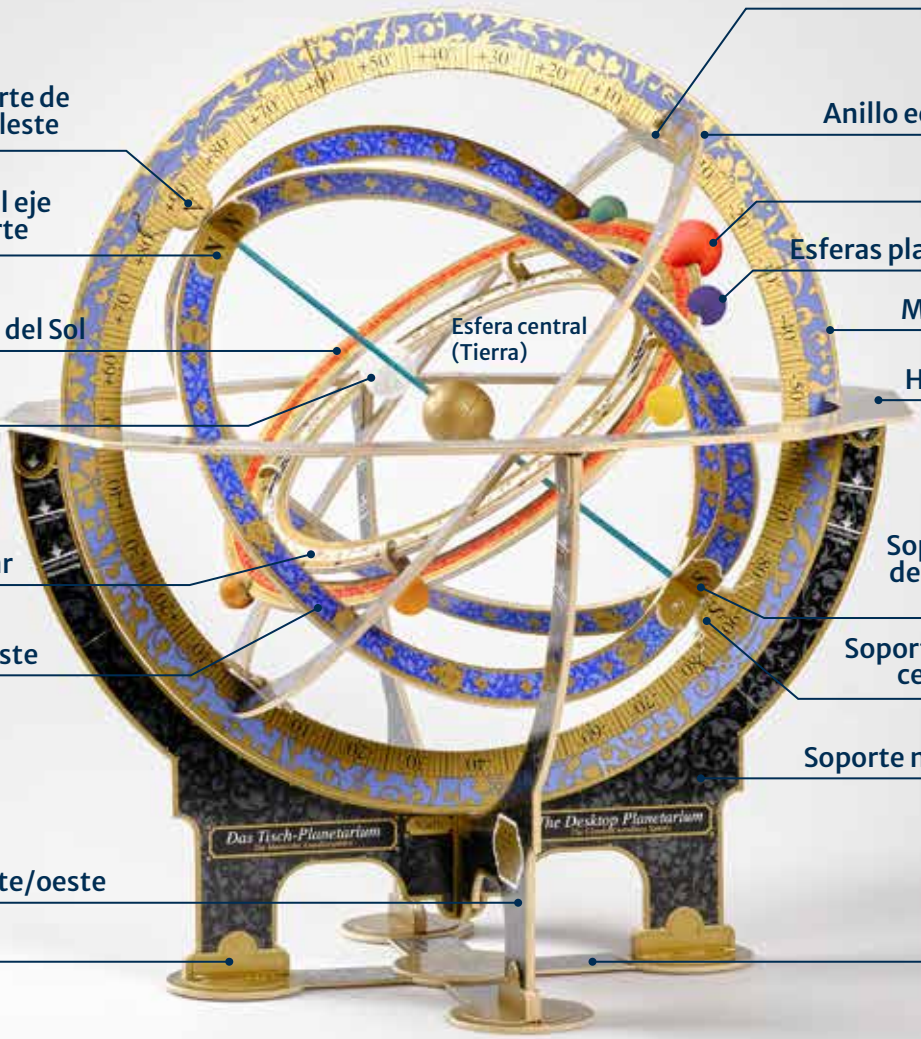
ES

Instrucciones de montaje

El planetario de mesa



AstroMedia

Aprende Creando, Descubre Jugando

© AstroMedia GmbH · Im Wirrigen 30 · 45731 Waltrop · Germany · astromedia.de
Made in Germany

El planetario de mesa

Con esta esfera armilar, uno de los instrumentos más importantes de la astronomía, AstroMedia continúa una tradición que se remonta a la Antigüedad. El nombre «armilla» se acuñó en la Edad Media cristiana a partir de las palabras latinas sphaera «brazalete» y armilla «esfera armilar», y significa algo así como «esfera hecha de anillos». Se puede describir como un globo celeste reducido a los anillos de relevancia astronómica.

La esfera armilar se mencionó por primera vez alrededor del año 300 a. C. en escritos de astrónomos griegos, aunque es muy probable que se remonte a modelos de Babilonia. También se conoce en China desde hace al menos 2.000 años, y entre los árabes gozaba de especial prestigio como âlat dât al halaq («instrumento con los anillos»). Para aumentar la precisión de las observaciones, aumentaron las dimensiones de los instrumentos: ¡en El Cairo había una esfera armilar de casi 5 m de diámetro!

Hasta el siglo XVI siguió siendo el instrumento más importante para la observación, el cálculo y la explicación de las posiciones de los astros. Con el danés Tycho Brahe (1546–1601), el último gran astrónomo antes de la invención del telescopio, la esfera armilar alcanzó su apogeo en forma de grandes instrumentos anulares y, como aparato de observación, ya apenas admitía mejoras.

En los siglos siguientes se siguieron valorando sus ventajas didácticas, pero con la llegada de los planetarios de proyección y, más tarde, de los programas de astronomía para ordenador, tan extendidos, cayó casi por completo en el olvido como aparato de demostración. Sin embargo, como reacción al triunfo de los medios modernos, surge en muchas personas una fuerte necesidad de volver a enfrentarse al mundo de forma más tangible y no solo virtual, y eso exigía, por así decirlo, el redescubrimiento de la esfera armilar como una ayuda ideal para conocer y comprender los movimientos celestes desde el punto de vista del observador. Por ello, desde 1993, AstroMedia vuelve a desarrollar, bajo la denominación de «planetarios de mesa», esferas armilares que, al venderse en grandes cantidades, no solo han calado entre los aficionados a la astronomía, los profesores y los formadores, sino que han convertido a AstroMedia en uno de los mayores fabricantes a nivel mundial.

