

- [22] Sezgin, F., *Geschichte des arabischen Schrifttums*, Band V: Mathematik bis ca. 430 H., Leiden: Brill, 1974; Band VI, Astronomie bis ca. 430 H., Leiden: Brill, 1978; Band VII, Astrologie, Meteorologie und Verwandtes bis ca. 430 H., Leiden: Brill, 1979.
- [23] Sezgin, F., ed., *Islamic Mathematics and Astronomy*, Frankfurt: Institut für Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften, 1997 - ..., 120 volumes to date.
- [24] Sezgin, F., ed., *Islamic Geography*, Frankfurt: Institut für Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften, 1992 - ..., 278 volumes to date.
- [25] Sezgin, F., ed., in collaboration with Jan P. Hogendijk and Fabian Käs, *Codex Avasofya 4832: A collection of Mathematical, Philosophical, Meteorological and Astronomical Treatises*, Frankfurt: Institut für Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften, 2010. Series C: Facsimile Editions, vol. 72.

Appendix: Arabic text

بسم الله الرحمن الرحيم العزة لله

رسالة في الأبعاد والأجرام تأليف أبي الصقر عبد العزيز بن عثمان
القيصري

رأيت¹ أطال الله بقاء الأمير سيف الدولة أكثر أهل العلم بل إن قلت أكثر الناس ممن تتارعه نفسه إلى البحث عن حقائق الأشياء متعجبين مما يحكى عن الأوائل مما وجدوه من عظم الشمس والقمر ومقدار كل واحد منهما من الأرض وكيف أدرك ذلك. ورأيت بطلموس قد بين مقدار الشمس والقمر فقط وأبعادهما برهان هندسي ولم يذكر غيرها من الكواكب ولم أر أحدًا من أصحاب كتب الأجرام والأبعاد يبرهن على أعظام باقي الكواكب وأبعادها بل يأتون بذلك تقليدًا بغير برهان. فأثبت في هذه الرسالة بالبرهان على ما ذكره جميع أصحاب كتب الأجرام والأبعاد وزدت على ما ذكروه أن يثبت أن قطر فلك الكواكب الثابتة الذي هو أعظم الأفلاك ١٢٨٢٩١٠٠٠ ميلًا² بالليل الذي مقداره أربعة آلاف ذراع بالذراع السوداء وأن مساحة هذا الفلك بالليل المكسر والليل المكسر مسافة طولها ميل وعرضها ميل والليل ١١٢٠٠٠٠ ميلًا وأن الذي يقابل ميلًا من الأرض من هذا الفلك عشرين ألف ميل. وذلك بعد أن قدمت ما احتاج إلى تقديمه موضحًا لذلك. ثم أثبت بما ذكره بطلموس من أعظام الشمس والقمر وأبعادهما من الأرض. ثم أتبعته ذلك بذكر أجرام باقي الكواكب وأبعادها وما احتيجت إليه من كلام الأوائل في الطريق إلى ذلك فأثبت به ونسبته إلى صاحبه. وذلك بعد أن كان ما يبرهن عليه الأوائل من أن السماء على مثال الكرة وأجرام

الكواكب كذلك وأن الأرض في وسط السماء كالركز وأنه لا قدر لها إذا قيست إلى فلك البروج وأنها كرية في الحس مقدم لنا¹.

فأول ما أنا ذاكره سبب⁴ كسوف القمر. وذلك أن القمر يستضيء من الشمس دائماً بنصف كرتيه، والدليل على ذلك ما نرى في الهلال من النور عند انصراف القمر عن مقارنثة الشمس الذي نرى فيه مما يلي الشمس إلى أن يقابها فيكون نصفه الذي يستضيء⁵ من الشمس بجملته يلينا إذ كنا بين الشمس والقمر فذاه ممتاعٌ ضوءاً. ثم يقرب⁶ بعد ذلك من الشمس من الجهة الأخرى فيكون النور أيضاً مما يلي الشمس إلى⁷ أن يقارها فيصير نصفه المضيء مما يلي الشمس⁷ وهي أعلى منه⁸ وهو بين وبين الشمس ولا نرى له ضوءاً⁹. فلو أن ساترا ستر ما بين الشمس والقمر لم نكن نرى في القمر ضوءاً وهو الذي نسميه كسوفاً قمرياً¹⁰ كما يعرض له إذا قابل الشمس ويكون عرضه يسيراً أو لا يكون له عرض أعني بعداً¹¹ عن طريقة الشمس التي هي نطاق البروج. فيكون الشمس والقمر والأرض على خط واحد مستقيم فيستر الأرض بظلها القمر عن الشمس. فنرى¹² القمر بحاله التي هو بها من غير أن يقبل ضوء الشمس وذلك عند كسوفه.¹²

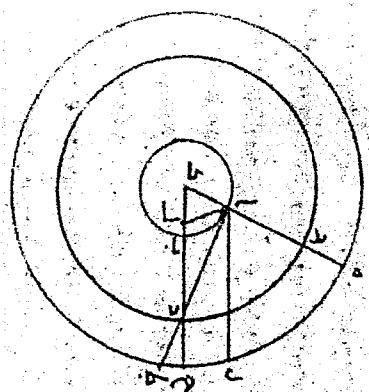
فنقول بعد ذلك أن الشمس أعظم من الأرض لأنها إن لم يكن أعظم فهي مثلاً أو أصغر منها. فإن كانت الشمس أصغر من الأرض فقد ينبغي أن يكون ظل الأرض أوسع منها وابتداءً اتساعه من الأرض ثم يتزايد اتساعه حتى يتتهي إلى السماء فيكون هناك أضماًفاً كثيرة مثل الأرض ويستر الأرض من الفلك مقداراً أكثر من الأرض أضماًفاً كثيرة. وذلك أنك لو أخذت كرة أعظم من جرم سراج في الليل ويكون السراج في بيت وقابلت بالكرة السراج فإن الكرة تستر من السقف أو الحائط أضماًفاً كثيرة مثل الكرة وكلما أديت الكرة من السراج كان ما يستر أكثر. وكان ينبغي لو كان ذلك كذلك أن ينكشف القمر في كل شهر إذا قابل الشمس

إذ كان أكثر ما يعرض عن فلك البروج الذي يقع عليه محور هذا الظل خمس درج. ويكون مكث القمر في الكسوف من ابتداءه إلى انحلاله أكثر الليل. ويكون إذاً ينكشف في بعده الأبعد من الأرض [C 244 ب] أكثر [A 89] مرة منه في بعده الأقرب لأن الظل يكون هناك¹³ أوسع. ويقع زحل والمشتري والبرج في الظل وينكشف هذه الثلاثة الكواكب¹⁴ في كل سنة مرة إذا قابلت الشمس ويكون انكشافها ليالياً لأن الظل هناك يكون أكثر اتساعاً. ولسنا نشاهد شيئاً من ذلك فليست إذن الشمس بأصغر¹⁵ من الأرض. ولو كانت مساوية لها كان غلط ظل الأرض مثل غلط الأرض ويكون مستوياً من أسفله إلى السماء مثل شكل الأسطوانة لا يكبر ولا يصغر إلى نهاية الأفلاك. ويمكن أن ينكشف زحل والمشتري والبرج¹⁶ إذا مر كل واحد منها في وقت مقابته الشمس بذلك الظل. وكان مكث القمر في الكسوف وهو في أبعد بعده من الأرض وفي أقرب قربه واحداً. ولسنا نشاهد شيئاً من ذلك فليست إذن مساوية. فالأرض إذن أصغر من الشمس ويكون ظل الأرض محروطاً صنوبرياً قاعدته الأرض وكلما بعد عنها استمدق إلى أن ينقطع على نقطة. وذلك أنك لو قابلت بكرة سراجاً أو ناراً يكون جرمها أعظم من جرم الكرة فإنك كنت ترى ظل الكرة في السقف أو الحائط أصغر من الكرة وربما كان السقف أو الحائط بعيداً عن الكرة فلا يستر منه شيئاً ولا يكون لها في واحد منهما ظل لأن الظل ينقطع دون ذلك. وللأرض عند فلك القمر مقدار محسوس وليست عنده كالنقطة كما هي بالإضافة إلى أفلاك الكواكب العلوية وفلك الكواكب الثابتة التي هي عندها كالنقطة في الحس. لأنها لو كانت الأرض عند كرة القمر كالنقطة في الحس كان الخط الخارج من مركز الأرض ومواز بالقمر ومتهي¹⁷ إلى فلك البروج وهو الموضع من فلك البروج الذي نجد موضع القمر الحقيقي والخط الخارج من ظاهر الأرض أعني من منظر الأبصار إلى القمر¹⁸ ثم

