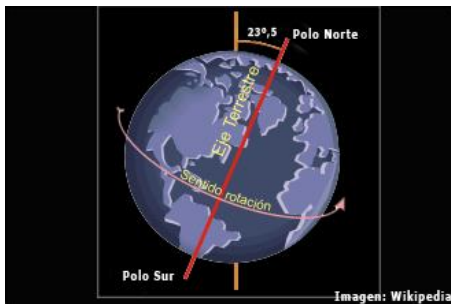


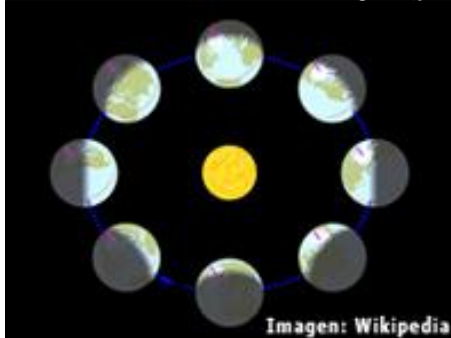
SESIÓN 2.- LA DINÁMICA DEL SISTEMA SOLAR (2nda parte).

DEL PLANETARIO AL COSMOS: curso de astronomía y astrofísica 2025



Rotación: La Tierra rota en torno a un eje que la cruza por los polos. Este movimiento hace que las estrellas salgan por el Este y se oculten por el Oeste. El Sol es una estrella más, sólo que muy próxima.

Todo el cielo parece girar alrededor de la estrella Polar al transcurrir las horas.



Traslación: La Tierra también gira alrededor del Sol. Esto afecta al cielo que vemos por la noche, pero más lentamente; hace que, cuando el Sol se pone en verano, las estrellas que vemos sean diferentes a las que vemos en invierno.

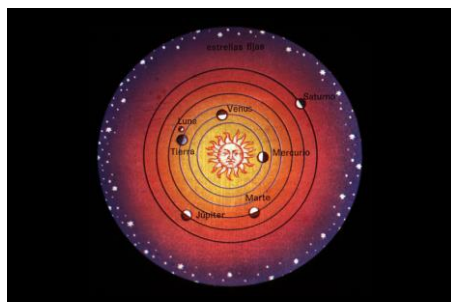
Según vamos girando en la órbita, si miramos en sentido opuesto al Sol -hacia la noche- el "paisaje" de estrellas va cambiando.



Cada día el cielo cambia un poco debido a la traslación: perdemos cielo por el horizonte W.

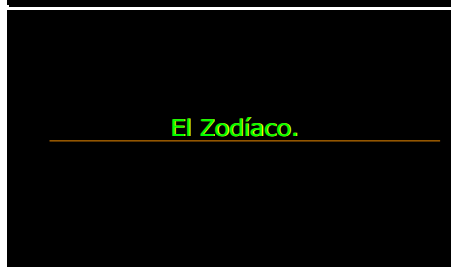
Vemos el mismo cielo que la noche anterior si miramos 4 minutos antes de la hora de observación.

Esto se traduce en que el Sol se desplaza de W a E por delante de la esfera celeste algo menos de 1° cada día. En 365 días describe una circunferencia completa (360°): la eclíptica.



La sensación que tenemos cuando vemos al Sol, Luna y planetas desde la Tierra es que se mueven por delante de las estrellas: son *astros errantes* que evolucionan sobre el fondo estrellado".

De ahí la concepción del universo aquí representada: la Teoría Heliocéntrica, muy acorde con lo que se observa desde la Tierra: el Sol está en el centro, los planetas giran a su alrededor, y en el fondo hay una gran esfera, la *esfera celeste*, en la que brillan las estrellas.

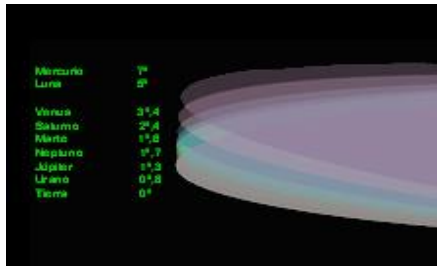


Consideremos una banda de unos 18° de anchura centrada en la eclíptica.

Dentro de esa región de la esfera celeste siempre encontramos a la Luna y a los planetas. La llamamos zodiaco.

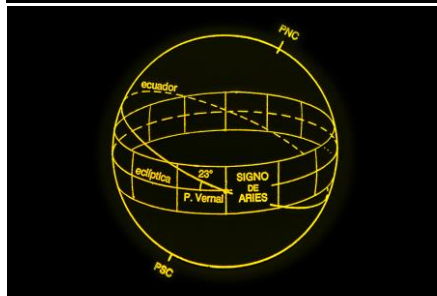
SESIÓN 2.- LA DINÁMICA DEL SISTEMA SOLAR (2nda parte).

DEL PLANETARIO AL COSMOS: curso de astronomía y astrofísica 2025



Se debe a que las órbitas de los planetas y la Luna tienen una inclinación pequeña con respecto a la de la Tierra.

Todos los planetas giran prácticamente en el mismo plano, esto es consecuencia de su proceso de formación.



Con fines prácticos, el zodíaco se dividió en 12 sectores (30° de cielo para cada uno): son los doce signos del zodíaco. La idea es que el Sol tarde un mes en pasar por delante de cada uno.

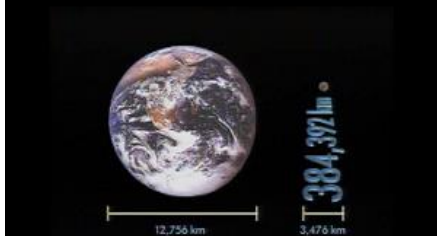
Se les dio los nombres de las constelaciones que allí estaban entonces (Antigua Grecia).

Hoy día no coinciden signos del zodíaco y las constelaciones, debido al movimiento de precesión de la Tierra. El Punto Vernal o Primer Punto de Aries (origen de medidas de ascensión recta), está ahora en la constelación de Piscis.



LA LUNA: analizamos cómo se mueve la Luna por delante de la esfera celeste y su relación con su movimiento real, por qué difiere su aspecto en el cielo al transcurrir los días (fases) y el fenómeno de los eclipses, que es consecuencia del movimiento de la Luna en torno a la Tierra.

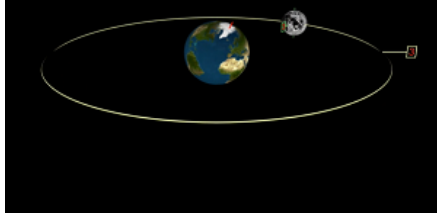
La Luna es nuestro único satélite natural.



Es muy grande en comparación con su planeta (radio lunar $\approx \frac{1}{4}$ radio terrestre) y está muy cerca (a unos 380.000 km. de la Tierra). Por ello la vemos como un disco grande en el cielo, que ocupa medio grado angular (medio dedo meñique).

No tiene luz propia, refleja la que le llega del Sol. Distinguimos estructuras en su superficie: mares, cráteres, montañas...

Completa una órbita (traslación lunar) en 27 días 7 h 43 min. A la vez que se traslada por ella, va rotando (rotación lunar).



La interacción gravitatoria ha hecho que estos movimientos se sincronicen (tarda lo mismo en rotar que en trasladarse). Esto hace que la Luna nos muestre una sola cara. Por ello hablamos de la cara visible y de la cara oculta de la Luna.

