

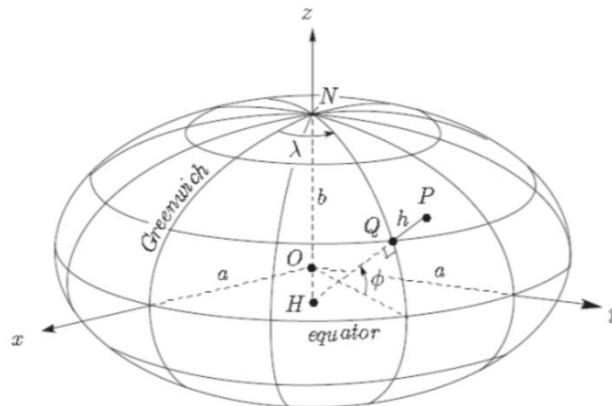
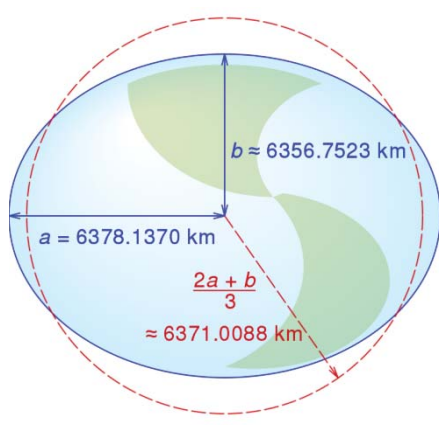
Introduction

Since the precise shape of the Earth was recognized in the 18th century to be an **Ellipsoid of revolution** (not a perfect sphere), classical geodetic positioning has been done using measurements on the surface of the earth that were ideally reduced to the ellipsoid for additional analysis.

In geodetic surveying, the computation of the geodetic coordinates of points is performed on an ellipsoid which closely approximates the size and shape of the earth in the area of the survey. Thus, the Ellipsoid is a **mathematically** defined regular surface with specific dimensions.

It is therefore important to understand the basic properties of the ellipsoid and curves on its surface that is pertinent to geodetic computations.

منذ أن تم التعرف على الشكل الدقيق للأرض في القرن الثامن عشر ليكون شكلاً مفلطح **Ellipsoid** (ليس كرة مثالية) ، تم تحديد المواقع الجيوديسية الكلاسيكية باستخدام قياسات على سطح الأرض تم اختزالها بشكل مثالي إلى القطع الناقص لتحليل إضافي. وبالتالي ، فإن المفلطح **Ellipsoid** هو سطح منتظم محدد رياضياً بأبعاد محددة. في المسح الجيوديسي ، يتم حساب الإحداثيات الجيوديسية للنقاط على المفلطح **Ellipsoid** الذي يقارب تقريباً حجم وشكل الأرض في منطقة المسح. لذلك من المهم فهم الخصائص الأساسية ل Ellipsoid والمنحنيات على سطحه ذات الصلة بالحسابات الجيوديسية.



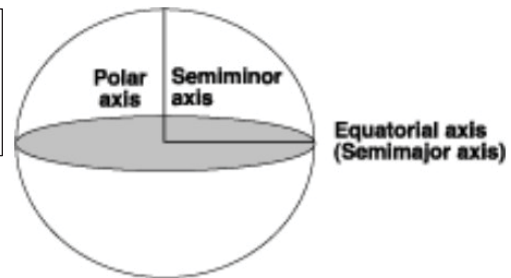
Ellipsoid or an **oblate spheroid** is a surface of revolution obtained by rotating an ellipse 360° about its minor axis (b). The major axis (a) of an ellipse is the equatorial radius. The minor axis (b) is from the poles to the center. It is represent the mathematical models of the Earth's shape.

Earth is Flattened Because of Rotational Forces

Sir Isaac Newton proposed that the Earth flattens at the poles because of rotational forces. As the Earth spins on its axis, the centrifugal force causes the Earth to bulge out at the equator. This is why the Earth is better modeled as an ellipsoid, which is a sphere slightly flattened at the poles.

- A sphere is based on a circle, while a spheroid (or ellipsoid) is based on an ellipse. A spheroid, or ellipsoid, is a sphere flattened at the poles.
- The shape of an ellipse is defined by two radii. The longer radius is called the semi-major axis, and the shorter radius is called the semi-minor axis.
- The semi-major axis, or equatorial radius, is half the major axis. The semi-minor axis, or polar radius, is half the minor axis.
- Rotating the ellipse around the semi-minor axis creates a spheroid. A spheroid is also known as an oblate ellipsoid of revolution. The following graphic shows the semi-major and semi-minor axes of a spheroid.

The semi-major axis is in the equatorial plane, while the semi-minor axis is perpendicular to the equatorial plane.