إلى فلك البروج وهو الموضع من فلك 19 البروج الذي يرى فيه خطًا واحدًا. ولسنا نجد ذلك كذلك إذا قومتنا 20 القمر فوجدناه في موضع ما 21 من فلك البروج ولم يكن مساميًا للرأس ثم رصدناه بذات الحلق ووجدناه 22 في غير الموضع الذي قومتناه فوجدناه فيه. فوجب أن يكون للأرض عند فلك القمر مقدار محسوس وأن هذين الخطين يتقاطعان عند مركز جرم القمر ويقعان من فلك البروج في موضعين مختلفين، ويسمى ما بينهما اختلاف المنظر وذلك أبدأ قوس من دائرة الارتفاع وهي الدائرة المعظمي 23 المائرة بسمت الرأس ومركز القمر 24 ويكون الموضع الذي يرى فيه أقرب إلى الأفق من موضعه الحقيقي. [C 245A]

وذكر بطليموس في الباب الثاني عشر من المقالة الخامسة من المجسطي أنه رصد القمر بالإسكندرية في وقت ذكره بالمضادين اللتين ذكرهما في الباب بآ من هذه المقالة. فوجد بعد القمر من سمت الرأس هناك في ذلك الوقت خمسين جزءًا و 55 دقيقة. ثم تقوم القمر لذلك الوقت وحسب ارتفاعه بما يحسبه النجمين وكما قدمه فيما تقدم من هذه المقالة فوجد 25 بعده من سمت الرأس بالحقبة 49 جزءًا و 48 دقيقة. فيكون اختلاف المنظر هناك وهو ما بين الخطين الخارج أصدهما من مركز الأرض وماءً 26 بالقمر والآخر من منظر الأبصار وماءً 27 بالقمر ويتبين جميعا إلى دائرة الارتفاع في فلك البروج الذي الأرض عنده كالنقطة لا مقدار لها جزءًا واحدًا 28 و 7 دقائق.

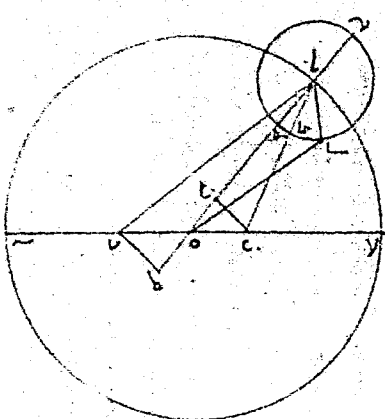
وإذا كان ذلك كذلك فإننا نخط في سطح دائرة الارتفاع وهي المائرة بسمت الرأس والقمر دوائر 29 على مركز واحد إحداهن الدائرة المعظمي التي تكون على كرة الأرض وهي $آب$ والآخرى الدائرة المعظمي التي تمر بمركز جرم القمر في وقت الرصد وهي $جـد$ والثالثة في فلك البروج الذي الأرض عنده بمنزلة النقطة وهي $هـزحط$. وليكن المركز المشترك لجميع هذه الدوائر نقطة $ك$ وانظر الذي تمر بهذه الدوائر وبسمت الرأس خط كاجه.



وليكن القمر على نقطة $د$ وليكن بينها وبين نقطة $ج$ التي هي سمت الرأس وهو البعد الحقي 30 49 جزءًا و 48 دقيقة كما قلنا فيما تقدم. ونخرج خط $كجـح$ ونخط $ادط$ ونخرج من نقطة $آ$ التي هي منظر الأبصار عمودًا إلى $كـب$ وهو $آل$. ونخرج منها أيضًا خطًا موازيًا لخط $كـج$ وهو $آر$. فنقوس $حط$ التي هي اختلاف المنظر ما بين موضع القمر الحقي 30 [A 89B] وهو موضعه الذي يرى فيه بشعاع $ادط$ يكون جزءًا واحدًا وسبع دقائق على ما تبين من القياس المتقدم. ولأن قوس $زط$ إنما تريد على قوس $حط$ زيادة غير محسوسة فهي بمنزلة $آ$ لأن جميع الأرض إنما هي بمنزلة النقطة [C 245B] عند دائرة $هـزحط$ يكون قوس $زط$ جزءًا واحدًا وسبع دقائق وتكون زاوية $زاط$ جزءًا واحدًا وسبع دقائق بالمقدار الذي به الأربع الزوايا القائمة 360 جزءًا. وذلك أنه لا فرق بين أن تصير نقطة $آ$ مركزًا لدائرة $زحط$ وبين أن تصير مركزها نقطة $ك$ لأنه لا قدر لخط $كـك$ عند دائرة $زحط$ وتكون زاوية $آدل$ المساوية لهذه الزاوية أيضًا جزءًا واحدًا وسبع دقائق. فإذا جعلت نقطة $د$ مركزًا وأدير بعدد $دآ$ دائرة يكون نصف قطرها خط $دآ$ والقوس التي جبرها خط $آل$ الذي هو وتر زاوية $آدل$ جزءًا واحدًا وسبع دقائق وجيبه الذي هو $آل$ جزء وعشر دقائق وتسع ثواني بالأجزاء التي بها $آد$ ستون 31 جزءًا. وليس نقصان

خط دل عن خط آد بمحسوس وقوس جد كانت ٤٩ جزءًا و ٤٨ دقيقة
 زاوية جكد التي على المركز تكون ٤٩ جزءًا و ٤٨ دقيقة بالمقدار الذي
 يكون به الأربع الزوايا القائمة ٣١٠ جزءًا. وكذلك قوس آب من دائرة
 آب وجيبها وهو خط آل يكون ٤٥ درجة و ٤٩ دقيقة و ٣٩ ثانية
 بالأجزاء التي بها خط آك ستون³² جزءًا. ويكون خط لك جيب تمام
 قوس آب من ربع الدائرة الذي هو أربعون جزءًا³³ و ١٢ دقيقة وجيبه
 وهو خط لك ٣٨³³ جزءًا و ٣٩ دقيقة و ثانية بالأجزاء التي بها خط آك
 ستون³⁴ جزءًا. فإذا جعلنا خط آك وهو نصف قطر الأرض واحدًا فإن
 خط آل يكون به ٤٥ دقيقة و ٥٠ ثانية وخط كل ٣٨ دقيقة و ٣٩
 ثانية. وقد كان تبين أن خط آل إذا كان جزءًا وعشر دقائق وتسع³⁵ ثواني
 فإن خط لد³⁶ ستون³⁷ جزءًا. ولكن خط آل ٤٥ دقيقة وخمسين ثانية
 فخط لد ٣٩ جزءًا و ١٤ دقيقة وبهذا المقدار كان خط كل ٣٨ دقيقة و
 ٣٩ ثانية ويكون خط كآ الذي هو نصف قطر الأرض جزءًا واحدًا
 ويعبر خط كد الذي هو بعد القمر من الأرض وقت الرصد ٣٩ جزءًا
 واثنتين وخمسين دقيقة بالمقدار الذي به آك الذي هو نصف قطر الأرض
 واحدًا.

فإذ قد تبين ذلك فإننا نجعل فلك القمر الخارج المركز دائرة آج ومركزه
 د وقطره الذي بمركز فلك البروج³⁸ ادج ومركز فلك³⁸ البروج نقطة ه
 والنقطة التي تحاذيها فلك التدوير نقطة ز. ونجعل نقطة ب مركزًا وندير
 حولها فلك التدوير حطكل. ونخرج خط حطه وخط بد وخط بكر
 ونجعل القمر في وقت الرصد الذي قدمنا ذكره على نقطة ل. ونخرج
 خطي³⁹ له لب ونخرج إلى خط به عمودين أحدهما من نقطة د وهو
 دم والآخر من نقطة ز وهو زن. فالآن بعد ما بين الشمس والقمر بوسط
 الحركة في وقت الرصد هي ٧٨ جزءًا و ١٣ دقيقة فإن زاوية أمب يكون
 ١٥٦ و ٢٦ بالمقدار⁴⁰ الذي يكون به الأربع الزوايا القائمة ٣١٠ جزءًا



