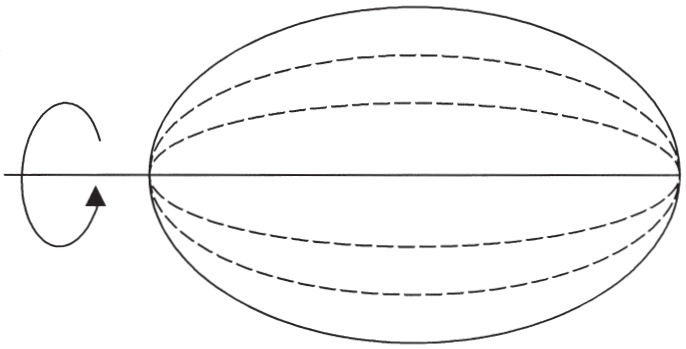
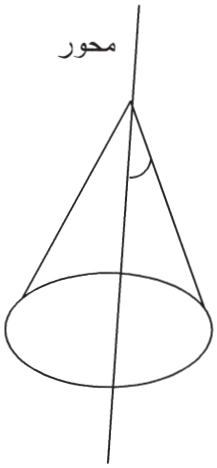
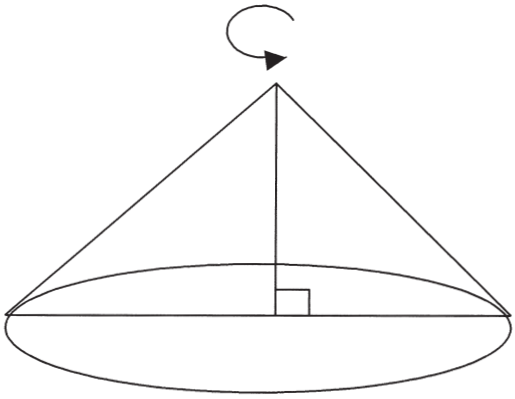
الشكل البيضي

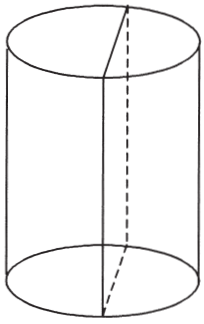


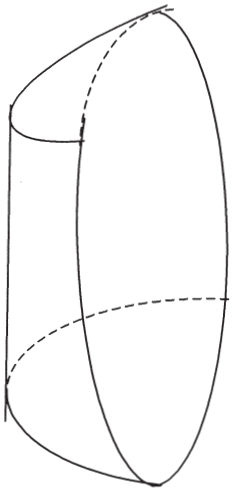


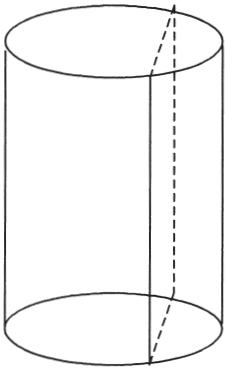


المخروط المنفرج الزاوية

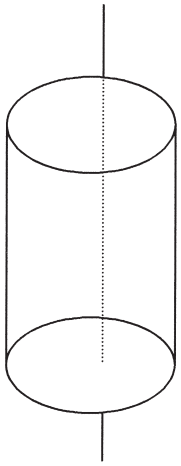
خواص الاسطوانة



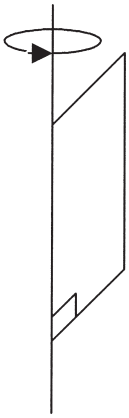




الاسطوانة

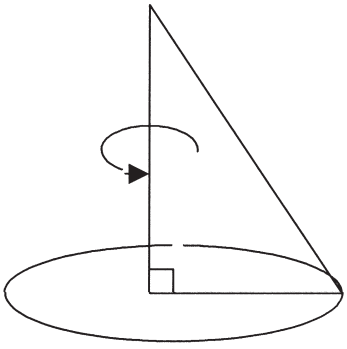


محور الأسطوانة

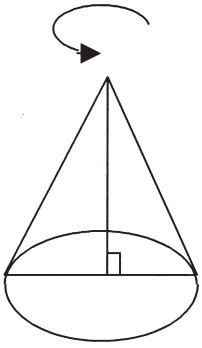


كيف تحدث الأسطوانة

المخروط

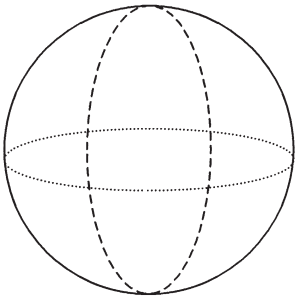


كيف يحدث المخروط

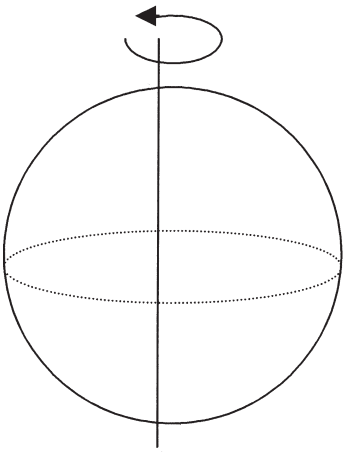


مخروط حاد الزاوية

الكرة

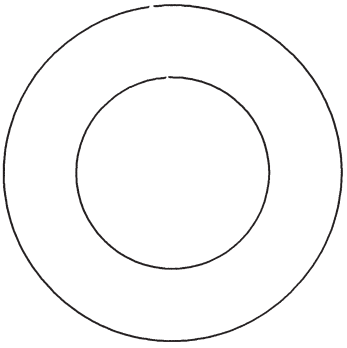


كرة

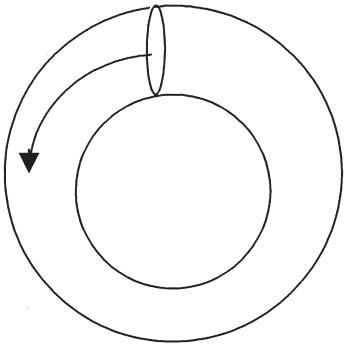


كيف تحدث كرة

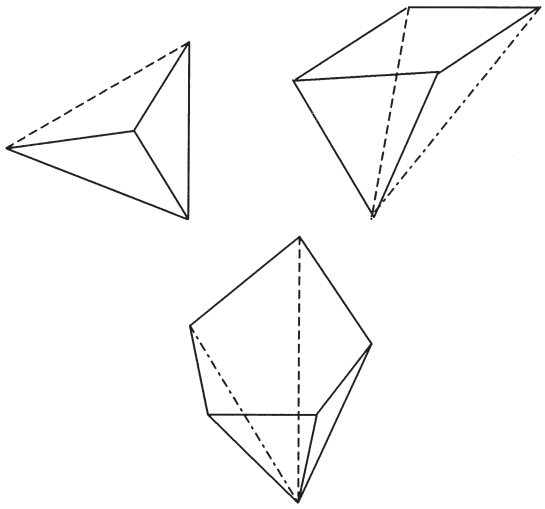
الحلقة



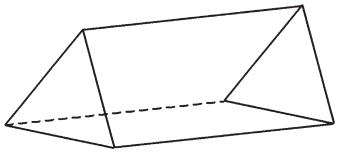
الحلقة



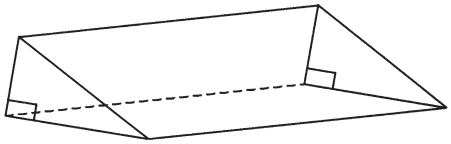
كيف تحدث الحلقة



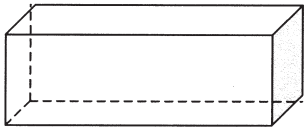
أشكال نارية



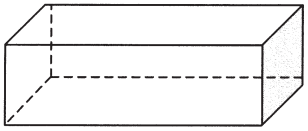
منشور



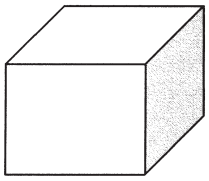
منشور قائم



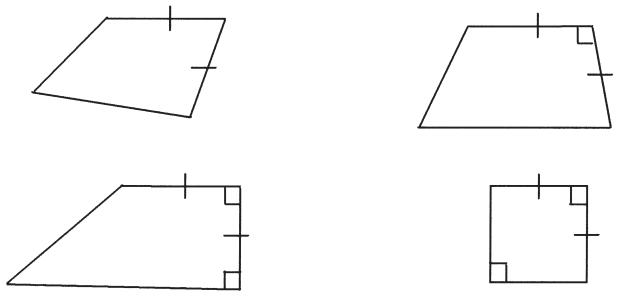
لوح



رند

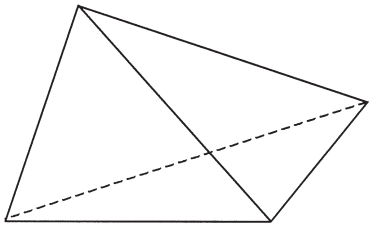


كعب

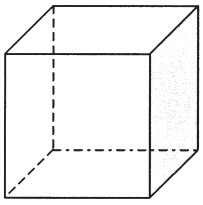


المربعات المتساوية الضلعين المتلاقيين المختلفة الباقية

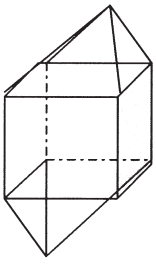
أنواع المجسمات

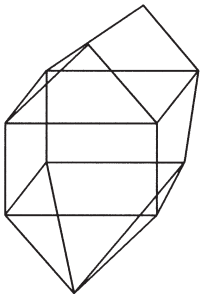


رباعي الوجوه

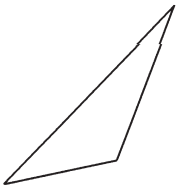


مكعب

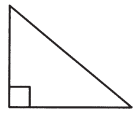




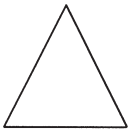
أنواع المثلثات



مثلث منفرج الزاوية

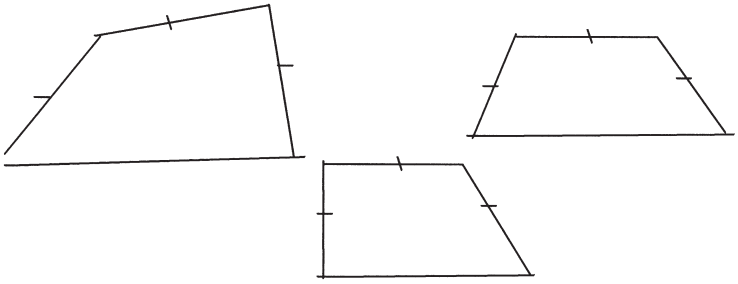


مثلث قائم الزاوية

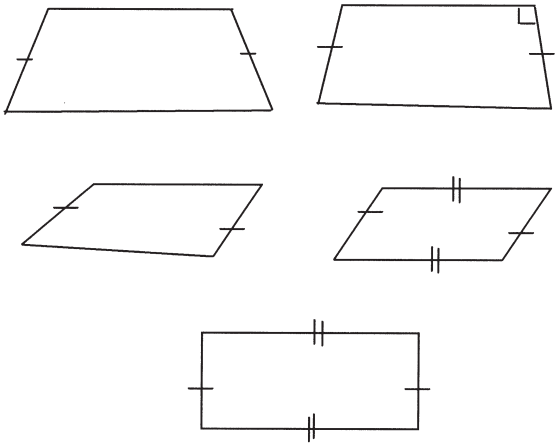


مثلث حاد الزاوية

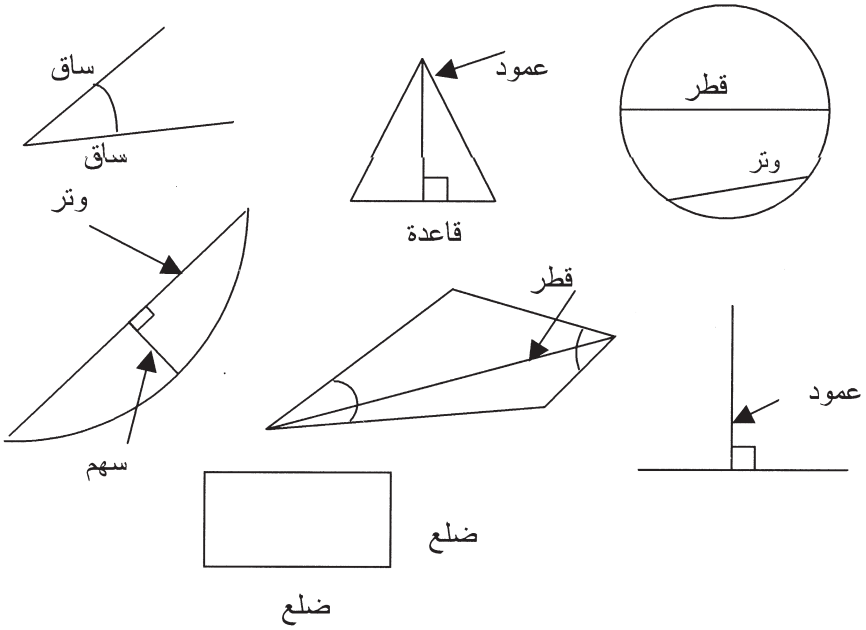
أنواع المربعات

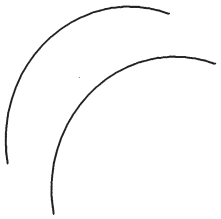


مربعات ذات ثلاثة أضلاع متساوية

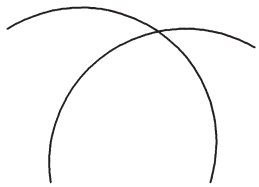


كل ضلعين متقابلين متساويين



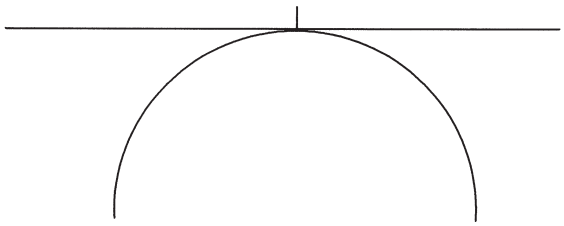


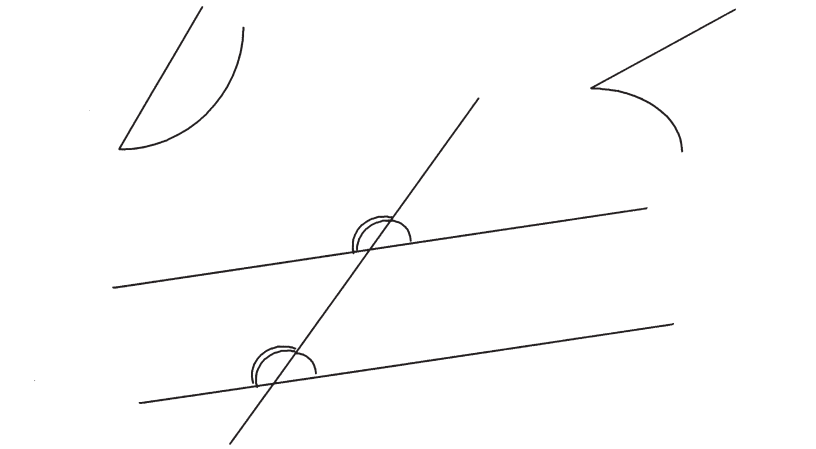
خطوط قوسية متوازية



خطوط قوسية متقاطعة

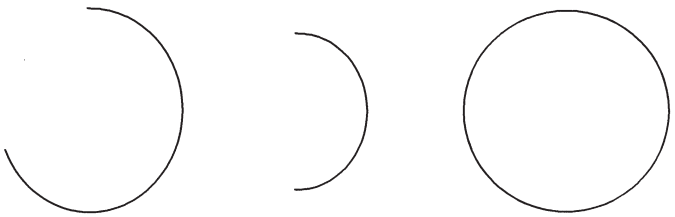
الخط المتماس





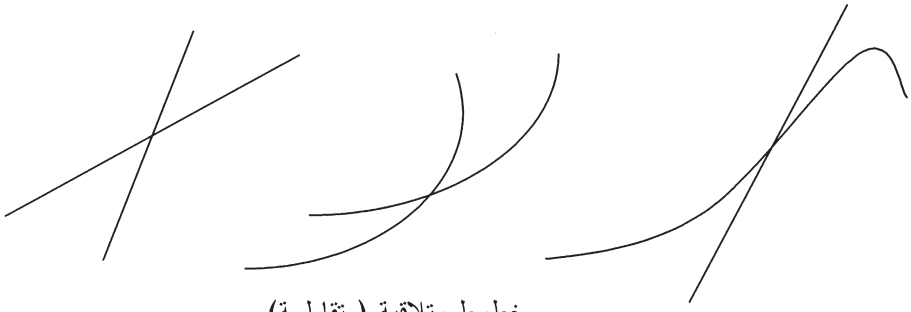
زاوية حادة زاوية قائمة زاوية منفرجة

أنواع الخطوط



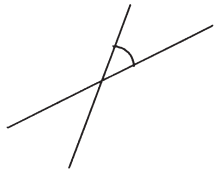
أنواع الخطوط المقوسة

خطوط متوازية

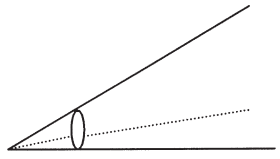


خطوط متلاقية (متقاطعة)

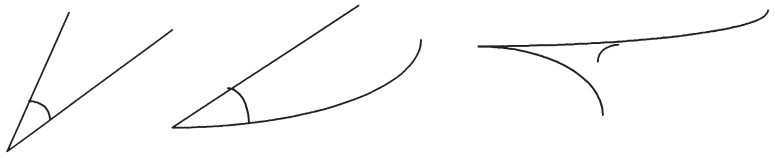
أنواع الزوايا



مستقيمة

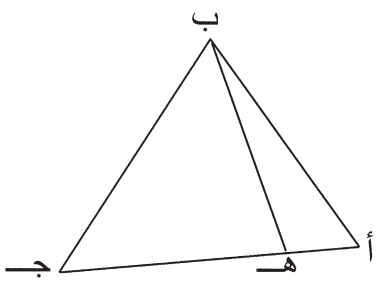


مجسمة



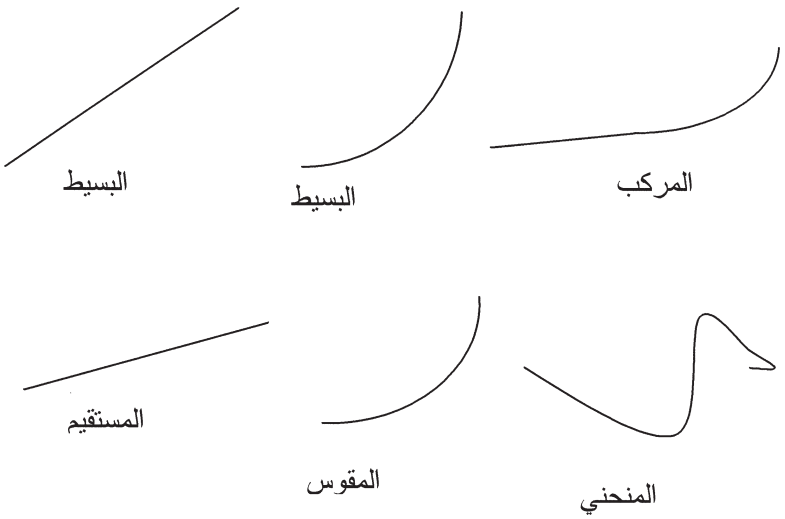
الزوايا المختلفة الخطوط

وخمسة وعشرون. فإذا أنقصناها من ثلاثمائة وخمسة وستون بقي مائة وأربعون وهو مضروب جـــ أ وهو أربعة عشر في أ هـــ وهو خمسة مرتين.

