

Conceptos

Fuerzas en el Universo

Las fuerzas conocidas en la Física de nuestro universo son:

- Electromagnética
- Gravitatoria.
- Interacciones nucleares:
 - Fuertes
 - Débiles

- **Gravimetría**

Ciencia que estudia la atracción entre los cuerpos especialmente relacionada con la Tierra, Geofísica, Geodesia y Geodinámica. También la medida del peso de un cuerpo, un campo gravitacional o densidad Terrestre, Marina, Aérea Satélite Planetas

- **Palabras claves y términos usuales**

- Gravimetría
- Gravitacional
- Gravímetro: todo dispositivo que sirva para medida de la gravedad o variaciones del campo gravitacional de la Tierra, útil en prospección para minerales y petróleo.

Gravedad, aceleración de la gravedad, g en la Tierra: aceleración que experimentan los cuerpos debida a dos fuerzas principalmente, la atracción gravitatoria o Newtoniana y la fuerza centrífuga de rotación de la Tierra.

La fuerza de atracción gravitatoria, regida por la Ley de Newton de Gravitación Universal, es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia entre los cuerpos considerados.

$$F = G m_1 m_2 / r^2$$

$$G = 6.672 \times 10^{-11} \text{ N m}^2/\text{kg}^2$$

La fuerza centrífuga, debida a la rotación terrestre (tierra esférica): $v^2 r \sin^2 j$

G: Constante de gravitación Universal determinada por Cavendish 1798 con el péndulo de torsión, y T. Quinn (2001).

g: acceleration of gravity on the Earth

Gravitación: la Fuerza de Atracción Universal que actúa sobre toda la materia.

Atracción: propiedad de la material de nuestro Universo materializada en fuerza que actúa mutuamente entre las partículas de materia tendiendo a juntarlas.

Unidades

La Unidad del Sistema Internacional para la aceleración de la gravedad es m/s^2 .

Tradicionalmente "g" ha sido medida en GAL (en honor a Galileo Galilei) y miliGAL, siendo su equivalente: $\text{gal} = 1 \text{ cm s}^{-2}$.

El microgal indica un nivel de precisión de 1 parte en 109.

La palabra gal se deriva de Galileo pero no es una abreviatura y su notación es una g pequeña.(Bomford 1972).

NOTA: Para más información sobre el Sistema de Unidades conectar con los enlaces del CENTRO ESPAÑOL DE METROLOGÍA Y EL BUREAU INTERNACIONAL DE PESAS Y MEDIDAS.

Introducción, Objeto y Aplicaciones

Es conocida desde muy antiguo la preocupación del hombre por explicar el movimiento de la caída de los cuerpos, siendo Aristóteles en el siglo IV a.C., el primero que sistematiza la respuesta a este problema. La teoría aristotélica según la cual el centro de la Tierra es el lugar natural de todos los cuerpos, perdura hasta el siglo XVII, en que Galileo obtiene experimentalmente el valor de la gravedad y Newton formula la Ley de la Gravitación Universal, según la cual dos cuerpos se atraen con una fuerza proporcional al producto de sus masas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia entre ellos. Todos los cuerpos situados en la superficie terrestre, conjuntamente con esta fuerza de atracción, se encuentran sometidos a una fuerza centrífuga por efecto de la rotación terrestre. La composición entre estas dos fuerzas es lo que conviene en denominarse fuerza de gravedad.

La Gravimetría se puede definir como la ciencia cuyo objetivo es determinar y estudiar el campo gravitatorio terrestre y de otros cuerpos celestes en función de la posición y el tiempo mediante medidas de gravedad y gradiente de gravedad realizados sobre o cerca de la superficie del cuerpo, así como sus consecuencias sobre la Tierra o ese cuerpo.

La aceleración de la gravedad "g" es pues la resultante de la gravitación (atracción gravitatoria) entre la Tierra y otros cuerpos celestiales, y de la aceleración centrífuga, debida al movimiento de rotación terrestre y su valor global medio es de $9,8 \text{ ms}^{-2}$. Las medidas de la gravedad han experimentado en los últimos años una mejora considerable en sus precisiones y exactitudes.