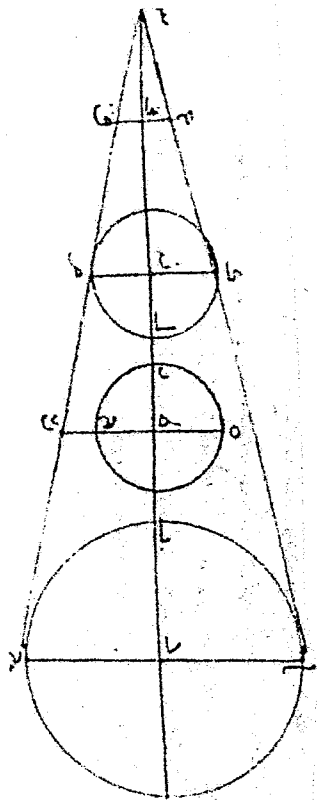
إذ كان أبدأ بين مركز فلك التدوير والبعد الأبعد من الفلك الخارج المركز
 ضعف ما بين الشمس والقمر بوسط الحركة حول مركز فلك البروج⁴¹
 كما بين ذلك بطليموس في الباب ب من المقالة ه من الجسطي. ويعبر
 كل واحدة من زاويتي زهن دهم ما بقي لزاويتين قائمتين وذلك ٢٣ جزءًا
 و ٣٤ دقيقة بهذا المقدار. فتمت أدير على مركزي د ز دائرتين ببعد ه⁴²
 كانت كل واحدة من القوسين من هاتين الدائرتين اللتين جيباهما خطا دم
 دن ٢٣ جزءًا⁴³ و ٣٤ دقيقة وجيباهما اللذان هما خطا دم دن ٢٣
 جزءًا و ٥٨ [C] ٢٤٦ ب [دقيقة و ٢٩ ثانية⁴⁴ بالأجزاء [A] ٩٠
 التي بها كل واحد من خطي ده هن ستون⁴⁵ جزءًا لأن خط ده مساو
 لخط هن كما تبين في الباب ه من المقالة ه من الجسطي. وتكون القوسين
 اللتين جيباهما خطا هم هن تمام كل واحدة من تلك القوسين من ربع
 دائرة وذلك ٦٦ جزءًا و ٢٦ دقيقة وجيب ذلك وهو كل واحد من خطي
 مهن أربعة وخمسين جزءًا و ٥٥ دقيقة و ١٢ ثانية⁴⁶ بالأجزاء التي بها
 كل واحد من خطي ده هن⁴⁷ ١٠ جزءًا. وقد تبين في هذه المقالة من
 الجسطي أن كل واحد من خطي ده هن ١٠ أجزاء و ١٩ دقيقة بالأجزاء
 التي بها خطها ١٠ جزءًا وخط دب الذي هو نصف قطر الفلك الخارج
 المركز بهذا المقدار ٤٩ جزءًا و ٤١ دقيقة. فيصير كل واحد من خطي دم

زن بهذا المقدار ٤ أجزاء و ٩ دقائق⁴⁸ و ١٥ ثانية ويصير كل واحد من هم من هذا المقدار ٩ أجزاء و ٢١ دقيقة و ٣٣ ثانية. وإذا نقصنا من المربع الكائن من بد المربع الكائن من دم بقي المربع الكائن من مم فإذا أخذنا جذر ذلك كان⁴⁹ مم ٤٩ جزءًا و ٣١ دقيقة ويبقى به بهذا المقدار ٤٠ جزءًا و ٤ دقائق ثم يبقى بن ٣٠ جزءًا و ٣٩ دقيقة⁵⁰ وخط زن ٤ أجزاء و ٨ دقائق والمربعان الكائنان من خطي زن⁵¹ بن مثل المربع الكائن من بز فيصير خط بز ٢٠ جزءًا و ٥٤ دقيقة. فأما بالمقدار الذي يكون به بز⁵² جزءًا ١٠ فإن زن يكون به ٨ أجزاء ودقيقة. فتمت جعلت نقطة ب مركزًا وأدير بعد بز دائرة فإن زن يكون جيب قوس يكون مقدارها ٧ درج و ٤٠ دقيقة. وقوس طك من فلك التدوير تشبه هذه القوس لأن الدائرتين على مركز واحد فقوس طك ٧ أجزاء و ٤٠ دقيقة. ولما كان بعد القمر في وقت الرصد من البعد الأبعد الأوسط ٢١٢ درجة⁵³ و ٢٠ دقيقة صار بعده من نقطة ك التي هي البعد الأقرب الأوسط ما يبقى بعد طرح نصف الدائرة وهو اثنان و ثمنون [٢٤٧ C] جزءًا وعشرون دقيقة وتصير قوس كل ٨٢ جزءًا⁵⁴ و ٢٠ دقيقة. ويصير جميع قوس طك تسعين جزءًا فزاوية طبل قائمة. وخط دب الذي هو نصف قطر الفلك الخارج المركز يكون ٤٩ جزءًا و ٤١ دقيقة وخط بل الذي هو نصف قطر فلك التدوير ٥ أجزاء و ١٥ دقيقة⁵⁵ وقد كان تبين أن خط هب ٤٠ جزءًا و ٤ دقائق. فإذا جمعنا المربعين الكائنين من هذين الخطين كانا مثل المربع الكائن من هل فيصير خط هل ٤٠ جزءًا و ٢٥ دقيقة. فبعد القمر من مركز الأرض في وقت الرصد ٤٠ جزءًا و ٥ أجزاء وربع وهذا المقدار يكون خط هـ الذي هو ما بين التدوير ٥ أجزاء وربع وهذا المقدار يكون خط هـ الذي هو ما بين مركز الأرض ونقطة أ التي هي البعد الأبعد من الفلك الخارج المركز ٦٠ جزءًا وخط هـ الذي بين مركز الأرض وبعد القمر الأقرب من الفلك الخارج المركز ٣٩ جزءًا و ٢٢ دقيقة. ولكن بعد القمر في وقت الرصد

الذي هو خط هل قد كان تبين أنه ٣٩ جزءًا و ٤٥ دقيقة بالمقدار الذي به نصف قطر الأرض واحد. فبهذا المقدار يكون خط هـ الذي هو البعد الأوسط⁵⁶ الذي يكون للقمر في وقت الاجتماع والاستقبال ٥٩ جزءًا ويكون خط هـ الذي هو البعد الأقرب الذي يكون في وقتي الترتيعين ٣٨ جزءًا و ٤٣ دقيقة ويكون نصف قطر فلك التدوير بهذا المقدار ٥ أجزاء و ١٠ دقائق. فيكون ما بين مركز الأرض والبعد الأبعد من فلك التدوير إذا كان فلك التدوير في البعد الأبعد من الفلك الخارج المركز [4 B] ٩٠ و ٦٤ جزءًا و ١٠ دقائق بالأجزاء التي بها نصف قطر الأرض واحد.

فلما أراد أن يعلم مقدار قطري الشمس والقمر من قطر الأرض أراد أن يعلم أولاً ذلك بمنظر الأبصار. ومعرفة ذلك بالمعاصرة ذات الهذفين وهي التي ذكرتها في رسالتي في⁵⁷ [٢٤٧ C] ب [محنة المنجمين وفي كتابي في علل⁵⁸ الزيجات. وهي التي يعرف بها مقدار قطر كوكب من قطر غيره وبها يعرف كم المنكسف من القمر ومن الشمس⁵⁹ وكم في الهلال من النور. ويعلم بهذه الآلة أن قطر الشمس في المنظر مساو لقطر القمر وهما جميعًا في مخروط واحد رأسه عند البصر أعني مستحده⁶⁰.

فأما بطليموس فإنه علم ذلك بما أنا واصفه. رصد كسوفين قمرين والقمر في كل واحد منهما في البعد الأبعد من فلك التدوير. انكسف في أحدهما نصف قطر القمر وفي الآخر ربع قطره. وحسب عرض القمر في الوقتين فكان بين العرضين ٧ دقائق ونصف وثلاث فيكون ربع قطر القمر يوتر من فلك البروج هذه السبع دقائق ونصف وثلاث فيكون جميع قطر القمر يوتر ٣١ وثلاث. ولما كان عرض القمر لا انكسف منه نصف قطره ٤٠ دقيقة و ٣٠ ثانية وإذا انكسف نصفه كان محيط دائرة الظل يتر بمركز القمر فيكون نصف قطر الظل مثل نصف قطر القمر وهو في البعد الأبعد مرتين وثلاثة أخماس مرة. فالذي يستعمل هذه القادير التي



ذكرناها في معرفة مقدار بعد الشمس من الأرض، ونجعل مقادير⁶¹ أقطار الدوائر التي يحويها مخروط ظل الأرض من كرة الشمس وكرة القمر وكرة الأرض على حسب هذه المقادير التي ذكرنا. ونعمل على أنه ليس هذه الدوائر بأصغر من الدوائر العظام التي تقع في هذه الأكر بشيء محسوس ولا مقادير أقطارها أصغر من مقادير هذه الأقطار. فإذا كان الأمر قد علم على ما وصفنا وكان بعد القمر الأعظم من الأرض [٢٤٨ C] في أوقات الاجتماع والاستقبال أربعة وستين جزءًا و ١٠ دقائق بالمقدار الذي يكون به نصف قطر الأرض جزءًا واحدًا. وذلك أن البعد الأوسط في هذه الأوقات ٥٩ جزءًا بهذا المقدار ونصف قطر فلك التدوير يكون بهذا المقدار ٥ أجزاء و ١٠ دقائق فإنه يمكننا⁶² أن نعلم بعد الشمس من الأرض.