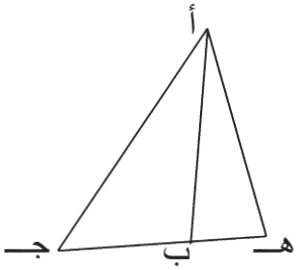


ملحق2 : بعض الأشكال الهندسية التوضيحية التي أضافها المحقق.

أنواع الخطوط

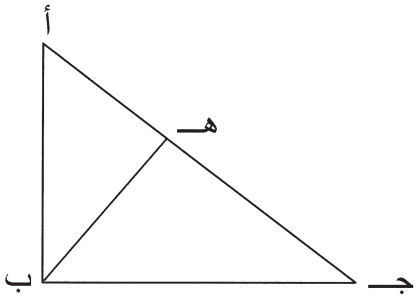


مائة وزدنا عليه مضروب ب جـــ وهو تسعة في نفسه وهو واحد وثمانون. كانت جملة ذلك مائة وواحد وثمانون ومضروب ا جـــ وهو سبعة عشر في مثله مائتان وتسعة وثمانون فإذا ألقينا من ذلك مائة واحد وثمانين بقي مائة وثمانية وكأنه هو مضروب تسعة في ستة مرتين أعني هـــ ب في ب جـــ مرتين.



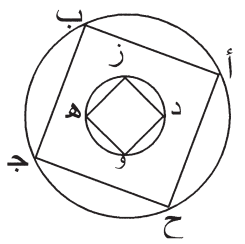
28. [ص. 2و: سطور 16-2/23ظ: سطور 1-6] والمثال مثلث أ ب جـــ فإن زاوية ب أ جـــ منه حادة وقد اخرج من الزاوية الأخرى وهي زاوية أ ب هـــ. فخاصته ان يكون مضروب عمود جـــ هـــ الى خط أ جـــ وترها وهو ب جـــ في نفسه اقل من مضروب ب أ، أ جـــ وهما الضلعان المحيطان بها كل واحد في نفسه اقل من مضروب ب أ، أ جـــ وهما الضلعان المحيطان بها كل واحد منها في نفسه اقل من مضروب جـــ أ مرتين ولنتبن ذلك باعداد فيفرض أ ب ثلاثة عشر/ وأ جـــ أربعة عشر وجـــ ب خمسة عشر وب هـــ اثني عشر وأ هـــ خمسة وجـــ هـــ تسعة فمضروب أ ب في نفسه وهو ثلاثة عشر، مائة وتسعة وستون. ومضروب أ جـــ في نفسه وهو وأربعة عشر، مائة وستة وتسعون، فذلك ثلاثمائة وخمسة وستون. ومضروب ب جـــ في نفسه وهو خمسة عشر، مائتان

26. [ص. 39ظ: سطور 6-12] ومثال ذلك مثلث أ ب جـ فإنه إذا كان زاوية أ ب جـ منه قائمة وأخرج منها عمود ب هـ كان مضروب أ جـ في نفسه مثل مضروب أ ب، ب جـ كل واحد منهما في نفسه وكان مضروب أ ب، ب جـ مثل مضروب أ جـ في هـ ب وكان مضروب أ جـ في جـ هـ مثل مضروب ب جـ في نفسه ومضروب جـ أ في أ هـ مثل مضروب أ ب في نفسه.

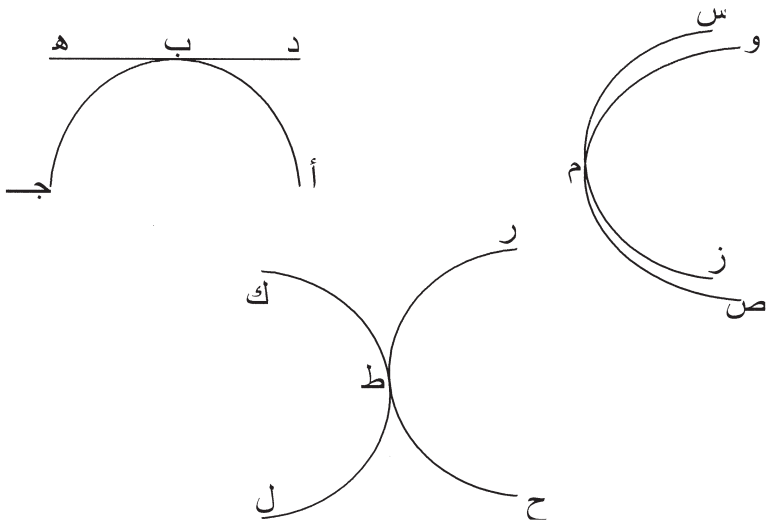


27. [ص. 39ظ: سطور 19–2/23و: سطور 1-8] والمثال في ذلك مثلث أ ب جـ فإن زاويته المنفرجة وهي زاوية أ ب جـ ووترها خط أ جـ فخاصة مثلث أ ب جـ أن يكون مضروب أ جـ في نفسه أعظم من مضروب أ ب في نفسه وب جـ في نفسه جميعا. وان يكون إذا ضربنا الضلع جـ ب في ب هـ، وأخرجنا عليه عمودا من نقطة أ وهو عمود أ هـ كان زيادة مضروب أ جـ في نفسه على مضروب أ ب وأ جـ كل واحد منهما في نفسه. برهان ذلك، مثلا أن جـ ب تسعة في ب هـ مرتين ولنبين ذلك بأعداد فنصير جـ ب تسعة و ب أ عشرة وأ جـ سبعة عشر و ب هـ ستة وهـ أ ثمانية فإذا ضربنا أ ب في نفسه وهو عشرة خرج من ذلك

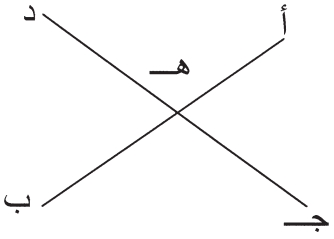
جـــ، د و هـــ اللتين توترهما قوسا أ ب جـــ، د ر هـــ وهما في باقي دائرتيهما متساويتين.



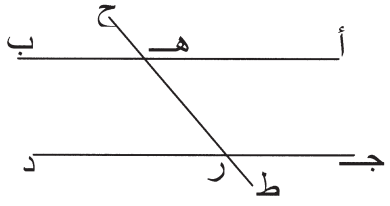
25. [ص. 38و: سطور 14-23] كقوس أ ب جـــ ماسها خط د ب هـــ على نقطة ب ولم يقطعها فهو ماس لها وكقوس ر ط هـــ ماسها قوس ك ط ل من خارج على نقطة ط ولم يقطعها فهي ماسة لها كقوس س م ص ماستها قوس و م ر من داخل فلم يقطعها فهي ماسة لها وكل خطين متماسان فماستهما على نقط واحدة وهي في خطي أ ب جـــ، د ب هـــ نقطة ب وفي خطي ر ط ح، ك ط ل نقطة ط وفي خطي س م ط ،و م ر نقطة م.



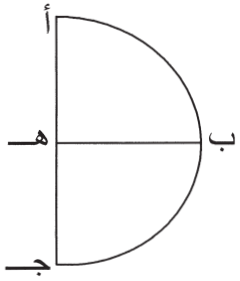
فهدا الأربع زوايا أما أن تكون قائمة وأما مساوية لأربع زوايا قائمة، فإن كان خط أ هـ قائما على خط جـ د فالأربع زوايا قائمة وأن كان ما لا عليه فالأربع الزوايا مساوية لأربع زوايا قائمة، وكل الزاويتين المتقابلتين من هذه الزوايا الأربعة متساويتان، أعني أن زاوية أ هـ جـ مساوية لزاوية ب هـ د وأن زاوية جـ هـ ب مساوية لزاوية أ هـ د.



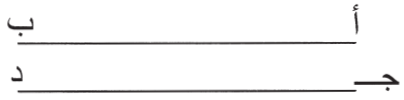
23. [ص. 37ظ: سطر 23-24/ 38و: سطور 1-4] كخطي أ ب، جـ د فإنه وقع عليهما خط ح ط فزاوية ب هـ ر مساوية لزاوية د ر ط وهما زاويتان متقابلتان اللتان يحيط بهما الخط الواقع والخطان المتوازيان في جهة واحدة وزاوية ب هـ ر مساوية لزاوية هـ رجـ وهما زاويتان المتبادلتان وزاويتا ب هـ ر ، هـ ر د داخليان متساويتان لزاويتين قائمتين.



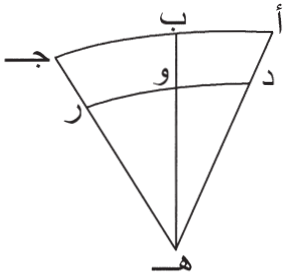
24. [ص. 38و: سطور 7-10] كقوسي أ ب جـ، د ر هـ المتوازيين فإن زاويتي أ ب جـ، د ر هـ اللتين وضعتهما فيهما متساوية وزاويتي أ ح



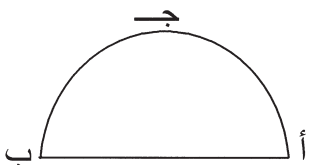
20. [ص. 36و: سطور 17–21] مثال ذلك خطا أ ب، جـ د فإنهما إذا أخرجا إخراجا دائما في جهة أ جـ وفي جهة ب د لم يلتق في شيء من الجهتين.

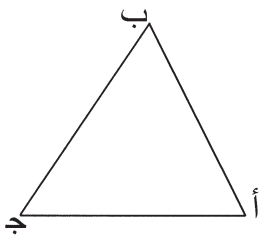


21. [ص. 36و: سطر 23/ 36ظ: سطور 1-5] كخطي أ ب جـ، د و ر فإن نقطة هـ مشتركة لها جميعا وقد أخرج منها إلى خط أ ب جـ خطوط هـ أ، هـ ب، هـ جـ وهي متساوية وأخرج منها إلى خط د و ر خطوط د هـ، و هـ ، ر هـ وهي أيضا متساوية فقوس أ ب جـ مواز لقوس د و ر.

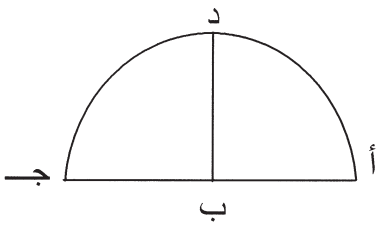


22. [ص. 34ظ: سطور 9–17] مثال دلك خطا أ ب، جـ د فإنهما تقاطعا على نقطة هـ، فحدث من تقاطعهما أربع زوايا وهي أ هـ جـ, جـ هـ ب, ب هـ د, د هـ أ.

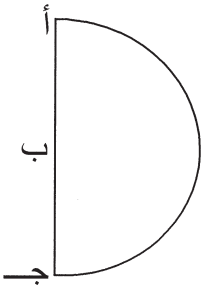




17. [ص. 37و: سطور 2–5] كخط ب د فإنه خرج من نقطة ب التي قسمت وتر قوس أ د جـ وهو خط أ جـ نصفين، فأحاط مع خط أ ب بزاوية قائمة وأسمى إلى نقطة د من قوس أ د جـ، فخط د ب هو سهم قوس أ د جـ.

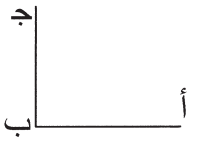


18. [ص. 37و: سطور 6–9] كخط أ هـ فإنه نصف وتر ضعف قوس أ د نصف خط أ جـ الموتر لقوس أ ب جـ التي هي ضعف قوس أ ب فخط أ هـ هو جيب مستوي لقوس أ ب.

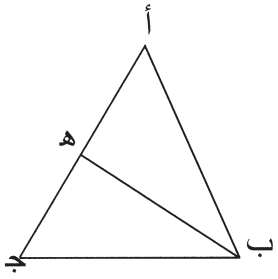


19. [ص. 36و: سطور 11–13] كخط هـ ب فإنه ضعف سهم قوس أ ب التي هي نصف قوس أ ب جـ فخط هـ ب جيب معكوس لقوس أ ب.

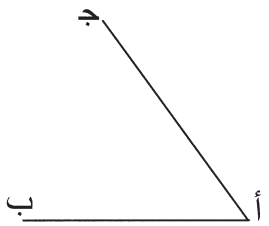
14. [ص. 36ظ: سطور 1-4] كخط أ ب فإنه قائم على ب جـ وأحاط منه بزاوية قائمة، فخط أ ب عمودي على خط ب جـ وأيضا ويسمى خط جـ ب عمودا، لأنه أيضا قائم على خط أ ب، فأحاط معه بزاوية قائمة.



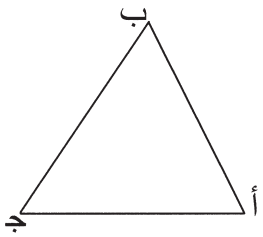
15. [ص. 36ظ: سطور 7-12] كزاوية أ ب جـ فأنه أخرج منها خط ب هـ إلى قاعدتها التي هي أ جـ، فأحاط مع اللتين هما خطا أ هـ، هـ جـ بزاويتين قائمتين وهما زاويتا ب هـ أ، ب هـ جـ، فخط ب هـ يسمى عمودا على خط أ جـ وخطا أ هـ يسما عمودا على خط ب هـ ولذلك أيضا خط هـ جـ يسمى عمودا على خط ب هـ.



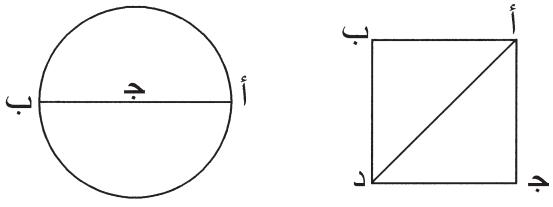
16. [ص. 36ظ: سطور 15-19] كخط أ ب المستقيم فإنه وصل بين طرفي قوس أ جـ ب فسمي وترا. وأيضا كل خط وصل بين طولي خطين يحيطان بزاوية سمي وترا لأنه يوتر تلك الزاوية، كخط أ جـ فإنه يوتر زاوية أ ب جـ، فهو يسمى وتر زاوية أ ب جـ. وهو لهذه الجهة يسمى قاعدة والفصل بينه وبين القاعدة، أن القاعدة توتر الزوايا فقط وهذا يوتر الزوايا والقسي لذلك خص باسم الوتر.

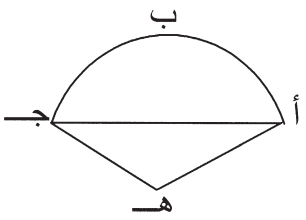


12. [ص. 36و: سطور 7-10] كخطي أ ب، ب جـ المحيطين بزاوية أ ب جـ فإن وصل نهايتيها خط أجـ فهذا الخط الذي وصل النهايتين وهو خط أ جـ يسمى قاعدة.

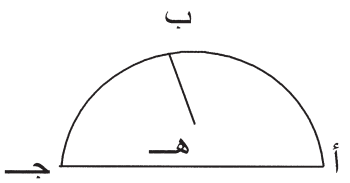


13. [ص. 36و: سطور 13–22] كخط أ د فأنه خرج من زاوية أ وأسمى إلى زاوية د فقسم زاوية أ د جميعا، ولو أخرجنا أيضا من زاوية بزاوية ب إلى زاوية جـ خطا يقسم زاويتي ب، جـ بقسمين، وتسمى أيضا قطرا. وقد سمي أيضا القطر الخط المستقيم الذي يقسم الدائرة بنصفين ومحور على مركزها، وهو أطول خط مستقيم يقع في الدائرة كخط أ ب فإنه قطع سطح أ ب بنصفين ومر على المركز، وهو نقطة جـ فخط أ ب يسمى قطرا أيضا.

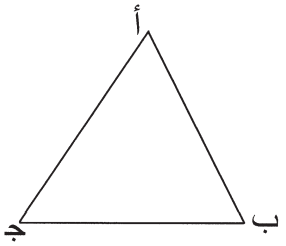




9. [ص. 35ظ: سطور 7-11] كقوس أ ب جـ ومركز دائرتها نقطة هـ، وقد وصل من نهايتيها وهما نقطتا أ جـ بخط أجـ المستقيم فوقعت النقطة هـ، التي هي مركز داخل خط أ جـ، أعني فيما بين خط أ ب جـ المقوس والخط أ جـ المستقيم، فقوس أ ب جـ أعظم من قوس نصف دائرة.

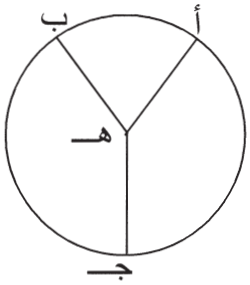


10. [ص. 35ظ: سطور 18-20] مثل خطوط أ ب، ب جـ ، جـ أ فإن كل واحد منها يسمى ضلعا لسطح أ ب جـ.

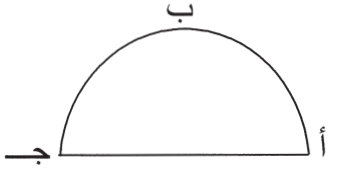


11. [ص. 36و: سطور 1-3] كخطي أ ب، ب جـ فإنهما أحاطا بزاوية أ ب جـ وهما متساويان فكل واحد منهما يسمى ساقا.

6. [ص. 35و: سطور 9–14] والمثال في ذلك خط أ ب جـ، فإنه ابتدئ من نقطة أ وانتهى إليها وأحاط بسطح أ ب جـ المدور في داخله نقطة هـ، كل الخطوط المستقيمة الخارجة منها إليه متساوية، كخطوط هـ أ، هـ ب، هـ جـ، فخط أ ب جـ المقوس هو محيط دائرة أ ب جـ ونقطة هـ هي مركزه.

