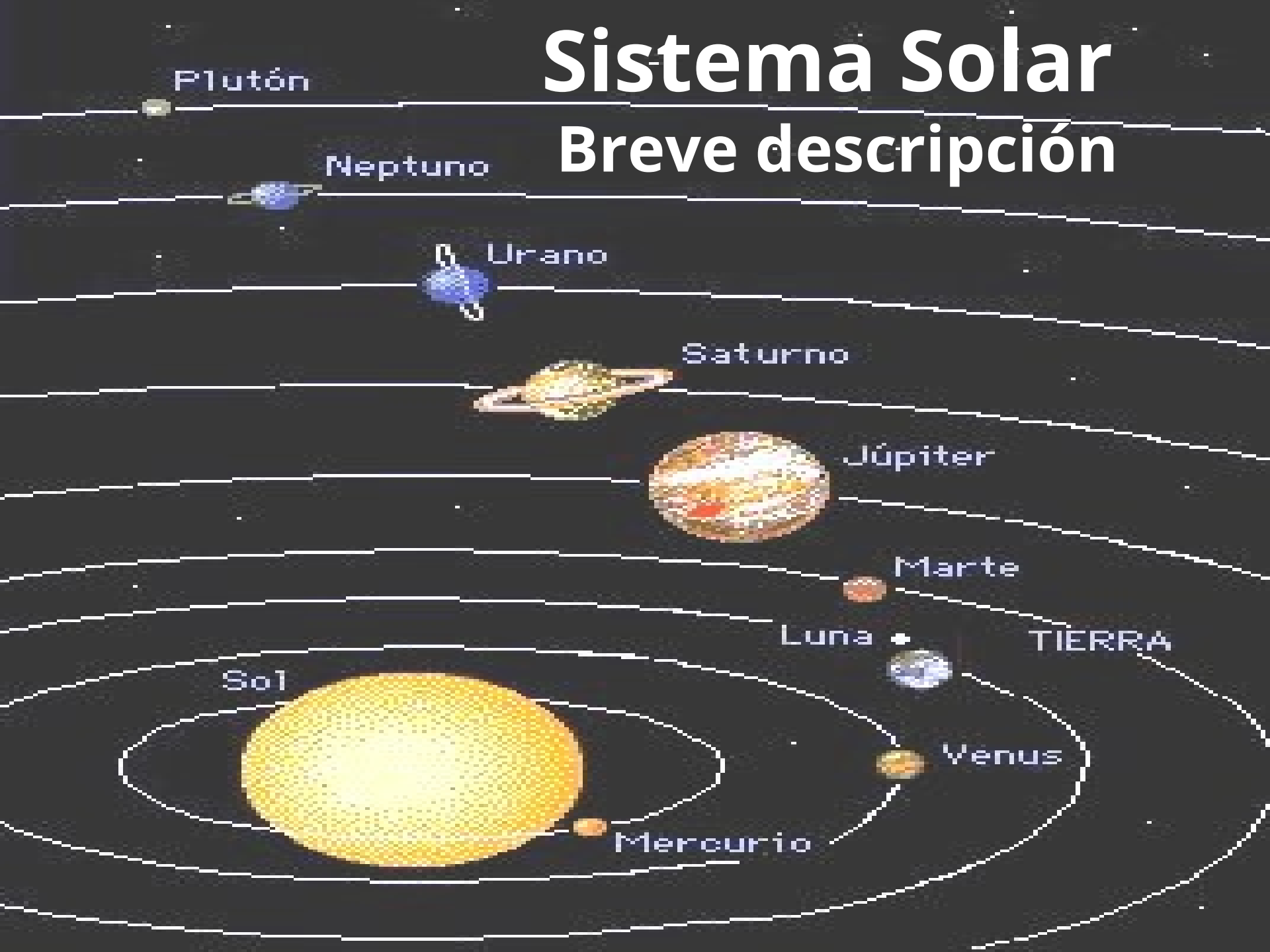
Sistema Solar

Breve descripción



composición

Sol=estrella

planetas

- planetas interiores o terrestres
  - Mercurio
  - Venus
  - Tierra
  - Marte
- planetas exteriores, gigantes o jovianos
  - Júpiter
  - Saturno
  - Urano
  - Neptuno

planetas enanos

- Ceres
- Plutón
- Haumea
- Makemake
- Eris

satélites: 285!! hasta ahora

cuerpos menores

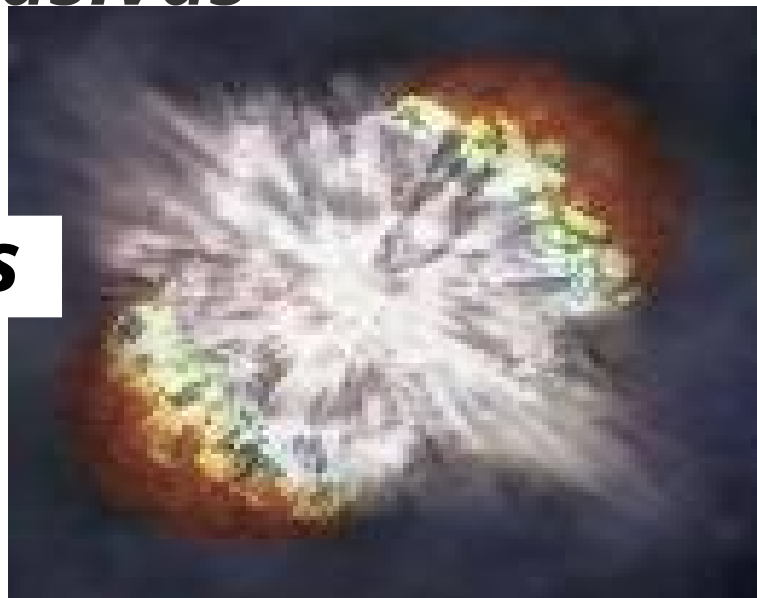
- asteroides
- cometas
- meteoritos

origen del Sistema Solar

1) nube molecular: gas (H, He) a baja temperatura y alta densidad

2) fragmentación de la nube

3) formación de estrellas masivas



4) supernovas

⬇

enriquecimiento del medio interestelar

5) nebulosa solar: gas (H, He***, metales), hielo (agua,*** H_2O***, amoníaco,*** NH_3***, y metano,*** CH_4***), polvo (silicatos)***

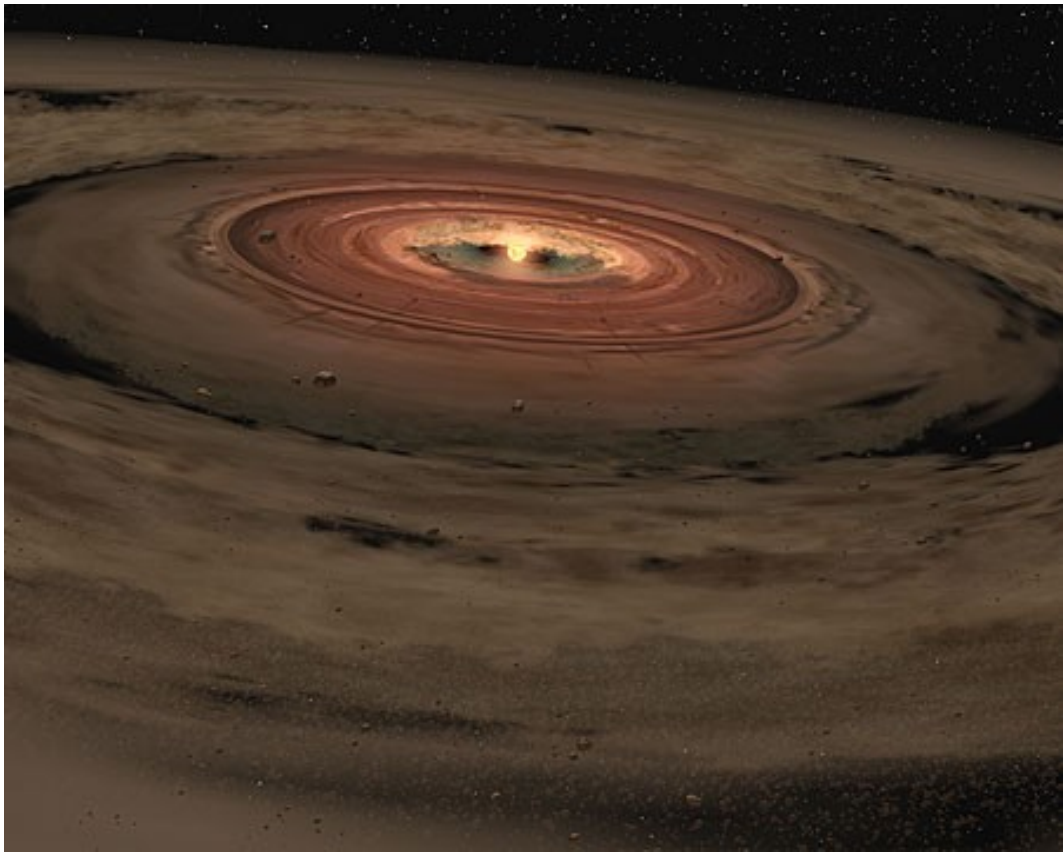
6) contracción de la nebulosa aumento de la presión y la temperatura: Protosol

7) contracción + rotación

↓

disco rotante con temperatura decre-ciente hacia afuera

8) formación de los planetas:
todas las órbitas en el mismo plano y el mismo sentido de recorrido



planetas interiores o terrestres

a) alta temperatura central en el disco:

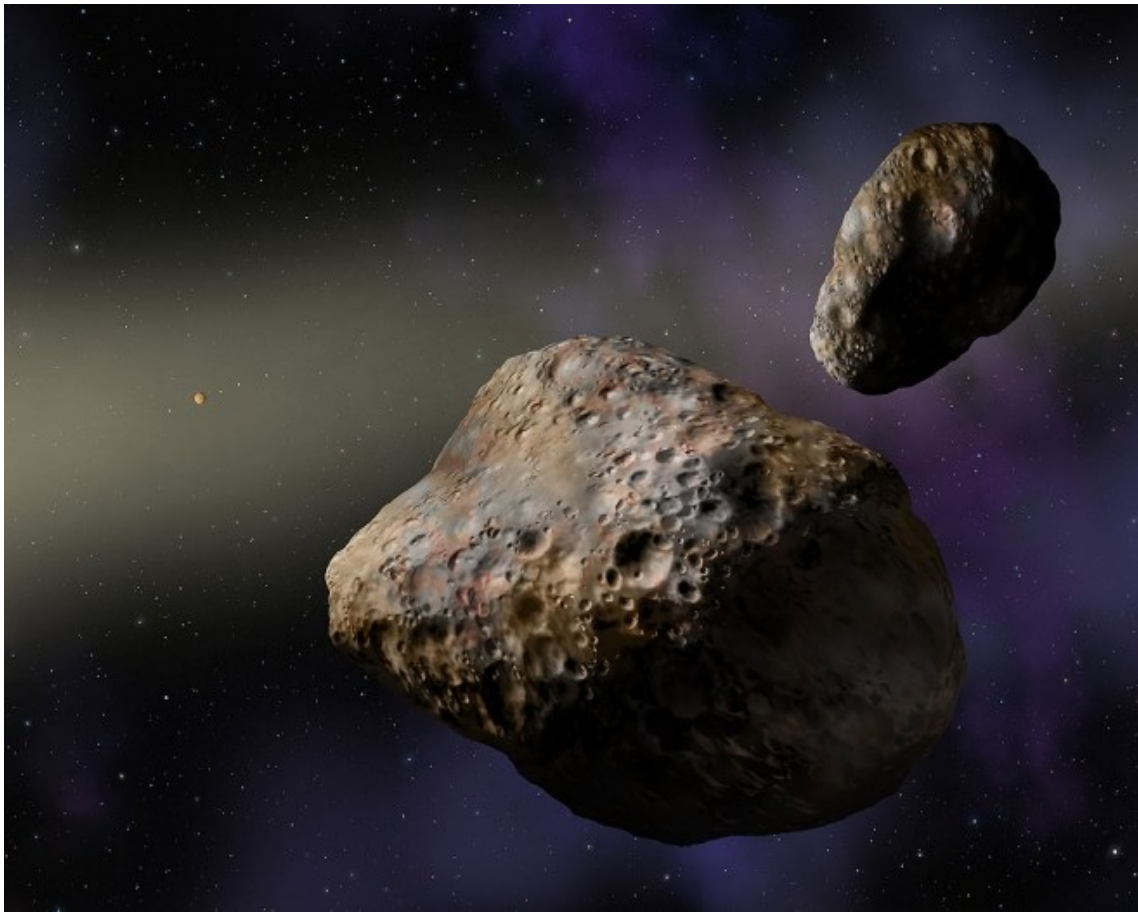
↓

- alejamiento de los elementos más livianos
- vaporización de los hielos

b) colisión y ensamble de partículas rocosas y polvo

↓

planetesimales (1-100km)