Todos los cuerpos sometidos a la interacción gravitatoria tienden a sincronizar sus movimientos.

SESIÓN 2.- LA DINÁMICA DEL SISTEMA SOLAR (2nda parte).

DEL PLANETARIO AL COSMOS: curso de astronomía y astrofísica 2025



En realidad, vemos algo más del 50% de la Luna (hasta un 59% de su superficie), debido al fenómeno de la libración (movimiento aparente de oscilación o balanceo de la Luna de E a W y de N a S).

Causas:

1. la excentricidad de la órbita lunar (se mueve más rápido en su perigeo que en su apogeo, lo que nos permite ver algo más en longitud - unos $7^{\circ}45'$ extra en dirección E y W).
2. la inclinación de su eje de rotación respecto al plano de la eclíptica (nos permite ver algo más en latitud - unos $6^{\circ},5$ en dirección N y S).
3. al tamaño no despreciable del radio terrestre frente a la distancia Tierra-Luna (es pequeña, nos permite ver algo menos de 1° más en longitud E-W)



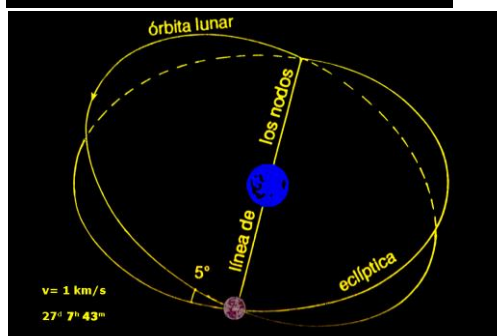
Como no tiene luz propia, según gira en su órbita va cambiando de aspecto: son las fases de la Luna. A veces el Sol consigue iluminarla por completo (luna llena), otras no (creciente, menguante), y a veces la cara visible de la Luna no recibe luz del Sol y no la vemos (fase de luna nueva).

Cuando la Luna crece, la vemos por la tarde y en las primeras horas de la noche. Cuando la Luna está llena, la Luna sale justo cuando el Sol se pone, y nos acompaña durante toda la noche. Cuando la Luna mengua, la vemos avanzada la noche y en las primeras horas de la mañana.



Hay una gran diferencia en la iluminación del cielo entre una noche de luna llena y luna nueva. Para observar a la Luna y otros astros, mejor en noches que no sean de luna llena.

Lunación: tiempo transcurrido entre dos fases iguales consecutivas (de luna llena a luna llena). Dura **29 días 12 h 44 min**. También se le llama mes sinódico.



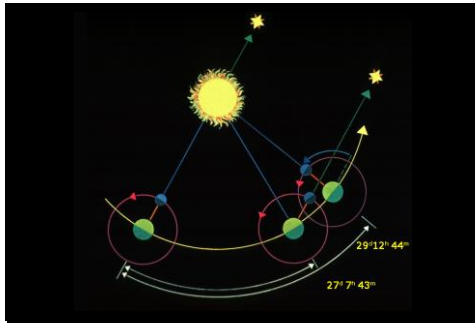
La órbita de la Luna es una elipse de excentricidad apreciable, por lo que la distancia entre Tierra y Luna varía, y también la velocidad con la que recorre su órbita.

Lo hace a una velocidad media de 1 km/s (unos 3.600 km/h). Esto se traduce en que la vemos moverse por el cielo de W a E, unos 15° cada día (media constelación zodiacal). Traducido a tiempo, a la Luna la vemos salir cada día unos 50 minutos más tarde.

Tiene una inclinación de unos 5° con respecto a la órbita terrestre. Completa una órbita en **27 días 7 h 43 min**. Lo llamamos mes sidéreo.

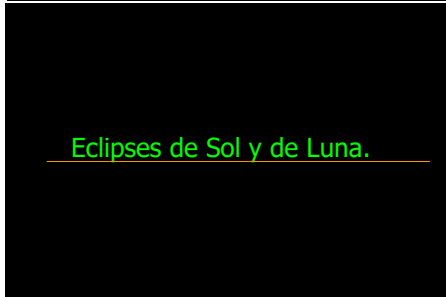
SESIÓN 2.- LA DINÁMICA DEL SISTEMA SOLAR (2nda parte).

DEL PLANETARIO AL COSMOS: curso de astronomía y astrofísica 2025



¿Por qué hay esa diferencia entre un mes sidéreo (27 días 7 h 43 min) y un mes sinódico (29 días 12 h 44 min)?

Porque en el tiempo que tarda la Luna en dar una vuelta, la Tierra ha avanzado en su órbita alrededor del Sol. Esto hace que en ese momento no se repita la fase. Tienen que transcurrir unos dos días más para que el Sol ilumine a la Luna de la misma forma y se repita la fase.



Los eclipses son fenómenos producidos por el giro de la Luna en torno a la Tierra.

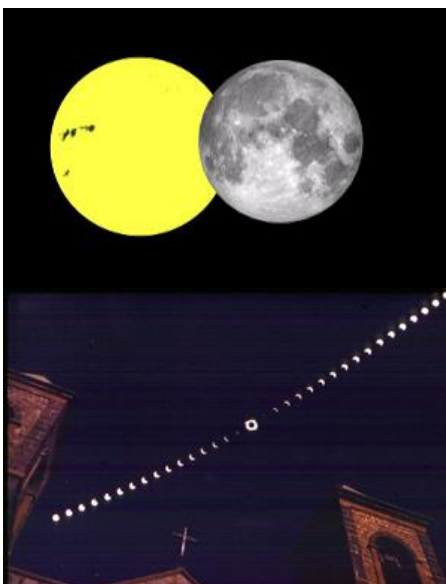
A veces, la Luna se interpone entre la Tierra y el Sol y se producen los eclipses solares. Otras, la Luna se zambulle en la sombra que proyecta la Tierra en el espacio, y se producen los eclipses lunares.



Los eclipses de Sol:

A veces, cuando la Luna se sitúa entre la Tierra y el Sol, la sombra que proyecta en el espacio "toca" la superficie de la Tierra, con lo que desde esos lugares se ve el disco del Sol oculto por la Luna. Si lo tapa por completo, tendremos un *eclipse total* de Sol. Si lo hace parcialmente, tendremos un *eclipse parcial* de Sol.

Se producen en algunas lunas nuevas (cuando la cara visible de la Luna no es iluminada por el Sol, el Sol ilumina su cara oculta).



Los eclipses totales de Sol son posibles en virtud de una gran casualidad: el Sol es 400 veces más grande que la Luna, pero está 400 veces más lejos. Por ello vemos al disco solar y al disco lunar con el mismo tamaño desde la Tierra (medio grado de cielo)

Eclipse total de Sol: la totalidad dura muy poco, como máximo 8 minutos.

Durante una hora y media el disco lunar va desplazándose por delante del Sol hasta taparlo por completo. Después de la totalidad, tarda otro tanto en liberarlo.

Durante la totalidad se puede mirar el disco solar sin protección ocular. Vemos entonces capas externas del Sol que no podemos ver normalmente: la *cromosfera* y, sobre todo, la *corona*.

SESIÓN 2.- LA DINÁMICA DEL SISTEMA SOLAR (2nda parte).

