جامعة الدول العربية

مجلة
معهد المخطوطات العربية

المجلد التاسع الجزء الثاني

جمادى الآخرة ١٣٨٣هـ

نوفمبر ١٩٦٣م

بسم الله الرحمن الرحيم

تحرير المناظر لأوقليدس

العين تُحدث – باستمداد من الأجرام النيرة فى الجسم الشفاف المتوسط بينها وبين المبصرات كالهواء وما شاكله – شعاعاً كما تُحدثه الأجرام النيرة وحدها بعينه ، ويكون ذلك الشعاع كأنه منبعث من العين وخارج منها ، ثم إنه يصير آلة لها فى الإبصار ، فتختلف أحوال المناظر لاختلاف أوضاعه ، فليصدق بذلك وليتوهم ذلك الشعاع متصلا بالعين على خطوط مستقيمة ، وليحدث سموتاً مستقيمة لا نهاية لكثرتها . والشكل الشعاعى مخروط رأسه يلى العين ، وقاعدته تلى نهاية المبصرات ، فالأشياء التى يقع عليها الشعاع تُبْصَر ، والتى لا يقع عليها لا تبصر ، وما أبصر من زاوية عظيمة ظهر عظيما ، وبالعكس ، وما أبصر من زوايا كثيرة ظهر كثيراً ، وما أبصر من زوايا متساوية ظهر متساوياً .

أقول : ومما ينبغى أن يسلّم ؛ قولنا : إذا اختلفت جهات الشعاعات علوّاً وسفلا ويميناً ويساراً ، رؤيت المبصرات مختلفة الجهات بحسب ذلك ، وما يقع عليه الشعاع أكثر فهو أصدق رؤية مما يقع عليه الشعاع أقل ، وما يقع عليه سهم المخروط الشعاعى فهو أصدق رؤية مما حوله ، لكون الشعاع الواقع عليه أكثر وأشد تراكماً ، وما هو أقرب منه أصدق مما هو أبعد ، ولذلك يقلب الناظر سهم المخروط نحو ما يقصد رؤيته أو يريد أن يتحققه ، إذا انعطف الشعاع من جسم صقيل كالمرآة حدثت هناك زاويتان متساويتان تسمى إحداهما زاوية الشعاع ، والأخرى زاوية الانعطاف .

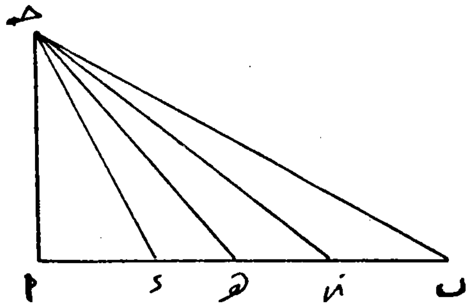
الأشـــكال

(ا)

لا تبصر المبصرات الكثيرة جميعاً معاً بقصد واحد (الشكل رقم ١) .

فليكن المبصر ا ب — والعين حـ .

والخطوط الشعاعية حـ ا — حـ ء — حـ هـ — حـ ز — حـ ب ، وليكن أول ما يقع على ا ب شعاع حـ ا — وهو سهم المخروط الشعاعى ثم يقع حـ ء ، ثم حـ هـ ، ثم حـ ز ، ثم حـ ب .



(الشكل رقم ١)

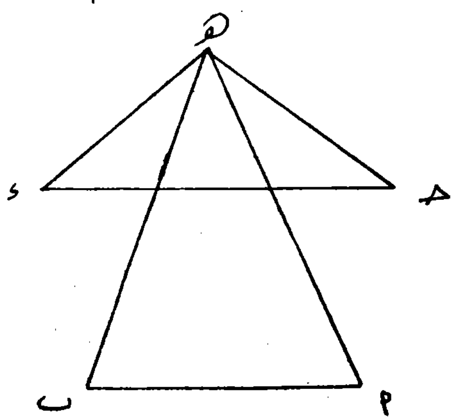
فمقدار ا ء يبصر قبل مقدار ء هـ لكونه أقرب فى الوضع من الموقع الأول ، وكذلك ء هـ قبل هـ ز ، هـ ز قبل ز ب ، فليس يبصر جميع ا ب معاً ، لكن يظن ذلك لسرعة لمحة البصر وانتقاله وذلك ما أردناه .

(ب)

أقرب المقادير المتساوية المختلفة الأبعاد أصدقها رؤية (الشكل رقم ٢) .

فليكن ا ب — حـ ء متساويين ، و هـ العين ، و حـ ء أقرب إليها من اب .

ونخرج هـ حـ ، هـ ء ، هـ ا ، هـ ب فلأن زاوية — حـ هـ ء أعظم من زاوية ا هـ ب — يكون الواقع على حـ ء من الشعاع أكثر من الواقع على ا ب .



(الشكل رقم ٢)

ولذلك تكون رؤيته أصدق من رؤية ا ب وذلك ما أردناه .

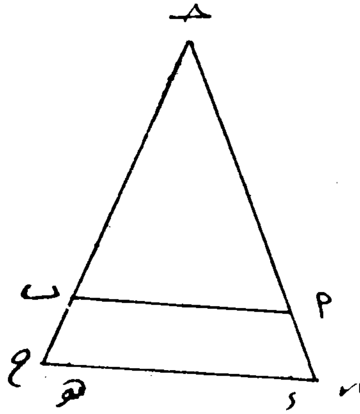
(حـ)

كل مبصر فله غاية من البعد إذا جاوزها لم يبصر (الشكل رقم ٣) .

فليكن المبصر ا ب والعين حـ ، والشعاع حـ ا ز ، حـ ب ح .

ولينقل ا ب حتى يجوز زح ، ونرسم عليه ء هـ فلأن ا ب يقع عليه الشعاع يبصر ، و ء هـ لا يقع عليه لا يبصر ، و ء هـ هو ا ب .

∴ ا ب إذا بعد جداً لم يبصر وذلك ما أردناه .



(الشكل رقم ٣)

أقول :

ليست العلة ما ذكره ، إنما العلة فيه تضييق زاوية ا حـ ب إلى أن يصير ضلعاه عند البصر كالمتحدين ، فيصير المبصر فى غاية الصغر عند البصر كالمنعدم .

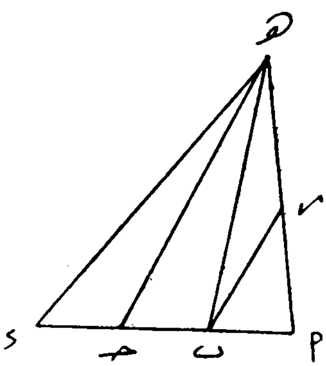
(ء)

إذا كانت مقادير متساوية على خط واحد ؛ فالذى سمت الشعاع إليه أطول يرى أصغر (الشكل رقم ٤) .

ولتكن المقادير ا ب — ب حـ — حـ ء وهى متساوية وعلى خط ا ء ، والعين هـ ، وخط هـ ا عموداً على ا ء نقول :

فـ ا ب يرى أعظم من ب حـ ، ب حـ أعظم من حـ ء ، وليخرج هـ ب — هـ حـ — هـ ء .

ومن ب — ب ز موازياً إلى حـ هـ .



(الشكل رقم ٤)

فنسبة ا ب إلى ب ح كنسبة ا ز إلى ز هـ ، و ا ب مثل ب ح .

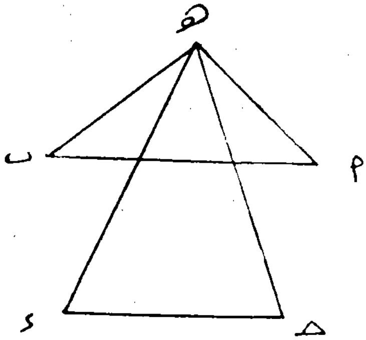
∴ ا ز مثل ز هـ ، ب ز أعظم من ز هـ فزاوية ز هـ ب أعظم من زاوية ز ب هـ(*) أعنى زاوية ب هـ ح .

∴ ا ب يرى أعظم من ب ح ،

وبمثله يتبين أن ب ح يرى أعظم من ح ء وذلك ما أردناه .

(هـ)

أقرب المقادير المتساوية المختلفة الأبعاد يرى أعظمها (الشكل رقم ٥)



(الشكل رقم ٥)

فليكن ا ب = ح ء و ا ب أقربهما و هـ العين

نقول : فـ ا ب يرى أعظم

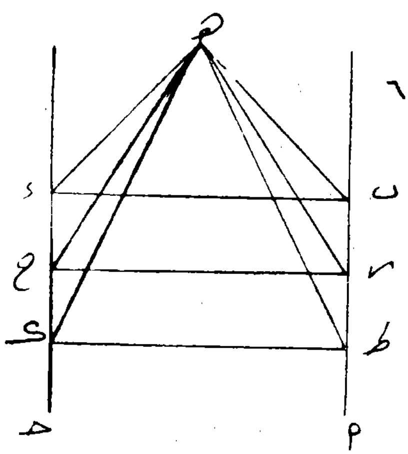
ولنخرج شعاعات هـ ا ـ هـ ب ـ هـ ح ـ هـ ء

فلأن ا ب يرى بزاوية ا هـ ب التى هى أعظم من زاوية ح هـ ء التى يرى بها ح ء

يكون ا ب فى الرؤية أعظم من ح ء وذلك ما أردناه .

(و)

الخطوط المتوازية ترى من بعيد مختلفة العرض (الشكل رقم ٦)



(الشكل رقم ٦)

فليكن ا ب ـ ح ء متوازيين ؛ والعين هـ ، وخطوط العرض ب ء ـ ز ح ـ ط ك

فنقول ب ء الأقرب من هـ يرى أعظم من ز ح ، و ز ح أعظم من ط ك

ولتخرج شعاعات هـ ب ـ هـ ز ـ هـ ط ـ هـ ء ـ هـ ح ـ هـ ك

∴ زاوية ب هـ ء أعظم من زاوية

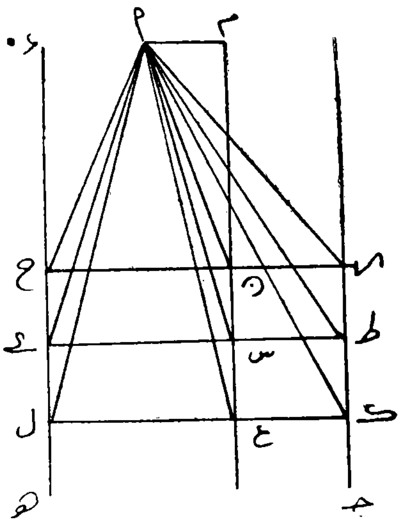
(*) فى المخطوط ا ب هـ فصححناه إلى ز ب ح .

ز هـ ح ، وهى أعظم من زاوية ط هـ ك ، ولذلك يرى ب ء أعظم من ز ح ، و ز ح يرى أعظم من ط ك .

فخطوط العرض بين ا ب ، حـ ء ترى مختلفة وذلك ما أردناه .

(ز)

الخطوط المتوازية المنخفضة عن العين ترى فى السمك من بعيد مختلفة العرض (الشكل رقم ٧) .



(الشكل رقم ٧)

فلتكن العين فى السمك ا والمتوازيان ب حـ ، ء هـ وخطوط العرض ز ح — ط ى — ك ل وأقربها ز ح ثم ط ى نقول : الأقرب يرى أعظم ، وتخرج شعاعات ا ز — ا ح — ا ط — ا ى — ا ك — ا ل ، وليكن ا م عموداً على سطح ب حـ ء هـ(*) ، وم ن س ع عموداً من م على العروض وتصل ا ن — ا س — ا ع — وهى أيضاً أعمدة على العروض .