c) colisión y ensamble de planetesimales

↓

protoplanetas

c) proceso de acreción: 100 ma

↓

planetas rocosos

planetas exteriores gigantes o jovianos

a) baja temperatura en las afueras del disco: elementos livianos y hielo

b) colisión y ensamble de partículas rocosas y polvo: planetesimales

c) gran acreción de gas

d) colisión y ensamble de planetesimales: protoplanetas

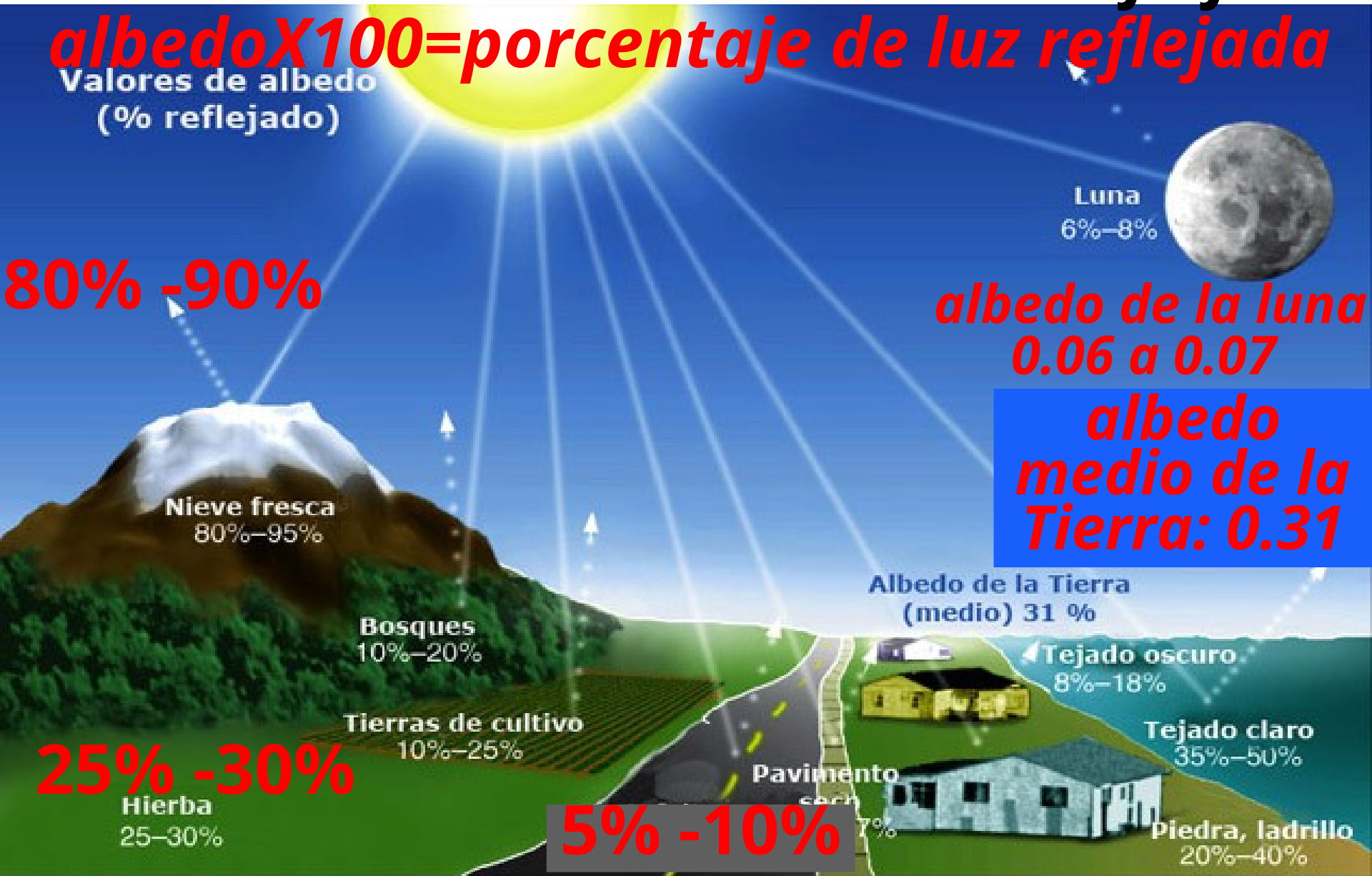
e) envoltura gaseosa muy extendida

f) proceso de acreción por 100 ma: planetas gigantes

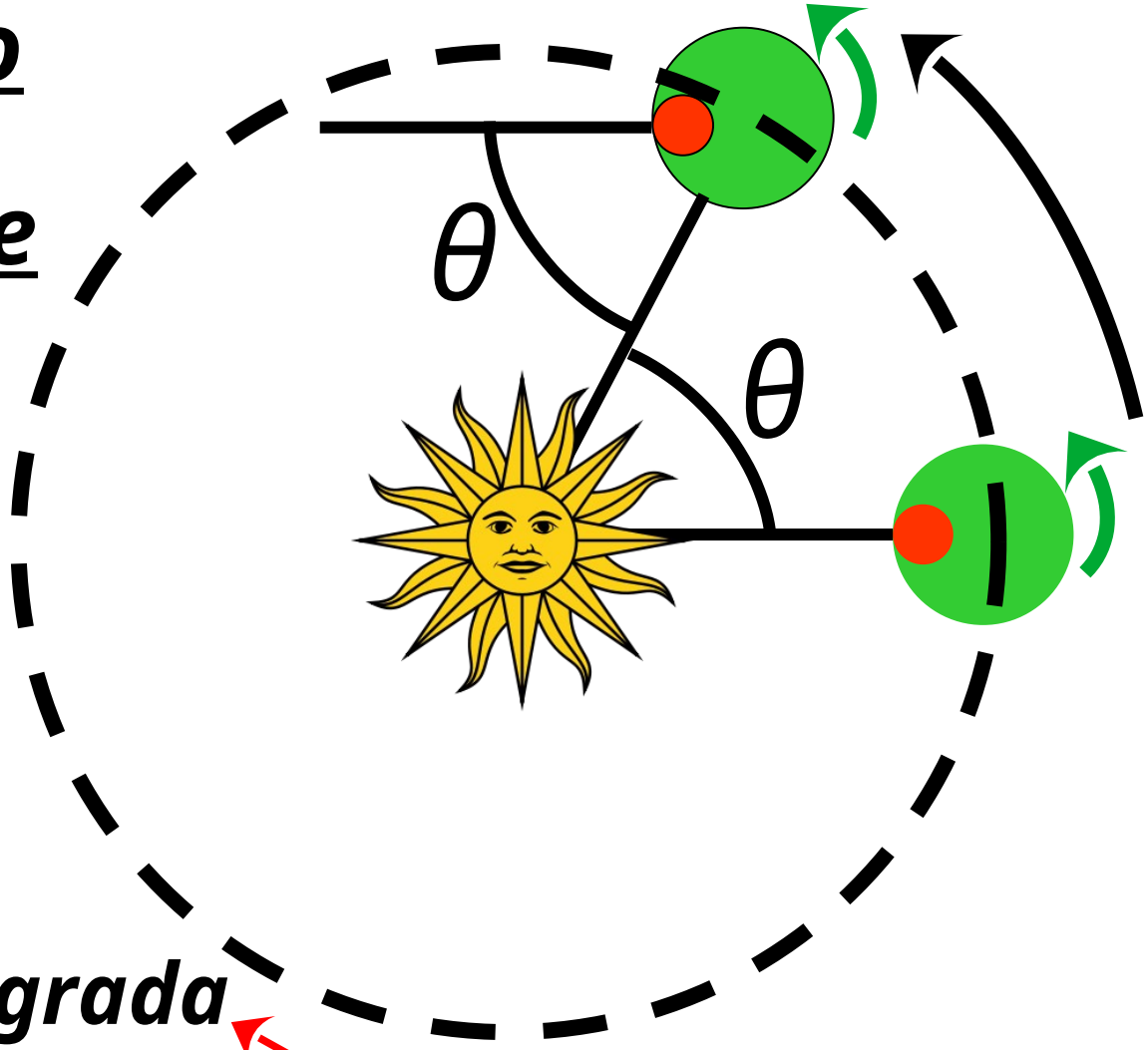
g) enfriamiento de la envoltura gaseosa: anillos y satélites

albedo: $0 \leq albedo \leq 1$

da cuenta de la cantidad de luz reflejada



período sidéreo de rotación vs período solar de rotación



rotación retrógrada

$$\frac{1}{Per.sol.rot} = \left| \frac{1}{Per.sid.rot} \pm \frac{1}{Per.sid.trasl} \right|$$

rotación directa

diferenciación

proceso por el cual los planetas y otros cuerpos celestes, como satélites y asteroides, adquieren una estructura de capas formadas por distintos elementos y con propiedades físicas diferentes

la diferenciación produce que los elementos más pesados se hundan y los más livianos permanezcan en la superficie

sólo es posible si el cuerpo estuvo en estado fluido debido a las altas temperaturas alcanzadas

↓

depende de la masa del cuerpo

todos los planetas del Sistema Solar han sufrido diferenciación y presentan una estructura en capas: corazón, manto y corteza

planetas interiores o terrestres

1. superficie sólida
   - movimiento de placas tectónicas
   - vulcanismo
   - impacto
   - atmósfera: lluvias, vientos

2. atmósfera

   2a. formación: colisiones con objetos de las afueras del Sistema Solar (adquisición y pérdida)

   2b. preservación: gravedad (masa), temperatura (cercanía al sol)

   2c. composición y estado: temperatura (cercanía al sol)

Mercurio

d☼=0.387UA

R=0.382 Rt

número de satélites=0

per. sid. de revolución: 88d

per. sid. de rotación: 58,7d

per. solar de rotación: 176d

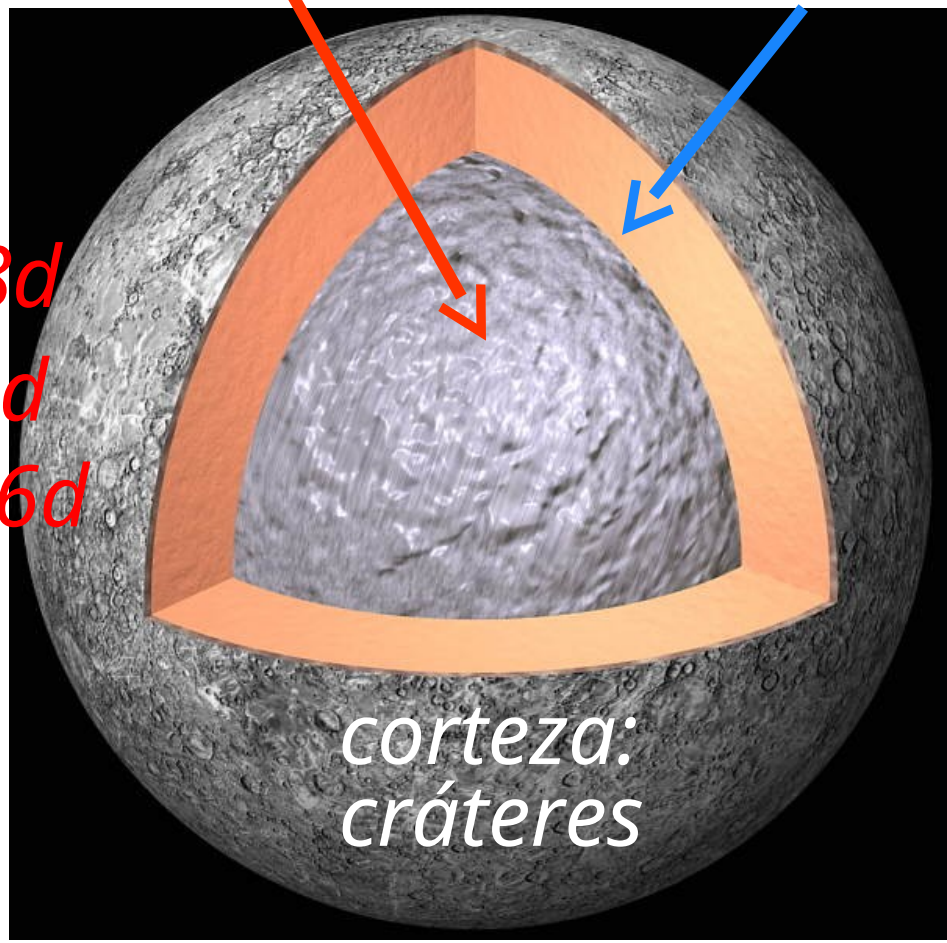
albedo=0.06

atmósfera=no posee

e=0.206

inclinación de la órbita respecto a la eclíptica: 7°

inclinación del ecuador respecto a la órbita: 2°



Venus

d☼=0.723UA

R=0.949 Rt

número de satélites=0

per. sid. de revolución: 224.7d

per. sid. de rotación: 243d

retrógado!

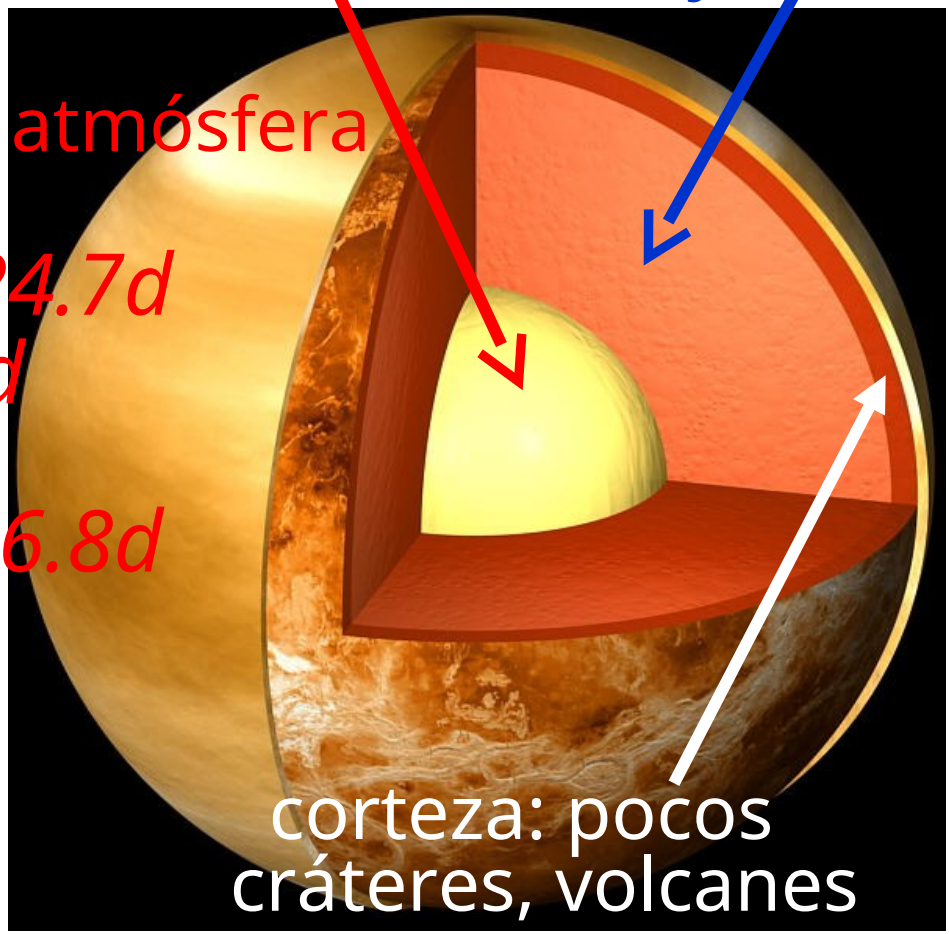
per. solar de rotación: 116.8d

albedo: 0.76

atmósfera: CO_2 y nubes de ácido sulfúrico

efecto invernadero:

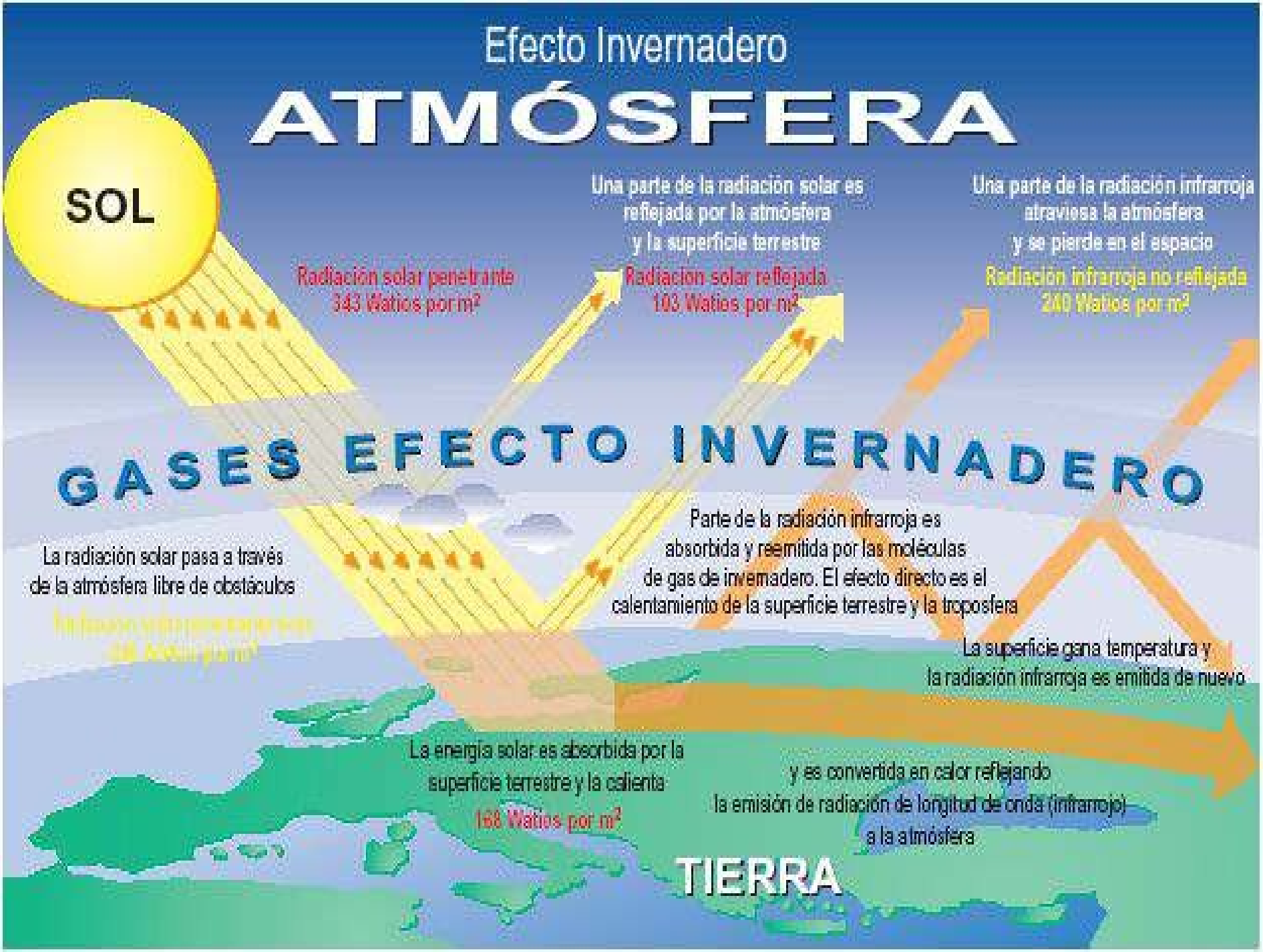
temperaturas mayores que en Mercurio



e=0.007

inclinación de la órbita respecto a la eclíptica: 3.4º

inclinación del ecuador respecto a la órbita: 177.3º


Efecto Invernadero
ATMÓSFERA
SOL
Una parte de la radiación solar es reflejada por la atmósfera y la superficie terrestre
Radiación solar reflejada 103 Watios por m²
Una parte de la radiación infrarroja atraviesa la atmósfera y se pierde en el espacio
Radiación infrarroja no reflejada 240 Watios por m²
Radiación solar penetrante 343 Watios por m²
GASES EFECTO INVERNADERO
La radiación solar pasa a través de la atmósfera libre de obstáculos
Parte de la radiación infrarroja es absorbida y reemitida por las moléculas de gas de invernadero. El efecto directo es el calentamiento de la superficie terrestre y la troposfera
La superficie gana temperatura y la radiación infrarroja es emitida de nuevo
La energía solar es absorbida por la superficie terrestre y la calienta
168 Watios por m²
y es convertida en calor reflejando la emisión de radiación de longitud de onda (infrarrojo) a la atmósfera
TIERRA

