

13 – Luna

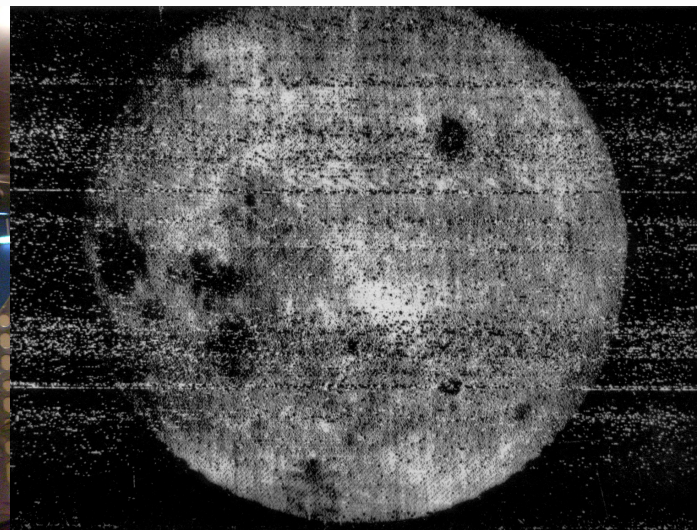
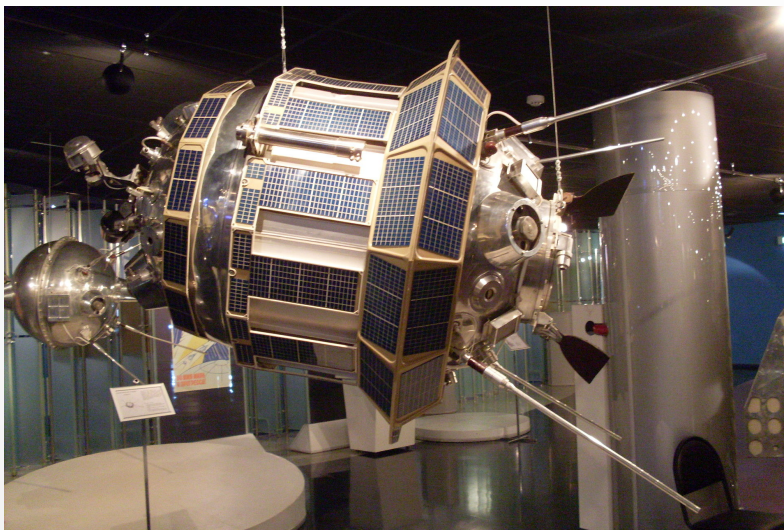
1950 - 1960

02.01.1959 – Luna 1 (SSSR) – first Lunar flyby

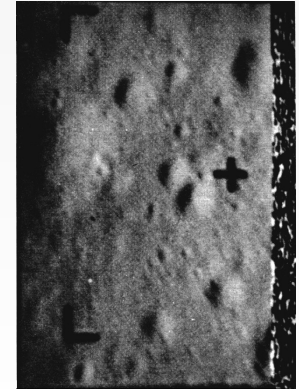
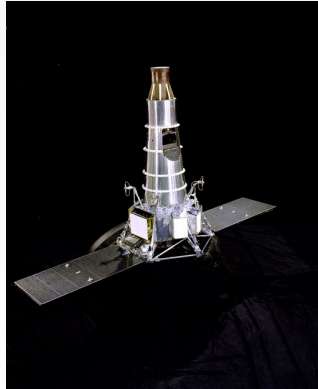
03.03.1959 – Pioneer 4 (USA) – Lunar flyby —

12.09.1959 – Luna 2 (SSSR) – first Lunar impact

04.10.1959 – Luna 3 (SSSR) – Lunar flyby & first image of the moon from a space-craft



28.07.1964 – Ranger 7 (USA) – Lunar impact



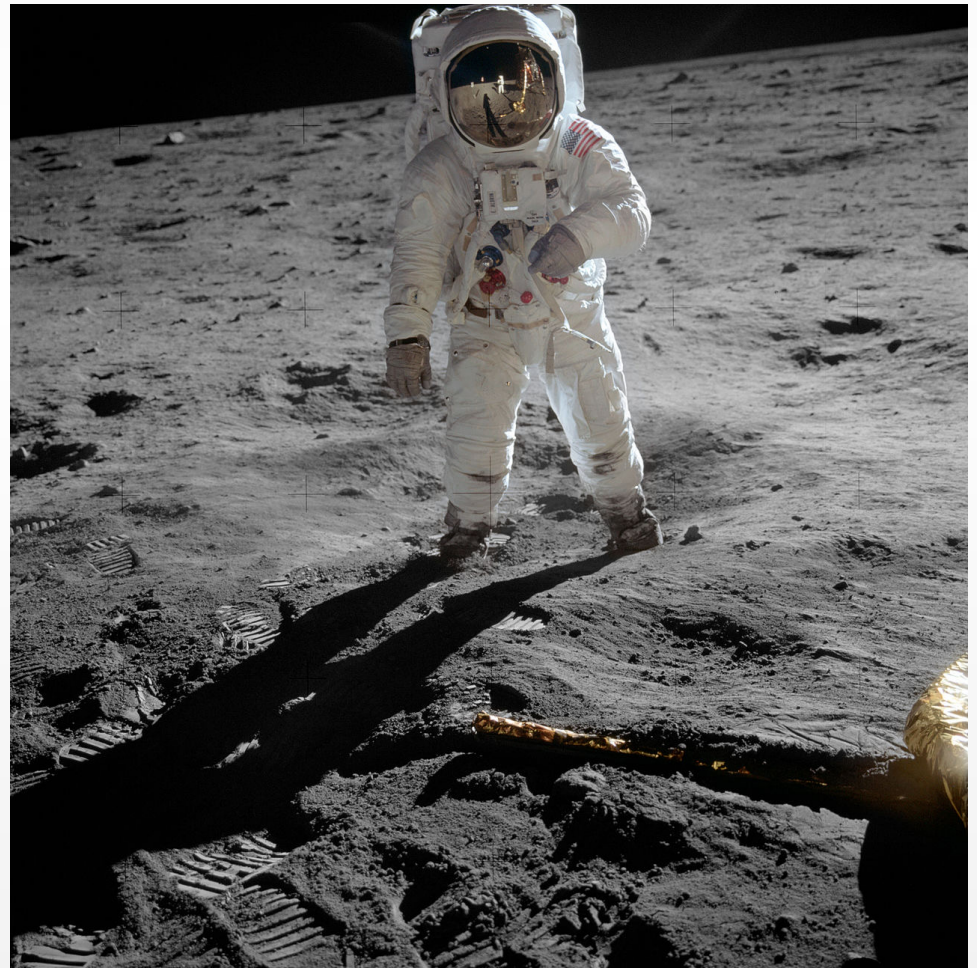
31.01.1966 – Luna 9 (SSSR) – first soft Lunar landing

