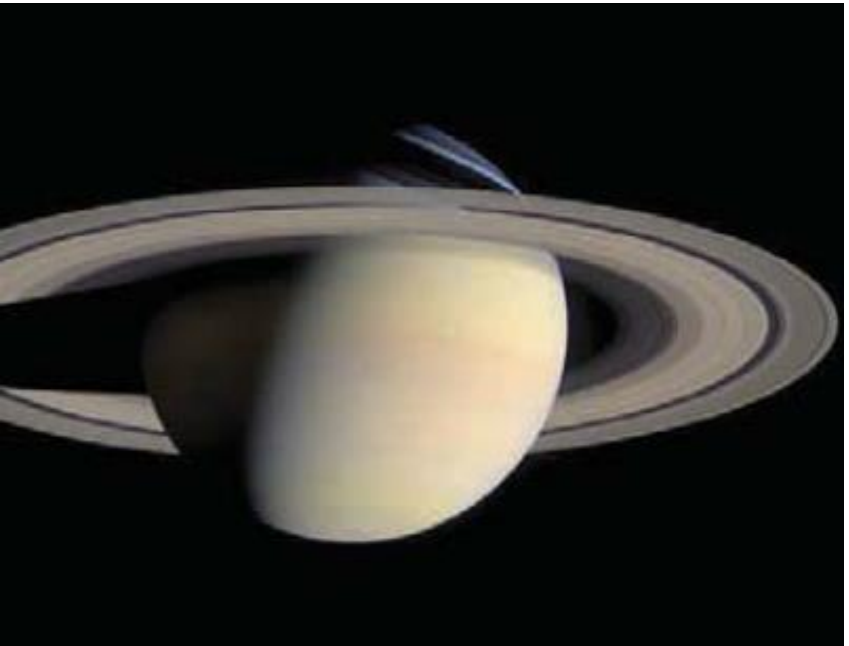
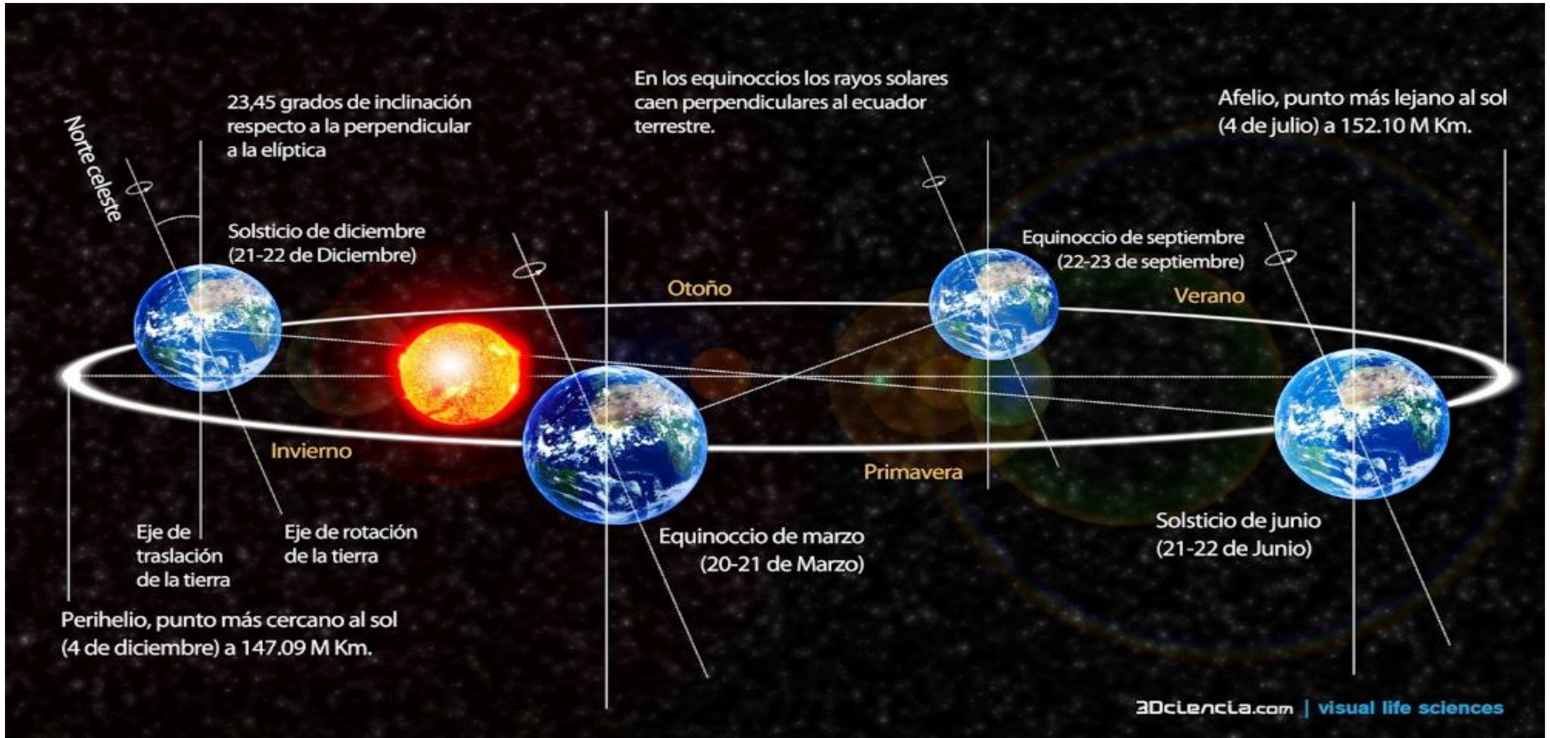
FISICA 1

