

Tipos de órbitas satelitales

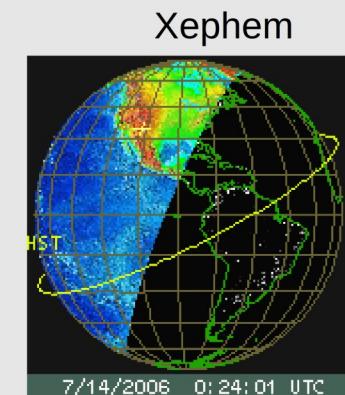
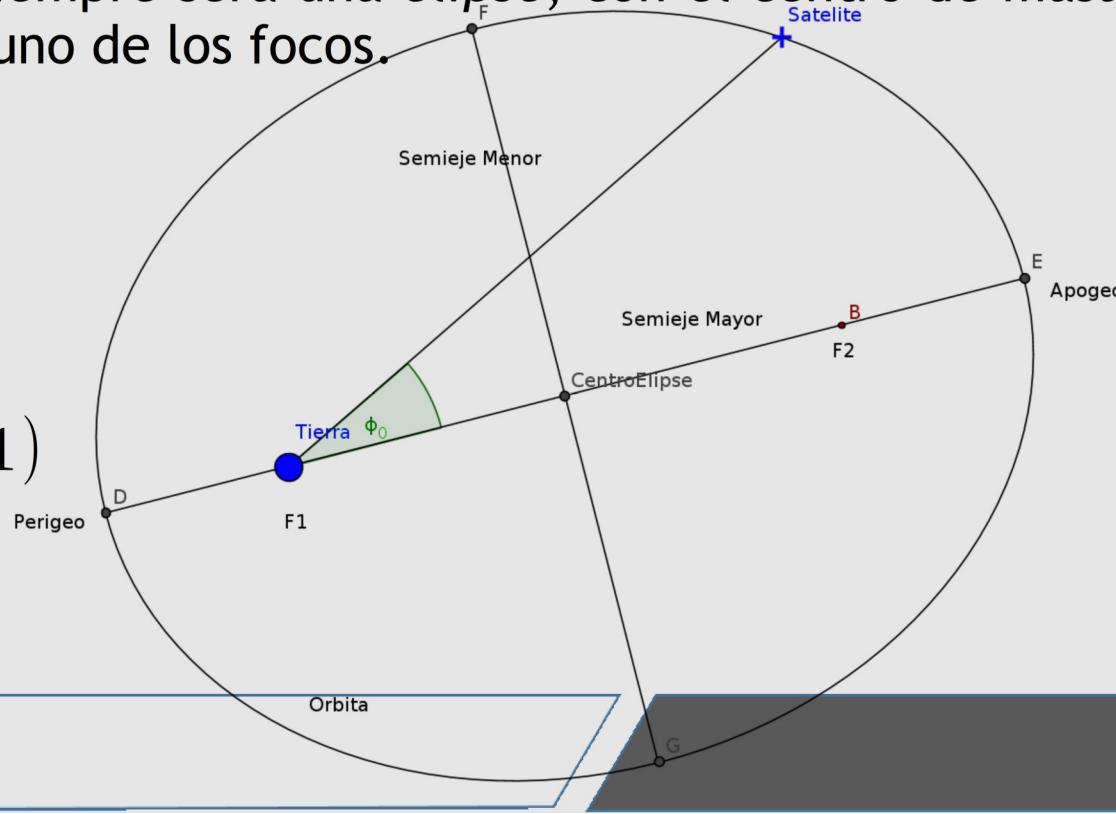
Una órbita es una trayectoria que recorre un cuerpo alrededor de otro cuerpo bajo influencia de una fuerza central. Para el caso de los satélites, es la fuerza gravitacional, para ello se debe cumplir que el Cuerpo Primario (la Tierra) debe tener mucho mayor masa que el Cuerpo Secundario (el satélite).

Las órbitas se describen a través de las 3 leyes de Kepler.