31.03.1966 – Luna 10 (SSSR) – first Lunar orbiter

30.05.1966 – Surveyor 1 (USA) – Lunar lander

10.08.1966 – Lunar Orbiter 1 (USA) – Lunar orbiter

14.09.1968 – Zond 5 (SSSR) - first Lunar flyby & return to Earth
21.12.1968 – Apollo 8 (USA) – first manned Lunar orbiter
16.07.1969 – Apollo 11 (USA) – first manned Lunar landing



12.09.1970 – Luna 16 (USSR) – first robotic Lunar sample return

10.11.1970 – Luna 17 / Lunokhod 1 (USSR) – first Lunar rover

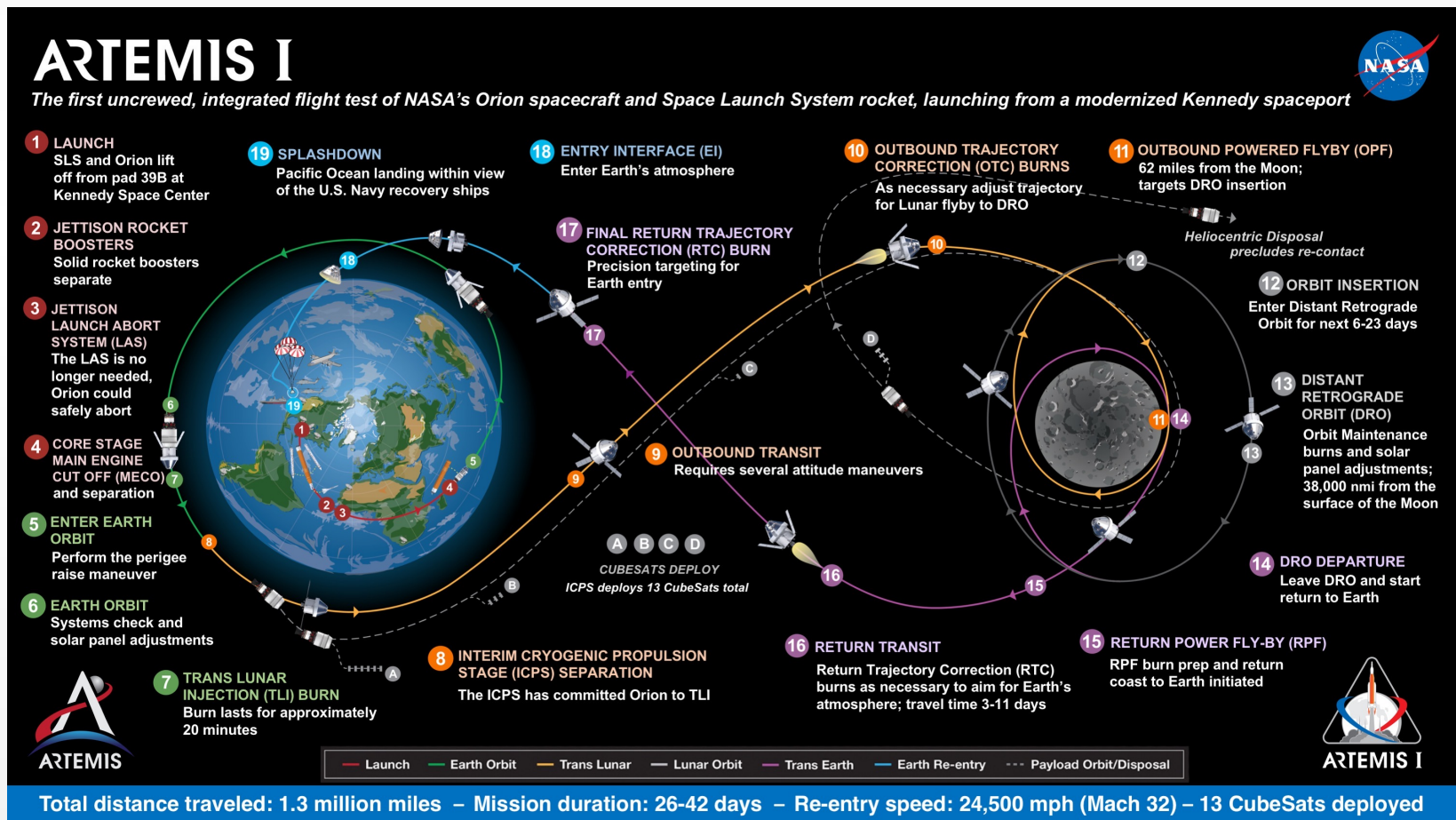


24.01.1990 – Hiten (Japan) – Lunar flyby & orbiter

22.10.2008 – Chandrayaan 1 (India) – Lunar orbiter & impact
(water discovered on Moon)