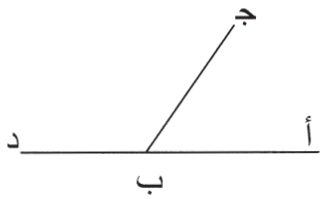


7. [ص. 35و: سطور 16–19] كقوس أ ب جـ، فإنه قطعة من المحيط ومركز محيطها نقطة هـ وصلنا بين نقطتي نهايتها وهما نقطتا أ، جـ، فخط أ جـ المستقيم قد مر على نقطة هـ، فخط أ ب جـ قوس نصف دائرة وسطح أ ب جـ هو نصف دائرة.

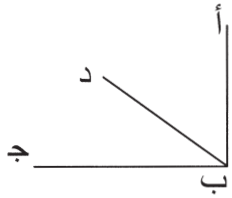


8. [ص. 35و: سطر23، 35ظ/ سطور 1–4] كقوس أ ب جـ، فإنها قطعة من محيط دائرة ومركزها محيطها نقطة هـ، وقد وصلنا بين نهايتي نهايتها اللتين هما نقطتا أ، جـ، فخط أ جـ المستقيم فوقعت نقطة هـ التي هي مركز الدائرة خارج خط أ جـ فقوس أ ب جـ أقل من نصف محيط دائرة.

2. [ص. 34ظ: سطور 7–9] كزاوية أ ب جـــ، فإن إذا أخرجنا خط أ ب على استقامة إلى د صارت زاوية جـــ ب د التي حدثت من خطي جـــ ب، ب د أعظم من زاوية أ ب جـــ.

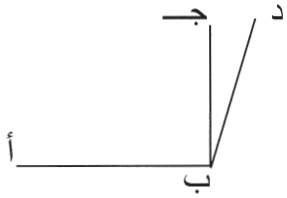


3. [ص. 34ظ: سطور 12-14] كزاوية أ ب جـــ القائمة فإن إذا أنقصنا منها أ ب د، كانت الزاوية المنقوصة وهي الزاوية أ ب د حادة وكانت الباقية وهي زاوية د ب جـــ حادة.



4. [ص. 34ظ: سطور 18–21] كزاوية أ ب جـــ ،لأن إذا أخرجنا ضلع أ ب إلى د كانت
زاوية د ب جـــ الحادثة من الخط المخرج وهو ب د و من الخط الآخر هو ب جـــ أصغر من الزاوية أ ب جـــ.

5. [ص. 34ظ: سطر 23، 35و/سطري 1–2] كزاوية أب ج، القائمة فإنه إذا زيد عليها زاوية أخرى حادة كزاوية ج ب د كان المجتمع من جميعها زاوية منفرجة كزاوية أ ب د.



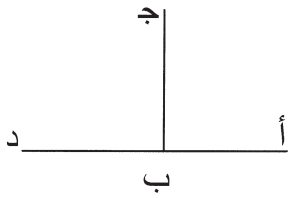
أسطواني وسطح دائرة وسطح يحيط به خط منحني، تمت المقالة الثالثة[316] وبها تم الكتاب

تم جميع المدخل إلى كتاب أقليدس الحكيم[317].

والحمد لله على ذلك كثيرا كما هو أهله ومستحقه. وصلى الله على خير أنبيائه ورسوله محمد صلى الله عليه وسلم كثيرا آمين والحمد لله رب العالمين[318].

ملحق 1. خاص بالأمثلة التي يمكن أن تكون قد أضفت مع بعض الأشكال الهندسية إلى نسخة اسطنبول، أية صوفية رقم 4843.

1. [ص. 34ظ: سطور 1-4] كالزاوية أ ب جـــ التي تحيط بها خطا أ ب، ب جـــ فإن خط أب إدا أخرج إلى د على استقامة كانت زاوية د ب جـــ مساوية للزاوية أ ب جـــ، لأن زاوية أ ب جـــ قائمة مساوية لزاوية د ب جـــ، وكذا هذه لتلك.



[314] خارجها : م. داخلها

[315] جسم : ص. سطح.

[316] تمت المقالة الثالثة: م. ناقصة.

[317] تم جميع المدخل إلى كتاب أقليدس الحكيم : ص. وبها تم الكتاب.

[318] والحمد لله على ذلك ... والحمد لله رب العالمين : ص. والحمد لله حق حمده وصلواته على خيرخلقه محمد وآله وصحبه وسلم.

لكرة ولا يكون فيها مركز آخر ولا قطر من أقطارها.

ما قطعة الكرة التي هي أعظم من نصفها؟ هي جسم تحيط به دائرة ليست[308] من أعظم الدائرة[309] التي تقع على بسيط الكرة وبسيط أعظم من نصف بسيط الكرة[310] وقد يمكن أن يقع في داخل هذه القطعة[311] مركز الكرة ومحورها وكثير من أقطارها.

وما قطعة الأسطوانة؟ هي جسم يحيط بها سطح وقطعة من بسيط أسطواني.

كم أنواع قطع / [10 ظ] **الأسطوانة؟** أنواعها الأول اثنان، فمنها ما يكون قطعها سهمها ومنها ما يكون قطعها موازيا لسطح سهمها ومنها ما يكون قطعها مقاطعا لسهمها في داخل الأسطوانة وخارجا منها.

ما قطعة الأسطوانة التي قطعها مواز لسطح سهمها؟[312] هي قطعة أقل من نصف أسطوانة يحيط بها سطح مربع وقطعة من بسيط الأسطوانة إما أصغر وإما أكبر من نصف بسيط الأسطوانة وقطعتان من دائرتين متساويتين إما أصغر وإما أعظم من نصف دائرة.

ما قطعة الأسطوانة التي قطعها على سهمها؟ هي نصف[313] أسطوانة يحيط بها نصف بسيط أسطواني وسطح مربع ونصف زاويتين متوازيتين.

ما قطعة الأسطوانة التي قطعها مقاطع سهمها في داخل الأسطوانة وقطعة الأسطوانة التي قطعها مقاطع سهمها في خارجها[314]**؟** هي جسم[315] يحيط به طائفة من بسيط

[308] ليست : ص. أصغر.

[309] الدائرة : ص. الزوايا.

[310] نصف بسيط الكرة : ص. بسيط نصف الكرة.

[311] القطعة : م. النقطة

[312] تغير في ترتيب هذا السؤال مع الذي يليه في نسخة ص.

[313] نصف : ص. نصف على نصف.

ما المخروط الحاد الزاوية؟ وهو على رأى أقليدس الذي زاويته التي عند نقطة رأسه حادة أعني أن يكون أحد الضلعين المحيطين بزاوية مثلثة القائمة الذي ثبت كالمحور أعظم من الآخر.

ما المخروط المنفرج الزاوية؟ هو على رأى أقليدس الذي زاويته التي عند نقطة رأسه منفرجة أعني أن ضلع مثلثة المحيط بالزاوية القائمة الذي ثبت كالمحور[304] أصغر من الآخر.

كم أنواع المخروطات على رأى أبلونيوس؟ اثنان، قائم ومائل.

ما المخروط القائم؟ هو الذي يحيط بالخط الذي يحدث عنه مع قطره دائرة قاعدته بزاوية قائمة.

ما المخروط المائل؟ هو الذي يحيط الخط الذي عنه حدث مع قاعدته بزاوية منفرجة.

كم أنواع قطع الكرة؟ ثلاثة، نصف كرة وأعظم من نصف كرة وأقل[305] من نصف كرة.

ما نصف الكرة؟ هو جسم يحيط بسطح أعظم دائرة تقع على الكرة ونصف بسيط الكرة ويكون مركز الدائرة[306] في ذلك السطح.

ما قطعة الكرة التي هي أقل من نصفها؟ هي جسم يحيط به أقل من نصف[307] بسيط الكرة ودائرة أصغر من أعظم دائرة تقع على الكرة ولا يكون في تلك القطعة محورا

[304] الذي ثبت كالمحور : ص. ناقصة.
[305] أقل : ص. أصغر.
[306] الدائرة : ص. الكرة.
[307] نصف : ص. ناقصة.

عماذا يحدث المخروط على رأي أبلونيوس[299]؟ يحدث عن دائرة في سطح ونقطة في المكان[300] من ذلك السطح، يوصل بين النقطة ومحيط الدائرة بخط مستقيم وبإدارة ذلك الخط على محيط الدائرة والنقطة ثابتة إلى أن يرجع الخط من محيط الدائرة التي منه ابتدأ بالدوران.

ما محور المخروط؟ أما على رأي أقليدس[301] / [10 و] فهو ضلع المثلث الثابت عند دوران المثلث في رسم المخروط. وأما على رأي أبلونيوس[302]، الخط الخارج من نقطة رأس المخروط إلى مركز دائرة قاعدته.

ما ضلع المخروط؟ هو خط مستقيم يخرج من نقطة رأس المخروط وينتهي إلى محيط قاعدته.

ما خاصة المخروط؟ خاصته أنه لا يمكن أن يقع على بسيط دائرتين متساويتين، ولا خطان متساويين[303] متوازيين. وقد يمكن أن يقع على بسيط خطوط مستقيمة وخطوط قوسية وخطوط منحنية.

كم أنواع المخروطات على رأى أقليدس؟ هي ثلاثة، قائم الزاوية وحاد الزاوية ومنفرج الزاوية.

ما المخروط القائم الزاوية؟ هو على رأى أقليدس زاويته عند نقطة رأسه زاوية قائمة أعني أن يكون المثلث الذي حدث القائم الزاوية متساوي الساقين.

[299] أبلونيوس : م. أقليدس.
[300] المكان : ص. أعلى.
[301] أما على رأي أقليدس : ص. ناقصة.
[302] وأما على رأي أبلونيوس : ص. ناقصة.
[303] ولا خطان متساويين : ص. ولا خطان مستقيمان.

عما تحدث الأسطوانة؟ هي تحدث عن مربع متوازي الأضلاع قائم الزوايا إذا صير أحد أضلاعه كالمحور وأدير المربع إلى أن يرجع إلى الموضع الذي فيه ابتدأ بالحركة، فإن الجسم الذي رسمه بدورانه يكون أسطوانة.

ما محور الأسطوانة؟ هو ضلع المربع الذي حدثت منه الأسطوانة الذي كان ثابتا في دوران المربع وهو أيضا الخط المستقيم المخرج من مركز إحدى الدائرتين المحيطتين بالأسطوانة إلى مركز الدائرة الأخرى الموازية لها.

ما ضلع الأسطوانة؟ هو الخط المستقيم[296] الذي يخرج من نقطة من محيط إحدى الدائرتين في بسيط الأسطوانة إلى محيط الدائرة الأخرى، ويحيط مع قطري الدائرتين جميعا بزوايا قائمة[297].

ما خاصة الأسطوانة؟ هي أن الدائرة المرسومة على سطحها متساوية متوازية وكل الخطوط المستقيمة الخارجة من بسيطها متوازية متساوية.

ما الجسم المخروط؟ هو شكل يبتدئ من نقطة و ينتهي إلى محيط دائرة يحيط به بسيط مخروط ودائرة.

عماذا يحدث[298] المخروط على رأي أقليدس؟ هو يحدث عن مثلث قائم الزاوية، إذا ثبت أحد ضلعيه المحيطين بزاويته القائمة كالمحور وأدير سطح المثلث إلى أن يرجع إلى الموضع الذي منه ابتدأ بالحركة، فإن سطح المثلث في دورانه يرسم جسما مخروطا.

[295] دائريتين : ص. دائريتين متساويتين.

[296] الخط المستقيم : م. ناقصة.

[297] ويحيط مع قطري ... بزوايا قائمة : م. ناقصة.

[298] يحدث : ص. يحدث الشكل.

ما أقطار البيضة؟ هي الخطوط المستقيمة التي تمر على مركز البيضة، وينتهي إلى بسيطها[291].

ما أقصر أقطار البيضة؟ هو الخط المستقيم الذي يخرج من مركز البيضة ويحيط مع محورها بزاوية قائمة وينتهي إلى بسيط البيضة.

عماذا تحدث البيضة؟ / [9 ظ] هي تحدث عن قطعة أقل من نصف دائرة، إذا صير وترا كالمحور[292] وأدير إلى أن يرجع إلى الموضع الذي منه ابتدأت الحركة، فالجسم الذي يحدث من ذلك الدوران يكون بيضة.

ما الحلقة؟ هي جسم يحيط به بسيط واحد مستدير في داخله، فكأن يمكن أن يقع فيه كرة.

عماذا تحدث الحلقة؟ <تحدث> عن دائرتين متماستين إحداهما قائمة على محيط الأخرى إذا أديرت القائمة على محيط الدائرة الأخرى حتى ينتهي إلى المحيط من النقطة التي ابتدأت بالحركة. فإن الجسم الذي يحدث عن دوران الدائرة القائمة[293]، تكون حلقة.

كم الأجسام التي يحيط بها بسائط مستقيمة وبسائط مقببة معا؟ خمسة، منها أساطين، ومنها مخروطات، ومنها القطع[294].

ما الأسطوانة؟ هي جسم يبتدئ من دائرة وينتهي إلى دائرة أخرى مساوية لها ويحيط به بسيط أسطوان وسطح دائريتين[295] متوازيتين.

[291] وينتهي إلى بسيطها : م. ناقصة.

[292] كالمحور : م. ناقصة.

[293] القائمة : م. ناقصة، ص. ومنها قطع أساطين ومنها قطع مخروطات.

[294] ومنها القطع : م. ناقصة.

ما خاصة الكرة؟ إنه[287]ا أعظم الأجسام التي بسائطها متساوية لبسيطها وأن كل سطح يقطعها يكون من قطعة دائرة وأن كل دائرة عظيمة ترسم عليه تقطعها بنصفين، ولا يمكن أن يقع عليها من الدائرة المتوازية المتساوية أكثر من دائرتين. وإن كانت الدوائر التي تمر على أقطارها تقطعها بنصفين، وأنه لا يمكن أن تقع منها في الدوائر المتوازية أكثر من دائرتين متوازيتين متساويتين[288].

ما قطب الدائرة المتوازية التي هي على الكرة؟ هو نقطة على بسيط الكرة كل الخطوط المستقيمة الخارجة منها إلى محيط كل واحدة من الدائرة التي هذه النقطة قطب لها[289] متساوية.

عماذا تحدث الكرة؟ تحدث عن نصف دائرة إذا صير وتر قوس نصف دائرة كالمحور وأدير نصف دائرة حتى يرجع إلى الموضع الذي منه ابتدأت الحركة[290] فإن الجسم الذي يحدث من دوران سطح نصف دائرة تكون كرة.

ما البيضة؟ هي شكل مجسم يحيط به بسيط واحد في داخله نقطة أعظم الخطوط المستقيمة التي تمر على تلك النقطة وتبلغ إلى بسيطها لا يمكن أن يمر في داخلها خط آخر مساو له.

ما محور البيضة؟ هو أطول خط مستقيم يخرج من داخلها وينتهي إلى بسيطها.

ما مركز البيضة؟ هي النقطة التي تقسم محورها بنصفين.

ما قطبا البيضة؟ هما طرفا محورها.

[287] إنها : ص. خاصتها إنها.

[288] وان كانت الدوائر ... متوازيتين متساويتين : م. ناقصة.

[289] لها : م. ناقصة.

[290] الحركة : م. الكرة

ما الجسم المنشور؟ هو شكل يحيط به مثلثان متقابلان متوازي الأضلاع وثلاثة مربعات متوازية الأضلاع قائمة الزوايا يصل بين كل ضلعين متوازيين من المثلثين أحد المربعات الثلاثة.

عما يحدث الجسم المنشور؟ يحدث عن أحد الأجسام التي تحيط بها مربعات إذا قسم بنصفين على قطر أحد المربعات التي تحيط به.

كم أنواع الجسم المنشور؟ أنواعه تقدير[284] لأنواع المربعات التي هو نصفها

كم أنواع[285] **الأجسام التي يحيط بها جسم بسيط واحد؟** هي ثلاثة منها الكـــرة، ومنها البيضة ، ومنها الحلقة.

ما الكرة؟ هي شكل مجسم يحيط به بسيط واحد في داخله نقطة، كل الخطوط الخارجة من تلك النقطة إلى بسيطها متساوية.

ما مركز الكرة؟ هي النقطة التي في داخل الكرة التي كل الخطوط المستقيمة الخارجة منها إلى بسيط الكرة متساوية.

ما قطر الكرة؟ هو كل خط يمر على مركز الكرة وينتهي إلى بسيطها.

ما محور الكرة؟ هو قطر الكرة التي تتحرك عليه الكرة وهي ثابتة عليه[286].

ما قطبا الكرة؟ هما طرفا المحور.

[284] أنواعه تقدير : ص. بقدر أنواع.

[285] أنواع : م. ناقصة.

[286] ما محور الكرة ... ثابتة عليه : ص. ناقصة.

ما الشكل الناري؟ هو شكل[276] يبتدئ من نقطة وينتهي إلى سطح ذي أضلاع ويسمّى قاعدته فتحيط به تلك القاعدة وسطوح مثلثات.

كم الأشكال النارية؟ هي غير متناهية الكثرة كل عدد أضلاع السطوح التي تكون قواعدها وذلك أنها تبتدئ من قاعدة مثلثة فيكون على ضلع من أضلاع القواعد مثلث فيحيط به أربع مثلثات فإن كانت تلك الأربع مثلثات متساوية الأضلاع كان الشكل الناري الذي يحيط به الكرة، وإن كانت المثلثات[277] الأربع، مثلثات مختلفة كان الشكل الناري لا يحيط به كرة فهذا أول الأشكال النارية ثم بعده شكل تكون قاعدته مربعة فيحيط به مع القاعدة أربع مثلثات، ثم بعده شكل تكون قاعدته مخمسة فيحيط به مع القاعدة خمسة مثلثات، ثم شكل قاعدته مسدس فيحيط به مع القاعدة ست مثلثات، وكذلك متزايدا[278] أبدا على تزايد[279] أضلاع القاعدة.

كم أنواع الأجسام التي تحيط بها سطوح مربعات، وكم من جسم يحيط[280] المربعات التي يحيط بها ستة <سطوح>؟ وأنواعها ستة[281]، فمنها ما يكون ذا ثلاثة أبعاد متساوية، أعني طوله وعرضه وسمكه ويسمى كعبا، وهو من المخمس / [9 و] الأشكال التي يحيط بها الكرة. ومنها ما يكون بعدان من أبعاده متساويان وبعده الثالث أعظم ويسمى رندا[282]. ومنها ما يكون بعدا من أبعاده متساويا والثلث أصغر من اثنين ويسمى لبنة. ومنها ما يكون بعدان من أبعاده متساويان وبعده الثلث أعظم من البعدين ويسمى تسر[283]. ومنها مختلف الأبعاد ويسمى لوحا.

