en los siglos XVI y XVII", a A. Bonner i F.Bujosa, dirs., pp.157-183.
- Gambaro, I. (1989), *Astronomia e tecniche di ricerca nelle lettere di G.B. Riccioli ad A. Kircher*, Gènova, Quaderni del Centro di Studio sulla storia della tecnica del Consiglio Nazionale delle Ricerche, 1989.
- Garma Pons, S. (1978), *Las aportaciones de Juan Caramuel al nacimiento de la matemática moderna*, Tesis doctoral, Universidad de Valencia.
- Garma Pons, S. (1983), "Juan Caramuel Lobkowitz", a López Piñero et alii, *Diccionario Histórico de la Ciencia Moderna en España*, vol.I, pp.168-171.
- Gatto, R. (1994), *Tra Scienza e Immaginazione. Le matematiche presso il collegio gesuitici napoletano (1552-1670 ca.)*, Firenze, Olschki.
- Genuth, S.S. (1988), *From monstrous sign to natural causes: the assimilation of comets lore into Natural Philosophy*, Tesi doctoral, Universitat de Harvard, Cambridge, Mass.
- Gingerich, O. (1982), "Dreyer and Tycho's world system", *Sky and Telescop*, 64, 138-140. Reeditat a O. Gingerich, *The Great Copernicus Case and other adventures in astronomical history*, Cambridge, Mass., Cambridge University Press, 1992.
- Gingerich, O. (1989), "Johannes Kepler", a R.Taton i C.Wilson, eds., pp.54-79.

- Gingerich, O. (1993), *The Eye of Heaven. Ptolemy, Copernicus, Kepler*, New York, The American Institute of Physics.
- Glick, Thomas F. (1971), "On the influence of Kircher in Spain", *Isis*, 62, 379-381.
- Goldstein, B.R. (1985), *The Astronomy of Levi ben Gerson (1288-1344). A Critical Edition of Chapters 1-20 with Translation and Commentary*, New York, Springer.
- Goldstein, B.R. (1994), "Historical perspectives on Copernicus's account of precession", *Journal for the History of Astronomy*, 25, 189-197.
- Gómez Crespo, F. (2008), *Un astrónomo desconocido. El debate copernicano en El Escorial*, Valladolid, Junta de Castilla y León.
- Gorman, M.J. (2004), "The Angel and the Compass: Athanasius Kircher's Magnetic Geography", a P. Findlen, ed., pp.239-263.
- Grafton, A. (1983-1993), *Joseph Scaliger: A Study in the History of Classical Scholarship*, 2 vols., Oxford, Oxford University Press.
- Grant, E. (1984), *Planets, Stars and Orbs. The Medieval Cosmos: 1200-1687*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Hallyn, F. (2008), *Gemma Frisius, arpenteur de la terre et du ciel*, Paris, H. Champion.
- Harris, S.J. (1988), *Jesuit Ideology and Jesuit Science: Scientific Activity in the Society of Jesus, 1540-1773*, Tesis doctoral, University of Wisconsin-Madison, 1988 (UMI, Ann Arbor, 8901 168).
- Heilbron, J.L. (1999), *The Sun in the Church*, Cambridge, Harvard University Press.
- Hellyer, M. (2005), *Catholic Physics. Jesuit Natural Philosophy in Early Modern Germany*, Notre Dame, Indiana, University of Notre Dame.
- Hockey, T., ed. (2007), *The Biographical Encyclopedia of Astronomers*, 2 vols, New York, Springer.
- Humbert, P. (1936), *L'oeuvre astronomique de Gassendi*, Paris, Hermann.
- Jervis, J. (1985), *Cometary Theory in Fifteenth Century Europe*, Wroclaw, Reidel.
- Koyré, A. (1957), *From the closed world to the infinite universe*, Baltimore, John Hopkins University Press.
- Koyré, A. (1966), "Une experience de mesure", a *Etudes d'histoire de la pensée scientifique*, Paris, Presses Universitaires de France, pp.253-283.
- Kronk, G.W. (1999), *Cometography. A Catalog of Comets, volum.I: Ancient-1799*, Cambridge, Cambridge University press.
- Lanuzza Navarro, Tayra (2005), *Astrología, ciencia y sociedad en la España de los austrias*, Tesis doctoral, Universidad de Valencia.
- Lattis, J. (1989), "Between Copernicus and Galileo". *Christopher Clavius and the Collapse of Ptolemaic Cosmology*, Chicago, Chicago University Press.
- Lerner, M.-P. (1995), "L'entrée de Tycho Brahe chez les jésuites ou le chant du cygne de Clavius", a L. Giard, dir., *Les Jésuites à la Renaissance. Système éducatif et production du savoir*, Paris, 1995, pp.145-187.
- Linton, C.M. (2004), *From Eudoxus to Einstein. A history of Mathematical Astronomy*, Cambridge, Cambridge University Press.