Tierra

d☼=1UA=150000000km

R=1Rt=6378km

número de satélites=1

per. sid. de revolución: 365.25d

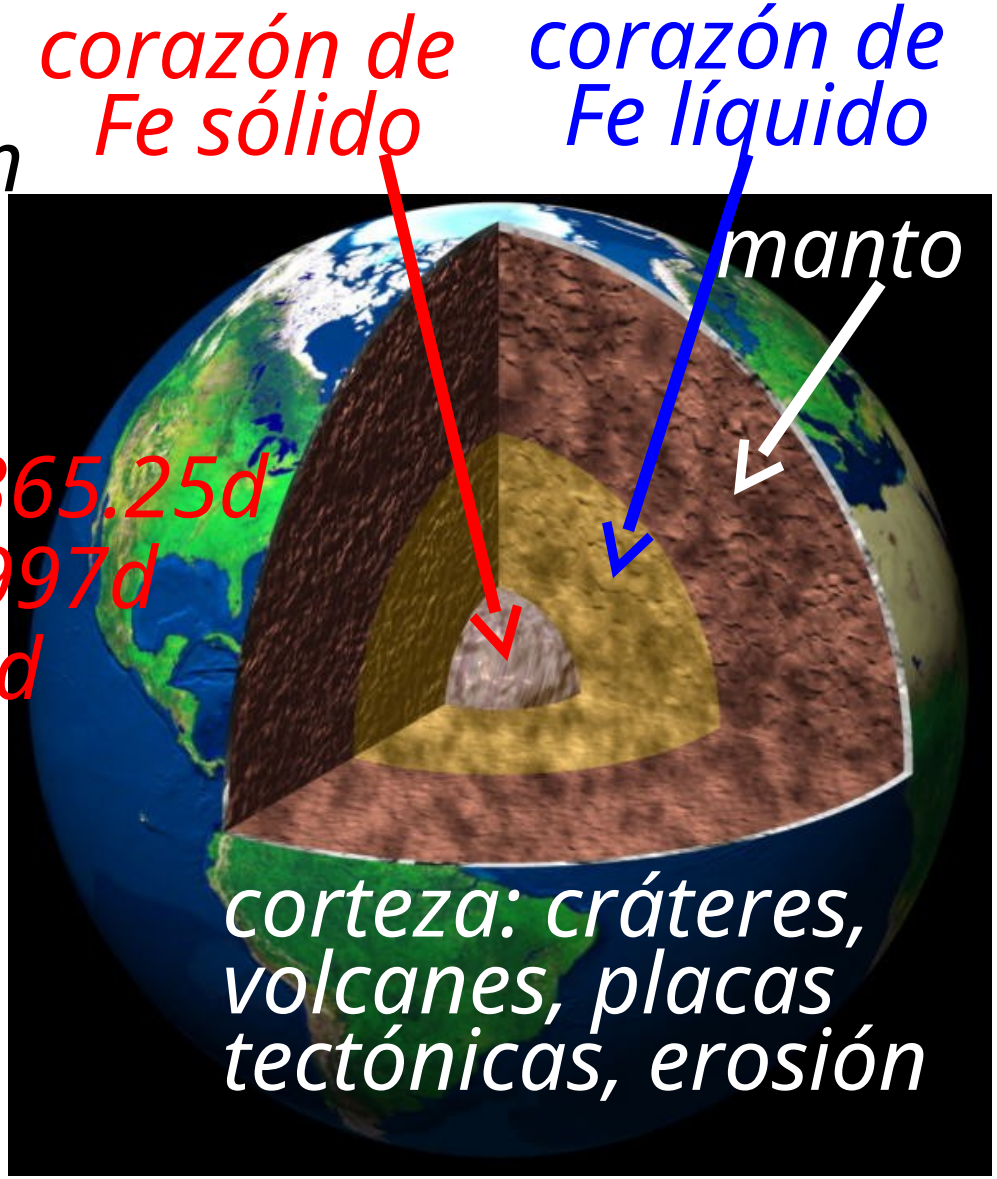
per. sid. de rotación: 0.997d

per. solar de rotación: 1d

albedo=0.31

atmósfera: nitrógeno, oxígeno

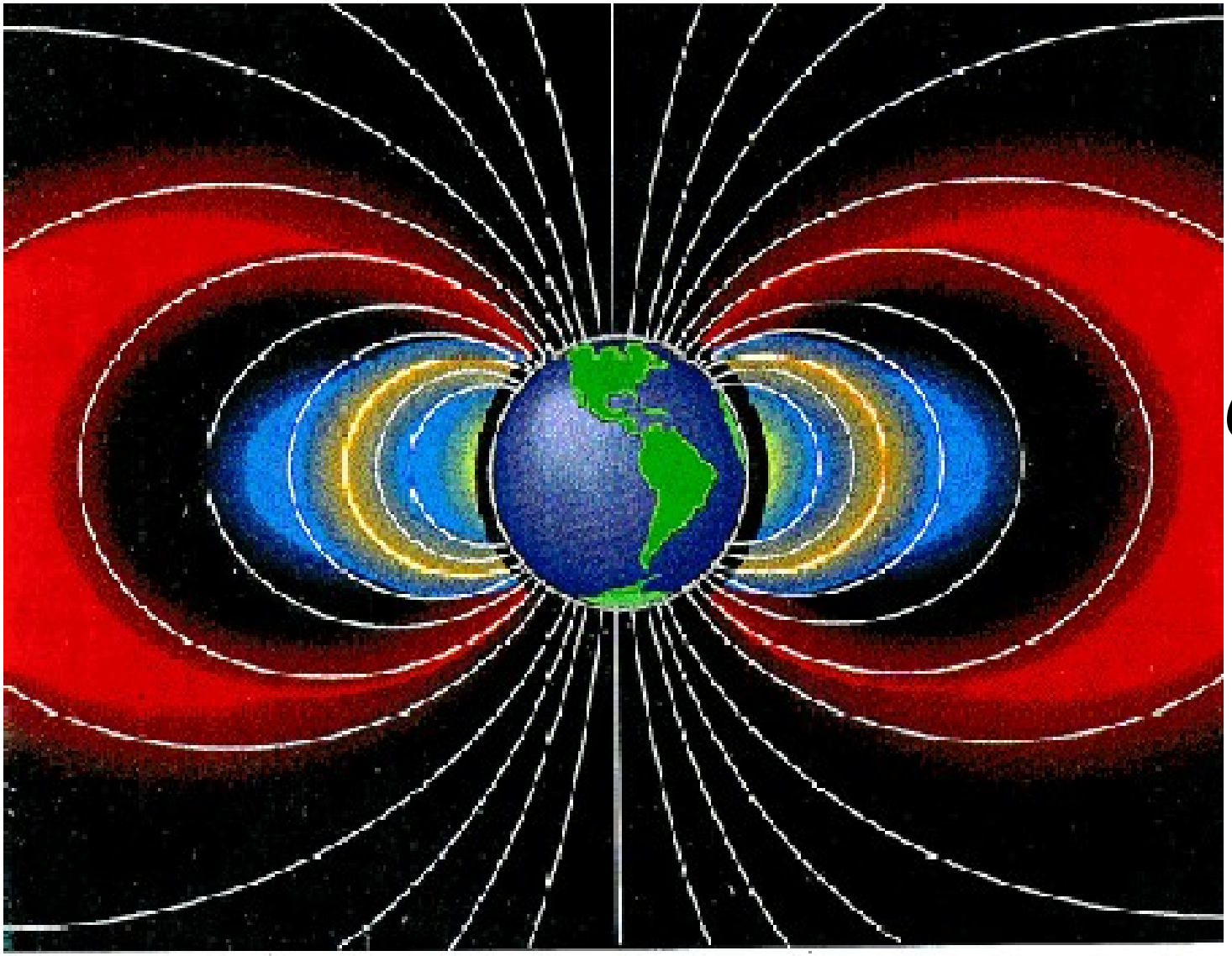
e=0.017



inclinación de la órbita respecto a la eclíptica: 0º

inclinación del ecuador respecto a la órbita: 23,5º

Fe líquido + rotación → corrientes eléctricas



↓

campo magnético

↓

Cinturones de Van Allen

↓

auroras boreales y australes

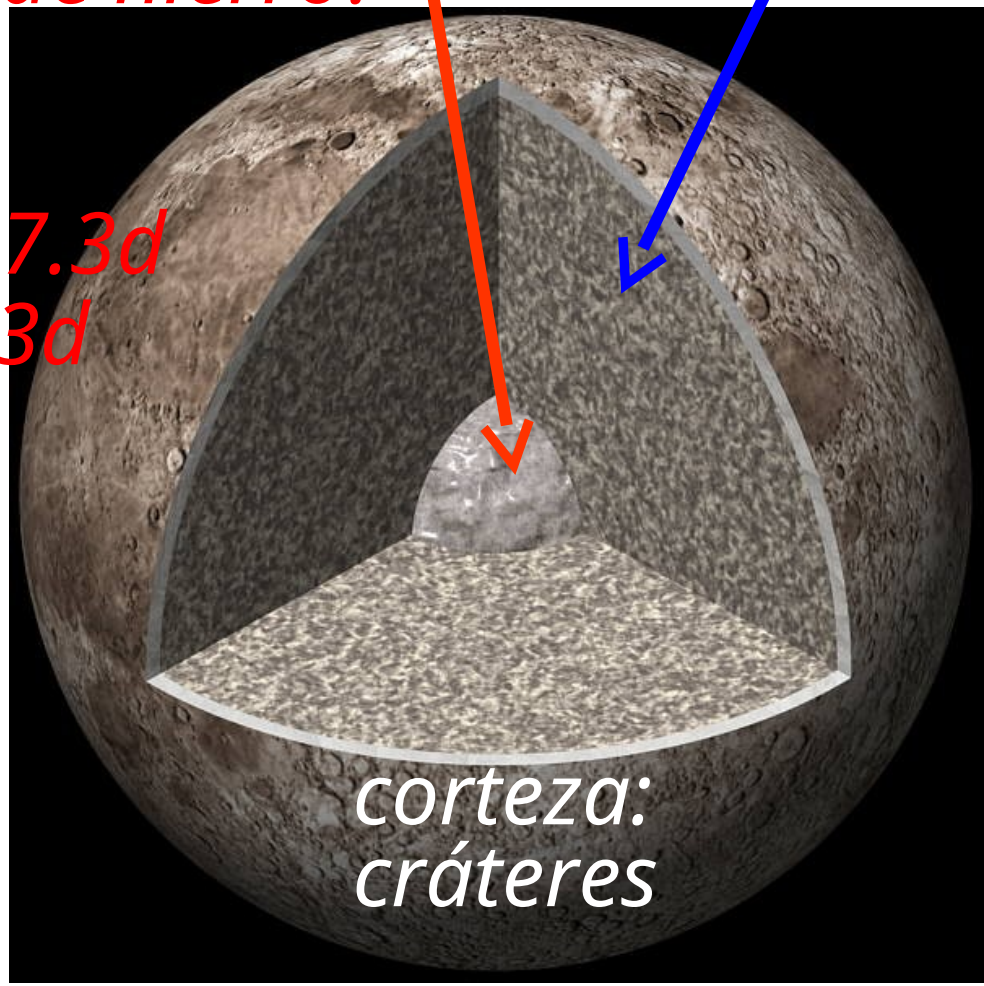
aurora boreal
Visit Finland Image Bank

Luna

dt=384600km
R=0.272 Rt=1738km

per. sid. de revolución=27.3d
per. sid. de rotación=27.3d
per. sinód.=29.5d

albedo=0.07
atmósfera=no posee



e=0.055
inclinación de la órbita respecto a la eclíptica: 5° 9'
inclinación del ecuador respecto a la órbita: 6.68°

Marte

d☼=1.52UA

R=0.532Rt

número de satélites=2, Deimos y Phobos

per. sid. de revolución=687d

per. sid. de rotación=1.026d

per. solar de rotación=1.027d

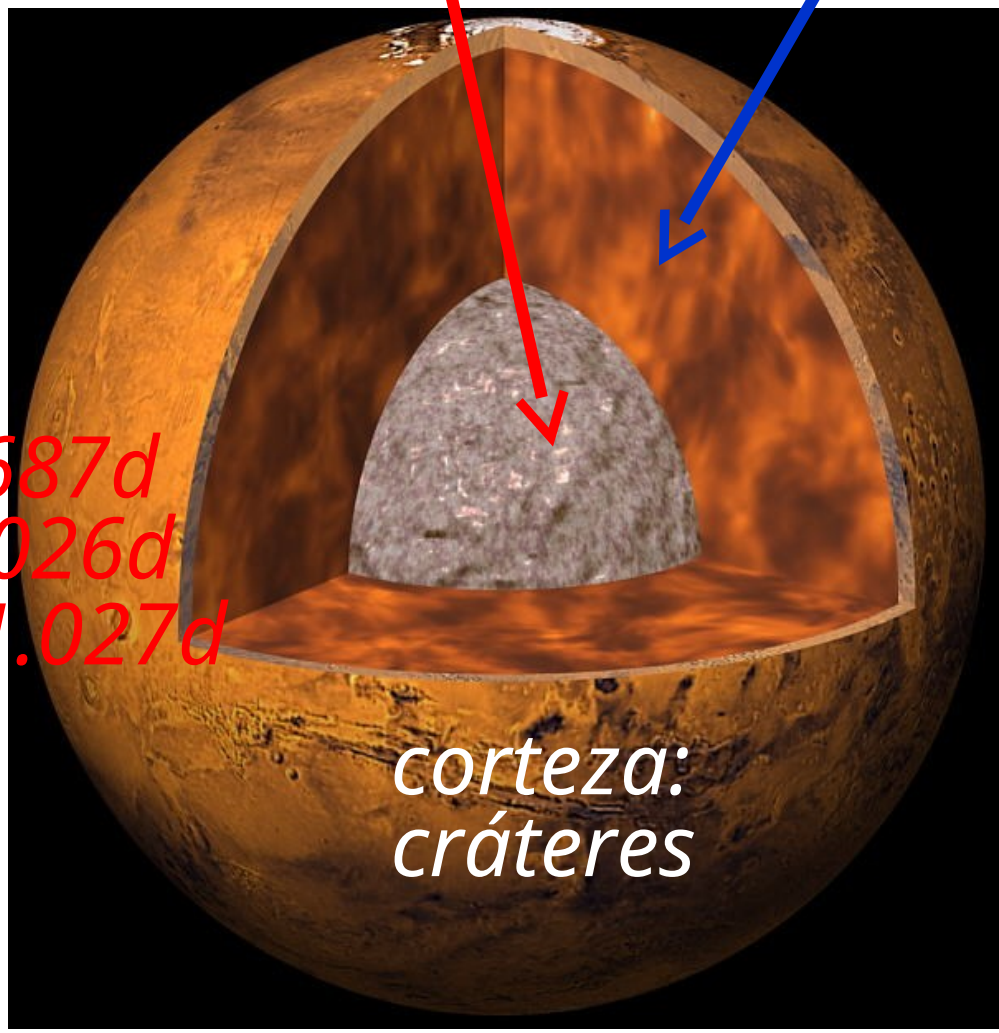
albedo=0.16

atmósfera=muy tenue, dióxido de carbono

e=0.093

inclinación de la órbita respecto a la eclíptica: 1.85°

inclinación del ecuador respecto a la órbita: 25° 19'



Deimos
Fobos
planetesimales capturados
ambos en rotación sincrónica

planetas exteriores gigantes o jovianos

material del que se formaron

74% hidrógeno (H)