فلأن فى مثلثى ا ن ح — ا س ى زاويتى ن س القائمتين متساويتان وضلعى ن ح ، س ى متساويان ، و ا ن أقصر من ا س .

تكون زاوية ن ا ح أعظم من زاوية س ا ى .

وبمثله نبين أن زاوية ن ا ز أعظم من زاوية س ا ط .

(*) فى هذا الفرض أخطاء كبيرة صححناها .

٢ – موجز ما فى الكتاب

يدور الكتاب حول حلّ مسائل مما يؤدى إلى معادلات سيّالة . ومسائله كلها من النوع الذى يؤدّى إلى معادلتين خطيتين بثلاثة أو أربعة أو خمسة مجاهيل ، وكلها مما يمكن أن نرمز إليه بمثل المعادلتين التاليتين :

ا س + ب ص + حـ ع + ... = ١٠٠

س + ص + ع + ... = ١٠٠

أما المجاهيل س ، ص ، ع ، ... فمن النوع الذى يقتضى أن تكون قيمته عدداً صحيحاً . والمؤلف يذكر أن المسائل يمكن أن توضع بحيث تشير إلى أعداد من الطيور المختلفة ، أو السيوف والرماح ، أو الرجال والنساء والأطفال ، مما ينبغى أن تكون الأجوبة فيه أعداداً صحيحة .

وهو يذكر أن هذا النوع من المسائل انتشر بين الخاصة والعامة ، وأنه رأى أن السائل يكتفى عادة بجواب واحد للمسأله مع أن بعض المسائل قد تؤدى إلى أجوبة عدة .

أما طريقة الحل العامة عنده ؛ فهى جبرية فى أساسها : يكوّن من المعطيات معادلة واحدة تعطى قيمة أحد المجاهيل بدلالة المجاهيل الأخرى ، ثم يجد – بالتجربة فقط – الأجوبة الممكنة باعتبار أنها يجب أن تكون أعداداً صحيحة .

وكما نلجأ اليوم إلى الرموز الجبرية لتكوين المعادلات يلجأ أبو كامل إلى رموز ولكنها لفظية :

فالمجهول الأول عنده دائماً « شىء » ، والمجهول الثانى « دينار » ، والثالث «فلس» . والرابع «خاتم» ، وهذه الألفاظ الأربعة تتجرد عنده من كل معنى آخر

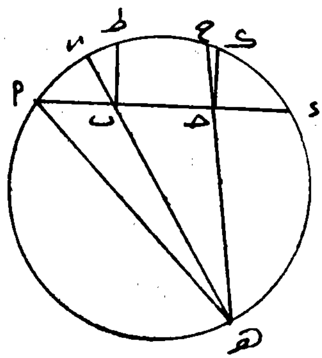
فجميع زاوية ز ا ح أعظم من جميع زاوية ط ــــ ا .

∴ ز ح يرى أعظم من ط ــــ .

وبمثله نبين أن ط ــــ يرى أعظم من ك ل وذلك ما أردناه .

(ح)

المقادير المتساوية إذا كانت فى أماكن متفرقة روئيت مختلفة فى العظم (الشكل رقم ٨) .



(الشكل رقم ٨)

فليكن ا ب ــ حـ ء على خط ا ء متساويين ، ويبعداهما عن العين وهى هـ مختلفين ــ ونخرج شعاعى هـ ا ، هـ ء

∴ هـ ا أطول من هـ ء نقول :

فـ حـ ء يرى أعظم من ا ب ، ولنخط على مثلث ء هـ ا دائرة هـ ء ا ، ونخرج شعاعى هـ ب ز ، هـ حـ ح ومن ب حـ عمودى ب ط ، حـ ك فلأن ا ب مثل حـ ء وزاوية ا ب ط مثل زاوية ء حـ ك يكون قوس ا ط مثل قوس ك ء ويكون ك ء أعظم من ا ز .

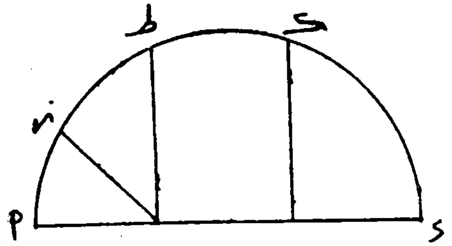
فـ ح ء أعظم كثيراً من ا ز ، وزاوية ء هـ حـ أعظم من زاوية ب هـ ا .

∴ ء حـ يرى أعظم من ب ا وذلك ما أردناه

أقول : إذا كان ا ب مثل حـ ء وزاوية ا ب ط مثل زاوية ء حـ ك (الشكل رقم ٩) .

فإن لم يكن قوس ا ط مثل قوس ك ء ، فليكن قوس ا ز مثل قوس ء ك .

ونصل وترى ا ز ، ى ك فيكون لتساوى قوسى ك ى – ا ز الباقيين زاويتا ك ى حـ – ز ا ب والأضلاع المحيطة بهما متساوية النظير للنظير فتكون زاوية ى حـ ك مثل زاوية ا ب ز وكانت مثل زاوية ا ب ط وهذا خلف .



(الشكل رقم ٩)

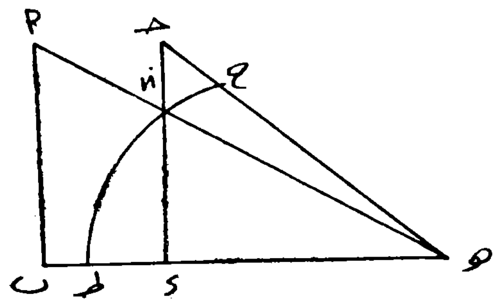
(ط)

المقادير المتساوية المتوازية المختلفة الأبعاد لا يكون اختلافها فى الرؤية على نسبة اختلافها فى الأبعاد .

فليكن ا ب – حـ ى متساويين مختلفى البعد عن العين وهى هـ ، و هـ ى – هـ ب بعديهما .

نقول فنسبتهما فى الرؤية ليست كنسبة بعديهما (الشكل رقم ١٠)

ولنخرج شعاعى ا هـ – هـ حـ ولنقطع ا هـ – حـ ى على ز ونرسم على هـ ببعد هـ ز قوس ح ز ط – فلأن مثلث هـ ز حـ أعظم من قطاع هـ ح ز ومثلث هـ ز ى أصغر من قطاع هـ ز ط تكون نسبة مثلث هـ ز حـ إلى مثلث هـ ز ى أعظم من نسبة قطاع هـ ح ز إلى قطاع هـ ز ط



(الشكل رقم ١٠)

وبالتركيب نسبة مثلث هـ حـ ى إلى مثلث هـ ز ى أعنى نسبة حـ ى إلى ز ى – بل نسبة ا ب إلى ز ى التى هى كنسبة هـ ب إلى هـ ى أعظم من نسبة قطاع هـ ح ط إلى قطاع هـ ز ط .

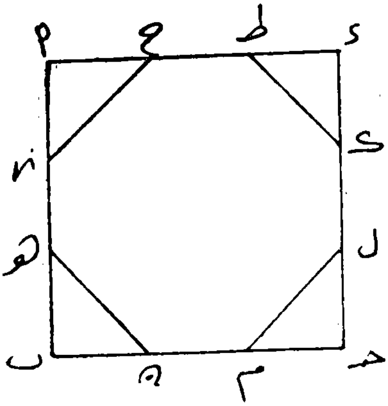
بل نسبة زاوية ح هـ ط التى بها يرى حـ ى إلى زاوية ز هـ ط التى بها يرى ا ب .

فإذن نسبة بعد ا ب إلى بعد جـ ء أعظم من نسبة قدر حـ ء إلى قدر ا ب في الرؤية وذلك ما أردناه .

(ى)

الأشكال القائمة الزوايا ترى من بعيد مستديرة (الشكل رقم ١١)

فليكن الشكل ا ب حـ ء ، ولأن البصر لا يقف من بعيد على نقطة واحدة ولكنه ينتقل فيبين أنه بينما يقف على نقطة هـ — وبينما يقف على نقطة ز — وبينما يقع على ساير النقط لا يكون مكث فلذلك . يرى شكل هـ ز ح — ط ك ل — م ن هـ لا يرى ما بين ذلك .



(الشكل رقم ١١)

فلذلك يرى الشكل مستديراً وذلك ما أردناه .

أقول : ليس ذلك بعلة إنما العلة أن أوتار الزوايا كخط ز ح يكون أصغر من أقطار الشكل . وما يكون أصغر فهو يفوت عن البصر على بعد أقل مما يكون أعظم .

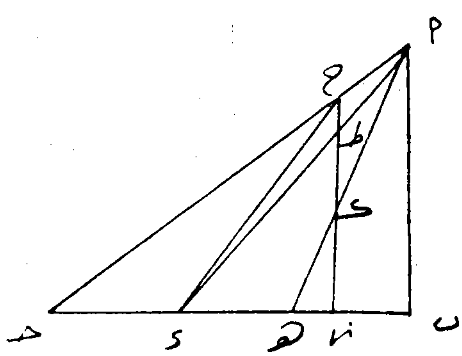
فإذا كان البعد بحيث تفوت عنه مقادير الزوايا ولا يفوت قطر الشكل يرى الشكل غير ذى زوايا .

(يا)

أبعد السطوح التى تحت البصر ترى أرفع (الشكل رقم ١٢) .

فليكن البصر ا وأرفع من سطوح هـ ب — هـ ء — ء جـ

فنقول : إن حـ ء الأبعد من ا يرى أرفع من ء هـ ، و ء هـ من هـ ب .



(الشكل رقم ١٢)

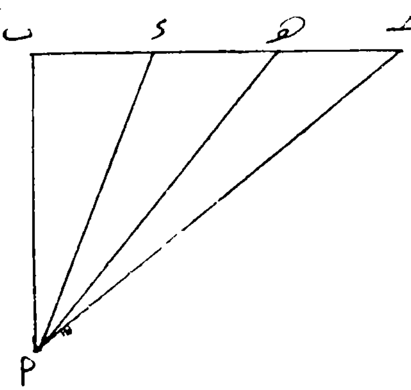
ولنخرج شعاعات ا ب ـ ا هـ ـ ا ى ـ ا حـ

وننصف ب هـ على ز ، ونخرج زح عموداً على ب حـ مثل ا ب ، فلأن البصر يقع أولا على ز ح ثم على ز حـ يقع شعاع ا حـ على ح من ح ز وشعاع ا ى على ط ، و ا هـ على ك ، ح ط أرفع من ط ك .

∴ ى حـ الذى يرى بالشعاع المار على ح ط يرى أرفع من ى هـ الذى يرى بالشعاع المار على ط ك ، وكذلك ى هـ من هـ ب وذلك ما أردناه .

(يب)

أبعد السطوح التى فوق البصر ترى أخفض (الشكل رقم ١٣)



(الشكل رقم ١٣)

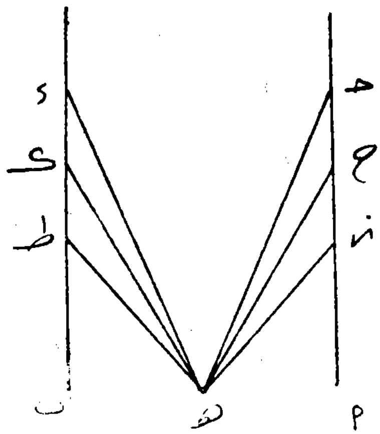
فليكن البصر وهو ا أخفض من ب حـ ولنخرج شعاعات ا ب ـ ا ى ـ ا هـ ـ ا حـ فنقول : إن حـ هـ الأبعد يرى أخفض من هـ ى ، و هـ ى من ى ب وذلك لأن شعاع ا حـ على قياس ما مر فى الشكل المتقدم يكون أخفض من شعاع ا هـ ـ و ا هـ من ا ى فيرى حـ هـ أخفض من هـ ى ، وكذلك هـ ى من ى ب وذلك ما أردناه .