- López Piñero, J.M. (1979), *Ciencia y técnica en la sociedad española de los siglos XVI y XVII*, Barcelona, Labor.
- López Piñero, J.M., dir. (2002), *Historia de la ciencia y de la técnica en la Corona de Castilla*, 4 vols., Valladolid, Junta de Castilla y León, vol.3, pp.231-259.
- López Piñero, J.M.; Glick, T.F.; Navarro Brotons, V.; Portela Marco, E., dirs. (1983), *Diccionario histórico de la ciencia moderna en España*, 2 vols., Barcelona, Península.
- López Piñero, J.M.; Navarro Brotons, V. (1995), *Història de la ciència al País Valencià*, València, Ed. Alfons el Magnànim.
- López Piñero, J.L.; Navarro Brotons, V.; Portela Marco, E. (1976), *Materiales para la historia de las ciencias en España*. S.XVI-XVII, Valencia.
- Maeyana, Y. (1974), "The Historical Development of Solar Theories in the Late Sixteenth and Seventeenth Centuries", *Vistas in Astronomy*, 16, 35-60.
- Maeyana, Y. (1975), "On the Order of Accuracy of Kepler's Solar Theory", *Vistas in Astronomy*, 18, 169-780.
- Maeyana, Y. (1988), The Keplerian and Mean Motions. A geometrical study, *Archive for History of Exact Sciences*, 38, 365-383.
- Maeyama, Y. (1990), "Kepler's Hypothesis Vicaria", *Archive for History of Exact Sciences*, 41, 53-92.
- Maeyana, Y. (2003), *Astronomy in Orient and Occident*, Hildesheim, Olms.
- Mascella, R. ; Pelusi, D. *Uno scienziato abruzzese : Andrea Argoli*, [http://www.apav.it/ratio\\_online/num1/Argoli2.pdf](http://www.apav.it/ratio_online/num1/Argoli2.pdf)
- McKeon, R. (1971), "Les debuts de l'astronomie de precision. 1. Histoire de la realisation du micrometre astronomique", *Physis*, 13, 225-288.
- Miralles i Sbert, J. (1897-1898), « Sobre Vicente Mut y su familia », BSAL, Tomo VII, pp.187-188.
- Moreau, P.F., dir. (1999), *Le stoicisme au XVIe et au XVIIe siècle. Le retour des philosophes antiques à l'Âge classique*, Paris, Albin Michel.
- Navarro Brotons, V. (1972), La renovación de las ciencias físico-matemáticas en la Valencia pre-ilustrada, *Asclepio*, 24, 367-370.
- Navarro Brotons, V. (1978), *La revolución científica en España. Tradición y renovación en las ciencias físico-matemáticas*, Valencia, Tesis doctoral, 1978.
- Navarro Brotons, V. (1979), "Física y astronomía modernas en la obra de Vicente Mut", *Llull*, 2 (nº4), 23-43.
- Navarro Brotons, V. (1985), *Tradició i canvi científic al País Valencià modern (1660-1720): Les ciències Físico-Matemàtiques*, Valencia, Tres i Quatre.
- Navarro Brotons, V. (1996), "La ciencia en la España del siglo XVII: el cultivo de las disciplinas físico-matemáticas", *Arbor*, CLIII, 604-605 (1996), pp. 197-252.
- Navarro Brotons, V. (1997), "Descartes y la introducción de la ciencia moderna en España", a *La Filosofía de Descartes y la fundación del pensamiento moderno*, Salamanca, Sociedad Castellano-Leonesa de Filosofía, 1997, 225-253.
- Navarro Brotons, V. (1998), "Matemáticas, cosmología y humanismo en la España del siglo XVI. La obra de J. Muñoz", a V. Navarro Brotons, E. Rodríguez Galdeano, *Matemáticas, cosmología y humanismo en la España del siglo XVI. Los Co-*