24% helio (He)

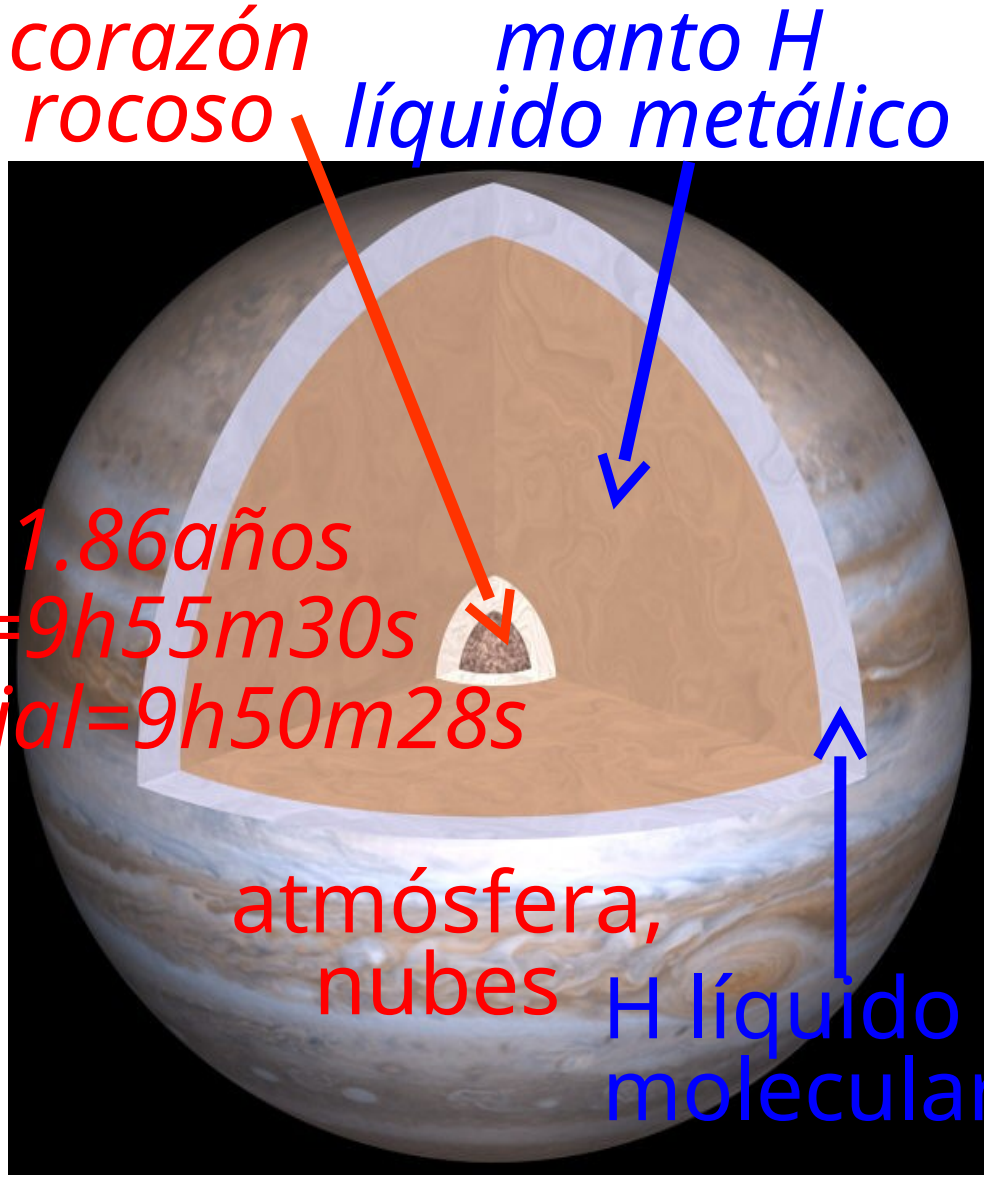
2% otros

combinan con H

- **carbono** (C) → **metano** (CH_4)
- **nitrógeno** (N) → **amoníaco** (NH_3)
- **oxígeno** (O) → **agua** (H_2O)
- **silicatos = rocas**
- C + O
  - **monóxido de carbono** (CO)
  - **dióxido de carbono** (CO_2)

Júpiter

d☼=5.2UA
R=11.2Rt
número de satélites=95
y 3 anillos
per. sid. de revolución=11.86años
per. de rotación interna=9h55m30s
per. de rotación ecuatorial=9h50m28s
albedo=0.51
atmósfera= H, He
nubes=agua, azufre, amoníaco
e=0.048
inclinación de la órbita respecto a la eclíptica: 1.85°
inclinación del ecuador respecto de la órbita:1.3°



Satélites Galileanos

Io, Europa, Ganímedes y Calisto

todos en rotación sincrónica: 1.8, 3.5, 7.2 y 16.7 d

estructura de las nubes de Júpiter

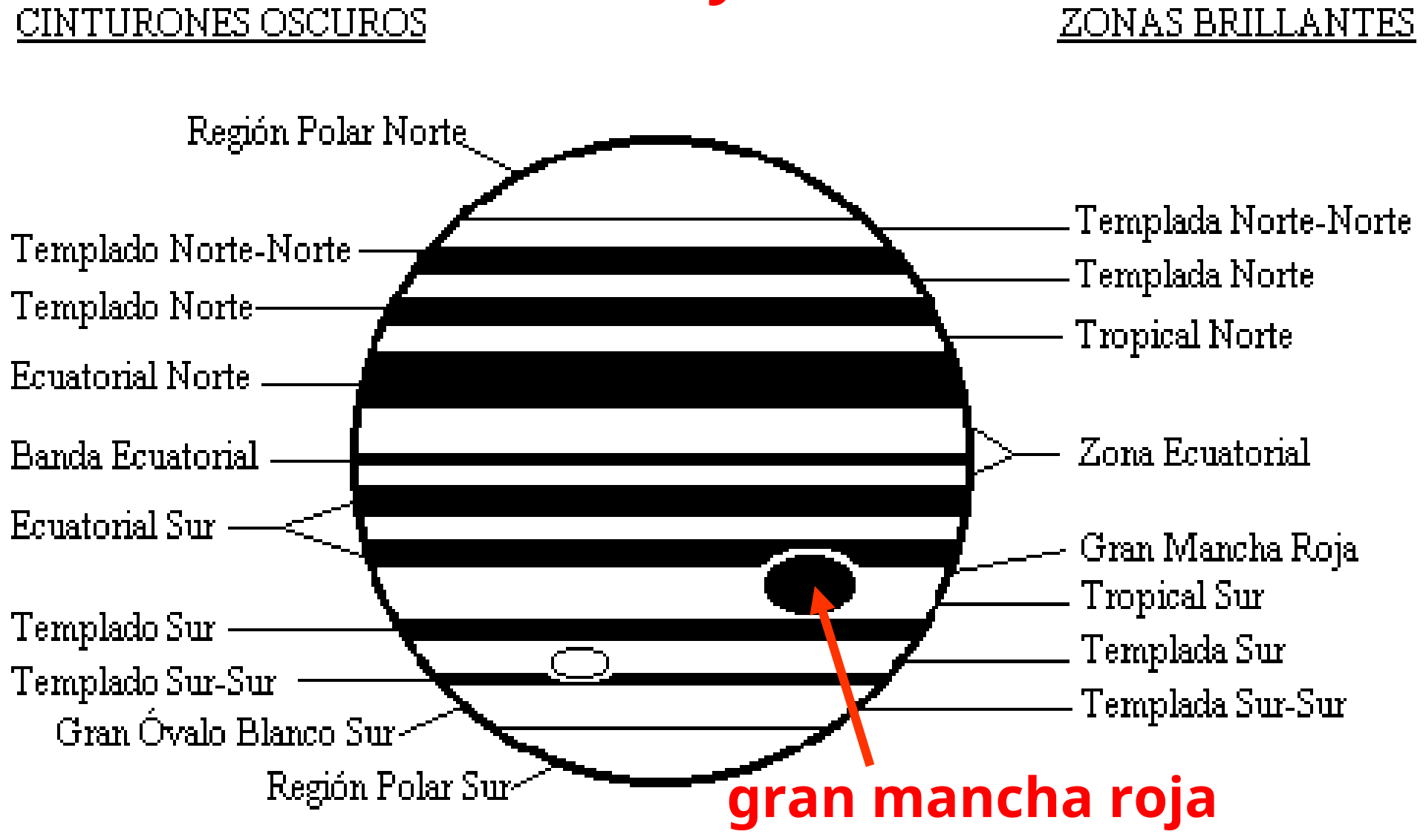
amoníaco, amoníaco y azufre, agua

Zonas: brillantes

Cinturones: oscuros

convección: movimientos ascendentes y descendentes + rotación

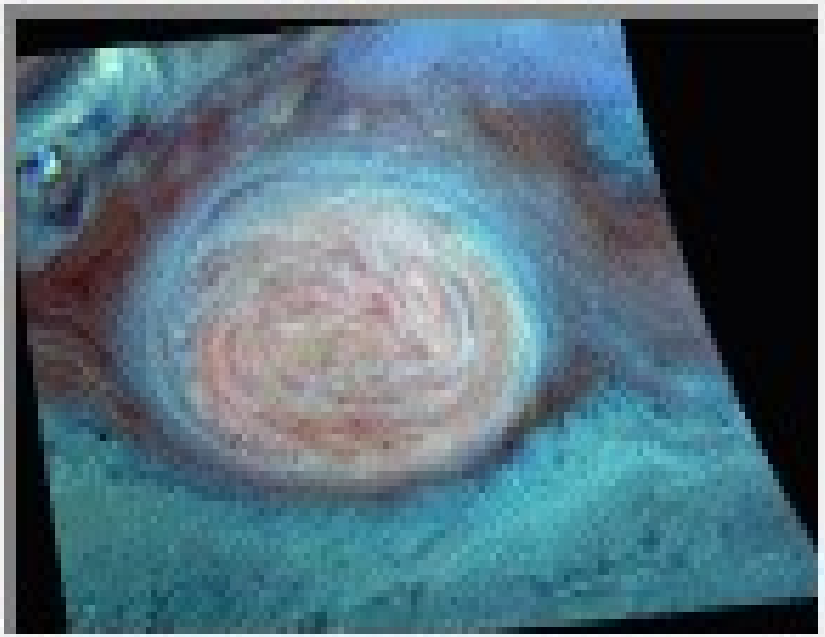
zonas brillantes y bandas oscuras



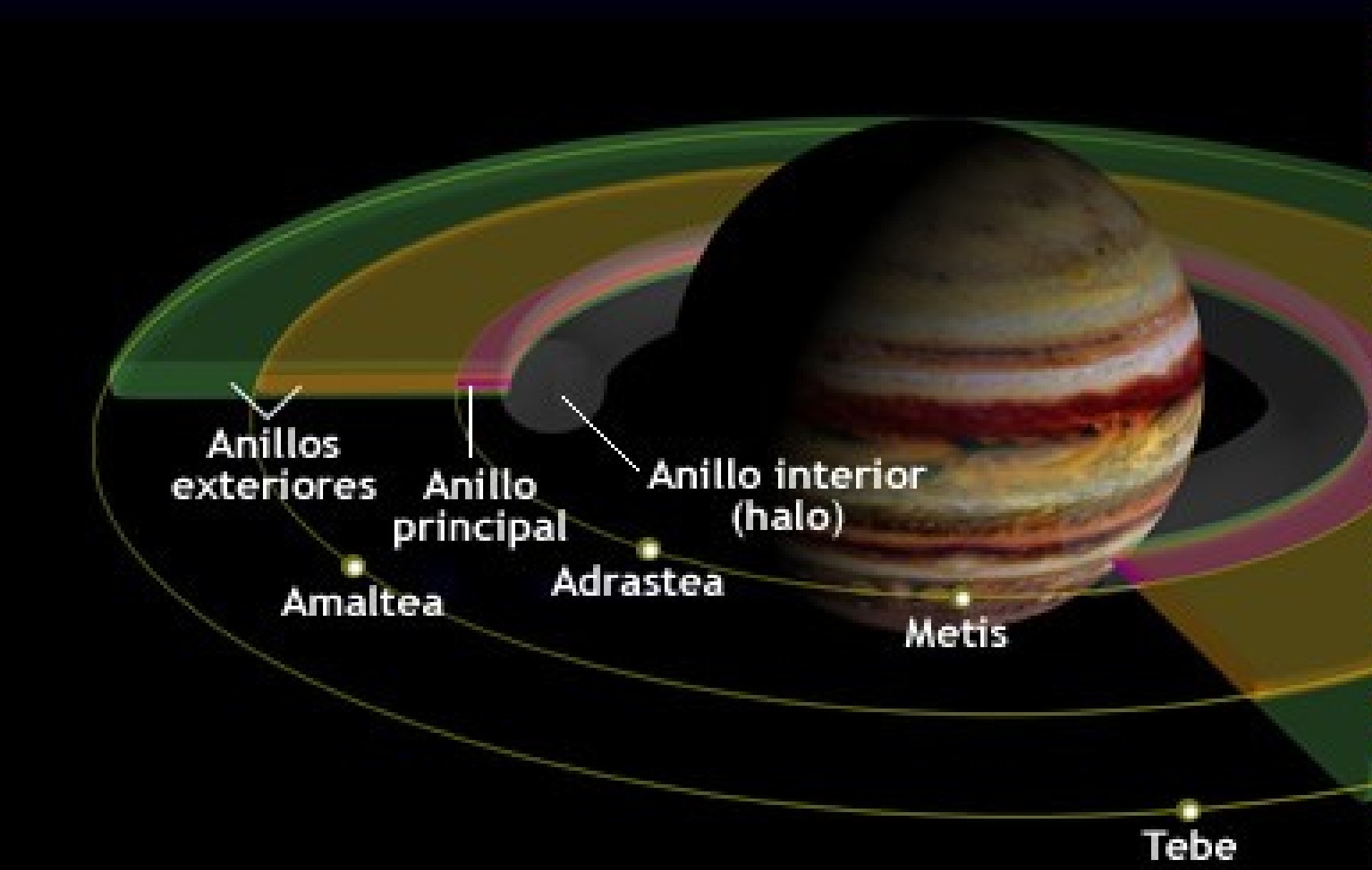
la gran mancha roja

gran tormenta!!!

