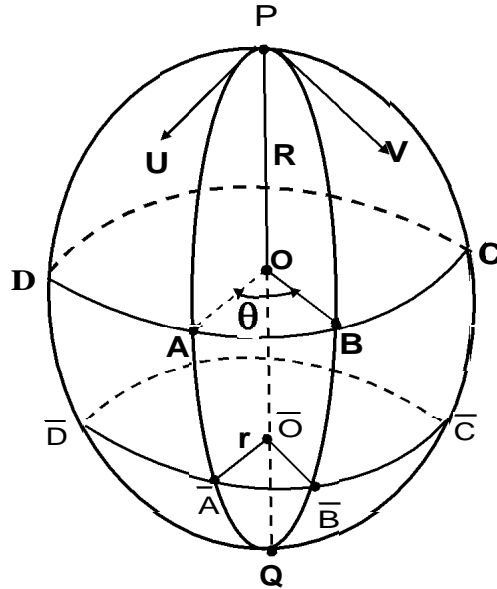


The Geometry of the Sphere

5-1 هندسة الكرة

من المهام الرئيسية لعلم الفلك هو إيجاد الاتجاهات النسبية للأجرام السماوية كما يراها الراصد في ليله صاحية، فتظهر هذه الأجرام وكأنها واقعه على سطح كرة هائلة في مركزها، وتسمى الكرة السماوية (Celestial sphere). لذلك سوف ندرس بعض خواص هذه الكرة لأهميتها في تعيين مواقع الأجرام السماوية. وتشمل مفردات الهندسة الكروية على عناصر أساسية، تتمثل بالدوائر العظمى والدوائر الصغرى والأقواس والتمثلات والزوايا الكروية.



الشكل (1-3): الدوائر العظمى والزوايا الكروية.

وتعرف العناصر الأساسية للهندسة الكروية كما موضح بالشكل (1-3) وكما يلي:

1- الدائرة العظمى Great Circle

تعرف الكرة بأنها سطح مغلق متساوي الأبعاد عن نقطة تسمى المركز حيث:

$R =$ نصف القطر، الخط المستقيم الواصل بين السطح والمركز.

$ABCD =$ الدائرة العظمى، فلو كان قطر الكرة POQ عمودياً على هذه الدائرة سميت النقطتان P

و Q قطبي الكرة.

وتعرف الدائرة العظمى : بأنها المحل الهندسي للنقاط الناتجة من تقاطع سطح الكرة مع أي مستوي يمر بمركز الكرة ويكون في شكل O.

2- الدائرة الصغرى Small Circle

تعرف الدائرة العظمى: بأنها المحل الهندسي للنقاط الناتجة من تقاطع سطح الكرة مع أي مستوي لا يمر بمركز الكرة.

\overline{DABC} = دائرة صغيرة مركزها \bar{O} وان P و Q هما قطبي هذه الدائرة وتكون هذه الدائرة موازية للدائرة العظمى DABC .

3- الزاوية الكروية Spherical Angle

وهي الزاوية التي تتشكل من تقاطع دائرتين عظيمتين فقط.

فمن الشكل (3-1)، PAQ و PBQ دائرتان عظيمتان بقطر مشترك POQ و DABC دائرة عظمى ثالثه قطباها P و Q، فالزاوية بين المماسين PV وPU على الدائرتين PAQ, PBQ على التوالي في النقطة P تسمى الزاوية الكروية.

4- المثلث الكروي Spherical Triangle

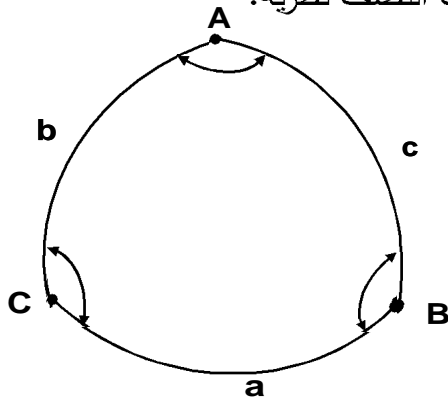
يقصد بالمثلث الكروي المثلث الناتج من تقاطع ثلاث دوائر عظمى حيث يتشكل بينها موقع محدد بثلاث أقواس كلاً منها جزء من دائرة عظمى، ولا يسمى المثلث كروياً إذا تكون من تقاطع دائرتين عظيمتين ودائرة صغرى، ومن خواص المثلث الكروي هي:

1- مجموع أي ضلعين أكبر من الضلع الثالث (مقيسة بالزوايا التي تقابلها).

