

Leyes de Kepler y Gravitación

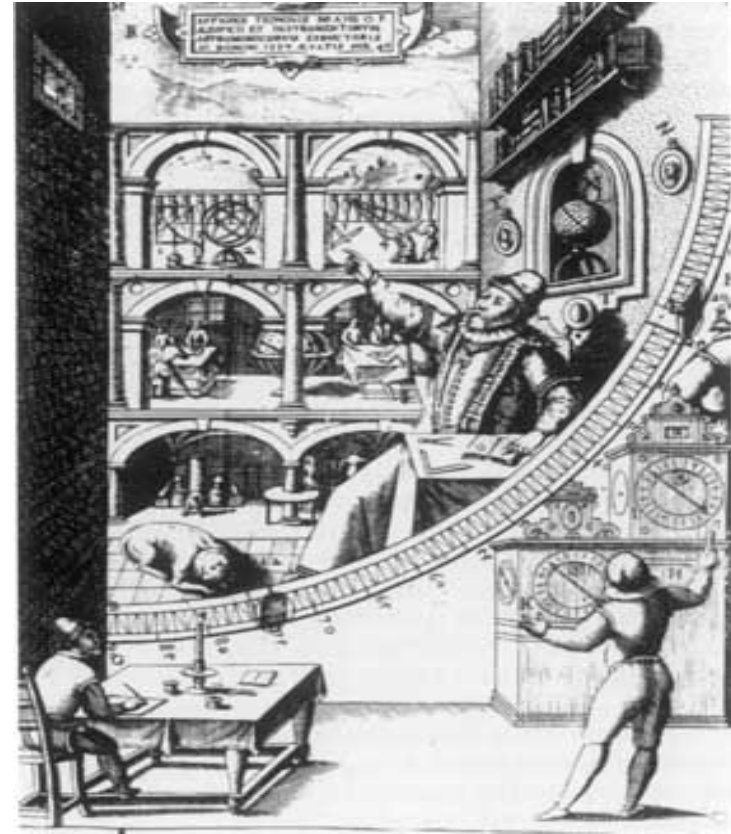


Tycho Brahe, a los 14 años observó un eclipse de Sol el 21 de agosto de 1560. Esta fecha sólo difería en dos días respecto de la que predecían los libros de la época. Eso lo decidió a convertirse en astrónomo para mejorar las predicciones.



Tycho no sólo construyó instrumentos de calidad notable, como un cuadrante de 12 metros de altura que permitía medir hasta el minuto de arco, sino que también repitió todas sus mediciones al menos cuatro veces para estar seguro de sus resultados.

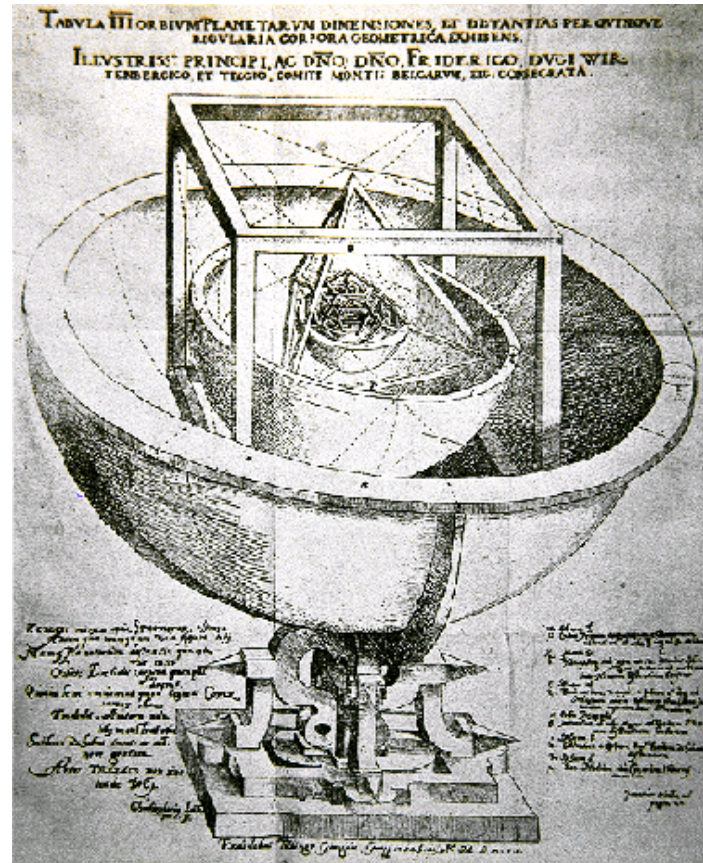
Usando hasta nueve asistentes por vez, revisó cada medición obteniendo datos muy precisos sobre la posición de estrellas y planetas. En total, reportó la ubicación de 777 estrellas. Obtuvo también la duración de un año con un error menor a un segundo respecto del valor actual.