perturbación atmosférica:
nubes girando en sentido antihorario (6 días) con velocidades de 400 km/h



anillos de Júpiter
ancho: 6500 km
espesor: 10 km



Esquema de la estructura del sistema de anillos de Júpiter

Saturno

$d_{\odot}$=9.53UA

R=9.45Rt

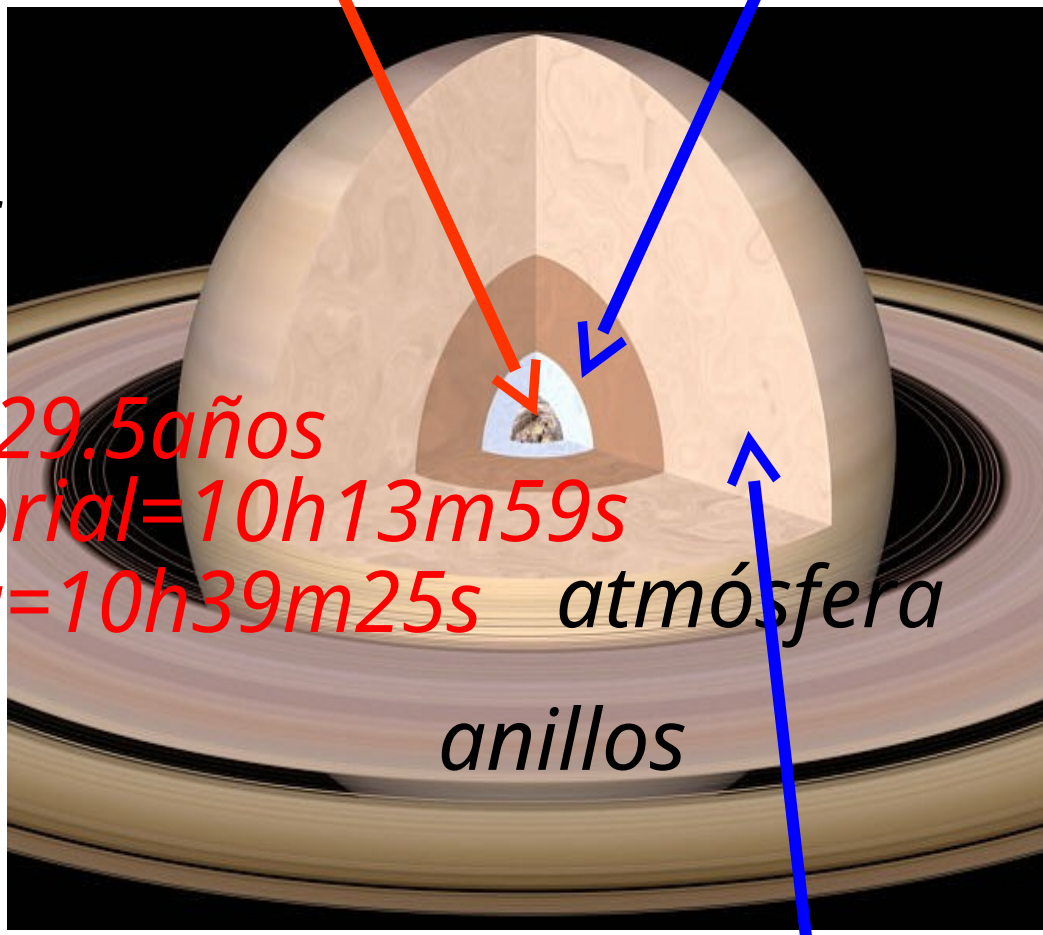
número de satélites=146
y 4 sistemas de anillos

per. sid. de revolución=29.5años
per. de rotación ecuatorial=10h13m59s
per. de rotación interna=10h39m25s

albedo=0.50

atmósfera= H, poco
He y metano

e=0.056



inclinación de la órbita respecto a la eclíptica: 2.5°
inclinación del ecuador respecto a la órbita: 26.73°

satélites de Saturno

Mimas, Encélado, Tetis, Dione, Rea, Titán, Hiperión, Japeto, Febe

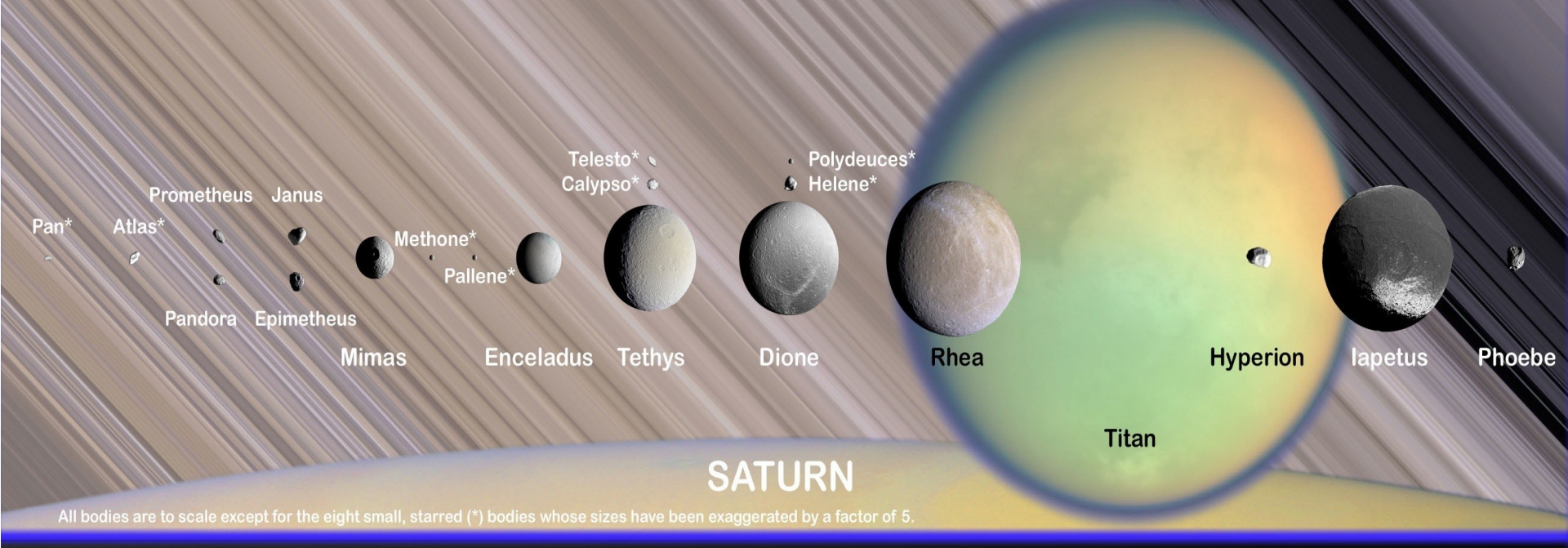
Titán
- **≃ del tamaño de Mercurio**
- **segundo en tamaño después de Ganímedes**
- **único satélite con espesa atmósfera**

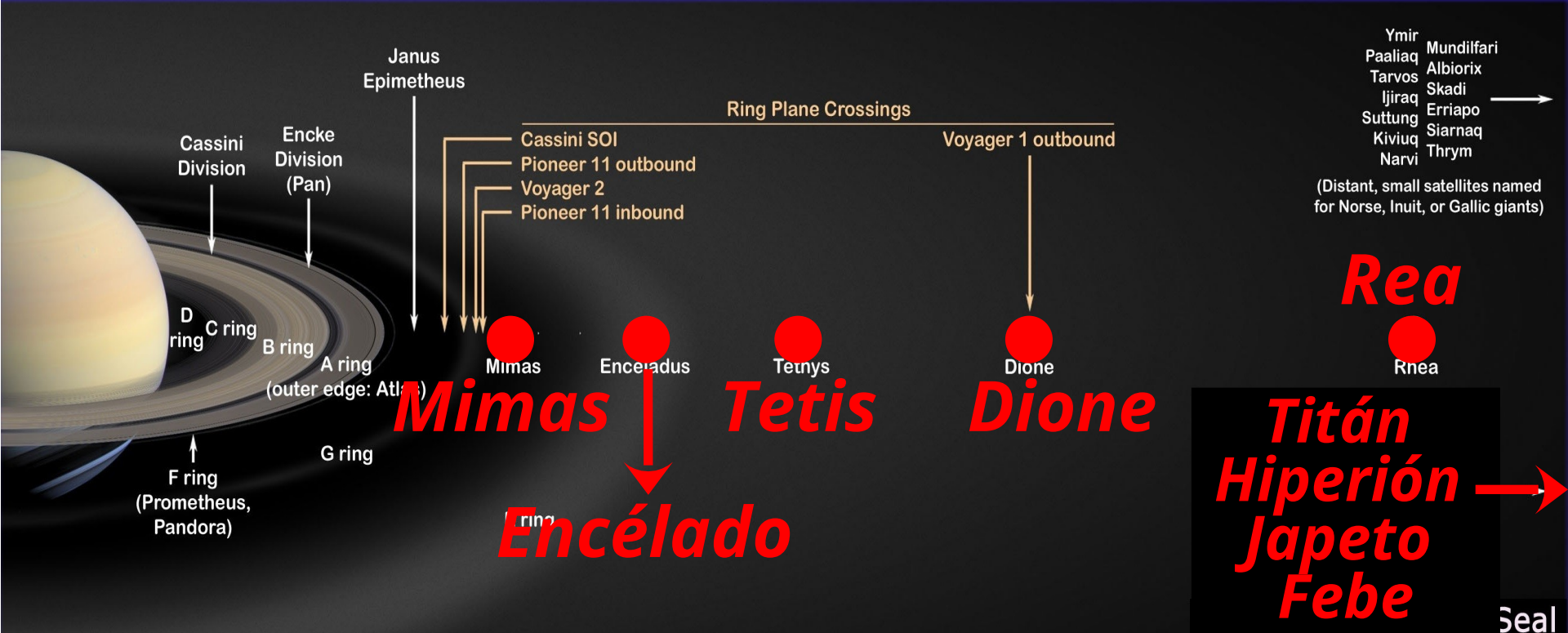
↓

90% nitrógeno, metano y otros compuestos de C e H (hidrocarburos)

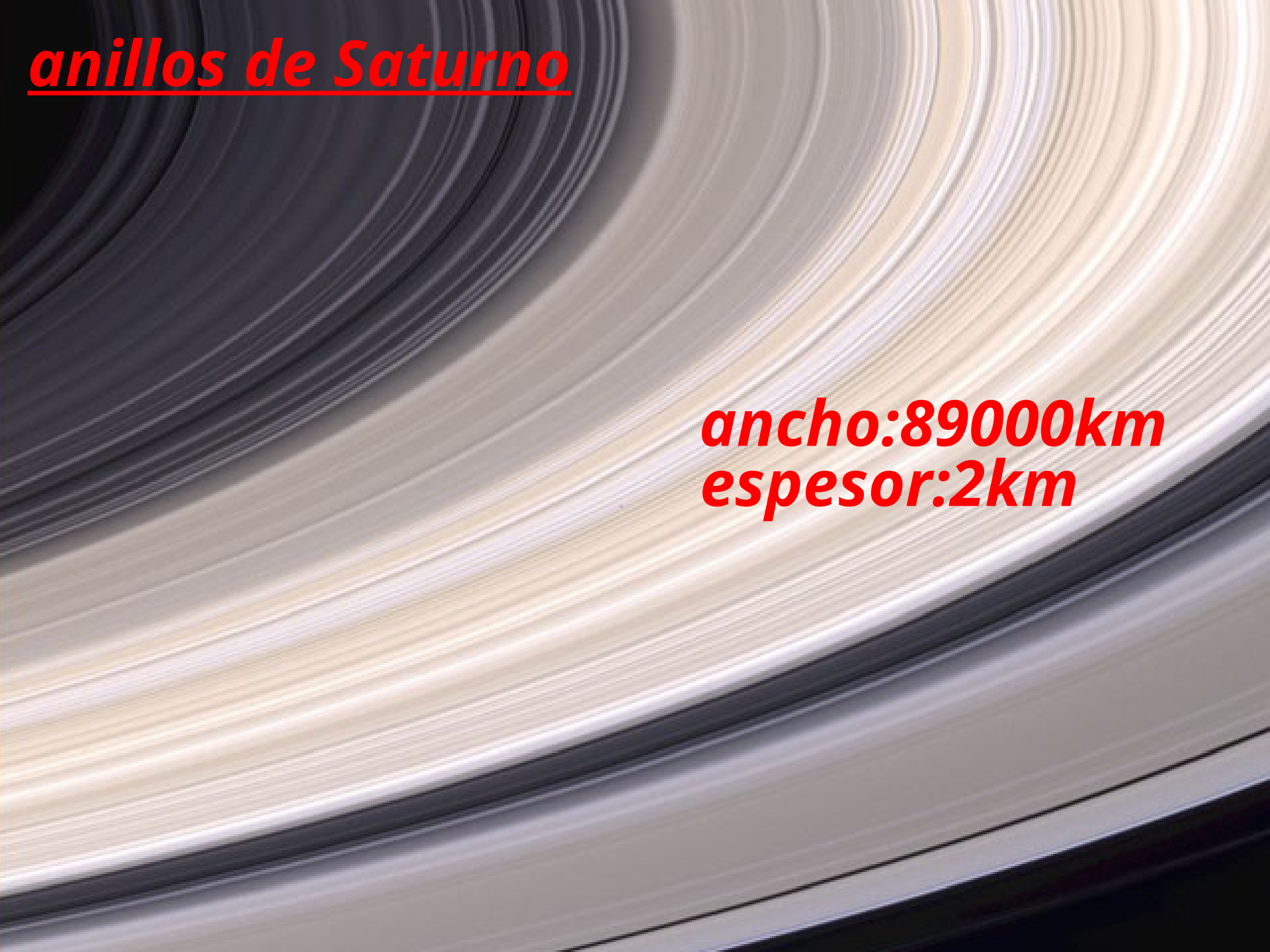
↓

posibles ríos de metano (CH_4) y etano (C_2H_6)


Pan*
Atlas*
Prometheus
Janus
Pandora
Epimetheus
Methone*
Pallene*
Telesto*
Calypso*
Polydeuces*
Helene*
Mimas
Enceladus
Tethys
Dione
Rhea
Titan
Hyperion
Iapetus
Phoebe
SATURN
All bodies are to scale except for the eight small, starred (*) bodies whose sizes have been exaggerated by a factor of 5.

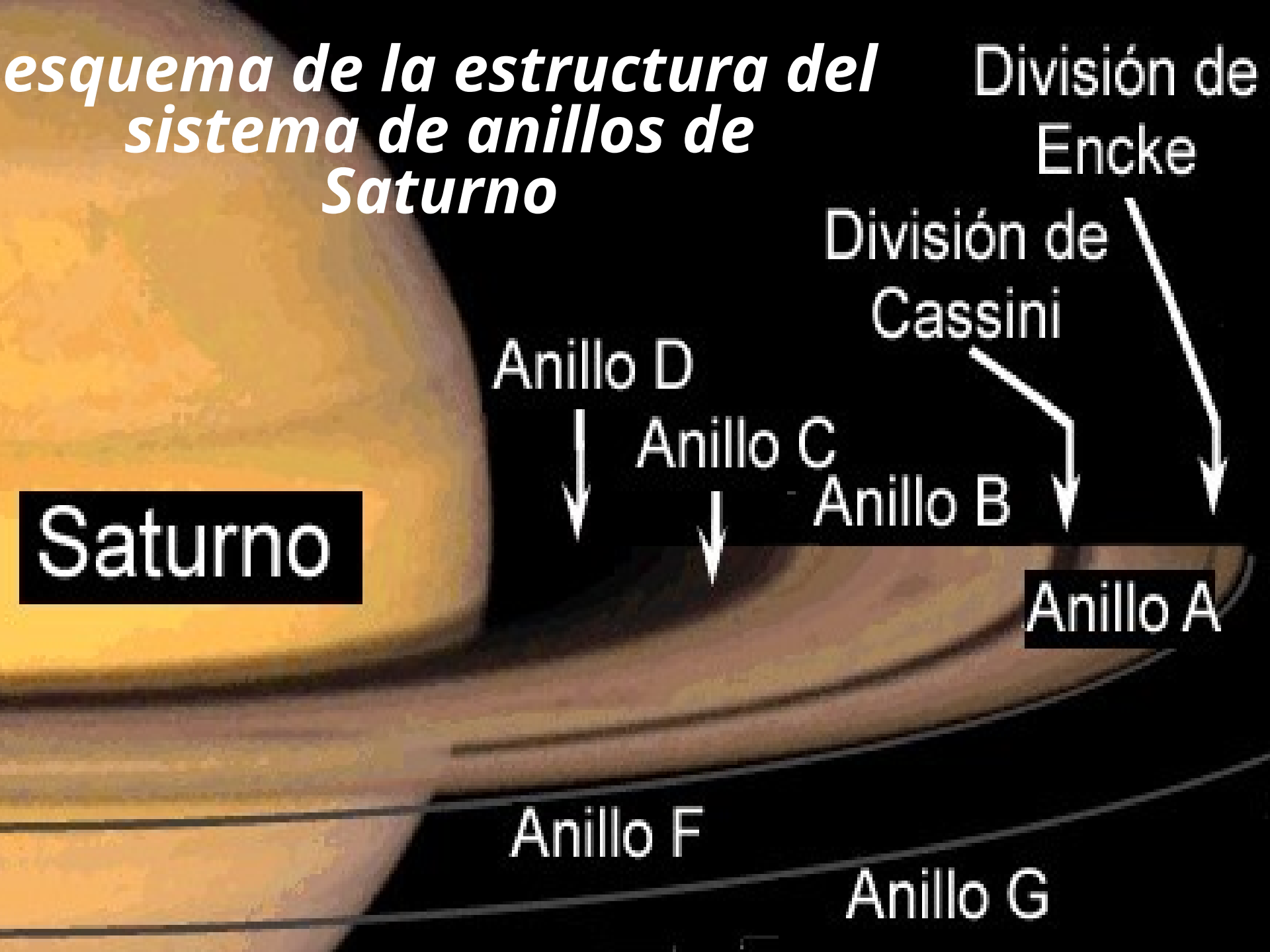

Janus
Epimetheus
Cassini Division
Encke Division (Pan)
Ring Plane Crossings
Cassini SOI
Pioneer 11 outbound
Voyager 2
Pioneer 11 inbound
Voyager 1 outbound
D ring
C ring
B ring
A ring
(outer edge: Atlas)
G ring
F ring (Prometheus, Pandora)
Mimas
Enceladus
Tethys
Dione
Rhea
Ymir
Paaliaq
Tarvos
Ijiraq
Suttung
Kiviuq
Narvi
Mundilfari
Albiorix
Skadi
Erriapo
Siarnaq
Thrym
(Distant, small satellites named for Norse, Inuit, or Gallic giants)
Mimas
Tetis
Dione
Rea
Encélado
Titán
Hiperión
Japeto
Febe