فنخط لذلك في سطح واحد ثلاث دوائر من الدوائر العظام التي تقع إحداهن في كرة الشمس وهي التي عليها أجب وعلى مركزها د والأخرى في كرة القمر إذا كان في بعده الأبعد وهي التي عليها⁶³ هـزج وعلى مركزها ط والثالثة في كرة الأرض وهي التي عليها كم وعلى مركزها ن . وليكن السطح الذي يحيط بدائرة الأرض ودائرة الشمس أسج والسطح الذي يحيط بدائرة الشمس ودائرة القمر أبح⁶⁴ وليكن سهم المخروط خط

دطس. والخطوط المتوازية التي تصل فيما بين تقطبي التماس من كل واحدة من الدوائر ليس بينها وبين أقطار هذه الدوائر فرق فيما يدركه الحس. فليكن هذه الخطوط أما في دائرة الشمس فخط أوج وأما في دائرة القمر فخط هطح وأما في دائرة الأرض فخط كتم وأما قطر الظل في الموضع الذي يمر فيه القمر إذا كان في بعده الأبعد فخط عقق . فيصير خط طن مساويًا لخط نف ويكون كل واحد من هذين الخطين ٦٤ جزءًا و ١٠ دقائق بالمقدار الذي يكون به خط نل الذي هو نصف قطر الأرض وأحدًا [٢٤٨ C] ب [ويزيد أن نبين كيف نجد نسبة خط ند الذي هو بعد الشمس من الأرض إلى خط نل الذي هو نصف قطر الأرض.

فنخرج خط هح على استقامة إلى نقطة ر فالأنا قد بينا أن الزاوية التي تحيط بقطر القمر إذا كان في بعده الأبعد عند مركز الأرض توترها قوس تكون إحدى وثلاثين دقيقة وثلاث بالمقدار الذي تكون به الدائرة ٣٦٠ فتكون زاوية هنج ٣١ دقيقة و ٢٠ ثانية بالمقدار الذي يكون به الأربيع الزوايا القائمة ٣٦٠ جزءًا وتكون زاوية طنج التي هي نصفها ١٥ دقيقة و ٤٠ ثانية. فإذا أدير على مركز ن بعد حح دائرة كانت القوس منها التي جبرها خط طح هذا المقدار الذي هو ١٥ دقيقة و ٤٠ ثانية ويكون خط طح جبرها وهو ستة عشر دقيقة و ٢٤ ثانية بالأجزاء التي بها⁶⁵ حح ٦٠ جزءًا. فأما القوس التي جبرها خط طن من هذه الدائرة فهي جزءًا وذلك ٨٩ جزءًا و ٤٤ دقيقة وعشرين ثانية بالأجزاء التي بها⁶⁵ حح ٦٠ جزءًا وهو قريب من مساواته. فمتى جعلنا خط ٦٤ جزءًا و ١٠ دقائق فإن خط طح يكون ١٧ دقيقة و ٣٣ ثانية بالمقدار الذي يكون به تم الذي نصف قطر الأرض جزءًا واحدًا. وقد كان تبين أن نسبة قق وهو نصف قطر دائرة الظل في موضع يكون أبعد بعد القمر إلى طح وهو نصف قطر دائرة الشمس كنسبة الجبرين و ٣٦ دقيقة بالتقريب إلى جزء

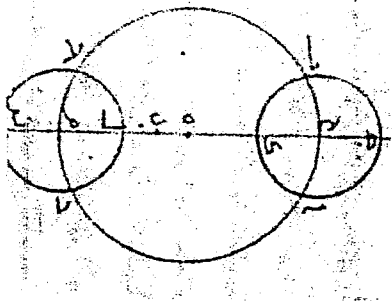
واحد فيكون إذا خط فق ٤٥ دقيقة و ٣٨ ثانية. وخطا طح فق إذا جما يكونان جزءًا واحدًا و ٣ دقائق و ١١ ثانية بالمقدار الذي به تم الذي هو نصف قطر الأرض واحد. وخطا فق طر إذا جما يكونان جزئين لأنهما مجموعين مساويين⁶⁶ لثلي خط تم لأن خطوط طر تم فق [C ٢٤٩] متوازية وخط فن مثل خط نط. ويتبقى خط رح بالمقدار الذي ذكرنا ست وخمسين دقيقة و ٤٩ ثانية أعني بالمقدار الذي به تم واحد. ونسبة تم إلى رح كنسبة نجح إلى حج وكنسبة ند إلى دط. فبالقدار الذي يكون به ند واحدًا يكون دط ٥١ دقيقة و ٤٩ ثانية فيبقى خط نط بهذا المقدار ٣ دقائق و ١١ ثانية، ولكن خط نط ١٤ جزءًا و ١٠ دقائق بالمقدار الذي به خط تم واحد. فيصير خط ند الذي هو بعد الشمس من مركز الأرض بهذا المقدار ١٢١٠ بالتقريب. وبهذا المقدار يكون خط فق ٤٥ دقيقة و ٣٨ ثانية ونسبة تم إلى فق كنسبة نس إلى فس فبالقدار الذي به يكون خط نس واحدًا⁶⁷ يكون خط سف ٤٥ دقيقة و ٣٨ ثانية فيبقى خط فن بهذا المقدار ١٤ دقيقة و ٢٢ ثانية⁶⁸. ولكن خط فن يكون أربعة وستين جزءًا و ١٠ دقائق بالمقدار الذي يكون به خط تم الذي هو نصف قطر الأرض واحدًا. فخط سف يكون مائتي جزءًا وثلاثة أجزاء وخمسين دقيقة وجميع سن يكون ٢١٨ جزءًا. فيجتمع لنا ما قلنا أنه يكون بالمقدار الذي يكون به نصف قطر الأرض واحدًا أما بعد القمر الأوسط من الأرض الكائن في أوقات الاجتماعات والاستقبالات فتسعة وخمسين جزءًا والبعيد الأبعد ٦٤ جزءًا وسدس وأما بعد الشمس ١٢١٠ أجزاء وأما الخط الذي فيها بين مركز الأرض ورأس مخروط ظلها ٢١٨ جزءًا.

فإذا أردنا أن نعلم مقادير عظم جرم الشمس والقمر والأرض وقد تبين أنه متى كان تم الذي هو نصف قطر الأرض واحدًا فإن طح الذي هو نصف قطر القمر ١٧ دقيقة و ٣٣ ثانية وخط نط يكون ٦٤ جزءًا [C ٢٤٩ ب] وسدس ونسبة نط إلى طح كنسبة ند إلى دج. فأما

خط ند فقد تبين أنه يكون بالمقدار الذي ذكرنا ١٢١٠ أجزاء. فيصير خط جد الذي هو نصف قطر الشمس بهذا المقدار ٥ أجزاء ونصف بالتقريب وهذه هي مقادير هذه الأقطار. فإذا كان قطر القمر واحدًا كان قطر الأرض ٣ أجزاء وخمسين بالتقريب وقطر الشمس ١٨ جزءًا وأربعة أخماس. فقطر الأرض مثل قطر القمر ثلاث مرات وخمسين⁶⁹ وقطر الشمس مثل قطر الأرض خمس مرات ونصف بالتقريب.

ولأنه قد تبين في محاسبات أفلاطون أن نسبة الكرة إلى الكرة كنسبة قطرها إلى قطرها مثثة⁷⁰ [A ٩١ ب] ونسبة مكعب القطر إلى مكعب القطر كنسبة القطر إلى القطر مثثة⁷¹ فتكون نسبة الكرة إلى الكرة كنسبة مكعب القطر إلى مكعب القطر فالكعب الكائن من الواحد واحد والكعب الكائن من الثلاثة والخمسين⁷² هو ٢٩ وربع بالتقريب والكعب الكائن من ١٨ وأربعة أخماس ١٦٤٤ ونصف بالتقريب. فيجب من ذلك أنه متى كان حجم القمر واحدًا فإن حجم الأرض ٣٩ وربع وحجم الشمس ١٦٤٤ ونصف فحجم الشمس إذا مثل حجم الأرض ١٧٠ بالتقريب. فهذا ما برهن عليه بطليموس من أمر الشمس والقمر والأرض والظل من أبعادها من الأرض وأعظامها.

