



Fuerzas y movimientos en el universo



INTERPRETA LA IMAGEN

- **¿Qué elementos forman un telescopio? ¿Por qué parte del telescopio se mira?**

Los elementos habituales de un telescopio son:

- El buscador, un pequeño telescopio para localizar los objetos con mayor facilidad, aunque con menor precisión.
- El ocular, que determina el aumento obtenido.
- El objetivo, que capta la luz y la concentra para que podamos ver los detalles.
- La rueda de enfoque, para obtener imágenes más nítidas.
- La montura, que permite apuntar el telescopio en una dirección u otra.
- Los contrapesos, para nivelar el telescopio aunque apunte cerca del horizonte o cénit.
- El trípode, para el soporte del peso de todo el telescopio.

Se mira por el ocular y allí se ajusta el tamaño de la imagen.

- **¿Qué importancia tiene el tamaño del objetivo, si cambiando el ocular podemos conseguir muchos aumentos?**

El objetivo fija la calidad de la imagen que se obtiene. Al aumentar la imagen con el ocular, podemos observar una imagen borrosa si el objetivo no tiene suficiente calidad.

CLAVES PARA EMPEZAR

- **¿Qué tipos de astros has observado en el cielo? ¿Has mirado el cielo alguna vez usando unos prismáticos o un telescopio? ¿Qué viste?**

Respuesta libre. Entre los astros observados aparecerán el Sol, la Luna, las estrellas, puede que algún planeta (Marte o Venus).

- **¿Se encuentran la Luna, los planetas y las estrellas siempre en la misma posición en el cielo o se mueven? ¿Por qué?**

No. Dependiendo de la época del año, en el firmamento pueden aparecer unas estrellas u otras. Además, los astros más comunes, como el Sol y la Luna, cambian de posición a medida que transcurre el tiempo.

ACTIVIDADES

- 1 **La observación del cielo es una actividad que ya realizaban los antiguos.**

Repasa las distintas señales que puedes observar en un día o una noche clara y distingue cuáles de ellos podrían ver los astrónomos de la antigua Grecia y cuáles no:

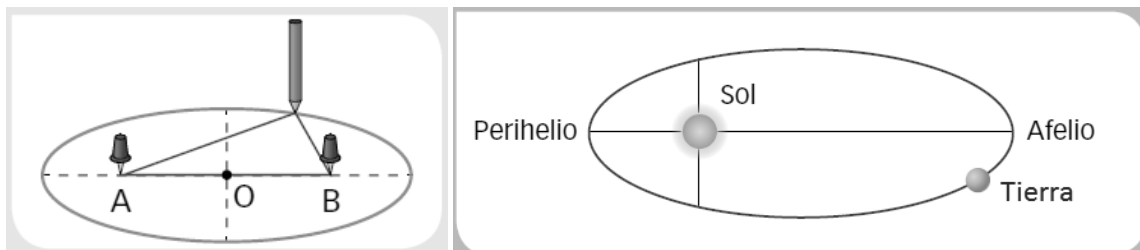
- De día podemos ver: Sol, Luna, Venus, aviones.
- De noche: Luna, planetas (Mercurio, Venus, Marte, Júpiter y Saturno), estrellas, constelaciones, estrellas fugaces, cometas, galaxias, nebulosas, aviones, satélites artificiales.
- Los astrónomos de la antigua Grecia solo podían ver lo que les permitían sus ojos: Sol, Luna, planetas (Mercurio, Venus, Marte, Júpiter y Saturno), estrellas, constelaciones, estrellas fugaces, cometas y galaxias (Vía Láctea).

- 2 **La astronomía nos indica qué estrellas podremos ver en el cielo de nuestra ciudad en una fecha determinada. La astrología, por medio del horóscopo, nos dice si nos van a salir bien o mal los exámenes o si nos va a tocar la lotería. Razona si las dos predicciones son igual de fiables.**

No son igual de fiables. La astronomía es verdadera ciencia que se basa en observaciones contrastables y en la experimentación de sucesos ya acaecidos y repetitivos. La astrología es mera especulación sobre sucesos no basados en experimentación alguna.

- 3 **Puedes dibujar una elipse con un lápiz y una cuerda, como se indica en el dibujo. Los puntos A y B son los focos y están a la misma distancia de O.**

Dibuja la trayectoria que sigue la Tierra alrededor del Sol. Sitúa el afelio y el perihelio.



- 4 **En el hemisferio norte, el invierno se produce cuando la Tierra se encuentra en el perihelio. Explica por qué en España el invierno dura seis días menos que el verano.**

De acuerdo con la segunda ley de Kepler, los planetas giran alrededor del Sol con velocidad areolar constante, esto es, el radio que une el planeta con el Sol, barre áreas iguales en tiempos iguales. En consecuencia, cuando la Tierra está en el perihelio recorre más espacio en un mismo tiempo que cuando está en el afelio. Por eso el invierno dura menos que el verano.

- 5 **Revisa lo que ya sabes sobre el movimiento y la velocidad y recapacita sobre la tercera ley de Kepler. ¿De qué factores depende el tiempo que tarda un planeta en completar una órbita alrededor del Sol?**

De la distancia media del planeta al Sol. Esa distancia es el radio medio de la órbita que describe el planeta en su movimiento alrededor del Sol.