A spheroid is defined by the semi-major axis, a , and the semi-minor axis, b , or by (a) and the flattening. The flattening is the difference in length between the two axes expressed as a fraction or a decimal. The flattening, f , is derived

$$f = (a - b) / a$$

The flattening is a small value, so usually the quantity $1/f$ is used instead. These are the spheroid parameters for the World Geodetic System of 1984 (WGS 1984 or WGS84):

$$\begin{aligned} a &= 6378137.0 \text{ meters} \\ b &= 6356752.31424 \text{ meters} \\ 1/f &= 298.257223563 \end{aligned}$$

The flattening ranges from 0 to 1. A flattening value of 0 means the two axes are equal, resulting in a sphere. The flattening of the earth is approximately 0.003353.

What is Geodesy

- The classical definition “The science concerned with determining the size and shape of the Earth” or “The science that locates positions on the Earth and determines the Earth’s gravity field”.

التعريف الكلاسيكي "العلم المعني بتحديد حجم وشكل الأرض" أو "العلم الذي يحدد مواقع على الأرض ويحدد مجال جاذبية الأرض.

- As, a Geodesy involves the theory and measurement of the size, shape and gravity field of the Earth. **Modern geodesy** is also concerned with temporal (time) variations in these quantities, notably through contemporary observations of geodynamic phenomena such as plate tectonics. Therefore, Geodesy is a branch of applied mathematics that forms the scientific basis of all positioning and mapping.

كما أن الجيوديسي يتضمن الأساس النظري والقياس لحجم الأرض وشكلها وجاذبيتها. يهتم الجيوديسي الحديث أيضًا بالاختلافات الزمنية (الزمنية) في هذه الكميات ، لا سيما من خلال الملاحظات المعاصرة للظواهر الجيوديناميكية مثل تكتونية الصفائح. لذلك ، الجيوديسي هو فرع من الرياضيات التطبيقية التي تشكل الأساس العلمي لجميع المواقع ورسم الخرائط.

- Geodesy is the scientific discipline that deals with the measurement and representation of the Earth, its gravitational field and geodynamic phenomena (polar motion, Earth tides and crustal motion) in three-dimensional time varying space.

- الجيوديسي هو النظام العلمي الذي يتعامل مع قياس وتمثيل الأرض ومجال الجاذبية والظواهر الجيوديناميكية (الحركة القطبية والمد والجزر والحركة القشرية) في الفضاء المتغير ثلاثي الأبعاد.

Geodesy Definition:

Geodesy is the science of accurately measuring and understanding Earth's geometric shape, orientation in space and gravitational field. The field also incorporates studies of how these properties change over time. It can be considered as a branch of applied mathematics. The Geodynamical phenomena in geodesy include crustal motion, tides and polar motion, which can be studied by designing global and national control networks, applying space and terrestrial techniques and relying on datums and coordinate systems.

الجيوديسي هو علم القياس والفهم الدقيق للشكل الهندسي للأرض واتجاهها في الفضاء ومجال الجاذبية. يتضمن المجال أيضًا دراسات حول كيفية تغير هذه الخصائص بمرور الوقت. حيث يمكن اعتباره فرعًا من الرياضيات التطبيقية. ان الظواهر الجيوديناميكية في الجيوديسي تشمل الحركة القشرية والمد والجزر والحركة القطبية ، والتي يمكن دراستها من خلال تصميم شبكات التحكم العالمية والوطنية ، وتطبيق تقنيات الفضاء والأرض ، والاعتماد على أنظمة مرجعية واحداثيات.

Geodesy subdivided into:

Geodesy is usually subdivided into *geometrical geodesy*, *geophysical geodesy*, *physical geodesy*, and *satellite geodesy*, although additional subdivisions are recognized as well.

1. **Geometrical geodesy** is concerned with describing locations in terms of geometry. Consequently, coordinate systems are one of the primary products of geometrical geodesy.
2. **Geophysical Geodesy:** geodetic techniques are used to study geodynamic processes, such as plate tectonic motions, postglacial rebound (now called glacial isostatic adjustment) or variations in Earth rotation and orientation.
3. **Physical geodesy** is concerned with determining the Earth's gravity field, which is necessary for establishing heights.
4. **Satellite geodesy** is concerned with using orbiting satellites to obtain data for geodetic purposes.