Las observaciones pueden ser absolutas o relativas. En las absolutas se miden, o bien períodos de observaciones pendulares, o bien, en la caída libre de cuerpos se miden posiciones y tiempos mediante interferómetro y reloj atómico, respectivamente. Este último es el método absoluto más preciso en la actualidad, basado en la medida directa de la aceleración de caída libre de una masa dentro de una cámara de vacío, utilizando un interferómetro láser de Helio-Neón que genera una onda sinusoidal modulada en frecuencia, midiéndose el tiempo entre pulsos por medio de un reloj atómico de rubidio, llegando a exactitudes del orden de 10^{-8} ms^{-2} .

En las medidas relativas se observan diferencias de gravedad entre puntos de la superficie terrestre, o en un mismo punto las variaciones con el tiempo. El gravímetro relativo más extendido es el estático de muelle de longitud cero, aunque es el superconductor el que tiene las mayores precisiones, del orden de 10^{-9} ms^{-2} .

Aunque en el primer año del siglo XIX determinó Ciscar la gravedad en Madrid valiéndose de cuatro péndulos (valor documentado perdido), después de Galileo, las primeras medidas gravimétricas de cierta precisión en el mundo son las realizadas por Plantamour en el año 1864 en Suiza y por otros astrónomos en Rusia, Alemania y Austria con aparatos de péndulo de Bessel de inversión construidos por Repsold & Söhne en Hamburgo. Las primeras medidas en España son de Barraquer con un error de 1,6 miligal (Gal unidad denominada así en honor a Galileo equivalente a 1 cm s^{-2}) con el péndulo de Repsold que poseía el Instituto Geográfico y Estadístico (fundado en 1870) en la biblioteca del Observatorio Astronómico de Madrid en 1883. Dicho péndulo es un modelo anterior al de Defforges y fabricado por primera vez en 1866 también utilizado para un gran número de determinaciones absolutas en Alemania (Albrecht, Borrass), y en Austria (Oppolzer).

En la actualidad, la Red Gravimétrica de orden cero y de primer orden (ver mapa Red) son observadas con los gravímetros absolutos (ver figuras), siendo densificadas por los gravímetros relativos (orden inferior). Para controlar los resultados obtenidos por los gravímetros absolutos se realizan calibraciones de sus componentes y comparaciones periódicas entre varios instrumentos observando simultáneamente, estando así permanentemente relacionados.

Desde el punto de vista global, las observaciones más innovadoras de los últimos años son las obtenidas a partir de altimetría de satélites (ERS1, TOPEX/POSEIDON, GEOSAT; y técnicas SLR, DORIS, PRARE y GPS) sumada a datos gravimétricos en superficie (océanos y continentes). Se pueden obtener así las anomalías gravimétricas de los océanos y el estudio de las órbitas nos proporcionan también información sobre las variaciones de muy largo período del campo gravitatorio terrestre.

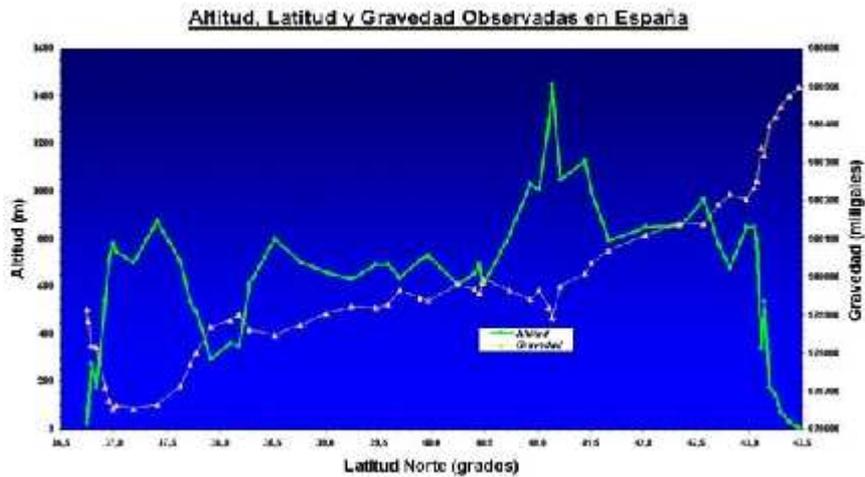
De la definición de la fuerza de gravedad y de la forma de la Tierra se deduce que la aceleración de la gravedad varía con la latitud y altitud del lugar de observación siguiendo leyes conocidas. En España se observa en las siguientes gráficas como son estas variaciones. Pero además la gravedad varía de forma armónica con el tiempo, como se puede observar en los registros continuos de los valores de la gravedad: es la denominada marea terrestre, de amplitudes menores que las mareas oceánicas y que también se originan por la desigual respuesta terrestre a la fuerza de atracción gravitatoria ejercida por la Luna, el Sol y los planetas del Sistema Solar, debido a la posición relativa de esos astros y elasticidad de los materiales terrestres.