18.06.2009 – Lunar Reconnaissance Orbiter (USA) – Lunar polar orbiter & impact

01.12.2013 – Chang'e 3 (China) – Lunar rover
 20.05.2018 – Queqiao (China) – Relay satellite
 07.12.2018 – Chang'e 4 (China) – Lunar lander on far side



Total distance traveled: 1.3 million miles – Mission duration: 26-42 days – Re-entry speed: 24,500 mph (Mach 32) – 13 CubeSats deployed

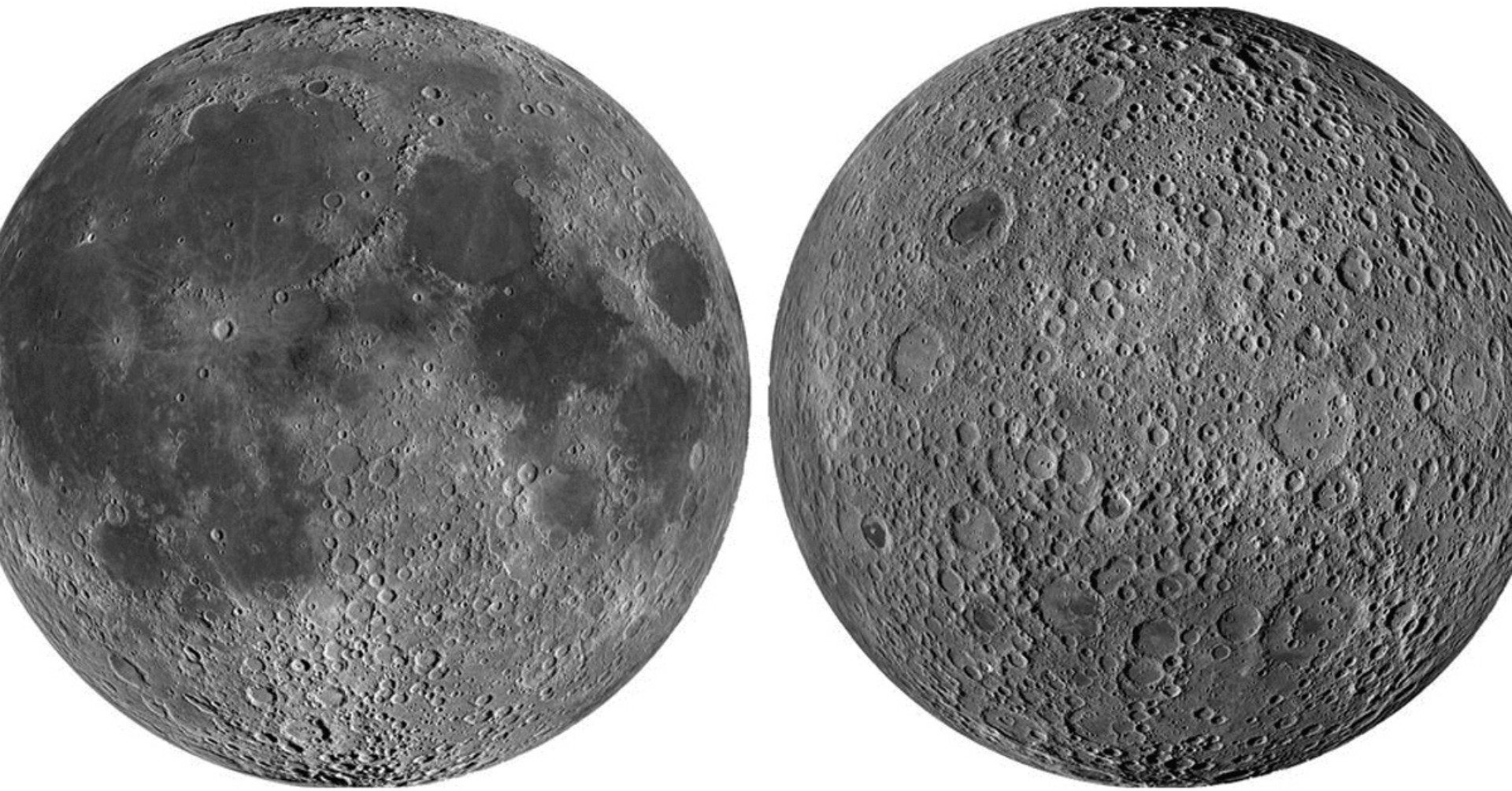
Tamaños



La Luna ☾

- Distancia promedio entre Tierra y Luna = 3.8×10^8 m (~1.3 segundos de luz)
- Radio $R_{\text{L}} = 1.7 \times 10^6$ m
- Masa $M_{\text{L}} = 7.3 \times 10^{25}$ g
- Período de rotación = período orbital 27.3 días
- $M_{\text{E}}/M_{\text{L}} = 81$
- $R_{\text{E}}/R_{\text{L}} = 4$