Marisela Benitez Barahona

Departamento de Física
Facultad de Ciencias Naturales y Exactas
Universidad del valle





Empleo de la segunda ley de Newton: Dinámica de partículas

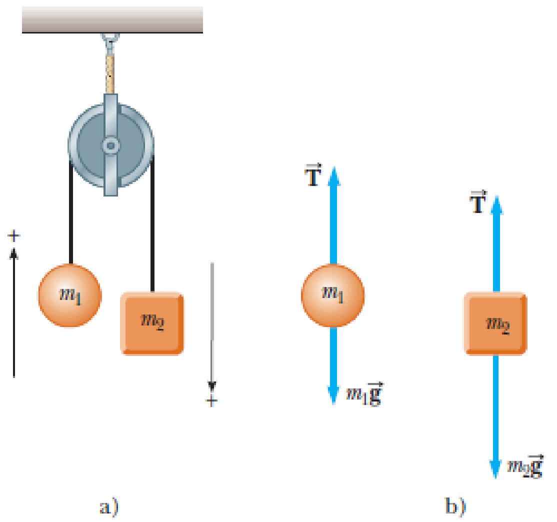
$$\sum \vec{F} = m\vec{a} \qquad \text{(segunda ley de Newton, forma vectorial)}$$

$$\sum F_x = ma_x \qquad \sum F_y = ma_y \qquad \text{(segunda ley de Newton, forma de componentes)}$$

Ejemplo

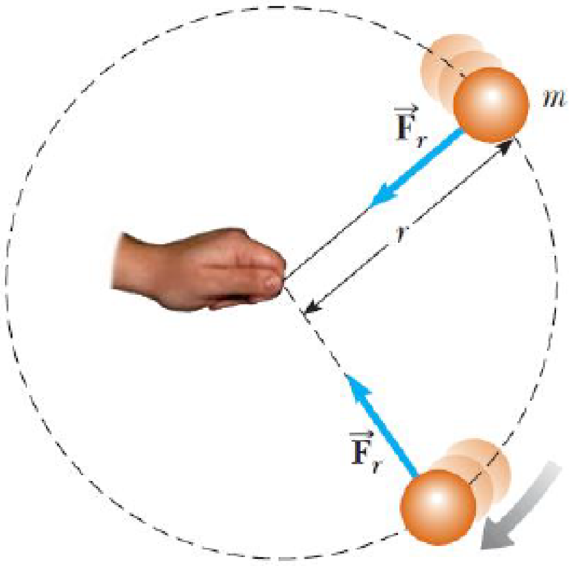
La máquina de Atwood

Cuando dos objetos de masas distintas cuelgan verticalmente sobre una polea sin fricción de masa despreciable, como en la figura, el dispositivo se llama *máquina de Atwood*. Se usa a veces en el laboratorio para calcular el valor de g. Determine la magnitud de la aceleración de dos objetos y la tensión en la cuerda sin peso.



FUERZA CENTRÍPETA

Una partícula que se mueve sobre una trayectoria circular de radio R con rapidez constante, se encuentra sometida a una aceleración radial.