También varía por la influencia de la masa debida a las montañas, por lo que es conveniente antes de su comparación definitiva, reducirlas a una superficie común. Al objeto de poder comparar las observaciones que se realizan sobre la Tierra, se definen dos superficies: una física, el geode, coincidente con el nivel medio de los océanos, y otra matemática, el elipsoide. La primera es el origen de altitudes entre los distintos puntos de la superficie de la Tierra, mientras que el elipsoide es la figura matemática que representa mejor el campo gravitatorio de una Tierra ideal que tuviese la misma masa que la Tierra real. Ambas superficies no coinciden, deduciéndose mapas con las diferencias entre geode y elipsoide (ondulaciones del geode sobre el elipsoide) a partir de la observación de muchas trayectorias de satélites, ya que al no ser la Tierra un elipsoide perfecto, el campo gravitatorio que produce no es homogéneo, por lo que las órbitas de los satélites artificiales no son elipses perfectas.

Las aplicaciones de la Gravimetría son entre otras las siguientes: geodésicas, geofísicas, geodinámicas y metrológicas. En las primeras podemos englobar la determinación de las altitudes geopotenciales, que representan la forma real de la Tierra y la definición de la forma real de las superficies de nivel, en particular el geode y la curvatura del campo de la gravedad. En las segundas podemos incluir el estudio de la distribución y composición de las masas en superficie (variaciones de densidad lateral y en profundidad) y en el interior de la Tierra (resto de corteza y manto) a partir del estudio de anomalías de la gravedad con respecto a un patrón normal en el terreno y su interpretación geofísica. Se puede deducir también una interpretación de procesos tectónicos, investigación de terremotos (Sismología y Vulcanología), así como de la isostasia terrestre.

Las variaciones con el tiempo en la rotación terrestre, mareas terrestres, carga oceánica sobre la masa continental, dinámica del manto y núcleo terrestres, así como desprendimientos en placas tectónicas y propiedades reostáticas y elásticas terrestres, son algunas de las relaciones de esta ciencia con la Geodinámica. Entre las aplicaciones Metrológicas se encuentran las calibraciones de transductores de presión y células de carga, determinación de referencia del patrón primario y secundarios de masa (kg), determinación de la constante gravitatoria G y del principio de equivalencia, así como la calibración de gravímetros relativos y el establecimiento de líneas de calibración.





- **The uses of gravity observations are (Bomford, 1972) :**
 - To throw light on the constitution and strength of the Earth, especially in the crust and upper mantle. This includes the prospecting of oil and other minerals.
 - The prediction of artificial satellite orbits
 - For use in Stokes ´s integral.
 - For the computation of spirit.levelled heights in geopotential units.
 - To measure earth tides and other crustal movements.
 - To detect possible changes in the gravitational constant G.

Nombres

- Sir Isaac Newton
- Galileo Galilei
- Lucien Lacoste
- J.E. Faller
- T. Niebauer

Referencias

- Bomford M. (1972): Geodesy
- Torge W.: Gravimetry. Berlin 1989.
- Torge W.: Geodesy. Berlin 1986.
- Encyclopedia Britanica 1994.2002.