1. يختص الجيوديسي الهندسي بوصف المواقع من حيث الهندسة. وبالتالي ، تعد أنظمة الإحداثيات أحد المنتجات الأساسية للجيوديسي الهندسي.
2. الجيوديسي الجيوفيزيائي: يستخدم التقنيات الجيوديسية لدراسة العمليات الجيوديناميكية ، مثل حركات الصفائح التكتونية ، أو الارتداد ما بعد الجليدي (الذي يُطلق عليه الآن الضبط المتساوي الجليدي) أو الاختلافات في دوران الأرض واتجاهها.
3. يتعلق الجيوديسي الفيزيائي بتحديد مجال جاذبية الأرض ، وهو أمر ضروري لتحديد الارتفاعات.
- 4- يتعلق جيوديسي الاقمار الصناعية باستخدام الاقمار الصناعية المدارية للحصول على بيانات لأغراض جيوديسية.

Geodesy Objectives and Applications:

أهداف وتطبيقات الجيوديسي:

1: Reference Frames

- a. Establishment, maintenance and improvement of geodetic reference frames
- b. Advanced terrestrial and space observation technique development
- c. International collaboration for the definition and deployment of networks of terrestrially-based space-geodetic observatories.

الإطارات المرجعية

- أ. إنشاء وصيانة وتحسين الأطر المرجعية الجيوديسية
- ب. تطوير تقنيات المراقبة الأرضية والفضائية المتقدمة
- ج. التعاون الدولي لتعريف ونشر شبكات المراصد الفضائية الجيوديسية الأرضية

2: Gravity Field

- a. Terrestrial, marine, and airborne gravity measurements (gravimetry)
- b. Satellite-based gravity field observations
- c. Global and regional gravity field modelling
- d. Time-variable gravity field observation
- e. Geoid and quasi-geoid determination

مجال الجاذبية

- أ. قياسات الجاذبية الأرضية والبحرية والجوية (قياس الجاذبية)
- ب. ارسادات مجال الجاذبية بالاعتماد على الاقمار الصناعية
- ج. نمذجة مجال الجاذبية العالمية والإقليمية
- د. مراقبة مجال الجاذبية المتغيرة بمرور الوقت
- هـ. تحديد الجيويد وشبه الجيويد

3: Earth Rotation and Geodynamics

- a. Earth orientation (Earth rotation, polar motion, nutation and precession)
- b. Earth tides
- c. Tectonics and crustal deformation
- d. Sea surface topography and sea-level change

دوران الأرض والديناميكا الأرضية

- أ. اتجاه الأرض (دوران الأرض ، الحركة القطبية ،.....)
- ب. المد والجزر
- ج. التكتونيات وتشوه القشرة
- د. تضاريس سطح البحر وتغير مستوى سطح البحر

4: Positioning and Applications

- a. Terrestrial- and satellite-based positioning systems development
- b. Navigation and guidance of platforms
- c. Applications of geodetic positioning using 3D geodetic networks (passive and active), including monitoring of deformations
- d. Applications of geodesy to engineering applications
- e. Atmospheric investigations using space-geodetic techniques.

: تحديد المواقع والتطبيقات

- أ. تطوير أنظمة تحديد المواقع الأرضية والمعتمدة على الاقمار الصناعية
- ب. الملاحة وتوجيه المنصات
- ج. تطبيقات تحديد المواقع الجيوديسية باستخدام شبكات جيوديسية ثلاثية الأبعاد (..... ونشطة) ، بما في ذلك مراقبة التشوهات
- د. تطبيقات الجيوديسيا على التطبيقات الهندسية
- هـ. الاستقصاءات الجوية باستخدام تقنيات الفضاء الجيوديسي.

Geodetic measurement techniques

Traditionally, geodetic measurements over large areas involved ground-based measurements of triangulation, distance measurement and differential levelling. **Triangulation** involves the measurement of angles and directions, originally by theodolite, but now by electronic total station.

Trilateration by Electronic distance measurement (EDM) provides scale and involves timing the travel of an electromagnetic signal to and from a reflector. **Differential precise levelling** involves measuring the height difference between two graduated stations.

All instruments must be properly calibrated against agreed international standards.

تقنيات القياسات الجيوديسية

تقليدياً ، تضمنت القياسات الجيوديسية على مساحات واسعة قياسات أرضية للتثليث وقياس المسافة والتسوية التفاضلية. يتضمن **التثليث الزاوي** قياس الزوايا والاتجاهات ، كانت في الأصل تقاس بالثيودولايت ، ولكن الآن من خلال جهاز المحطات المتكاملة الإلكترونية.

يوفر **التثليث البعدي** عن طريق قياس المسافة الإلكترونية (EDM) مقياساً ويتضمن توقيت انتقال الإشارة الكهرومغناطيسية من العاكس وإليه.

يتضمن استخدام **التسوية التفاضلية الدقيقة** قياس فرق الارتفاع بين محطتين متدرجتين.

يجب معايرة جميع الأدوات بشكل صحيح وفقاً للمعايير الدولية المتفق عليها.

Hussein Alwan Mahdi