ACELERACIÓN RADIAL $$a_r = \frac{v^2}{R}$$

PERIODO $$T = \frac{2\pi}{\omega}$$

VELOCIDAD LINEAL Y VELOCIDAD ANGULAR $$v = R\omega \longrightarrow v = R\frac{2\pi}{T}$$

ACELERACIÓN RADIAL EN TERMINOS DEL PERIODO $$a_r = \frac{4\pi^2 R}{T^2}$$

Por la segunda ley de Newton, sobre la partícula actúa una fuerza en la dirección de ***a***, hacia el centro de la circunferencia, cuya magnitud es:

$$\sum \vec{F} = m\vec{a}_r$$

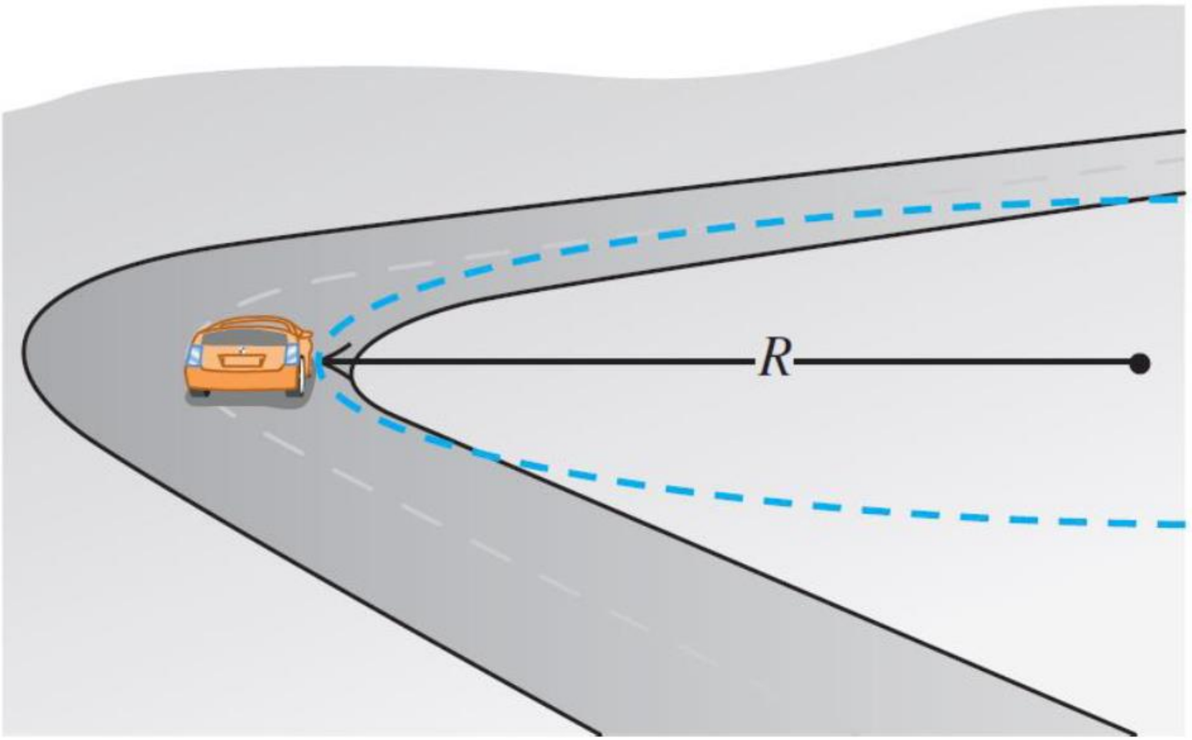
$$F_C = ma_r$$

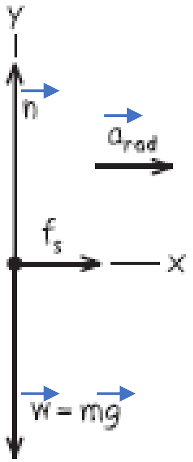
FUERZA CENTRÍPETA $$F_C = m\frac{v^2}{R}$$

Una fuerza que causa una aceleración centrípeta actúa hacia el centro de la trayectoria circular y genera un cambio en la dirección del vector velocidad.

EJEMPLO

Un automóvil de 1 500 kg, se traslada sobre una curva, plana horizontal como se muestra en la figura. Si el radio de la curva es 35.0 m y el coeficiente de fricción estática entre las llantas y el pavimento seco es 0.523, encuentre la rapidez máxima que alcanza el automóvil al dar la vuelta exitosamente.





$$\sum F_x = f = ma_{rad} = m\frac{v^2}{R}$$

$$\sum F_y = n + (-mg) = 0$$

$$\mu_s mg = m\frac{v_{máx}{}^2}{R}$$

así que la rapidez máxima es

$$v_{máx} = \sqrt{\mu_s gR}$$

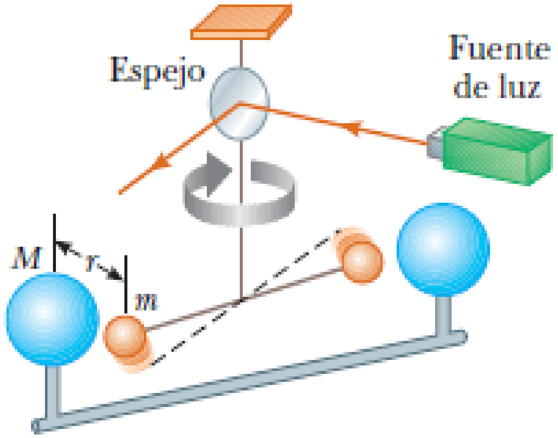
LEY DE NEWTON DE LA GRAVITACIÓN

En 1687 Newton publicó la **ley de la gravitación:**

Toda partícula de materia en el Universo atrae a todas las demás partículas con una fuerza directamente proporcional al producto de las masas de las partículas, e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa.