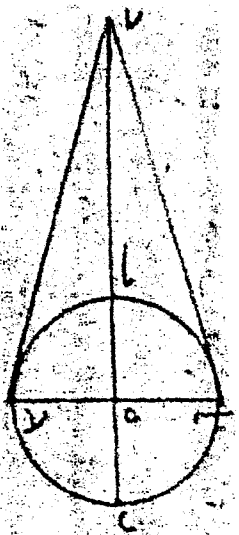
فلنتبع ذلك بما سنخ لي من أمر الكواكب الباقية. ونبدأ بعطارد إذ كان فلكه يلي فلك القمر بعد أن يكون ما قدمه بطليموس من مقادير أقطار أفلاكها لنا مقدمًا ولأنه قد تبين في المقالة التاسعة من الجسطي أنه إذا كان نصف قطر فلك⁷³ عطارد الخارج المركز ٦٠ جزءًا فإن الذي بين مركزه ومركز الأرض بتلك الأجزاء ثلاثة أجزاء ونصف قطر فلك تدويره ٢٢ جزءًا ونصف. وكان أبعد بعد القمر من جميع [C ٢٥٠ أ] أفلاكه هو أقرب قرب عطارد من جميع أفلاكه⁷⁴ إذ كان ليس بينهما فضاء ولا في الطبيعة⁷⁵ فصل لا يحتاج إليه. فنجعل فلك عطارد الخارج المركز دائرة أبجد ومركزها نقطة ه ومركز الأرض نقطة ز وليكن نقطة



البعد الأبعد منه نقطة ح ونقطة البعد الأقرب منه م وليكن القطر المار بالمركزين خط حزم⁷⁶ . ولندر⁷⁶ فلك تدويره وهو في البعد الأبعد دائرة اطبك ويكون وهو في البعد الأقرب دائرة جلدن . فإذا كان خط هم الذي هو نصف قطر الفلك الخارج المركز ٦٠ جزءًا فإن خط هر الذي بين المركزين ٣ أجزاء ويبقى خط زم ٥٧ جزءًا. ولأن خط مل الذي هو نصف قطر فلك التدوير ٢٢ جزءًا ونصف يبقى خط زل ٣٤ جزءًا ونصف بالأجزاء التي بها كل واحد من هم حح ٦٠ جزءًا. وإذا كان عطارد على نقطة ل من فلك تدويره فهو في أقرب قربه من جميع أفلاكه وهو أقرب ما يكون من نقطة ز التي هي مركز الأرض. وهذا الموضع هو أبعد بعد القمر من جميع أفلاكه وقد تبين أن ذلك ٦٤ جزءًا و ١٠ دقائق بالأجزاء التي بها نصف قطر الأرض واحد. فيكون لذلك كل واحد من خطي هح هم الذي كل واحد منهما نصف قطر الفلك الخارج المركز ١١١ و ٣٦ دقيقة بالأجزاء التي بها زل ٦٤ جزءًا و ١٠ دقائق. ويكون بهذه الأجزاء خط هر وهو ما بين المركزين ٥ أجزاء و ٣٥ دقيقة ويكون بهذه الأجزاء كل واحد من خطي من حط الذي كل واحد منهما نصف قطر فلك التدوير ٤١ جزءًا و ٥٠ دقيقة كل ذلك [C ٢٥٠ ب] بالأجزاء التي بها

زل ٦٤ جزءًا و ١٠ دقائق وهي التي بها نصف قطر الأرض جزء واحد⁷⁷. فيكون جميع خط زط وهو ما بين مركز الأرض وأبعد بعد عطارد من جميع أفلاكه ١٥٩ أجزاء بالأجزاء التي بها نصف قطر الأرض واحد ويكون ما بين مركز الأرض وبعدة الأوساط وهو بعده الأبعد من الفلك الخارج المركز فقط ١١٧ جزءًا و ١٠ دقائق وما بين مركز الأرض والبعد الأقرب من الفلك الخارج المركز ١٠٦ أجزاء بالأجزاء التي بها نصف قطر الأرض واحد.

فإذا كان هذا هكذا وكان قد رصد عطارد بالعضادة ذات الهدفين التي قدما ذكرها فوجد قطره بمنظر الأبصار إذا كان عطارد في بعده الأوساط جزءًا من ١٥ جزءًا من قطر الشمس. وكان قطر الشمس يوتر إحدى وثلاثين وثلاث يكون قطر عطارد يوتر دقيقتين وخمس ثواني. فليكن الدائرة العظمى على جرم عطارد دائرة أبح ومركزها نقطة ه وليكن منظر الأبصار الذي هو مركز الأرض [A ٩٢] نقطة د وليكن الخيطان الخارج جان⁷⁸ من منظر الأبصار المماسان⁷⁹ لجرمه خطي دآ دج. فتكون لذلك زاوية آدج دقيقتين وخمس ثواني فتكون زاوية همدج التي هي نصفها دقيقة وثانيتين ونصف⁸⁰. فمضى أدير على مركز د ويبعد دج دائرة كانت القوس منها التي جبرها خط هح دقيقة وثانيتين ويكون جبرها الذي هو خط هح دقيقة وثلاث ثواني بالأجزاء التي بها دج ٦٠ جزءًا. وتبقى القوس التي جبرها خط ده ما يبقى من ربع الدائرة وذلك ٨٩ جزءًا



و ٥٨ دقيقة و ٥٨ ثانية وجيها الذي هو ده قريب من ١٠ جزءًا. ولأنه قد تبين أن خط ده وهو بعد عطارد من مركز الأرض إذا كان في بعده الأوسط ١١٧ و ١٠ دقائق يكون هج هذه الأجزاء دقيقتين وثلاث ثواني وهي الأجزاء التي بها نصف قطر الأرض واحد. فيكون نصف قطر الأرض مثل نصف قطر عطارد نحو ⁸¹ تسعة وعشرين مرة فقطرها مثل قطرة ٢٩ مرة بالتقريب. فإذا ضربت [C ٢٥١] ٢٩ في نفسها ثم في ٢٩ كما قدمنا في نسبة مكعب القطر إلى مكعب القطر ⁸³ حسب ما قدمنا في أمر الشمس والقمر والأرض فيكون جرم عطارد جزءًا من ٢٤٢٨٩ جزءًا من جرم الأرض.

فإذ قد أثبتنا على بعد عطارد ومقدار جرمه فلنتبع ذلك بأمر الزهرة. ولأنه قد تبين في المقالة العاشرة من الجسطي أنه إذا كان نصف قطر الكوكب الخارج المركز للزهرة ١٠ جزءًا فإن الذي بين المركزين بتلك الأجزاء جزء وربع ونصف قطر فلك تدويرها ٤٢ جزءًا وعشر دقائق. فليكن المثال في فلك الزهرة مثل المثال في فلك عطارد والصورة واحدة. ولأن أقرب قرب الزهرة من جميع أفلاكها هو أبعد بعد عطارد من جميع أفلاكه يكون إذا صارت الزهرة على نقطة ل من فلك التدوير فهي في أقرب قربها من الأرض من جميع أفلاكها وبعدها من الأرض هو خط زل وهذا المقدار هو أبعد بعد عطارد. فلأن خط هم الذي هو نصف قطر الكوكب الخارج المركز ١٠ جزءًا وخط هر الذي هو ما بين المركزين جزء وربع يكون خط زم ⁸⁴ ٥٨ جزءًا و ٤٥ دقيقة. ولأن خط مل الذي هو نصف قطر فلك التدوير ٤٢ جزءًا و ١٠ دقائق يبقى خط زل ١٥ جزءًا و ٣٥ دقيقة وهو أقرب قرب الزهرة من الأرض الذي هو أبعد بعد عطارد. وقد تبين أن ذلك بالأجزاء التي بها نصف قطر الأرض واحد ١٥٩ جزءًا. ⁸⁵ فكل واحد من خطي هم هج الذي كل واحد منهما نصف قطر الكوكب الخارج المركز بهذه الأجزاء ١١٢ جزءًا و ١٢ دقيقة

وهي الأجزاء التي بها نصف قطر الأرض واحد ويكون [C ٢٥١] ب] خط هر وهو ما بين المركزين ثلاثة عشر جزءًا ويكون بهذه الأجزاء كل واحد من خطي ل حك ⁸⁶ الذي كل واحد منهما نصف قطر فلك التدوير ٤٤٠ و ٢٤ دقيقة بالأجزاء التي بها نصف قطر الأرض واحد. فيكون جميع خط زط وهو ما بين مركز الأرض وأبعد بعد الزهرة من جميع أفلاكها ١٠٦٥ جزءًا و ٣٦ دقيقة بالأجزاء التي بها نصف قطر الأرض واحد. ويكون ما بين مركز الأرض وبعدها الأوسط وهو بعدها الأبعد من الكوكب الخارج المركز فقط ١٢٥ و ١٢ دقيقة وما بين مركز الأرض والبعد الأقرب من فلكها الخارج المركز ١٠٠ جزءًا بالأجزاء التي بها نصف قطر الأرض واحد.

فإذا كان هذا هكذا وكانت قد رصدت الزهرة وهي في بعدها الأوسط فوجد قطرها بمنظر الأبصار من قطر الشمس جزءًا من ١٠ أجزاء. وقطر الشمس [A ٩٢] ب] يوتر كما قدمنا ٣١ دقيقة وثلاث يكون قطر الزهرة يوتر ثلاث دقائق وثمان ثواني.