DEL PLANETARIO AL COSMOS: curso de astronomía y astrofísica 2025



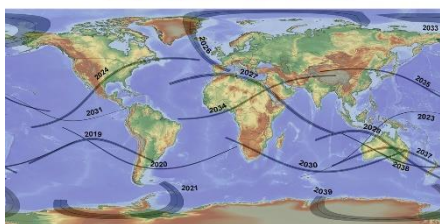
Con esta imagen comienza la totalidad de un eclipse de Sol: es el *anillo de diamantes*. Los últimos rayos de la fotosfera solar (capa solar que vemos a simple vista) se escapan por entre las montañas de la Luna, y dan lugar a esta bonita estampa.

En este momento uno puede quitarse las gafas de eclipse y contemplar el Sol directamente, sin que nos dañe. Ahora vemos sus capas externas (cromosfera y corona),

Durante la totalidad no se hace noche cerrada; es más bien una noche clara, en la que se pueden ver los astros más brillantes que están sobre el horizonte (generalmente, los planetas que están cerca del disco solar ese día, y también alguna estrella brillante).

Desde el espacio: no se ve apenas nada, una sombra fugitiva moviéndose a 3.600 km/h sobre la superficie de la Tierra. Debido a esta gran velocidad, la sombra describe trazos más o menos "rectos" por la superficie de la Tierra. Desde esos lugares se verá el eclipse total de Sol. La banda dibujada por la sombra es estrecha, como máximo de unos 270 km. de anchura. Fuera de ella, el eclipse se verá como parcial. Hay que tener cuidado al elegir la zona desde dónde observar un eclipse total: ¡si nos desviamos un poco... nos lo perdemos!

Próximos eclipses totales de Sol: 2019-2040



La parcialidad de un eclipse de Sol debe observarse con la protección adecuada. No valen gafas de Sol, ni películas veladas, ni radiografías, ni siquiera cristales de soldador de nº 14, no son seguros. Dejan pasar una parte de la radiación solar que daña (quema) nuestra retina muy rápidamente.

Hay que hacerse con unas gafas de eclipse (en ópticas se pueden encargar, son muy baratas), y preferiblemente nuevecitas (el polímero del que suelen estar hechas se degrada con el tiempo, tiene fecha de caducidad; en todo caso, es muy probable que se rayen)

Sí que se puede observar la parcialidad de modo seguro con: un armazón con filtro Mylar, un telescopio con el filtro de primario que el fabricante vende para observar el sol, gafas de eclipse nuevas, por proyección sobre una cartulina, con telescopios especiales para ver el Sol (ej: Coronado, que es en realidad un filtro H alpha con pocos aumentos)

Hay otro tipo de eclipses de Sol: los eclipses anulares.

Como la órbita de la Luna es una elipse, hay momentos en que está más cerca de la Tierra (perigeo), y vemos su disco más grande desde aquí que cuando está más lejos (apogeo).

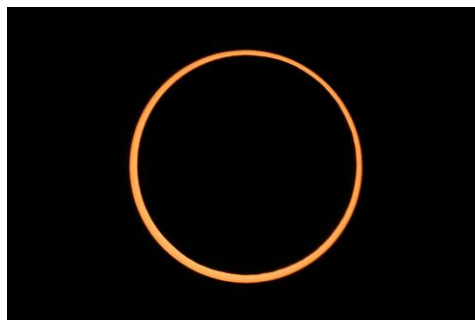
La diferencia de tamaño es pequeña, de un 10%, no apreciable visualmente. Pero es suficiente para que, durante un eclipse, a veces el disco lunar no consiga ocultar por completo la fotosfera.

Últimamente, a una luna llena en el perigeo le llaman superluna, mientras que a la luna llena en el apogeo le llaman miniluna.



SESIÓN 2.- LA DINÁMICA DEL SISTEMA SOLAR (2nda parte).

DEL PLANETARIO AL COSMOS: curso de astronomía y astrofísica 2025



Cuando la luna nueva en la que se produce el eclipse de sol está en el apogeo (miniluna), el disco lunar es más pequeño que el solar. En estos casos tenemos un *eclipse anular* de Sol: en ningún momento se oculta por completo el Sol (fotosfera), no vemos sus capas externas (cromosfera y corona), y no podemos quitarnos la protección ocular.

En los instantes centrales del eclipse veremos esta imagen; con nuestras gafas puestas, claro. De ahí su nombre, *anular*.

Próximos eclipses totales/anulares de Sol visibles desde España:

Total: Desde Bilbao, Burgos, Castellón. 12 Ago 2026.

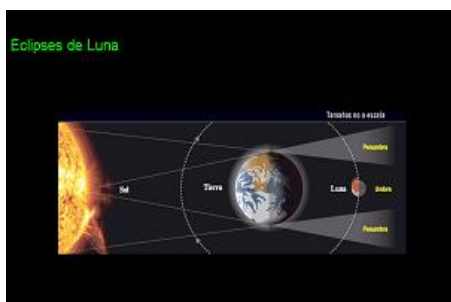
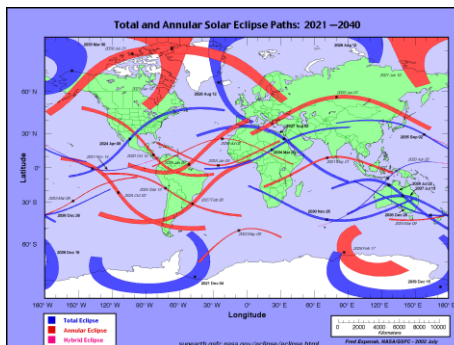
(http://xjubier.free.fr/en/site_pages/solar_eclipses/TSE_2026_GoogleMapFull.html) –

Total: Desde Sur de España. 2 Ago 2027.

(http://xjubier.free.fr/en/site_pages/solar_eclipses/TSE_2027_GoogleMapFull.html?Lat=36.25790&Lng=-5.55641&Elv=126.0&Zoom=11&LC=1)

Anular: Desde Sevilla, Valencia, Barcelona. 26 ene 2028

(http://xjubier.free.fr/en/site_pages/solar_eclipses/xSE_GoogleMap3.php?Ecl=+20280126&Lat=38.58079&Lng=-3.10854&Elv=851.0&Zoom=9&LC=1)



Los eclipses de Luna:

A veces, la Luna se sumerge en el cono de sombra que proyecta la Tierra en el espacio. Si se sumerge por completo, tendremos un *eclipse total* de Luna. Si lo hace parcialmente, tendremos un *eclipse parcial* de Luna.

Se producen en *algunas lunas llenas*, cuando la cara visible de la Luna es iluminada por completo por el Sol.

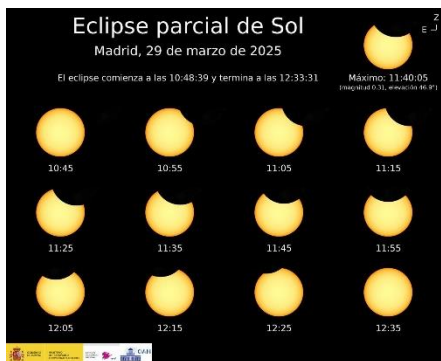
La Tierra proyecta un cono de sombra y otro de penumbra. Si la Luna sólo entra en el cono de penumbra, tendremos un eclipse penumbral de Luna. En estos casos desde la Tierra no se aprecia prácticamente nada.

