The Celestial Sphere: Coordinate Systems

Spherical Astronomy is a science studying astronomical coordinate frames, directions and apparent motions of celestial objects, determination of position from astronomical observations, observational errors, etc.

علم الفلك الكروي هو علم يدرس اشكال الإحداثيات الفلكية، والاتجاهات، والحركات الظاهرية للأجسام السماوية، وتحديد الموقع من الملاحظات الفلكية، والأخطاء الرصدية، وما إلى ذلك.

The Celestial Sphere is an imaginary sphere of arbitrarily large radius, concentric with Earth.

القبة السماوي هي كرة وهمي لنصف قطر كبير بشكل شاسع، متحدة المركز مع الأرض.

The Zenith is an imaginary point directly "above" a particular location, on the imaginary celestial sphere. The opposite direction is toward the nadir. The zenith is the "highest" point on the celestial sphere.

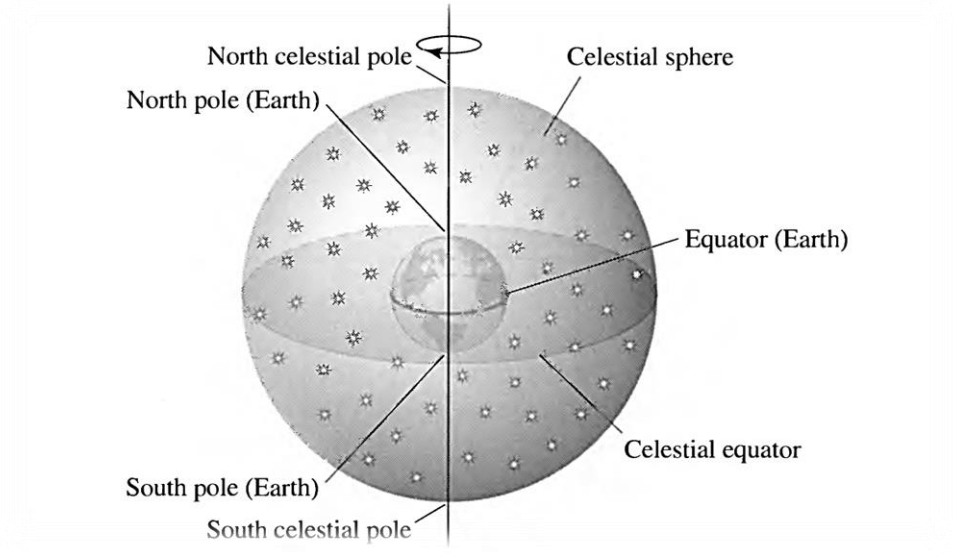
السمت هي نقطة وهمية مباشرة "أعلاه" موقع معين، على القبة السماوية الخيالية. الاتجاه المعاكس هو نحو نادر. السمت هي النقطة "الأعلى" على القبة السماوية.

The Meridian is the great circle passing through the celestial poles, the zenith, and the nadir of an observer's location. Consequently, it contains also the horizon's north and south points, and it is perpendicular to the celestial equator and horizon.

دائرة الزوال هي الدائرة العظيمة التي تمر عبر الأقطاب السماوية، والسمت، ونادر لموقع المراقب. وبالتالي، فإنه يحتوي أيضًا على نقاط الأفق الشمالية والجنوبية، وهي عمودية على دائرة الاستواء السماوي والأفق.

The Celestial Meridian is co-planar with the analogous terrestrial meridian projected onto the celestial sphere. Hence, the number of astronomical meridians is infinite.

دائرة الزوال السماوي هي الدوائر المشتركة مع خط الطول الأرضي المماثل الذي تم اسقاطها على القبة السماوي. وبالتالي، فإن عدد دوائر الزوال الفلكية غير محدود.



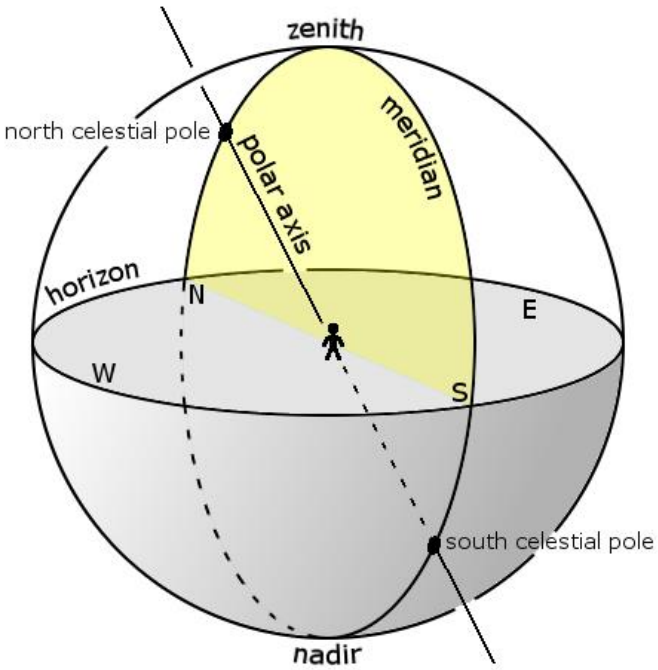
The celestial sphere. Earth is depicted in the center of the celestial sphere.