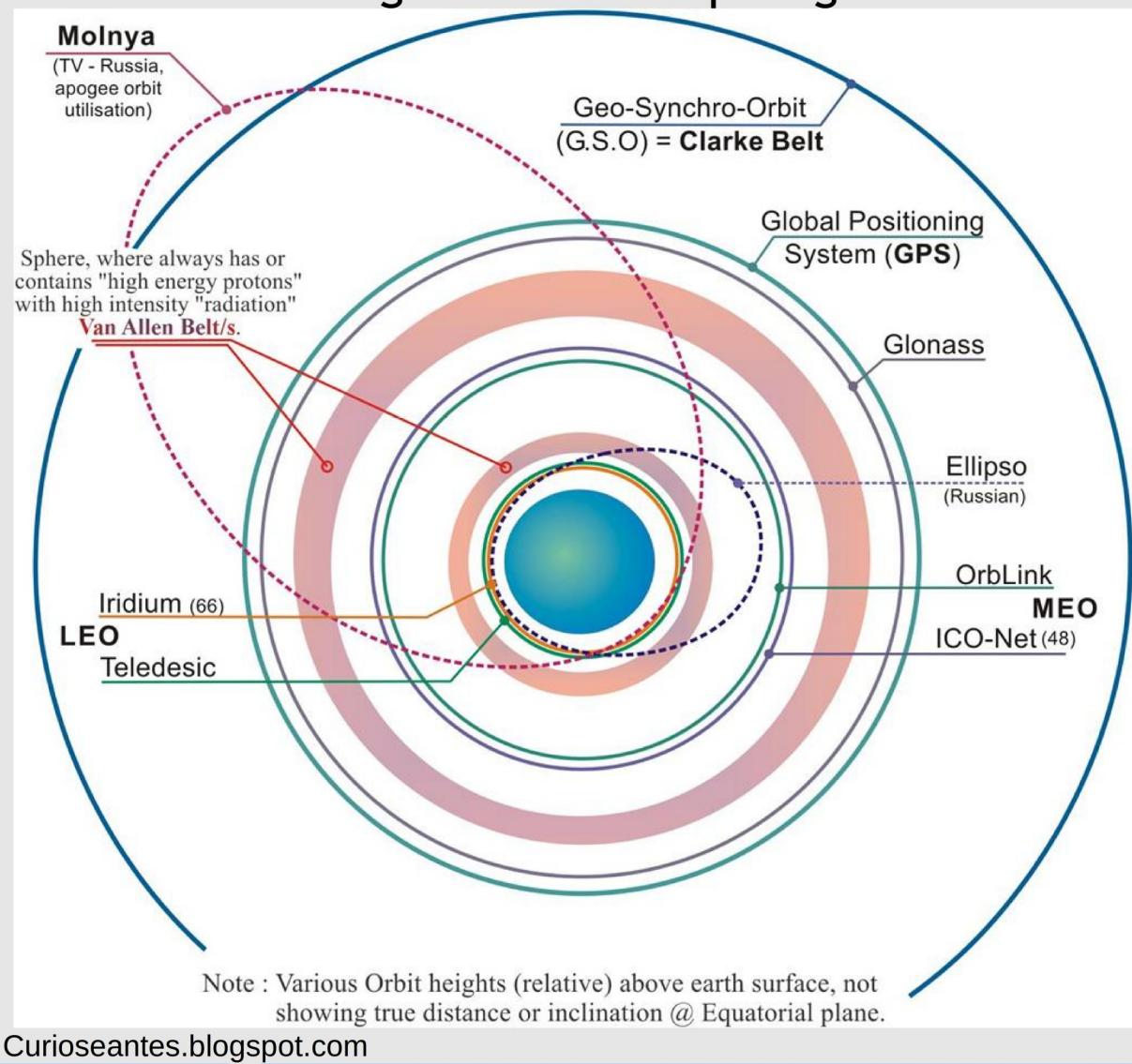
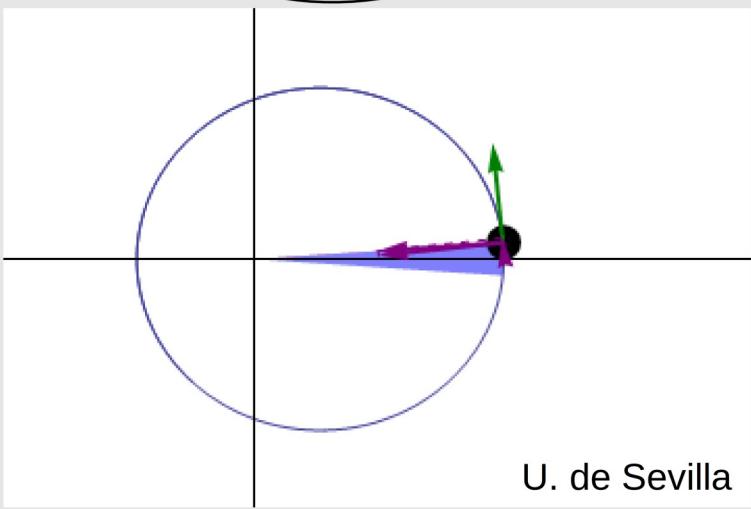
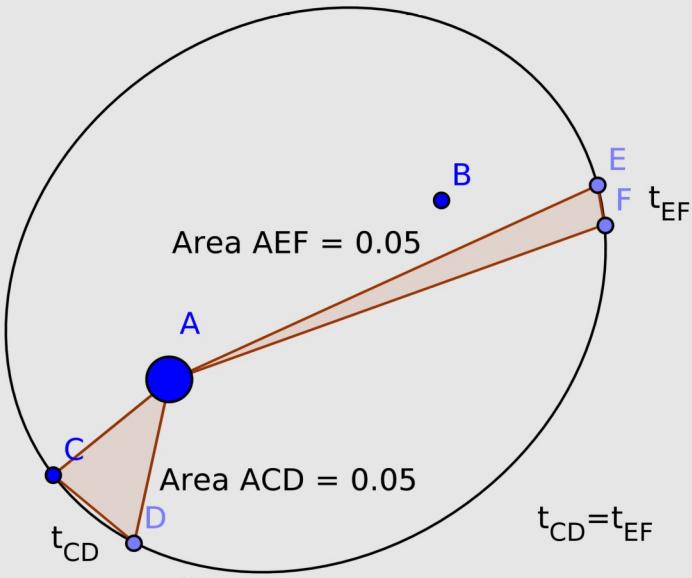
1ra Ley: La órbita de cualquier cuerpo pequeño alrededor de un cuerpo mucho mayor siempre será una *elipse*, con el centro de masa del cuerpo más grande en uno de los focos.