La Luna

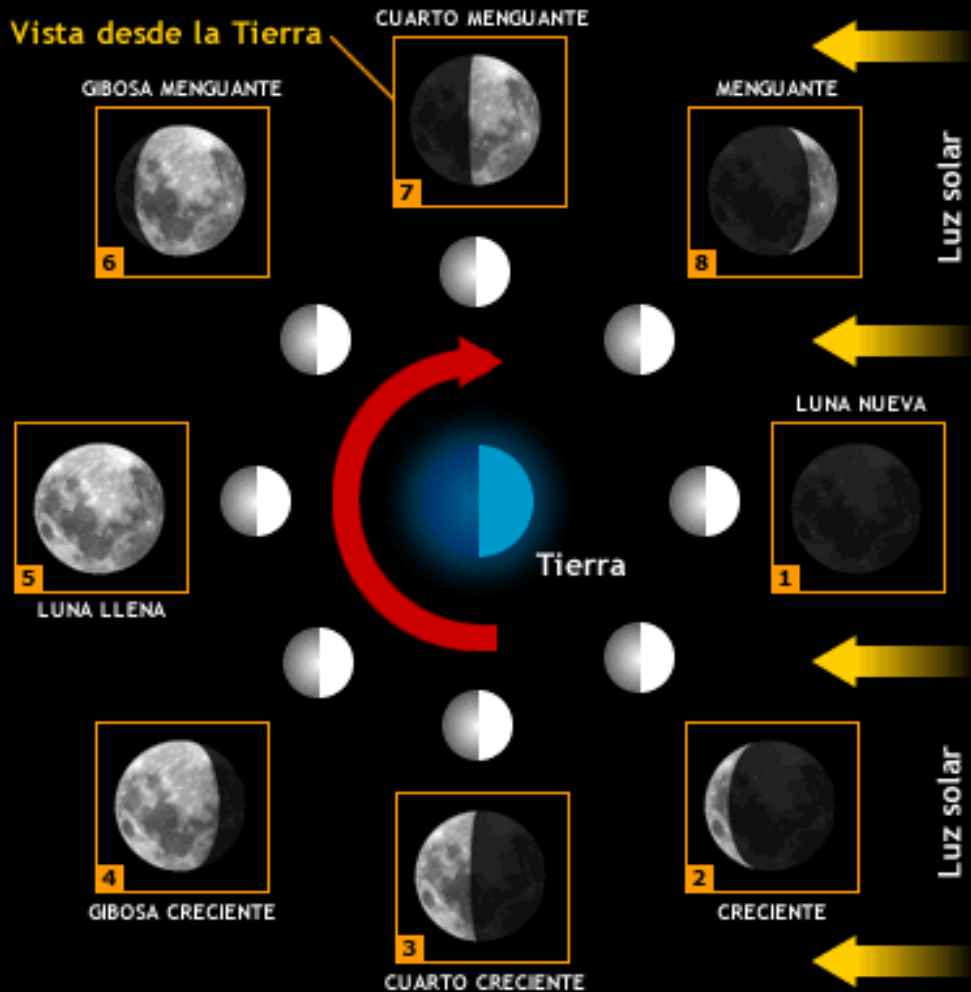


Fases de la Luna

Las fases de la Luna

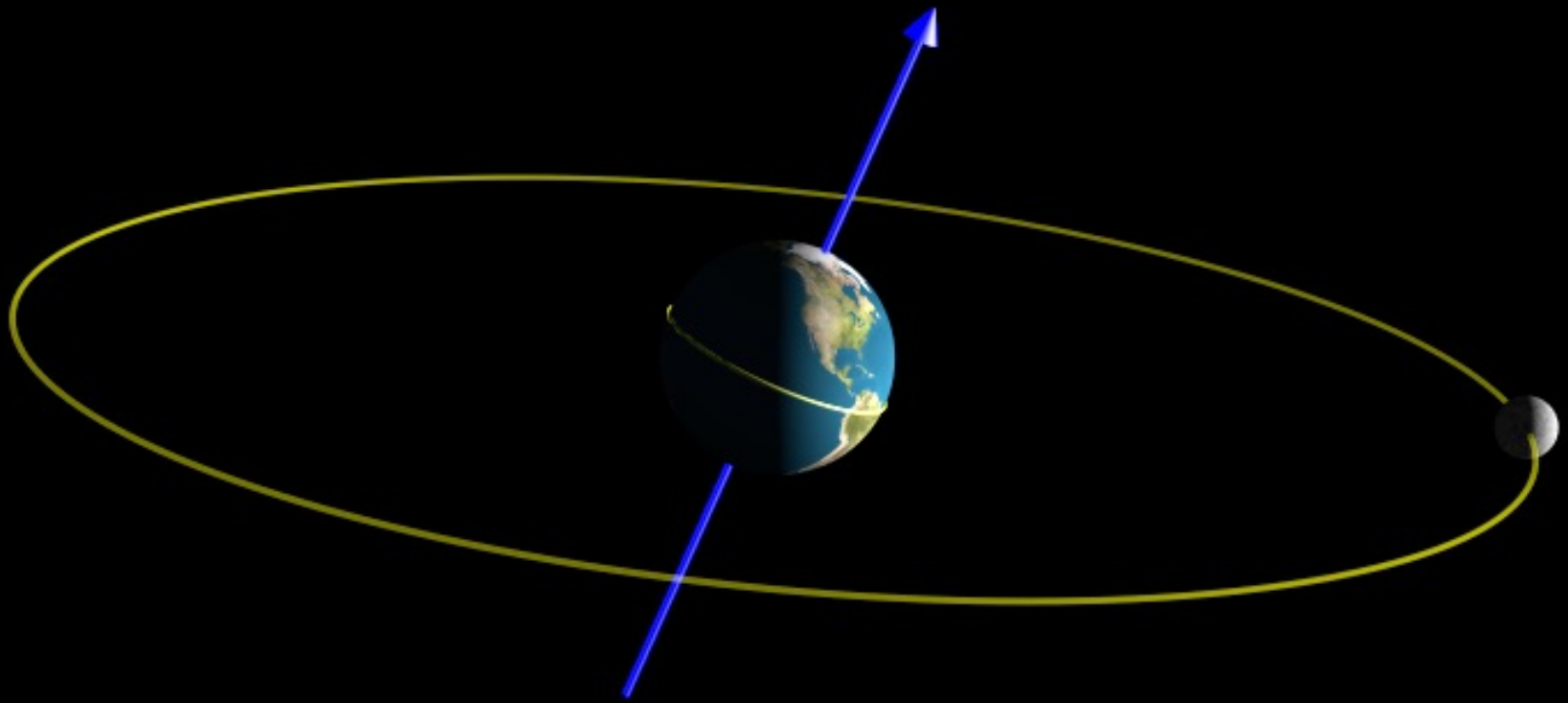
La perspectiva desde el Hemisferio Sur terrestre