2- مجموع الزوايا الثلاث للمثلث الكروي أكبر من 180 درجة.

3- أي زاوية منه اقل من 180 درجة.

4- يعبر عن أضلاع المثلث بدلاله مقياس زاوي بالدرجات النصف قطرية.



الشكل(4-1): المثلث الكروي ABC

ففي الشكل (1-4) المثلث الكروي ABC، أضلاعه AB و BC و AC أقواس من دوائر كبرى وتُقاس هذه الأضلاع بالدرجات، وتكون أطوال الأضلاع القوسية في هذا المثلث:

$$BC=a , AC=b , BA=c$$

ولحل المثلث الكروي توجد مجموعتان من العلاقات المتثلثية هي:

1- علاقة الجيب تمام The cosine formula

تكتب هذه العلاقات كالتالي:

$$\cos a = \cos b \cos c + \sin b \sin c \cos A \quad (4-1)$$

$$\cos b = \cos c \cos a + \sin c \sin a \cos B \quad (5-1)$$

$$\cos c = \cos a \cos b + \sin a \sin b \cos C \quad (6-1)$$

2- علاقة الجيب The sine formula

وتكتب بالعلاقة التالية:

$$\frac{\sin A}{\sin a} = \frac{\sin B}{\sin b} = \frac{\sin C}{\sin c} \quad (7-1)$$

وبهذه العلاقات يمكن إيجاد الضلع المقابل في المثلث الكروي إذا كان الضلعان الباقيان والزاوية المحصورة بينهما معلومة.

6-1 القبة السماوية Celestial sphere

عندما ننظر إلى السماء نشاهدها وكأنها كرة واسعة الأطراف محيطه بنا وكأن مركزها هي عين الراصد. إن هذه الكرة الوهمية التي تتراءى لنا وكأننا مستقرون في مركزها هي القبة السماوية، التي يمكن تصورها بأنها كرة مجوفة بحيث تقع الأرض في مركزها، وتنتشر الأجرام السماوية على سطحها الداخلي.

ويمكن التعرف على الأجزاء التالية في القبة السماوية:

1- سَمَت الرأس Zenith

هي النقطة الممتدة عمودياً فوق رأس الراصد الواقف في أية نقطة على سطح الأرض إلى الفضاء الخارجي.

2- النظير (سَمَت القدم) Nadir

وهي النقطة الممتدة عمودياً من تحت قدمي الراصد بحيث تمر في مركز الكرة الأرضية باتجاه الفضاء الخارجي. وتبعد هذه النقطة عن سَمَت الرأس 180 درجة.

3- دائرة الأفق Horizon

هي الدائرة العظمى التي تبعد 90 درجة عن كل من سَمَت الرأس والنظير، أي الدائرة المتمثلة بسطح القبة السماوية بحيث يكون قطباها السَمَت والنظير.

4- القطبان السماويان Celestial poles

نقطتان في طرفي القبة السماوية والتي عندها يلتقي محور الكره الأرضية على امتداده في اتجاهين متعاكسين إلى أعماق الفضاء الخارجي، وان النقطة التي تقع عمودياً فوق القطب الشمالي الجغرافي الأرضي تدعى بالقطب الشمالي السماوي. والتي تقع عمودياً أسفل القطب الجنوبي الجغرافي الأرضي تدعى بالقطب الجنوبي السماوي. ومن المفيد أن نذكر بأن النجم القطبي يُعد الدليل الرئيس للسماء الشمالية، ويبعد حوالي درجة واحدة عن القطب السماوي الشمالي، ونراه وكأنه ثابت بسبب حركته الطفيفة في موقعه.

5- دائرة الزوال Meridian circle

هي الدائرة الوهمية العظمى على القبة السماوية والمارة بالنقاط التالية سَمَت الرأس، النظير، القطب السماوي الشمالي، النقطة الشمالية من الأفق، القطب السماوي الجنوبي، النقطة الجنوبية من الأفق، إن هذه الدائرة تحيط بالقبة السماوية بصوره كاملة ومع ذلك فان الراصد يتصور وكأنه يشاهد نصف الدائرة في أي وقت كان، حيث أنها دائرة رأسية لأنها عمودية على الأفق في نقطتي الشمال والجنوب.