(يج)

الأقدار المتباعدة من البصر المقابلة له المتيامنة منها ترى متياسرة وبالعكس (الشكل رقم ١٤) .

فليكن ا حـ ـ ب ى قدرين متقابلين ، والبصر هـ فيما بينهما ، ونخرج

شعاعات ه ط – ه ک – ه ى – ه ز – ه ح – ه حـ ، وليكن ه ز متيامنا عن ه ح ، و ه ح عن ه حـ ، فيرى ه حـ متياسراً عن ه ح ، و ه ح عن ه ز وكذلك ه ى – ه ک – ه ط نظيراتها منتقلة عن اليمين إلى اليسار وذلك ما أردناه .



(الشكل رقم ١٤)

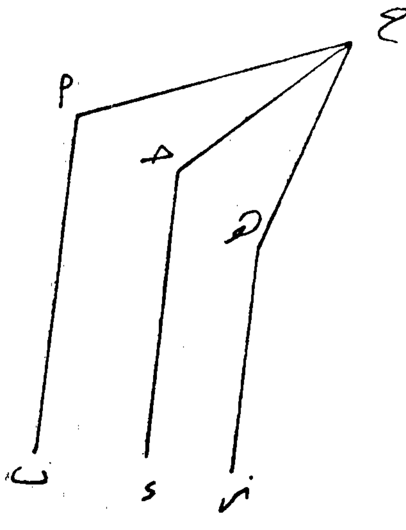
(يد)

الأقدار المتساوية الكائنة على سمت واحد تحت البصر فأبعدها يرى أعلى من أقربها (الشكل رقم ١٥) .

ولتكن الأقدار المتساوية ا ب – حـ ى – ه ز والبصر ح وهو عال عنها ولنخرج منه شعاعات ح ا – ح حـ – ح ه ..

نقول : فـ ا ب يرى أعلى من حـ ى ، و حـ ى من ه ز ، وذلك أن شعاع ا ح أعلى من حـ ح ، و حـ ح من ه ح ، وحيث شعاع ا ح فثم ترى نقطة ا ، وهناك ينتهى قدر ا ب وكذلك فى الباقية .

و ا ب إذاً يرى أعلى من حـ ى وكذلك حـ ى من ه ز ، وذلك ما أردناه.

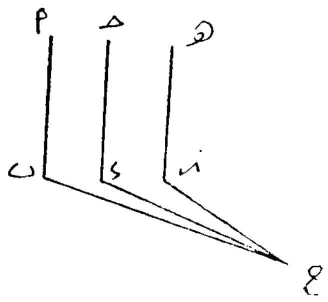


(الشكل رقم ١٥)

(يه)

الأقدار المتساوية الكائنة على سمت واحد فوق البصر فأبعدها يرى أخفض من أقربها (الشكل رقم ١٦) .

ولتكن الأقدار ا ب – حـ ء – هـ ز والبصر ح والشعاعات ح ب – ح ء – ح ز والبيان كما مر فى الشكل المتقـــدم وذلك ما أردناه .

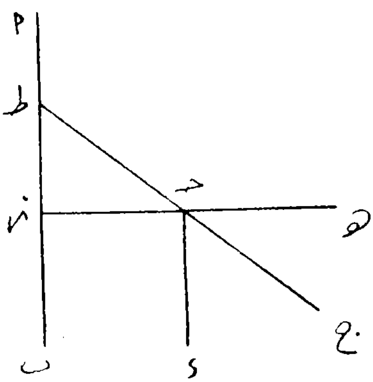


(الشكل رقم ١٦)

(يو)

إذا كان مقداران تحت البصر أبعدهما أعظم . فالذى يرى من الأعظم مع الأصغر حينئذ أصغر مما يرى من الأعظم مع الأصغر إذا نزل البصر من هناك (الشكل رقم ١٧) .

فليكن المقداران ا ب – حـ ء و ا ب أعظمهما – والبصر أولا عند هـ فيكون الشعاع الخارج إلى حـ هـ – حـ ز وحينئذ يرى من ا ب مع حـ ء قدر ز ب ، ثم لننزل البصر إلى عند ح فيصير الشعاع ح حـ ط ويكون المرئى من ا ب مع حـ ء قدر ط ب ، و ز ب أصغر من ط ب .



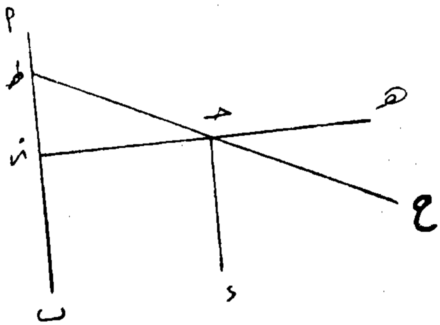
(الشكل رقم ١٧)

∴ المرئى من ا ب مع حـ ء فى الأول أصغر وذلك ما أردناه .

(يز)

إذا كان مقداران فوق البصر أبعدهما أعظم فالذى يرى من الأعظم مع الأصغر حينئذ أعظم مما يرى منه معه إذا ارتفع البصر من هناك (الشكل رقم ١٨) .

وليكن المقداران كما كانا والبصر مرة عند ح ومرة عند ه فيكون بمثل البيان المتقدم ط ب المرئى من ا ب مع حـ ء فى الأول أعظم من ز ب المرئى منه معه فى الآخر وذلك ما أردناه .

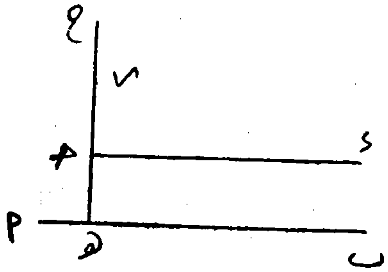


(الشكل رقم ١٨)

(يح)

إذا كان مقداران على خط مستقيم أبعدهما أعظم فالذى يرى من الأعظم مع الأصغر لا يختلف بالقرب والبعد إذا كان البصر دائماً على ذلك الخط (الشكل رقم ١٩).

وليكن المقداران كما كانا والبصر تارة عند ز وتارة عند ح من خط ح حـ ه وظاهر أن المرئى من ا ب مع حـ ء دائماً يكون ه ب وذلك ما أردناه .

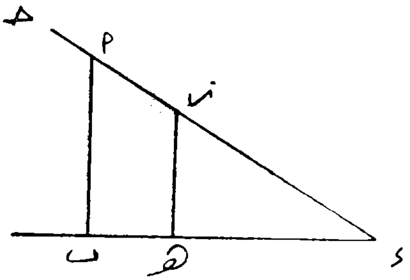


(الشكل رقم ١٩)

(يط)

لنا أن نعرف مقدار ارتفاع جسم يمكن الوصول إلى قاعدته بالشمس (الشكل رقم ٢٠) .

وليكن الجسم ا ب والشعاع الشمسى حـ ء فيكون ب ء ظل ا ب . ونضع جسماً معلوم الارتفاع مثل هـ ز بحيث يمر شعاع حـ ء بنقطة ز منه، فيكون مثلثا ز هـ ء — ا ب ء متشابهين ونسبة ء هـ المعلوم إلى هـ ز المعلوم كنسبة ء ب المعلوم إلى ب ا المطلوب فهو معلوم وذلك ما أردناه .

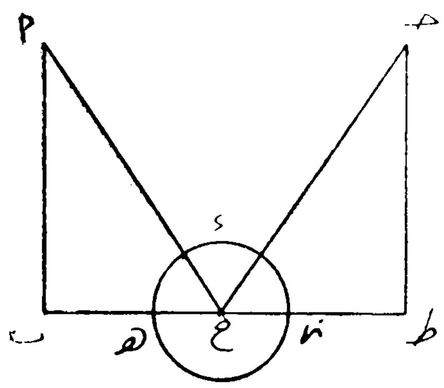


(الشكل رقم ٢٠)

(ك)

لنا أن نعرف مقدار ارتفاع جسم يمكن الوصول إلى قاعدته بالمرآة (الشكل رقم ٢١) .

وليكن الجسم ا ب والبصر حـ ونضع مرآة ء هـ ز فيما بين عمودى حـ ط — ا ب القائمين على ط ب بحيث ينعطف من جزء منه مثل ح شعاع البصر إلى نقطة ا وليكن الشعاع حـ ح والمنعطف منه ح ا فيكون فى مثلثى حـ ط ح — ا ب ح زاويتا ط ، ب قائمتين وزاويتا ح الشعاعية والانعطافية متساويتين ولذلك تكون نسبة حـ ط المعلوم إلى ط ح المعلوم كنسبة ا ب المطلوب إلى ب ح المعلوم .



(الشكل رقم ٢١)

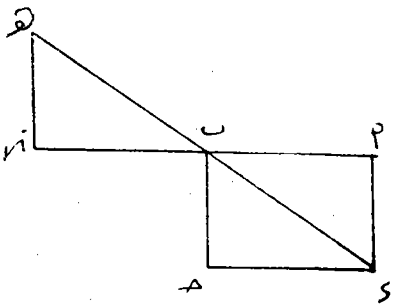
∴ ا ب معلوم وذلك ما أردناه .

(كا)

لنا أن نعرف مقدار عمق شيء يمكن النظر إلى أسفله (الشكل رقم ٢٢) .

وليكن العمق ا ء والبصر ه والبسيط ا ب ز وننظر إلى ء فنجده بإزاء ب من البسيط ويكون الخط الشعاعى ه ب ء ومثلثا ء ا ب ـ ب ز ه

فلتساوى زاويتى ب وكون زاويتى ا ، ز قائمتين متشابهتين



(الشكل رقم ٢٢)

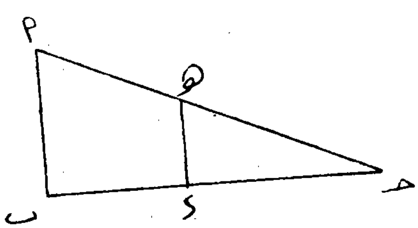
فنسبة ه ز المعلوم إلى ز ب المعلوم كنسبة ء ا المطلوب إلى ا ب المعلوم

∴ ء ا معلوم وذلك ما أردناه .

(كب)

لنا أن نعرف مقدار ارتفاع جسم يمكن الوصول إلى قاعدته من غير شمس (الشكل رقم ٢٣) .

وليكن الجسم ا ب والبسيط حـ ب وننظر من حـ إلى أن نرى ا ونعلّم على حـ ب نقطة ء ونخرج منها ء ه عموداً وليمر شعاع جـ ه ا بنقطة ه منه فيكون مثلثا حـ ء ه ، حـ ب ا متشابهين ونسبة حـ ء المعلوم



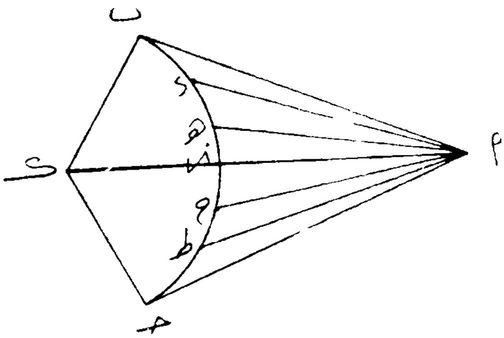
(الشكل رقم ٢٣)

إلى ء ه المعلوم كنسبة حـ ب المعلوم إلى ب ا المطلوب فهو معلوم وذلك ما أردناه .