Vista desde la Tierra



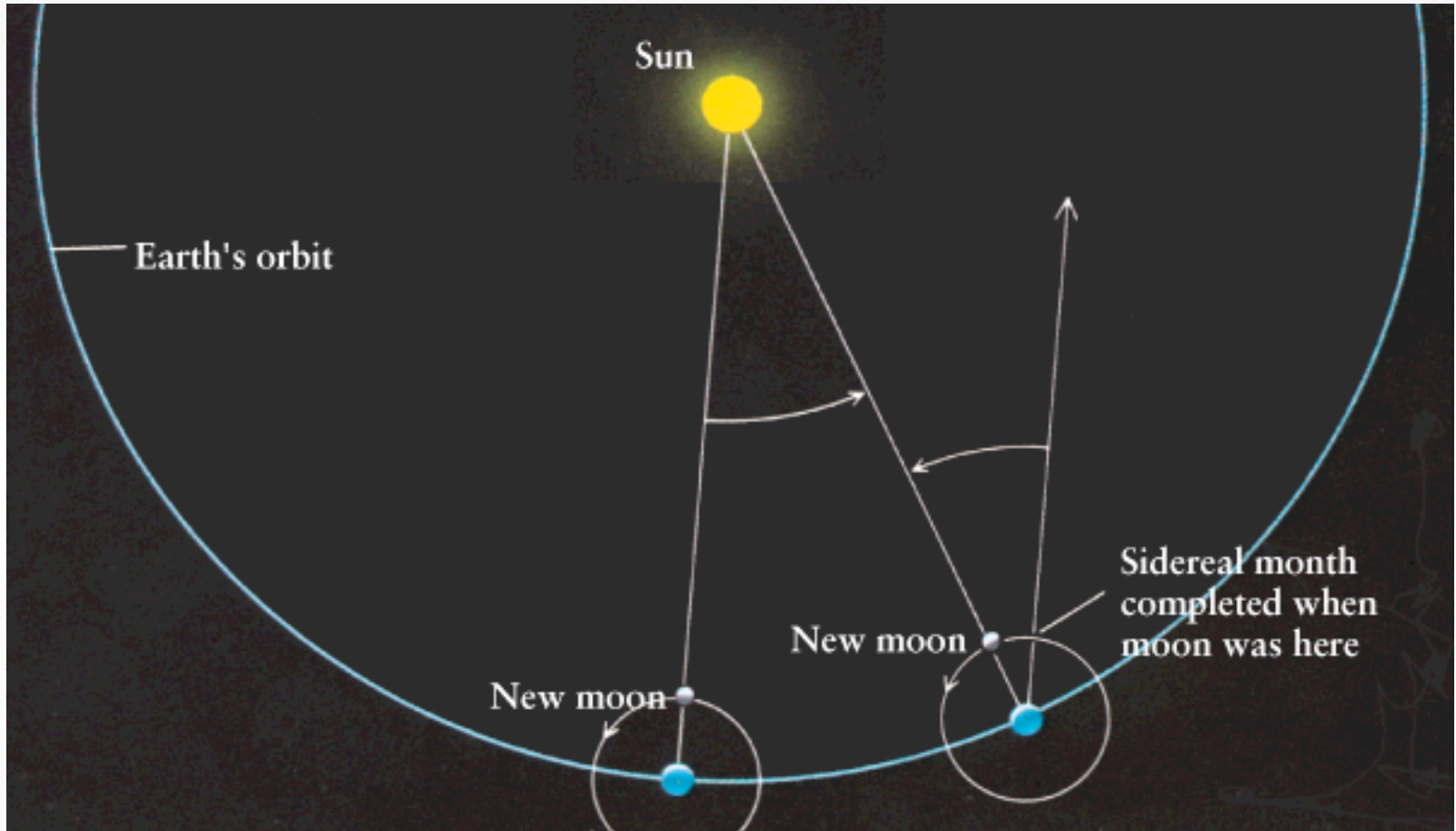
La Luna necesita 27,3 días para girar una vez alrededor de la Tierra.

Pero el tiempo entre dos lunas llenas es 29.5 días.