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

$$G = 6.673 * 10^{-11} Nm^2/kg^2$$

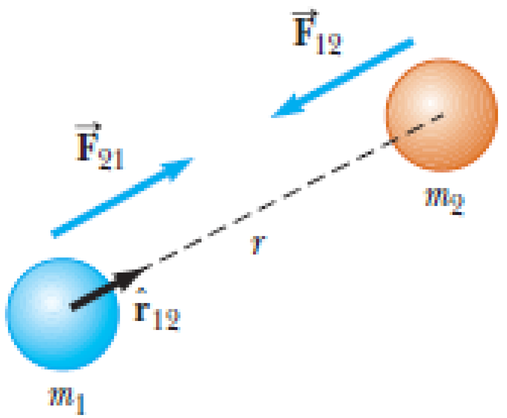


Henry Cavendish (1731–1810) midió la constante gravitacional universal en un importante experimento de 1798.

Donde F_g es la magnitud de la fuerza gravitacional que actúa sobre cualesquiera de las partículas, m_1 y m_2 son sus masas, r es la distancia entre ellas, y G es una constante física fundamental llamada **constante gravitacional**. El valor numérico de G depende del sistema de unidades empleado.

LEY DE NEWTON DE LA GRAVITACIÓN

$$\vec{\mathbf{F}}_{12} = -G\frac{m_1 m_2}{r^2}\,\hat{\mathbf{r}}_{12}$$



Donde el signo negativo indica que la partícula 2 es atraída hacia la partícula 1; en consecuencia, la fuerza sobre la partícula 2 debe dirigirse hacia la partícula 1. Por la tercera ley de Newton.

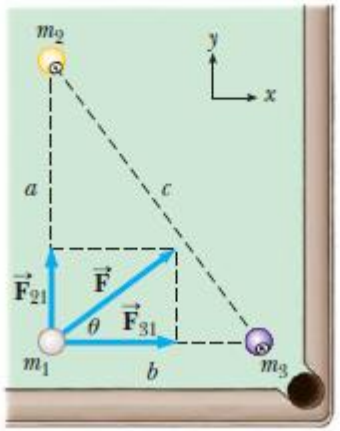
Por ejemplo, la magnitud de la fuerza que ejerce la Tierra en una partícula de masa *m* cerca de la superficie de la Tierra es

$$F_g = G\frac{M_T m}{R_T^2}$$

Donde M_T es la masa de la Tierra y R_T es su radio. Esta fuerza se dirige hacia el centro de la Tierra.

Ejemplo

Tres bolas de billar de 0.300 kg se colocan sobre una mesa en las esquinas de un triángulo rectángulo, como se muestra en la figura 13.3. Los lados del triángulo tienen longitudes *a*=0.400 m, *b*=0.300 m y *c*=0.500 m. Calcule el vector de fuerza gravitacional sobre la bola blanca (designada *m*1) que resulta de las otras dos bolas, así como la magnitud y la dirección de esta fuerza.



$$\vec{\mathbf{F}}_{21} = G\frac{m_2 m_1}{r_{21}}\hat{\mathbf{j}}$$

$$= (6.67 \times 10^{-11}\ \mathrm{N\cdot m^2/kg^2})\frac{(0.300\ \mathrm{kg})(0.300\ \mathrm{kg})}{(0.400\ \mathrm{m})^2}\hat{\mathbf{j}}$$

$$= 3.75 \times 10^{-11}\hat{\mathbf{j}}\ \mathrm{N}$$

$$\vec{\mathbf{F}}_{31} = G\frac{m_3 m_1}{r_{31}}\hat{\mathbf{i}}$$

$$= (6.67 \times 10^{-11}\ \mathrm{N\cdot m^2/kg^2})\frac{(0.300\ \mathrm{kg})(0.300\ \mathrm{kg})}{(0.300\ \mathrm{m})^2}\hat{\mathbf{i}}$$

$$= 6.67 \times 10^{-11}\hat{\mathbf{i}}\ \mathrm{N}$$

$$\vec{\mathbf{F}} = \vec{\mathbf{F}}_{31} + \vec{\mathbf{F}}_{21} = (6.67\hat{\mathbf{i}} + 3.75\hat{\mathbf{j}}) \times 10^{-11}\ \mathrm{N}$$