excéntricidad

$$e = \frac{F_1 F_2}{DE} \quad (1)$$



2da Ley: La órbita del cuerpo pequeño barre áreas iguales en tiempos iguales.



3ra Ley: El cuadrado del periodo de revolución del cuerpo menor alrededor del cuerpo mayor es igual a una constante multiplicada por la tercera potencia del eje semi-mayor de la órbita elíptica.

$$T^2 = \frac{4\pi^2 a^3}{\mu} \quad (2)$$

Donde:

- T: es el periodo orbital
- a: es el semieje mayor de la órbita elíptica
- μ : es la constante de Kepler

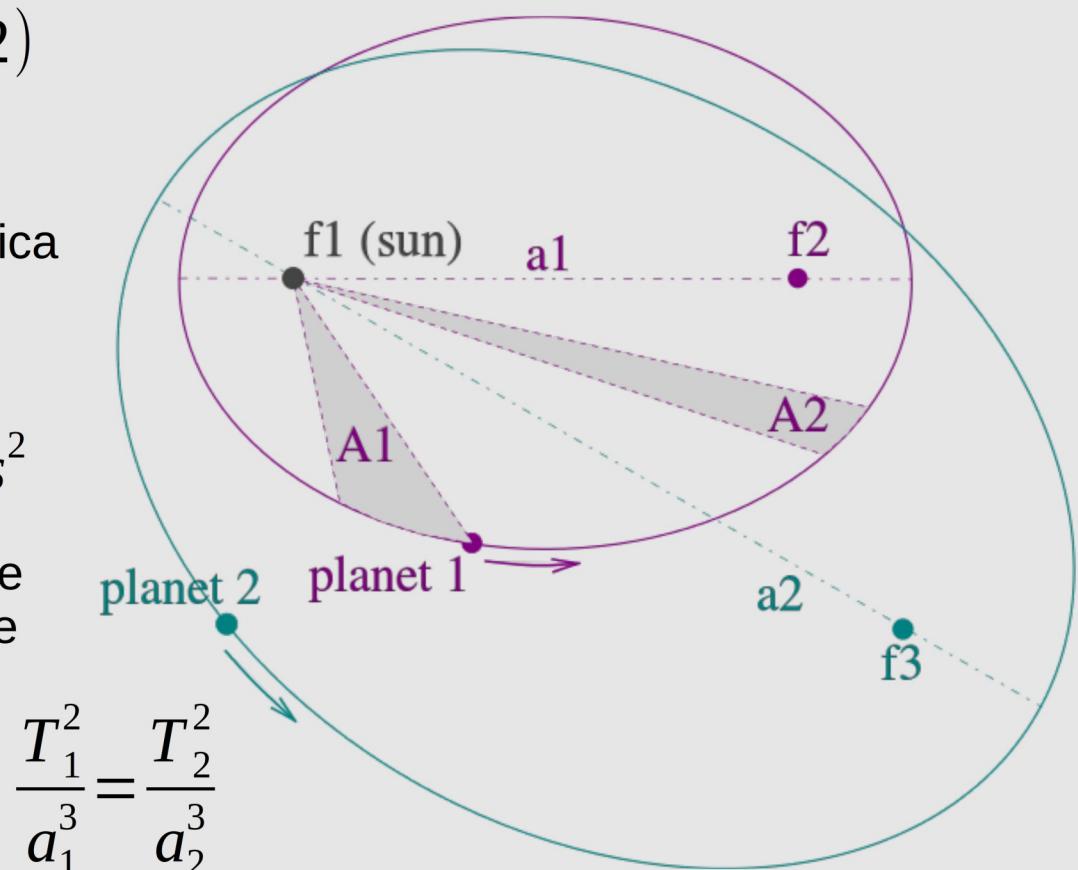
$$\mu = GM_E \quad (3)$$

$$\mu = 3.986004418 \times 10^5 \text{ km}^3/\text{s}^2$$

Cuando la órbita es circular, a se convierte en la distancia ***h*** del satélite más Radio de la tierra ***R_e***.

$$G = 6.672E-11 \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$$

$$M_E = 5.972E24 \text{ kg}$$



$$\frac{T_1^2}{a_1^3} = \frac{T_2^2}{a_2^3}$$

Dinámica orbital

Poner un objeto en el espacio queda sujeto a los efectos de las fuerzas de atracción gravitacional de otros cuerpos. El efecto de la fuerza gravedad varía con el cuadrado de la distancia, esto es, un cuerpo en el espacio “siente” una menor fuerza entre más alejado se encuentre.