En 1597, Tycho Brahe se mudó a Praga donde tuvo como asistente a Johannes Kepler.



Kepler buscó explicar las precisas observaciones de Brahe usando un sistema solar con el Sol en el centro.

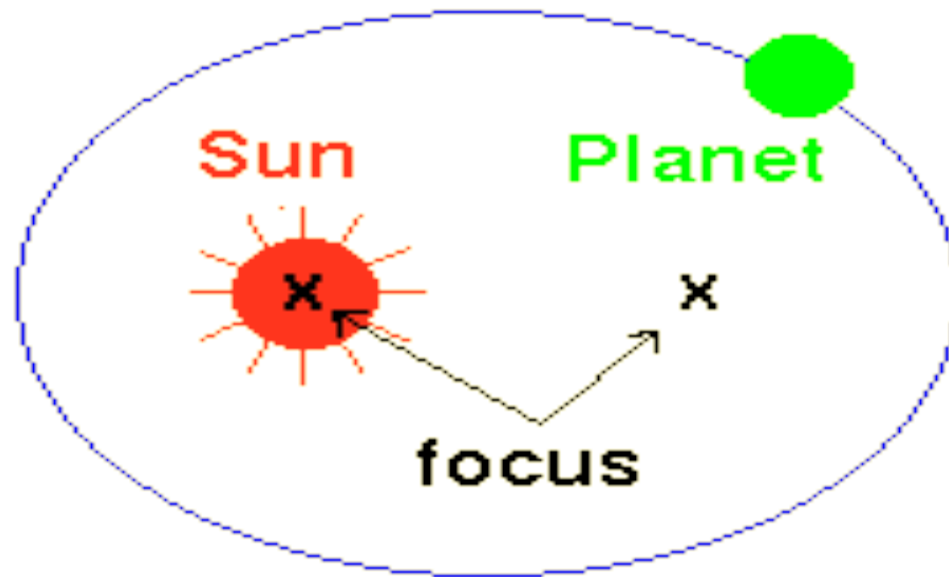


Kepler estaba convencido de que la geometría y la matemática podían ser usadas para explicar el movimiento de los planetas.

Así descubrió 3 leyes que caracterizan a este movimiento: las leyes de Kepler.