- 6 **Dos cuerpos de la misma masa m están separados una distancia d . ¿Cómo variará la fuerza de atracción gravitatoria entre ambos si la masa de ambos cuerpos se reduce a la mitad?**

La ley de gravitación universal indica que la fuerza de atracción gravitatoria entre dos cuerpos de masa m separados la distancia d es:

$$F = G \cdot \frac{m \cdot m}{d^2}$$

Si la masa de los dos cuerpos se reduce a la mitad, y no varía la distancia, el valor de la nueva fuerza entre ellos es:

$$F' = G \cdot \frac{\frac{m}{2} \cdot \frac{m}{2}}{d^2} = \frac{1}{4} \cdot G \cdot \frac{m \cdot m}{d^2} = \frac{1}{4} \cdot F$$

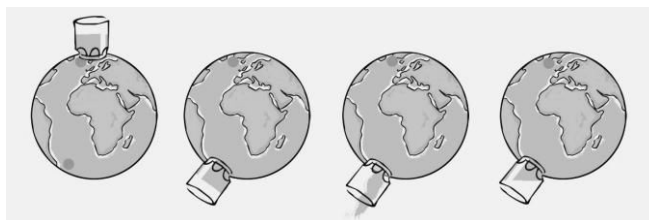
Si la masa de los dos cuerpos se reduce a la mitad, la fuerza entre ellos, se reduce a la cuarta parte.

7 Abraracúrcix, el jefe de la tribu de Asterix, temía que el cielo le cayese en la cabeza. Utiliza la ley de la gravitación universal para explicar a Abraracúrcix:

- Por qué no le va a caer el Sol en la cabeza.
 - Por qué no le va a caer la Luna en la cabeza.
 - Por qué si le cae algún proyectil en la cabeza, debe pensar que los romanos están atacando la tribu.
- La fuerza de atracción gravitatoria entre el Sol y la Tierra hace que la Tierra gire alrededor del Sol. El movimiento de rotación impide que la Tierra caiga hacia el Sol.
 - La Luna gira alrededor de la Tierra como consecuencia de la fuerza de atracción gravitatoria entre ambas. La Luna no va a caer sobre la Tierra.
 - Si le cae algún proyectil en la cabeza, lo más probable es que otro «humano» lo haya lanzado. La atracción gravitatoria que ejerce la Tierra sobre los objetos hace que acaben cayendo, a veces en la cabeza de Abraracúrcix.

8 Si el vaso con agua que estaba en la posición 1 se lleva a la posición 2, ¿qué ocurriría con el líquido?

Pista: imagina que una persona que estaba de pie en 1 se lleva a 2, ¿cómo estará en ella?



La fuerza de atracción gravitatoria que ejerce la Tierra sobre el agua lleva la dirección radial y tiene el sentido hacia el centro de la Tierra. En la posición 2, el agua quedará en el fondo del vaso, como se indica en el primer dibujo.

9 ¿Cuánto pesa en Marte un cuerpo que en la Tierra pesa 20 N?

La masa de un cuerpo es una característica del cuerpo, y su valor es siempre el mismo. El peso de un cuerpo es la fuerza gravitatoria con que lo atrae un planeta. La relación entre la masa de un cuerpo y su peso en un planeta depende del planeta.

- En la Tierra: $P_T = m \cdot 9,8 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$
- En Marte: $P_M = m \cdot 3,8 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$

Conociendo el peso del cuerpo en la Tierra, calculamos su masa. Luego, podremos calcular su peso en Marte:

$$20 \text{ N} = m \cdot 9,8 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \rightarrow m = \frac{20}{9,8} \text{ kg} = 2,04 \text{ kg}$$

$$P_M = 2,04 \cdot 3,8 \frac{\text{N}}{\text{kg}} = 7,76 \text{ N}$$

10 ¿Qué quiere decir que el universo está en expansión? ¿Significa que nuestra galaxia es el centro del universo?

Que el universo está en expansión significa que sus galaxias están cada vez más alejadas unas de otras.

No existe un centro del universo como tal. Cualquiera que sea la galaxia que se tome como referencia, se puede comprobar que todas las galaxias se alejan de todas.

11 ¿Qué son los exoplanetas? ¿Qué relación hay entre la existencia de exoplanetas y la posibilidad de vida más allá del sistema solar?

Son los planetas que giran en torno a estrellas que no son el Sol, planetas extrasolares.

Se sabe que no existen vida tal y como la conocemos en ningún otro planeta del sistema solar. Pero fuera del Sistema Solar, alrededor de otra estrella, podría haber planetas con características similares a las de la Tierra, donde fuesen posibles formas de vida similares.

12 ¿A cuántas unidades astronómicas equivale un año luz?

Una unidad astronómica (ua) equivale a la distancia que separa la Tierra del Sol: $1 \text{ ua} = 150 \cdot 10^6 \text{ km}$.

Expresamos la equivalencia utilizando la velocidad de la luz como factor de conversión: $v_{\text{luz}} = 300\,000 \text{ km/s}$.

$$v_{\text{luz}} = 300\,000 \frac{\text{km}}{\text{s}} \cdot \frac{3600 \cancel{\text{s}}}{1 \cancel{\text{h}}} \cdot \frac{24 \cancel{\text{h}}}{1 \cancel{\text{día}}} \cdot \frac{365 \cancel{\text{días}}}{1 \text{ año}} = 9,46 \cdot 10^{12} \frac{\text{km}}{\text{año}}$$