Durante la totalidad de un eclipse de Luna no dejamos de verla, se ve más oscura y enrojecida; siempre le llegan algunos rayos refractados en las capas altas de la atmósfera que la iluminan de ese modo.

Esta imagen es una superposición de varias, tomadas contrarrestando el movimiento de la Tierra. Se ve fijo el cono de sombra que proyecta en el espacio, y cómo la Luna se introduce en él.



Son menos localizados que los de Sol: un eclipse de Luna se ve desde toda la mitad de la Tierra en la que es de noche en ese instante. Y duran más; la totalidad puede durar más de una hora (máx. 1 h 47 min.).



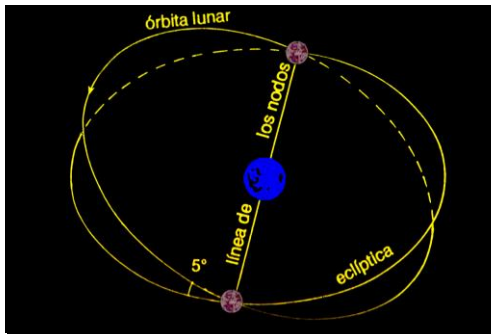
Eclipses que podemos ver este año 2025. En amarillo, los que podemos ver desde España:

- -viernes 14 de marzo de 2025 - eclipse total de Luna.
- - sábado 29 de marzo de 2025 - eclipse parcial de Sol. (ver imagen).
- - domingo 7 de septiembre de 2025 - eclipse total de Luna.
- -jueves 21 de septiembre de 2025: eclipse solar parcial. Visible desde la Antártida y una porción del Pacífico sur)

Más detalles en <https://planetmad.es/wp-content/uploads/2025/03/Eclipses-que-podemos-ver-este-año-2025b.docx>

SESIÓN 2.- LA DINÁMICA DEL SISTEMA SOLAR (2nda parte).

DEL PLANETARIO AL COSMOS: curso de astronomía y astrofísica 2025

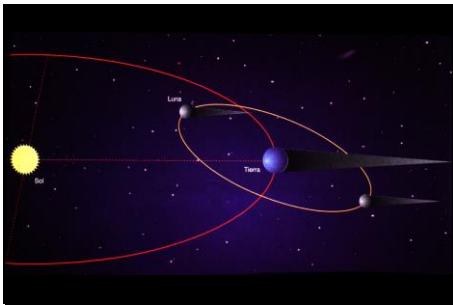


Periodicidad de los eclipses:

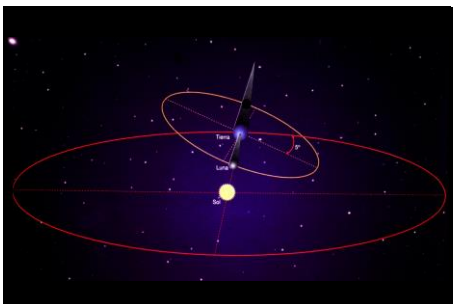
¿Cada cuánto se produce un eclipse? Si la órbita de la Luna no estuviera inclinada, tendríamos un mínimo de dos eclipses al mes: en cada luna llena y cada luna nueva.

Pero como está inclinada unos 5° , sólo hay eclipse cuando la luna llena o nueva sucede cerca de los nodos (puntos de corte entre órbita lunar y plano orbital de la tierra ó plano de la eclíptica). De ahí su nombre.

Esto sucede cada 6 meses, aproximadamente (un poco menos).

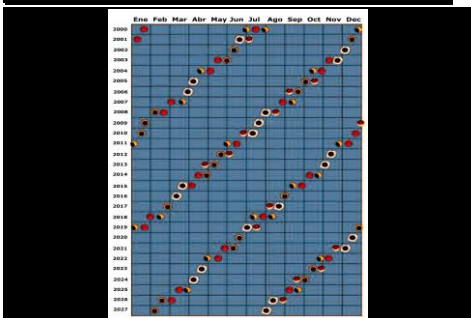


Lo habitual es que cuando la Luna se interpone entre Tierra y Sol, o cuando pasa "por detrás" de la Tierra, lo haga por encima o por debajo de su órbita, con lo que no se produce eclipse.



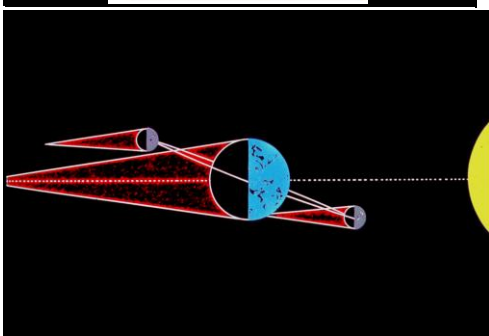
Sólo cuando las lunas llenas o nuevas se producen cerca de uno de los nodos de la órbita lunar, se produce eclipse.

Algo menos de medio año.



Causa: la interacción gravitatoria hace que la línea de nodos gire retrogradando unos 20° por año, por lo que los eclipses se van adelantando de un año al siguiente.

Tardará 18,61 años en completar una vuelta (223 lunaciones). Esta es la duración del *ciclo de Saros*, tiempo necesario para que los eclipses se repitan en las mismas fechas.



¿Qué eclipses son más abundantes: los de Sol o los de Luna?

Son más abundantes los eclipses de Sol que los de Luna. Hay 2, 3 ó 4 eclipses de Sol al año (media = 2,3 eclipses solares), mientras que eclipses de Luna se producen 0, 1 ó 2 eclipses al año (media = 1,5 eclipses lunares). Pero al ser tan localizados los eclipses de Sol, es más fácil que hayamos visto un eclipse lunar que un eclipse solar.

El motivo de esta dispar abundancia es el pequeño tamaño de la Luna, y se muestra en este esquema: un caso en el que en la luna nueva tenemos un eclipse de Sol (la sombra de la Luna toca la superficie terrestre), pero en la luna llena siguiente no hay eclipse de Luna (la Luna no se sumerge en la sombra proyectada por la Tierra en el espacio).

SESIÓN 2.- LA DINÁMICA DEL SISTEMA SOLAR (2nda parte).

DEL PLANETARIO AL COSMOS: curso de astronomía y astrofísica 2025



Visibilidad de planetas

PLANETAS: Siempre se ven como objetos puntuales en el firmamento. Para encontrarlos en el cielo y diferenciarlos de las estrellas podemos utilizar las siguientes indicaciones:

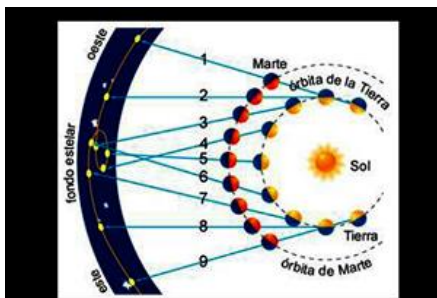
- son, generalmente, más brillantes que las estrellas.
- en los más luminosos se aprecia cierta tonalidad o color.
- se mueven por las constelaciones del zodiaco, y en los más cercanos su movimiento es evidente en días o semanas.
- su luz no titila (a diferencia de la de estrellas próximas a él).

se desplazan normalmente de oeste a este por las constelaciones del zodiaco, pero a veces cambian su dirección moviéndose de este a oeste. Es decir, describen *bucles* en el cielo.