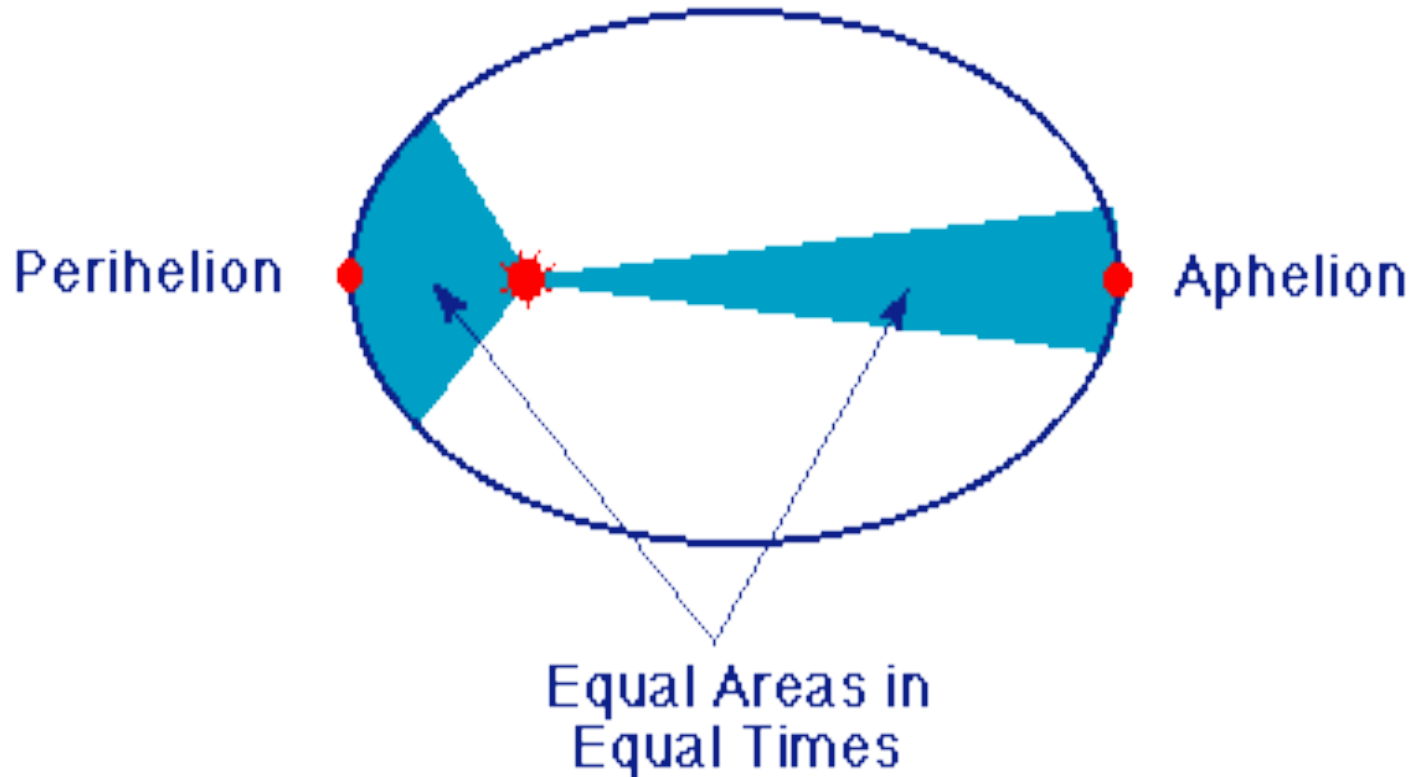
Primera Ley de Kepler

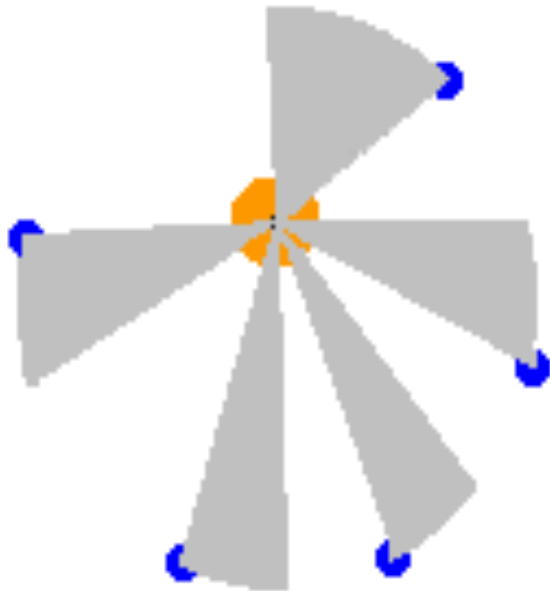
- Las trayectorias de los planetas son elipses con el Sol en uno de sus focos



Segunda Ley de Kepler

- Los planetas se mueven con velocidad “areolar” constante.