فلتكن الدائرة المعظمي على جرم الزهرة كما عملنا في جرم عطارد ونعمل الشكل بعينه. فتكون أوجه ثلاث دقائق وثمان ثواني وتكون زاوية هـ حـ د التي هي نصفها دقيقة وأربع وثلاثين ثانية. فمتى أدير على مركز د ويبعد دـ ح دائرة كانت القوس منها التي جيها خط هـ ح دقيقة و ٣٤ ثانية ويكون جيها الذي هو خط هـ ح دقيقة و ٣٨ ثانية بالأجزاء التي بها [C -] دـ ح ١٠ جزءًا. وتبقى القوس التي جيها خط ده ما يبقى من ربع الدائرة وذلك ٨٩ جزءًا و ٥٨ دقيقة ⁸⁷ وست وعشرين ثانية ويكون جيها الذي هو خط ده قريبًا من ١٠ جزءًا. ولأنه قد تبين أن خط ده وهو بعد الزهرة من مركز الأرض إذا كانت في بعدها الأوسط ١٢ جزءًا و ١٢ بالأجزاء التي بها نصف قطر الأرض واحد فيكون هـ ح ١٢٥ جزءًا و ١٢ بالأجزاء التي بها نصف قطر الأرض واحد. وهي الأجزاء ١٧ دقيقة وثانية ⁸⁸ وهذه الأجزاء ١٧ دقيقة وثانية ١٢٥ جزءًا و ١٢ بالأجزاء التي بها نصف قطر الزهرة ثلاثة

مرات ونصف بالتقريب. فإذا ضربنا الثلاثة والنصف في نفسها ثم في ثلاثة ونصف كما تقدم في نسبة مكعب القطر إلى مكعب القطر كما قدمنا يكون جرم الزهرة جزءًا من ٤٤ جزءًا من الأرض.

فإذ قد أتينا على بعد الزهرة وجرمها وكنا قد قدمنا ذكر بعد الشمس وجرمها فإننا نتبع ذلك بأمر المريخ. ولما قد تبين في القائمة العاشرة من الجسطي أنه إذا كان نصف قطر فلك المريخ الخارج المركز ١٠ جزءًا فإن الذي بين المركزين بتلك الأجزاء ٦ أجزاء ونصف قطر فلك التدوير ٣٩ جزءًا ونصف فليكن المثال في المريخ كالمثال في فلكين الزهرة وعطارد ونعيد الصورة بعينها. فالآن أقرب قرب المريخ من جميع أفلاكه مثل أبعد بعد الشمس كما قدمنا فيكون إذا كان المريخ على نقطة ل من فلك تدويره فهو في أقرب قربه من الأرض من جميع أفلاكه وبعده من الأرض هو خط زل وهذا الموضع هو أبعد بعد الشمس. ولأن خط هم الذي هو نصف قطر الفلك الخارج المركز ٦٠ جزءًا وخط هم الذي بين المركزين ٦ أجزاء يبقى خط زم ٥٤ جزءًا. وخط مل الذي هو نصف قطر فلك التدوير ٣٩ جزءًا ونصف يبقى زل^{٨٩} ١٤ جزءًا ونصف. ولكن خط زل الذي هو أبعد بعد الشمس قد تبين فيما تقدم أنه ١٢١٠ أجزاء بالأجزاء التي بها نصف قطر الأرض واحد. فيكون كل واحد من خطي هم الذي كل واحد منهما نصف قطر الفلك الخارج > المركز < بهذه الأجزاء ٥٠٠٧. وخط هم الذي هو ما بين المركزين ٥٠٠ وقریب من جزء ويكون كل واحد من خطي لم حاك الذي كل واحد منهما نصف قطر فلك التدوير ٣٢٢٦ جزءًا كل ذلك بالأجزاء التي بها نصف قطر الأرض واحد. فيكون جميع خط زط وهو ما بين مركز الأرض وأبعد بعد المريخ من جميع أفلاكه ٨٧٢٤ بالأجزاء التي بها نصف قطر الأرض واحد. فيكون ما بين مركز الأرض وبعده الأوسط وهو بعده الأبعد من

فلكه الخارج المركز فقط ٥٥٠٨ أجزاء بالأجزاء التي بها نصف قطر الأرض واحد. وما بين مركز الأرض والبعيد الأقرب من الفلك الخارج المركز ٤٥٠٦ بالأجزاء^{٩٠} التي بها نصف قطر الأرض واحد. فإذا كان هذا هكذا وكان قد رصد المريخ بالمصادفة وهو في بعده الأوسط فكان قطره بمنظر الأبطال جزءًا من ٢٠ جزءًا من قطر الشمس. وقطر الشمس^{٩١} يوتر كما قدمنا ٣١ دقيقة وثلاث يكون [٩٣٤] قطر المريخ يوتر دقيقة و ٣٤ ثانية.

فليكن الدائرة العظمى على جرم المريخ كما عملنا في الزهرة وعطارد ونعيد الشكل بعينه. فتكون زاوية أدج دقيقة و ٣٤ ثانية وتكون زاوية هدج التي هي نصفها ٤٧ ثانية. فمتى أدير على مركز د وبعده دج دائرة كانت القوس منها التي جيبها خط هج ٤٧ ثانية ويكون جيبها وهو خط هج ٤٩ ثانية وثلاث عشر ثلاثة بالأجزاء التي بها خط دج ١٠ جزءًا. وتبقى القوس التي جيبها ده ما يبقى من ربع الدائرة وذلك ٨٩ جزءًا و ٥٩ دقيقة و ١٣ ثانية وجيبها قريب من ٦٠ جزءًا. ولأنه قد تبين أن خط ده وهو بعد المريخ من الأرض في بعده الأوسط ٥٥٠٨ ويكون هج بهذه الأجزاء جزءًا وربعًا فيكون قطره مثل قطر الأرض قريبًا من مرة وربع فإذا ضرب واحد وربع في مثله ثم ما اجتمع في واحد وربع حسب ما تقدم فيكون جرم المريخ مثل جرم الأرض مرة وقریبًا من ثلثي وربع.

فإذ قد أتينا على أمر المريخ فليتبّع ذلك بأمر المشتري. وقد تبين في القائمة العادية عشر من الجسطي أنه إذا كان نصف قطر فلك المشتري الخارج المركز ٦٠ جزءًا فإن الذي بين المركزين بتلك الأجزاء جزئين ونصف وربع ونصف قطر فلك التدوير ١١ جزءًا ونصف. فليكن المثال في فلك المشتري كالمثال في أفلاك الكواكب التي تقدمت ونعيد الشكل بعينه.

فَالآن أَقْرَب قَرَبِ المَشْتَرِي مِنْ جَمِيعِ أَفلاكِهِ مِثْلَ أَيْمَدِ بَعْدِ المَرِيخِ مِنْ جَمِيعِ أَفلاكِهِ يَكُونُ إِذَا صَارَ المَشْتَرِي عَلَى نَقْطَةِ لَ مِنْ فَلَكَ التَّدْوِيرِ فَهُوَ فِي أَقْرَبِ قَرَبِهِ مِنَ الأَرْضِ مِنْ جَمِيعِ أَفلاكِهِ وَبَعْدَهُ مِنَ الأَرْضِ فَهُوَ ⁹² زَلْ وَهَذَا المَوْضِعُ هُوَ أَيْمَدُ بَعْدِ المَرِيخِ. وَلَآنَ خَطُّ هَمَّ الَّذِي هُوَ نِصْفُ قَطْرِ الفَلَكَ الخَارِجِ المَرَكْزِ ٦٠ جِزْءًا وَخَطُّ هَمَّ الَّذِي هُوَ مَا بَيْنَ المَرَكْزَيْنِ جِزْءٌ وَنِصْفٌ وَرَبِيعٌ فَيَبْقَى ⁹³ خَطُّ زَمَ ٥٧ جِزْءًا وَرَبِيعٌ. وَخَطُّ مَلِّ الَّذِي هُوَ نِصْفُ قَطْرِ فَلَكَ التَّدْوِيرِ ١١ جِزْءًا وَنِصْفٌ يَبْقَى خَطُّ زَلْ ٤٥ جِزْءًا وَنِصْفٌ وَرَبِيعٌ. لَكِنْ خَطُّ زَلْ الَّذِي هُوَ أَيْمَدُ بَعْدِ المَرِيخِ قَدْ تَبَيَّنَ أَنَّهُ ٨٧٣٤ جِزْءًا بِالأَجْزَاءِ الَّتِي بِهَا نِصْفُ قَطْرِ الأَرْضِ وَاحِدٌ. فَيَكُونُ كُلُّ وَاحِدٍ مِنْ خَطِّي هَمَّ الَّذِي كُلُّ وَاحِدٍ مِنْهُمَا هُوَ نِصْفُ قَطْرِ الفَلَكَ الخَارِجِ المَرَكْزِ ١١٤٥٤ جِزْءًا بِالأَجْزَاءِ الَّتِي بِهَا نِصْفُ قَطْرِ الأَرْضِ وَاحِدٌ وَخَطُّ هَمَّ الَّذِي هُوَ مَا بَيْنَ المَرَكْزَيْنِ ٥٢٥ جِزْءًا وَيَكُونُ كُلُّ وَاحِدٍ مِنْ خَطِّي لَمْ حَطِّ الَّذِي كُلُّ وَاحِدٍ مِنْهُمَا هُوَ نِصْفُ قَطْرِ فَلَكَ التَّدْوِيرِ ٢١٩٥ جِزْءًا بِالأَجْزَاءِ الَّتِي بِهَا نِصْفُ قَطْرِ الأَرْضِ وَاحِدٌ. فَيَكُونُ خَطُّ رَطِّ وَهُوَ مَا بَيْنَ مَرَكْزِ الأَرْضِ وَأَيْمَدِ بَعْدِ المَشْتَرِي مِنْ جَمِيعِ أَفلاكِهِ ١٤١٧٤ جِزْءًا ⁹⁴ بِالأَجْزَاءِ الَّتِي بِهَا نِصْفُ قَطْرِ الأَرْضِ وَاحِدٌ. وَيَكُونُ مَا بَيْنَ مَرَكْزِ الأَرْضِ وَبَعْدَهُ الأَوْسَطُ وَهُوَ الأَيْمَدُ الأَبْعَدُ مِنْ فَلَكَ الخَارِجِ المَرَكْزِ ١١٩٧٩ جِزْءًا ⁹⁵ وَمَا بَيْنَ مَرَكْزِ الأَرْضِ وَالأَيْمَدِ الأَقْرَبِ مِنَ الفَلَكَ الخَارِجِ المَرَكْزِ ١٠٩٢٩ جِزْءًا بِالأَجْزَاءِ الَّتِي بِهَا نِصْفُ قَطْرِ الأَرْضِ وَاحِدٌ.

