

Gravedad física: Gravedad y gravitación

Para ser precisos, se debe distinguir entre la **gravitación**, que es la fuerza de atracción que existe entre todas las partículas con masa en el universo, y la **gravedad**, que es la resultante, en la superficie de la Tierra, de la atracción de la masa de la Tierra y de la pseudo-fuerza centrífuga causada por el giro del planeta. Comunmente, gravedad y gravitación se usan cómo sinónimos.

La gravitación

A gravitación es la fuerza de gravedad que prende los objetos a la superficie de planetas y, de acuerdo con las ley de la inercia de Newton, es responsable de mantener ciertos objetos en órbita en torno unos de los otros.

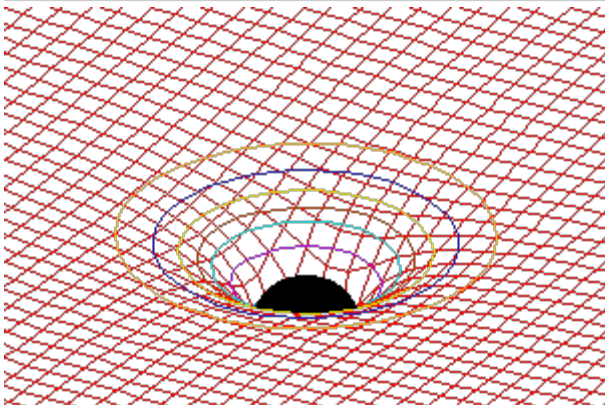
Isaac Newton escribió en sus memoria que, cuando estaba a tentar comprender lo que mantenía la Luna en el cielo, vino a caer la una manzana en su pomar, y comprendió que la Luna no estaba suspensa en el cielo mas sí que caía continuamente, como se fuera una bola de cañón que fuera disparada con tanta velocidad que nunca alcanza el suelo ya que este también "cae" debido a la curvatura de la Tierra.

Segundo la tercera ley de Newton, dos objetos cualquiera ejercen una atracción gravitacional, uno en el otro, de igual valor y dirección contraria.

Velocidad de la gravedad

A teoría de la relatividade de Einstein predice que la velocidad de la gravedad (definida como la velocidad a la que los canjes en la localización de una masa se propagan la otras masas) debe ser consistente con la velocidad de la luz. En 2002, la experiencia de Fomalont-Kopeikin produjo mediciones de la velocidad de la gravedad que correspondieron la esta predición. Sin embargo, esta experiencia aun no sufrió un proceso amplio de revisión, y está a encontrar cierto escepticismo por parte de los que afirman que Fomalont-Kopeikin no hizo más del que medir la velocidad de la luz de una forma intrincada.

Ley de Newton de Gravitación Universal



La curvatura del espacio-tiempo alrededor de una fuente de fuerza gravitacional

Poco se sabía sobre gravitación incluso el siglo XVII, pues se consideraba que leyes diversas gobernaban los cielos y la Tierra. La fuerza que mantenía la Luna presa la Tierra nada tenía a ver con la fuerza que nos mantiene en ella. Isaac Newton fue el primero a pensar en la hipótesis de que las dos fuerzas poseyeran la misma naturaleza.

Newton explica, *"Todos los objetos en el Universo atraen a todos los otros objetos con una fuerza dirigida al largo de la línea que pasa ponerlos centros de los dos objetos, y que es proporcional al producto de sus masas e inversamente proporcional al cuadrado de la separación entre ellos."*

Newton acabó por publicar la suya, aun hoy famosa, ley de la gravitación universal, en el suyo *Principia Mathematica*, como:

$$F = \frac{Gm_1m_2}{r^2}$$

donde:

- F = fuerza gravitacional entre dos objetos
- m_1 = masa del primero objeto
- m_2 = masa del segundo objeto
- r = distancia entre los objetos
- G = constante universal de la gravitación

Rigorosamente hablando, esta ley se aplica apenas a objetos semejantes a puntos. Si los objetos poseer extensión espacial, la verdadera fuerza tendrá de ser encontrada por la integración de las fuerzas entre los varios puntos. Por otra parte, puede probarse que para un objeto con una distribución de masa esféricamente simétrica, la integral resulta en la misma atracción gravitacional que tendría si fuera una masa puntual.