BUCLE DE MARTE: Los Planetas, se desplazan de oeste a este por las constelaciones del zodiaco, pero en ocasiones cambian su dirección moviéndose de este a oeste, describiendo bucles en el cielo. Es fácil imaginarse a Mercurio y Venus describir los bucles, pues los estamos viendo orbitar en torno al Sol (a veces se mueven en el mismo sentido que el Sol por el zodiaco, otras al revés).

Copyright de la imagen vía ApOD <https://apod.nasa.gov/apod/ap120809.html>



Para comprender el bucle aparente que describen los planetas exteriores (ej: Marte), observa la gráfica. Cuando la Tierra adelanta a Marte en su órbita, es cuando lo vemos retrogradar.

Posiciones notables:

En su movimiento alrededor del Sol, **ciertas posiciones que alcanzan los planetas nos indican sus condiciones de visibilidad.** Es decir, si están más brillantes o no, el tiempo del que dispondremos para su observación...

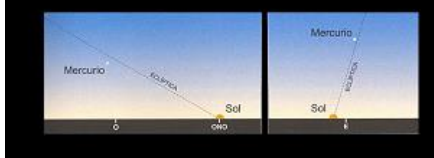
En general, el mejor momento para observar los **planetas interiores** es cuando están cerca de sus máximas elongaciones.

Con respecto a los **planetas exteriores**, los vemos más brillantes y durante más tiempo cuando están cerca de su oposición.



Posiciones notables

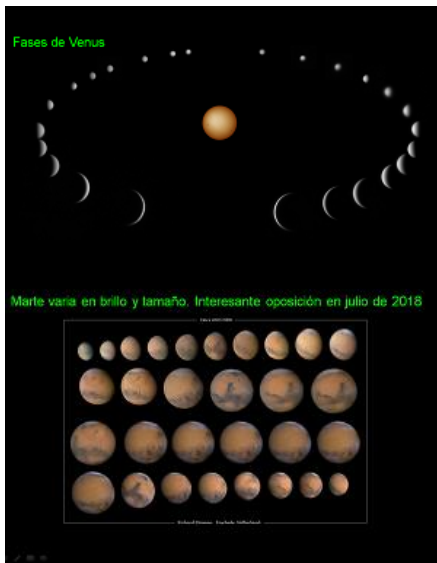
No necesariamente las elongaciones más amplias de Mercurio son las más favorables para su observación.



Hay excepciones...

SESIÓN 2.- LA DINÁMICA DEL SISTEMA SOLAR (2nda parte).

DEL PLANETARIO AL COSMOS: curso de astronomía y astrofísica 2025

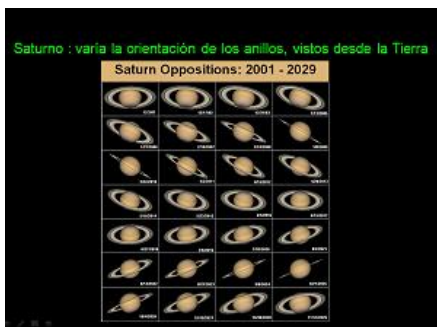


Algunos ejemplos de lo que puede observar un aficionado a la astronomía en los planetas.

las fases de Venus: siempre lo vemos con fase, cuanto más cerca de su conjunción superior más iluminado estará.



- en unos dos años Marte completa una vuelta alrededor del Sol. Va cambiando de brillo, así como su distancia a la Tierra. Cuando está en oposición es cuando mejor lo vemos.
- cuando está cerca de sus cuadraturas, Marte y los otros planetas exteriores presentan también algo de fase (aunque no muy pronunciada).



- Las bandas de Júpiter, los satélites galileanos e incluso la sombra de dichos satélites proyectadas sobre la brillante superficie del planeta.



- Saturno tarda algo más de 29 años en dar una vuelta en torno al Sol. Vemos cómo en este tiempo va variando la orientación con la que vemos a sus anillos.

- Ocultaciones de planetas por la Luna. Ejemplo, una ocultación de Saturno por la Luna.

SESIÓN 2.- LA DINÁMICA DEL SISTEMA SOLAR (2nda parte).

DEL PLANETARIO AL COSMOS: curso de astronomía y astrofísica 2025



Movimiento verdadero de los planetas: leyes de Kepler

Planetas describen órbitas elípticas alrededor del Sol en uno de sus focos.

Primera Ley de Kepler

El vector posición de cualquier planeta respecto del Sol, barre áreas iguales de la elipse en tiempos iguales.

Segunda Ley de Kepler

Los cuadrados de los períodos de revolución son proporcionales a los cubos de los semiejes mayores de la elipse.

Tercera Ley de Kepler

Los cuadrados de los períodos de revolución son proporcionales a los cubos de los semiejes mayores de la elipse.

MOVIMIENTO VERDADERO DE LOS PLANETAS: descrito por las **Leyes de Kepler**.

- 1º.- Los planetas describen órbitas elípticas en torno al Sol, estando éste en uno de sus focos.
- 2º.- El vector de posición de un planeta barre áreas iguales en tiempos iguales.
- 3º.- los cuadrados de los períodos de revolución son proporcionales a los cubos de los semiejes mayores de la elipse.

Movimiento verdadero de los planetas: leyes de Kepler

Planetas describen órbitas elípticas alrededor del Sol en uno de sus focos.

Primera Ley de Kepler

$e=0$, órbita circular. $0 < e < 1$, elipse

Mercurio	Venus	Marte	Júpiter	Saturno
0,20563069	0,00677323	0,09341233	0,04839266	0,05415060

1º.- Los planetas describen órbitas elípticas en torno al Sol, estando éste en uno de sus focos.

Que viene a decirnos...

- ... que las órbitas de los planetas son elipses, no circunferencias. Aunque no son demasiado excéntricas, en general. Mercurio y Marte, las más excéntricas de los visibles a simple vista.

Movimiento verdadero de los planetas: leyes de Kepler

Planetas describen órbitas elípticas alrededor del Sol en uno de sus focos.

Segunda Ley de Kepler

El vector posición de cualquier planeta respecto del Sol, barre áreas iguales de la elipse en tiempos iguales.

Mercurio	Venus	Marte	Júpiter	Saturno
47,8725	35,2114	94,1809	11,8697	9,46724

2º.- El vector de posición de un planeta barre áreas iguales en tiempos iguales.

Conocida también como 'ley de las áreas', es equivalente a enunciar la constancia del momento angular; es decir, cuando el planeta está más alejado del Sol (afelio) su velocidad es menor que cuando está más cercano al Sol (perihelio). En el afelio y en el perihelio, el momento angular L es el producto de la masa del planeta, por su velocidad y por su distancia al centro del Sol.

$$L = mr_1 \cdot v_1 = mr_2 \cdot v_2$$

Que viene a decirnos...

... que, dentro de su órbita, los planetas se mueven más rápido cuando están cerca del Sol que cuando están lejos. Así, la Tierra viaja más rápido en enero (que es cuando está pasando por su perihelio) que en julio (cuando pasa por su afelio). En consecuencia, los habitantes del hemisferio norte terrestre tenemos ¡tres días más de verano!

Movimiento verdadero de los planetas: leyes de Kepler

Planetas describen órbitas elípticas alrededor del Sol en uno de sus focos.

Segunda Ley de Kepler

El vector posición de cualquier planeta respecto del Sol, barre áreas iguales de la elipse en tiempos iguales.