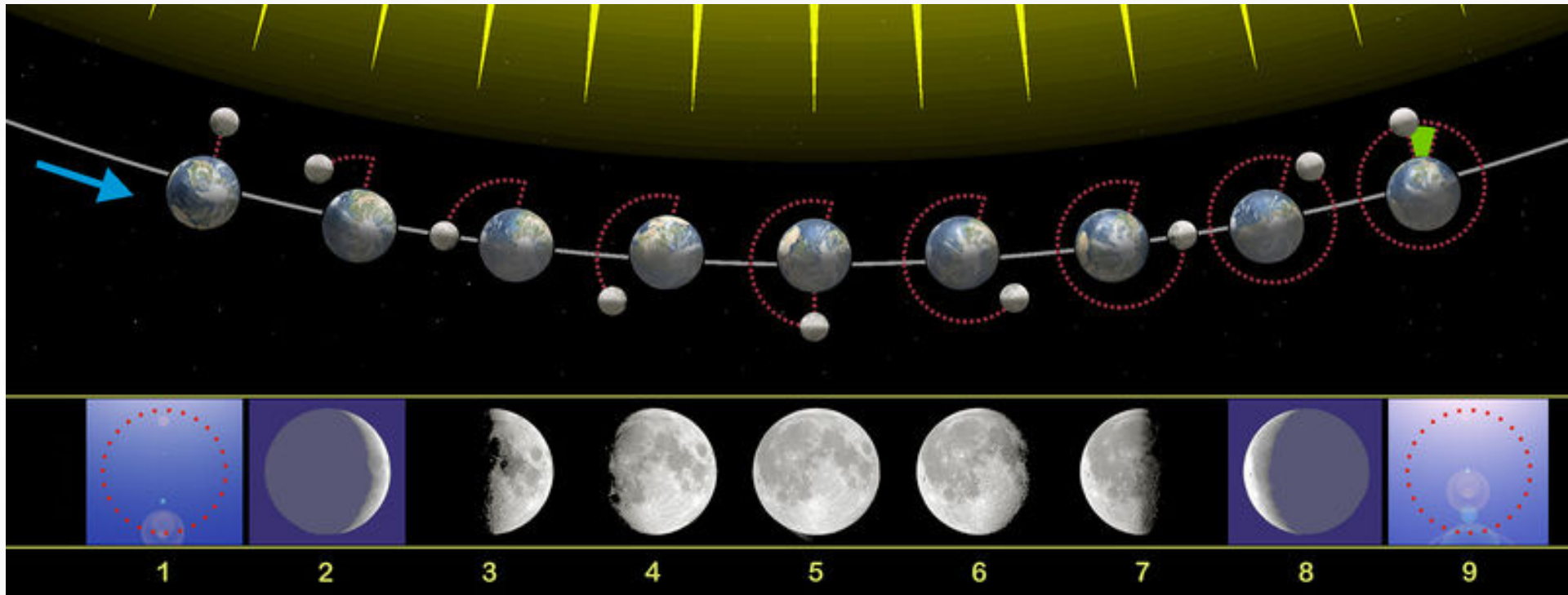


Mes Sideral vs. Sinódico



Mes sideral = 27.3 dias

Mes sinodico = 29.5 dias

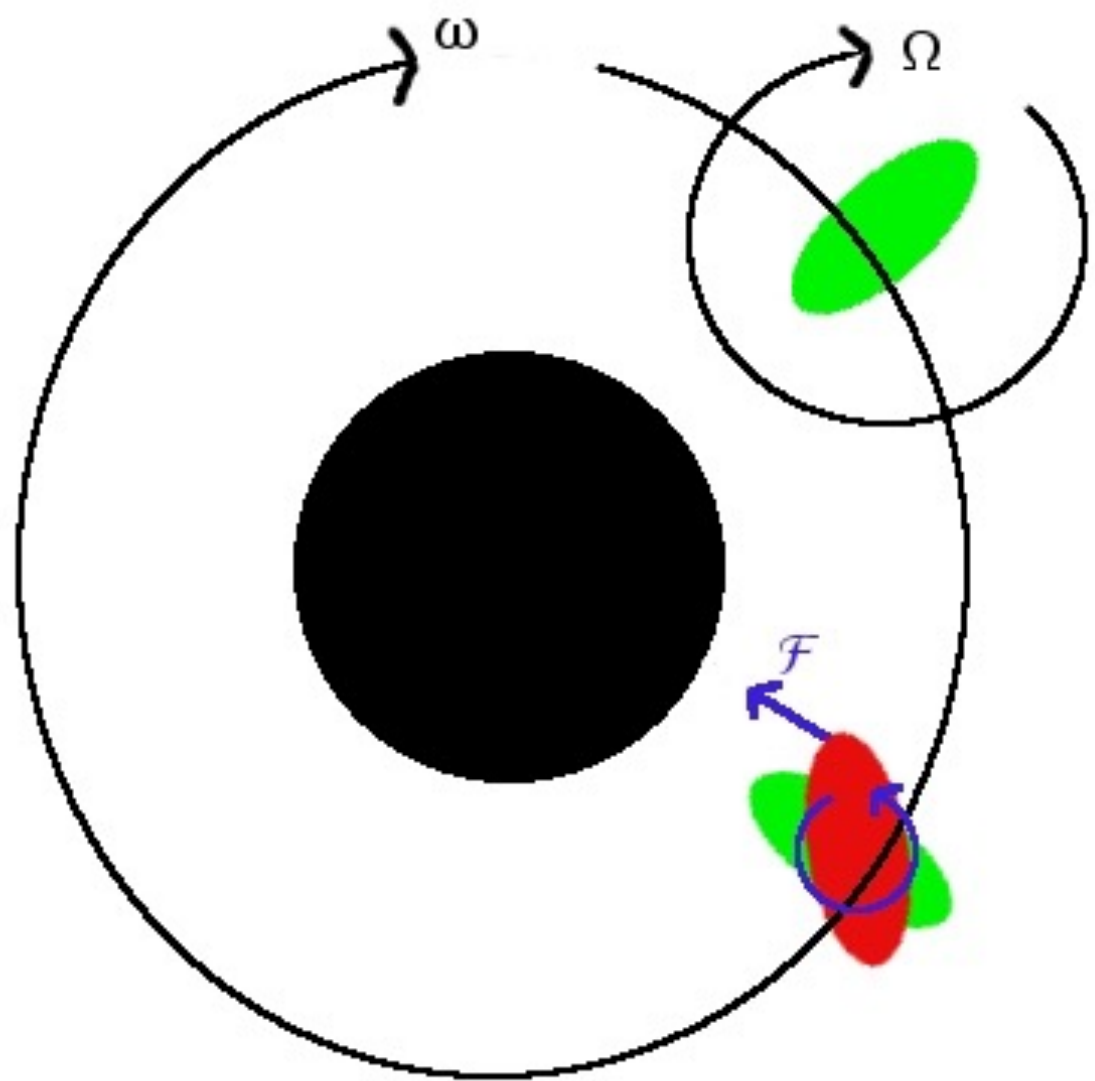


Acoplamiento de Marea

Hemos visto que obtenemos una deformación de la distribución del agua del océano en la superficie de la Tierra debido a los efectos de las mareas.