[276] شكل : ص. جسم.

[277] المثلثات : م. ناقصة.

[278] متزايدا : م. ناقصة.

[279] تزايد : م. مزيد.

[280] من جسم يحيط : ص. مربع يحيط به.

[281] ستة : ص. أربعة.

[282] ومنها ما ... ويسمى رندا : ص. ناقصة.

[283] ومنها ما يكون بعدا من أبعاده ... ويسمى تيسر : م. ناقصة.

ذا الست قواعد مربعات أعني المكعب بالأرض، وشبهوا ذا الثماني قواعد المثلثات بالماء[268]. وشبهوا ذا الأثني عشر قاعدة المخمسات بالفلك ولا يمكن أن تحيط كرة بأجسام متساوية الأضلاع والزوايا غير هذه الخمسة[269].

مسألة[270]: هل يمكن أن تحيط كرة بجسم آخر يكون سطوحه في نوعين متساويي الأضلاع والزوايا؟ الجواب[271] : أما أقليدس فلم يذكر، إلا أن أرشميدس ذكر أنه يمكن أن يحيط كرة بمجسمين يحيط بكل منها مثلثات ومربعات[272] ويكون كل واحد منها ذا أربعة عشر قاعدة. أما أحدهما فتحيط به ثمانية مثلثات متساوية الأضلاع والزوايا وستة مربعات متساوية الأضلاع والزوايا. فيكون هـذا الشكل مركبا <من> الهواء والأرض. والآخر بعكس ذلك يحيط به ستة مثلثات متساوية الأضلاع والزوايا، وثمانية مربعات متساوية الأضلاع والزوايا.

كم أنواع الأجسام التي تحيط بها سطوح ولا يمكن أن يحيط بها كرة؟ أنواعها غير متناهية الكثرة، ولكن المذكورة منها عند المهندسين ثلاثة منها ما يحيط به ثلاث مثلثات[273] على قواعد مختلفة وتسمى أشكالا نارية. ومنها ما يحيط به مربعات وتسمى مكعبة ومنحرفة[274]. ومنها ما يحيط به مثلثات ومربعات وتسمى منشورة[275].

[268] الماء : ص. الهواء، ص. وشبهوا ذا العشرين قاعدة مثلثات بالماء : زائدة.

[269] الخمسة : م. ناقصة.

[270] مسألة : م. ناقصة.

[271] الجواب : م. ناقصة.

[272] مربعات : ص. مخمسات.

[273] ثلاث مثلثات : ص. مثلاث.

[274] مكعبة منحرفة : ص. قائمة الزوايا.

[275] منشورة : ص. مقوسة.

ما ذو الأربع قواعد المثلثات متساوية الأضلاع[258]**؟** يسمى شكل ناري[259]، هو جسم يحيط به أربع قواعد مثلثات متساوية الأضلاع قائمة الزوايا ويسمى كعبا شكلا[260].

ما ذو الست قواعد المربعات؟ هو جسم يحيط به ستة سطوح مربعات متساوية الأضلاع قائمة الزوايا ويسمى شكلا[261] كعبا.

ما ذو الثمانية قواعد المثلثات؟ هو جسم يحيط به ثمانية سطوح مثلثات[262] متساوية الأضلاع والزوايا.

ما ذو الأثني عشر قاعدة المخمسات؟ هو[263] جسم يحيط به أثنا عشر سطحا مخمسات متساوية الأضلاع والزوايا[264].

ما ذو العشرين قاعدة المثلثات؟ هو جسم يحيط به عشرون مثلثات / [8 ظ] [مثلثات] متساوية الأضلاع والزوايا.

بماذا شبه الأوائل كل واحد من هذه الأجسام[265] **التي يمكن أن تحيط الكرة بكل واحد منها**[266]**؟** قد شبهوها بالخمسة[267] عناصر التي هي الأرض والماء والهواء والنار والفلك. شبهوا ذا الأربع قواعد مثلثات بالنار وكذلك ما يسمى هذا الشكل ناريا، وشبهوا

[258] متساوية الأضلاع : م. ناقصة.
[259] يسمى شكل ناري : م. ناقصة.
[260] هو جسم ... يسمى كعبا شكلا: ص. ناقصة.
[261] شكلا : ص. ناقصة.
[262] مثلثات : م. ناقصة.
[263] هو : ص. ويسمي شكل ناري.
[264] جسم يحيط ... والزوايا: ص. ناقصة.
[265] الأجسام : ص. الخمسة الأجسام.
[266] تحيط الكرة بكل واحد منها : ص. تحيط بها كرة.
[267] الخمسة : م. بالأربعة

تمت المقالة الثانية بحمد الله وحسن عونه وصلى الله على سيدنا محمد وآله وصحبه وسلم تسليما والحمد لله رب العالمين.

بسم الله الرحمن الرحيم[252]

المقالة الثالثة

والقول فيها[253] على الأجسام

ما الجسم؟ هو مقدار ذو طول وعرض وعمق ونهاياته[254] بسائط.

كم أنواع الأجسام؟ الأول ثلاثة، منها ما يحيط به بسائط مسطحة ومنها ما يحيط به بسائط مقببة ومنها ما يحيط به بسائط مستقيمة[255].

كم أنواع الأجسام التي يحيط بها بسائط مسطحة؟ أنواعه[256] الأول اثنان منها ما يمكن أن تحيط به كرة، ومنها ما لايمكن أن تحيط به كرة.

كم أنواع الأجسام التي يمكن أن تحيط بها كرة؟ خمسة[257]، منها ذو أربع قواعد مثلثات، ومنها ذو ست قواعد مربعات، وذو ثمان قواعد مثلثات، وذو اثني عشر قاعدة مخمسات، وذو عشرين قاعدة مثلثات.

[252] تمت المقالة الثانية ... الرحمن الرحيم : ص. ناقصة.

[253] والقول فيها : وهو القول.

[254] نهاياته : ص. نهاية.

[255] ومنها ما يحيط به بسائط مقببة ... بسائط مستقيمة : م. ناقصة.

[256] كم أنواع الأجسام التي يحيط بها بسائط مسطحة؟ أنواعها : م. ناقصة.

[257] خمسة : ص. باقي أنواعها خمسة.

الزاوية القائمة بزاوية يكون بسيطا مخروط[238]ا.

ما خاصة البسيط المخروط؟ خاصته أن يمكن أن يقع عليه خط مستقيم ومنحني[239] ودائرة[240]، وأن الدوائر[241] التي تقع عليه[242] كلها متوازية. ولا يمكن أن يكون منها دائرتان متساويتان[243] ولا يمكن أن يكون شيء من الخطوط المستقيمة المفروضة عليه متوازية بل كلها تنتهي[244] إلى نقطة واحدة.

كم أنواع البسائط المقعرة[245]؟ تقدير أنواع البسائط المقببة وحدوثها كحدوث البسائط المقببة[246]، وخواصها مثل خواصها، وذلك أن كل بسيط مقبب تقبيبا كان خارجه مقبب[247] ذلك التقبيب وداخله مقعر بطين[248] لذلك التقبيب، وذلك ما[249] صار القول على البسائط المقببة[250] ينبني[251] على البسائط المقعرة.

[238] بزاوية يكون بسيطا مخروطا : بدوران بسيط كري.

[239] منحني : ص. مقوس.

[240] دائرة : ص. معين.

[241] الدوائر : م. الدائرة.

[242] عليه : م. عليها.

[243] منها دائرتان متساويتان: ص. متماس متساوي.

[244] تنتهي : م. هو.

[245] كم أنواع البسائط المقعرة : م. كم البسيط المقعر أنواعه.

[246] تقدير أنواع البسائط المقببة وحدوثها كحدوث البسائط المقببة : ص. تقدر أنواع المقببة وحدوثها مشابهة لحدود تلك.

[247] كان خارجه مقبب : ص. ما فإن خاصته يطلب ذلك.

[248] مقعر بطين : ص. نصفين نظير.

[249] وذلك ما : ص. ولذلك.

[250] المقببة : م. المقعرة، ص. المقببين.

[251] ينبني : ص. من أيضا.

ما خاصة البسيط الكري؟ خاصته أنه لا يمكن أن يعرض عليه خط مستقيم وكل خط يعرض عليه فهو قوس من[231] دائرة.

ما البسيط المقبب تقبيبا أسطوانيا؟ هو شكل متساوي الأجزاء[232] يبتدئ من دائرة وينتهي إلى دائرة أخرى[233] مساوية لها.

عماذا يحدث البسيط المقبب تقبيبا أسطوانيا؟ يحدث عن سطح متوازي الأضلاع قائم الزوايا، إذا صير أحد أضلاعه ثابتا كالمحور وأدير الضلع الآخر المتوازي له إلى أن يرجع إلى الموضع الذي بدأت منه الحركة، فإن البسيط الذي رسمه ذلك الضلع بدورانه أنه يكون بسيطا[234] أسطوانيا.

ما خاصة البسيط الأسطواني؟ أنه يمكن أن يعرض عليه خط مستقيم وخط مقوس وخط منحني، والدائرة التي تعرض عليها كلها متوازية متساوية والخطوط المستقيمة التي تعرض عليها كلها متوازية.

ما البسيط المقبب تقبيبا مخروطا؟ هو شكل يبتدئ من نقطة / [8 و] وينتهي إلى محيط دائرة.

عماذا يحدث البسيط المخروط؟ هو يحدث عن مثلث قائم الزاوية إذا ثبت أحد الخطين[235] المحيطين بالزاوية القائمة كالمحور وأدير الضلع الموتر[236] الزاوية القائمة إلى أن يرجع إلى الموضع الذي منه ابتداء الحركة، فإن البسيط الذي يرسمه وتر[237]

[231] من : م. ناقصة.
[232] الأجزاء : م. الآخر
[233] أخرى : م. ناقصة.
[234] بسيطا : م. سمكا.
[235] إذا ثبت أحد الخطين : ص. إذا أمتد أحد القائمين.
[236] أدير الضلع الموتر : ص. ودوائر.
[237] وتر : م. أثر

ما خاصة القطاع؟ أما القطاع الذي زاويته على مركز دائرة قوسه [223] فخاصته أن يكون قوسه أقل من[224] نصف دائرة، ولا يمكن أن يكون قوسه نصف دائرة ولا أعظم من نصف دائرة. وأما القطاع الذي تكون زاويته على محيط دائرة قوسية فقد يمكن أن يكون قوسه نصف دائرة وأعظم من نصف دائرة وأصغر من نصف دائرة، وخاصته أن يكون القطاع الذي يعمل على قوسه وزاويته على المركز[225] تكون الزاوية التي على المركز ضعف الزاوية التي علي المحيط من ذلك القطاع الأول.

كم أنواع البسيط المقبب[226]؟ ثلاثة، مقبب تقبيبا كريا، مقبب تقبيبا أسطوانيا، مقبب تقبيبا مخروطا.

ما البسيط المقبب[227] **تقبيبا كريا؟** هو الشكل الذي يحيط به خط مقوس[228] في داخله نقطة كل الخطوط الخارجة منها إليه متساوية، وتلك النقطة هي مركز البسيط الكري.

عماذا يحدث البسيط الكري؟ إنه يحدث عن قوس نصف دائرة إذ صير وترها[229] كالمحور، وأدير قوسها إلى أن يرجع إلى الموضع الذي فيه ابتداء[230]، فإن البسيط الذي ترسمه تلك القوس بدورانها هو بسيط كري.

[223] على مركز دائرة قوسه : م. على قوسه.

[224] اقل من : ص. ناقصة.

[225] المركز : ص. المركز دائرة.

[226] البسيط المقبب : ص. البسائط المقببة.

[227] البسيط المقبب : ص. البسائط المقببة.

[228] الذي يحيط به خط مقوس في : ص. المشابه الأجزاء.

[229] وترها : ص. وترها ثابت.

[230] ابتداء : ص. ابتداء الحركة.

أحديهما نصف دائرة وأعظم من نصف دائرة وأصغر من نصف دائرة والدائرة التي القوس العظيم منها أبدا أصغر من الدائرة التي القوس الصغير منها.

كم السطوح التي يحيط أكثر من خطين مقوسين؟ هي غير متناهية الكثرة تبتدئ من المثلث، ثم تصعد دائما بلانهاية[212]، وتقسم[213] كل شكل منها بعدد القسي التي يحيط بها[214]، فيقال[215] مثلث من خطوط قوسية ومربع من خطوط قوسية ومخمس ومسدس، وكذلك تتزايد أبدا بلا نهاية[216] .

كم أنواع السطوح التي يحيط بها خطوط مستقيمة وقوسية؟ أنواعها الأول / [7 ظ] منها اثنان فيها ما يحيط به خطان أحدهما مستقيم[217] والآخر مقوس[218] يمسّى قطعة من دائرة. ومنها ما تحيط به ثلاثة خطوط أحدهما مقوس والآخران مستقيمان[219] ويسمى قطع[220] وتر[221]، وما كان من غير هذين النوعين فهي غير منتهية[222] الكثرة. وقطع الدائرة ثلاثة : نصف دائرة، وأقل من نصف دائرة، وأعظم من نصف دائرة.

كم أنواع القطاع؟ نوعان، أحدهما أن يكون رأس القطاع على مركز دائرة القوس الذي يوتر زاويته، والآخر أن يكون رأس القطاع على محيط دائرة القوس التي هي قاعدته.

[212] بلا نهاية : ص. إلى لا نهاية.
[213] تقسم : ص. ليس.
[214] التي يحيط بها : ص. التي يحيط به منه إلى مثلث.
[215] فيقال : ص. ناقصة.
[216] بلا نهاية : ص. إلى غير نهاية.
[217] مستقيم : ص. مقوس.
[218] مقوس : ص. مستقيم.
[219] الآخران مستقيمان : ص. والآخر مستقيم.
[220] قطع : م. قطعة، ص. قطاع
[221] وتر : ص. ناقصة.
[222] منتهية : ص. متناهية.

ما الدائرة؟ هي شكل مسطح يحيط به خط واحد يقال له المحيط، وفي داخله نقطة كل الخطوط الخارجة منها إلى ذلك الخط المحيط[205] متساوية وتلك النقطة يقال لها المركز.

كم أنواع السطوح التي يحيط بها خطان مقوسان؟ اثنان، أحدهما أن يكون أحديداب أحد القوسين إلى إنحناء القوس الآخر[206]، ويسمى هذا الشكل هلاليا والآخر أن يكون إنحناء القوسين متقابلين[207]، ويسمى هذا الشكل بيضيا[208].

كم أنواع الشكل الهلالي؟ هي ثلاثة منها ما يكون القوسة الخارجة نصف محيط الدائرة، ومنها ما يكون أقل من نصف محيط الدائرة، ومنها أعظم من نصف المحيط.

ما خاصة الشكل الهلالي؟ هي[209] أن قوسه الداخلة أعني التي حدبتها تلي إنحناء القوس الآخر[210] وأن قوسه الخارجة إن كانت أقل من نصف فهي دائرة أصغر من الدائرة التي القوس الآخر منها. وكذلك إن كانت نصف دائرة فهي دائرة أصغر من الدائرة التي القوس الآخر منها. فإن كانت أعظم من نصف دائرة فقد يمكن أن تكون الدائرة مساوية لدائرة القوس الآخر. ودائرة أعظم منها ومن دائرة أصغر منها.

كم أنواع الشكل البيضي؟ اثنان، أحدهما أن يكون القوسان المحيطان به[211] متساويين، والآخر أن يكون القوسان مختلفين.

ما خاصة الشكل البيضي؟ خاصته أن قوسيه إذا كانت متساويتين كانتا جميعا من دائرة واحدة كل واحد منها أقل من نصف دائرة، وإذا كانتا مختلفتين فقد يمكن أن تكون

[205] المحيط : ص. ناقصة.

[206] أحدهما ... القوس الأخر : ص. أحديهما أن يكون حدي إحدى القوسين مقوس على حمص الأخرى.

[207] والآخر أن ... متقابلين : ص. والآخران يكون حمص أحد القوسين يستعمل حمص القوس الأخرى.

[208] بيضيا : ص. قطع مخروط.

[209] هي : ص. خاصته هي.

[210] القوس الآخر : ص. القوس الآخر أصغر من القوس الأخرى.

[211] به : ص. ناقصة.

أمثال الزاوية الباقية ونصف مثل، أعني أن يكون إذا كانت الزاوية[197] التي توترها القاعدة واحدة كانت كل واحدة من الزاويتين اللتين فوق القاعدة ثلاثة ونصف.

ما خواص المتسع المرسوم في دائرة؟ هو[198] أن يكون كل واحدة من زاويتي مثلثه المرسوم في دائرة المتساوي الساقين، اللتين فوق القاعدة أربعة أمثال الزاوية الباقية[199].

ما خواص المعشر المرسوم[200] **في دائرة؟** هو أن يكون إذا ضرب[201] ضلع المخمس المرسوم في تلك الدائرة في نفسه[202] وألقي منه مضروب نصف القطر في نفسه وأخذ جذر/ [7 و] الباقي كان مساويا لضلعه. وإذا علمنا على ضلعه مثلثا متساوي الساقين، وكانت زاويته مركبة علي محيط الدائرة، كانت كل واحدة من الزاويتين اللتين على القاعدة أربعة ونصف مثل الباقية. وكذلك يكون على الأحد[203]عشر قاعدة كل واحدة من زاويتي المثلث المتساويين مثل عدد نسبتها إلى الباقية[204].

كم أنواع السطوح التي يحيط بها خطوط قوسية؟ منها ما يحيط به خط واحد مقوس ويسمى دائرة، ومنها ما يحيط به خطان مقوسان، ومنها ما يحيط به أكثر من خطين مقوسين.

[196] مثلثا : ص. عليه.

[197] الزاوية : م. ناقصة.

[198] هو : ص. خواصه هو.

[199] زاويتي ... الزاوية الباقية : ص. زاويتين اللتين فوق القاعدة أربعة أمثال الزاوية الباقية من المثلث المتساوي الساقين المعمول عليه في تلك الدائرة.

[200] المرسوم : ص. المعمول.

[201] ضرب : ص. أحد.

[202] في نفسه : ص. ونضرب في نفسه.

[203] الأحد : م. الأخر

[204] وإذا علمنا على ضلعه ... إلى الباقية : ص. ناقصة.

ما خواص المربع الذي يقع في دائرة؟ إما المتساوي الأضلاع، بأن يكون مضروب ضلعه في نفسه يقوى على نصفي القطر إذا ضرب كل واحد منهما في نفسه[188]، والذي ليس بمتساوي الأضلاع معا، بأن يكون مضروب أضلاعه الأربعة كل اثنين متقابلين منها أحدهما في الأخرى مجموعين، كل ذلك مثل مضروب قطريه أحدها في الأخر.