Forma Vectorial

La forma descrita previamente es una versión simplificada. Se expresa más propiamente por la forma que sigue (los valores en **negrita** representan valores vectoriales.) La forma abajo descrita es vectorialmente completa:

$$\mathbf{F}_{12} = \frac{Gm_1m_2(\mathbf{r}_2 - \mathbf{r}_1)}{|\mathbf{r}_2 - \mathbf{r}_1|^3}$$

donde:

$\mathbf{F}_{12}$

•

es la fuerza ejercida en m_1 por m_2

- m_1 y m_2 son las masas

$\mathbf{r}_1$

•

y

$\mathbf{r}_2$

son los vectores posición de las dos masas respectivas

- G es la constante gravitacional

Para la fuerza en la masa dos, simplemente tome el contrario del vector

$\mathbf{F}_{12}$

La principal diferencia entre los dos planteamientos es que la segunda forma usa la diferencia en la posición para construir un vector que apunta de una masa para la otra, y de ahí divide el vector por su módulo para evitar que mude la magnitud de la fuerza.

Comparación con la fuerza electromagnética

La atracción gravitacional de los protones es aproximadamente un factor 10^{-36} más flaco que la repulsión electromagnética. Este factor es independiente de distancia, porque ambas las fuerzas son inversamente proporcionales al cuadrado de la distancia. Eso significa que, en una balanza atómica, la gravedad mutua es despreciable. Sin embargo, la fuerza principal entre los objetos comunes y la tierra y entre cuerpos celestiales es la gravedad, porque son (o por lo menos uno de ellos es) eléctricamente casi neutro: hasta incluso se en ambos los cuerpos había un exceso o déficit de un electrón por cada 10^{18} protones y neutrones esto ya sería suficiente para cancelar la gravedad (o en el caso de un exceso en uno y un déficit en el otro: duplicar la atracción).

La relativa fraqueza de la gravedad puede ser demostrada con un pequeño imán, que va atrayendo para sí trozos de hierro posados en el suelo. El minúsculo imán consigue anular la fuerza gravitacional de la Tierra entera.

La gravedad es pequeña, a no ser que uno de los dos cuerpos sea grande, mas la pequeña fuerza gravitacional ejercida por cuerpos de tamaño común puede ser demostrada con razonable facilidad por experiencias como la de la barra de torsión de Cavendish.



Agrupamiento globular de estrellas M13

Demostración de un campo gravitacional

Sistema Auto-Gravitacional

Un sistema auto-gravitacional es un sistema de masas mantenidas juntas por su gravedad mutua. Un ejemplo de es una estrella.

Historia

Nadie tiene certeza si el cuento sobre Newton y la manzana procede, mas la razón, con certeza, tiene su valor. Nadie antes de él osó contrariar Aristóteles y decir que las misma fuerza que atrae una manzana para el suelo, mantiene la Luna, la Tierra, y todos los planetas en sus órbitas.

Newton no fue el único en hacer contribuciones significativas para la comprensión de la gravedad. Antes de él, Galileo Galilei corrigió una noción común, partida del incluso Aristóteles, de que objetos de masas diferentes caen con velocidades diferentes. Para Aristóteles, simplemente había sentido que los objetos de masa diferentes cayeran en tiempos diferentes de la misma altura y eso era de sobra para él. Galileo, sin embargo, tentó de hecho lanzar objetos de diferentes masa al mismo tiempo, de la misma altura. Despreciando las diferencias debido al arrastre del aire, Galileo observó que todas las masas aceleran por igual. Usando la Segunda Ley de Newton, $F = mla$, nos es claro el porqué:

$$F = -\frac{Gm_1n_2}{r^2} = m_1a_1$$

Esta ecuación dice que una masa m_1 se acelerará a_1 bajo la fuerza de la gravedad, mas dividiendo ambos los lados de la ecuación por m_1 obtenemos:

$$a_1 = \frac{Gm_2}{r^2}$$

En ninguna parte en la ecuación previa aparece la masa del cuerpo. Cuando tratamos con objetos cerca de la superficie del planeta, el canje en r dividido por el r inicial es tan pequeño que la aceleración de la gravedad aparece perfectamente constante. La aceleración de la gravedad en la Tierra llamara normalmente g , con un valor de $9,8 \text{ m/s}^2$. Galileo no tenía las ecuacións de Newton, y sin embargo, su apreciación de la proporcionalidade de la gravedad con la masa fue valiosísima y, posiblemente influyó incluso en el planteamiento de Newton de cómo trabaja la gravedad.