anillos de Saturno



ancho:89000km
espesor:2km

esquema de la estructura del sistema de anillos de Saturno



Urano

d☼=19.2UA

R=4.01Rt

número de satélites=27
y 9 anillos

per. sid. de revolución=84años

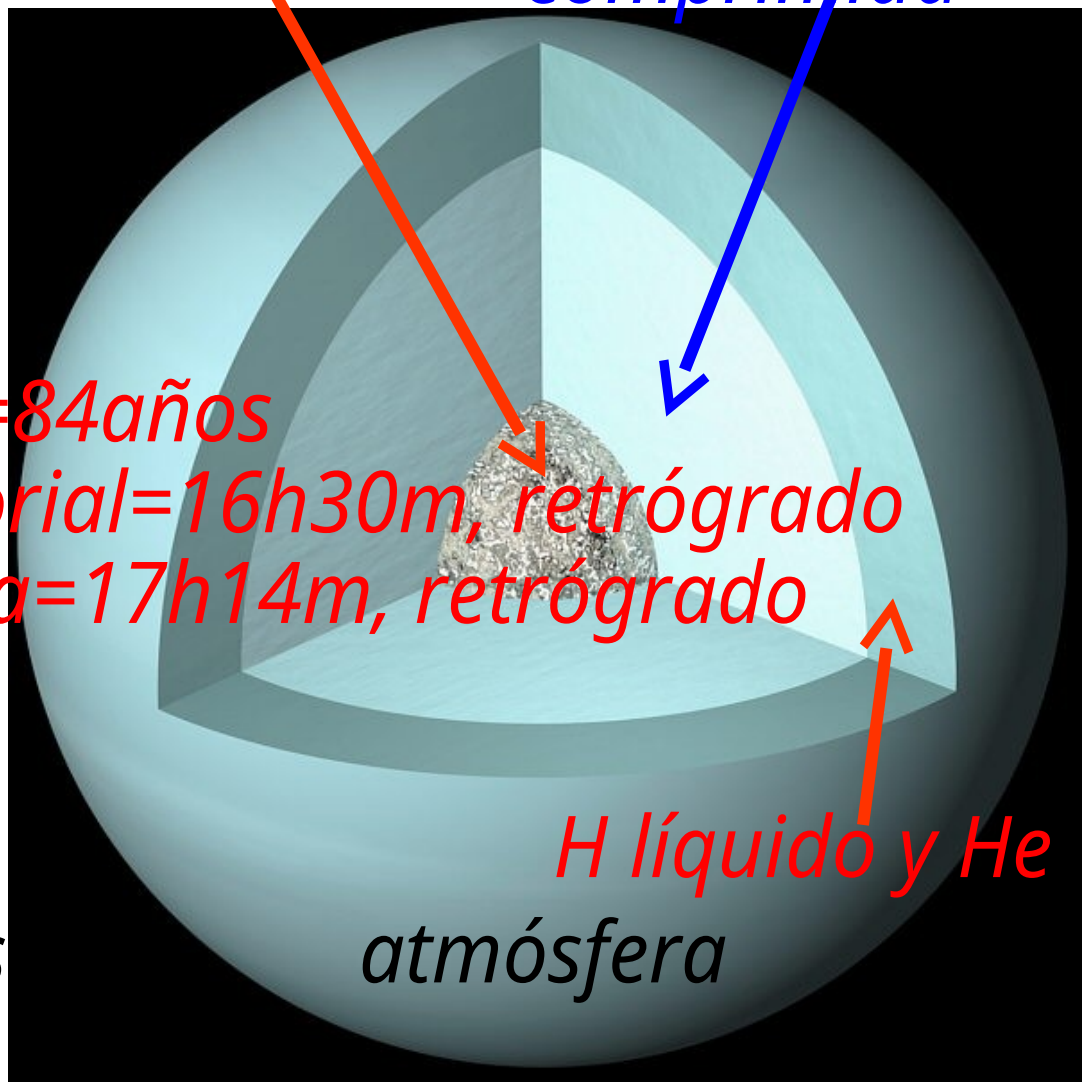
per. de rotación ecuatorial=16h30m, retrógrado

per. de rotación interna=17h14m, retrógrado

albedo=0.66

atmósfera=H y He,
nubes de metano y
agua formando bandas

e=0.047



inclinación de la órbita respecto a la eclíptica: 0.77°

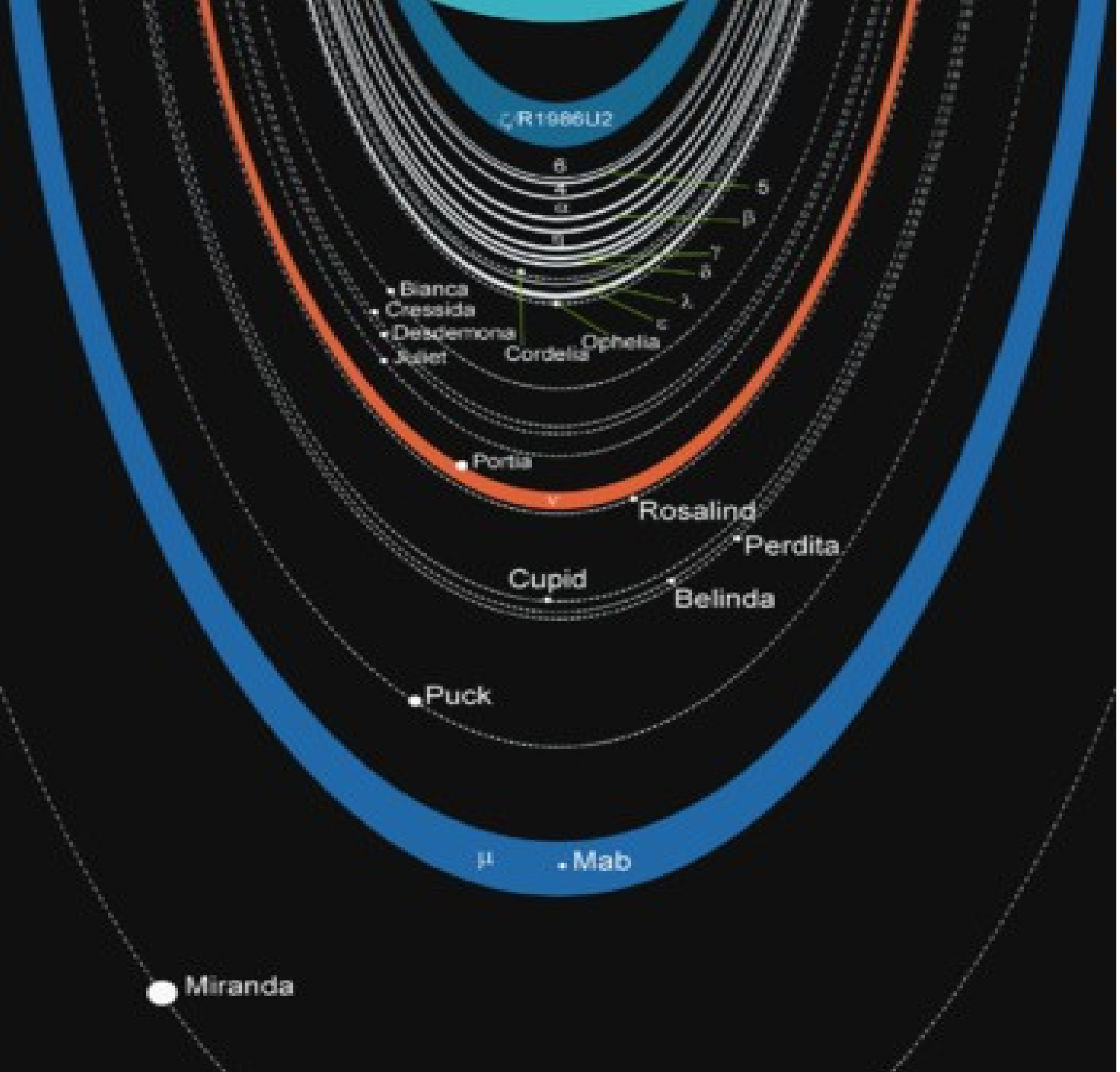
inclinación del ecuador respecto a la órbita: 97.86°

satélites y anillos de Urano

anillos muy poco brillantes: presencia de carbono

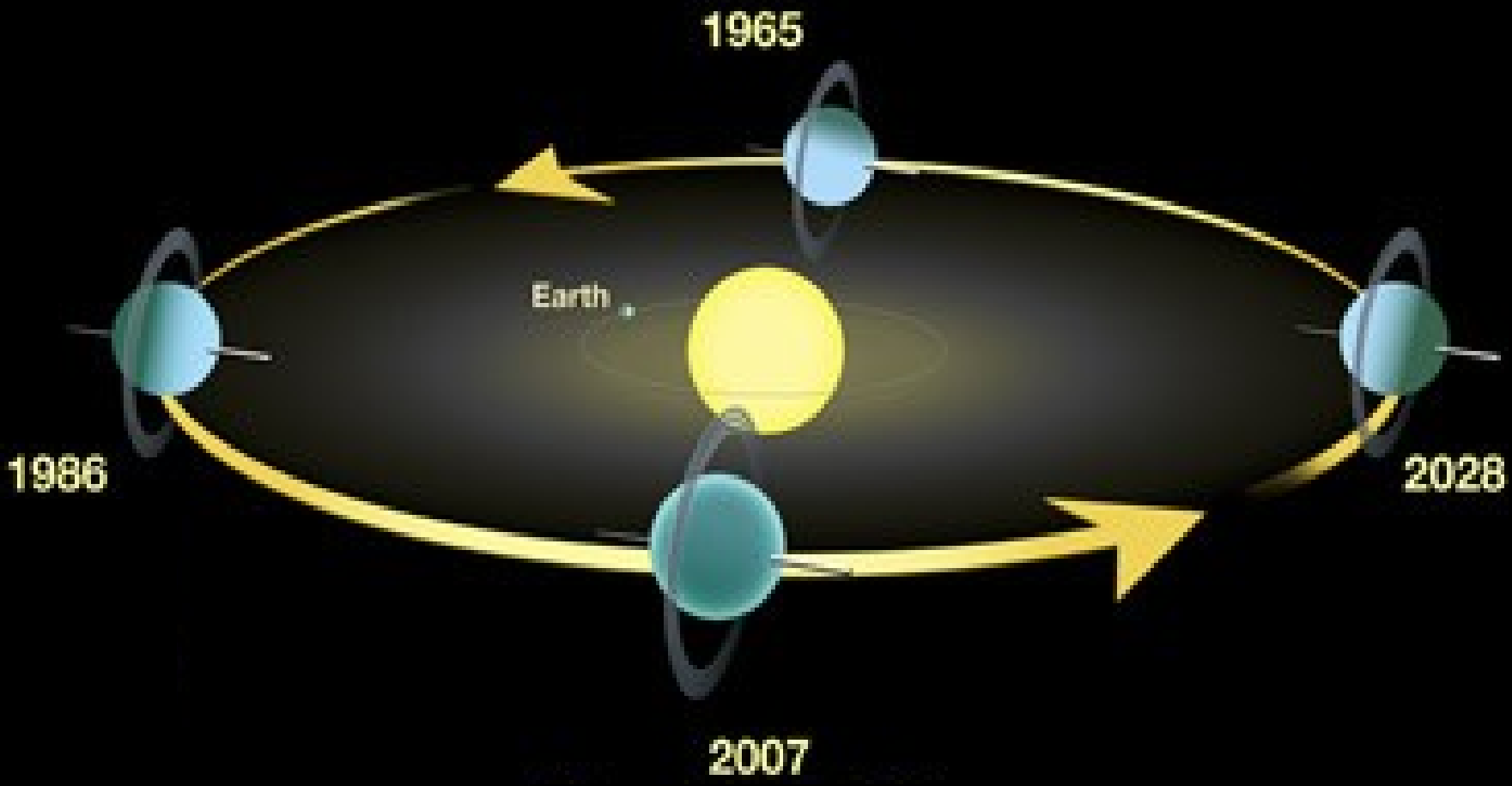
imagen tomada por el telescopio espacial Hubble

imagen tomada por el telescopio espacial James Webb



esquema de los anillos de Urano

42 años invierno y 42 años verano!!



Neptuno

d☼=30.1UA

R=3.88Rt

número de satélites=14
y 3 anillos

per. sid. de revolución=164.8años

per. de rotación interna=16h7m

albedo=0.62

atmósfera= H y He . Nubes de
metano y agua forman bandas

e=0.009

inclinación de la órbita respecto a la eclíptica: 1.°77

inclinación del ecuador respecto a la órbita: 29° .6

satélites de Neptuno

Tritón

géiseres: chorros de gas y polvo

rotación retrógrada!! (captura)

planetas enanos:

planeta del Sistema Solar es todo cuerpo que:

1) gira alrededor del Sol

2) tiene suficiente masa como para haber adquirido la forma esférica

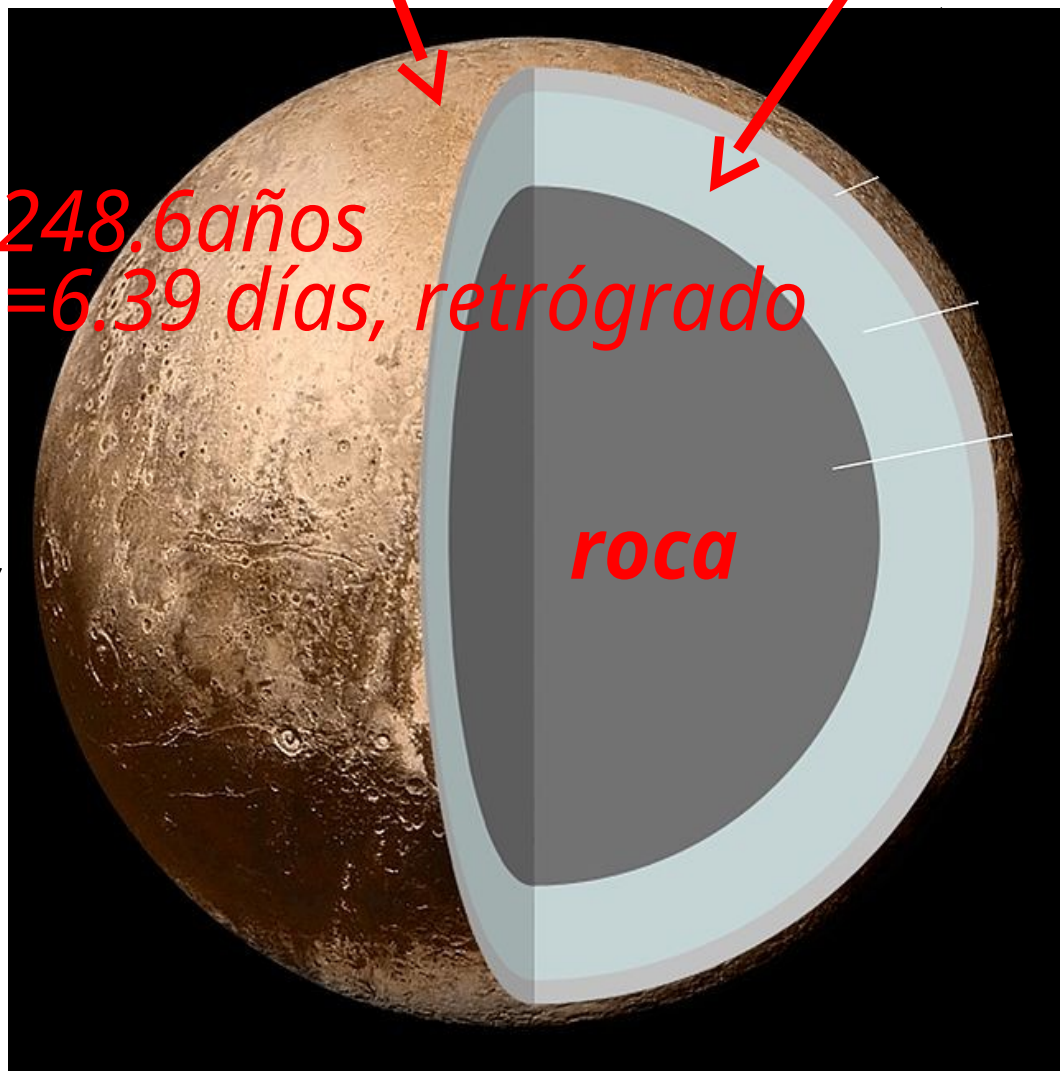
3) su órbita no es compartida por cuerpos de masa comparable

cuerpos que cumplen 1) y 2) pero no 3) son llamados planetas enanos

en orden de distancia decreciente al Sol, los objetos del Sistema Solar clasificados hasta ahora como planetas enanos son: Ceres, Plutón, Haumea, Makemake, Eris