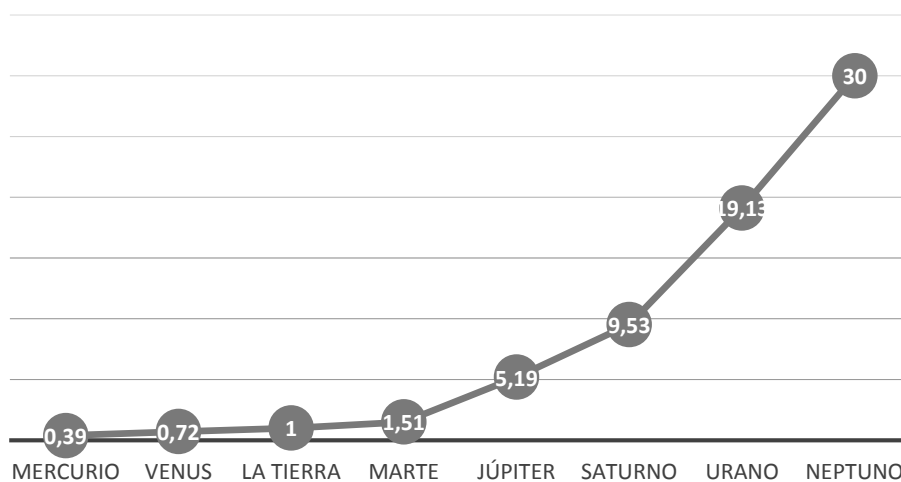
$$1 \text{ año luz} = 9,46 \cdot 10^{12} \text{ km} \cdot \frac{1 \text{ ua}}{150 \cdot 10^6 \text{ km}} = 63,1 \cdot 10^3 \text{ ua}$$

13 Representa gráficamente la posición de los planetas con respecto al Sol. Utiliza las distancias en ua.

De la tabla del ejercicio resuelto 2, obtenemos los datos:

	Mercurio	Venus	Tierra	Marte	Júpiter	Saturno	Urano	Neptuno
Distancia al Sol (ua)	0,39	0,72	1	1,51	5,19	9,53	19,13	30,0

Distancias en ua



14 Andrómeda es una galaxia «cercana» a nuestra Vía Láctea. Se encuentra a $1,9 \cdot 10^{19} \text{ km}$. Calcula esta distancia en ua y en años luz.

Usamos los factores de conversión correspondientes. $1 \text{ ua} = 150 \cdot 10^6 \text{ km}$. $1 \text{ año luz} = 9,46 \cdot 10^{12} \text{ km}$.

$$1,9 \cdot 10^{19} \text{ km} \cdot \frac{1 \text{ ua}}{150 \cdot 10^6 \text{ km}} = 1,27 \cdot 10^{11} \text{ ua}$$

$$1,9 \cdot 10^{19} \text{ km} \cdot \frac{1 \text{ año luz}}{9,46 \cdot 10^{12} \text{ km}} = 2 \cdot 10^6 \text{ año luz}$$

15 ¿Por qué podemos decir que observar galaxias muy lejanas equivale a mirar al pasado?

Porque lo que observamos es la luz que ha partido de ellas hace muchos años, el tiempo que ha tardado en recorrer la distancia que nos separa de ellas medido, en años luz.

16 Elabora una tabla en tu cuaderno con características comunes y diferencias entre los planetas interiores y los planetas exteriores.

Características comunes	Diferencias
<ul style="list-style-type: none"> • Giran alrededor del Sol. • Describen órbitas elípticas, casi circulares. • Giran casi en el mismo plano. • Solo hay un planeta en cada órbita. • Muchos disponen de satélites. • Muchos disponen de atmósferas. 	Interiores: <ul style="list-style-type: none"> • Más próximos al Sol. • Superficie rocosa. • Núcleo metálico. Exteriores: <ul style="list-style-type: none"> • Más alejados del Sol (más allá del cinturón de asteroides). • De mayor tamaño. • De composición gaseosa. • Tienen una mayor cantidad de satélites.

17 Neptuno se descubrió porque la órbita de Urano parecía estar perturbada por otro astro. Explica este hecho.

Como los demás planetas conocidos, Urano giraba alrededor del Sol describiendo una órbita elíptica. Pero en algunos momentos, la trayectoria de Urano se veía alterada. Como esa alteración se producía de forma regular cada cierto tiempo, se pensó que había algún otro astro que ejercía atracción gravitatoria sobre Urano. El otro astro resultó ser el planeta Neptuno.

18 ¿Qué diferencias existen entre los asteroides y los planetas enanos?

Se diferencia, fundamentalmente, en las siguientes características:

- Planetas enanos: son como planetas de menor tamaño que orbitan alrededor del Sol más allá de Neptuno. No han limpiado su órbita, es decir, en su órbita puede haber otros cuerpos. Son esféricos.
- Asteroides: son cuerpos rocosos de muy pequeño tamaño y de formas irregulares que orbitan alrededor del Sol en dos zonas, una entre Marte y Júpiter, en el Cinturón de asteroides; y otra más allá de Neptuno, en el Cinturón de Kuiper, con asteroides de mayor tamaño.

19 ¿Por qué la cola de los cometas se observa únicamente cuando el cometa se va acercando al Sol en su órbita?

Los cometas están formados por hielo y roca y cuando se acercan al Sol, parte del hielo se evapora.

20 En los planetas exteriores se observan, incluso con telescopios de aficionado, distintas bandas en su disco. ¿Qué relación existe entre la orientación de estas bandas y el eje en el que gira el planeta?

Los anillos son partículas de la atmósfera del planeta. Están en el plano ecuatorial y es perpendicular al eje de giro del planeta.

21 Explica de una manera sencilla por qué se suceden distintas estaciones en la Tierra. ¿Habrá estaciones en todos los planetas del sistema solar?