- mentarios al Segundo Libro de la Historia Natural de Plinio *de Jerónimo Muñoz*, Valencia, Instituto de Estudios Documentales e Históricos sobre la Ciencia, pp.17-249.
- Navarro Brotons, V.(2000), “Astronomía y cosmografía entre 1561 y 1625. Aspectos de la actividad de los matemáticos y cosmógrafos españoles y portugueses”, *Cronos*, 3, 349-381. En anglés: “Astronomy and Cosmography 1561-1625. Different Aspects of the Activities of Spanish and Portuguese Mathematicians and Cosmographers”, a L. Saraiva and H. Leitaó, eds., *The Practice of Mathematics in Portugal*, Coimbra, Acta Universitatis Conimbricensis, pp.225-275
- Navarro Brotons, V.(2001), “Galileo y España”, a J. Montesinos, J., C.Solís, eds., *Largo campo di filosofare. Eurisymposium Galileo, 2001*, La Orotava, Fundación canaria Orotava de Historia de la Ciencia, pp.809-831.
- Navarro Brotons, V.(2002a), “El Colegio Imperial de Madrid. El Colegio de San Telmo de Sevilla”, a J.M. López Piñero, dir., pp. 53-73.
- Navarro Brotons, V. (2002b), “De la filosofía natural tradicional a la física moderna (siglos XVI-XVII)”, a J.M. López Piñero, dir., pp.383-437.
- Navarro Brotons, V. (2002c), “La astronomía (siglos XVI-XVII)”, a J.M. López Piñero, dir., pp.231-259.
- Navarro Brotons, V. (2002d), “Riccioli y la renovación científica en la España del siglo XVII”, a M.T.Borgato, ed., *Giambattista Riccioli e il merito dei gesuiti nell'età barocca*, Firenze, Leo S.Olschki, pp.291-319.
- Navarro Brotons, V.(2003), “Tradition and Scientific Change in Modern Spain: The Role of the Jesuits”, a M.Feingold, ed., *Jesuit Science and the Republic of Letters*, Cambridge, The MIT Press, pp.331-389.
- Navarro Brotons, V.(2005), “La Geografía y la Cosmografía en la época del Quijote”, a J.M.Sánchez Ron, coord., *La ciencia y el Quijote*, Barcelona, Crítica, pp.13-23.
- Navarro Brotons, V. (2006), “The Cultivation of Astronomy in Spanish Universities in the Second Half of the 16th Century”, a M.Feingold, V.Navarro, eds., *Universities and Science in the Early Modern Period*, Dordrecht, Springer, pp.83-98.
- Navarro Brotons, V. (2007a), “El moviment “novator” de les ciències físico-matemàtiques”, a J. Vernet, R. Parés, dirs., *La Ciencia en la Història dels Països Catalans*, 3 vols., València, Institut d'Estudis Catalans- Universitat de Valencia, vol. II, pp.381-413.
- Navarro Brotons, V. (2007b), “Astronomy and cosmology in Spain in the Seventeenth century: the new practice of astronomy and the end of the Aristotelian-Scholastic cosmos”, *Cronos*, 10, 15-40.
- Navarro Brotons, V.; López Piñero, J.M. (1983), “Galileo and Spain”, a *Atti del Convegno Firenze e la Toscana dei Medici nell'Europa dell'500 (Firenze, 1980)*, 3 vols., Florencia, L.Olschki, vol.II, p.763-776.
- Navarro Brotons, V.; Recasens Gallart, E. (2007), “El cultiu de les disciplines físico-matemàtiques als anys centrals del segle XVII”, a J.Vernet, R. Parés, dirs., *La Ciència en la Història dels Països Catalans*, 3 vols., València, Institut d'Estudis Catalans- Universitat de Valencia, vol. II, pp.337-381.