Fuerza = masa X aceleración

La fuerza ejercida por atracción:

Fuerza Centrípeta

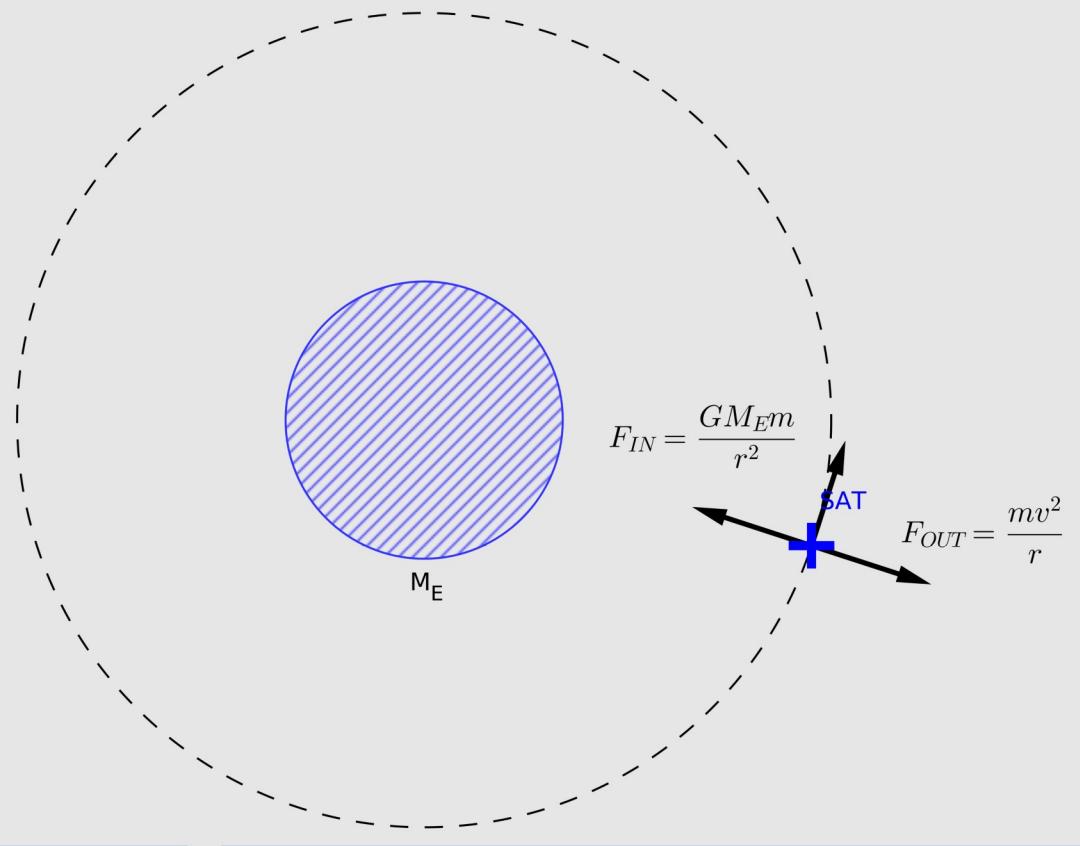
$$a_{grv} = \mu/r^2 \text{ km/s}^2$$

$$F_{IN} = a_{grv} * m_{sat} \quad (4)$$

La fuerza ejercida por movimiento inercial: Fuerza Centrífuga

$$a_{sat} = v^2/r$$

$$F_{OUT} = a_{sat} * m_{sat} \quad (5)$$

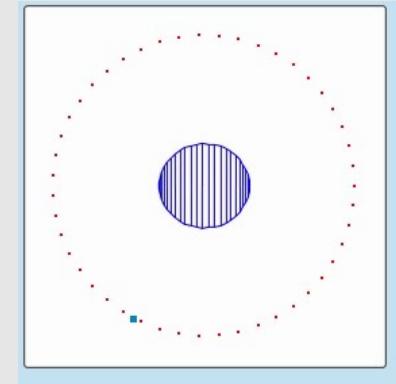
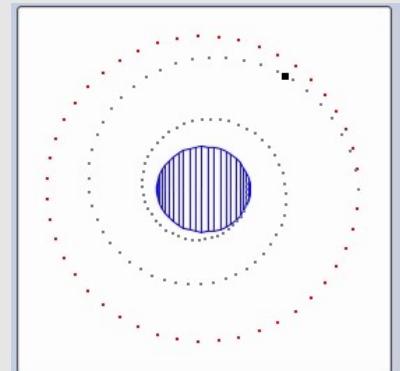
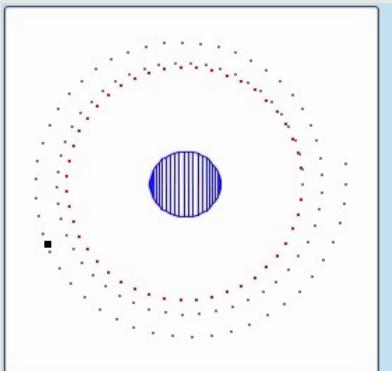


Condiciones:

$F_{IN} > F_{OUT}$: Como F_{IN} es constante, para que F_{OUT} sea mayor, v debe ser mayor. Se genera una órbita dinámica creciente.

$F_{IN} < F_{OUT}$: Como en la anterior suposición, v debe ser menor. Se genera una órbita dinámica decreciente

$F_{IN} = F_{OUT}$: Es la condición de equilibrio para que el satélite se mantenga en la órbita constante.

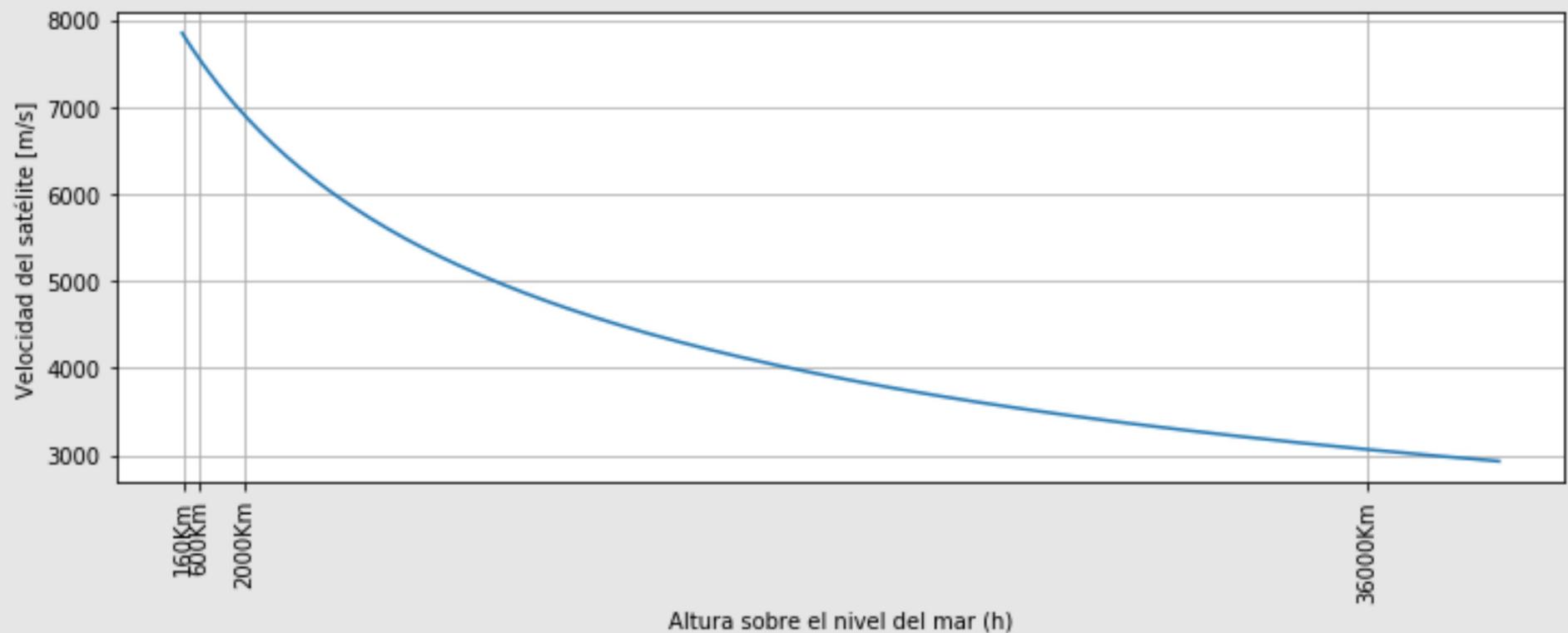


Cuando las fuerzas se encuentran equilibradas, al combinar (4) en (5):