Las estaciones se producen porque los rayos solares no inciden siempre del mismo modo sobre la Tierra. La Tierra tiene un movimiento de rotación alrededor de un eje que no es perpendicular al plano de la órbita que describe alrededor del Sol. El eje de giro forma un cierto ángulo, por eso, en determinadas épocas, los rayos solares llegan más directamente a una parte del planeta y lo calientan más (es verano) y menos a la parte opuesta y la calientan menos (es invierno).

A lo largo del año, cada zona de la Tierra pasa por una orientación que da lugar al verano y otra que da lugar al invierno. Las situaciones intermedias darán lugar a la primavera y al otoño.

Esta situación se puede dar en todos los planetas que presentan zonas con distinta orientación respecto a los rayos solares.

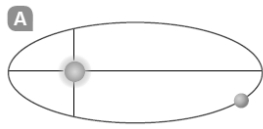
REPASA LO ESENCIAL

22 Las frases siguientes se refieren al universo que observamos. Analiza cada una de ellas y razona si es completamente cierta, completamente falsa o si lo es parcialmente.

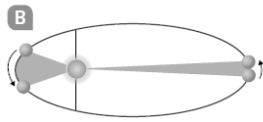
- 1. Todos los puntos luminosos que observamos en el cielo son estrellas.**
- 2. Cada estrella está siempre en la misma posición en el firmamento.**
- 3. Las diferencias que observamos en el cielo se deben a la presencia de nubes.**
- 4. En el cielo existen más cuerpos de los que vemos.**
- 5. Observando el cielo vemos que la Luna sale cada día por el este y se pone por el oeste.**
- 6. El Sol se mueve cada día de este a oeste.**
- 7. La astronomía permite predecir dónde se va a encontrar un cuerpo celeste un día determinado.**

1. Falso. También brillan planetas, satélites, estrellas fugaces, aviones,...
2. Cierto. Si consideramos un corto espacio de tiempo o si nos fijamos solo en las estrellas más lejanas. La posición de las estrellas en el firmamento cambia con la época del año. Algunas estrellas, como las de la constelación Osa Menor, que se muestra en el epígrafe 1, varían su posición a lo largo de la noche.
3. Falso. Las nubes solo alteran nuestra visión del firmamento. La mayor diferencia en lo observado se debe a nuestro movimiento de rotación.
4. Cierto. Solo vemos los más cercanos y luminosos. Lo podemos comprobar con unos simples prismáticos.
5. Falso. Solo es una visión aparente, consecuencia de la rotación de la Tierra. Utilizando como referencia las estrellas se puede comprobar que su posición varía hacia el este unos $13,17^\circ$ cada día. Por eso, cada día parece que la Luna sale 50 minutos más tarde que el día anterior.
6. Falso. Con relación a la Tierra, el Sol se considera fijo. Es el movimiento de rotación de la Tierra, que la hace girar sobre sí misma una vez al día, el responsable de este movimiento aparente del Sol de este a oeste.
7. Cierto. Se pueden hacer cálculos precisos de la posición de los cuerpos celestes a lo largo del tiempo.

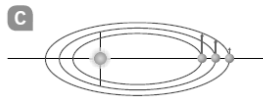
23 Kepler encontró las leyes que rigen el movimiento de los astros. Asocia en tu cuaderno cada dibujo con una ley y su consecuencia.



A → Los planetas giran alrededor del Sol describiendo órbitas elípticas.



B → Los planetas se mueven más rápido en la zona del afelio que en la del perihelio.



C → Cuanto mayor sea el tamaño de la órbita, más tiempo tarda el planeta en recorrerla.

24 Copia en tu cuaderno y completa el texto siguiente poniendo las palabras que faltan en los huecos.

- El famoso científico *Isaac Newton* descubrió la ley de la *gravitación* universal.
- Según ella, todos los *cuerpos* del universo se *atraen* con una fuerza que es directamente proporcional a su *masa* e *inversamente* proporcional al cuadrado de la *distancia* que los separa.
- La Luna gira alrededor de la Tierra porque esta la *atrae*.
- La Luna no cae sobre la Tierra aunque esta la atrae porque la Luna *gira* alrededor de la Tierra.

25 Define con tus propias palabras algunos de los astros que existen en el universo:

- | | |
|------------------|-------------------|
| a) Galaxia. | e) Planeta enano. |
| b) Estrella. | f) Satélite. |
| c) Constelación. | g) Asteroide. |
| d) Planeta. | h) Cometa. |

- Galaxia: grupo de miles o millones de estrellas.
- Estrella: bola de gas incandescente que emite luz propia debido a su elevadísima temperatura interior.
- Constelación: grupo pequeño de estrellas agrupadas que aparentan formar una figura.
- Planeta: cuerpo que orbita alrededor de una estrella siendo el único de su órbita (ha limpiado su órbita).
- Planeta enano: cuerpo que orbita alrededor del Sol, más pequeño que un planeta y que puede compartir su órbita con otros cuerpos.
- Satélite: cuerpo que gira alrededor de un planeta.
- Asteroide: cuerpo rocoso, de tamaño y forma irregular y menor que un planeta. La mayoría orbita en el cinturón de asteroides, entre Marte y Júpiter, o en el cinturón de Kuiper, más allá de Neptuno.
- Cometa: cuerpos celestes, formados por hielo y polvo que orbitan alrededor del Sol siguiendo trayectorias cerradas (de forma elíptica) o abiertas (parabólica o hiperbólica).

26 De los tipos de astros que se citan en la actividad anterior, nombra los que se pueden encontrar en el sistema solar.

Estrella, planeta, planeta enano, satélite, asteroide y cometa.