(كج)

إذا كان البصر فى سطح قطعة دائرة فإنه يراها كخط مستقيم (الشكل رقم ٢٤) .

وليكن البصر ا والقطعة حـ ب ولنخرج إليها شعاعات ا ب – ا ى – ا هـ – ا ز – ا ح – ا ط – ا حـ ونخرج من مركز ك خطوط ك ب – ك ى – ك هـ – ك ز – ك ح – ك ط – ك حـ .



(الشكل رقم ٢٤)

فلأن ك ب يرى من زاوية ك ا ب ، ك ى يرى من زاوية ك ا ى .

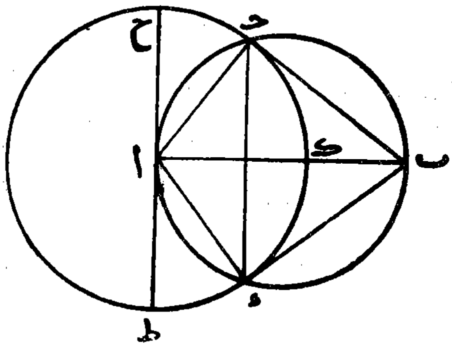
∴ ب ك يرى أعظم من ى ك وكذلك ى ك من هـ ك ، هـ ك من ز ك وأيضاً حـ ك يرى أعظم من ك ط ، ك ط من ك ح ، ك ح من ك ز ويرى قوس ب حـ كقاعدة لعمود ا ز فيرى كخط مستقيم ، ومثل ذلك يفرض أيضاً فى باطن القوس وذلك ما أردناه .

(كد)

ما يرى من الكرة يكون أصغر من نصفها وتحيط به دائرة (الشكل رقم ٢٥) .

فلتكن الكرة مركزها ا والبصر ب – ونصل ب ا ونخرج سطحاً تمر به ونقطع الدائرة العظمى فى الكرة التى عليها حـ ح ط ء ونرسم على قطر ب ا دائرة ا حـ ب ونصل ب حـ – ب ء – ا حـ – ا ء .

فلأن ا حـ ب نصف دائرة تكون زاوية ا حـ ب قائمة وكذلك زاوية ا ء ب .



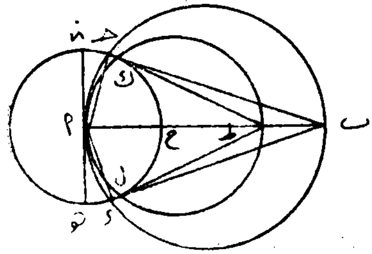
(الشكل رقم ٢٥)

ب حـ ، ب ء تماسان دائرة حـ ح ط ء ، ونصل حـ ء ونخرج من ا خط ح ا ط موازياً له فزاوية ك قائمة ، وإذا أدرنا مثلث ب ك حـ على محور ب ك الثابت إلى أن يعود إلى موضعه رسمت نقطة حـ دائرة على الكرة ويكون ب حـ فى جميع المواضع مماساً للكرة فنرى الكرة بمنزلة تلك الدائرة ويكون المرئى منها أقل من نصفها لأن نصف الكرة وما يحويه – (ح حـ – ء ط) ، حـ ء المرئى من شعاعى ب حـ – ب ء أقل منه وذلك ما أردناه .

(كه)

إذا دنا البصر من الكرة يصير ما يرى منها أقل مما كان أولا ويظن أنه صار أعظم (الشكل ٢٦) .

فلتكن كرة مركزها ا والبصر ب ونصل ا ب ونرسم عليه دائرة حـ ب ء ونقيم على ا ب عمود هـ ز ونخرج سطحاً يمر بالخط ا ب ، ويقطع الكرة على خطيه حـ ز هـ ء – ونصل حـ ا – ا ء – ء ب – ب حـ فلما مرّ تكون زاويتا حـ ، ء قائمتين

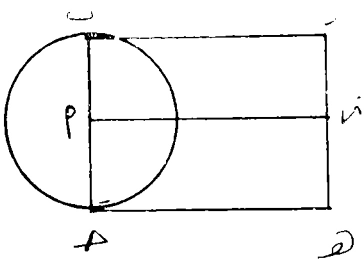

(الشكل رقم ٢٦)

وشعاعا ب ح – ب ى مماسين للكرة ، ويكون مقدار ح ح ى ما يرى من الكرة .

ثم ليكن البصر على موضع ط من ب ا ونرسم على ط ا دائرة ا ك ظ ل ونصل ط ل – ط ك – ا ل – ا ك فيصير ما يرى من الكرة ك ح ل – وهو أقل من ح ح ى – ولأن زاوية ك ط ل أعظم من زاوية ح ب ى يكون المرئى من الكرة عند ط أعظم من المرئى منها عند ب وذلك ما أردناه .

(كو)

إذا كان ما بين العينين مثل قطر الكرة رؤى منها نصفها (الشكل رقم ٢٧) .



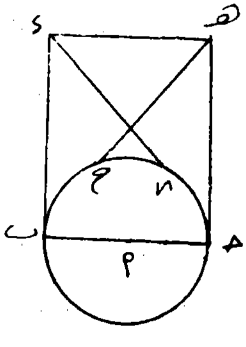
(الشكل رقم ٢٧)

فليكن مركز الكرة ا ودائرتها العظيمة ح ب وقطرها ب ح والعينان ى ه ونصل ب ى – ح ه ونخرج ا ز موازياً لهما فإذا ثبتنا ا ز وأدرنا سطح ب ح إلى أن يعود إلى موضعه رسم على الكرة نصف دائرة عظيمة تمر بنقطتى ب ح وهو المرئى من الكرة وذلك ما أردناه .

أقول هذا ليس بصحيح والصواب أن نخرج من ى – ى ز مماساً للكرة ومن ه – ه ح فيكون المرئى بالعين التى على نقطة ى ما يحويه دائرة تمر بنقطتى ب ز (الشكل رقم ٢٨) .

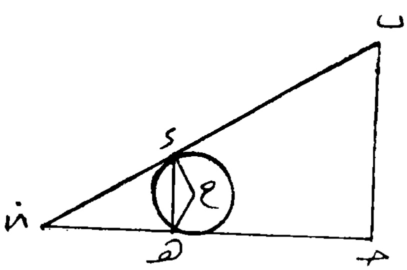
والمرئى بالعين التى على نقطة ه ما تحويه دائرة تمر بنقطتى ح ح والدائرتان تتقاطعان فى أحد نصفى الكرة ولا تحويان تمام النصف فيرى

طرفا القطر المار بنقطتى ب ، حـ ولا يرى أطراف سائر أقطار الدائرة العظيمة المارة بنقطتى ب ، حـ أعنى التى يرسمه سطح ب ز إذا كان ما بين العينين أعظم من قطر الكرة رؤى منها أعظم من نصفها ، فليكن مركز الكرة ا وعظيمتها هـ ء ح والعينان ب حـ وقطر الكرة أصغر من ب حـ (الشكل رقم ٢٩) .



(الشكل رقم ٢٨)

ونخرج شعاعى ب ء ــ حـ هـ فيلتقيان على ز ونصل ء هـ فتكون قطعة ء ح هـ أعظم من النصف وهى ما يرى بعينى ب حـ وذلك ماأردناه .

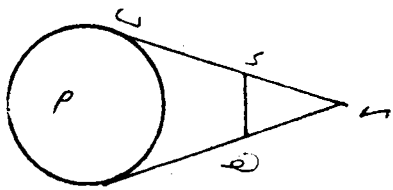


(الشكل رقم ٢٩)

(كح)

إذا كان ما بين العينين أصغر من قطر الكرة رؤى منها أصغر من نصفها (الشكل رقم ٣٠) .

فليكن المركز (ا) والعظيمة ب حـ والعينان ء هـ ــ والشعاعان ء ب ــ هـ حـ وإذا أخرجا التقيا على ز ــ وقطعة ب حـ أصغر من النصف وهى ما يرى بعينى ء هـ وذلك ماأردناه.

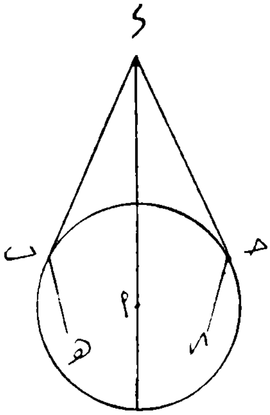


(الشكل رقم ٣٠)

أقول الخلل فى هذين الشكلين على قياس الشكل المتقدم عليهما .

ما يرى من الأسطوانة يكون أصغر من نصفها (الشكل رقم ٣١) .

فلتكن قاعدة الأسطوانة دائرة ح ب ومركزها ا والبصر ى وهو فى سطح الدائرة ونصل ى ا . ونخرج شعاعى ى ب ــ ى ح المماسين للدائرة ، ونخرج ضلعى ب ه ــ ح ز من أضلاع الأسطوانة ونخرج سطحى ى ب ــ ب ه ، ى ح ــ ح ز فلا يقطعان الأسطوانة لكونهما مماسين لها ولكون قطعة ب ح أقل من نصف الدائرة . وما يحوزه سطح ى ب ه ــ ى ح ز من الأسطوانة بحسبها يكون المرئى من الأسطوانة أقل من نصفها وذلك ما أردناه .



(الشكل رقم ٣١)

(ل)

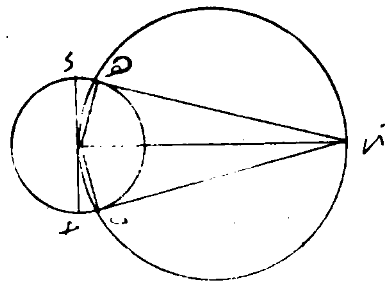
لتكن دائرة مركزها ا والبصر ز ونصل ز ا ونخرج قطر ح ا ى عموداً على ز ا .

ونرسم على ز ا دائرة ا ب ز ه ونصل ا ب ــ ب ز ــ ا ه ــ ه ز .

∴ ز ب ــ ز ه يماسان دائرة ح ب ه ى لكونهما عمودين على ا ب ــ ا ه .

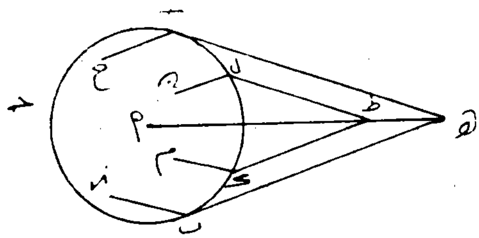
ولذلك يكون المرئى منها الذى هو قوس ب ه أصغر من نصفها والخفى عن البصر وهو قوس ب ح ــ ى ه أعظم من نصفها . وإنما أوردنا هذا الشكل للمخروطات والأساطين فإن المرئى منها بقدر المرئى من دوائرها (الشكل رقم ٣٢) .

إذا دنا البصر من الأسطوانة يصير المرئى منها أقل مما كان أولا ويظن أنه صار أعظم ، فلتكن أسطوانة قاعدتها ب ح والمركز ا والبصر ه ونصل ه ا وليكن شعاعا ه ب ـ ه ح مماسين لها ونخرج فى سطح الأسطوانة عمودى ب ز ـ ح ح فيتبين مما مر أن سطح ب ز ـ ح ح المرئى من الأسطوانة يكون أقل من نصفها (الشكل رقم ٣٣) .



(الشكل رقم ٣٢)

ولننظر إليها من موضع ط ونخرج شعاعى ط ك ـ ط ل وعمودى ك م ـ ل ى فى سطح الاسطوانة ، فيصير المرئى سطح ك ل ـ م ى وهو أقل من سطح ب ز ـ ج ح . ولكون زاوية ط أعظم من زاوية ه يظن أنه أعظم مما كان هناك وذلك ما أردناه .