Tercera Ley de Kepler

Los cuadrados de los períodos de revolución son proporcionales a los cubos de los semiejes mayores de la elipse.

Mercurio	Venus	Marte	Júpiter	Saturno
0,2408467	0,61219726	1,8608476	11,862615	29,447499
1,38709997	0,72231199	1,52366231	5,20238301	9,52797932

3º.- los cuadrados de los períodos de revolución son proporcionales a los cubos de los semiejes mayores de la elipse. $P^2 = k \cdot a^3$.

El periodo de los planetas depende solamente del semieje mayor de la elipse. Los tres planetas de la animación tienen el mismo eje mayor $2a=6$ unidades, por tanto, tienen el mismo periodo.

Que viene a decir que...

... los planetas más alejados del Sol tardan más tiempo en completar su movimiento de traslación que los más cercanos, y este período de revolución es independiente de su excentricidad (a igual semieje, igual período).

SESIÓN 2.- LA DINÁMICA DEL SISTEMA SOLAR (2nda parte).

DEL PLANETARIO AL COSMOS: curso de astronomía y astrofísica 2025

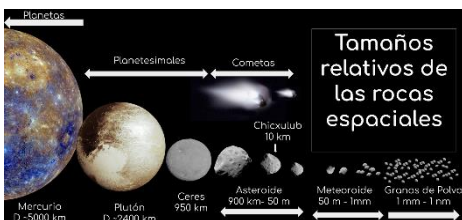


PLANETAS ENANOS: Este es el término creado por la Unión Astronómica Internacional para definir toda una nueva clase de cuerpos celestes que no pueden ser categorizados como planeta o cuerpo menor del sistema solar. Un planeta enano es aquel cuerpo celeste que:

- Está en órbita alrededor de una estrella.
- Tiene suficiente masa para que su propia gravedad haya superado la fuerza de un cuerpo rígido, de manera que adquiera un equilibrio hidrostático (es decir, tiene forma casi esférica).
- No es un satélite.
- No ha limpiado la vecindad de su órbita, es decir, la comparte con otros objetos.

Las consecuencias más inmediatas de esta nueva definición fueron la pérdida de Plutón del estatus de planeta y su clasificación como planeta enano; el aumento de categoría de Ceres, antes considerado asteroide; y la inclusión en los planetas enanos del reciente descubrimiento de Eris (conocido durante un tiempo como Xena de manera informal).

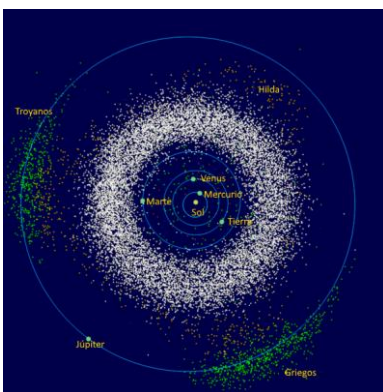
En la imagen: objetos más grandes del sistema solar que no son planetas.



CUERPOS MENORES DEL SSOLAR: Son los objetos que orbitan en torno al Sol y no encajan en la definición de planetas ni de planetas enanos. Actualmente se incluyen en esta categoría todos los asteroides del Sistema Solar con la excepción de Ceres, los Centauros, la mayoría de los objetos transneptunianos y los cometas.

Trataremos ahora por encima a **ASTEROIDES** y **COMETAS**, que podemos observar en determinadas condiciones como astrónomos aficionados.

Y también de los **METEOROS**, que es como llamamos a las rocas espaciales que penetran en la atmósfera y las vemos brillar mientras que se desintegran (total o parcialmente).



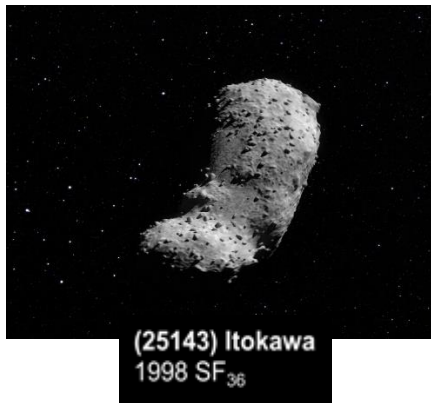
ASTEROIDES: Un asteroide es un cuerpo celeste rocoso, más pequeño que un planeta y mayor que un meteoroide. La mayoría orbita entre Marte y Júpiter, en la región del sistema solar conocida como cinturón de asteroides; otros se acumulan en los puntos de Lagrange de Júpiter, y la mayor parte del resto cruza las órbitas de los planetas.

SESIÓN 2.- LA DINÁMICA DEL SISTEMA SOLAR (2nda parte).

DEL PLANETARIO AL COSMOS: curso de astronomía y astrofísica 2025



Tienen tamaños muy variados (900 km a 50m).



Cuando se descubre un nuevo asteroide (generalmente mediante un survey automático en la actualidad) se le da un nombre provisional hasta que se determina bien su órbita. El primer elemento de una designación provisional para asteroides es el año de descubrimiento, seguido por dos letras y, opcionalmente, un número.

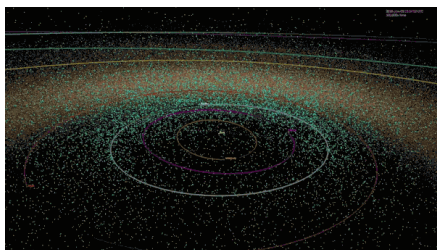
La primera letra es la codificación de la quincena. La segunda letra y el número indican el orden de descubrimiento dentro de la quincena, por orden alfabético y sin usar la 'I'. En caso de que se acaben las letras, se añaden números a continuación cíclicamente.

Ejemplo: El primer asteroide descubierto en la primera quincena de 2008 se nombró 2008 AA. El 25º asteroide descubierto en la misma quincena se denominó 2008 AZ, y, el 26º, 2008 AA1, etc. El primer asteroide descubierto el 16 de enero se denominó 2008 BA.



Asteroid (4179) Toutatis Passes the Earth
(VLT KUEYEN + FORS 1)

Se descubren en los surveys del cielo, porque se mueven y salen como trazos sobre el fondo de estrellas.



ASTEROIDES CERCANOS A LA TIERRA (Near Earth Asteroid, NEA).

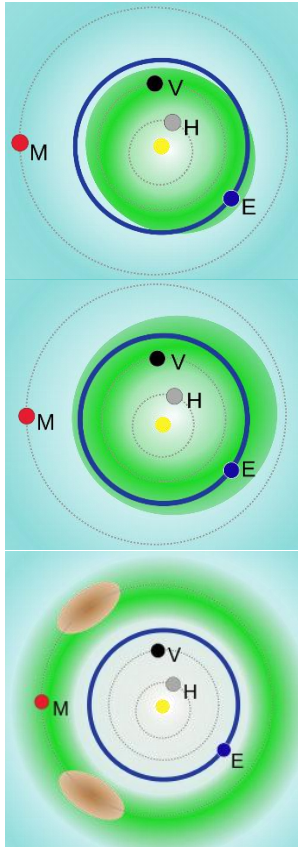
Un asteroide próximo a la Tierra o NEA se caracteriza por tener una trayectoria que lo lleva a acercarse a menos de 1,3 unidades astronómicas (ua) del Sol y a menos de 0,3 ua de la Tierra.