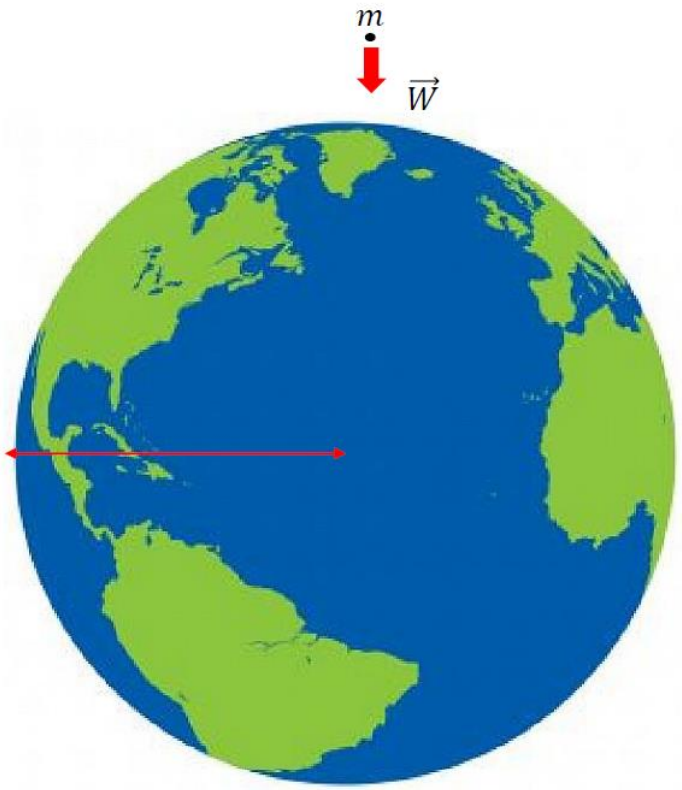
$$F = \sqrt{F_{31}{}^2 + F_{21}{}^2} = \sqrt{(6.67)^2 + (3.75)^2} \times 10^{-11}\ \mathrm{N}$$

$$= 7.65 \times 10^{-11}\ \mathrm{N}$$

$$\tan\theta = \frac{F_y}{F_x} = \frac{F_{21}}{F_{31}} = \frac{3.75 \times 10^{-11}\ \mathrm{N}}{6.67 \times 10^{-11}\ \mathrm{N}} = 0.562$$

$$\theta = \tan^{-1}(0.562) = 29.3°$$

ACELERACIÓN EN CAÍDA LIBRE Y FUERZA GRAVITACIONAL



$$mg = G\frac{M_T m}{R_T^2}$$

$$g = G\frac{M_T}{R_T^2}$$

Si: $r = R_T + h.$

$$F_g = G\frac{M_T m}{r^2} = G\frac{M_T m}{(R_T + h)^2}$$

$$g = \frac{GM_T}{r^2} = \frac{GM_T}{(R_T + h)^2}$$

Aceleración en caída libre g a diferentes alturas sobre la superficie de la Tierra

Altura h (km)	g (m/s^2)
1 000	7.33
2 000	5.68
3 000	4.53
4 000	3.70
5 000	3.08
6 000	2.60
7 000	2.23
8 000	1.93
9 000	1.69
10 000	1.49
50 000	0.13
∞	0

Por lo tanto, se sigue que *g disminuye* con *altura creciente*. En la tabla, se proporcionan los valores de *g* para diferentes alturas. Ya que el peso de un objeto es *mg*, se ve que conforme r → α, el peso tiende a cero.

Ejemplo

La Estación Espacial Internacional opera a una altura de 350 km. Los planes para la construcción final muestran que 4.2x 10^6 N de material, pesado en la superficie de la Tierra, fue transportado por diferentes naves espaciales. ¿Cuál es el peso de la estación espacial cuando está en órbita?

$$m = \frac{F_g}{g} = \frac{4.22 \times 10^6\ \mathrm{N}}{9.80\ \mathrm{m/s^2}} = 4.31 \times 10^5\ \mathrm{kg}$$