وَلَا كَانَ قَدْ رُصِدَ المَشْتَرِي وَهُوَ فِي بَعْدِهِ الأَوْسَطِ بِالمُضَادَّةِ ذَاتِ الِهْدْمَيْنِ فَكَانَ قَطْرُهُ: نِظَرُ الأَبْصَارِ جِزْءًا ⁹⁶ مِنْ ١٢ جِزْءًا مِنْ قَطْرِ الشَّمْسِ. وَكَانَ قَطْرُ الشَّمْسِ يُوْتَرُ ٣١ دَقِيقَةً وَثَلْثُ فَوْجِبَ أَن يَكُونَ قَطْرُ المَشْتَرِي يُوْتَرُ دَقِيقَتَيْنِ وَ ٣٧ ثَانِيَةً. فَتَكُنُ الدَّائِرَةُ المَعْطَى عَلَى جِزْمِ المَشْتَرِي كَمَا كَانَتْ فِيمَا تَقْدَمُ مِنَ الكَوَاكِبِ وَنَعْبِيدُ الشَّكْلِ بَعِينَهُ. فَتَكُونُ زَاوِيَةٌ أَدَجٌ دَقِيقَتَيْنِ وَ ٣٧ ثَانِيَةً فَتَكُونُ زَاوِيَةٌ هُدَجٌ الَّتِي هِيَ نِصْفُهَا دَقِيقَةٌ وَ ١٨

ثَانِيَةً وَ ٣٠ ثَالِثَةً. فَمَتَى أُدِيرَ عَلَى مَرَكْزِ دَجِّ وَبَعْدَ دَجِّ دَائِرَةٌ كَانَتْ القَوْسُ مِنْهَا الَّتِي جِزْمُهَا خَطُّ هَمَّ دَقِيقَةٌ وَ ١٨ ثَانِيَةً وَ ٣٠] ٣٠ A [٩٣ ثَالِثَةً وَجِزْمُهَا الَّذِي هُوَ خَطُّ هَمَّ دَقِيقَةٌ وَ ٢٢ ثَانِيَةً وَ ١٢ ثَالِثَةً بِالأَجْزَاءِ الَّتِي بِهَا دَجُّ ٦٠ جِزْءًا. وَتَبْقَى القَوْسُ الَّتِي جِزْمُهَا خَطُّ دَهَّ مَا يَبْقَى مِنْ رِبْعِ دَائِرَةٍ وَهُوَ ٨٩ جِزْءًا وَ ٥٨ دَقِيقَةٌ وَ ٤١ ثَانِيَةً وَ ٣٠ ثَالِثَةً وَجِزْمُهَا الَّذِي هُوَ خَطُّ دَهَّ قَرِيبٌ مِنْ ٦٠ جِزْءًا. وَلَآئِهْ قَدْ تَبَيَّنَ أَنَّ دَهَّ الَّذِي هُوَ بَعْدَ المَشْتَرِي الأَوْسَطُ مِنَ الأَرْضِ ١١٩٧٩ بِالأَجْزَاءِ ⁹⁷ الَّتِي بِهَا نِصْفُ قَطْرِ الأَرْضِ وَاحِدٌ فَيَكُونُ هَمَّ ⁹⁸ بِهَذِهِ الأَجْزَاءِ ٤ أَجْزَاءٍ وَرَبِيعٌ وَعَشْرٌ فَيَكُونُ قَطْرُ المَشْتَرِي مِثْلَ قَطْرِ الأَرْضِ أَرْبَعِ مَرَاتٍ وَرَبِيعٌ وَعَشْرُ مَرَّةٍ. فَإِذَا ضَرَبْتَ أَرْبَعَةً وَرَبِيعًا وَعَشْرًا فِي مِثْلِهَا وَمَا اجْتَمَعَ فِي أَرْبَعَةٍ وَرَبِيعٍ وَعَشْرٍ حَسَبَ مَا قَدَّمْنَا كَانَ جِزْمُ المَشْتَرِي مِثْلَ جِزْمِ الأَرْضِ ٨٢ مَرَّةً وَرَبِيعٌ وَ ثَلَاثِي عَشْرَ مَرَّةً.

فَإِذَا قَدْ أَتَيْنَا عَلَى المَشْتَرِي فَإِنَّا نَتَّبِعُ ذَلِكَ بِأَمْرِ زَحَلٍ. وَقَدْ تَبَيَّنَ فِي المَقَالَةِ الحَادِيَةِ عَشْرًا مِنَ الجِمْسُطِيِّ أَنَّهُ إِذَا كَانَ نِصْفُ قَطْرِ > فَلَكَ < زَحَلُ الخَارِجِ المَرَكْزِ ٦٠ فَإِنَ الَّذِي بَيْنَ المَرَكْزَيْنِ بِتِلْكَ الأَجْزَاءِ ٣ أَجْزَاءٍ وَرَبِيعٌ وَسَدَسٌ وَنِصْفٌ قَطْرِ فَلَكَ التَّدْوِيرِ ٦ أَجْزَاءً وَنِصْفٌ. فَيَكُنُ المِثَالُ فِي فَلَكَ زَحَلٍ كالمِثَالِ فِي أَفلاكِ الكَوَاكِبِ الَّتِي تَقَدَّمَتْ وَنَعْبِيدُ الشَّكْلِ بَعِينَهُ.

فَالآنَ أَقْرَب قَرَبِ زَحَلٍ مِنْ جَمِيعِ أَفلاكِهِ مِثْلَ أَيْمَدِ بَعْدِ المَشْتَرِي مِنْ جَمِيعِ أَفلاكِهِ يَكُونُ إِذَا صَارَ زَحَلٌ عَلَى نَقْطَةِ لَ مِنْ فَلَكَ التَّدْوِيرِ فَهُوَ فِي أَقْرَبِ قَرَبِهِ مِنَ الأَرْضِ مِنْ جَمِيعِ أَفلاكِهِ وَبَعْدَهُ مِنَ الأَرْضِ هُوَ خَطُّ زَلْ وَهَذَا المَوْضِعُ فَهُوَ أَيْمَدُ بَعْدِ المَشْتَرِي. فَالآنَ خَطُّ هَمَّ الَّذِي هُوَ نِصْفُ قَطْرِ الفَلَكَ الخَارِجِ المَرَكْزِ ٦٠ جِزْءًا وَخَطُّ هَمَّ الَّذِي هُوَ مَا بَيْنَ المَرَكْزَيْنِ ٣ أَجْزَاءً وَ ٢٥ دَقِيقَةٌ يَبْقَى زَمَ ⁹⁹ ٥٦ جِزْءًا وَ ٣٥ دَقِيقَةً. وَخَطُّ مَلِّ الَّذِي هُوَ نِصْفُ قَطْرِ فَلَكَ التَّدْوِيرِ ٦ أَجْزَاءً وَنِصْفٌ يَبْقَى خَطُّ زَلْ ٥٠ جِزْءًا وَ ٥

دقائق. لكن خط رل الذي هو أبعد بعد المشتري من الأرض قد تبين أنه ١٤١٧٤ جزئاً ¹⁰⁰ بالأجزاء التي بها نصف قطر الأرض واحد. فيكون كل واحد من خطي همح الذي كل واحد منهما نصف قطر النفاك الخارج المركز. ١٦٩٨٠ جزئاً ونصف بالأجزاء التي بها نصف قطر الأرض واحد وخط هم الذي هو ما بين المركزين بهذه الأجزاء ٩٦٧ ويكون كل واحد من خطي لم حط الذي كل واحد منهما نصف قطر فلك التدوير ١٨٣٩ جزئاً ونصف. فيكون جميع خط رط وهو ما بين مركز الأرض وأبعد بعد زحل من جميع أفلاكه ١٩٧٨٧ جزئاً بالأجزاء التي بها نصف قطر الأرض واحد. ويكون ما بين مركز الأرض وأبعد الأوسط وهو البعد الأبعد من الفلك الخارج المركز ١٧٩٤٩ جزئاً وما بين مركز الأرض وأبعد الأقرب من الفلك الخارج المركز ¹⁰¹ جزئاً و ١٣ جزئاً بالأجزاء التي بها نصف قطر الأرض واحد.