6- دائرة الاستواء السماوي Celestial equator

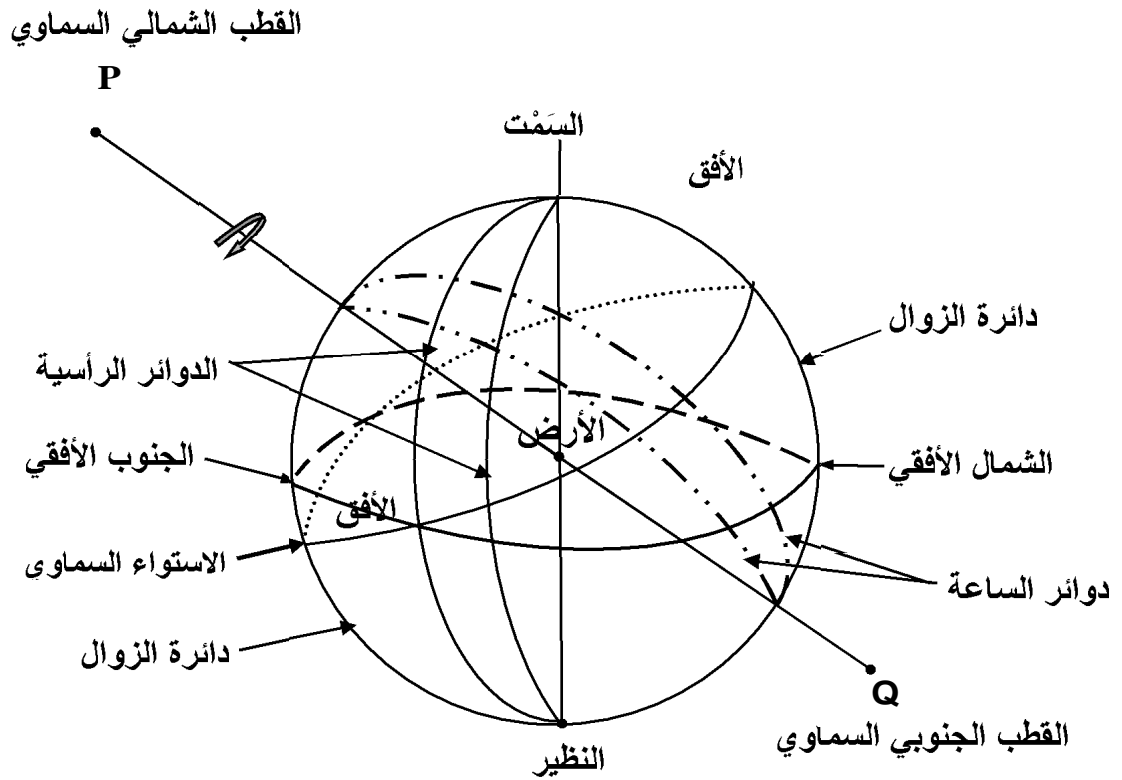
هي الدائرة العظمى الوهمية الواقعة في منتصف المسافة بين القطبين الشمالي والجنوبي للقبة السماوية، أي الموازية لدائرة الاستواء الأرضي، حيث أنها تقسم الكره السماوية إلى نصفين متساويين شمالي وجنوبي.

7- دوائر الساعة Hour circles

هي الدوائر السماوية العظمى التي تمر بالقطبين السماويين الشمالي والجنوبي والتي تكون عمودية على دائرة الاستواء السماوي.

8- الدوائر الرأسية (الرأسيات) Vertical circles

هي الدوائر العظمى الوهمية المارة بالسّمَت والنظير والعمودية على الأفق. وان الدوائر الرأسية التي تمر بنقطتي الغرب والشرق من دائرة الأفق تدعى بأول الرأسيات. ومن خلال التعاريف السابقة فان القبة السماوية بالنسبة للراصد تبدو كما هو موضح بالشكل (1-5).



الشكل (1-5): يبين القبة السماوية