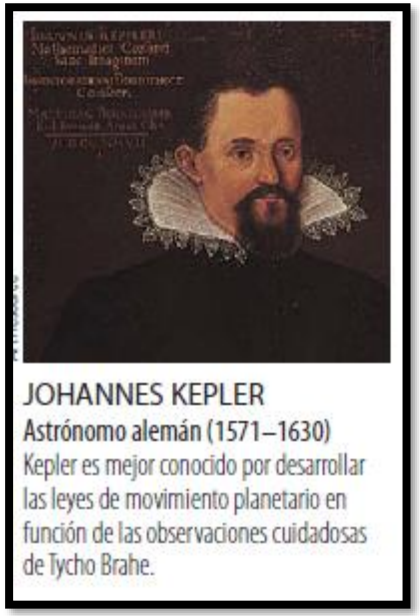
$$g = \frac{GM_T}{(R_T + h)^2}$$

$$= \frac{(6.67 \times 10^{-11}\ \mathrm{N \cdot m^2/kg^2})(5.98 \times 10^{24}\ \mathrm{kg})}{(6.37 \times 10^6\ \mathrm{m} + 0.350 \times 10^6\ \mathrm{m})^2} = 8.83\ \mathrm{m/s^2}$$

$$mg = (4.31 \times 10^5\ \mathrm{kg})(8.83\ \mathrm{m/s^2}) = \boxed{3.80 \times 10^6\ \mathrm{N}}$$

LAS LEYES DE KEPLER Y EL MOVIMIENTO DE LOS PLANETAS

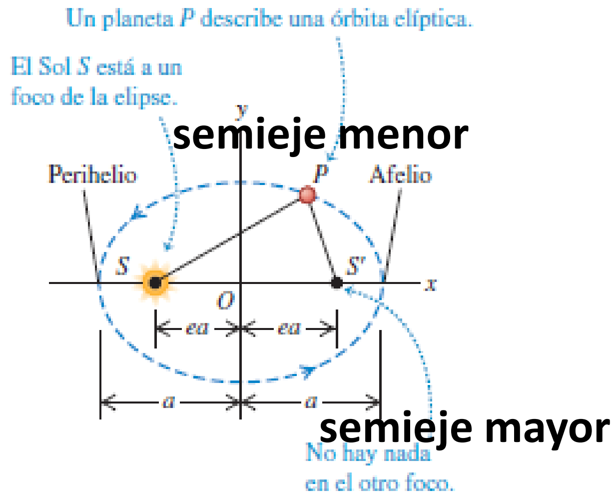
Los primeros dos descubrimientos fueron publicados por Nicolás Copérnico en Polonia en 1543. La determinación de las órbitas planetarias entre 1601 y 1619 corrió a cargo del astrónomo y matemático alemán Johannes Kepler utilizando un voluminoso conjunto de datos precisos acerca de los movimientos planetarios aparentes compilado por su mentor, el astrónomo danés Tycho Brahe.



1. Cada planeta se mueve en una órbita elíptica, con el Sol en uno de los focos de la elipse.
2. Una línea del Sol a un planeta dado barre áreas iguales en tiempos iguales.
3. Los periodos de un planeta son proporcionales a las longitudes del eje mayor de sus órbitas elevadas a la potencia .