- Navarro Brotons, V.; Rosselló Botey, V. (2006), "Renaixement i Revolució Científica. Les disciplines físicomatemàtiques", a A.Bonner, F. Bujosa, dirs., pp.53-81.
- Navarro Loidi, Juan (1994), "Nuevos datos sobre Nicolás Oliver y Fullana (Palma 1625-1695?)", a C.Puig Pla, A.Camós, J.Arrizabalaga, P. Bernat, coords., *III Trobades d'Història de la Ciència i de la Tècnica*, Barcelona, Societat Catalana d'Història de la Ciència i de la Tècnica, pp.173-182.
- Navarro Loidi, J.M. (2004), *Las Ciencias Matemáticas y las Enseñanzas Militares durante el Reinado de Carlos II*, 2 vols., Madrid, Ministerio de Defensa.
- Navarro, V.; Salavert, V.; Lanuza, T.; Rossello, V.; Darás, V. (a aparèixer), *Bibliographia Physico-Mathematica Hispanica (1475-1900). Vol.II.Libros y folletos, 1601-1700*, Valencia, Instituto de Historia de la Medicina y de la Ciencia "López Piñero".
- Osorio Romero, I. (1993), *La luz imaginaria. Epistolario de Atanasio Kircher con los novohispanos*, México, UNAM.
- Pastine, D. (1975), *Juan Caramuel: Probabilismo ed Enciclopedia*, Firenze, La Nuova Italia Editrice.
- Pedersen, O. (1974), *A survey of the Almagest*, Odense University Press.
- Picatoste Rodríguez, F. (1891), *Apuntes para una biblioteca científica española del siglo XVI*, Madrid, Tello, 1891.
- Pingré, A.G. (1783-1784), *Cometographie ou traité historique et théorique des comètes*, 2 vols, Paris.
- Pissavino, P., dir.(1990), *Le meraviglie del probabile. Juan Caramuel, 1606-1682. Atti del Convegno Internazionale di Studi (Vigevano,1982)*, Vigevano, Comune di Vigevano.
- Randles, W. (1999), *The Unmaking of the Medieval Christian Cosmos, 1500-1760*, Aldershot, Ashgate.
- Recasens Gallart, E. (1991a), "Zaragoza's Centrum Minimum: an early version of Baricentric Geometry", *Archive for the History of Exact Sciences*, 46 (1991), 285-320.
- Recasens Gallart, E. (1991b), *La Geometria magna in minimis de J.Zaragoza. El centre mínim i el Lloc 5e d'Apol.loni*, Tesi doctoral, Universitat Autònoma de Barcelona.
- Roche, J.(1981), "The Radius astronomicus in England", *Annals of Science*, 38, 1-32.
- Romano, A.(1999), *La Contre-réforme mathématique. Constitution et diffusion d'une culture mathématique jésuite à la Renaissance*, Rome, École Française de Rome.
- Rosselló Botey, V. (2002-2003), "L'astronomia de Juan Caramuel Lobkowitz (1606-1682), *Cronos* 5-6, 93-131.
- Rosselló Botey, V., *Tradició i canvi científic en l'astronomia espanyola del segle XVII*, València, Universitat de València, 2000.
- Rosselló Verger, V.M. (2006), "Cartografia i navegació dels segles XVI i XVII", a A.Bonner i F. Bujosa Homar, dirs., pp. 203-223.
- Ruffner, J.A. (1971) "The curved and the straight: cometary theory from Kepler to Hevelius", *Journal for the History of Astronomy*, 2 ,178-194.

- Russell, J.L. "Kepler's Laws of Planetary Motion, 1609-1666", *The British Journal for the History of Science*, 2 (1964), 1-24.
- Samsó, J. (1992), *Las ciencias de los antiguos en Al-Andalus*, Madrid, Mapfre.
- Sánchez Pérez, J.A. (1929), *Las matemáticas en la Biblioteca de El Escorial*, Madrid, E.Maestre, 1929.
- Sarralle, J. (1957), "Los matemáticos del Colegio Imperial", *Razón y Fé*, 156 (1957), 421-438.
- Schreiber, J. (1898), "P. Christoph Scheiner, S.J. und seine Sonnenbeobachtungen", *Natur und Offenbarung*, 48, 1-20
- Schuppener, G. (1999), *Jesuitische Mathematik in Prag im 16.und 17.Jahrhundert (1556-1654)*, Leipzig, Leipziger Universitätsverlag.
- Segura i Salado, J. (1987), "Vicenç Mut Armengol. Un savi mallorquí de fama mundial", *Faro Balear*, nº23.
- Serra Barceló, J. (2006), "Les matemàtiques en el Renaixement i el Barroc", a A.Bonner i F.Bujosa Homar, dirs., pp.81-111.
- Sevillano Colom, F, "Pesas y medidas en Mallorca desde el siglo XIII al siglo XIX", *Mayurqa*, 12, 66-86.
- Siebert, H. (2006), *Die grosse kosmologische Kontroverse. Rekonstruktionversuche anhand des Itinerarium exstaticum von Athanasius Kircher SJ (1602-1680)*, Stuttgart, Franz Steiner.
- Simón Díaz, J. (1952-59), *Historia del Colegio Imperial de Madrid*, 2 vols., Madrid, C.S.I.C.
- Sommervogel, C. (1890-1900), *Bibliothèque de la Compagnie de Jésus*, 11 vols., Brussels, Oscar Schepens; Paris, Alphonse Picard (reimpresió fac-símil, 12 vols, Lovaina, 1960).
- Stolzenberg, D. (2004), "Four Trees, Some Amulets, and the Seventy-two Names of God", in P.Findlen, ed., pp.149-170.
- Straker, S. (1981), "Kepler, Tycho, and the 'Optical Part of Astronomy': The Genesis of Kepler's Theory of Pinhole Images", *Archives for History of Exact Sciences*, 24, 267-293.
- Taton, R.; Wilson, C., eds., (1989), *The general history of astronomy. Vol.2: Planetary astronomy from the Renaissance to the rise of Astrophysics. Part A: Tycho Brahe to Newton*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Thoren, V.E. (1974), "Kepler's Second Law in England", *The British Journal for the History of Science*, 7, 243-256.
- Thoren, V.E. (1989), "Tycho Brahe", a R.Taton i C.Wilson, eds., pp.3-22.
- Thoren, V.E. (1990), *The Lord of Uraniborg. A Biography of Tycho Brahe*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Trias Mercant, S. (1985), *Història del pensament a Mallorca*, Mallorca, Moll.
- Van Helden, A. (1974), "The Telescope in the Seventeenth Century", *Isis*, 65, 38-58.
- Van Helden, A. (1977), *The Invention of the Telescope*, American Philosophical Society, *Transactions*, 67, part 4. (Philadelphia).
- Van Helden, A. (1985), *Measuring the Universe. Cosmic dimensions from Aristarchus to Halley*, Chicago, University of Chicago Press.