Esto, en un grado mucho menor, también es cierto para la Tierra en su conjunto y la Luna en su conjunto.

Los objetos astronómicos no son cuerpos completamente rígidos y se deforman bajo la fuerza gravitacional de otros cuerpos.

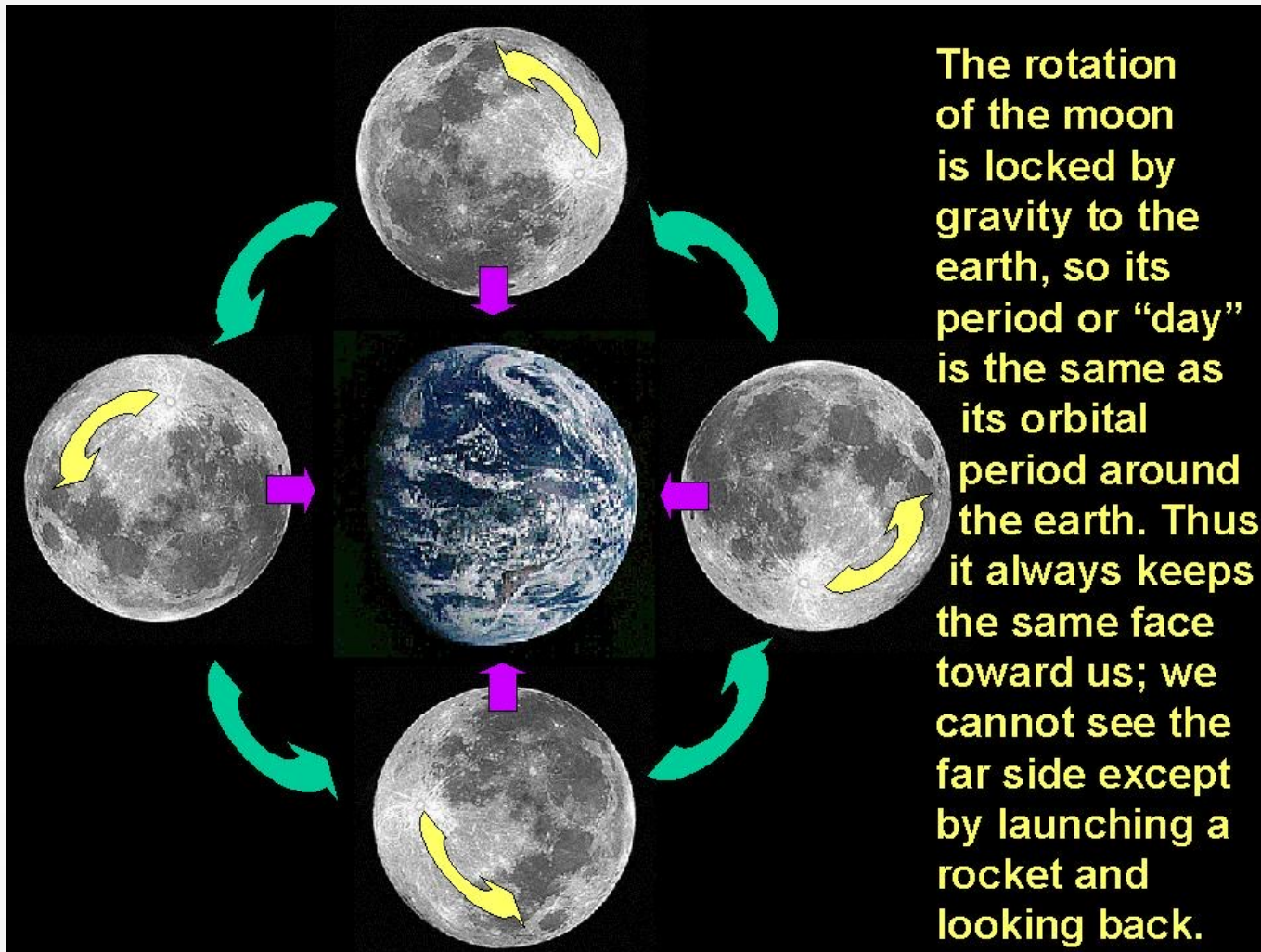


Este efecto del **frenado de mareas** finalmente está conduciendo a un efecto conocido como **acoplamiento de mareas**.

En esa situación, tenemos que el período de rotación es igual al período orbital (**resonancia rotación – órbita** de 1:1) y los cuerpos se enfrentan entre sí siempre con el mismo lado.

Este proceso ya está terminado en el caso de la Luna. Por eso siempre vemos el mismo lado de la Luna. También está terminado en el sistema Plutón-Caronte.





The rotation of the moon is locked by gravity to the earth, so its period or "day" is the same as its orbital period around the earth. Thus, it always keeps the same face toward us; we cannot see the far side except by launching a rocket and looking back.

Resonancia rotación-órbita

Finalmente, en algunos casos donde la órbita es excéntrica y el efecto de mareas es relativamente débil, el cuerpo más pequeño puede terminar con una resonancia orbital, en vez de acoplado por mareas. Aquí, la proporción entre el periodo de rotación y el periodo orbital es una fracción bien definida diferente a 1:1. Un caso bien conocido es la rotación de Mercurio — su órbita está acoplada alrededor del Sol con una resonancia 3:2.