$$m * \mu / r^2 = m * v^2 / r$$

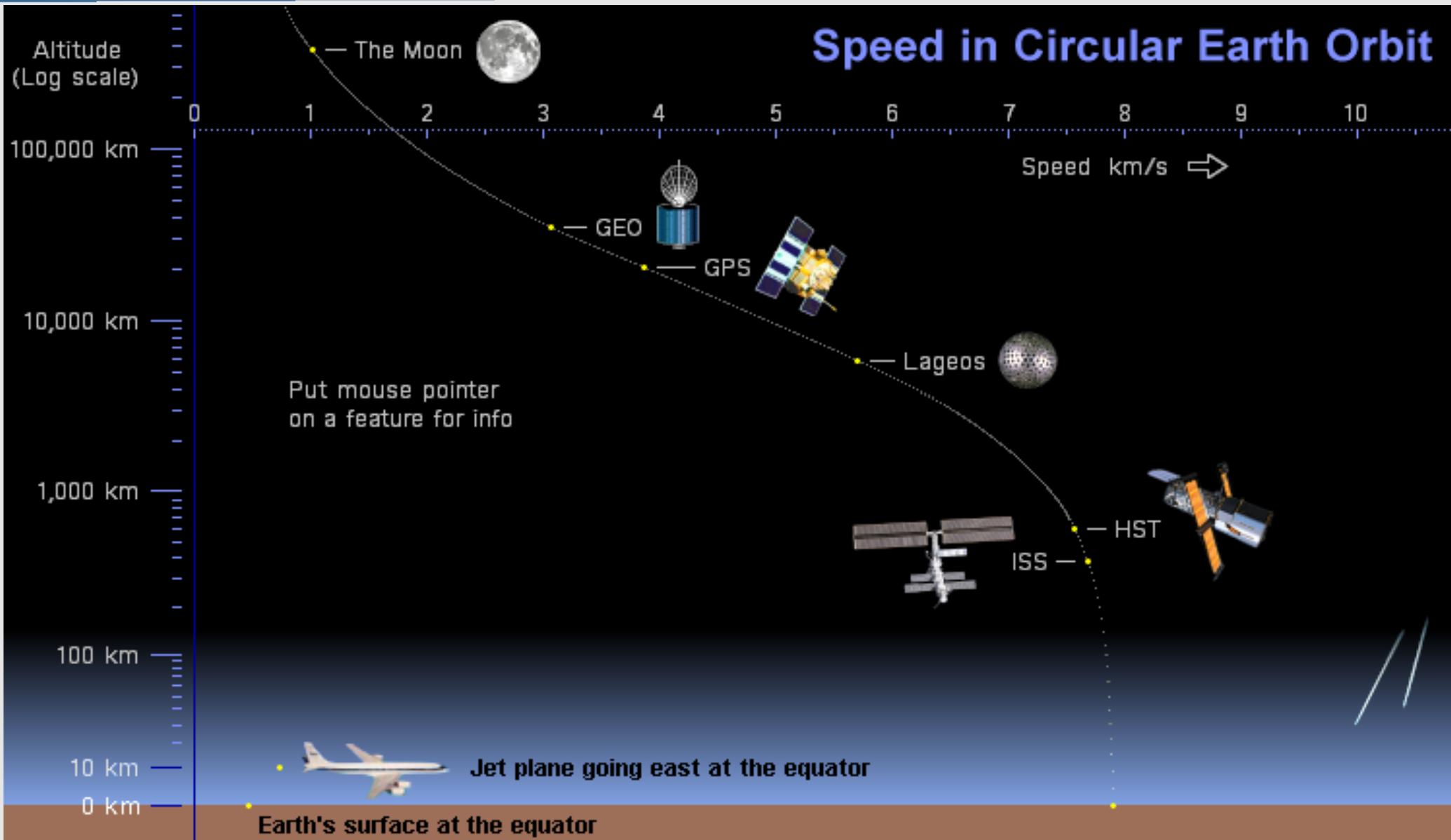
La velocidad del satélite en la posición orbital equilibrada es:

$$v = \sqrt{\mu / r} \quad (6)$$



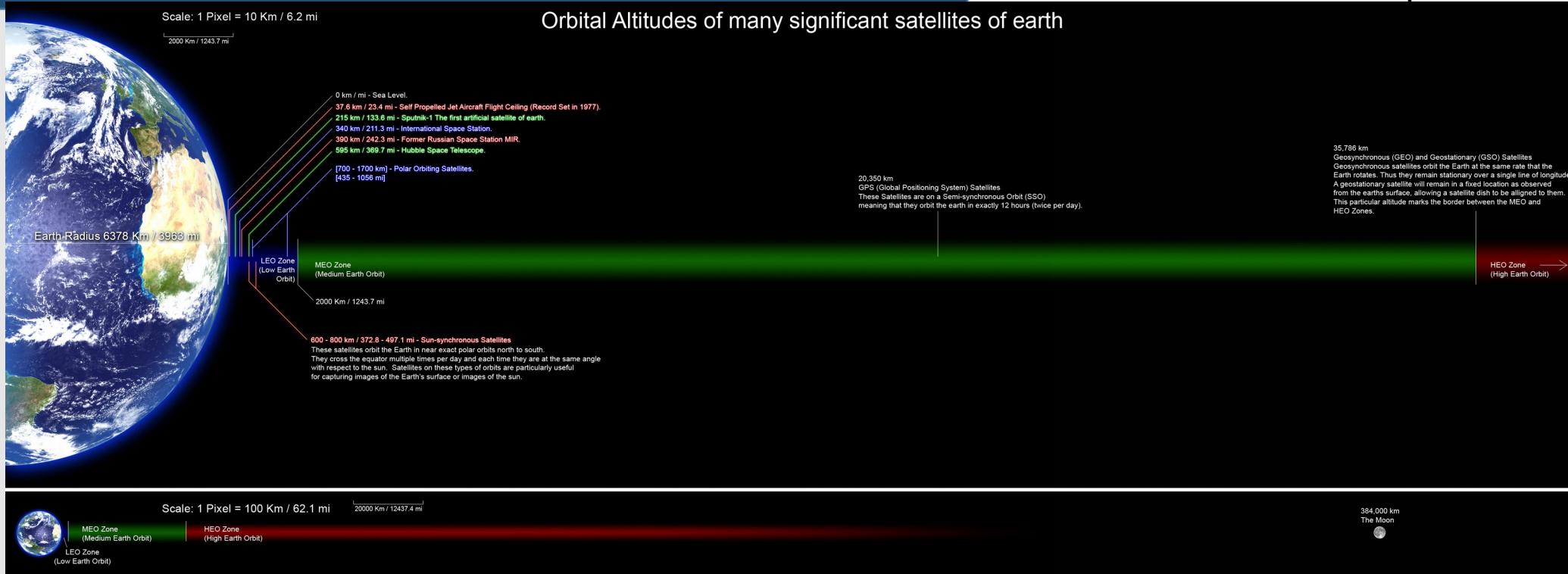
Velocidad para órbita circular

NASA



Clasificación de las órbitas

Wikipedia

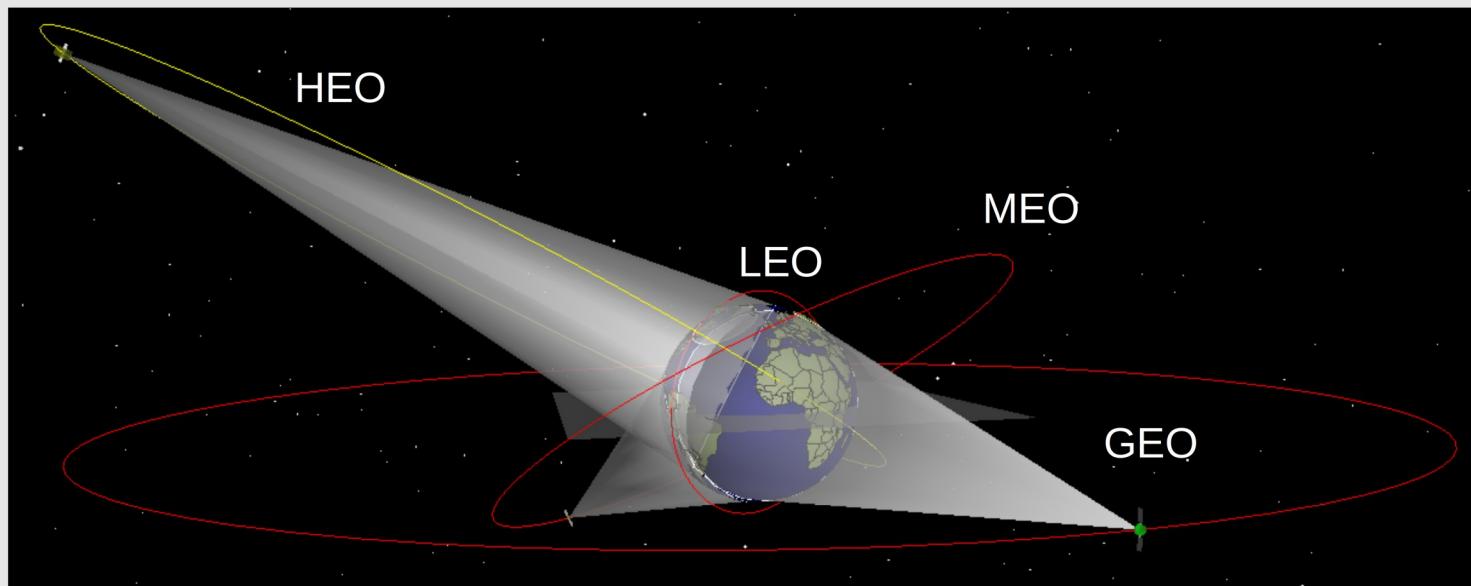


LEO (Low Earth Orbit): Orbita baja para satélites, es la zona más cercana a la tierra, empieza en 180 Km de altura sobre el nivel medio de la tierra y termina a los 2000 Km. El dato de 180 Km se define como zona territorial de un país, por lo volar por debajo de esta altura requiere de los permisos correspondientes.