Hay más de 10 000 asteroides conocidos con estas características, con diámetros que varían desde un metro a los aproximadamente 32 km de Ganimedes. Los que superan el kilómetro se acercan a los 1000; estos provocarían en la Tierra al caer un evento global, como el que acabó con los dinosaurios. Probablemente existan decenas de miles de NEA de tamaños entre 1-2000m, aún muchos por detectar.

Parte de estos cuerpos son residuos de cometas extinguidos y su composición es comparable a la de los cometas de periodo corto. Otros NEA se cree que se originan en el cinturón de asteroides, donde la influencia gravitatoria de Júpiter los expulsa al sistema solar interior.

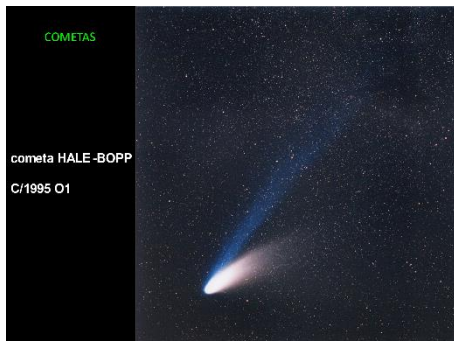
SESIÓN 2.- LA DINÁMICA DEL SISTEMA SOLAR (2nda parte).

DEL PLANETARIO AL COSMOS: curso de astronomía y astrofísica 2025



Algunos NEA suponen un peligro de colisión para la Tierra. Por ello se clasifican atendiendo a su órbita (semieje mayor, perihelio y afelio).

- Un **asteroide tipo Atón** es cualquiera de los asteroides con una órbita cuyo semieje mayor sea menor que el de la Tierra (1ua). El asteroide Atón da nombre al grupo. El que el semieje mayor sea menor que el de la Tierra no quiere decir que estén totalmente contenidos en su órbita, ya que con la suficiente excentricidad pueden cruzarla. De hecho, *la gran mayoría de estos asteroides cruzan la órbita terrestre.*
- **Asteroides Apolo:** son un grupo de asteroides cercanos a la Tierra que *cruzan la órbita de la Tierra*, tienen un semieje mayor que el de la Tierra ($a > 1$ ua) pero distancias de perihelio menores que la distancia del afelio de la Tierra. Llevan el nombre del asteroide Apolo, de estas características.
- **Asteroides Amor:** cualquier asteroide cuya órbita contenga totalmente a la terrestre y que tenga un perihelio menor de 1,3 ua (es decir, es un NEA) y mayor de 1,017ua (el afelio de la Tierra). Con ello, los asteroides Amor llegan desde fuera de la órbita de la Tierra hasta sus cercanías, pero pueden cruzar la órbita de Marte e incluso la de Júpiter. *No cruzan la órbita de la Tierra* y no son amenazas de impacto inmediato, *pero sus órbitas pueden cambiar* para convertirse en órbitas que crucen la Tierra en el futuro. Aproximadamente una décima parte de los asteroides potencialmente peligrosos son asteroides Amor con un perihelio de menos de 1,05 ua.



COMETAS: son cuerpos menores del sistema solar, con tamaños desde unos pocos metros hasta algunos kilómetros de diámetro. Se trata básicamente de grandes «bolas de hielo sucio».

Sus órbitas, normalmente muy alargadas, los llevan a pasar la mayor parte del tiempo muy alejados del Sol. Pero cuando se acercan, se calientan, y el hielo (principalmente de agua) sublima; es decir, pasa de estado sólido a gaseoso. Este gas que escapa del núcleo sólido del cometa arrastra consigo partículas de polvo, y forma una extensa nube alrededor del cometa llamada *cabellera* o *coma*. Los materiales expulsados son arrastrados en sentido opuesto al Sol por acción del viento solar, y dan lugar a las *colas* cometarias (cola de gas o iónica, de color azul en la imagen, y cola de polvo).

Su designación provisional es similar a la de los asteroides, salvo que sólo se usa una letra en vez de dos, y se le añade delante P/ si es un cometa periódico o C/ si no lo es (a los que se han desintegrado, "D/"; y a los que se conocen únicamente por datos históricos, X/).

Por ejemplo, el primer cometa descubierto la primera quincena de 2008, se denominó 2008 A1. Y al ver que era periódico, se le añadió el prefijo "C/", resultando C/2008 A1.

Si un cometa tiene al principio apariencia asteroidal y recibe una denominación provisional como asteroide, aunque desarrolle luego una cola y se descubra que es un cometa, mantendrá dicha denominación.

SESIÓN 2.- LA DINÁMICA DEL SISTEMA SOLAR (2nda parte).

DEL PLANETARIO AL COSMOS: curso de astronomía y astrofísica 2025



El color de las estrellas de la CMB da una información importante de la evolución del universo. Es probable que las estrellas más antiguas fueran azules o verdes, pero hoy en día solo se encuentran en las nebulosas y en las nubes de polvo interestelares. En la actualidad, las estrellas más antiguas que se encuentran en la Tierra son de una energía proporcional al cuadrado de dicha velocidad, generalmente entre 11 y 20 km/s, pero puede ser mayor.