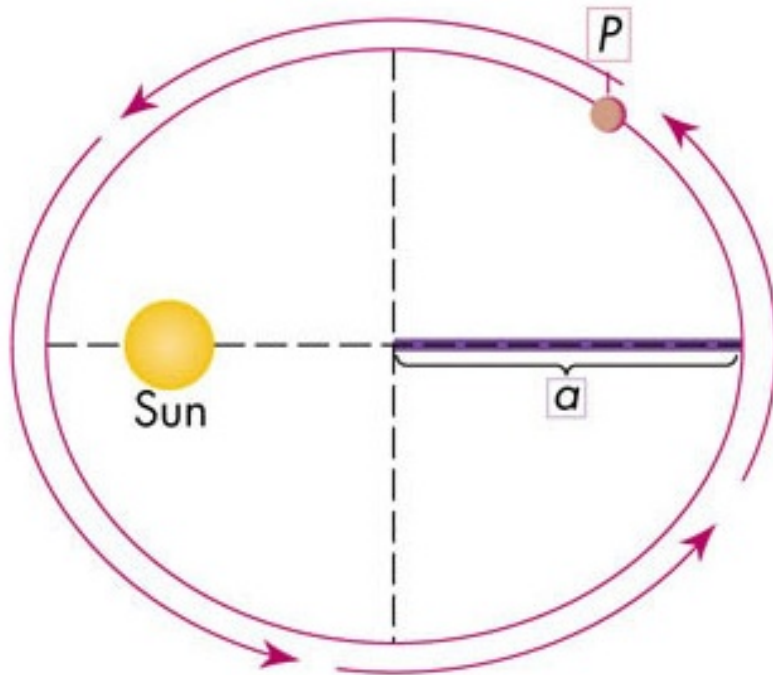


The areas of all
triangles are the
same size
-Kepler's law of
Equal Areas -

Tercera Ley de Kepler

- El cuadrado del cociente de los períodos de 2 planetas cualesquiera es igual al cubo del cociente del tamaño de los semiejes de sus trayectorias.

$$P^2 \text{ years} = a^3 \text{ AU}$$



P = time to complete orbit
 a = semimajor axis

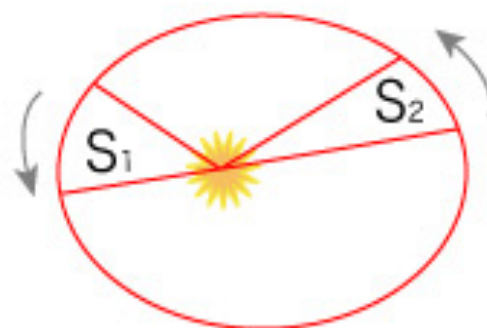
$$\frac{P_1^2}{P_2^2} = \frac{a_1^3}{a_2^3}$$

KEPLER'S LAWS

1st Law

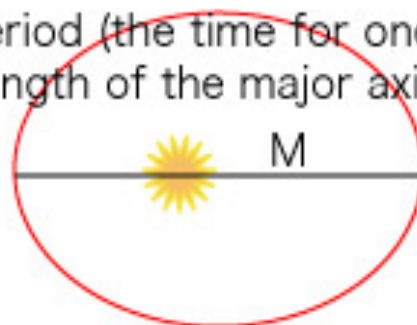


2nd Law



3rd Law

P: period (the time for one cycle)
M: length of the major axis



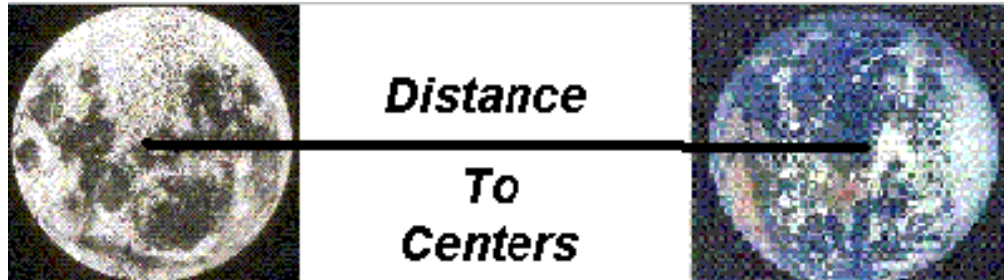
Las primeras dos leyes se refieren a cada planeta por separado.

La tercera relaciona el movimiento de varios planetas entre sí.