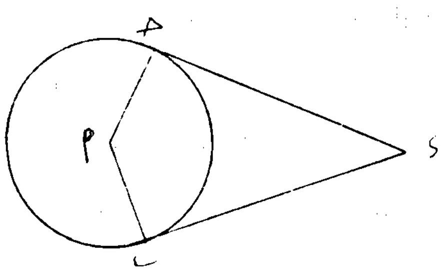
(الشكل رقم ٣٣)

(لب)

ما يرى من المخروط المستدير يكون أصغر من نصفه (الشكل رقم ٣٤) .

فليكن مخروط قاعدته ب ح ورأسه ا والبصر ى والشعاعان ى ب ـ ى ج ونصل ب ا ـ ج ا .

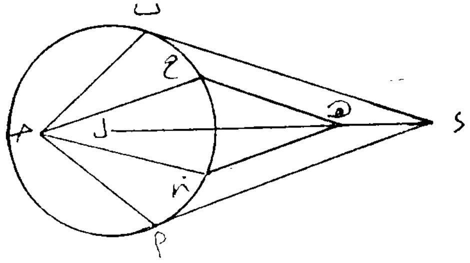
فيكون المرئى من المخروط ما يحيط به خطا ا ب ـ ا ح وقوس ح ب التى هى أقل من نصف القاعدة فيكون أصغر من نصف جميع سطح المخروط وذلك ما أردناه .



(الشكل رقم ٣٤)

(لج)

إذا دنا البصر من المخروط فى سطح قاعدته يصير المرئى منه أقل مما كان ويظن أنه صار أعظم . فليكن مخروط قاعدته ا ب ومركزها ل والبصر ء ثم ه ورأس المخروط ح ، ويتمم الشكل فيكون المرئى أولا ما يحيط به خطا ج ا ـ ح ب وقوس ا ب وثانياً ما يحيط به خطا ح ز ـ ح ح وقوس ز ح وهو أصغر من الأول ، ويظن أنه أعظم لكون زاوية ح ه ز أعظم من زاوية ب ء ا وذلك ما أردناه (الشكل رقم ٣٥) .

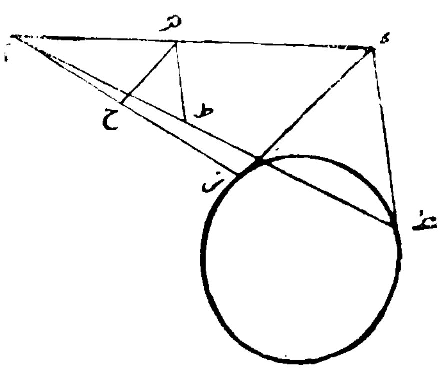


(الشكل رقم ٣٥)

(لد)

إذا كان مخروط مستدير ، وفرضت نقطة على سطح قاعدته خارج القاعدة ، ووصل بينها وبين رأس المخروط بخط مستقيم ، فالمرئى من المخروط من جميع المواضع التى تكون على ذلك الخط يكون مساوياً أبدا .

فليكن مخروط رأسه ا وقاعدته ب ح ولنفرض ء فى سطح القاعدة خارجاً عنها ولنوصل ا ء . أقول : فالمخروط يرى من جميع النقط التى على ا ء متساوياً وليعين منها نقطة ه . ونخرج من ء خطى ء ج ـ ء ز مماسين للقاعدة ونصل ح ا ، ز ا فيكون ء ا الفصل المشترك من السطحين

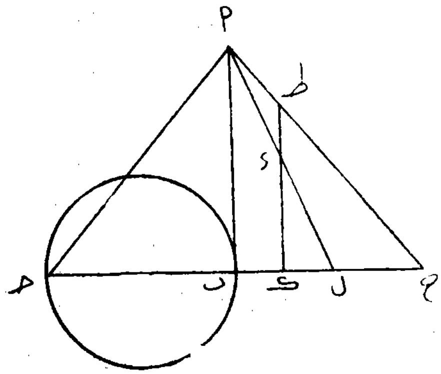


(الشكل رقم ٣٦)

المارين بخطى ى حـ ــ حـ ا ، ى ز ــ ز ا ــ ونخرج من هـ فى ذينك السطحين هـ ح ــ هـ ط موازيين لخطى ى ز ــ ى حـ فهما يقعان لا محالة على خطى ا ز ــ ا حـ ويمر بهما سطح موازٍ للقاعدة قاطع للمخروط على دائرة يماسانها ، وهما يحيطان بزاوية مساوية لزاوية حـ ى ز ــ ولذلك يكون المرئى من المخروط عند نقطة هـ مساوياً للمرئى منه عن نقطة ى . وكذلك فى سائر النقاط وذلك ما أردناه (الشكل رقم ٣٦) .

(له)

إذا كان البصر على بعد متساوٍ من المخروط فإنه إذا كان إلى الرأس أقرب كان ما يراه من المخروط أعظم ، وإذا كان أبعد كان أصغر .



(الشكل رقم ٣٧)

وليكن مخروط رأسه ا وقاعدته ب حـ وضلعاه ا ب ، ا حـ ونصل حـ ب ونخرجه إلى ح ونخرج ط ك موازياً إلى ا ب وليكن ط عليه أقرب إلى ا من ى .

أقول : فما من المخروط يرى على ط أعظم مما يرى منه على ى ونخرج ا ط ــ ا ى إلى ح ، ل من ح حـ فيكون المرئى من المخروط عند ط مساوياً للمرئى منه عند ح ، والمرئى منه عند ى مساوياً للمرئى منه عند ل .

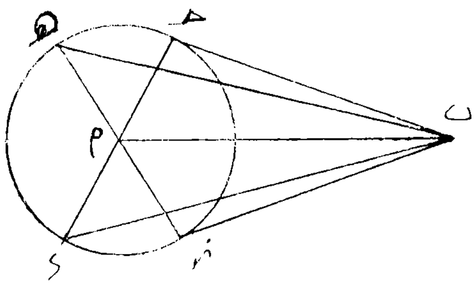
ولكون المرئى عند ح أصغر من المرئى عند ل فى النظر وأعظم بالحقيقة ، يكون المرئى عند ط أيضاً بالقياس إلى المرئى عند ى كذلك .

وذلك ما أردناه (الشكل رقم ٣٧) .

(لو)

إذا خرج من مركز دائرة عمود على سطحها فالبصر يرى من جميع النقط التى عليه أقطار الدائرة متساوية (الشكل رقم ٣٨) .

وليكن مركز الدائرة ا والعمود القائم عليها ا ب والأقطار حـ ى ــ هـ ز ، ولنعين نقطة ب من ا ب ونصل ب حـ ــ ب ى ــ ب هـ ــ ب ز فلأن أنصاف الأقطار متساوية ، و ا ب مشترك ،



(الشكل رقم ٣٨)

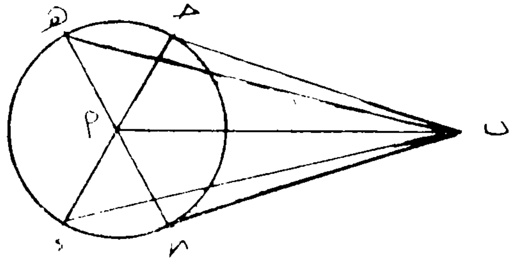
والزوايا التى عند ا قائمات تكون الزوايا التى عند ب متساوية وجميع حـ ب ى مساو لجميع هـ ب ز ولذلك يرى حـ ى مساوياً لـ هـ ز ، وكذلك الحكم فى سائر النقط التى على ا ب .

وذلك ما أردناه .

(لز)

وإن لم يكن الخط الخارج من المركز عموداً على سطح الدائرة بل كان مساوياً لنصف قطرها . فالبصر يرى الأقطار من طرفه متساوية (الشكل رقم ٣٩) .

فليكن الشكل كما كان . و ا ب غير قائم على سطح الدائرة لكنه مساوٍ لـ ا حـ ، فلأن زاوية حـ ب ى قائمة(*) وكذلك سائر الزوايا التى عنـد ب وقواعدها



(الشكل رقم ٣٩)

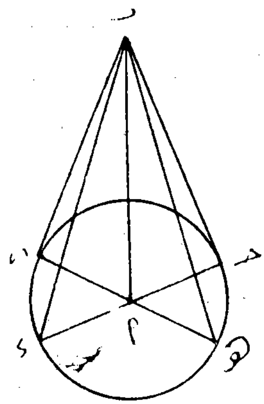
(*) الضلع الواصل من رأس القائمة إلى منتصف الوتر يساوى نصف الوتر : والموجود عكس هذه النظرية .

الأقطار ، تُرى الأقطار عند نقطة ب من خط ا ب لا غير ، متساوية وذلك ما أردناه .

(لج)

وإن لم يكن الخط الخارج من المركز عموداً على الدائرة ، ولا مساوياً لنصف قطرها ، ولا مائلا إلى القطرين بحيث تكون الزوايا الصغار متساوية والكبار متساوية ، فالأقطار تُرى عند ذلك مختلفة .

ولنُعِد الشكل، وليكن ا ب غير عمود على السطح ، ولا بمساوٍ لنصف قطرها ، ولا بمائل إلى قطرى حـ ى ، ز هـ ميلا متساوياً ، أعنى ليست زاوية

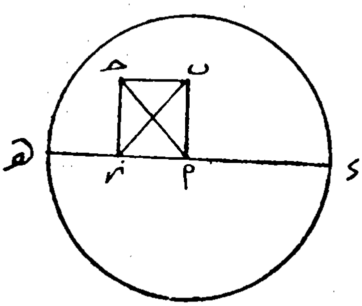


(الشكل رقم ٤٠)

ب ا حـ الحادة مساوية لزاوية ب ا ز الحادة ، ولا زاوية ب ا ى المنفرجة [مساوية] لزاوية ب ا هـ المنفرجة(الشكل رقم ٤٠). نقول : فلكون زاويتى حـ ب ى ، ز ب هـ غير متساويتين، يُرى قطرا حـ ى ـ هـ ز من نقطة ب مختلفين ، وسنبين الحال فى ذلك فى الشكل الذى يلى هذا الشكل وما بعده ، وذلك ما أردناه .

(لط)

لتكن دائرة مركزها ا وموضع البصر ب والعمود الذى يخرج من ب إلى الدائرة لا يقع على ا كعمود ب حـ ونصل حـ ا ـ ب ا



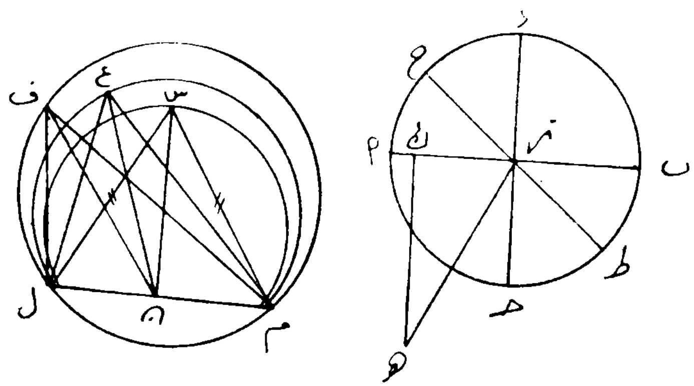
(الشكل رقم ٤١)

فنقول : إن زاوية جـ ا ب أصغر من جميع الزوايا التى يحيط بها ب ا مع خط آخر يمر بنقطة ا ، ولنمر بنقطة ا قطر ى هـ ، ونخرج من حـ عليه عمود حـ ز ، ونصل ب ز فيكون أيضاً عموداً على ى هـ ـ ولأن زاوية حـ ز ا قائمة يكون ا حـ

أطول من ا ز ونسبة ا ب إلى ا ز أعظم من نسبته إلى ا حـ ، وزاويتا ا حـ ب ، ا ز ب قائمتان ؛ فلذلك تكون زاوية حـ ا ب أصغر من زاوية ز ا ب — وبمثله نبين فى غيره من الزوايا وذلك ما أردناه (الشكل رقم ٤١) .