27 **Contesta.**

- a) **¿Qué es mayor, una unidad astronómica o un año luz?**
 b) **¿Cuántas veces es mayor una que la otra?**

- a) Un año luz es la distancia que recorre la luz en un año ($1 \text{ ua} = 150 \cdot 10^6 \text{ km}$). La unidad astronómica (ua) es la distancia media entre la Tierra y el Sol. Un año luz es una distancia mucho mayor.
 b) Calculamos la relación entre ellas teniendo en cuenta la velocidad de la luz. $v_{\text{luz}} = 300\,000 \text{ km/s}$.

$$v_{\text{luz}} = 300\,000 \frac{\text{km}}{\text{s}} \cdot \frac{3600 \cancel{\text{s}}}{1 \cancel{\text{h}}} \cdot \frac{24 \cancel{\text{h}}}{1 \cancel{\text{día}}} \cdot \frac{365 \cancel{\text{días}}}{1 \text{ año}} = 9,46 \cdot 10^{12} \frac{\text{km}}{\text{año}}$$

$$1 \text{ año luz} = 9,46 \cdot 10^{12} \text{ km} \cdot \frac{1 \text{ ua}}{150 \cdot 10^6 \text{ km}} = 63,1 \cdot 10^3 \text{ ua}$$

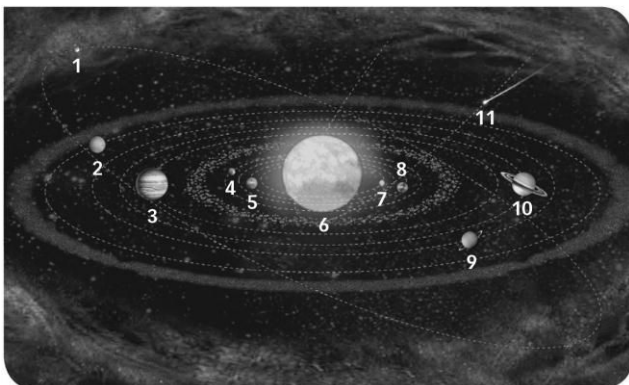
28 **Relaciona en tu cuaderno las siguientes características con el tipo de movimiento al que corresponden.**

- Rotación → Giro de un astro alrededor de sí mismo.
- Rotación → Su duración representa un día.
- Traslación → Giro de un astro alrededor de otro astro.
- Traslación → Su duración representa un año.

29 **Razona en tu cuaderno cuál o cuáles de estas frases son correctas.**

- a) **Las fases de la Luna son las caras que nos muestra la Luna en su rotación.**
 b) **Las mareas se deben a la atracción que ejerce la Luna sobre el agua del mar.**
 c) **Se producen mareas vivas cuando la Luna está en fase creciente.**
 d) **Se producen mareas muertas cuando la Luna está en menguante.**
- a) Incorrecto, la Luna nos presenta siempre la misma cara. Las fases son la parte iluminada de la cara visible en cada momento de su movimiento orbital.
 b) Parcialmente cierto. Las mareas se deben fundamentalmente a la atracción de la Luna sobre el agua del mar, aunque también influye la atracción del Sol.
 c) Incorrecto, se producen en las fases de luna llena y luna nueva.
 d) Correcto, se producen en las fases de cuarto creciente y cuarto menguante.

30 **Completa el dibujo en tu cuaderno poniendo el nombre adecuado junto a cada número:**



1. Plutón.
2. Neptuno.
3. Júpiter.
4. Marte.
5. Venus.
6. Cinturón de asteroides.
7. Mercurio.
8. La Tierra.
9. Urano.
10. Saturno.
11. Cometa.

PRACTICA

31 En un cielo sin nubes podemos observar diversos astros. Si seguimos alguno de ellos, comprobamos que unos días brillan mucho más que otros. ¿A qué crees que se debe este fenómeno?

Un mismo astro puede estar unas veces más próximo a la Tierra, y otras, más alejado. Cuando está más próximo, brilla más.

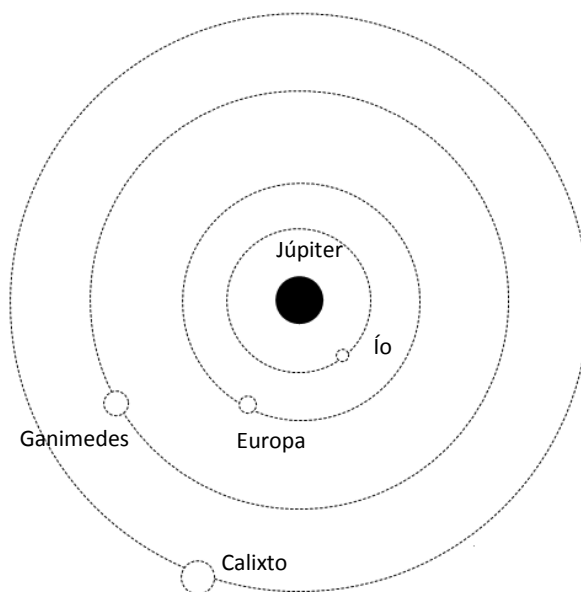
32 La segunda ley de Kepler nos permite explicar por qué en España los inviernos duran seis días menos que el verano. Señala cuál sería esta diferencia si la Tierra girase alrededor del Sol con una órbita circular.

La diferencia entre la duración del invierno y el verano se debe a que la Tierra describe una trayectoria elíptica. Si describiese una órbita circular, su velocidad areolar constante coincidiría con que recorre la misma longitud de la órbita en el mismo tiempo. En ese caso, el invierno duraría lo mismo que el verano.