MEO (Medium Earth Orbit): Zona definida entre los 2000 Km y los 36000 Km. En esta zona se encuentra el primer cinturón de Van Allen, zona con partículas altamente energéticas.

GEO (Geosynchronous Equatorial Orbit): Zona orbital donde los satélites mantienen sincronía con la rotación de la tierra. Esta órbita es la más demandada para servicios de comunicación. Ningún país puede tener reserva de algún espacio en ella, solo se asigna una posición, denominada **posición orbital**, de común acuerdo en la ITU¹.

HEO (Highly Elliptical Orbit): Tipo de órbita empleado principalmente por los países que se encuentran a latitudes mayores a 60° en ambos sentidos.

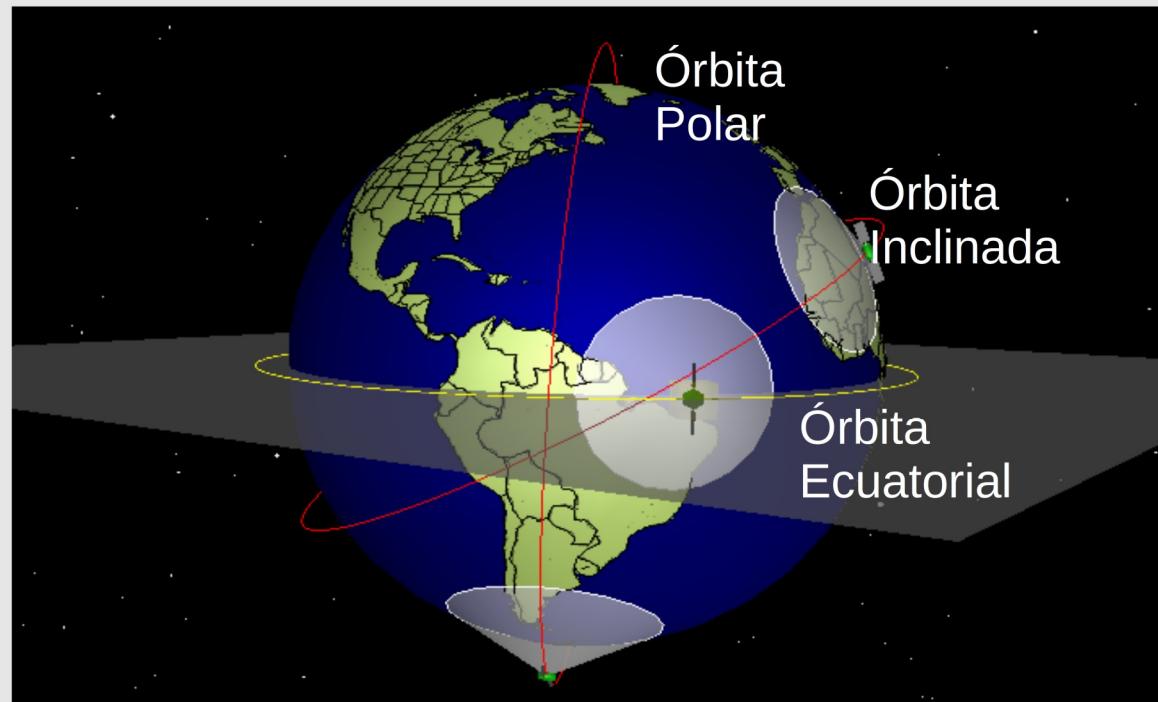


1.- **ITU:** International Telecommunication Union, es el organismo especializado en telecomunicaciones de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), encargado de regular las telecomunicaciones a nivel internacional entre los operadores públicos y privados de los países asociados.

Ecuatorial: Son aquellas órbitas que se encuentran en el mismo plano ecuatorial de la tierra. Los satélites GEO son los que más emplean este esquema de posicionamiento.

Polar: A las órbitas que pasan “cerca” de los polos ($\pm 10^\circ$) se les denomina órbita polar. Un caso especial, que mantiene 8° de inclinación sobre el eje polar y a una posición de 1000 Km de distancia a la superficie se le llama Helio-síncrona, donde un satélite en tal posición cruzara el ecuador a una latitud específica cada día a la misma hora².

Inclinada: Todas aquellas que no se encuentran en alguna de las clasificaciones anteriores.



² <https://marine.rutgers.edu/cool/education/class/paul/orbits2.html#2>