(م)

وأيضاً، لتكن دائرة عليها ا حـ — ب ء والمركز ز . وقطرا ا ب ، حـ ء متقاطعين على قوائم والبصر هـ وليكن هـ ز عموداً على حـ ء دون ا ب ، وهـ ز أعظم من نصف القطر (الشكل رقم ٤٢) .



(الشكل رقم ٤٢)

فنقول : يُرى من نقطة هـ — ا ب أصغر الأقطار ، و حـ ء أعظمها .

فلأن حـ ز عموداً على خطى ا ز — يكون سطح الدائرة لكونه مارا بـ حـ ز قائماً على سطح خطى ا ز — هـ ز ، وإذا أخرجنا من هـ عمود هـ ك فى سطح خطى ا ز — ز هـ على سطح الدائرة وقع على الفصل المشترك وهو ا ب ، ونجعل ل م مثل ا ب ، وننصفه على ن — ونخرج عمود ن س مثل هـ ز ،ونرسم على م ل قطعة م س ل وهى أعظم من نصف دائرة لأن ن س أعنى ز هـ أطول من ن ل أعنى ز ا ، ونصل ل س — م س فتكون زاوية ل س م مثل زاوية حـ هـ ء ، لو وصلنا حـ هـ — هـ ء . ونجعل زاوية

ل ى ع مثل زاوية ح ز ﻫ ، ونفصل ى ع مثل ز ﻫ ، فيقع ع خارج القطعة . ونرسم قطعة ل ع ــ م ، ونصل لـ ع ــ م ع فتكون زاوية ل ع م مثل زاوية ح ﻫ ط ، لو وصلنا ح ﻫ ــ ﻫ ط .

ونجعل زاوية ل ى ف مثل زاوية ا ز ﻫ ، ونفصل ى ف مثل ز ﻫ فيقع ف خارج قطعة ل ع م ، ونرسم قطعة ل ف م ، ونصل ل ف ــ ف م فتكون زاوية ل ف م مثل زاوية ا ﻫ ب ، لو وصلنا ا ﻫ ــ ﻫ ب .

ولأن زاوية س أعظم من زاوية ع ، وزاوية ع أعظم من زاوية ف تكون زاوية حـ ﻫ ء أعظم من زاوية ح ﻫ ط ، وهى أعظم من زاوية ا ﻫ ب .

ولذلك نرى حـ ء أعظم من حـ ط ، و ح ط من ا ب .

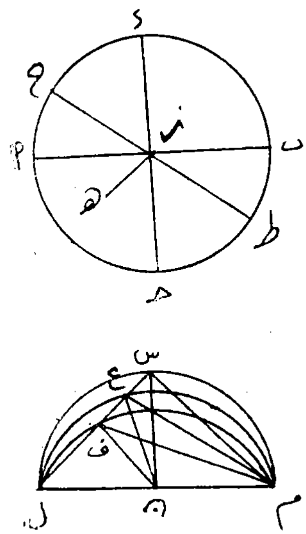
ولأن زاوية س أعظم من جميع ما يمكن وزاوية ل ف م أعنى زاوية ا ﻫ ب أصغر من جميع ما يمكن يُرى حـ ء أعظم الأقطار ، و ا ب أصغرها وذلك ما أردناه .

(ما)

ثم ليكن ﻫ ز أصغر من نصف القطر والباقى كما مر (الشكل رقم ٤٣)

نقول فيعرض فى الأقطار ضد ما تقدم ، أعنى يصير حـ ء أصغر الأقطار فى الرؤية ، و ا ب أعظمها .

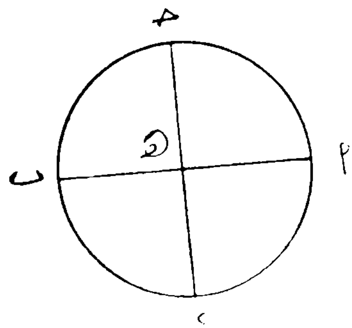
ولندبر التدبير المتقدم فتكون قطعة م س ل ها هنا أصغر من نصف الدائرة ، وقطعة م ع ل داخلها ــ وقطعة م ف ل داخل قطعة م ع ل وتكون زاوية س أصغر الزوايا وزاوية ف أعظمها فيعرض من ذلك ماذكرنا وذلك ما أردناه .



(الشكل رقم ٤٣)

(مب)

بكرات العجل ترى مرة معوجة ومرة مستديرة (الشكل رقم ٤٤) .

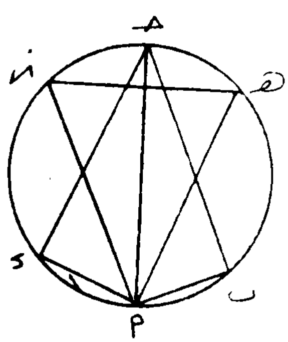


(الشكل رقم ٤٤)

فلتكن دائرتها ا ب حـ ء وقطرا ا ب ـ حـ ء منها متقاطعين على قوائم على هـ ، والبصر على سطح مواز لسطح الدائرة فإن كان الشعاع الخارج إلى نقطة هـ عموداً على سطح الدائرة أو غير عمود عليه ولكن مساو لنصف قطرها رؤيت أقطارها متساوية . فتكون البكرة فى الرؤية لذلك مستديرة ، وإن لم يكن الشعاع كذلك رؤيت الأقطار مختلفة والبكرة لذلك [ترى] معوجة غير مستديرة وذلك ما أردناه .

(مج)

للبصر موضع إذا هو ثبت فيه وانتقل المبصَر فى مواضع مختلفة رؤى أبداً متساوياً وبالعكس (الشكل رقم ٤٥) .



(الشكل رقم ٤٥)

فليكن البصر ا والمبصَر ب حـ ونَدير على ا ب حـ دائرة فإذا ثبت أوانتقل ب حـ على المحيط يرى أبداً متساوياً ، وذلك لتساوى زوايا ب ا حـ وأيضاً ليكن البصر ب والمبصَر ا حـ فإذا ثبت ا حـ وانتقل ب إلى ء يرى متساوياً لأن ا حـ إن كان قطراً كانت زاويتا ب ، ء القائمتان متساويتين فلذلك يرى ا حـ فى الحالتين متساوياً ، وإن لم يكن ا حـ قطراً وكان شعاعا

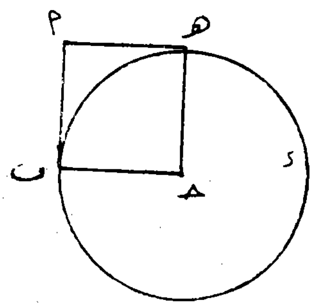
ب ا ـ ب حـ مساويين لشعاعى ء ا ـ ء حـ تساوت زاويتا ب ، ء لكون قاعدة ا حـ مشتركة .

∴ ا حـ يرى فى الحالتين متساوياً وذلك ما أردناه .

أقول : وظاهر أن بصر ب إذا انتقل على أحد قوسى ا ب حـ ـ ا ء ج كان الحكم كذلك لتساوى الزوايا وسنذكر هذا الحكم فى الشكل الثامن والأربعين .

(مد)

إذا كان عظم ما وكان عموداً على سطح ونظر إليه من نقطة من ذلك السطح ، ونقل المنظور إليه حول البصر على استدارة فإنه يرى متساوياً (الشكل رقم ٤٦) .



(الشكل رقم ٤٦)

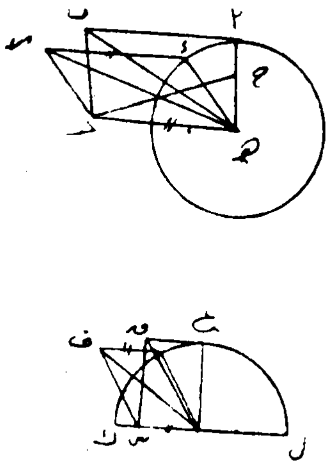
فليكن المنظور إليه ا ب والبصر حـ ونصل حـ ب ونرسم دائرة ب ء هـ ببعد حـ ب .

فإذا دار ا ب على محيطها حافظا لقيامه على سطحها تساوت الزوايا التى عند حـ لتساوى ضلعى ب حـ ـ ب ا وإحاطتها أبداً بقائمة ، ولذلك يرى ا ب أبدا متساوياً ، وكذلك إن قام عمود على سطح الدائرة من نقطة حـ وكان البصر على نقطة من ذلك العمود ثم دار ا ب على المحيط وذلك ما أردناه .

(مه)

ثم ليكن العظم غير عمود على ذلك السطح لكنه حافظ لوضع واحد منه فى دورته ، أقول : فإنه يرى مختلفاً (الشكل رقم ٤٧) .

ولتكن الدائرة ا ء والبصر على ه وهى مركز الدائرة ، والعظم ء ز وهو غير عمود على سطح ا ء وليكن أولا أصغر من نصف قطر الدائرة . ونخرج من ه ـ ه ح موازيا ومساوياً لـ ء ز ، ومن ح عمود ح ح على سطح ا ء ، ونصل ه ح ونخرجه إلى ا من المحيط ومن ا ـ ا ب موازياً ومساوياً لـ ه ح .

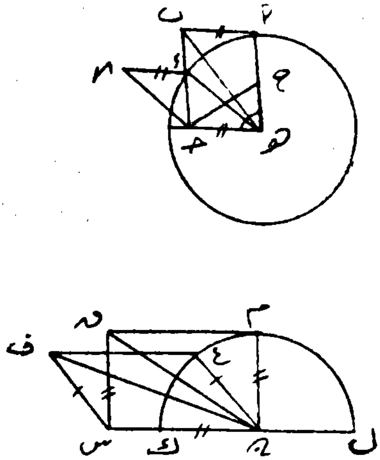


(الشكل رقم ٤٧)

نقول : فـ ا ب المساوى لـ ء ز يرى أصغر ما يمكن أن يرى ء ز فى جميع الدور ، ونصل ه ء ـ ه ب ـ ه ز ـ ب ح ـ ز ج .

∴ زاوية ح ا ه أصغر الزوايا التى تحدث عند ه لما مر ، وكل واحد من سطحى ا ب ح ه ـ ء ز ح ه متوازى الأضلاع وعلينا أن نبين أن زاوية ا ه ب أصغر من زاوية ء ه ز حتى يتبين الحكم ، فنرسم نصف دائرة ك ع ل على أن نصف قطره وهو ؈ ك مساوٍ لـ ه ح ونخرج قطر ل ك ونجعل ؈ س مثل نصف قطر دائرة ا ء ، ونجعل زاوية س ؈ م مثل زاوية ح ه ا وزاوية س ؈ ع مثل زاوية ح ه ء ونتمم سطحى م س ـ ع س المتوازى الأضلاع فيكونان متساويين ومشابهين لسطحى ا ح ـ ء ح كل لنظيره ، ونخرج قطرى ؈ ف ـ ؈ ق فزاوية ف ؈ س المساوية لزاوية ا ه ب أصغر من زاوية ق ؈ س المساوية لزاوية ء ه ز ولذلك يرى ا ب أصغر من ء ز وذلك ما أردناه .