ما خواص المخمس المرسوم في دائرة؟ ذلك أن يكون مضروب ضلعه[189] في نفسه مثل مضروب ضلع المسدس المرسوم في تلك الدائرة في نفسه وضلع المعشر المرسوم في تلك الدائرة أيضا في نفسه مجموعين[190].

ما خواص المسدس المرسوم في دائرة؟ خواصه أن يكون ضلعه مساوي لنصف قطر تلك الدائرة[191].

ما خواص المسبع[192] المرسوم في دائرة؟ هو أن يكون ضلعه إذا عمل عليه مثلثا متساوي الساقين في تلك الدائرة كانت كل واحدة من الزاويتين اللتين على القاعدة أعني[193] اللتين يوترها السقان المتساويان، ثلاثة أمثال الزاوية الباقية ولذلك صار إذا أمكننا أن نعمل مثلثا متساوي الساقين كل واحدة من الزاويتين اللتين فوق القاعدة ثلاثة أمثال الزاوية القائمة[194] أمكننا أن نعمل مسبعا في دائرة.

ما خواص المثمن المرسوم في دائرة؟ هو[195] أن يكون ضلعه إذا عمل مثلثا[196] متساوي الساقين في تلك الدائرة، كانت كل واحدة من الزاويتين اللتين فوق القاعدة ثلاثة

[188] بأن يكون مضروب ... منهما في نفسه : م. ناقصة.

[189] ضلعه : م. ضلعين.

[190] مجموعين : ص. ناقصة.

[191] ما خواص المسدس ... تلك الدائرة : م. ناقصة.

[192] المسبع : م. المسدس

[193] أعني : ص. ناقصة.

[194] القائمة : ص. الباقية.

[195] هو : ص. خواصه هو.

الأشكال المسطحة فتضربه في اثنين فما خرج فهو عدد ما لذلك الشكل[182] / [6 ظ] من الزوايا القائمة.

مثال ذلك : لو أردنا أن نعلم كم من الشكل المسبع من الزوايا القائمة. فتنظر كم بين المثلث والمسبع من شكل، وهي خمسة أعني المثلث والمربع والمخمس والمسدس والمسبع كلها، فتضرب الخمسة في اثنين فيكون من ذلك عشرة، فنقول إن الذي يكون في المسبع من الزوايا القائمة عشرة، أعني[183] زاويا المسبع[184] إذا جمعت كان منها عشرة زاويا قائمة.

كيف تعرف في كل واحد من الأشكال الكثيرة الزوايا التي تقع في دائرة؟ أعني المتساوية الأضلاع والزوايا قدر زاوية من الزاوية القائمة، إذا أردنا ذلك نظرنا بالجملة التي وصفنا.

كم يقع فيه من زاوية قائمة؟ فتقسم عدد زوايا الشكل على عدد أضلاعه[185] فما خرج في القسم فهو قدر زاوية ذلك عند الزاوية القائمة.

مثال ذلك : كأن أردنا[186] أن نعلم نسبة المسبع المتساوي الأضلاع من زاوية وقد علمنا زوايا المسبع كلها إذا جمعت متساوية لعشرة زوايا قائمة وأضلاع المسبع سبعة فقسمنا عشرة على سبعة فكانت الزاوية الواحدة من نسبة القائمة واحد وثلاثة أسباع[187].

[182] لذلك الشكل : ص. من الأشكال فنضربه في اثنين منها فما خرج لنا فهو عدد ما في ذلك الشكل.

[183] فنضرب ... أعني : م. ناقصة.

[184] زاويا المسبع : م. ناقصة.

[185] عدد زوايا الشكل على عدد أضلاعه : ص. تلك الزوايا على عشر أضلاع.

[186] أردنا : ص. نفرض.

[187] كأن أردنا ... وثلاثة أسباع : ص. نفرض أنا نريد أن نعلم نسبة زاوية الشكل المسبع المتساوي الأضلاع القائم الزوايا إلى الزاوية القائمة فنقول قد عرفنا بالجهة التي وصفنا، إن زوايا المسبع كلها إذا جمعت كانت عشرة قوائم وأضلاع المسبع سبعة فتقسم العشرة على السبعة فيخرج القسم واحد وثلاثة أسباع. فأقول أن زاوية المسبع المتساوي الأضلاع والزوايا يكون زاوية قائمة وثلاثة أسباع زاوية قائمة.

بخط[174].

مماذا يتركب المسدس وإلى ماذا ينقسم؟ يتركب من أربع مثلثات[175] إذا أخرج فيه ثلاث خطوط من زاوية ما من زواياه إلى الزاوية التي تقابلها غير متقاطعة.

كيف تعلم في كل واحد من الأشكال الكثيرة الزوايا، كم من مثلث تركب وإلى كم من مثلث ينقسم؟ إذا فرض لنا شكل كثير الزوايا لنعلم من كم من مثلث[176] وإلى كم مثلث ينقسم ذلك بأن تعد كم شكل بينه وبين المثلث وتنظر ذلك فتقول أن ذلك الشكل مركب من مثلثات عددها مثل ذلك القدر إذا صير لكل مثلثين منها ضلع واحد مشترك وينقسم إليها، إذا خرج فيها من زاوية من زواياه فذلك العدد خطوط تنتهي إلى زواياه الباقية.
مثال ذلك كأن قائلا قال لنا : من كم من مثلث يتركب المعشر[177] والى من كم مثلث ينقسم. فتعد الأشكال من المثلث إلى المعشر، وهي المثلث والمربع والمخمس والمسدس والمسبع والمثمن والمتسع والمعشر، فجملتها ثمانية فتقول[178]، إذا كان منها لكل اثنين ضلع مشترك وينقسم إلى ثمانية مثلثات إذا أخرج من زاوية من زواياه خطوط غير متقاطعة إلى باقي الزوايا وكذلك في سائر الأشكال فإن العمل واحد.

كيف تعرف مجموع زوايا[179] كل واحد من الأشكال الكثيرة الزوايا التي تقع في دائرة، نسبة لزاوية[180] قائمة[181]؟ إذا أردنا ذلك، فلننظر من المثلث إلى ذلك الشكل من

[174] واجتمعت ... يقابلاه بخط : ص. في تقسيمه إلى ثلاث مثلثات إذا اخرج فيه ثلاث خطوط من زاوية إلى الزاوية التي تقابلها غير متقاطعة.

[175] مثلثات ... إذا أخرج : ص. إذا صير لكل اثنين منها ضلع مشترك وينقسم إلى أربع مثلثات.

[176] مثلث : ص. مثلث مركب.

[177] كم من مثلث يتركب المعشر : ص. الشكل المعشر من كم مثلث تركب.

[178] فتقول : ص. فتقول إن المعشر مركب من ثماني مثلثات.

[179] مجموع زوايا : م. حدي

[180] نسبة للزاوية : م. من الزاوية

[181] كيف تعرف ... لزاوية قائمة : ص. كيف تعرف كم في كل واحد من الأشكال الكثيرة الزوايا من زاوية قائمة؟

متقابلتين متساويتين قائمتين[169].

ما السطوح التي تسمى الكثيرة الزوايا التي تحيط بها أكثر من أربعة أضلاع؟ وأولها المخمس، ثم المسدس، ثم المسبع، ثم المثمن، ثم المتسع، ثم المعشر، ثم ذو الأحد عشر ضلعا، ثم ذو الأثني عشر ضلعا، ثم ما تلوا ذلك / [6 و] من الأشكال عند زيادة ضلع قائم بلا نهاية[170].

كم أنواع كل واحد من الأشكال الكثيرة الزوايا؟ ثلاثة متساوي الأضلاع والزوايا، ومتساوي الأضلاع مختلف الزوايا، ومختلف الأضلاع والزوايا.

بماذا يوجد ما كان من الأشكال الكثيرة الزوايا متساوي الأضلاع والزوايا؟ يوجد بأن يرسم عليه دائرة وترسم فيه دائرة ويرسم على دائرة ويرسم في دائرة.

ما معنى الشكل المرسوم في دائرة والشكل المرسوم على دائرة؟ إنما المرسوم في دائرة هو الذي كل زاوية من زواياه يماس محيط[171] الدائرة. والشكل المرسوم على دائرة هو الذي كل ضلع من أضلاعه يماس محيط[172] الدائرة.

مماذا يتركب المخمس وإلى ماذا ينقسم المخمس؟ يتركب[173] من ثلاث مثلثات إذا صير لكل اثنين منها ضلع مشترك واجتمعت زواياه كلها إلى نقطة. وينقسم إلى ثلاث مثلثات إذا أخرج فيه خطان من زاوية واحدة إلى الزاويتين الباقيتين اللتين يقابلاه

[169] كل مربع ... قائمتين : ص. كل مربع تكون كل زاويتين متقابلتين من زواياه مساويتين لقائمتين يمكن أن يقع في دائرة.

[170] ثم ما تلوا ... بلا نهاية : ص. وكذلك في سائر الأشكال بالغا ما بلغت.

[171] يماس محيط : م. مماس يحيط

[172] يماس محيط : م. مماس يحيط.

[173] يتركب : ص. مركب.

كم أنواع المربعات المتساوية الضلعين المتلاقيين المختلفة الباقيين < ذو زاويتين قائمتين على الأكثر>؟ أربعة، منها قائمة الزاويتين المتقابلتين متوازيتين الضلعين من أضلاعه ومنها قائم الزاويتين المتبادلتين غير متوازي أضلاع. ومنها قائم الزاوية الواحدة، غير ذي توازي أيضا، ومنها ما ليس فيه زاوية قائمة أصلا ولا فيه وتر[163].

كم أنواع المربعات المختلفة الأضلاع؟ خمسة، فمنها قائمة الزاويتين المتلاقيتين متواز الضلعين. ومنها قائمة الزاويتين المتقابلتين لا موازاة فيه، ومنها قائم الزاوية الواحدة لا موازاة فيه أيضا، ومنها متوازي فيه قائمة[164]، ومنها ما لا قائمة فيه ولا توازي[165].

كم المربعات التي ذكرها أقليدس؟ خمسة[166]، قائمة الزاوية ومتساوي الأضلاع وسماه المربع الصحيح. وقائم الزوايا متساوي كل ضلعين متقابلين وسماه مربعا مستطيلا. متساوي الأضلاع غير قائم الزوايا ومتساوي كل زاويتين متقابلتين وسماه المعين، ومتساوي كل ضلعين متقابلين فقط سماه الشبيه بالمعين. وما خرج عن هذه الحدود يسمى منحرفا.

أي المربعات<التي> يمكن أن يدار عليه دائرة؟ كل مربع متساوي الأضلاع والزوايا[167]، وكل مربع ذي زاويتين متقابلتين قائمتين[168]، كل مربع ذي زاويتين

[163] أربعة، منها ... ولا فيه وتر : ص. أنواعها ثلاثة منها قائم الزاويتين ومنها ما زواياه متوازي ضلعين من أضلاعه ومنها قائم زاويتين متبادلتين غير متوازيين ومنها لا قائم لا متوازي.

[164] فيه قائمة : م. قائمة فيه

[165] خمسة، فمنها ... ولا توازي : ص. أنواعها خمسة متوازي ضلعين قائم زاويتين متقابلين، متوازي ضلعين غير قائم، قائم زاويتين متلاقيتين غير متوازي، قائم زاوية واحدة غير متوازي الأضلاع ولا متوازي الزوايا.

[166] خمسة : ص. أنواعها خمسة.

[167] والزوايا : ص. والزوايا يمكن أن يقع في دائرة.

[168] كل مربع ... قائمتين : ص. كل مربع تكون زاويتين من زواياه متقابلين قائمتين يمكن أن يقع في دائرة.

فإن كل[152] زاويتين متقابلتين منه متساويتان ويسمى الشبيه المعين وهذان المربعان كل ضلعين متقابلين[153] منهما متوازيان.

كم أنواع المربعات التي كل ضلعين متلاقيين[154] منها متساويان[155]؟ ثلاثة[156]، أحدهما أن يكون فيه زاويتان متقابلتان[157] قائمتان، والباقيتان مختلفتان[158]، والآخر أن يكون[159] فيه زاوية واحدة قائمة وتكون المتقابلتان متساويتين، والثالث أن لا تكون فيه زاوية <قائمة> البتة، ويكون فيه زاويتان متقابلتان متساويتان، ولا يمكن بأن يكون في هذه المربعات موازاة البتة[160].

كم أنواع المربعات المتساوية الضلعين المتقابلين المختلفة الباقيين < ذو زاوية قائمة على الأكثر>؟ ثلاثة[161]، أحدها أن يكون الضلعان المختلفان متوازيين، وهذا لا يمكن أن يقع فيه زاوية قائمة، والآخر أن يكون فيه ضلعان متوازيان وتكون إحدى زواياه قائمة، لا يمكن أن تقع فيه أكثر من زاوية واحدة قائمة، والثالث أن لا تقع فيه[162] زاوية قائمة ولا ضلعان متوازيان.

[151] الزوايا : م. زاوية.

[152] فإن كل : ص. هو الذي كان.

[153] متقابلين : ص. ناقصة.

[154] متلاقيين : م. متقابلين

[155] كم أنواع المربعات ... متساويان : ص. كم أنواع المربعات المتساوية الضلعين المتقابلين مختلف الباقيين.

[156] ثلاثة : ص. اثنان.

[157] متقابلتان : ص. متقابلتان معا.

[158] مختلفتان : ص. متساويان.

[159] أن يكون : ص. لا يكون.

[160] والثالث أن ... البتة : ص. ناقصة.

[161] ثلاثة : ص. أنواعها ثلاثة.

[162] والثالث أن لا تقع فيه : ص. والآخر لا يمكن أن تكون فيه.

مرتين.

كم أنواع المربعات التي تحيط بها خطوط مستقيمة؟ هي سبعة، متساوي الأضلاع[142]، ومتساوي ثلاث أضلاع[143]، ومتساوي كل ضلعين متقابلين مختلف الباقيين[144]، ومتساوي كل ضلعين متلاقيين، ومتساوي الضلعين المتلاقيين مختلف الباقيين[145]، ومختلف الأضلاع كلها.

كم أنواع المربعات المتساوية أربعة أضلاعها؟ اثنان، أحدهما قائم الزوايا والآخر متساوي كل زاويتين متقابلتين منها. ويخص المتساوي الأضلاع القائم الزوايا باسم المربع والمتساوي الأضلاع المختلف الزوايا معينا. وهذان النوعان من المربعات كل ضلعين منها متوازيان.

كم أنواع المربعات التي ثلاثة من أضلاعها متساوية؟ ثلاثة، أحدها أن يكون الضلعان المختلفان[146] متوازيين وهذا لا يمكن أن يقع فيه زاوية قائمة والآخر أن لا يكون فيه موازيات ويقع فيه زاوية واحدة قائمة ولا يمكن فيه أكثر من قائمة واحدة، والثالث لا يكون فيه موازاة[147] / [5 ظ] ولا يقع فيه زاوية قائمة.

كم أنواع المربعات التي كل ضلعين متقابلين منها متساويان؟ اثنان، قائم الزوايا[148] ولا قائم الزوايا[149]، والقائم الزوايا[150] يسمى المربع المستطيل، والذي ليس بقائم الزوايا[151]

[142] الأضلاع : ص. الأربع الأضلاع.
[143] ومتساوي ثلاث أضلاع : م. ناقصة.
[144] مختلف الباقيين: م. ناقصة.
[145] مختلف الباقيين: م. ناقصة.
[146] المختلفان : ص. ناقصة.
[147] والثالث لا يكون فيه موازاة : ص. والأخر يكون الخطان متوازيان.
[148] الزوايا : م. زاوية.
[149] الزوايا : م. زاوية.
[150] الزوايا : م. زاوية.

منفرجة.

ما خاصة المثلث القائم الزاوية؟ وهي أن يكون مضروب ضلعيه المحيطين بالزاوية القائمة كل واحد منهما في نفسه <إذا جمعا> مساويا لمضروب الضلع الذي يوتر الزاوية القائمة[137] في نفسه. وأن يكون مضروب ضلعيه المحيطين بالزاوية القائمة كل واحد منهما في الآخر مساويا لمضروب الضلع الثالث في العمود المخرج من زاويته القائمة إلى وترها. وأن يكون مضروب قسمي الوتر أحدهما في الآخر مساويا لمضروب العمود في نفسه وأن يكون مضروب الوتر كله في نفسه مساويا لمضروب الضلع الذي يلي ذلك القسم في نفسه.

ما خاصة المثلث المنفرج الزاوية؟ خاصته أن مضروب ضلعيه في المحيطين بزاويته المنفرجة كل في نفسه[138] إذا جمعا أقل[139] من مضروب الثالث في نفسه، وهو وتر الزاوية المنفرجة وإذا أخرج أحد الضلعين المحيطين بالزاوية المنفرجة في جهة الزاوية المنفرجة وأخرج عليه من زاوية المثلث عمود كان مضروب الضلع الموتر للزاوية المنفرجة في نفسه أعظم من مضروب الضلعين المحيطين بها كل واحد منهما في نفسه بمثل مضروب الضلع الذي أخرج في قسمه الذي وقع عليه العمود مرتين.

ما خاصة المثلث الحاد الزاوية؟ هي أن يكون مضروب الضلعين المحيطين بزاويته[140] الحادة كل واحد منهما في نفسه أكثر من مضروب وتر تلك الزاوية الحادة في نفسه[141] بمثل مضروب الخط الذي وقع عليه العمود في قسمه الذي يلي تلك الزاوية الحادة

[137] الذي يوتر الزاوية القائمة : ص. الثالث.

[138] كل في نفسه : ص. كل واحد منهما في نفسه.

[139] أقل : ص. كان أعظم.

[140] بزاويته : ص. بأحد زاويته.

[141] وإذا اخرج من زاوية أخرى من زواياه إلى احد الضلعين المحيطين بزاويته الحادة عمودا يقع على أحدهما، يكون مضروب الضلعين المحيطين بالزاوية الحادة كل واحد منهما في نفسه أعظم من مضروب الثالث في نفسه : م. ناقصة.

كم أنواع المثلث الحاد الزاوية؟ ثلاثة متساوي الأضلاع ومتساوي الساقين ومختلف الأضلاع، فإذا القسمة هكذا[131].

كم يجب أن يكون أنواع المثلثات الجزئية التي لا قسمة فيها؟ أنواعها التي لا قسمة فيها، أن الجزئية سبعة، فمنها المتساوي الأضلاع ولا يمكن أن يكون أبدا إلا حاد الزاوية، والمتساوي الساقين الحاد الزاوية، والمتساوي الساقين القائم الزاوية، والمتساوي الساقين المنفرج الزاوية، والمختلف الأضلاع الحاد الزاوية، والمثلث المتساوي الساقين، إن كان قائم الزاوية أو منفرج الزاوية فلا محالة أن ضلعه الثالث أطول من كل واحد من الباقيين. فأما أن يكون حاد الزاوية فإن الضلع قد يمكن أن يكون أعظم من كل واحد من الضلعين الباقيين ويمكن أن يكون أصغر منهما[132].