33 En la tabla siguiente se muestra el tiempo que tardan cuatro satélites de Júpiter en completar una vuelta a su alrededor. Representa el planeta con sus satélites y explica el orden en que los colocas.

Satélite	Ío	Europa	Ganimedes	Calixto
Periodo (días)	1,77	3,55	7,15	16,69

De acuerdo con la tercera ley de Kepler, los satélites giran alrededor del planeta a una distancia mayor cuanto mayor sea su periodo. El satélite que gira más cerca de Júpiter es Ío, seguido de Europa, Ganimedes y Calixto, que es el más alejado.



34 Ganimedes es un satélite que describe una órbita de 1 070 000 km de radio y tarda 7,15 días en completarla. Demuestra que gira alrededor del mismo planeta que Ío y Europa.

La tercera ley de Kepler dice que todos los cuerpos que giran alrededor del mismo centro (como los satélites que giran alrededor de Júpiter) cumplen que:

$$\frac{T^2}{d^3} = \text{cte.}$$

Hacemos el cálculo con los datos de Ganímedes:

$$\frac{T^2}{d^3} = \frac{(7,15 \text{ días})^2}{(1070000 \text{ km})^3} = 4,17 \cdot 10^{17} \frac{\text{días}^2}{\text{km}^3}$$

Es el mismo valor que el obtenido para Ío y Europa en el ejemplo resuelto 3.

35 Dos cuerpos, A y B, tienen la misma masa M y están separados una distancia d . Entre ambos existe una fuerza de atracción gravitatoria de valor F . Razona cuál será el valor de la fuerza en los casos siguientes:

- Si la masa de A se duplica y la de B permanece igual. La distancia entre ambos es d .
- Si la masa de A se duplica y la de B se reduce a la mitad. La distancia entre ambos es d .
- Si la masa de A se duplica y la de B permanece igual. La distancia entre ambos se duplica.
- Si la masa de A se duplica y la de B permanece igual. La distancia entre ambos se reduce a la mitad.

Escribimos la expresión de la fuerza gravitatoria en las condiciones del enunciado y luego analizamos cada uno de los casos particulares:

$$F = G \cdot \frac{M_A \cdot M_B}{d^2}$$

- a) Si $M'_A = 2M_A$, la fuerza se duplica:

$$F' = G \cdot \frac{2M_A \cdot M_B}{d^2} = 2F$$

- b) Si $M'_A = 2M_A$ y $M'_B = \frac{M_B}{2}$, la fuerza no varía.

$$F' = G \cdot \frac{2M_A \cdot \frac{M_B}{2}}{d^2} = F$$

- c) Si $M'_A = 2M_A$ y $d' = 2d$, la fuerza se reduce a la mitad.

$$F' = G \cdot \frac{2M_A \cdot M_B}{(2d)^2} = G \cdot \frac{2M_A \cdot M_B}{2^2 d^2} = \frac{F}{2}$$

- d) Si $M'_A = 2M_A$ y $d' = \frac{d}{2}$, la fuerza se multiplica por 8.

$$F' = G \cdot \frac{2M_A \cdot M_B}{\left(\frac{d}{2}\right)^2} = G \cdot \frac{2M_A \cdot M_B \cdot 2^2}{d^2} = 8F$$

36 Históricamente se utilizaron dos modelos para explicar el universo conocido:

- **Modelo geocéntrico:** la Tierra es el centro del universo.
- **Modelo heliocéntrico:** el Sol es el centro del universo.

a) ¿Cuál de estos modelos explica el universo que conocemos actualmente? Razónalo.

b) ¿Por qué crees que tardó tanto en aceptarse el modelo que ahora consideramos correcto?

- Actualmente sabemos que el Sol está en el centro del sistema solar. El modelo más acorde a los conocimientos actuales es el heliocéntrico, aunque hoy sabemos que no existe un centro del universo como tal.
- Se ha tardado tanto porque, según la observación directa del firmamento, todo parece girar en torno a la Tierra. Las creencias religiosas también apoyaban la idea de que la Tierra, donde habita el ser humano, debía ser el centro del universo, ya que se consideraba al hombre como el ser más importante del universo. Hubo que esperar a que las evidencias científicas fuesen tan contundentes que no hubiese lugar a dudas con respecto a que el Sol es el centro del sistema solar.

37 En la primera mitad del siglo xx se estableció la idea del universo en expansión, según la cual las galaxias se están alejando continuamente unas de otras.

- a) ¿Cómo puede ser que todas se alejen de todas?
 b) Explícalo sirviéndote de un modelo.

- a) Si el universo se expande, aumenta la distancia entre todas las galaxias. Todas se separan de todas.
 b) Un globo que se hincha es un modelo de este hecho. A medida que aumenta de tamaño, aumenta la distancia entre dos puntos cualesquiera que se encuentren en su superficie.

38 La nebulosa del Cangrejo es una nube de gas que se extiende a lo largo de 25 000 billones de km. La Vía Láctea tiene una longitud de 100 000 años luz.

Indica cuál de las dos formaciones es mayor y cuántas veces es mayor que la otra.