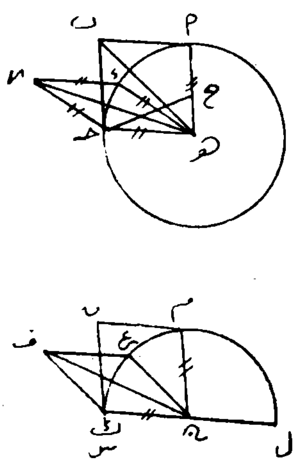
(مو)



ولتكن الصورة بحالها والعظم وهو ء ز مساوياً لنصف قطر دائرة ا ء فيكون ه ك مساوياً لنصف قطر دائرة ا ء والأشكال المتوازية الأضلاع متساوية الأضلاع والحكم والبيان كما تقدم بعينه (الشكل رقم ٤٨) .

(الشكل رقم ٤٨)

(مز)

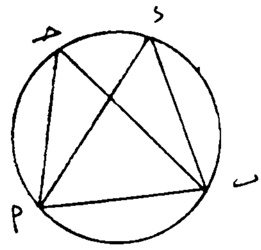


ولتكن الصورة بحالها والعظم وهو ء ز أعظم من نصف قطر دائرة ا ء ويكون ه س المساوى لنصف قطر ا ء أصغر من ه ك والحكم وباقى البيان كما مر ، وذلك ما أردناه (الشكل رقم ٤٩) .

(الشكل رقم ٤٩)

(مح)

قد توجد للبصر مسافة يتحرك فيها ويكون المبصَر ثابتاً فيراه متساوياً (الشكل رقم ٥٠) .



(الشكل رقم ٥٠)

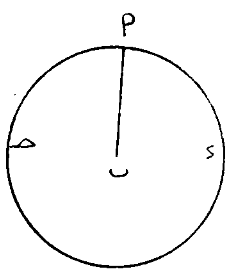
وليكن المبصَر ا ب والبصر حـ ونخرج شعاعى حـا – حـ ب ، ونرسم على حـ ا ب دائرة حـ ا ب فنقول إذا ثبت ا ب وانتقل البصر على محيط قوس ا حـ ب كان المرئى متساوياً .

فلننقل البصر إلى ء ونخرج ء ا – ء ب فلِتساوى زاويتى حـ و ء يكون المبصَر فى الحالتين متساوياً وذلك ما أردناه .

أقول : وهذا ما ذكرناه بعينه فى آخر الشكل الثالث والأربعين .

(مط)

إذا كان المبصَر عموداً على سطح وانتقل البصر حوله على محيط دائرة فإنه يراه متساوياً (الشكل رقم ٥١) .



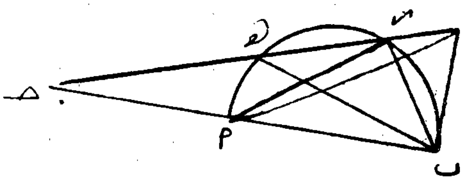
(الشكل رقم ٥١)

فليكن المبصَر ا ب وهو عمود على سطح خارج من نقطة ب منه والبصر حـ ، ونرسم على مركز ب وببعد ب حـ دائرة حـ ء فأينما كان البصر من محيطها كانت الزوايا التى على البصر من شعاعى حـ ا – حـ ب متساوية لتساوى أنصاف الأقطار ، وكون ا ب مشتركا والزاوية التى عند ب قائمة ، ولذلك يرى ا ب متساوياً فى جميع الأحوال وذلك ما أردناه .

(ن)

قد يكون إذا ثبت المبصَر وانتقل البصر على خط مستقيم فى جانب منه رآه مختلفاً (الشكل رقم ٥٢) .

فليكن المبصر ا ب والخط ح ى والبصر تارة على ى وتارة على ه .

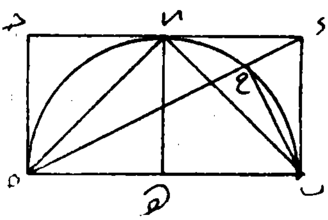

(الشكل رقم ٥٢)

ونصل ه ا ـ ه ب ـ ى ا ـ ى ب ، ونرسم قطعة دائرة ا ه ب

ونصل ب ز فزاويتا ا ه ب ـ ا ز ب متساويتان والواحدة منهما أعظم من زاوية ا ى ب ـ ولذلك يرى ا ب من ى ومن ه مختلفاً وذلك ما أردناه .

(نا)

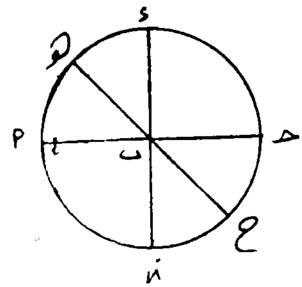
ليكن المبصَر ـ ا ب ، وحى موازياً له ، وننصف ا ب على ه ، ونخرج عمود ه ز على ح ى ، و ا ح ـ ب ى موازيين له . فالبصر إذا كان على ز روئى المبصر أعظم ، وإذا كان على ح أو على ى رآه أصغر وفى موضعى ح و ى متساوياً ـ وذلك لكون زاوية ا ز ب أعنى ا ح ب أعظم من زاوية ا ى ب وزاويتى ا ى ب ـ ب ح ا متساويتين وذلك ما أردناه (الشكل رقم ٥٣) .


(الشكل رقم ٥٣)

(نب)

قد يوجد موضع مشترك تُرى الأقدار المتساوية فيه مختلفة (الشكل رقم ٥٤)

فليكن ا ب ـ ب ح متساويين ونخرج من ب عمود ب ى على ا ب ح ونقول إذا كان البصر على أى نقطة كانت من عمود ب ى فإنه يرى ا ب مثل ب ح وإذا انتقل إلى أحد الطرفين مثل ه أو ا روئيا مختلفين . ولنخرج شعاعات ه ا ـ ه ب ـ ه ح ونرسم على مثلث ا ه ح

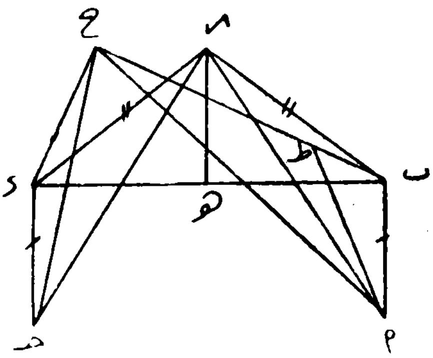


(الشكل رقم ٥٤)

دائرة ونخرج ء ب إلى ز ، هـ ب إلى ح فمن خط ء ب يرى ا ب مثل ب حـ لتساوى الزاويتين ومن هـ يرى ا ب أعظم لأن قوس ا ح أعظم من قوس ح حـ وكذلك من سائر المواضع داخل الدائرة أو خارجها . وذلك ما أردناه .

(نج)

ليكن ا ب ـ حـ ء عمودين على السطح ومتساويين (الشكل رقم ٥٥) .



(الشكل رقم ٥٥)

نقول : فقد يوجد موضع يُريان منه متساويين وموضع يُريان منه مختلفين فيصل ب ء وننصفه على هـ .

ونخرج منه عمود هـ ز فى السطح فإذا نظر إليهما من نقطة عليه مثل ز رؤيا متساويين .

ونخرج شعاعات ز ا ـ ز ب ـ ز حـ ـ ز ء فلتساوى ز ب ـ ز ء و ا ب ـ حـ ء وكون زاويتى ز ب ا ـ ز ء حـ قائمتين تكون زاويتا ا ز ب ـ حـ ز ء متساويتين .

ولذلك رؤيا متساويتين .

وأما إذا نُظر إليهما من موضع آخر مثل ح رؤيا مختلفين ونخرج شعاعات ح ا ـ ح حـ ـ ح ب ـ ح ء فيكون ح ب أعظم من ح ء .

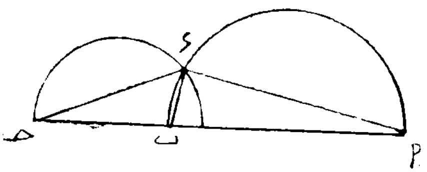
ونفصل ب ط مثل ى ح ونصل ط ا فتكون زاويتا ب ط ا – ى ح حـ متساويتين بمثل ما مر وزاوية ب ح ا أصغر من كل واحدة منهما .

∴ ا ب يرى أصغر من ح ى وذلك ما أردناه .

(ند)

لنا أن نجد موضعاً تُرى منه الأقدار المختلفة متساوية (الشكل رقم ٥٦) .

فليكن ا ب أعظم من حـ ب ونرسم على ا ب قطعة دائرة أعظم من نصفها وعلى ب حـ أخرى شبيهة بها .



(الشكل رقم ٥٦)

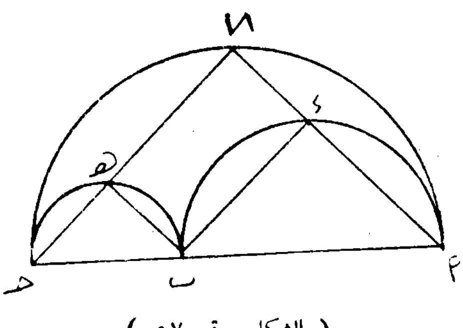
ونصل ى ا – ى ب – ى حـ فلتساوى زاويتى ا ى ب – حـ ى ب يرى من نقطة ى [الضلع] ا ب الأعظم مثل ب حـ الأصغر .

فإذاً وجدنا ذلك الموضع وذلك ما أردناه .

(نه)

لنا أن نجد موضعاً تُرى منه أقدار مختلفة معاً مثل كل واحد منها إذا روئيت فى مواضع أخرى متساوية (الشكل رقم ٥٧) .

فليكن ا ب أعظم من ب حـ فنرسم أنصاف دوائر ا ى ب – ب هـ حـ – ا ز حـ ونفصل ا ز حـ كيف اتفق على ز ونخرج ز ا – ز حـ – ى ب هـ ب فمن موضعى ى ، هـ يرى

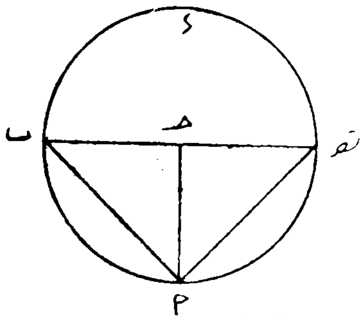


(الشكل رقم ٥٧)

ا ب ــ ب حـ متساويين ومن موضع ز يُريان معاً كأحدهما من ذينك الموضعين وذلك لكون الزوايا قوائم وذلك ما أردناه .

(نو)

لنا أن نجد مواضع للبصر يرى منها القدر على نصفه أو ربعه أو جزء يمكن أن تقسم به الزاوية ، الشكل (٥٨) .



(الشكل رقم ٥٨)

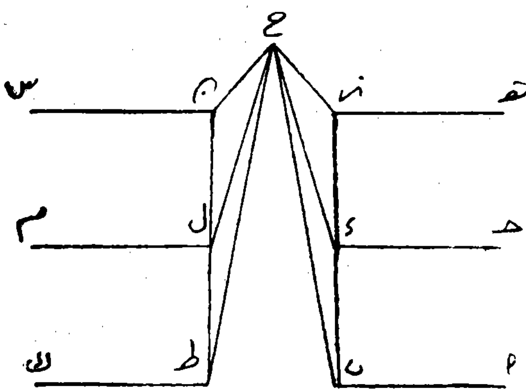
فليكن المبصر ا ب ونديرعليه دائره ا ب ء ولا يكون ا ب قطرها وليكن البصر على حـ المركز ونصل شعاعى حـ ب ــ حـ ا ونخرج ب حـ إلى هـ ونصل هـ ا .