ما خاصة المثلث المطلق؟ خاصته أن يكون من أضلاعه[133] مجموعين أطول من الثالث[134] وأن ضلعه الأطول[135] يوتر الزاوية العظمى وأن أحد أضلاعه إذا أخرج كانت الزاوية التي تحدث خارجا منه مساوية للزاويتين المتواصلتين المتقابلتين لها وأن زوايا المثلث إذا جمعت كانت مساوية لزاويتين قائمتين ولذلك لايمكن أن يكون فيه أيضا زاويتان كل واحدة منهما / [5 و] قائمة[136] ولا يمكن أن يكون فيه أيضا زاويتان أحدهما قائمة والأخرى منفرجة. لكن أضطر أن كل مثلث أن تكون زاويتان من زواياه حادتان والزاوية الباقية قد يمكن أن تكون حادة ويمكن أن تكون قائمة ويمكن أن تكون

[131] كم أنواع المثلث الحاد ... هكذا : ص. ناقصة.

[132] كـم يجـب أن يكـون ••• أن يكون أصغر منهما : ص. كم أنواع المثلثات الكرية الغير مستقيمة، منقسـمة سبعة منها متساوي الأضلاع وهو الذي لا يمكن أبدا أن يكون إلا حاد الزوايا ومتساوي الساقين حـاد الـزوايا ومختلف الأضلاع قائم الزاوية ومختلف الأضلاع منفرج الزاوية ومختلف الأضلاع حاد الزوايا.

[133] أن يكون من أضلاعه : ص. أن كل ضلعين من أضلاعه.

[134] الثالث : م. المثلث.

[135] الأطول : ص. الأول.

[136] لا يمكن أن يكون ... قائمة : ص. ناقصة.

ما البسيط المقعر؟ هو الذي يمكن أن يصل من نهايتاه سطح أخر أقل منه وأصغر بسيط يصل من نهايتاه يكون أعلى منه[126].

كم أنواع البسيط المسطح؟ هي ثلاثة، فمنه ما يحيط به خطوط مستقيمة ومنه ما يحيط به خطوط قوسية ومنه ما يحيط به خطوط مستقيمة وقوسية معا وكل واحد من هذه البسائط يسمى مسطحا.

كم أنواع السطوح التي يحيط بها خطوط مستقيمة؟ هي كثيرة غير متناهية الكثرة. وهي سميت لعدد الأضلاع التي يحيطه، تبتدئ من الثلاثة وتزيد صاعدا، فأولها المثلث به ثلاث خطوط، ثم المربع وهو الذي يحيط به أربع خطوط، ثم المخمس وهو الذي يحيط به خمسة خطوط وكذلك يزيد. وإنما صار المثلث أولها لأن خطين مستقيمين لا يحيطان بسطح. وما كان من هذه السطوح يحيط به أكثر من أربعة خطوط، فإنما يسمى الكثير الزوايا، ولذلك صار المخمس[127] أول الأشكال الكثير الزوايا.

كم أنواع المثلث التي تحيط بها خطوط مستقيمة؟ الأول[128] ثلاثة، قائم الزاوية، ومنفرج الزاوية، وحاد الزاوية.

كم أنواع المثلث القائم الزاوية؟ نوعان[129]، متساوي الساقين، وهو الذي ضلعان من أضلاعه متساويان، ومختلف الأضلاع وهو الذي أضلاعه كلها مختلفة.

كم أنواع المثلث المنفرج الزاوية؟ نوعان[130]، متساوي الساقين وهو الذي ضلعان من أضلاعه متساويان، ومختلف الأضلاع وهو الذي أضلاعه كلها مختلفة.

[126] ما البسيط المقعر ... أعلى منه : م. ناقصة.
[127] المخمس : م. المنحني.
[128] الأول : م. ناقصة.
[129] نوعان : ص. اثنان.
[130] نوعان : ص. اثنان.

المقالة[113] الثانية

والقول فيها على البسائط[114]

ما البسيط[115]؟ هو[116] طول وعرض بلاعمق[117] ونهاياته[118] خطوط.

كم أنواع البسائط؟ الأول، هي ثلاثة مسطح ومقبب ومقعر.

ما البسيط المسطح؟ هو الذي تكون أبعاده متساوية لأبعاد خطوط نهايته[119].
وقد حده آخرون فقالوا : البسيط المسطح هو الذي إذا فرضت أي نقط كان أمكن أن تخرج من مخرج كل واحدة من تلك النقطة إلى واحد منها خط مستقيم يقع علي البسيط. وحده آخرون بأن قالوا : البسيط المسطح هو الذي إذا وضع عليه خط مستقيم في أي موضع كان منه وأدير عليه مابين جميعيه. والبسيط المسطح يقال له السطح[120].

ما البسيط المقبب؟ هو الذي يمكن أن يصل[121] بين[122] نهاياته[123] بسيط آخر أصغر[124] منه وأصغر بسيط / [4 ظ] يصل بين نهايته يكون أعلى[125] منه.

[113] المقالة : م. المقامة

[114] القول فيها على البسائط : ص. من كتاب قسطا بن لوقا في خواص أقليدس وأشكاله.

[115] البسيط : م. البسائط.

[116] هو : م. هي.

[117] بلا عمق : م. بلا غمق

[118] نهاياته : م. نهاياته.

[119] هو الذي ... نهايته : ص. البسيط المسطح هو الممدود على استقامة خطوط نهاياته، وهو الذي كل الخطوط المعروضة عليه موازية لأحد خطوط نهاياته في سمت واحد، ويقال له سطح.

[120] وقد حده .... له السطح : ص. ناقصة.

[121] يصل : م. يوصل.

[122] بين : م. ناقصة.

[123] نهاياته : م. نايهاياته

[124] أصغر : ص. أقل.

[125] أعلى : م. أعلا

يحيط بها ذلك الخط الواقع والخط الآخر من الخطوط المتوازية في تلك الجهة وأن تكون الزاويتان المتبادلتان وهما اللتان يحيط بأحدهما الخط الواقع من أحد الخطين المتوازيين في جهة والأخرى في جهة الخط الواقع أيضا مع الثاني من الخطين المتوازيين في ضد تلك الجهتين، متساويتين، وأن تكون الزاويتان المتقابلتان متساويتين لزاويتين قائمتين وأن تكون الزاويتان الداخليتان متساويتين لزاويتين قائمتين[106].

ما خواص الخطوط القوسية المتوازية؟ المتشابهة خواصها أن تكون الزوايا التي تقع فيها متساوية وأن تكون الزاويتان التي تؤثر فيها في باقي دوائرها متساوية.

ما الخطوط التي تسمى متماسة[107]**؟** الخطوط المتماسة[108] هي التي تتلاقى ولا تتقاطع وذلك لا يكون إلا في خطين مقوسين أو خطين[109] أحدهما مقوس والثاني مستقيم وكل خطين متماسين[110] فتماسهما على نقطة واحدة.

كم أنواع الخطوط المنحنية؟ أنواعها كثيرة غير متناهية الكثرة ولكن المستعمل منها في صناعة الهندسة هي خمسة، الثلاثة منها قطوع المخروط الثلاثة التي تسمى: المكافئ، والزائد، والناقص. والخط الذي يسمى اللولبي والخط الذي يسمى النيمخانجي. ولأن هذه الخطوط تفعل الآلات فلا يفهمها إلا الكامل في الهندسة اكتفينا بذكرها في كتابنا هذا إذ كان مدخلا للمتعلمين[111].

تمت المقالة الأولى[112]

[106] في الجهة والأخرى ... تلك الجهتين، متساويتين : ص. ناقصة.
[107] متماسة : م. متناسبة.
[108] المتماسة : م. المتناسبة.
[109] مقوسين أو خطين : م. ناقصة.
[110] متماسين : م. متناسبين.
[111] كم أنواع الخطوط المنحية ... مدخلا للمتعلمين : ص. ناقصة.
[112] تمت المقالة الأولى : م. ناقصة.

كم أوضاع الخطوط القوسية؟ اثنان، متوازية ومتقاطعة.

ما الخطوط القوسية المتوازية؟ هي المرسومة على مركز واحد.

ما الخطوط القوسية المتقاطعة؟ هي التي تحيط بزوايا.

ما القوس المتناهية؟ هي التي إذا أخرج من المركز المشترك لها خطان مستقيمان مر على نهاياتها كليها[99].

ما الخطوط المستقيمة المتقاطعة[100]؟ هي أن تحدث من تقاطع كل خطين منها أربع زوايا وأن تكون تلك الأربع زوايا إما أربعة زوايا قائمة وإما متساوية لأربع زوايا قائمة وأن تكون كل زاوية منها مساوية للزاوية المتقابلة لها.

كم أنواع الخطوط المتوازية؟ اثنان، مستقيمة ومقوسة، فالمستقيمة هي التي إذا أخرجت في الجهتين إخراجا دائما[101] لم تلتق أبدا. وإن كانت ثلاثة خطوط أو أربعة أو أكثر ولم تلتق في شيء منها[102] سميت كلها متوازية. والمقوسة[103] المتوازية هي التي توجد نقطة مشتركة لها كلها تكون الخطوط المخرجة منها إلى كل واحد منها متساوية وتكون الأقسام التي فيها من الخطوط المقوسة متساوية أيضا[104].

ما خواص الخطوط / [4 و] المستقيمة المتوازية[105]؟ هي أن تكون إذا وقع عليها خط كانت الزاوية التي يحيط بها ذلك الخط وأحد الخطين المتوازيين مساوية للزاوية التي

[99] كم أوضاع الخطوط القوسية ... كليها : ص. ناقصة.

[100] ما الخطوط المستقيمة المتقاطعة : ص. ما خواص الخطوط المستقيمة المتقاطعة.

[101] دائما : م. ناقصة.

[102] أو أكثر ولم تلتق في شيء منها : م. ناقصة.

[103] المقوسة : م. المقسومة

[104] وتكون ... متساوية أيضا : ص. ناقصة.

[105] ما خواص الخطوط المستقيمة المتوازية : ص. ما الخطوط المقوسة المستقيمة المتوازية.

ما الخط المستقيم الذي يسمى عمودا؟ هو الذي إذا قام على خط آخر[90] أحاط معه بزاوية، قائمة وأيضا إذا خرج من زاوية[91] إلى قاعدة بخط أعني وترها خط فأحاط مع قسمي القاعدة بزاويتين قائمتين سمي ذلك الخط عمودا.

ما الخط المستقيم الذي يسمى وترا؟ هو الذي يصل بين[92] طرفي الخطوط القوسية[93] والخطوط المنحنية وأيضا كل خط وصل[94] بين طرفي[95] خطين يحيطـــان بزاوية يسمى وترا. لأنه يوتر تلك الزاوية، والفصل بينه وبين القاعدة، <هو> أن القاعدة توتر الزاوية فقط وهو يوتر زوايا القسي ولذلك خص باسم الوتر.

ما الخط المستقيم الذي يسمى سهما؟ هو الذي يخرج[96] من النقطة التي تقسم وتر القوس بنصفين ويحيط مع نصف الوتر بزاوية قائمة وينتهي إلى القوس.

ما الخط المستقيم الذي يسمى جيبا مستويا؟ هو نصف وتر ضعف القوس الذي يسمى جيبا.

ما الخط المستقيم الذي يسمى جيبا معكوسا؟ الجيب[97] هو سهم ضعف قوس ما، والذي هو جيب لها[98].

[90] آخر : م. ناقصة.
[91] زاوية : ص. زاوية قائمة.
[92] بين : م. من.
[93] القوسية : م. المقوسة.
[94] وصل : م. يصل.
[95] طرفي : ص. ناقصة.
[96] يخرج : ص. مخرج.
[97] هو اثنان متوزاية ومتقاطعة : زائدة
[98] والذي هو جيب لها : م. ناقصة.

معكوس.

ما الخطوط المستقيمة التي تسمى أضلاعا؟ هي التي تحيط بسطوح، لأن كل خط مستقيم[81] يحيط مع غيره من الخطوط المستقيمة بسطح يسمى ضلعا لذلك السطح المخطوط[82].

ما الخطوط المستقيمة التي تسمى سوقا؟ هي الخطان المستويان اللذان يحيطان بزاوية، فإنه إذا أحاط بزاوية واحدة[83] خطان مستقيمان سمي كل واحد من الخطين قائما[84].

ما الخط المستقيم الذي يسمى قاعدة؟ هو الذي يصل بين طرفي[85] خطين مستقيمين يحيطان بزاوية فان كل زاوية يحيط بها خطان مستقيمان وصل بين طرفيهما بخط مستقيم[86] يسمى ذلك الخط قاعدة.

ما الخط المستقيم الذي يسمى قطرا؟ هو / [3 ظ] الذي يخرج من زاوية[87] وينتهي إلى زاوية أخرى، فتنقسم[88] الزاويتين جميعا قسمة مساو ذلك السطح ذوات الأربعة الأضلاع[89]. قد يسمى قطرا أيضا الخط المستقيم الذي يقسم سطح الدائرة بنصفين ويمر على مركزها وهو أطول خط مستقيم يقع في الدائرة.

[81] لأن كل خط مستقيم : م. ناقصة.

[82] المخطوط : م. ناقصة.

[83] واحدة : م. ناقصة.

[84] سمي كل واحد من الخطين قائما : ص. تسمى كل واحد منهما من دينك الخطين ساقا.

[85] طرفي : ص. طرفي دائرتين.

[86] بخط مستقيم : م. بخط.

[87] من زاوية : ص. من طرف زاوية.

[88] فتنقسم : م. ويقسم.

[89] ذوات الأربعة الأضلاع : ص. ناقصة.

ما الزاويتان المتواصلتان؟ هما اللتان تحدث عن جهة واحدة بين خطين مستقيمين ووقع عليهما خط مستقيم[74].

كم أنواع الخطوط المقوسة؟ أربعة منها، محيط[75] دائرة، ومنها نصف دائرة، ومنها قوس أصغر[76] من نصف دائرة، ومنها قوس أعظم من نصف دائرة.

ما الخط المقوس الذي هو محيط الدائرة؟ هو خط يبتدئ من نقطة وينتهي إليها، ويحيط هو وحده بسطح ويسمى[77] ذلك السطح دائرة، وفي داخله نقطة كل الخطوط المستقيمة الخارجة إليه منها متساوية وتلك النقطة تسمى مركز الدائرة.

ما قوس نصف الدائرة؟ هو قطعة من محيط الدائرة إذا وصل بنهايتها بخط مستقيم مر على مركز الدائرة.

ما القوس الأصغر[78] من نصف الدائرة؟ هو قطعة من محيط الدائرة إذا وصل بين نهايتها بخط مستقيم وقع مركز الدائرة خارجا منه.

ما القوس الأعظم من نصف محيط الدائرة؟ هي قطعة من محيط دائرة[79] إذا وصل من نهايتها بخط مستقيم وقع المركز داخلها.

كم أسماء[80] الخطوط المستقيمة المتلاقية؟ تسعة منها ضلع، ومنها ساق، ومنها قاعدة، ومنها قطر، ومنها عمود، ومنها وتر، ومنها سهم، ومنها جيب مستو، ومنها جيب

[74] كم أنواع الزوايا التي يحيط بها خط مقوس وخط مستقيم؟ ... ووقع عليهما خط مستقيم : ص. ناقصة.
[75] محيط : ص. ناقصة.
[76] أصغر : ص. أقل.
[77] يسمى : م. ناقصة.
[78] الأصغر : م. الأول، ص. الأقل.
[79] هي قطعة من محيط دائرة : ص. ناقصة.
[80] أسماء : ص. أقسام.

أن كل زاوية <قائمة> ينقص منها زاوية فإن المنقوص زاوية حادة والباقي زاوية حادة.

ما الزاوية المنفرجة؟ هي التي إذا أخرج أحد الخطين المحيطين بها كانت الزاوية التي تحدث عنه وعن الخط المخرج وعن الخط الآخر زاوية أصغر منها، أعني أنها تكون زاوية حادة، أيضا الزاوية المنفرجة هي الأعظم من قائمة، وذلك أن كل قائمة يزيد عليها زاوية ما حادة فإن الزاوية المجتمعة من جمعها هي زاوية منفرجة.

كم أنواع الزوايا التي يحيط بها خطان مقوسان؟ أنواعها ثلاثة، أحدها أن يكون إنحناء القوسين المحيطين بها متقابلين، والآخران محدود بأحديداب القوسين المحيطين بها المتقابلين. والثالث أن يكون أحديداب أحد القوسين المحيطين بها يلي إنحناء القوس الآخر.

كم أنواع الزوايا التي يحيط بها خط مقوس وخط مستقيم؟ اثنان احدهما أن يكون الخط المستقيم يقابل أحديداب القوس المحيط معه بالزاوية والآخر أن يكون الخط المستقيم يقابل إنحناء القوس التي يحيط بالزاوية معه.

كم أسماء الزوايا من جهة الوضع؟ أسماء الزوايا من جهة أوضاعها اثنان متقابلة ومتبا / [3 و] دلة.

ما الزاوية المتقابلة؟ هي التي إذا وقع خط مستقيم على خطين مستقيمين كانت من جهة واحدة وأحاط بها الخط الواقع مع الخطين الباقيين.

ما الزاوية المتبادلة؟ هي التي إذا وقع خط مستقيم على خطين مستقيمين وأحاط بهما الخط الواقع مع الخطين الباقيين من جهتين متضادتين.

ما الزوايا المتقاطعة؟ هي التي تحدث عن تقاطع خطين مستقيمين عند نقطة تقاطعهما.

كم أنواع الزوايا؟ الأول نوعان[63] مسطحة ومجسمة.

ما الزاوية المسطحة؟ هي تماس خطين والتقاؤهما على غير استقامة.

ما الزاوية المجسمة؟ هي تماس ثلاث خطوط والتقاء كل اثنين منها على غير استقامة وليس جميعها في سطح واحد[64].

كم أنواع الزوايا المسطحة؟ ثلاثة، احدهما أن يكون الخطان[65] المحيطان بها مستقيمين[66]، والثاني أن يكون الخطان اللذان يحيطان مقوسين[67]، الثالث أن يكون الخطان المحيطان بها أحدهما مستقيم والآخر مقوس[68].

كم أنواع الزوايا التي تحيط بها خطان مستقيمان؟ ثلاثة، قائمة، ومنفرجة، وحادة.

ما[69] الزاوية القائمة؟ هي التي إذا أخرج أحد الخطين المستقيمين[70] المحيطين على استقامة كانت الزاوية التي تحدث عن الخط المخرج والخط الآخر مساوية لها[71].