- Van Helden (1989), "The telescope and cosmic dimensions", a R.Taton, C.Wilson, eds., 106-119.
- Vanpaemel, G. (2007), "The Distant Court. The Culture of Mathematics in the Spanish Netherlands", a V. Navarro i W.Eamon, eds., *Beyond the Black Legend: Spain and the Scientific Revolution*, Valencia, Universitat de València-CSIC, pp.267-283.
- Velarde, J. (1998), *Juan Caramuel. Vida y obra*, Oviedo, Pentalfa.
- Vermij, R. (2002), *The Calvinist Copernicans. The reception of the new astronomy in the Dutch Republic, 1575-1750*, Amsterdam, Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen.
- Vicente Maroto, M.I.; Esteban Piñeiro, M. (1991), *Aspectos de la ciencia aplicada en la España del Siglo de Oro*, Valladolid, Junta de Castilla y León.
- Whitaker, E. A. (1989), "Selenography in the seventeenth century", a R.Taton i C.Wilson, eds., p.119-143.
- Willach, R. (2000), "The Development of Telescope Optics in the Middle of the Seventeenth Century", *Annals of Science*, 58, 381-398
- Wilson, C. A. (1968), "Kepler's derivation of the elliptical path", *Isis*, 5, 5-26.
- Wilson, C. A.(1970), "From Kepler's Laws, So-called, to Universal Gravitation: Empirical Factors", *Archive for History of Exact Sciences*, 6, 89-170.
- Wilson, C. A. (1989a), *Astronomy from Kepler to Newton: Historical Studies*, London, 1989.
- Wilson, C.A. (1989b), "Predictive astronomy in the Century after Kepler", a R.Taton i C.Wilson, eds., pp.161-207.

## ÍNDEX D'AUTORS CITATS

---



## ÍNDEX D'AUTORS CITATS

---

|                                         |                                                                                                                                                                                         |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Al-Battani                              | 36                                                                                                                                                                                      |
| Al-Fargani                              | 36                                                                                                                                                                                      |
| Albategnius                             | 78,85,88,89,107                                                                                                                                                                         |
| Albohazen                               | 87,88                                                                                                                                                                                   |
| Alfons X de Castella                    | 46,71,86,87,88,89,94,111                                                                                                                                                                |
| Alhazen                                 | 79                                                                                                                                                                                      |
| Apianus, Petrus                         | 61                                                                                                                                                                                      |
| Argoli, Andrea                          | 51,120                                                                                                                                                                                  |
| Aristarc                                | 51                                                                                                                                                                                      |
| Arquímedes                              |                                                                                                                                                                                         |
| Bettini, Mario                          | 79,79n,107                                                                                                                                                                              |
| Binimelis, Joan Baptista                | 27                                                                                                                                                                                      |
| Blaeu, Willem Janszoon                  | 139n,142                                                                                                                                                                                |
| Bocharto, Joannes                       | 106,106n                                                                                                                                                                                |
| Borelli, Giovanni Alfonso               | 61,63,65                                                                                                                                                                                |
| Boulliau, Ismaël                        | 50,50n,57, 57n, 59,<br>59n,78,83n,96,97,98,99,100,101,101n,102,104,106,109,109n,110,11,113,114,117,11<br>9,120,121,121n,122,125,127,133,133n,134,135,138,146312,314                     |
| Bourdin, Pierre                         | 109,109n                                                                                                                                                                                |
| Brahe, Tycho                            | 27,28, 28n, 29, 29n, 30, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 43,45, 47, 51,<br>54, 61, 62,71,73,73n,76,77,77n,<br>81,84,85n,86,89,97,101,101n,103,107,108,114,114n,118,126,127,129,138,139n,142 |
| Brisuela, Andreas                       | 50                                                                                                                                                                                      |
| Caramuel y Lobkowitz, Juan              | 40, 40n, 41, 50, 61, 65,100,158,158n,310                                                                                                                                                |
| Cardano, Girolamo                       | 61                                                                                                                                                                                      |
| Carreto, Geloto del (Marquès de Savona) |                                                                                                                                                                                         |
| Cassini, Giovanni Domenico              | 32,61,96                                                                                                                                                                                |
| Cedillo Díaz, Juan                      | 34 35 35n 38 38n                                                                                                                                                                        |
| Chiaramonti, Scipione                   | 73,73n                                                                                                                                                                                  |
| Clavius, Christoph                      | 36                                                                                                                                                                                      |