La Luna de la Tierra



El problema con la Luna de la Tierra siempre fue que la Tierra debería haber tenido un pequeño disco proto-planetario

Sin duda este material no fue suficiente para formar algo tan masivo como la Luna

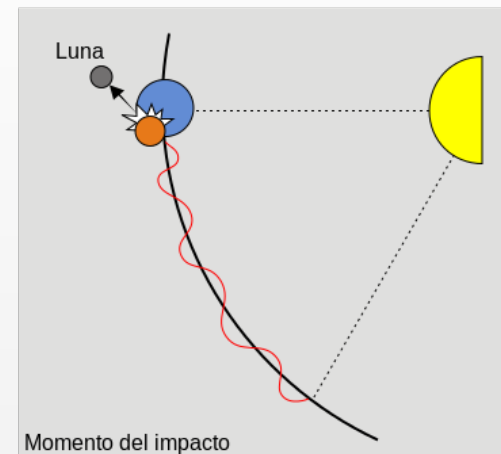
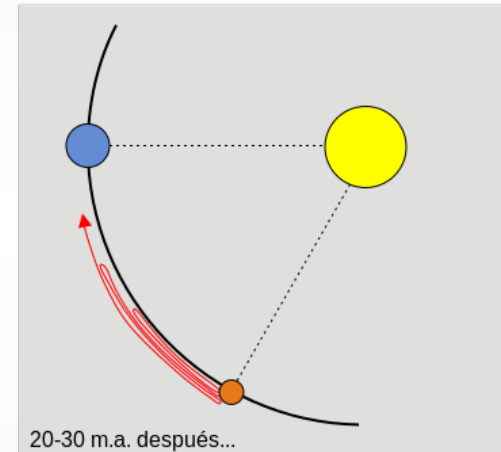
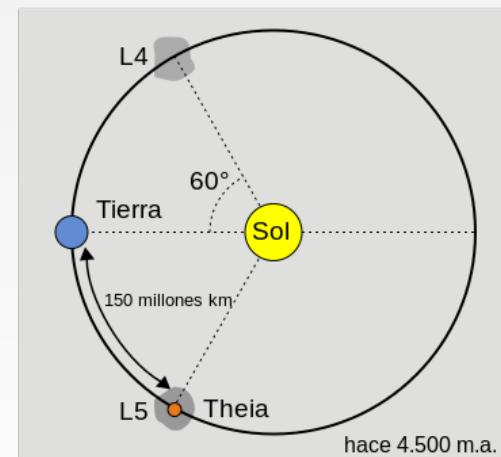
Por eso existe la teoría de “**Big Splash**” – la teoría que un planetesimal grande ha colisionado con la Tierra joven

Teoría del gran impacto

La hipótesis del impacto gigante propone que la Luna fue creado a partir de los restos sobrantes de una colisión entre la joven Tierra y un cuerpo del tamaño de Marte. Esta es la hipótesis a favor científica para la formación de la Luna.

La evidencia de esta hipótesis incluye muestras de la Luna que indican la superficie de la Luna fue fundida una vez, la Luna parece núcleo de hierro relativamente pequeña y una menor densidad que la Tierra, y las pruebas de colisiones similares en otros sistemas estelares (que se traducen en discos de escombros).

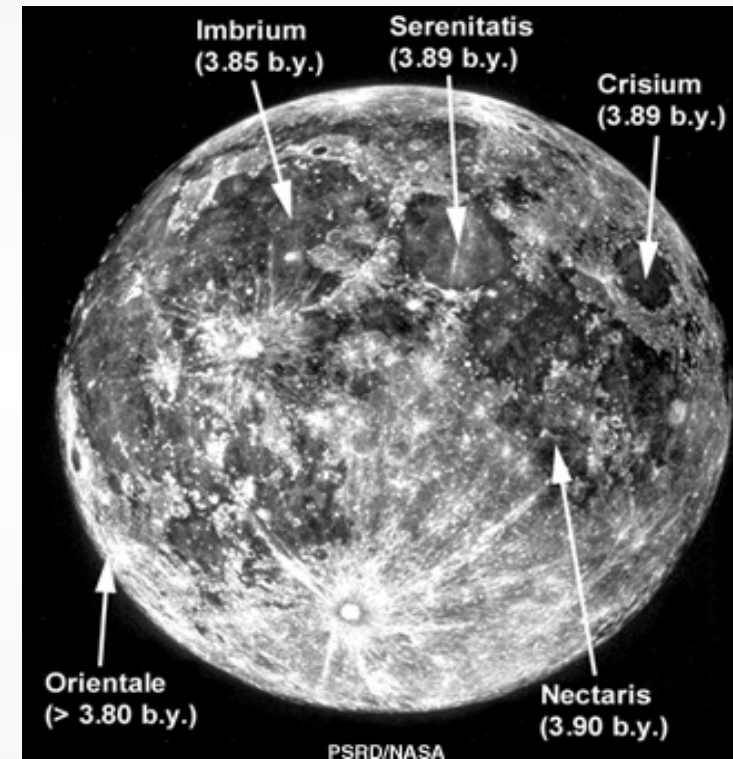
El cuerpo chocando a veces se llama **Theia** para el mítico titán griego que era la madre de Selene, la diosa de la Luna.



Late Heavy Bombardment (LHB)

Datación de edad de eyecciones de cráteres recogidos por las misiones Apolo muestra una agrupación de las edades alrededor de 3.9-3.8 Gyr.

A esto uno se refiere a menudo como “cataclismo lunar”: evidencia de **un último gran bombardeo** del Sistema Solar interior.





Si tomamos los datos de LHB como verdad - ¿ Qué podría haber causado un aumento significativo en la formación de cráteres

4 mil millones años anteriormente - unos 500 millones de años después de la formación del sistema solar?