Gravitación Universal

En 1666, alrededor de 45 años después de que Kepler obtuviera sus leyes, Isaac Newton, quien tenía 24 años en ese momento, mostró que, si la trayectoria de un planeta es una elipse con el Sol en uno de sus focos, entonces el módulo de la fuerza que actúa sobre el planeta debe ser inversamente proporcional al cuadrado de la distancia del planeta al Sol.

$$F \propto \frac{m_1 m_2}{r^2}$$



Newton también mostró que la fuerza actuaba en la dirección que une a ambos cuerpos.

Así elaboró su ley de la gravitación universal que no sólo describe el movimiento de los planetas alrededor del Sol, sino también la caída de los cuerpos sobre la Tierra.



"Nothing yet. ...How about you, Newton?"

Newton escribió que al ver una manzana caer se puso a pensar sobre el movimiento de los planetas. Reconoció que la manzana caía en línea recta porque era atraída por la Tierra.

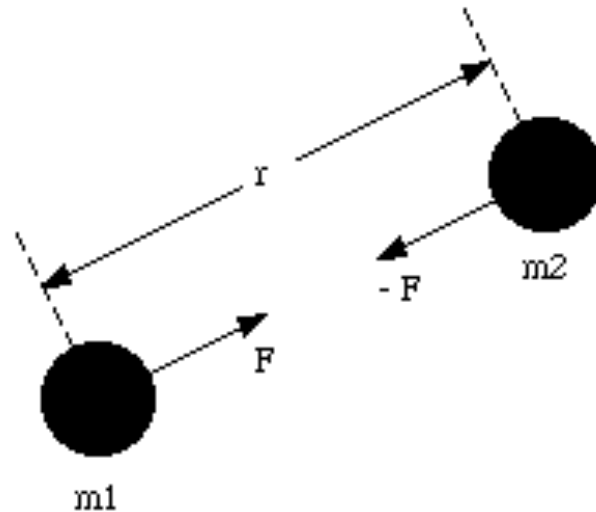
Se preguntó entonces si esa fuerza podía extenderse más allá de la atmósfera y si era la misma que atraía entre sí a los planetas y al Sol.

Newton supuso que esta fuerza de atracción debía ser proporcional a la masa de los cuerpos que se atraían.

Y convencido de que las leyes que gobiernan el movimiento de los objetos en la Tierra debía ser la misma en todo el Universo supuso que la misma fuerza debía actuar entre dos masas cualesquiera, m_A and m_B .

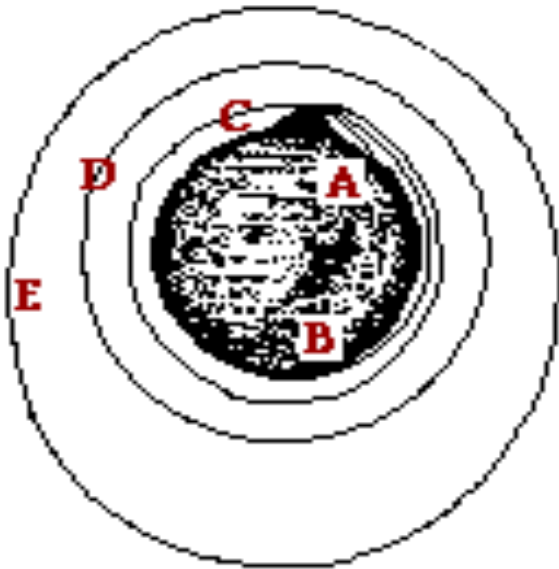
Así propuso su ley de la gravitación universal

$$F_{\text{gravity}} = \frac{Gm_1m_2}{r^2}$$



donde r es la distancia entre las masas y G es una constante universal.
 $G=6,67 \times 10^{-11} \text{Nm}^2/\text{kg}^2$.

**Cannonballs shot from
"Newton's Mountain"**



Newton usó un dibujo similar a éste para explicar el movimiento de los satélites

**As launch speeds are increased,
the cannonballs travel greater
distances before falling to earth.
Ultimately, the cannonballs will
fall around the earth instead of
into the earth.**

Why are things weightless in orbit?