Cleòmedes 80  
 Commandino, Federico 72  
 Copèrnic 28,34, 36, 38, 39, 43,78,86,86n,107  
 Costurer, Aina 25  
 Curzolanus, Dominus 99,99n  
 Cysat, Johan Baptista 64, 140,140n,153  
 Dameto, Joan 25,311  
 Descartes, René 63  
 Desclapers, Dídac 41 41n 61,70,142,151  
 Divini, Eustachio 53  
 Dullendio, Gabriele a 117n  
 Durret (Dret), Noël 51,117n  
 Eichstadius, Laurentius (Lorenz Eichstadt) 51,97,97n,101  
 Euclides 76n,84n,85n,11  
 Faber, I. 105,105n,121n  
 Faille, Jean Charles della 39,40,139, 310  
 Felipe IV 40  
 Fernel, Jean 140  
 Finé, Oronce 26n  
 Fournier, Georges 97,97n  
 Freyre da Silva, Luis 26  
 Fuster, Miquel 41 41n 63,149  
 Galileu 27,35,37,38,39,40, 53n,64,128,153,153n  
 Galterius, Honoratus 106,106n,109  
 García de Céspedes, Andrés 34,34n,36,37,139n  
 Garretus, Antonius (Antoine Agarrat) 98,98n,109,109n  
 Gassendi, Pierre  
 27,50,50n,61,63,64,73,80,83n,97,100,100n,101,104,105,105n,106,109,109n,110,110  
 n,121n,122,131,131n,141,150,153  
 Gemma Frisius, Reiner 81,87n  
 Gerson, Levi ben 72  
 Gloriosi, Giovanni Camillo 35  
 Gottignies, Gilles François de 61,63  
 Grassi, Horatio 35  
 Grienberger, Chistoph 311,311n,313  
 Grimaldi, Francesco Maria 18,32,33,54,55,74  
 Guasp, Pere 26  
 Gutiscovius, Gerardus 97,97n,99  
 Herigone, Pierre 135,135n,137  
 Herrera, Juan de 34  
 Hevelius, Johannes 50,50n,61,62,65,81,97,99,100,101,102,104,109,122  
 Hiparc 86,88  
 Hooke, Robert 61  
 Hortensius, Martinus 53,54n,125,125n,139