Ir al enlace:
https://youtu.be/lln0C2--xHk?si=a05H26EchLQCgLS0

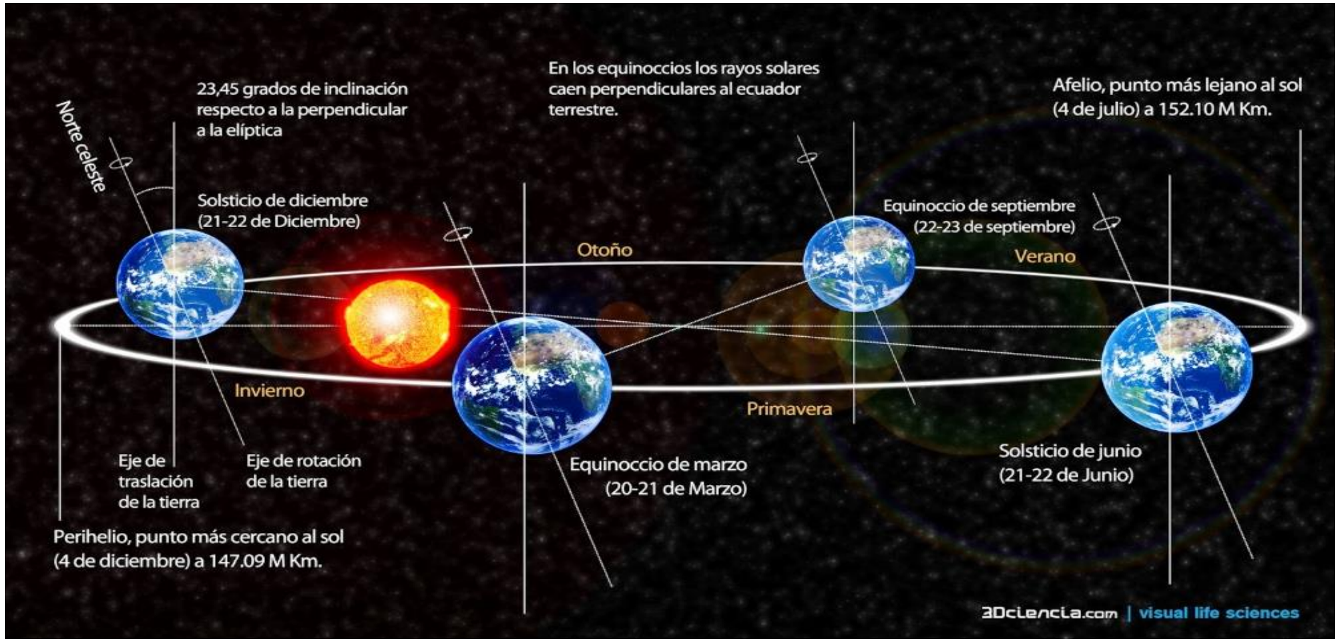
PRIMERA LEY DE KEPLER



El punto de la órbita más cercano al Sol es el *perihelio*; y el más lejano, el *afelio*. Newton pudo demostrar que, para un cuerpo sobre el que actúa una fuerza de atracción proporcional a $1/r^2$ las únicas órbitas cerradas posibles son un círculo o una elipse.

La distancia de cada foco al centro de la elipse es ea, donde e es un número adimensional entre 0 y 1 llamado **excentricidad**. Si e = 0, la elipse es un círculo.

Las excentricidades para orbitas planetarias varían enormemente en el sistema solar.
La excentricidad de la órbita de la Tierra es 0.017, lo que la hace casi circular. Por otra parte, la excentricidad de la órbita de Mercurio es 0.21, la mayor de los ocho planetas.



SEGUNDA LEY DE KEPLER

La esencia de la segunda ley de Kepler establece que la velocidad de sector tiene el mismo valor en todos los puntos de la órbita. Cuando el planeta está cerca del Sol, r es pequeña y $d\theta/dt$ es grande; cuando el planeta está lejos del Sol, r es grande y $d\theta/dt$ es pequeña.

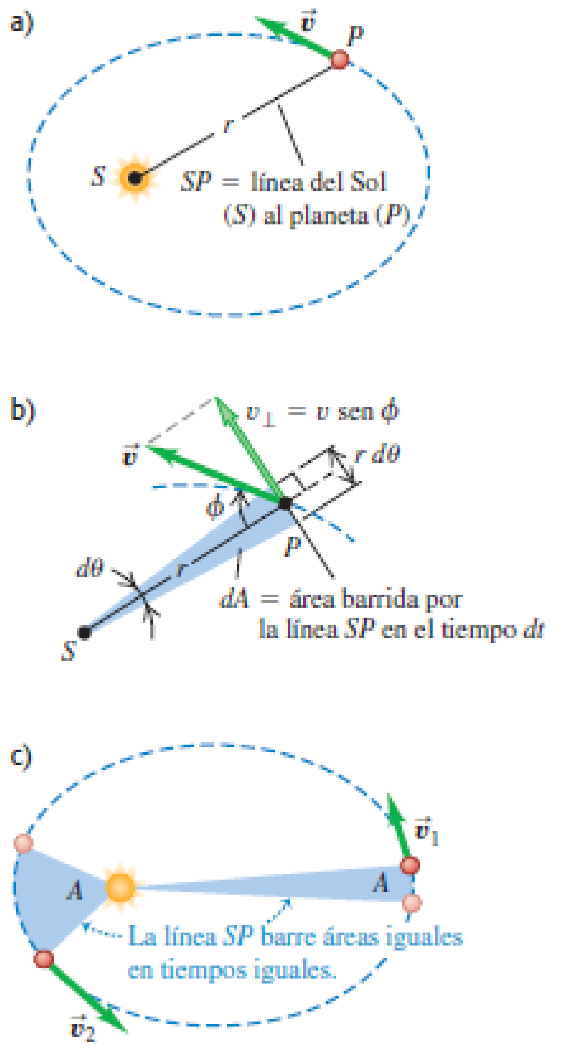
$$\frac{dA}{dt} = \frac{1}{2} r^2 \frac{d\theta}{dt} \qquad v_\perp = r\, d\theta/dt. \qquad v_\perp = v \operatorname{sen} \phi.$$

$$\frac{dA}{dt} = \frac{1}{2} r v \operatorname{sen} \phi \qquad \text{(velocidad de sector)}$$

$$r v \operatorname{sen} \phi \longrightarrow \vec{r} \times \vec{v}, \qquad \frac{dA}{dt} = \frac{1}{2m} |\vec{r} \times m\vec{v}| = \frac{L}{2m}$$

$$\frac{d\vec{L}}{dt} = \vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$$

La conservación del momento angular también explica por qué la órbita está en un plano.