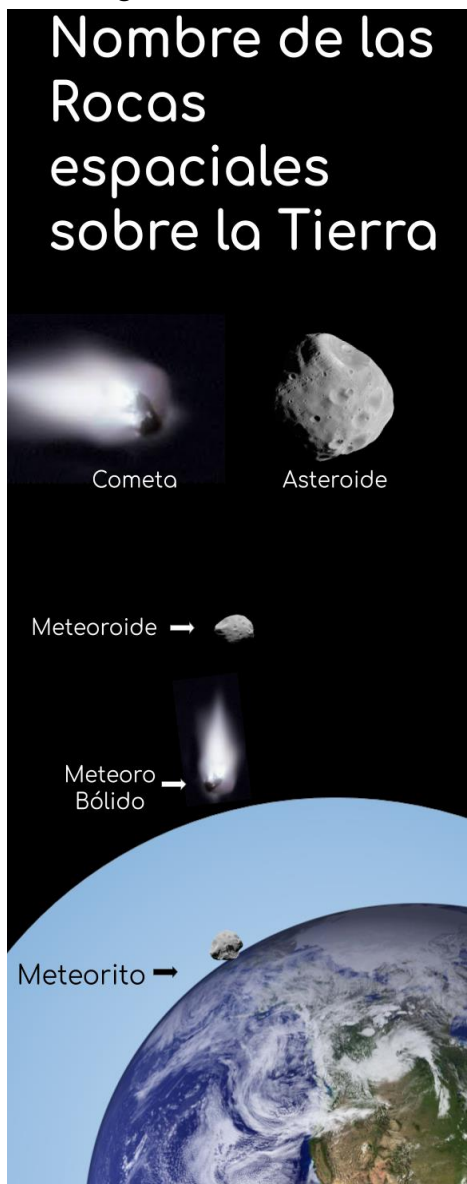
Una Escala de Peligrosidad (Turín)	Descripción
0	La probabilidad de una colisión es cero, o es tan baja como para ser prácticamente cero. Tienen un riesgo de impacto tan bajo como el de un meteorito que cae en el desierto, o un cometa que pasa a una distancia segura de la Tierra.
1	La probabilidad de una colisión es muy baja, pero no es cero. El impacto podría causar daños locales, pero no globales. El riesgo de impacto es comparable al de un meteorito que cae en el desierto, o un cometa que pasa a una distancia segura de la Tierra.
2	La probabilidad de una colisión es baja, pero no es cero. El impacto podría causar daños regionales, pero no globales. El riesgo de impacto es comparable al de un meteorito que cae en el desierto, o un cometa que pasa a una distancia segura de la Tierra.
3	La probabilidad de una colisión es moderada. El impacto podría causar daños globales, pero no catastróficos. El riesgo de impacto es comparable al de un meteorito que cae en el desierto, o un cometa que pasa a una distancia segura de la Tierra.
4	La probabilidad de una colisión es alta. El impacto podría causar daños globales, pero no catastróficos. El riesgo de impacto es comparable al de un meteorito que cae en el desierto, o un cometa que pasa a una distancia segura de la Tierra.
5	La probabilidad de una colisión es muy alta. El impacto podría causar daños globales, pero no catastróficos. El riesgo de impacto es comparable al de un meteorito que cae en el desierto, o un cometa que pasa a una distancia segura de la Tierra.
6	La probabilidad de una colisión es extremadamente alta. El impacto podría causar daños globales, pero no catastróficos. El riesgo de impacto es comparable al de un meteorito que cae en el desierto, o un cometa que pasa a una distancia segura de la Tierra.
7	La probabilidad de una colisión es extremadamente alta. El impacto podría causar daños globales, pero no catastróficos. El riesgo de impacto es comparable al de un meteorito que cae en el desierto, o un cometa que pasa a una distancia segura de la Tierra.
8	La probabilidad de una colisión es extremadamente alta. El impacto podría causar daños globales, pero no catastróficos. El riesgo de impacto es comparable al de un meteorito que cae en el desierto, o un cometa que pasa a una distancia segura de la Tierra.
9	La probabilidad de una colisión es extremadamente alta. El impacto podría causar daños globales, pero no catastróficos. El riesgo de impacto es comparable al de un meteorito que cae en el desierto, o un cometa que pasa a una distancia segura de la Tierra.
10	La probabilidad de una colisión es extremadamente alta. El impacto podría causar daños globales, pero no catastróficos. El riesgo de impacto es comparable al de un meteorito que cae en el desierto, o un cometa que pasa a una distancia segura de la Tierra.

S

Peligrosidad:

La [escala de Turín](#) y la [escala de Palermo](#) evalúan el riesgo de un posible impacto de un asteroide contra la Tierra. Desde un enfoque probabilístico de colisión (caso de la escala de Palermo), como de un estado de alerta por magnitud del daño potencial (escala de Turín).

Es conocido el reciente descubrimiento del neo 2024 YR4, que en 2025 alcanzó el nivel 3 en la escala de Turín. Ya está descartado como peligroso.



METEOROS Y LLUVIAS DE ESTRELLAS:

Un meteoroides es, en general, una roca espacial de menos de 50 m de diámetro. En general, asteroide, cometa o meteoroides todos son susceptibles de acercarse peligrosamente a la Tierra y penetrar en su atmósfera, con posibles efectos devastadores.

Los cuerpos de más de 1 km de diámetro tienen al impactar efectos globales en el planeta (ej: impacto de Chicxulub, que acabó con multitud de especies, como los dinosaurios). Estos sucesos ocurren en media cada 100 millones de años. Los cuerpos con tamaños entre cientos y decenas de metros de diámetro producen devastaciones locales, como el impacto del bólido de Tunguska, en 1908 (de entre 50 y 190 m de diámetro, no se sabe seguro). Es decir, que un cuerpo de unos pocos metros de diámetro -y por tanto de difícil detección- puede causar grandes desastres.

El 15 de febrero de 2013 cayó en Cheliábinsk, en los Montes Urales (Rusia), un cuerpo que medía aproximadamente 17 metros de alto por 15 metros de ancho, con una masa de 10.000 toneladas en el momento de su ingreso a la atmósfera. La bola incandescente provocó 1491 heridos por la onda expansiva y daños económicos que superaron los 1000 millones de rublos (aproximadamente 33 millones de dólares).

Cuando un meteoroides ingresa en la atmósfera (50 metros – 100 micras), se calienta y se vaporiza parcial o completamente. El gas que queda en la trayectoria seguida por el meteoroides se ioniza y brilla. El rastro de vapor brillante se llama técnicamente **meteoro**, aunque su nombre común es **estrella fugaz**. Suelen ser partículas de pequeño tamaño, que no alcanzan el suelo. Se denominan **bólidos** aquellos meteoros con magnitud aparente inferior a -4 (es decir, igual o más brillante que Venus).

Cuando parte de ese meteoroides alcanza el suelo, se llama **meteorito**. La mayoría de los meteoroides se desintegran al incorporarse en la atmósfera de la Tierra; no obstante, se estima que unos 50 meteoritos de diverso tamaño (desde pequeños guijarros hasta el tamaño de una pelota de baloncesto) entran en la superficie terrestre cada día. Unos 17.000 al año. Unas 40.000 toneladas de material extraterrestre.

SESIÓN 2.- LA DINÁMICA DEL SISTEMA SOLAR (2nda parte).

DEL PLANETARIO AL COSMOS: curso de astronomía y astrofísica 2025



LLUVIAS DE ESTRELLAS FUGACES:- Hay noches en las que hay más meteoros o estrellas fugaces que otras. Se dice que se produce una lluvia de estrellas.

Se debe a que esa noche la Tierra atraviesa una zona del espacio especialmente "sucia", normalmente debido a que atraviesa la órbita de un cometa (suele estar llena de partículas de diferente tamaño).

Visto desde la Tierra, los meteoros parecen proceder de un punto común: por eso se bautiza a una lluvia con el nombre de la constelación en la que está dicho punto, al que se llama radiante.

PRINCIPALES LLUVIAS DE METEOROS - 2025

nombre	máximo	visibilidad	radiante		velocidad	ritmo cenital
			α	δ	(km s^{-1})	(h^{-2})
cuadrántidas	3 Ene	28 Dic - 12 Ene	230°	49°	41	80 [60-200]
liridas	22 Abr	14 Abr - 30 Abr	271°	34°	49	18 [14-90]
η acuáridas	6 May	19 Abr - 28 May	338°	-1°	66	50 [40-85]
δ acuáridas	30-31 Jul	12 Jul - 23 Ago	340°	-16°	41	25 [16-40]
perseidas	12 Ago	17 Jul - 24 Ago	48°	58°	59	100 [80-200]
draconidas	8 Oct	6 Oct - 10 Oct	262°	54°	20	5 [5-500+]
oriónidas	21 Oct	2 Oct - 7 Nov	95°	16°	66	20 [14-70]
leónidas	17 Nov	6 Nov - 30 Nov	152°	22°	71	10 [10-20+]
geminidas	14 Dic	4 Dic - 20 Dic	112°	33°	35	150 [110-150]
úrsidas	22 Dic	17 Dic - 26 Dic	217°	76°	33	10 [10-50]

Observatorio Astronómico Nacional - IGN

Estas son las lluvias de estrellas más famosas del año, con una estimación de lo que se espera de ellas y el cometa asociado a cada una. Esta información hay que cruzarla con los días en que hay luna llena. Si la lluvia coincide con la luna llena, no se distinguen apenas estrellas fugaces: es un mal año para intentar observarla.