ولا كان قد رصد زحل بعده الأوسط فكان قطره ينظر الأبصار جزئاً من ثمانية عشر جزئاً من قطر الشمس. وقطر الشمس يوتر إصدى وثلاثين دقيقة وثلاث يكون قطر زحل يوتر دقيقة و ٤٤ ثانية و ٣٠ ثلاثة. فلتنك الدائرة العظمى على جرم زحل كما كانت في الكواكب التي قبله ونعيد الشكل. فتكون زاوية ادج دقيقة و ٤٤ ثانية و ٣٠ ثلاثة فتكون زاوية هـدج التي هي نصفها ٥٢ ثانية و ١٥ ثلاثة. فمتى أدير على مركز د ويبعد دج دائرة كانت القوس منها التي جيبها خط هـج ٥٢ ثانية و ١٥ ثلاثة وجيبها الذي هو خط هـج ٥٤ ثانية وثلاث و ٤٠ ثلاثة بالأجزاء التي بها خط دج ١٠ جزئاً. وتبقى منها القوس التي جيبها خط دـه ما يبقى من ربع دائرة وهو ٨٩ جزئاً و ٥٩ دقيقة و ٧ ثواني ¹⁰² و ٤٥ ثلاثة وجيبها الذي هو خط ده قريب من ١٠ جزئاً. ولأنه قد تبين أن خط ده وهو بعد زحل من الأرض إذا كان في بعده الأوسط ١٧٩٤٩ جزئاً بالأجزاء التي بها نصف قطر الأرض واحد [A ٩٤] فيكون هـج

بهذه الأجزاء أربعة أجزاء ونصف ونصف عشر فيكون قطر زحل مثل قطر الأرض أربع مرات ونصف ونصف عشر. فإذا ضرب أربعة ونصف ونصف عشر في مثلها ثم ضرب ما اجتمع في أربعة ونصف ونصف عشر حسب ما قدمنا كان جرم زحل مثل جرم الأرض ٩٤ مرة وسدس مرة.

فإذا قد أتينا على أمر زحل فلنتبع ذلك بكرة الكواكب الثابتة وعلم الخمسة عشر كوكباً التي في المعظم الأول. ولا كان أبعد بعد زحل > بعد < كرة الكواكب الثابتة وكانت الأرض مركزها كان الذي بين مركز الأرض وكرة الكواكب الثابتة وهو نصف قطرها ١٩٩٩٠ بالأجزاء التي بها نصف قطر الأرض واحد. ولا رصد كل واحد من هذه الكواكب وجد قطره ينظر الأبصار جزء من ٢٠ جزئاً من قطر الشمس. وقطر الشمس يوتر ٣١ دقيقة وثلاث فيجب أن يوتر قطر كل كوكب منها دقيقة و ٣٤ ثانية ¹⁰³. فلتنك الدائرة على كل كوكب منها كالدائرة في الكواكب المتنجرة كما تقدم ونعيد الشكل بعينه. فتكون زاوية ادج دقيقة و ٣٤ ثانية وتكون زاوية هـدج التي هي نصفها ٤٧ ثانية ¹⁰⁴. فمتى أدير على مركز د ويبعد دج دائرة كانت القوس منها التي جيبها خط هـج ٤٩ ثانية و ١٣ ثلاثة بالأجزاء التي بها دج ١٠ جزئاً. وتبقى منها القوس التي جيبها ده ما يبقى من ربع الدائرة وهو ٨٩ جزئاً و ٥٩ دقيقة و ١٣ ثانية وجيبها الذي هو خط ده قريب من ١٠ جزئاً. ولا كان > ما < بين الكواكب وبين مركز الأرض الذي هو خط ده ١٩٩٩٠ جزئاً بالأجزاء التي بها نصف قطر الأرض واحد يكون هـج بهذه الأجزاء أربعة أجزاء ونصف فيكون قطر كل كوكب من هذه الكواكب الثابتة مثل قطر الأرض أربع مرات ونصف. فإذا ضرب أربعة ونصف في مثلها ثم ما اجتمع في أربعة ونصف حصل من ذلك ٩١ وثمن. فيكون جرم كل كوكب من ١٥ التي في المعظم الأول مثل جرم الأرض ٩١ مرة وثمن مرة. فأما باقي الكواكب الثابتة فلم تذكر مقاديرها. ومتى أردنا أن نعلم

- 25 من هذه المقالة فوجد A : هذه المقالة من المقالات مخرج C .
- 26 ومازأ A : مازأ C . 27 . ومازأ A : مازأ C .
- 28 جزءًا واحدًا و C : جزء واحد A . 29 . دوائر A : ثلاث دوائر C .
- 30 الخطي A : الخطي C . 31 . ستون C : ستين A .
- 32 ستون C : ستين A . 33 . جزءًا ... هو A 38 : - C .
- 34 ستون C : ستين A . 35 . وتسع A : وسع C .
- 36 لَدَ C : آدَ A . 37 . ستون C : ستين A .
- 38 البروج ... فلك A : - C . 39 . خطي C : خط A .
- 40 101 و 21 بالمقدار A : مائة وسبعة وخمسين جزءًا و كو دقيقتيه بالمقدار C . 41 . حول مركز فلك البروج A : - C .
- 42 يبعد هـ A : يبعده C . 43 . 23 جزءًا A : جزءًا C .
- 44 و 29 ثانية A : و كر ثانية C . 45 . ستون : ستين A ، - C .
- 46 و 17 ثانية A : و كو ثانية C .
- 47 05 هر : 05 هر C ، 05 هر A . 48 . و 9 دقائق A : و سبع دقائق C .
- 49 مَبَ فإذا أخذنا جذر ذلك كان A : - C .
- 50 و 39 دقيقة A : و لَر دقيقة C .
- 51 زن C : دن A . 52 . 10 جزءًا A : 30 جزءًا A ، ستين جزءًا C . 53 .
- 54 82 جزءًا A : اثنتين وثلثون جزءًا C . 55 . و 15 دقيقة A : و ربع C . 56 . الأوسط C : الأبعد A .
- 57 رسالتى فى A : - C . 58 . علل A : ضلل C .
- 59 ومن الشمس A : - C .
- 60 رأسه عند البصر أعني مستنده A : - C . 61 . مقادير C : - A . 62 .
- 63 فإنه مكنتنا : فإنه مكنا A ، فيمكننا C .
- 64 . A ، - : C . 65 . A .
- 66 . C ، A ، مساويين A ؛ متساويين C .
- 67 واحدًا C : واحد A . 68 . و 22 ثانية A : و لَبَ ثانية C . 69 .
- 70 . C ، و خمس A : و خمس A .
- 71 مثلثة A : مثناة C . 72 . الثلاثة والخمسين C : 53 A .

- 73 . A - : C . فلك C .
- 74 أفلاكه هو أقرب قرب عطارد من جميع أفلاكه C ، *in margin* ، A .
- 75 الطبيعية C : تلك الطبيعية A . 76 . ولنذر C : ولندير A .
- 77 قطر الأرض جزء واحد : قطر الأرض واحد C ، القطر للأرض جزءًا واحدًا A . 78 . القطبان الخارجان C : القطبان الخارجين A .
- 79 المائتان C : مائتين A . 80 . ونصف C : - A .
- 81 نحو C : نحو من A . 82 . مثل C : *in margin* ، A .
- 83 إلى مكعب القطر A : - C . 84 . زم : زم C ، دم A .
- 85 109 جزءًا C : 195 جزءًا A . 86 . حلك C : حط A .
- 87 و 08 دقيقة : و 85 دقيقة A .
- 88 17 دقيقة وثانية : 19 دقيقة و 18 ثانية A .
- 89 رَل : دل A . 90 . 4507 بالأجزاء : 4401 بالأجزاء A .
- 91 الشمس : القمر A . 92 . فهو : وهو A . 93 . فيبقى : ويبقا A .
- 94 14174 جزءًا : 14474 جزءًا A .
- 95 1999 جزءًا : 1999 جزءًا A . 96 . جزءًا : جزء A .
- 97 1999 بالأجزاء : 1999 بالأجزاء A . 98 . هج : هج A .
- 99 زم : دم A . 100 . 14174 جزءًا : 14194 جزءًا A .
- 101 جزء : جزء A . 102 . 7 ثواني : 9 ثواني A .
- 103 و 34 ثانية : و 44 ثانية A . 104 . 47 ثانية : 49 ثانية A .
- 105 3207 أميال : 3209 أميال A . 106 . مقدار : *in margin* ، A .
- 107 من الفلك : *in margin* ، A .
- 108 0108000000000000000000 : 0108000000000000000000 ميل .