Plutón

d☼=39.5UA
R=0.19Rt
número de satélites=5
per. sid. de revolución=248.6años
per. de sid. de rotación =6.39 días, retrógrado
albedo=0.5
atmósfera=muy tenue formada por nitrógeno, metano y monóxido de carbono; cuando Plutón se aleja del Sol los gases se congelan y caen en la superficie
e=0.249



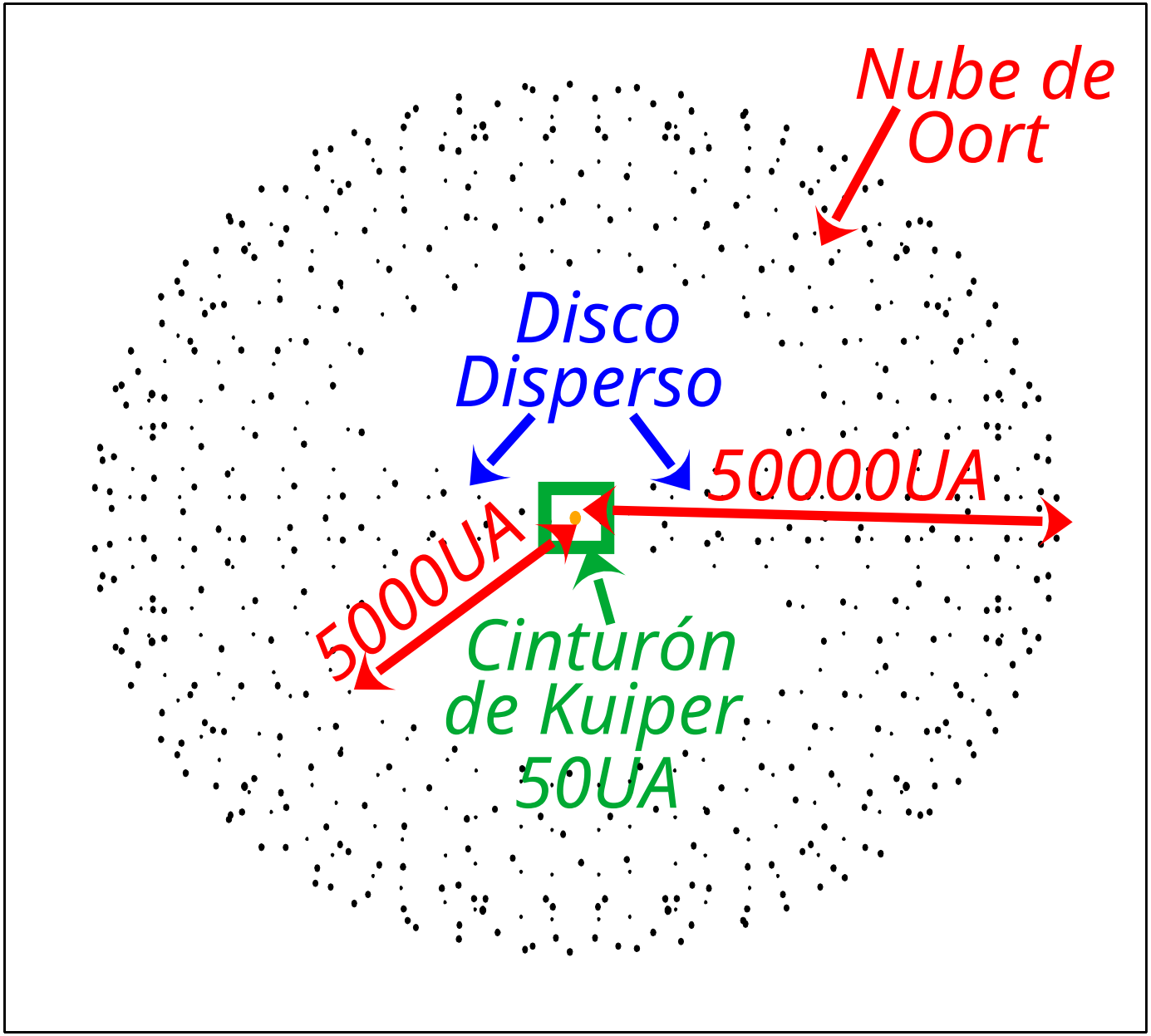
inclinación de la órbita respecto a la eclíptica:17°.15
inclinación del ecuador respecto a la órbita:122°.46

satélites de Plutón

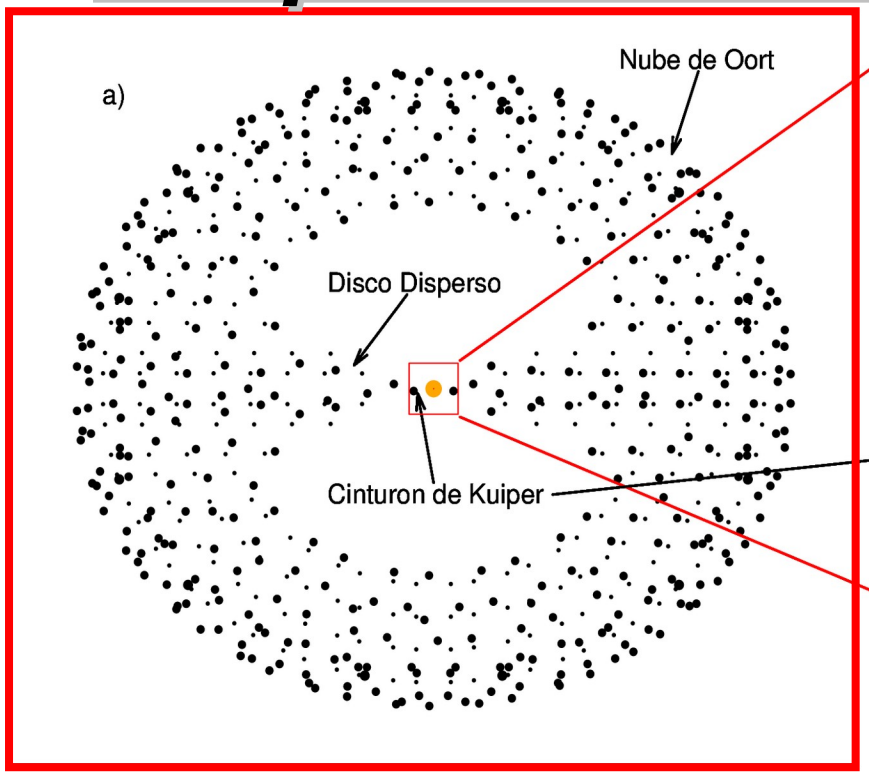
Caronte, Nix, Hidra, Cerbero y Estigia

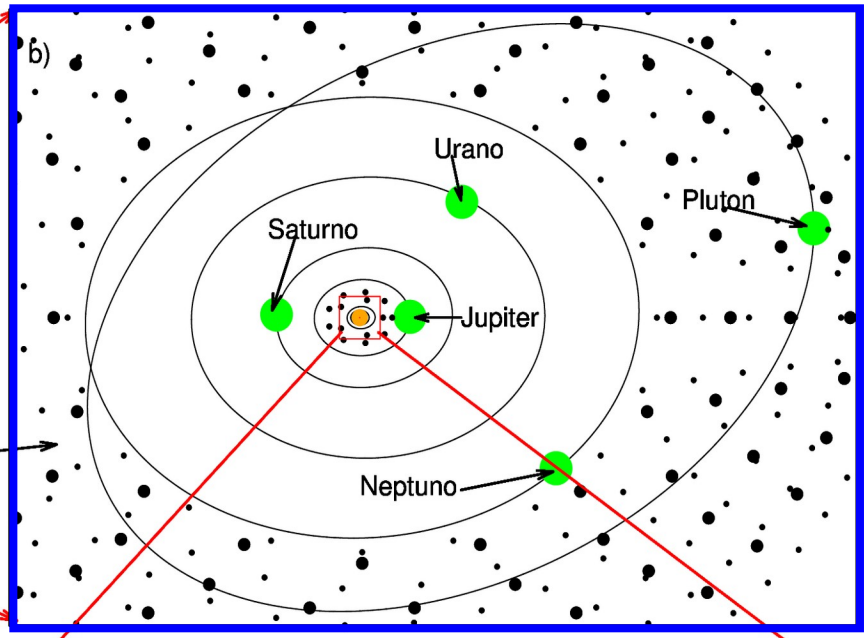
Plutón y Caronte rotan ambos sincrónicamente mientras se trasladan alrededor del centro de masa del sistema

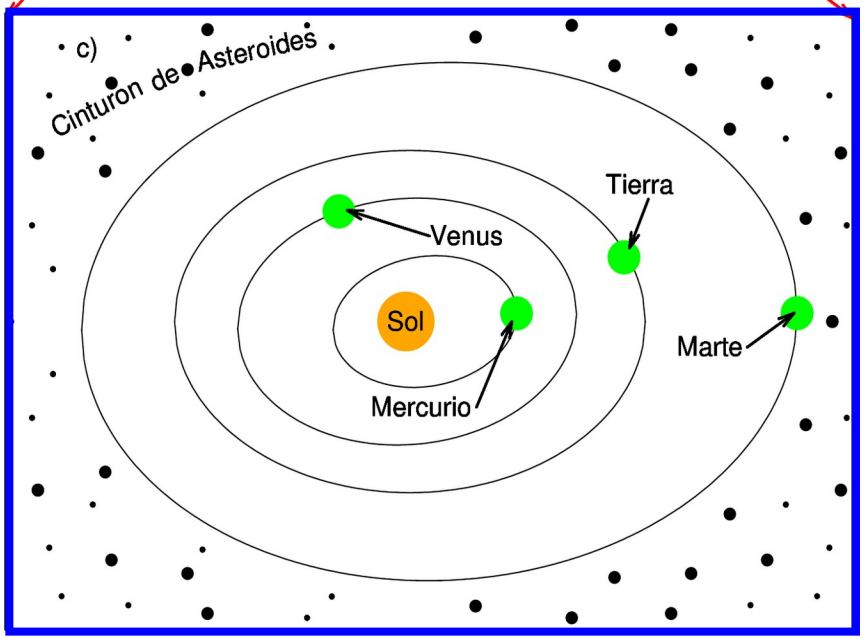
cuerpos menores del Sistema Solar



cuerpos menores del Sistema Solar



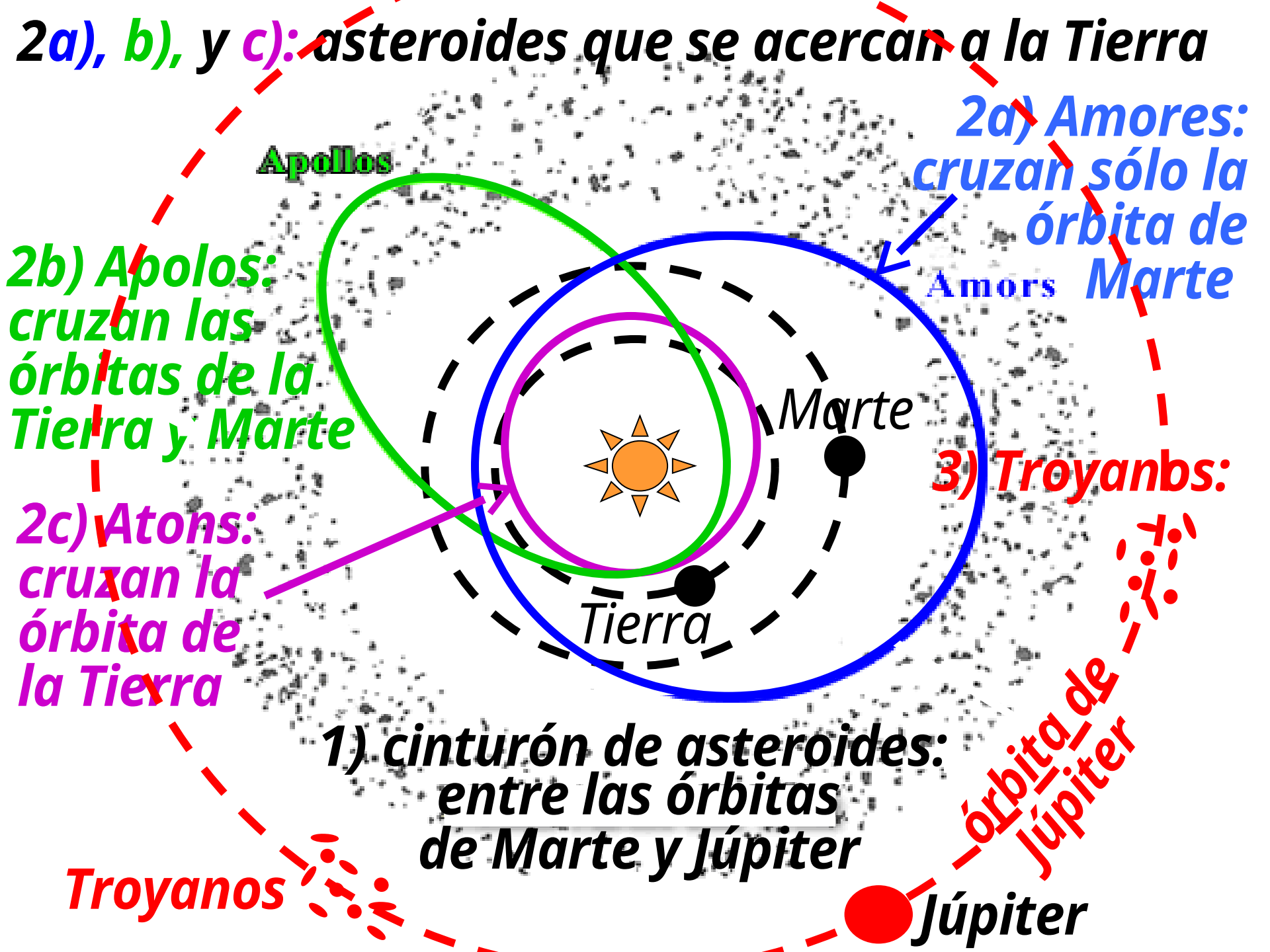




a) esquema del Sistema Solar completo

b) y c) representación, a escala, de las órbitas de los planetas exteriores e interiores

asteroides
planetesimales
de roca y metal
la mayoría < 1km
Pallas, Vesta > 300km


2a), b), y c): asteroides que se acercan a la Tierra
Apollos
2a) Amores: cruzan sólo la órbita de Marte
Amors
2b) Apolos: cruzan las órbitas de la Tierra y Marte
Marte
3) Troyanbs:
2c) Atons: cruzan la órbita de la Tierra
Tierra
1) cinturón de asteroides: entre las órbitas de Marte y Júpiter
órbita de Júpiter
Troyanos
Júpiter

resonancias orbitales

ocurren cuando dos objetos orbitando alrededor del mismo cuerpo central tienen períodos relacionados por una fracción de números enteros