Huygens, Constantijn 60n  
 Huygens, Christian 53,61  
 Ishaq ben Sid 46,87  
 Kepler, Johannes 17,28, 29,  
 29n,30,30n,32,33,36,37,39,43,50,51,57,59,61,63,64,66,72n,73,74n,77,79,79n,81,81n  
 ,86n,96,101,102,102n,103n,107,107n,109,110,114,117,119,119n,120,125,129,131,1  
 33,134,135n,138,139,141,146,147,153,154  
 Kircher, Athanasius 18,41,41n,43,43n,80,107,310,310n,311,311n,312  
 Langren, Michael-Florent Van 40,54,107,126,137n,139,139n,140  
 Lansbergen, Philipp  
 36,50n,57,73,73n,77,78,85,86,92n,96,98,99,99n,101,101n,104,106,108,109,110,111,  
 113,114,115,117,120,121,122,127,133  
 Lastanosa, Vicente J. 310  
 Lavanha, Juan Bautista 88  
 León, Andrés de 34  
 Liceti, Fortunio L. 82,83n  
 Linnemann (Linnemannus), Albert 81,81n,138n  
 Llull, Ramon 311,313  
 Longomontanus, Christian Severin 51,57n,101,101n,114,114n,147  
 Maestlin, Michael 36,62,81  
 Magini, Giovanni A. 34n,129,129n  
 Maignan, Emmanuel 103,103n  
 Malvasia, Cornelio 53  
 Marci, Marcus 40  
 Menelaus d'Alexandria 88,88n  
 Mersenne, Marin 27,40, 50,50n  
 Metius, Adriaen 141,142  
 Metius, Jacobus 142  
 Milliet Dechaies, Claude François 61,63  
 Miranda, Enrique de 63  
 Montanari, Geminiano 61,63  
 Montebruni, Francisco 51,101,101n  
 Moretus, Theodore 97,97n  
 Morin, Jean-Baptiste 109  
 Mulerius (Muliers), Nicolaus 88,88n  
 Mut, Joan 25  
 Munyós, Jeroni 34,35,36 39,61  
 Naudé, Gabriel 83  
 Newton, Isaac 17,61  
 Nicéron, Jean François 99,99n  
 Nieremberg, Juan Eusebio 37,38  
 Nunes, Pedro 36,79,140  
 Núñez Zamora, Antonio 37,38  
 Peurbach, Georg 36, 61

Petit, Pierre 61  
 Ptolemeu 30,33n,43,46,78,85,86,88,88n  
 Ray, John 61  
 Regiomontanus 36,61,86,86n  
 Renieri, Vincenzo 43,51,92n,97,99,100,102,119,312,314  
 Reinhold, Erasmus 36,88n,107,113  
 Rheita, Anton Maria Schyrlaeus de 40,41  
 Riccioli, Giambattista  
 17,32,32n,40,41,41n,42,43,47,47n,48,49,49n,50,51,51n,52,54,54n,55,57,57,58,  
 61,64,64n,66,74n,80n, 81n,92,96,97,97n,98,98n,99,99n,103,106,107,107n,108,  
 109n,110,111,112,119n,123,125,126n,132, 135, 137n,138,140,311,313  
 Riccius, Augustinus 46,46n,88  
 Richard, Claude 39,40  
 Roales, Francisco de 37  
 Rocamora, Fr. Tomás de 70  
 Rodríguez, Diego 64n  
 Rojas, Juan de 40  
 Ruiz, Pedro 26n  
 Sánchez i Villanova, Joseph de 70  
 Santacília i Pacs, Pere 25  
 Saragossà, Josep de 41,61,63n,64,65,66,113,140,146,147,149,  
 149n,150,151,156  
 Scaliger, Joseph Justus 88,88n  
 Scheiner, Christoph 39,44,45n,74,74n,75n,82,82n  
 Schöner, Johannes 86n  
 Sempilius, Hugo 39  
 Sèneca 64  
 Snell, Willebrord 61,105,139n,141,141n,142  
 Sobrino, José 139,139n  
 Stadius, Johannes 87,87n  
 Suárez de Arguello, Francisco 34,35,87,88n  
 Swineshead, Richard 311,311n,313  
 Tabit b.Qurra 36,46  
 Valdés, Daza de 37  
 Valle, Bartolomé del 37  
 Van Helmont 40  
 Varenius, Bernhard 103,103n,137,141  
 Velasco i Tovar, Bernardino F. de (Contestable de Castella i Lleó) 43n,70,92n  
 Vélez, Juan Bautista 35,36,37  
 Vhapelain, Jean 83n  
 Viva, Jacques 97,97n  
 Walther, Bernard 86,86n  
 Ward, Seth 59,133,133n  
 Wendelinus (Wendelen), Gottfried(Godefried) o Govaart

32,40,50,50n,51n,61,80,80n,81,81n,82,82n,96,96n,  
 98,98n,99,100,100n,101,105,106,107,110,11,113,114,114n,137,138,139n,141,142,1  
 46,314  
 Witelo 79  
 Yehudà ben Mosé 46, 87  
 Zacut, Abraham 46  
 Zamorano, Rodrigo 88  
 Zucchi, Nicolò 103,103n  
 Zupus (Zupi), Franciscus 99,99n  
 Zupus (Zupi), Giovan Battista 99n