La teoría general de la gravedad de Einstein

El planteamiento de la gravedad por Newton es bastante precisa para la mayoría de los propósitos prácticos. Hay sin embargo algunos problemas:

1. Asume que las alteraciones en la fuerza gravitacional son transmitidas instantaneamente cuando la posición de los cuerpos gravitantes muda. Sin embargo, esto contradí el hecho que existe una velocidad limite a la que pueden ser transmitidos las señales (velocidad de la luz en el vacuo).
2. El presupuesto de espacio y tiempo absolutos contradí la teoría de relatividade especial de Einstein.
3. Predí que la luz es desviada por la gravedad apenas mitad del que es efectivamente observado.
4. No explica las ondas gravitacionais o agujereados negros, que sin embargo tampoco se observaron directamente.

5. De acuerdo con la gravedad newtoniana (con transmisión instantánea de fuerza gravitacional), si el Universo es euclidiano, estático, de densidad uniforme en media positiva e infinito, la fuerza gravitacional total en un punto es una serie divergente. En otras palabras, la gravedad newtoniana es incompatible con un Universo que sea euclidiano, estático, de densidad uniforme en media positiva e infinito.

Para lo primero disteis problemas, Einstein y Hilbert desarrollaron una nueva teoría de la gravedad llamada relatividad general, publicada en 1915. Esta teoría predi que la presencia de materia "distorsiona" el entorno espacio-tiempo local, haciendo que líneas aparentemente "rectas" en el espacio y en el tiempo tengan características que son normalmente asociadas la línea "curvas".

Aunque la relatividad general sea, en cuanto teoría, más precisa que la ley de Newton, requiere también un formalismo matemático significativamente más complejo. En vez de describir el efecto de gravitación como una "fuerza", Einstein introdujo el concepto de espacio-tiempo curvo, donde los cuerpos se mueven al largo de trayectorias curvas.

Pruebas Experimentales

Hoy en día se acepta la Relatividad General como la descripción estándar de la teoría gravitacional clásica. La Relatividad General es consistente con todas las mediciones y experimentos disponibles, incluyendo experimentos cruciais tais como los clásicos testes de relatividade general:

- el desplazamiento al rojo gravitacional.
- la deflexión de los rayos de luz lo pones Sol, y *

la precesión de la órbita de Mercurio.

Otras confirmaciones experimentales madres recientes fueron la deducción (indirecta) de las ondas gravitatorias emitidas por estrellas binarias orbitantes, la existencia de estrella de neutróns y los agujereados negros, las gafas gravitatorias, etc.

Hoy en día, los científicos tientan la Relatividad General con experimentos mas precisos y **directos**, con el objetivo de vertir luz en la aún desconocida relación entre la Gravedad y la Mecánica cuántica.

Mecánica cuántica

La fuerza de la **gravedad** es una de las cuatro fuerzas de la naturaleza que obstinadamente rechaza ser cuantizada (las otras tres - el electromagnetismo, la fuerza fuerte y la fuerza flaca pueden ser cuantizadas). **Cuantización** significa que la fuerza médesse en partes discretas, que no pueden disminuir de tamaño, sin importar lo que acontezca; alternativamente, esa interacción gravitacional es transmitida por partículas llamadas gravitóns. Los científicos años llevan años estudiando el gravitón, sin encontrar una teoría cuántica consistente sobre eso. Muchos consideran que la Teoría de cuerdas alcanzará el grande objetivo de unir **Relatividad General** y **Mecánica Cuántica**, mas esa promesa aun no se realizó.

Aplicaciones Especiales de Gravedad

Una diferencia de altura puede posibilitar una presión útil en un líquido, como en el caso del gotexamento Intravenoso y la Torre de agua.

La masa suspendida por un cabo a través de una polea posibilita una tensión constante en el cabo, incluyendo en el otro lado de la polea.

Comparación de la fuerza de la gravedad en diferentes planetas

A aceleración debido a la gravedad en la superficie de la Tierra es, por convención, igual a 9,80665 metros por segundo cuadrado (el valor real varía ligeramente al largo de la superficie de la Tierra). Esta medida se conoce como **g_n** , **g_y** , **g_0** , o simplemente **g** . La lista que sigue presenta la fuerza de la gravedad (en múltiplos de **g**) en la superficie de los diversos planetas del Sistema Solar:

Nota: ⁽¹⁾ En el caso de los gigantes gaseosos (Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno), considerara como "superficie" la superficie superior de las nubes.

En los cuerpos esféricos, la gravedad superficial en m/s^2 es 2.8×10^{-10} veces el radio en m veces a densidad media en kg/m^3 .

Páginas relacionadas

- Onda gravitacional
- Peso
- Masa
- Constante gravitacional universal

Gravedad en química

En química, **gravedad** es la densidad de un fluido, particularmente un fuel.

Expresara en grados, con los valores más bajos indicando líquidos más pesados y numerosos, y los valores más elevados indicando líquidos más leves. Ver gravedad específica