ما الزاوية الحادة؟ هي التي إذا أخرج أحد الخطين المحيطين بها كانت الزاوية التي تحدث عنه[72] وعن[73] الخط الآخر أعظم منها، وأيضا الحادة هي أصغر من قائمة وذلك

[63] نوعان : ص. اثنان.
[64] وليس جميعها في سطح واحد : ص. ناقصة.
[65] المسطحان : م. زائدة
[66] مستقيمين : م. مستقيم
[67] مقوسين : م. بها غير مستقيم
[68] مقوس : م. غير مستقيم
[69] ما : م. فأما
[70] المستقيمين : م. ناقصة.
[71] المسطحان : م. زائدة
[72] عنه : ص. منه.
[73] عن : ص. من.

كلها[52].

ما الخط المقوس؟ هو الذي لا يمكن أن تفرض عليه ثلاث نقط على[53] سمت واحد، وتوجد نقطة تكون الخطوط المستقيمة[54] الخارجة منها إليه متساوية.

ما الخط المنحني؟ هو الذي لا يمكن أن تفرض عليه ثلاث نقط على[55] سمت واحد. ولا توجد نقطة تكون الخطوط المستقيمة[56] التي تخرج منها إليه متساوية.

ما الخط المركب؟ هو المؤلف من خطين أو أكثر من الخطوط غير المركبة من نوع / [2 ظ] واحد كانت أو أكثر من نوع واحد[57].

كم أوضاع[58] الخطوط المستقيمة؟ الأول، اثنان، وضع موازاة[59]، ووضع ملاقاة[60].

ما الخطوط المتوازية؟ هي التي إذا كانت في سطح واحد وأخرجت في الجهتين جميعا إخراجا دائما[61] لم تلتق في جهة البتة.

ما الخطوط المتلاقية؟ هي التي تلتقي وتحيط بزوايا[62].

[52] وأما أفلاطون ... الجهات كلها : ص. ناقصة.
[53] على : ص. يكون على.
[54] المستقيمة : ص. ناقصة.
[55] في : ص. على.
[56] المستقيمة : ص. ناقصة.
[57] ما الخط المركب ... من نوع واحد : ص. ناقصة.
[58] أوضاع : ص. أنواع.
[59] وضع موازاة : ص. متوازية.
[60] وضع ملاقاة : ص. متلاقية.
[61] إخراجا دائما: ص. ناقصة.
[62] بزوايا : ص. زاوية.

ما النقطة؟ النقطة هي شيء لا بعد له أعني، لا طول ولا عرض ولا عمق، وهي موجودة إما بالانفراد فبالعقل[44] والوهم لا بالحس، أما وجودها بالحس فهي في الخط، وذلك أن الخط طول بلا عرض، فإذا ألقي منه الطول بقي نهايتاه[45]، اللتان[46] هما النقطة لا طول لها ولا عرض ولا عمق[47]، أعني لا بعد لها البتة. وما لا بعد له فهو غير منقسم، لأن المنقسم هو ذو الأبعاد، أما <ما> كان غير منقسم فلا جزء له لأن أجزاء الكل هي أقسامه، فالنقطة إذا اضطرارا لا جزء لها.

كم أنواع الخطوط؟ الأول، اثنان، مركب وغير مركب.

كم أنواع الخطوط غير المركبة؟ ثلاثة، مستقيم، ومقوس، ومنحني.

ما الخط المستقيم؟ هو على استقامة[48] النقطتين اللتين هما نهايتاه، فهذا[49] على ما حده[50] أقليدس. فأما أرشميدس فحده بأن قال[51] : أنه أقصر خط وصل بين نقطتين.
وأما أفلاطون فحده بأن قال : الخط المستقيم هو الذي كل النقطة التي تفرض عليه تكون في سمت واحد.
وحده آخرون فقالوا : أن الخط المستقيم هو الذي إذا ثبتت نهايتاه وأدير لم ينتقل عن مكانه.
وحده آخرون فقالوا : أن الخط المستقيم هو الذي يمكن أن يتطابق أجزاؤه من الجهات

[44] فبالعقل : ص. ففي العقل.
[45] بقي نهايتاه : م. بقيت نهايته.
[46] اللتان هما : م. التي هي.
[47] هما النقطة ... ولا عمق : ص. فلا طول لهما وليس لهما عرض ولا عمق إذ الخط الذي هما نهايتاه، فالنقطة ادن إضرارا لا طول لها ولا عرض ولا عمق.
[48] على استقامة : م. الذي بعده مساو للبعد الذي من
[49] فهذا : ص. وهذا
[50] حده : م. حد، ص. حد.
[51] أرشميدس فحده بأن قال : ص. فما حده أرشميدس فهو.

ابتداؤه من أسفل طرفيه سمكا[34].

ما الجسم[35]؟ هو مقدار ذو ثلاثة أبعاد، وهي الطول والعرض والعمق ونهاياته[36] بسائط.

ما البسيط[37]؟ هو مقدار ذو[38] بعدين وهما الطول والعرض بلا عمق وهو مدرك إما على إنفراد / [2 و] فبالعقل وبالوهم لا بالحس. وأما وجوده بالحس ففي[39] الجسم إذ هو[40] نهايته وذلك أن الجسم إذا ألقي منه العمق أعني السمك بقي طول وعرض فقط وذلك هو البسيط ونهايات[41] البسيط خطوط.

ما الخط؟ هو مقدار ذو بعد واحد وهو الطول بلا عرض ولا عمق وهو مدرك إما على الانفراد فبالعقل والوهم لا بالحس وأما وجوده بالحس فبان[42] في البسيط إذ هو نهايته[43]. فإن البسيط إذا ألقي عرضه بقي طول فقط وذلك هو الخط ونهاية الخط نقطتان.

[32] عمق : م. غمق، وهكذا فيما بعد.

[33] أعلى : م. أعلا.

[34] إلا أن العادة ... سمكا : ص. والفصل بين السمك وبين العمق، أن السمك تعالى فيما كان عاليا عن الأرض من الأجسام والعمق يقال فيما كان متسافلا منحطا عن وجه الأرض.

[35] ما الجسم : م. فالجسم.

[36] نهاياته : م. نهايته.

[37] البسيط : م. البسائط.

[38] ذو : ص. ناقصة.

[39] ففي : ص. فإنه في.

[40] إذ هو : م. غير مقروءة.

[41] نهايات : م. نهاية.

[42] فبان : ص. فإنه.

[43] إذ هو نهايته : ص. ناقصة.

النظر في كتاب أقليدس[26]، يكون شبيها بالمدخل إلى هذه الصناعة. وقد ألفت هذا الكتاب وصـــيّرته علـــى جهة السؤال والجواب، لما في ذلك من سهولة الفهم وتقريب المعاني وحياطة الحفظ. وقسمته على ثلاثة مقالات :

المقالة الأولى : عن الخطوط والزوايا و أنواعها وأقسامها.
وفي المقالة الثانية : عن البسائط أنواعها وخواصها.
وفي المقالة الثالثة : عن الأجسام وأنواعها وزواياها.

وقـــد قدمت قبل ذلك حد الهندسة وإيضاحه وأبلغت في ذلك النظر الطبيعي، وعلى الله توكلي وهو ثقتي ورجائي[27].

<المقالة الأولى>

القول في الهندسة وما الهندسة؟ هي[28] صناعة فاعلة للمقادير ومعرفة طبيعتها وأنواعها وخواصها وقدر المتجانسات منها بعضها عند بعض[29].

ما المقادير؟ المقادير هي[30] ذوات الأبعاد.

كم المقادير؟ ثلاثة، خطوط وبسائط وأجسام.

كم الأبعاد؟ هي ثلاثة[31]، طول وعرض وعمق[32]، وسواء قلت عمق أو قلت سمك إلا أن العادة قد جرت أن يسمى هذا البعد إذا توهم ابتداؤه من أعلى[33] طرفيه عمقا وإن توهم

[26] أقليدس : م. أوقليدس، وهكذا فيما بعد.
[27] بسم الله الرحمن الرحيم ... ورجائي : ص. بسم الله الرحمن الرحيم وبه نستعين.
[28] هي : ص. الهندسة هي، وهكذا في جميع الأسئلة فيما بعد.
[29] وقدر... بعض : ص. وقدر كل نوع منها عند ذوات نوعه.
[30] هي : م. ناقصة.
[31] هي ثلاثة : ص. ذو الثلاثة الأبعاد.

– نورد في الختام محلقا (الملحق1) بالأمثلة الواردة في هذه النسخة والغائبة من النسخة الحسنية بالرباط تحت رقم 5829.

2. <...> الكلمات المضافة للنص الأصلي.

3. / نهاية صفحة المخطوط م. نشير بـــ [1ظ] الورقة الأولى ظهرا وبـــ [1و] الورقة الأولى وجها.

[...] الكلمات الزائدة.

4. بدل "أوقليدس" وضعت "أقليدس".

5. بدل "يجوز" وضعت "يمر".

6. لقد استعمل الناسخ كلمة "قوس" كاسم مذكر، فتركتها كما هي.

ملاحظـــة : الأشـــكال الهندسية المرفقة مع نص قسطا بن لوقا(الملحق2) أضيفت من طرف المحقق.

/ [1ظ] بسم الله الرحمن الرحيم وصلى الله على سيدنا ومولانا، محمد على آله وصحبه وسلم تسليما

كتاب قسطا بن لوقا البعلبكي[24]
في المدخل إلى صناعة الهندسة

فقال :

إن التماســـي أعزك الله تأكيد أسبابي عندك ومحبتي للتقرب من قلبك، يجعلني علـــى إتحـــافك بكل ما أجد إليه السبيل. وجدتك أعزك الله، مائلا إلى صناعة الحساب والهندســـة مؤثرا للنظر فيها، فرأيت أن أؤلف[25] لك كتابا في الهندسة ترتاض فيه قبل

[24] مخطوط الرباط ، الخزانة الحسنية رقم 5829 (10 ورقات).

[25] أؤلف : م. ألف.

وللأسف فإن النص الأندلسي الوحيد الذي وصلنا –وهو كتاب الاستكمال للمؤتمن بن هود ملك سرقسطة (473هـ/1081م–477هـ/1085م)– لم يتضمن (حسب النسخة المبتورة التي عثر عليها مؤخرا) أية إشارة إلى استعمال رسالة قسطا بن لوقا[23].

الرموز المأخوذ بها عند التحقيق

1. اعتمدنا في هذا التحقيق على :.

1. أ. مخطـــوط المكتـــبة الحسنية بالرباط (المغرب) رقم 5829، ونرمز لها بحرف م، وهي المعتمدة في هذا التحقيق.

– يتضمن المخطوط 10 ورقات (19 صفحة) وذات مقياس 23x17.5. وفي كل صفحة 23 سطرا والنسخة مكتوبة بخط مغربي بمداد أسود والعناوين بالأحمر. لم يرد فيها ذكر اسم الناسخ ولا تاريخ نسخها.

– المخطوطة خالية من الأشكال الهندسية.

1. **ب.** مخطوط مكتبة أية صوفية باسطنبول (تركيا) رقم 4843، نرمز له بحرف **ص.** والرسالة تقع ضمن مجموع، وهي متبوعة برسالتين في الوفق. الرسالة مرقمة من 1ظ إلى 33و ثم من 34ظ إلى 39ظ.

– تتضمن 17 ورقة (34 صفحة) وذات مقياس 18.5x8 وفي صفحة ما بين 23 و 25 سطرا والنسخة كتبت بالخط النسخ. لم يرد فيها اسم ولا تاريخ نسخها.

– النسخة تحتوي على بعض الأشكال الهندسية البسيطة.

[23] – جـــبار أحمـــد : الإســـهام الرياضي للمؤتمن وتأثيره في المغرب، سلسلة بحوث ودراسات بعنوان "تـــاريخ العلوم عند العرب، إعداد مجموعة من الأساتذة الجامعيين، بيت الحكمة، قرطاج، 1990، ص. 22–42.

- Hogendijk, J.P.: "The geometrical part of the *Istikmāl* of Yūsuf al-Mu'taman Ibn Hūd (11th century), an analytical table of contents", *Archives Internationales d'Histoire des Sciences* 41 (1991), pp. 207-281.

- Guergour, Y.: *La géométrie euclidienne chez al-Mu'taman Ibn Hūd (m. 478/1085): Contribution à l'étude de la tradition géométrique arabe en Andalus et au Maghreb*, Thèse de Doctorat, Annaba (Algérie), 2006, p. 108.

تعاريفه الخاصة بالهندسة نفس الطريقة التحليلية التي اتبعها قسطا بن لوقا[20].

3. أما كتاب الهندي فإن مقالته في الهندسة تبدو كأنها ناتجة عن قراءة رسالة قسطا بن لوقا. فنلاحظ أولا أن صيغة العرض هي نفس الصيغة التي استعملها قسطا بن لوقا. ثم نجد أن عدد الأسئلة متقارب جدا إذ أنه بلغ 185 سؤالا وجوابا عند الهندي وبلغ 183 عند قسطا بن لوقا. إلا أن الهندي أضاف فصلا في حساب مساحة بعض الأشكال الهندسية بدون برهان ولا رسومات لهذه الأشكال. والشيء الملاحظ في كتاب الهندي أنه لا يذكر في مؤلفه ولا ينسب لأي رياضي أو كتاب ممن سبقوه، وهذا عكس ما نراه عند قسطا بن لوقا[21].

هذه العلاقة غير المباشرة التي نرجحها بين رسالة قسطا بن لوقا ورسالة الهندي (الذي عاش في القرن الثاني عشر ميلادي) هي الشهادة الوحيدة التي عثرنا عليها فيما يخص التنقل الزمني. أما فيما يخص تنقل رسالة قسطا بن لوقا بين رياضيي دار الإسلام فلنا شهادتان : أولها العثور على نسختين من الكتاب الذي لخصنا مضمونه هنا، والثانية وجدناها في كتاب طبقات الأمم لصاعد الأندلسي (ت. 462هـ/1071م) إذ وصفه بالكتاب الذي لا نظير له[22]. وبما أن هذه العبارة جاءت على لسان صاعد الأندلسي المعروف بتخصصه في الرياضيات والفلك فإننا نرجح أنه على غرار مؤلفات هندسية أخرى، مثل كتاب الأصول لأقليدس، قد وصلت نسخ منها إلى الأندلس. وأصبحت في متناول الرياضيين وخاصة منهم الذين عاصروا صاعد الأندلسي.

[20] أبو عبد الله الخوارزمي : مفاتيح العلوم، بيروت، دار الكتب العربية، بدون تاريخ، ص. 118-122.

[21] محمد بن علي بن عبد الله الهندي (عاش في أوائل القرن السادس الهجري) لا نعرف عنه الشيء الكثير، سوى أنه حرر كتابه جمل الفلسفة الذي حفظ لنا بخطه في عام 529 هـ. بعد أن يأتي المؤلف بتعريفات عديدة للفلسفة، يقسم العلوم إلى سبعة أقسام : الارثماطيقي والجومطريا (الهندسة) والاسطرنوميا والموسيقى والمنطق والعلم الطبيعي والعلم الإلهي. للمزيد من المعلومات حول مقالة الجومطريا للهندي انظر :

- Hogendijk, J.P.: *The Treatise on Geometry in al-Hindī's problems of Philosophy*, op. cit, pp. 19-32.

[22] يقول صاعد :"وله كتب مختصرة بارعة منها كتابه في المدخل إلى الهندسة المؤلف على المسألة والجواب لا نظير له". أنظر صاعد الأندلسي : طبقات الأمم، المرجع السابق، ص. 83.

ويختم هذه المقالة بالتعرض إلى أنواع وخواص السطوح التي تحيط بها خطوط قوسية كالدائرة والأشكال الهلالية والبيضية وأنواع البسيط المقبب، كالتقبيب الأسطواني والمخروطي والكروي والمقعر وأنواعه.

ويعرض في المقالة الثالثة 64 سؤالا وجوابا حول الأجسام وخواصها. فيبدأ بتعريف الجسم ويقسمه إلى ثلاثة أنواع منها ما يحيط به بسائط مسطحة ومنها ما يمكن أن تحيط به كرة ومنها ما لا يمكن أن تحيط به كرة. ونراه في هذه المقالة يقارن بين بعض التعاريف لعلماء يونانيين. ولا سيما في السؤال العاشر، حيث يعرض مقارنة بين أقليدس وأرشميدس حول إحاطة كرة بجسم تكون سطوحه في نوعي متساويي الأضلاع والزوايا. وكذلك عند إدخال أنواع وخواص المخروطات يجري مقارنة بين ما أورده أقليدس وأبلونيوس[18].

ويتطرق كذلك المؤلف في هذه المقالة إلى جميع الأشكال الهندسية وخواصها وأنواعها ذات الأبعاد الثلاثة، كالشكل الناري والمنشور والكرة والشكل البيضي والحلقة والأسطوانة، ويعطي كل أنواع هذه الأشكال وخواصها بدون برهان وبدون رسومات.

مكانة كتاب قسطا بن لوقا في الرياضيات العربية

ليست لنا، إلى الآن، شواهد قاطعة تدل على أن هذه الرسالة كانت في متناول هذا الرياضي أو ذاك. ولكن مقارنتنا لمضمون هذه الرسالة ببعض النصوص الرياضية اللاحقة كرسائل إخوان الصفاء (ق. 10م) ومفاتيح العلوم لأبي عبد الله الخوارزمي (ت. 338هـ/ 950م) والمقالات الفلسفية للهندي (ت. 529هـ/1135م) تسمح بتقديم الملاحظات التالية :

1. نجد في باب الهندسة عند إخوان الصفاء أن تعاريفهم مشابهة، إلى حد ما، تعاريف قسطا بن لوقا ولا سيما عند تعريفهم للزاوية المجسمة والبسائط[19].

2. أما في كتاب مفاتيح العلوم لأبي عبد الله الخوارزمي فإن المؤلف يتبع في تقديم

[18] مخطوط الرباط، الخزانة الحسنية، المرجع السابق، ص. 17-18.

[19] إخوان الصفاء : رسائل إخوان الصفاء، المرجع السابق، ص. 105-151.

وتشمل المقالة الثانية 63 سؤالا وجوابا، حول أنواع السطوح المختلفة وخواصها، حيث يبدأ بتعريف البسائط بأنواعها الثلاثة، المسطح والمقبب والمقعر. في تعريفه للمسطح يدخل قسطا تعاريف لعلماء آخرين دون أن يذكر أسماءهم[15]. وينتقل إلى تعريف البسائط ويبدؤها بالمثلث وخواصه بدون برهان. ثم يمر إلى أنواع المربعات وخواصها فيعطي سبعة أنواع من البسائط المربعة، بينما ينسب مؤلفنا خمسة أنواع إلي أقليدس[16]. ويظهر لنا بوضوح أن هناك اختلافا في تعاريف الأشكال المربعة كما تبيّن لنا من خلال ذكره لأقليدس. وهذا الاختلاف يبدو لنا ثانويا، ولكنه يخالف التقليد اليوناني ولو من ناحية التعبير والعرض. وهذا الاختلاف ربما يساعدنا على معرفة وفهم مراحل تطور الأفكار والمصطلحات في مجال الهندسة وذلك انطلاقا من الممارسات المختلفة من جهة ترجمات كتاب الأصول من جهة أخرى[17].