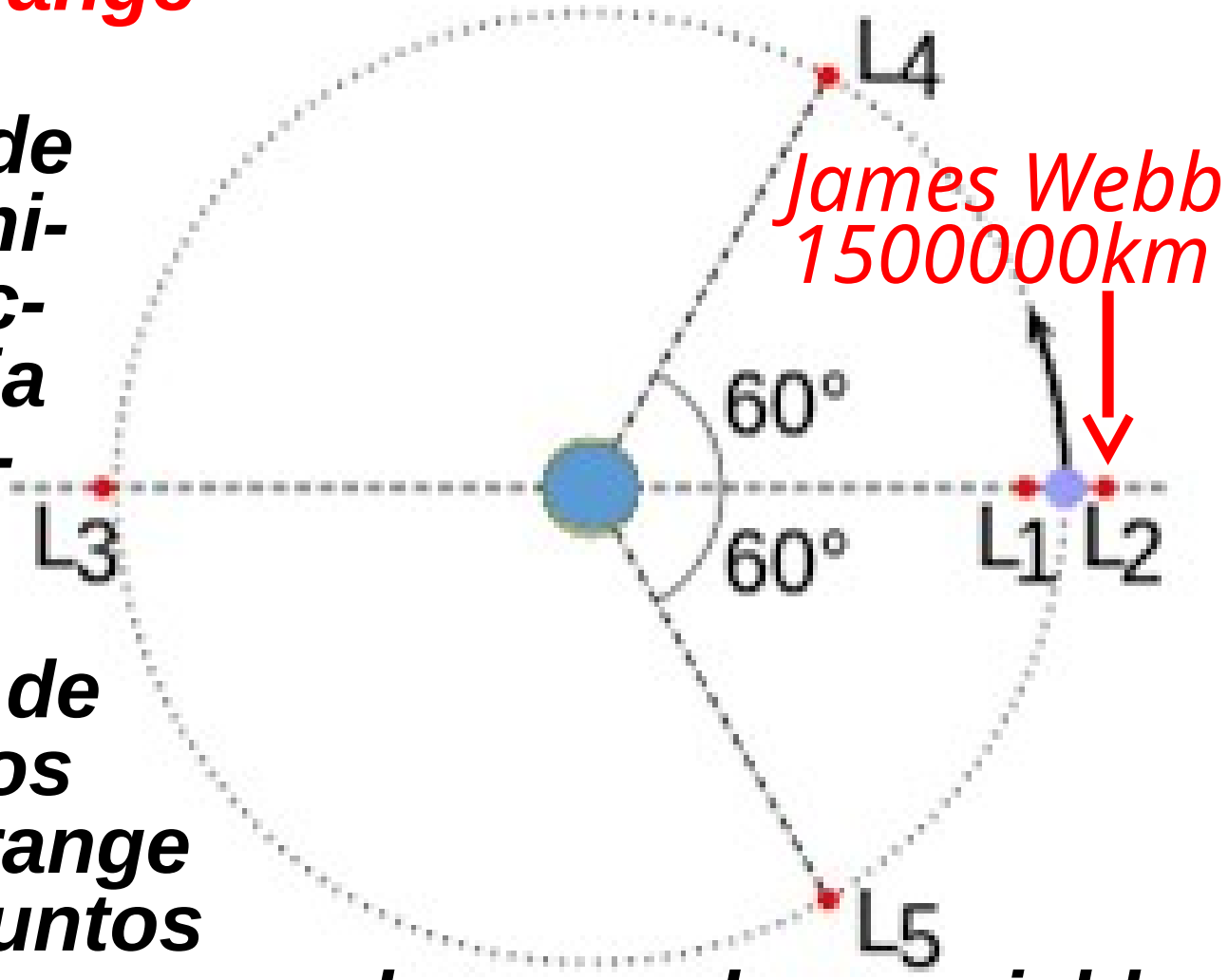
ejemplo: si una partícula de un anillo planetario orbita alrededor del planeta en 2 años y un satélite lo hace en 3 años (resonancia 2:3), cada 6 años, al cabo de los cuales la partícula habrá dado 3 vueltas y el satélite 2, partícula y satélite se encuentran en el mismo punto de la órbita

esto produce tirones gravitatorios periódicos siempre en el mismo punto de la órbita, lo que aumenta su excentricidad y/o su inclinación, despoblando la zona con el tiempo

resonancias orbitales originan divisiones o brechas en los anillos planetarios, como las divisiones de Encke y de Cassini en los anillos de Saturno, y los vacíos de Kirkwood en el cinturón de asteroides

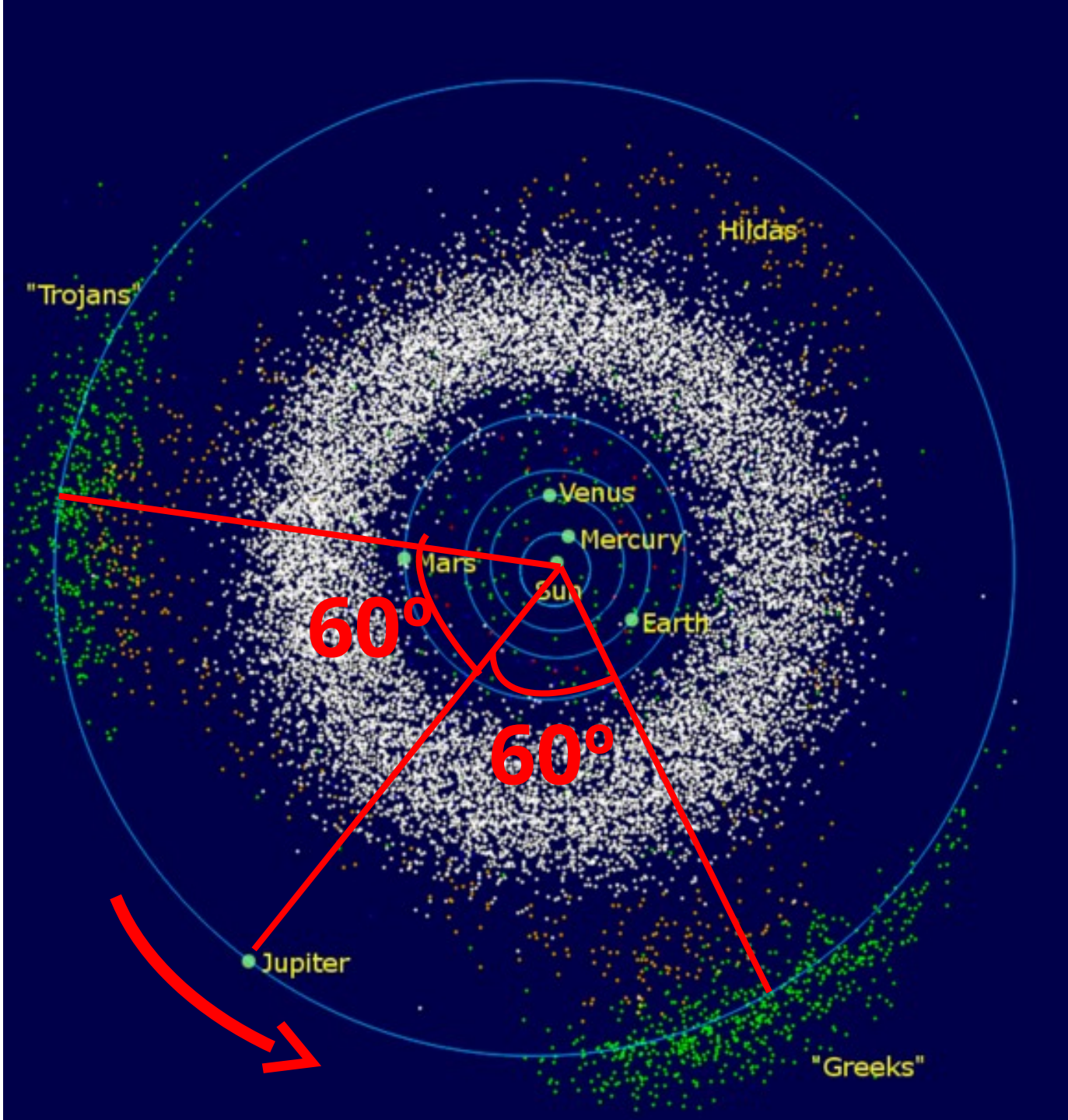
puntos de Lagrange

en un sistema de dos cuerpos unidos por la atracción gravitatoria mutua y describiendo órbitas circulares en torno al centro de masa común, los puntos de Lagrange son aquellos puntos donde un tercer cuerpo de masa despreciable frente a los otros dos puede permanecer estacionario respecto a ellos



si las órbitas son elípticas, los puntos de Lagrange devienen en zonas

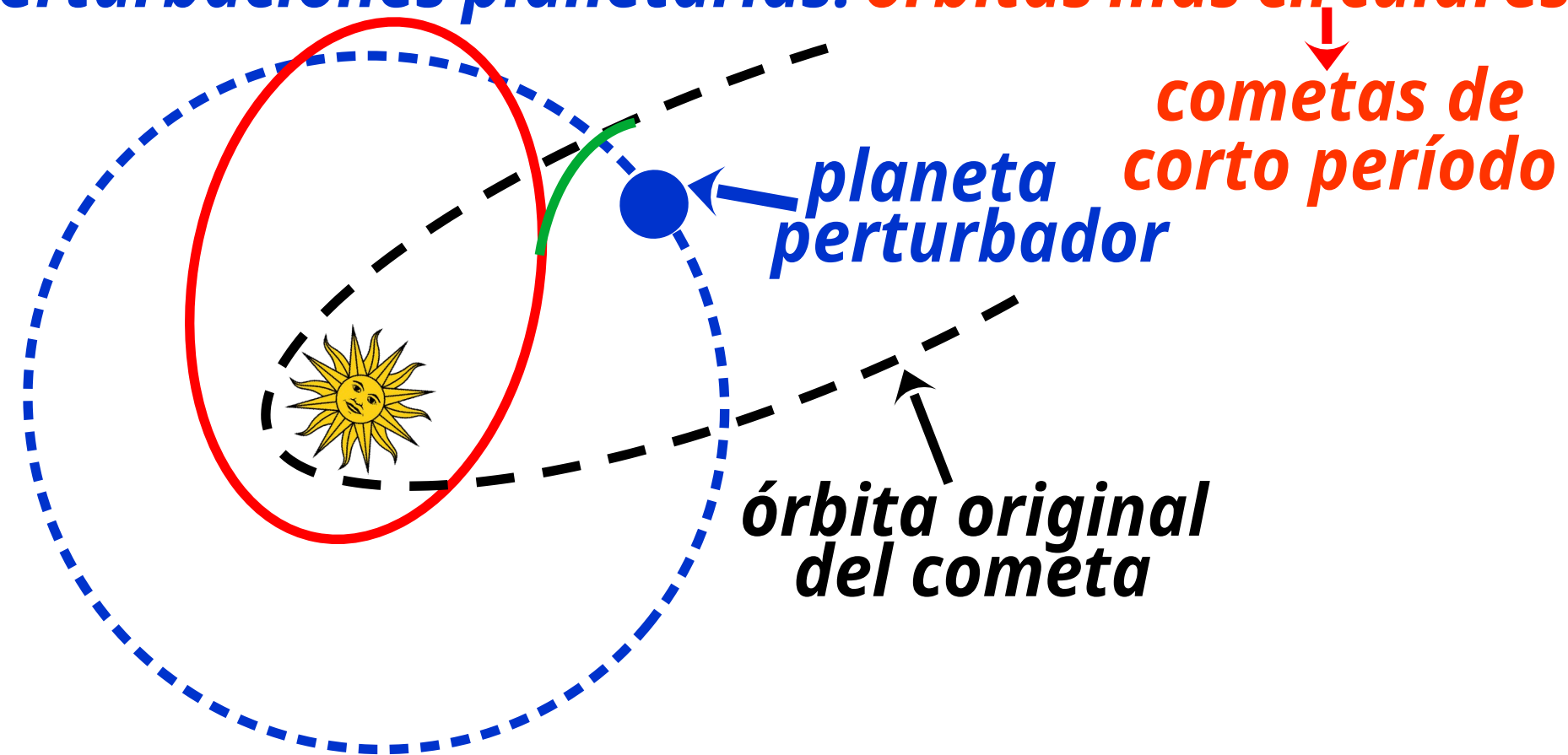
<u>ejemplo</u>: asteroides Troyanos en los puntos L4 y L5 del sistema Sol-Júpiter



cometas: *objetos formados por roca, dióxido de carbono, metano, amoníaco y agua en forma de hielos, provenientes del cinturón de Kuiper, el disco disperso o la nube de Oort*

órbitas muy excéntricas: cometas de largo período

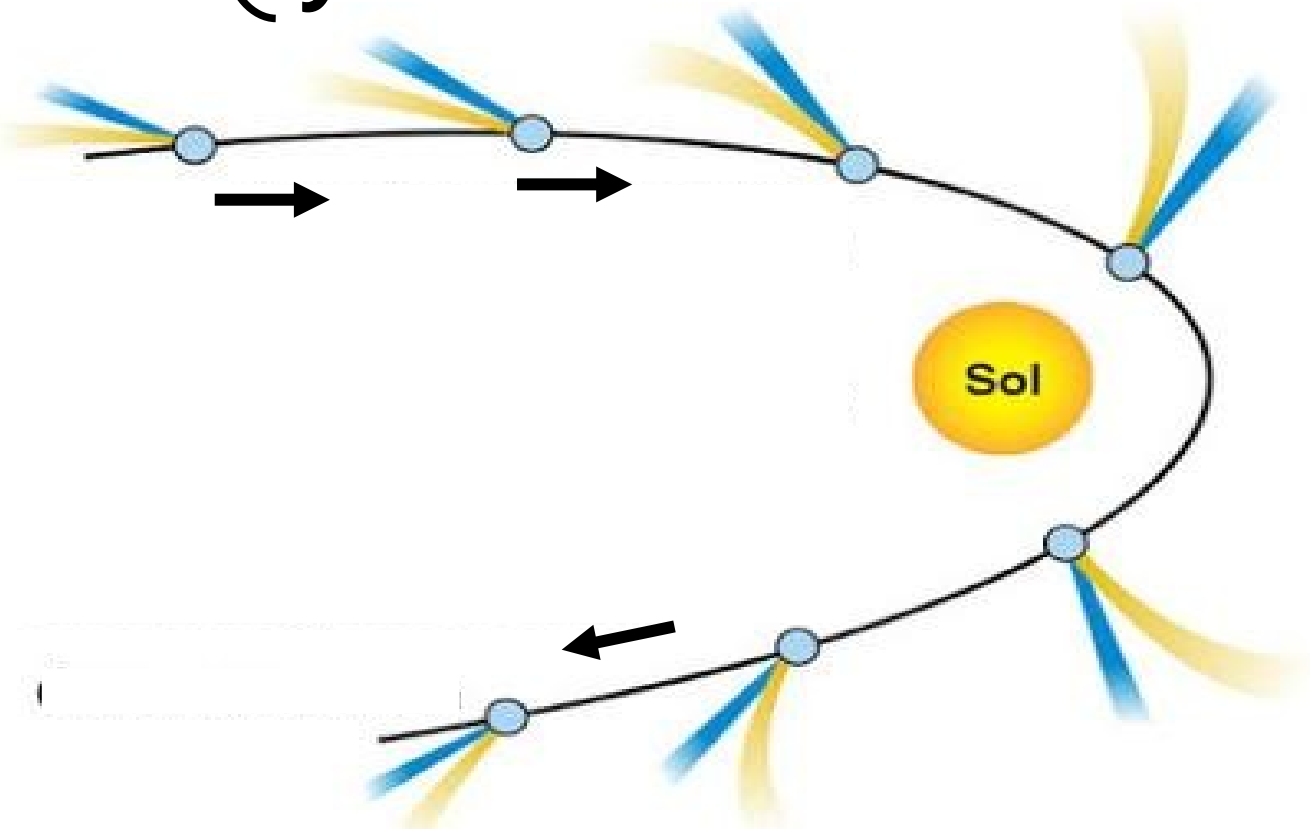
perturbaciones planetarias: órbitas más circulares



el cometa se acerca al Sol

1) aumento de temperatura:
vaporización de gases y formación de la coma o cabellera y envoltura de hidrógeno

2) radiación y viento solar
formación de cola de polvo y cola de iones



cola de polvo
10^8 km
envoltura de hidrógeno
cola de iones
10^6km
dirección al sol
10^7 km
núcleo
10 km
dirección del movimiento del cometa

cometa Halley: período 76 años

cometa Hale-Bopp: período 2400 años

astrocienciа.com

meteoritos

escombro espacial { fragmentos de asteroides (la mayoría) o de cometas
materia primitiva

fragmentos de asteroides o cometas :

a) rocosos (94%): minerales de silicatos

b) metálicos(5%): hierro, níquel, iridio

c) metálico-rocosos(1%)

material primordial:

condrita carbonácea, rocoso, rico en carbono y aminoácidos