TERCERA LEY DE KEPLER

La tercera ley de Kepler se puede predecir a partir de la ley de cuadrado inverso para orbitas circulares.

$$F_g = \frac{GM_S M_p}{r^2} = M_p a = \frac{M_p v^2}{r}$$

$$\frac{GM_S}{r^2} = \frac{(2\pi r/T)^2}{r}$$

$$T^2 = \left(\frac{4\pi^2}{GM_S}\right) r^3 = K_S r^3$$

$$K_S = \frac{4\pi^2}{GM_S} = 2.97 \times 10^{-19}\ \mathrm{s^2/m^3}$$

Datos planetarios útiles

Cuerpo	Masa (kg)	Radio medio (m)	Periodo de revolución (s)	Distancia media desde el Sol (m)	$\frac{T^2}{r^3}$ $(\mathrm{s^2/m^3})$
Mercurio	3.18×10^{23}	2.43×10^{6}	7.60×10^{6}	5.79×10^{10}	2.97×10^{-19}
Venus	4.88×10^{24}	6.06×10^{6}	1.94×10^{7}	1.08×10^{11}	2.99×10^{-19}
Tierra	5.98×10^{24}	6.37×10^{6}	3.156×10^{7}	1.496×10^{11}	2.97×10^{-19}
Marte	6.42×10^{23}	3.37×10^{6}	5.94×10^{7}	2.28×10^{11}	2.98×10^{-19}
Júpiter	1.90×10^{27}	6.99×10^{7}	3.74×10^{8}	7.78×10^{11}	2.97×10^{-19}
Saturno	5.68×10^{26}	5.85×10^{7}	9.35×10^{8}	1.43×10^{12}	2.99×10^{-19}
Urano	8.68×10^{25}	2.33×10^{7}	2.64×10^{9}	2.87×10^{12}	2.95×10^{-19}
Neptuno	1.03×10^{26}	2.21×10^{7}	5.22×10^{9}	4.50×10^{12}	2.99×10^{-19}
Plutón[a]	$\approx 1.4 \times 10^{22}$	$\approx 1.5 \times 10^{6}$	7.82×10^{9}	5.91×10^{12}	2.96×10^{-19}
Luna	7.36×10^{22}	1.74×10^{6}	—	—	—
Sol	1.991×10^{30}	6.96×10^{8}	—	—	—

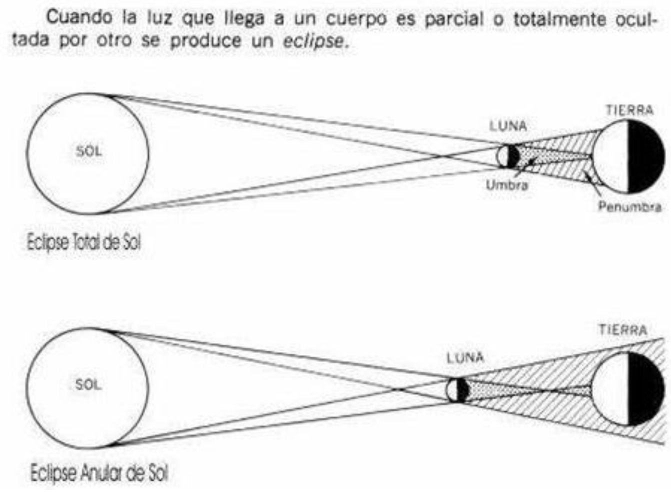
[a] En agosto de 2006, la Unión Astronómica Internacional adoptó una definición de planeta que separa a Plutón de los otros ocho planetas. Ahora Plutón se define como un "planeta enano", como el asteroide Ceres.

$$T^2 = \left(\frac{4\pi^2}{GM_S}\right) a^3 = K_S a^3$$

$$T = \frac{2\pi a^{3/2}}{\sqrt{Gm_S}} \quad \text{(órbita elíptica alrededor del Sol)}$$

Eclipse anular de sol

14 de octubre del 2023



La orbita de la luna esta inclinada aproximadamente 5 grados en relación con el plano eclíptico. Esto significa que la mayor parte del tiempo, la luna esta encima o debajo del plano del sol y la tierra. Los eclipses solo ocurren cuando los tres objetos se alinean, lo que solo puede suceder cuando la órbita de la luna cruza el plano eclíptico.

[2023 Annular Eclipse - NASA Science]

Ir al enlace:

https://youtu.be/hqR-vmO-7HM?si=z2EVhDYtYswmtiFG