Contrary to what you might believe, there's really no such thing as weightlessness.

At orbital distances, around 200 miles for the space shuttle, Earth's gravity is very close to 1 G, the force of gravity at the surface of the Earth. Strictly speaking, what astronauts experience in orbit isn't zero-G, it's freefall.



NEXT ►

SOURCE: NASA; Microsoft Encarta Encyclopedia

Clay Frost / MSNBC

Lo que pasa dentro de un satélite, por ejemplo.

La interacción gravitatoria es responsable también de la existencia de mareas.

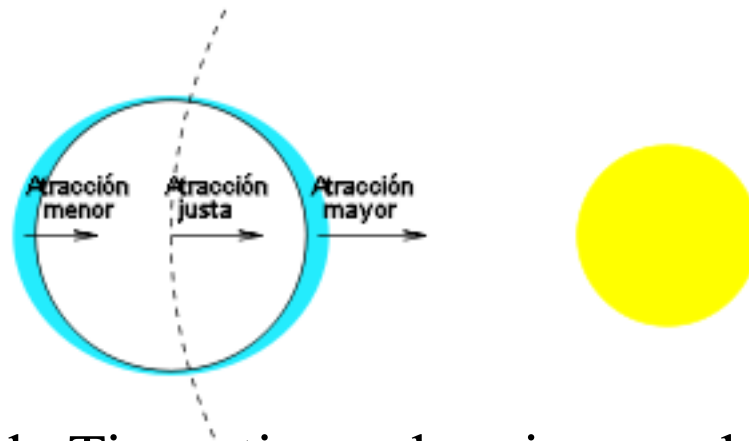
Marea baja



Marea alta

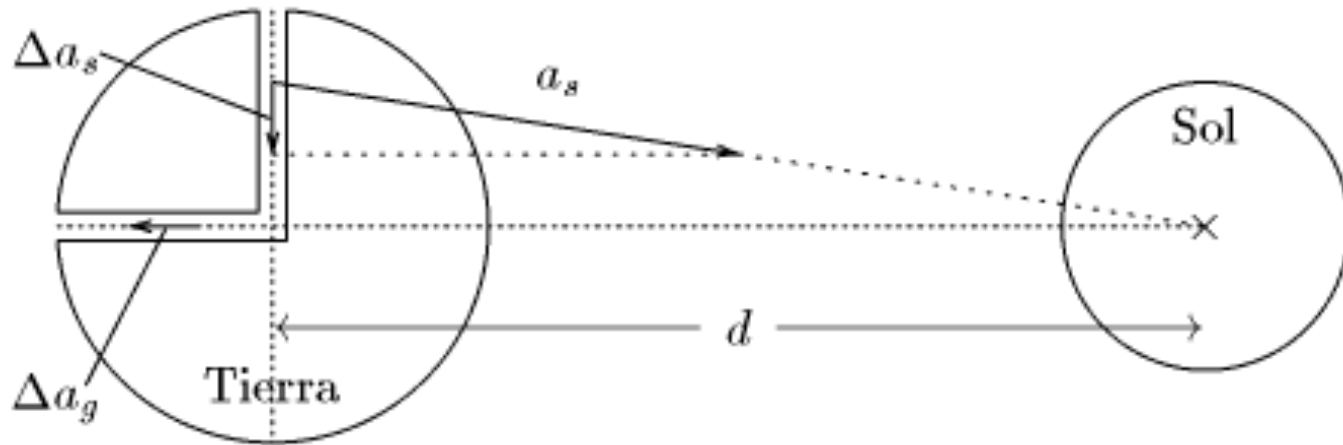


Marea es el cambio periódico del nivel del mar, producido principalmente por las fuerzas gravitacionales que ejercen la Luna y el Sol.