كما يقدم التعاريف الخاصة بالأشكال كثيرة الزوايا وكيفية إنشائها داخل دائرة وخواصها، يبدؤها بالمثلث إلى خواص المعشر.

Hogendijk, J.P.: "The Treatise on Geometry in al-Hindī's Problems of Philosophy", *Zeitschrift für Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften*, 1988, pp. 28-29.

[15] مخطوط الرباط، الخزانة الحسنية، المرجع السابق، ص. 6.

[16] أنـــواع البســـائط المربعة عند قسطا بن لوقا هي : متساوي الأضلاع، مساو الثلاثة أضلاع، متساوي كل ضلعين متقابلين، ومتساوي متلاقيين، ومتساوي الضلعين المتلاقيين ومختلف الأضلاع.

أنـــواع البســـائط المربعة عند أقليدس هي: قائمة الزاوية ومتساوي الأضلاع وسماه المربع الصحيح، قائم الـــزوايا ومتســـاوي كـــل ضـــلعين متقابلين وسماه مربعا مستطيلا ومتساوي الأضلاع غير قائم الزوايا ومتســـاوي كل زاويتين متقابلتين وسماه المعين، ومتساوي كل ضلعين متلاقيين فقط سماه الشبيه بالمعين، وما خرج عن هذه الحدود يسمى معينا.

[17] Djebbar, A.: *Quelques commentaires sur les versions arabes des Eléments d'Euclide et sur leur transmission à l'Occident musulman*, Actes du Colloque International "*Mathematische Probleme im Mittelalter, der lateinische und arabische Sprachbereich*", Wölfenbüttel (Allemagne), 18-22 Juin 1990, Folkerts, M. (édit.), Wiesbaden, Harrassowitz Verlag, 1996, pp. 91-114. Rommevaux, S., Djebbar, A., Vitrac, B.: "Remarques sur l'Histoire du texte des *Éléments* d'Euclide", *Archive for History of Exact Sciences* 55 (2001), pp. 221-295.

وأقليدس وأبولونيوس وأرشميدس[11] وفي مواضيع أخرى من الرسالة يقدم تعاريف دون ذكر لأصحابها[12].

لنتطرق الآن لأهم محتويات هذه الرسالة حسب ترتيب مقالاتها الثلاث :

ففي المقالة الأولى نجد 56 سؤالا وجوابا، تدخل كلها في تعريف أنواع الخطوط المختلفة وخواصها، من مستقيمة ومقوسة ومنحنية. فيبدأ بإعطاء تعاريف أنواع الخطوط المركبة وغير المركبة، ويمر إلى تعاريف الخطوط المتوازية والمتلاقية، وهي نفس تعاريف أقليدس في كتاب الأصول. كما تدخل في هذه المقالة خواص التوازي بدون برهان، وكذا أنواع الزوايا حيث يقسمه إلى نوعين، زوايا مسطحة وزوايا مجسمة[13]، ويعطي خواص كل منها بدون برهان، ولا سيما أنواع الزوايا المسطحة فيقسمها إلى ثلاثة أنواع، أحد الأنواع هو أن يكون الخطان المحيطان بها مستقيمين، والثاني أن يكون الخطان اللذان يحيطان بها غير مستقيمين، والثالث أن يكون الخطان المحيطان بها أحدهما مستقيم، والآخر غير مستقيم. كما يقدم خواص الخطوط القوسية بكل أنواعها.

ويختم هذه المقالة بإعطاءٍ أنواع الخطوط المنحنية، وهي كثيرة وغير متناهية حسب تعبيره، إلا أنه يصرح أن المستعمل منها في صناعة الهندسة هي خمسة، منها قطوع المخروط التي تسمى: المكافئ والزائد والناقص، والخط الذي يسمى اللولبي والخط الذي يسمى نيمخانجي[14].

[11] مخطوط الرباط، المرجع السابق، رقم 5829 ص. 2.

[12] لا نجـد ذكرا لمصدر هذين التعريفين اللذين لا يوجدان عند اقليدس : "أن الخط المستقيم هو الذي إذا ثبتـت نهايتاه وأدير لم ينتقل عن مكانه"، "أن الخط المستقيم هو الذي يمكن أن يتطابق أجزاؤه من الجهات كلها".

[13] يعرف قسطا بن لوقا الزاوية المجسمة كما يلي . "الزاوية المجسمة هي تماس ثلاثة خطوط والتقاء كل اثنيـن منها على غير استقامة وليس جميعها في سطح واحد". وهو نفس التعريف الذي نجده عند إخوان الصـفاء. وخـلان الوفاء، رسالة الرياضيات، الجزائر، موفم للنشر، الجزء الأول، 1992، ص. 105-151.

[14] نيمخانجي كلمة مشتقة من الكلمة نيمخاية ومعناه الشكل البيضي (البيضوي) للمزيد انظر :

تعاريف كل من الجسم والبسيط والخط فوصل إلى تعريف النقطة[10]. بينما أقليدس بدأ بتعريف النقطة ثم الخط فالخط المستقيم فالبسيط الخ ...

وهكذا نلاحظ أن طريقة أقليدس طريقة تركيبية، وطريقة قسطا بن لوقا طريقة تحليلية. وهذا الخلاف إما يدل على وجود تقليدين هندسيين في عهد قسطا بن لوقا (الأول عملي والثاني نظري) وإما نحن أمام مبادرة من قسطا بن لوقا نفسه. ولكن ليس لنا معلومات لتؤكد هذا الافتراض أو ذاك.

لا يذكر قسطا بن لوقا من أين أخذ هذه التعاريف ولا ينسبها لأحد، غير أنه يشير في بعض الأحيان بوضوح إلى أسماء العلماء الذين يعرض تعاريفهم وهم : أفلاطون

[10] يعرف اقليدس النقطة، حسب نسخة، ترجمة إسحاق–ثابت، كما يلي : النقطة هي شيء ما لا جزء له، (مخطوط طهران مجلس 200، ورقة 1و).

كما يعرفها قسطا بن لوقا على النحو التالي : النقطة هي شيء لا بعد له، أعني لا طول ولا عرض وعمق وهي موجودة إما بالإفراد فبالعقل والوهم لا بالحس. أما وجودها بالحس فهي في الخط وذلك أن الخط طول بلا عرض، فإذا ألقي منه الطول بقيت نهايته التي هي النقطة لا طول لها ولا عرض ولا عمق. أعني لا بعد لها البتة. وما لا بعد له فهو غير منقسم، لأن المنقسم هو ذو الأبعاد، أما ما كان غير منقسم فلا جزء له، لأن أجزاء الكل هي أقسامه، فالنقطة إذا اضطرار لا جزء لها. مخطوط الرباط، الخزانة الحسنية، رقم 5829 ص. 2.

النيريزي : النقطة هي مبدأ المقادير ومنشأها، وهي وحدة غير مجزئة ذات وضع. انظر أحمد سليم سعيدان : هندسة أقليدس في أيد عربية، عمان، دار البشير، 1991، ص. 44.

الطوسي (تحرير الطوسي) : النقطة ما لا جزء له، يعني من ذوات الأوضاع. مخطوط اسطنبول، أيا صوفيا، أحمت III 3452، ورقة 1ظ.

المؤتمن بن هود : النقطة عرض ذو وضع لا قدر له. انظر الفصل الأول من النوع الثاني من كتاب الاستكمال للمؤتمن بن هود، تحرير ابن سرتاق، مخطوط القاهرة، المكتبة الجامعية، رقم 23029، ورقة 25ظ.

إلى 39ظ. بينما صفحات النص غير متسلسلة، فالمقالة الأولى تبدأ من الصفحة 1ظ ثم تنقل مباشرة إلى الصفحة 34ظ وتستمر إلى 39ظ. وباقي الرسالة يبدأ من 2و إلى غاية الصفحة 33و. وتتخلله صفحتين تابعين لإحدى الرسالتين في الوفق (33ظ و 40و). كما كتب على الغلاف "كتاب في الهندسة ورسالتان في الوفق وجبر ومقابلة". يبدو أن هذه النسخة هي شرح وتبسيط لنسخة أخرى، فهي لا تتضمن مقدمة الرسالة. وتمتاز بإعطاء أمثلة عددية وأشكال هندسية بسيطة لبعض التعاريف، وسنعرض محلقا، في أخر التحقيق، لمعظم الأمثلة مع بعض الأشكال الهندسية المرفقة والتي لا تتضمنها النسخة الحسنية بالرباط، رقم 5829.

نرى من خلال عنوان هذه الرسالة أن مضمونها عبارة عن تعاريف ومفاهيم أولية تدخل في دراسة مبادئ علم الهندسة الأقليدية. سنحاول فيما يلي إبراز بعض التعاريف والمصطلحات التي جاء بها هذا الكتاب ومقارنتها بتعاريف كتاب الأصول لأقليدس (ق. 3 ق.م)[8]، وإظهار ملامح التجديد إذا كان هناك تجديد في مجال التعاريف الهندسية.

لقد جعل قسطا بن لوقا هذه المقالة مدخلا إلى علم الهندسة ولا سيما إلى كتاب الأصول لأقليدس. ووضع مقالته على صيغة السؤال والجواب "لما في ذلك من سهولة الفهم وتقريب المعاني وحياطة الحفظ" كما صرح هو بنفسه. وهذه الملاحظة هي تأكيد لنوعية الرسالة ومستواها لأنها موجهة للمبتدئين كما أشار إلى ذلك المؤلف في تعريفه لقطوع المخروط بقوله "اكتفينا بذكرها في كتابنا هذا إذ كان مدخلا للمتعلمين"[9].

قسّم قسطا بن لوقا كتابه إلى ثلاث مقالات : المقالة الأولى تبحث في الخطوط والزوايا وأنواعها، المقالة الثانية في البسائط وأنواعها وأقسامها، المقالة الثالثة في الأجسام وأنواعها وخواصها. وقد عمد المؤلف في مقدمة كتابه إلى تعريف الهندسة، ثم مر مباشرة إلى تعريف المقادير في الهندسة الاقليدية وهي ثلاثة : خطوط وبسائط وأجسام ثم قدم تعريف الأبعاد على أنها ثلاثة : طول وعرض وعمق. ثم يعرض

[8] Vitrac, B.: Euclide d'Alexandrie, *Les Eléments*. Vols. 1-4, traductions françaises et commentées, Paris, PUF, Bibliothèques d'histoire des sciences, 1990-2001, vol. I, pp. 151-167.

[9] مخطوط الرباط الحسنية، رقم 5829، ورقة 3ظ.

أما فيما يخص إنتاجه العلمي، فإنه ألف في علم الفلك[5] والرياضيات. وفي هذا الميدان الأخير كان لم يعرف ولم ينشر له طيلة عشرات السنين إلا ملخصا لرسالته حول حساب الخطأين كان قد نشره هـ. سوتر (H. Suter) في بداية القرن العشرين[6]. أما في الهندسة فإنه ألف عدة رسائل كلها لها علاقة بهندسة أقليدس[7].

محتوى كتابه المدخل إلى صناعة الهندسة

حسب علمنا، فإن هذه الرسالة توجد منها نسختان واحدة بالخزانة الحسنية بالرباط تحت رقم 5829 وبها 10 ورقات (19 صفحة) وذات مقياس 23x17.5. وفي كل صفحة 23 سطرا والنسخة مكتوبة بخط مغربي بمداد أسود والعناوين بالأحمر. لم يرد فيها ذكر اسم الناسخ ولا تاريخ نسخها.

والنسخة الثانية بمكتبة أية صوفية باسطنبول تحت رقم 4843 وبها 17 ورقة (34 صفحة) ذات قياس 8x18.5 وبكل صفحة من 23 إلى 25 سطرا مع وجود بعض الأشكال الهندسية داخل النص. كتبت هذه النسخة بالخط النسخ، وتقع الرسالة ضمن مجموع حيث يضاف إليها رسالتان في الوفق، والرسالة مرقمة من 1ظ إلى 33و ثم من 34ظ

Sesiano, J.: *Books IIV to VII of Diophantus' Arithmetica In the Arabic translation attributed to Qūsṭā Ibn Lūqā*, New York, Springer-Verlag, 1982.

[5] مـــن مؤلفاتـــه الفلكية والنجومية : كتاب في علم الهيئة وتركيب الأفلاك، كتاب العمل بالكرة النجومية، كتاب المدخل الى النجوم، وكتاب الأصطرلاب الكروي، للمزيد عن هذا الأخير انظر :

- Worrell, W.H.: "Qūsṭā Ibn Lūqā on the Use of the Celestial Globe", *Isis* 35 (1944), 285-293.
- Samso, J.: "Qusṭā ben Lūqā and Alfonso X on the celestial globe", *Suhayl* 5 (2006), pp. 63-79.
- Lorch, R. & Gazquez, J.M: "Qusta ben Luca : De sphera uolubili", *Suhayl* 5 (2006), pp. 9-62.

[6] Suter, H.: "Die Abhandlung Qosṭā ben Lūqās und zwei andere anonyme über die Rechnung mit zwei Fehlern und mit der angenommenen Zahl", op.cit., pp. 111-122.

[7] من مؤلفاته في الرياضيات، إضافة لما عثر عليه :

– فـــي الهندسة : كتاب في شكل الكرة والاسطوانة، كتاب في شكوك كتاب أقليدس، ابن أبي أصيبعة، المرجع السابق المجلد الأول ص. 244–245.

– فـــي الحساب والجبر : كتاب في حساب التلاقي على جهة الجبر والمقابلة، رسالة في استخراج مسائل عددية من المقالة الثالثة من أقليدس، ابن أبي أصيبعة، المرجع، ص. 245.

ولد قسطا بن لوقا في القرن التاسع الميلادي في بعلبك، رحل إلي بغداد في تاريخ نجهله وأقام فيها مدة من الزمن ثم انتقل إلى أرمينية وتوفي بها سنة (300هـ/910م) ولا نعلم بالضبط أين ومتى ألف كتبه لا سيما الرياضية منها[1].

عُرف قسطا بن لوقا[2] بمساهمته العلمية على مستوى الترجمة والتأليف. في ميدان الترجمة نقل من اليونانية إلى العربية عدة كتب تتعلق بميدان الطب والفلك والفلسفة والرياضيات سيما منها الهندسة ويقول ابن النديم مشيرا إلى مساهمة قسطا بن لوقا في الترجمة : "وقد ترجم قسطا قطعة من الكتب القديمة، وكان بارعا في علوم كثيرة منها الطب والفلسفة والهندسة والأعداد والموسيقى،...، فصيحا باللغة اليونانية جيد العبارة باللغة العربية"[3]. وإذا اقتصرنا على الميدان الرياضي لا بد أن نشير إلى أهم ترجمة قام الأعداد[4]. بها هي كتاب ديوفنطس في نظرية

[1] للمزيد من المعلومات حول حياته انظر :

– ابن ابي اصيبعة : عيون الأنباء في طبقات الأطباء، الجزء الثاني، بيروت، دار الثقافة، الطبعة الثانية، بدون تاريخ، ص. 244-246.

– بـــروكلمان، ك. : تـــاريخ الأدب العربـــي، يعقوب بكر رمضان عبد التواب (ترجمة)، الجزء الرابع، القاهرة، دار المعارف الطبعة الثالثة، ص. 97-103.

- Brockelmann, C.: *Geschichte der Arabischen Litteratur*. Leide, 1937-42. Vol. I, pp. 204-205, 512, supp. I, pp. 365, 374.

- Suter, H.: "Die Abhandlung Qosṭā ben Lūqās und zwei andere anonyme über die Rechnung mit zwei Fehlern und mit der angenommenen Zahl", *Bibliotheca mathematica*, 3. Folge, 9 (1908-9), pp. 111-122.

- Rosenfeld, B.: "A Supplement to Mathematicians, Astronomers and other Scholars Civilizations and their Works (7th-19th c.)", *Suhayl* 4 (2004), pp. 87-139.

– ســزكين فــؤاد : تاريخ التراث العربي، أ. أ. حجازي، ح. م. حميدة، م. أ. علي (ترجمة)، الرياض، جامعة الملك سعود، 2002، ص. 142.

Sezgin, F.: *Geschichte des arabischen Schrifttums*, Band V, Mathematik bis ca. 430 H, Leiden, Brill. 1974, p. 285.

[2] يقول عنه صاعد الأندلسي : "قسطا بن لوقا البعلبكي الشامي، مشهور التحقق بالعدد والهندسة والنجوم والمنطق والعلوم الطبيعية ماهر بصناعة الطب". أنظر صاعد الأندلسي : طبقات الأمم، تحقيق حياة العيد بوعلوان، بيروت، دار الطليعة، 1985، ص. 83.

[3] ابن النديم : الفهرست، بيروت، دار المعارف، بدون تاريخ، ص. 410.

[4] ديوفــنطس : صـــناعة الجـــبر لديوفنطس، ترجمة قسطا بن لوقا، حققه وقدم له رشدي راشد، القاهرة، الهيئة المصرية العامة للكتاب، 1975.

المدخل إلى صناعة الهندسة لقسطا بن لوقا البعلبكي (ت. 300/910)

يوسف قرقور

Key Words: Qusṭā Ibn Lūqā al-Baᶜlabakī, definitions, Euclidian geometrical questions, answers.

Abstract
In this paper, we will present a description and critical edition of a manuscript imputed to the mathematician Qusṭā Ibn Lūqā al-Baᶜlabakī (died 300H./910C.), written as questions-answers regrouping definitions and Euclidian geometrical properties. The treatise entitled "*Introduction to the art of Geometry*" is divided into three parts.

ملخص

نقدم في هذه الورقة وصفا وتحقيقا لمخطوط وضعه الرياضي قسطا بن لوقا البعلبكي (ت. 300هـ/910م) على صيغة السؤال والجواب. يتضمن الكتاب، الذي عنوانه مدخل إلى صناعة الهندسة، تعاريف وخواص الهندسة الأقليدية، وهو ينقسم إلى ثلاث أجزاء.

مقدمة

نقدم في هذه الورقة وصفا وتحقيقا لمخطوط يتعلق بالتعاريف الهندسية لرياضي من نهاية القرن التاسع وبداية القرن العاشر الميلادي، وهو قسطا بن لوقا البعلبكي.