## LIBER

## PARTVS

## DE LVNA.

|                    |                    |                 |                    |                    |
|--------------------|--------------------|-----------------|--------------------|--------------------|
| Serinus            | Malacitius Sec. J. | Veneris         | Morinus            | Egnacius Dantes    |
| Serbatius          | L. Efrus J. D.     | Zuchus Sec. J.  | Munus              | Eulachius          |
| Tabus              | Moeris Sec. J.     | Bayrus          | Orgonus            | Gallius            |
| Theron Greis       | Munus              | Bellidus        | Ponuldes           | Cornelius Sec. J.  |
| Theron Junior      | Nomus              | L. Africus      | Prefatus           | L. Jaco Polidom    |
| Vendelinas         | Quonit             | Byptus          | Rochmanus          | H. Pater J. aresti |
| Zagrus             | Pratus             | Capanus         | Schikardus         | H. Hottus          |
| d. OCTANS.         | Pulcius            | Cubus Aced.     | Schillerus         | Hegulus            |
| Albanicus          | Pulcius            | Cugtus          | Zupus Sec. J.      | Kepent             |
| L. Firdusand. Ing. | L. Jussus J. X.    | Deucius Sec. J. | f. OCTANS.         | Landbergius        |
| Alaccos            | H. M. J. J. J.     | Ekiladit        | Ancon Rocca        | Linemannus         |
| Algericus          | Parbauchus         | Fomana          | Bellatun           | Milgus             |
| Alfonas Rex        | Repinianus         | Goffus          | Bely Sec. J.       | Modius             |
| L. Ludovic. XIV.   | Solentus           | L. Amedeo Nepos | Caulicus           | Reinoldus          |
| Apianus            | Schmerus Sec. J.   | Hainzelus       | Copetinus          | Rhetica            |
| Arachal            | Schomburg Sec. J.  | Heugonius       | L. Philippus J. V. | Ricopus Sec. J.    |
| Arzet Sec. J.      | Simpel Sec. J.     | Iundus          | H. M. J. J.        | Selescus           |
| Burcius            | Tannus Sec. J.     | Meferius        | Culann             | Simon Martin       |
| Destinat Sec. J.   | Valdus             |                 | Dourin. Maria      | Stalpe Sec. J.     |
| Blancus Sec. J.    |                    |                 |                    | Stadus             |

## NOMENCLATVA LVNARIVM REGIONVM

Adiecta numero OCTANSI, ad quae pertinent.

|                       |                       |                    |                     |                   |
|-----------------------|-----------------------|--------------------|---------------------|-------------------|
| Insula Vicoctus R.    | Mare Hamus J.         | Peninsula Edoni-   | L. Terra Infinita   | Terra Sanctus     |
| L. Lucus Mens J.      | L. Mare Fenice        | num J.             | Terra Fecunda       | L. Terra Dignitas |
| L. Lucus Somnitus J.  | L. Mare Indicum J. 2  | Sinit Adm J.       | f. 6.               | H. Affa pars      |
| L. Lucus Syria        | L. Oceanus Phlegion   | H. Mare Adriaticum | L. Terra Digitalia  | Terra Siccia      |
| L. Pado Hyperborea    | H. Mare Euxi          | Sinit Epeidura-    | H. Affa             | L. 2.             |
| L. Lucus Euphrates J. | L. Pado Nebulatus J.  | num J.             | Terra Grandis a     | L. Terra Hamus    |
| L. Lucus Phlegion     | L. Terra Finis J.     | L. Mare Euphratum  | Terra Gracilis a    | Terra Stethus J.  |
| L. Mare Cretum J.     | L. Pado Nimbis J.     | Sinit Indum J.     | Terra Maris J. 4    | Terra Vira J. 4   |
| L. Mare Nectus J.     | L. Pado Putredinis J. | L. Sinit Apollin   | L. Terra Temporalis | L. Terra Septima  |
| L. Mare Euxinum       | L. Pado Sinit J.      | L. Sinit Apollin   | H. Colus            | H. Formalia       |
| H. Pado Adm           | L. Adm. Pado Boreo    | Sinit Boreo J.     | Terra Nudum J.      | Terra Vigila J. 6 |
| Mare Fecunditas       | Peninsula Delio-      | num J.             | L. Terra Aymus      | L. Terra Parit    |
| L. 1.                 | num J.                | num J.             | Terra Vira J. 2     |                   |
| L. Mare Langred       | Peninsula Fulg-       | num J.             | L. Terra Labris     |                   |
| Mare Fecunditas       | num J.                | num J.             | H. Aymus            |                   |
| L. Mare Fecunditas    | num J.                | num J.             |                     |                   |

Aquest llibre s'acabà d'estampar a la ciutat de Palma,  
el dia 24 de novembre de l'any MMIX,  
dia del 150 aniversari de l'aparició del llibre de Charles Darwin (1809-1882)  
*On the origin of species by means of natural selection, or the preservation  
of favoured races in the struggle for life.*