∴ ا ب يرى من هـ نصف مايرى من حـ ــ وإن جعلنا منتصف قوس ا هـ ب مركزاً ورسمنا ببعدى ا ب دائرة رؤى ا ب من محيطها ربع ما يرى من حـ وذلك ما أردناه .

(نز)

الأشياء المتساوية الحركة على خط واحد إذا توجهت من أحد الجانبين إلى مقابلة البصر رؤى آخرها متقدماً ، وإذا جاوزت مقابلة البصر إلى جانب الآخر رؤى المتقدم لاحقاً واللاحق متقدماً (الشكل رقم ٥٩) .

فلنحرك أقدار ا ب ــ حـ ء ــ هـ ز حركة متساوية على خط ب ز والبصر ح ونصل شعاعات ح ب ــ ح ء ــ ح ز ، فشعاع ح ب أرفع من ح ء ، ح ء من ح ز ولذلك يرى ا ب كأنه سابق على حـ ء ، حـ ء على هـ ز ثم نجعلها متيامنة على خط ن ط وليكن عليها ط ك ــ ل م ــ ن س



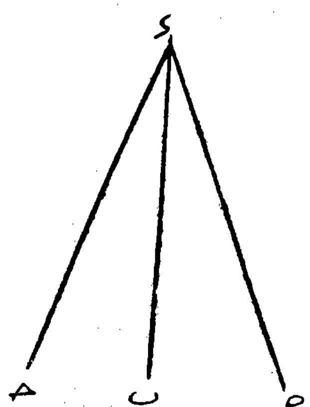
(الشكل رقم ٥٩)

والشعاعات ح ط ــ ح ل ــ ح ى .

∴ ا ب الذى كان سابقاً إلى حـ ى إذا صار إلى ط ك [مساو] كأنه لاحق لـ ل م ، و ل م لـ ى س على عكس ما كان وذلك ما أردناه .

(نح)

إذا كانت أقدار متحركة حركات مختلفة والبصر متحرك حركة مساوية لبعضها فإنه يرى الذى حركته كحركته كأنه ثابت والذى حركته أسرع كأنه متحرك فى تلك الجهة ، والذى حركته أبطأ كأنه راجع إلى إلى خلف (الشكل رقم ٦٠) .



(الشكل رقم ٦٠)

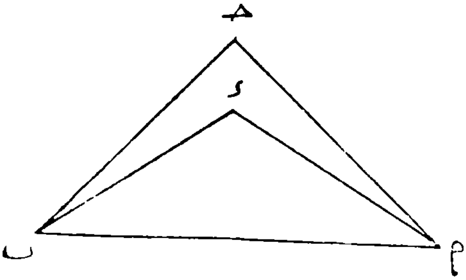
فلتكن الأقدار ا ب حـ والبصر ى ، وهو متحرك كحركة ب ، و حـ أسرع منهما ، و ا أبطأ .

نقول : فنقطة ب ترى ثابتة ونقطة حـ متحركة إلى قدام ونقطة ا متحركة إلى خلف ونصل شعاعات ى ا ــ ى ب ــ ى حـ فلكون شعاع ى ب غير منتقل نظن أن ب ساكن ولأن طرْف شعاع ى حـ الذى يلى حـ يبعد عن ب إلى قدام نظن أن حـ ينتقل إلى قدام ، وبمثل ذلك نظن أن ا راجع إلى خلف والقدر المرئى من حركتهما هو بقدر الفضل بين حركة البصر وبين حركتهما وذلك ما أردناه .

(نط)

إذا كان البصر يدنو إلى شيء كان ذلك الشيء كأنه ينمو وبالعكس (الشكل رقم ٦١) .

فليكن المبصَر ا ب والبصر حـ ويخرج شعاعى حـ ا ـ حـ ب ثم ليدن البصر إلى ى ويصير الشعاعان ى ا ـ ى ب .



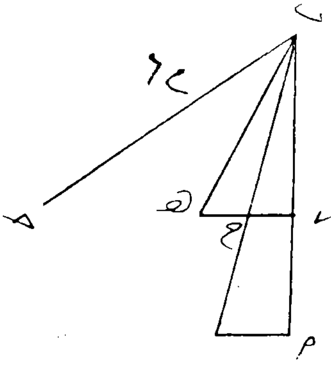
(الشكل رقم ٦١)

ولكون زاوية ى أعظم ن حـ يصير المبصر أعظم مما كان فى الرؤية فيظن أنه ينمو وذلك ما أردناه .

(س)

الأقدار المتساوية الحركة فإن الأبعد يظن أنه أبطأ . فليتحرك ا ى ـ ز هـ المتساويتين نحو حـ حركة متساوية (الشكل رقم ٦٢) .

وليكن ا ب أولا على استقامة من البصر وهو ب ونخرج شعاعات ب ا ـ ب ى ـ ب هـ ـ ب حـ .

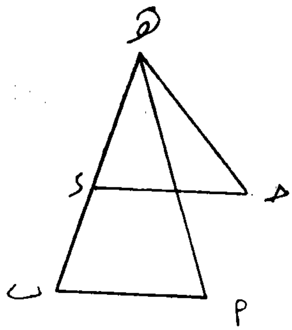


(الشكل رقم ٦٢)

ولأن ا ى ـ ا ب يتحركان حركة متساوية فإذا صار ا إلى استقامة ى لم يكن ز واصلا إلى استقامة هـ ولذلك يظن أن ا متأخر عن ز . فيرى أبطأ حركة ـ وذلك ما أردناه .

(سا)

إذا كان البصر متحركا تكون الأشياء البعيدة يظن أنها مختلفة عما هو أقرب منها الشكل (٦٣) .



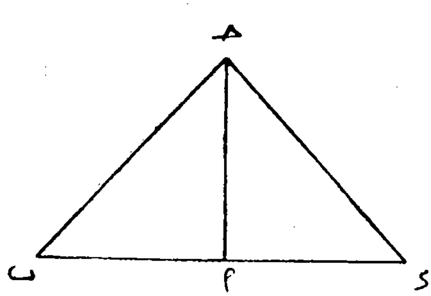
(الشكل رقم ٦٣)

فليكن ا ، حـ المبصَرين ويكونا على استقامة ا ب ــ حـ ى والبصر ه ونخرج ه حـ ــ ه ى ــ ه ا ــ ه ب .

فنقول : إن ا الأبعد يظن أنها مختلفة فيخرج ه ى حتى يقع على المنظور إليه . فليكن ه ب فلأن زاوية حـ ه ى أعظم من زاوية ا ه ب يرى ا ب أصغر من حـ ى فنقطة ا إذن مختلفة وذلك ما أردناه ــ هكذا فى المتن ولينظر فيه .

(سب)

الأقدار التى تنمو يظن أنها تتقارب من البصر (الشكل رقم ٦٤) .



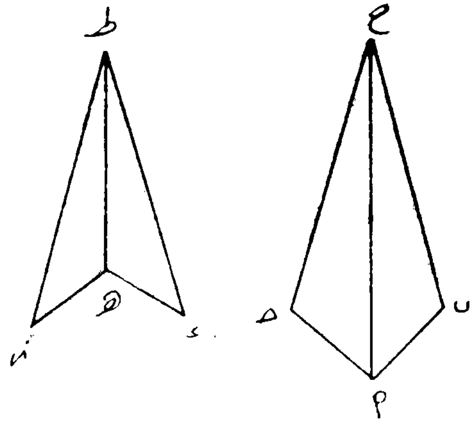
(الشكل رقم ٦٤)

فليكن المبصر ا ب والبصر حـ ونخرج شعاعى حـ ا ــ حـ ب ولنتم ب ا إلى أن يصير ب ى ونخرج شعاع حـ ى فلازدياد حـ يظن أن المرئى صار أقرب فإن ما يرى من زاوية أعظم يظن أنه أقرب وذلك ما أردناه .

(سح)

الأشياء المختلفة البعد إذا لم يكن أطرافها مع الوسط على خط مستقيم فإن شكلها يرى مرة غائراً ومرة متحدباً (الشكل رقم ٦٥) .

فلتكن الأشياء مرة ب ا حـ ومرة ء هـ ز والبصر ح ونخرج شعاعات ح ب — ح ا ح حـ ونصل ب ا — ا حـ فإذا نظرنا من ح إلى ب ، و ا ، حـ معاً رأينا المجموع غائرا لكون ا ب — ا حـ محيطين بزاوية نحو ح .



(الشكل رقم ٦٥)

ثم ليكن البصر ط والشعاعات ط ء — ط هـ — ط ز ونصل ء هـ — هـ ز .

وإذا نظرنا من ط إليهما معاً رأينا المجموع متحدباً لكون هـ ء — هـ ز محيطين بزاوية حدبتها إلى ط — وذلك ما أردناه .

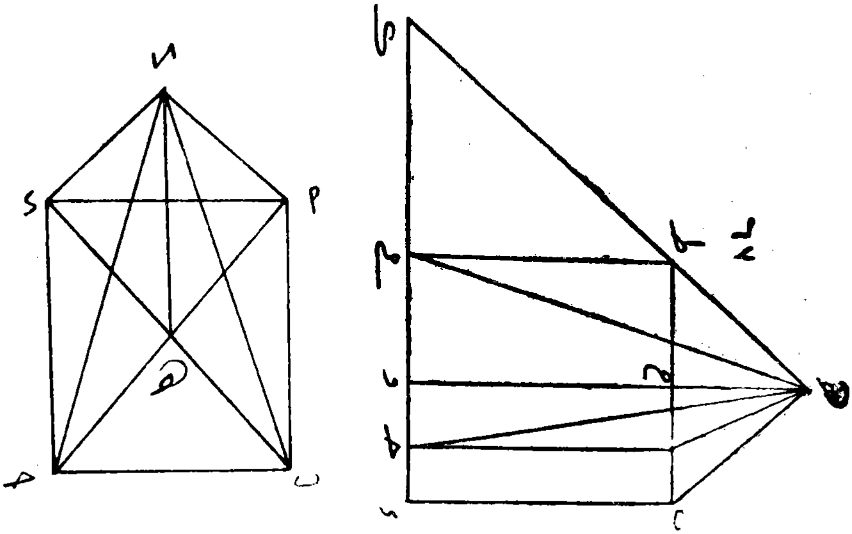
(سد)

إذا قام عمود على سطح مربع من نقطة تقاطع قطريها ونظر إلى المربع من نقطة من ذلك العمود رؤيت الأضلاع متساوية وكذلك القطران (الشكل رقم ٦٦) .

فليكن المربع ا ب — حـ ء والقطران ا حـ — ب ء والعمود الخارج من هـ خط هـ ز وليكن البصر على ز ونصل شعاعات ز ا — ز ب — ز حـ — ز ء . فلأن

ه ا ــ ه ب ــ ه ء ــ ه حـ متساوية ، ه ز مشترك ــ وزوايا ه قوائم .

تكون الشعاعات متساوية ولتساويها وتساوى الأضلاع والقطرين تكون زاوايا ز التى توترها الأضلاع متساوية .



(الشكل رقم ٦٦)

وكذلك اللتان توترهما القطران فإذن الأضلاع متساوية فى الرؤية وكذلك القطران وذلك ما أردناه .

تم الكتاب وهو (سد ٦٤)[١] شكلا ، فرغ المحرر رحمة الله عليه من تحريره فى (رونج) الثامن عشر من شوال سنة (خنا) ست وإحدى وخمسين ، هجرية والكاتب المذكور[٢] أتمه فى أول صفر سنة (خعو) ست وسبعين وستمائة هجرية .

(١) هكذا فى الأصل : والصواب ٦٦ شكلا ، فقد سها على الناسخ رسمان .

(٢) هو : عبد الكافى بن عبد المجيد التبريزى ، الذى كتب المجموعة كلها .