Expresamos las dos magnitudes en las mismas unidades (km):

- Nebulosa de cangrejo: $25\,000 \cdot 10^{12} \text{ km} = 2,5 \cdot 10^{16} \text{ km}$.
- Vía Láctea:

$$100\,000 \text{ años luz} = 100\,000 \text{ años} \cdot 300\,000 \frac{\text{km}}{\text{s}} \cdot \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}} \cdot \frac{24 \text{ h}}{1 \text{ día}} \cdot \frac{365 \text{ días}}{1 \text{ año}} = 9,5 \cdot 10^{17} \text{ km}$$

Es mayor la Vía Láctea. Dividimos una cantidad entre la otra para conocer la proporción:

$$\frac{d_{\text{Vía Láctea}}}{d_{\text{Nebulosa Cangrejo}}} = \frac{9,5 \cdot 10^{17} \text{ km}}{2,5 \cdot 10^{16} \text{ km}} = 38$$

39 ¿Qué planetas del sistema solar tienen satélites?

Todos menos Mercurio y Venus.

40 Repasa la información acerca de los planetas y justifica por qué crees que la Tierra es el único habitado.

A diferencia de los otros planetas, la Tierra dispone de agua y tiene una atmósfera no corrosiva y protectora. Su temperatura ambiental es suave, entre -50 y 50 °C. Todo esto es necesario para que se desarrolle la vida que conocemos.

41 Busca información sobre los distintos astros del sistema solar y elabora una presentación multimedia. Completa una diapositiva con la información general y otra para cada tipo de astro.

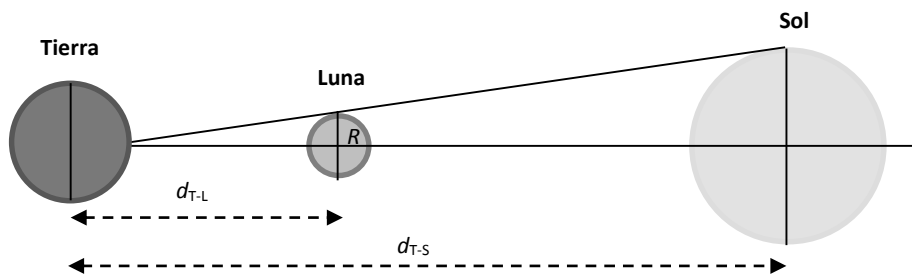
Respuesta libre.

AMPLÍA

42 En el cielo podemos ver la Luna y el Sol como dos discos luminosos que tienen casi el mismo tamaño. ¿Cómo puede ser esto si el diámetro del Sol es unas 400 veces el diámetro de la Luna?

Tienen el mismo tamaño aparente porque el Sol se encuentra mucho más distante. El tamaño que apreciamos es una cuestión de diferencia de escala de la vista.

Cuando la Tierra está en línea con la Luna y el Sol, las distancias y los radios forman dos triángulos semejantes. De ello se deduce:



$$\frac{d_{T-L}}{D_L} = \frac{d_{T-S}}{D_S} \rightarrow \frac{D_S}{D_L} = \frac{d_{T-S}}{d_{T-L}}$$

La distancia de la Tierra al Sol es unas 400 veces la distancia de la Tierra a la Luna. Es la misma proporción que hay entre sus diámetros (o sus radios):

$$\frac{150 \cdot 10^6 \text{ km}}{384400 \text{ km}} \approx 400$$

43 Cada mañana vemos que el Sol sale por el este y se pone por el oeste, como si girase alrededor de la Tierra. ¿Qué estaría ocurriendo si dejásemos de ver este movimiento del Sol? ¿Y qué ocurriría si lo viésemos moverse más deprisa?

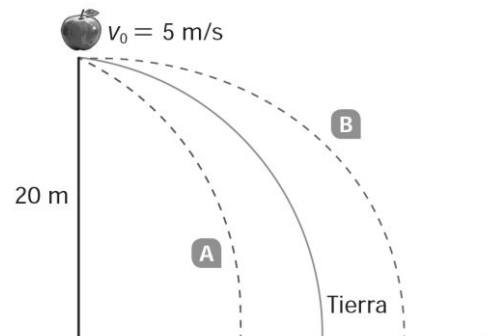
Si dejase de moverse, sería que la Tierra rota más despacio, de manera que daría una vuelta sobre sí misma en un año. La Tierra mostraría siempre la misma cara al Sol, igual que le ocurre a la Luna respecto a la Tierra. El día y el año coincidirían.

Si lo viésemos moverse más deprisa, sería que la Tierra rota a mayor velocidad. El día sería más corto.

44 Desde una altura de 20 m lanzamos una manzana en la Tierra con una velocidad horizontal de 5 m/s y sigue la trayectoria marcada en azul.

Señala en tu cuaderno qué trayectoria seguiría si la lanzásemos en la Luna, desde la misma altura y con la misma velocidad horizontal, la A o la B.

Seguiría la trayectoria B, ya que la atracción lunar es menor que la terrestre y tardaría más tiempo en llegar a la superficie; tendría un alcance mayor.



45 España está más cerca del Sol en invierno que en verano. Entonces, ¿por qué las temperaturas son más altas en verano que en invierno?

Debido a la inclinación del eje de rotación terrestre, cuando la Tierra se encuentra en el afelio, más alejada del Sol, los rayos solares inciden más perpendicularmente en el hemisferio norte y son más eficientes calentando la superficie. Cuando eso sucede, nos encontramos en el verano.

Otra consecuencia de ello es que en general, en el hemisferio norte los veranos y los inviernos son ligeramente más templados que en el hemisferio sur. En el hemisferio norte estamos más alejados del Sol en verano y estamos más cercanos en el invierno.

COMPETENCIA CIENTÍFICA

Las preguntas correspondientes a la actividad SABER HACER, Competencia científica, no se pueden establecer de forma concreta. Los alumnos y alumnas harán el trabajo siguiendo las indicaciones de la actividad y elaborando una presentación final. Es importante insistir en que deben utilizar recursos TIC, tanto en la búsqueda de la información como en su elaboración y presentación final.