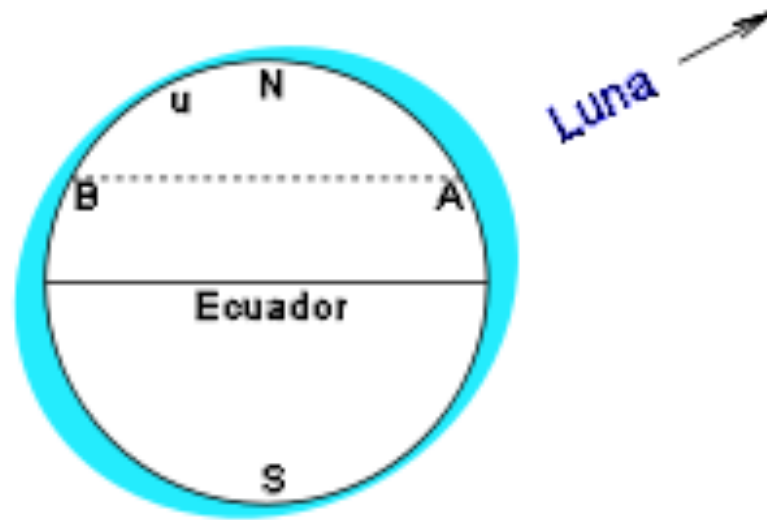
Todas las partes de la Tierra tienen la misma velocidad angular alrededor del Sol, pero no están a la misma distancia. Las que están más lejos que el centro de masas sentirán una aceleración de gravedad menor que la necesaria y la que están a una distancia inferior sentirán una aceleración mayor que la necesaria.

El resultado de este desequilibrio es que el agua de los océanos situada en el lado opuesto al Sol siente una fuerza que la empuja hacia el exterior de la órbita, mientras que el agua situada en el lado orientado hacia el Sol siente una fuerza que la empuja hacia dicho astro. La esfera de agua que recubre a la Tierra se alarga ligeramente y se transforma en un elipsoide.



A su vez, el no paralelismo entre la fuerza que siente la masa de agua y la recta que une los centros de la Tierra y el Sol agrega una aceleración adicional en la dirección perpendicular a la recta Tierra-sol.

Haciendo cálculos, se obtiene que, debido al Sol, el semieje mayor del elipsoide es 24,4 cm mayor que el semieje menor. Como la Tierra gira, un punto situado en el Ecuador ve la altura del mar llegar a un máximo dos veces por día: cada vez que dicho punto pasa por el semieje mayor. De la misma manera, cada vez que el punto pasa por un semieje menor, la altura del mar pasa por un mínimo. Esto es sólo la parte debida al Sol, y no se ha tenido en cuenta la inclinación del eje de rotación de la Tierra ni la existencia de continentes.



Algo similar sucede con la Luna. En este caso la deformación del elipsoide es mayor. La diferencia de longitud entre el semieje mayor y el semieje menor del elipsoide debido a las mareas lunares es de 53,6 cm. Por tanto, la amplitud de las mareas lunares es, aproximadamente, dos veces mayor que las de las mareas solares. Como para las mareas solares, la variación de la altura del mar en un punto de la superficie terrestre se puede aproximar por una senoide. Esta vez, el período es 12 horas, 25 minutos y 10 segundos.

La gravedad ha tenido un efecto importante en el desarrollo de la vida animal desde la aparición de los primeros organismos unicelulares. En particular, el tamaño de las células es inversamente proporcional a la intensidad del campo gravitatorio que se ejerce sobre ellas. La gravedad limita el crecimiento de células individuales.

Las células más grandes que lo que la gravedad permitiría tuvieron que desarrollar mecanismos para evitar la sedimentación interna.

Los efectos de la gravedad sobre los organismos multicelulares son más dramáticos. La existencia de animales que podían vivir y desplazarse eficazmente fuera del agua fue posible al desarrollo de algún tipo de esqueleto interno o externo que les permitiera convivir con la “mayor” gravedad (la ausencia del empuje que ejerce el agua sobre los objetos sumergidos en ella). Antes de que esto ocurriera, la mayoría de los organismos eran pequeños y con forma de gusanos o medusa.

En los mayores vertebrados, la gravedad influye sobre los músculos, el esqueleto y sobre el movimiento de los fluidos dentro del cuerpo. ²³

Veamos movimientos de satélites y peso cerca de la superficie de la Tierra. Para esto último hay que tener en cuenta que el radio de la Tierra es de aproximadamente 6360 km.