1. Celestial Coordinate System

The Celestial Coordinate System is a system for specifying positions of celestial objects: satellites, planets, stars, galaxies, and so on.

Coordinate systems can specify a position in 3-dimensional space, since the distances of the stars are ignored. Each coordinate frame has some fixed reference plane passing through the center of the celestial sphere and dividing the sphere into two hemispheres along a great circle and two coordinates to specify their directions. One of the coordinates indicates the angular distance from this reference plane. There is exactly one great circle going through the object and intersecting this plane perpendicularly; the second coordinate gives the angle between that point of intersection and some fixed direction. Each coordinate system is named for its choice of fundamental plane.

نظام الإحداثيات السماوية هو نظام لتحديد مواقف الأشياء السماوية: الأقمار الصناعية والكواكب والنجوم والمجرات وما إلى ذلك. يمكن أن تحدد أنظمة الإحداثيات موضعًا في الفضاء ثلاثي الأبعاد، حيث يتم تجاهل مسافات النجوم. يحتوي كل إطار إحداثي على بعض مستويات مرجعية ثابتة تمر عبر وسط القبة السماوي وتقسيم الكرة إلى نصفي على طول أكبر دائرة وإحداثيين لتحديد اتجاهاتهم. يشير أحد الإحداثيات إلى المسافة الزاوية من هذه المستوى المرجعي. هناك بالضبط دائرة كبيرة تمر عبر الجسم وتتقاطع مع هذا المستوى بشكل عمودي؛ الإحداثي الثاني يعطي الزاوية بين نقطة التقاطع وبعض الاتجاهات الثابت. تم تسمية كل نظام إحداثي لاختياره لمستواه الأساسي.



The meridian on the celestial sphere.

A. Horizontal coordinate system

The **horizontal coordinate system** is a celestial coordinate system that uses the observer's local horizon as the fundamental plane. This coordinate system divides the

sky into the upper hemisphere where objects are visible, and the lower hemisphere where objects cannot be seen since the Earth obstructs vision.

نظام الإحداثيات الأفقي هو نظام إحداثيات سماوية يستخدم الأفق المحلي للمراقب كمستوي أساسي. يقسم نظام الإحداثيات هذا السماء إلى نصف الكرة العلوي حيث تكون الاجسام مرئية، ونصف نصف الكرة السفلي حيث لا يمكن رؤية الأشياء لأن الأرض تعرقل الرؤية.

The Celestial Horizon is a great circle on the celestial sphere having a plane that passes through the center of the Earth and is parallel to an observer's horizon. The pole of the upper hemisphere is called the zenith. The pole of the lower hemisphere is called the nadir.

There are two independent horizontal angular coordinates:

الأفق السماوي هو أعظم دائرة على القبة السماوية الذي يمتد عبر وسط الأرض وهو موازي لأفق المراقب. يسمى قطب نصف الكرة العلوي السمت. يسمى عمود نصف الكرة السفلي نادر.
هناك نوعان من الإحداثيات الزاوية الأفقية المستقلة:

Altitude (*E*), or elevation, is the angle between the object and the observer's local horizon. The altitude lies in the range [−90°, +90°]; it is positive for objects above the horizon and negative for the objects below the horizon.

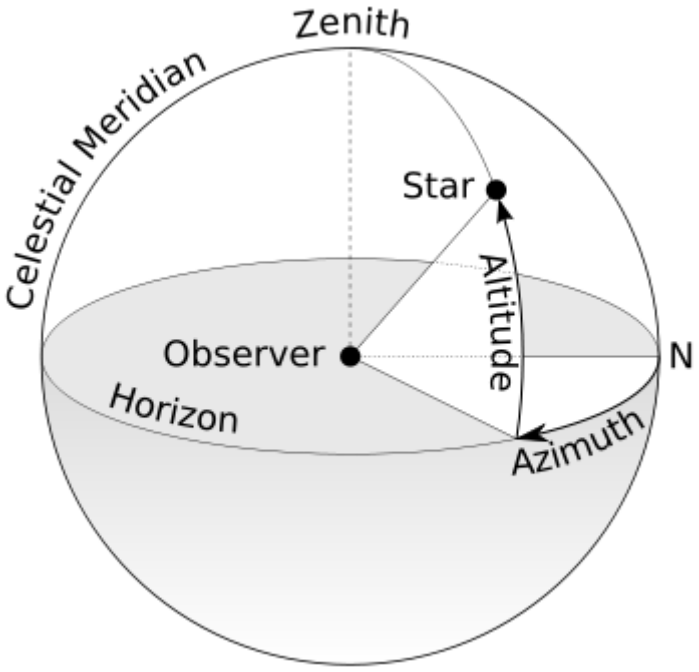
زاوية الارتفاع هي الزاوية بين الجسم والأفق المحلي للمراقب. يكمن الارتفاع في النطاق [−90 درجة، +90 درجة) ؛ إنه إيجابي للاجسام فوق الأفق والسلبي للأجسام الموجودة أسفل الأفق.

The zenith distance, or the angle between the object and the zenith, is obviously

$$z = 90^\circ - E \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(1)$$

Azimuth (*A*), is the angle of the object around the horizon, usually measured from the north or south. (0°-360°).

الزاوية السمتية ، هي زاوية الجسم حول الأفق ، وعادة ما يتم قياسها من الشمال أو الجنوب.(0◦ -360◦) .



The horizontal coordinate system