46 Forma un grupo con algunos compañeros de clase y elige un tema relacionado con esta unidad.

- a) ¿Cómo titularéis el trabajo?
- b) ¿Cómo repartiréis las tareas?
- c) ¿Dónde localizaréis la información?
- d) ¿Qué elementos multimedia incluiréis en el trabajo?

Respuesta libre.

47 Elabora un trabajo incluyendo texto, tablas e imágenes en un documento de texto.

Respuesta libre.

48 Resume toda la información encontrada en una presentación multimedia.

- Si puedes, incluye enlaces a vídeos cortos y animaciones para ilustrar tu exposición.
- Y presta atención a las imágenes incluidas: deben ser claras y adaptadas al nivel de conocimientos de tu audiencia.

Respuesta libre.

49 Busca alguna noticia reciente relacionada con los contenidos incluidos en tu trabajo y coméntala.

Respuesta libre.

50 COMPRENSIÓN LECTORA. Elabora un resumen del texto en unas cuantas líneas.

Respuesta libre. Ejemplo de posible respuesta: las mochilas del colegio llevan más peso del que deberían, lo que puede ocasionar problemas de espalda. La fundación Kovacs y la OMC han realizado campañas para informar y enseñar a llevar el peso de la mochila de la forma menos perjudicial.

51 COMPRENSIÓN ESCRITA. Inventa un eslogan para promover «mochilas ligeras».

Respuesta libre. Ejemplo de posible respuesta:

- Más taquilla y menos mochila.
- Mochila ligera. Solo lo imprescindible.

52 Explica la siguiente frase ayudándote de un esquema.

«... situarla relativamente baja, en la zona lumbar, tan cerca del cuerpo como sea posible, y sujeta con un cinturón, de manera que no se mueva».

Para evitar problemas de espalda, hay que llevar la mochila bien sujeta al cuerpo. Lo mejor es que vaya apoyada en la zona lumbar, y sujeta con cinturón para que no se mueva.

53 ¿Qué alternativas se mencionan en el texto para aligerar las mochilas de los escolares? ¿Cuáles te parecen más adecuadas a ti?

Posibles respuestas:

- Utilizar taquillas para no tener que transportar tantas cosas en las mochilas.
- Utilizar libros por trimestres.
- Utilizar las nuevas tecnologías.

Opinión. Respuesta libre.

54 Pesa tu mochila antes de salir de casa cada día durante una semana.

- Anota los datos en una tabla. ¿Qué marca tu báscula, masa o peso?
- Utiliza una hoja de cálculo para elaborar una gráfica con los datos obtenidos. Imprime la gráfica y compárala con la de tus compañeros. ¿A qué se deben las diferencias entre las gráficas, si las hay?

Respuesta libre.

55 Elabora una presentación multimedia con el objetivo de aligerar el peso que los escolares deben llevar a sus espaldas. Diseña además un mural con el mismo motivo. ¿A qué ámbitos dirigirías dicha campaña?

Respuesta libre.

56 TOMA LA INICIATIVA. Contesta: ¿crees que el peso de las mochilas de los escolares españoles es excesivo? ¿Qué edades crees que se ven más afectadas?

Respuesta libre.

INVESTIGA

57 ¿Has usado un solo dinamómetro para todas las pesadas? ¿Por qué?

La respuesta depende de la realización de la experiencia. Si se utilizan masas de valor muy distinto, puede que haya que cambiar de dinamómetro, pues uno no dará suficiente precisión y otro no tendrá rango suficiente. Si es posible, se utilizará un único dinamómetro para todas las pesadas pues, de ese modo, los errores debidos al aparato tendrán el mismo efecto en todas las mediciones.

58 Al colocar un objeto en un dinamómetro marca 2,45 N. ¿Cuál será su masa, en gramos?

Se pretende que haga el cálculo con la relación entre peso y masa que se deduce de la experiencia. Con carácter general:

$$P = m \cdot 9,8 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$$

Sustituyendo los valores, para un cuerpo que pesa 2,45 N:

$$m = 2,45 \text{ N} \cdot \frac{1 \text{ kg}}{9,8 \text{ N}} = 0,25 \text{ kg} = 250 \text{ g}$$

59 ¿Qué marcaría el dinamómetro si colgamos de él un objeto de 750 g?

Se pretende que haga el cálculo con la relación entre peso y masa que se deduce de la experiencia.

Con carácter general:

$$P = m \cdot 9,8 \frac{\text{N}}{\text{kg}} = 0,75 \text{ kg} \cdot 9,8 \frac{\text{N}}{\text{kg}} = 7,35 \text{ N}$$

60 ¿Puedes obtener la fórmula para calcular el peso de estos objetos en agua?

Al representar gráficamente el peso de los objetos en agua frente a su masa se obtienen una serie de puntos que ajustan a una línea. La relación entre el peso y la masa es la pendiente de la línea de ajuste. Se puede comprobar cómo se hace en el vídeo que recoge la práctica.

El factor que relaciona peso y masa en el agua debe ser un poco inferior al que relaciona peso y masa en el aire.

61 ¿Por qué es diferente el peso dentro del agua que fuera del agua?

El agua ejerce una fuerza de empuje que se opone al peso. Cuando pesamos un objeto sumergido en agua, obtenemos su peso aparente que es menor que el peso real. El peso aparente es el peso real menos la fuerza de empuje que ejerce el agua.