Las piezas individuales de este planetario de mesa, como el soporte del horizonte, el meridiano, la esfera celeste, la trayectoria del Sol (eclíptica) y la trayectoria de la Luna, están compuestas por cuatro capas de cartón resistente, lo que les confiere una estabilidad casi equivalente a la de la madera contrachapada. El Sol, la Luna y los otros cinco planetas clásicos están representados por bolas elásticas que se pueden colocar en cualquier posición de la eclíptica o de la órbita lunar. La órbita lunar, inclinada 5,2° con respecto a la eclíptica y con nodos lunares móviles, es un desarrollo propio de AstroMedia que no tenía precedentes en la historia centenaria de la esfera armilar.

Este kit contiene:

- **16 hojas troqueladas de cartón técnico de 0,65 mm**
- **3 varillas redondas de 150 x 2,5 mm (eje celeste, de las cuales 1 de repuesto)**
- **3 discos de PVC rígido de 0,5 mm, Ø 8 x 2,7 mm (cojinetes deslizantes para la esfera celeste, 1 de repuesto)**
- **2 semiesferas de madera de Ø 25 mm con orificio de 2,5 mm (esfera central o terrestre)**
- **4 varillas de alambre de 13 x 1,25 mm (soportes para la eclíptica)**
- **2 bolas de gomaespuma de 20 mm con ranura (Sol y Luna)**
- **5 bolas de gomaespuma de 13 mm con ranura (Mercurio, Venus, Marte, Júpiter, Saturno) para pintar**

Lo que aún necesitas para el montaje:

- Una superficie de trabajo firme y plana
- Un pegamento multiusos normal con disolvente, por ejemplo, Tesa o UHU. No utilices pegamentos multiusos sin disolventes, a base de agua o cola blanca, ya que ablandan el cartón, lo ondulan y se adhieren mal a las superficies de cartón protegidas con barniz de impresión. El pegamento multiusos a base de disolvente también se seca mucho más rápido. Los aficionados al bricolaje con experiencia suelen recurrir en algunos puntos al UHU Hart o al pegamento instantáneo, que se secan especialmente rápido.
- Un cúter afilado (por ejemplo, el cúter AstroMedia) o un bisturí de punta fina para cortar las lengüetas de sujeción de las piezas troqueladas y realizar algunos cortes adicionales en los anillos celestes y la eclíptica, además de unas tijeras afiladas para los cortes en la órbita lunar.
- Un poco de papel de lija fino para lijar las tarjetas de cartón y, si es necesario, el eje celeste. Para ello también resulta muy adecuada la lima de hoja de lija de AstroMedia.
- Unas cuantas pinzas de la ropa para sujetar las zonas recién pegadas.
- Solo para la versión desmontable: un destornillador para apretar los tornillos de libro.
- Si las esferas planetarias no se han suministrado ya pintadas, se necesitan rotuladores de colores, a ser posible resistentes a la luz, para pintarlas. Por ejemplo, amarillo para Mercurio, verde para Venus, rojo oscuro para Marte, naranja para Júpiter, violeta para Saturno, rojo claro para el Sol y blanco para la Luna.

- Un rotulador dorado para la esfera del Sol (si no es de color rojo claro), el eje celeste y, eventualmente, la esfera del centro del planetario de mesa (si no quieres darle forma de globo terráqueo). Quizás también un rotulador plateado para la Luna, si no quieres pintarla de blanco o dejarla tal cual.
- Opcional: pinturas opacas para pintar la esfera central, por ejemplo, azul, blanco y marrón, dependiendo de si quieres colocar en el centro del planetario de mesa un «planeta azul» con un manto de nubes blancas o un pequeño miniglobo con los contornos de los continentes.

Observaciones preliminares importantes; por favor, léelas al principio: ¿Pegado o desmontable?

• Puede pegar este planetario de mesa de forma permanente o montarlo de manera que se pueda desmontar, por ejemplo, si desea guardarlo en un espacio reducido o llevárselo de viaje. Para la versión desmontable, necesitará además 18 tornillos de latón denominados «tornillos de libro», con una altura y un diámetro del vástago de 5 mm cada uno, que puede pedir directamente a AstroMedia (n.º de pedido 434.BUS). **Por favor, elija una de las dos versiones antes de comenzar el montaje, ya que no será posible cambiarla posteriormente.**.

• La mayoría de las piezas son idénticas en ambas versiones. Las piezas que solo se incluyen en la **versión encolada** llevan un número que empieza por «**v-**», mientras que los números de la **versión desmontable** comienzan por «**z-**». Las fases de montaje de estas piezas también son diferentes: para la versión encolada se aplican las fases marcadas en verde, mientras que para la desmontable se aplican las marcadas en rojo. La mayor parte de las instrucciones de montaje es igual para ambas versiones.

Consejos para un montaje satisfactorio

Por favor, léelo antes de empezar:

1 Las instrucciones de montaje se dividen en pequeños pasos en las secciones **A a X** , con un total de 82 pasos. A primera vista puede parecer mucho texto, pero facilita y agiliza enormemente el montaje y ayuda a evitar errores. Le recomendamos que lea cada paso en su totalidad antes de empezar y que, dependiendo de su experiencia, dedique entre 8 y 12 horas en total a disfrutar de esta actividad. Cuanto más cuidado ponga al montar su planetario de mesa, mejor funcionará y más espectacular quedará.

2 Cada pieza lleva su nombre, o al menos su número de pieza, en un lugar adecuado de la parte delantera o trasera. Este número consta de una letra y un número dentro de un rectángulo blanco; la letra indica la fase de montaje y el número suele corresponder al orden de montaje: C1 v-R5 z-R5

3 Las zonas en las que hay que pegar algo están señaladas con áreas grises. Las áreas que, en la versión pegada, se recubren con adhesivo, pero que en la versión desmontable permanecen sin adhesivo, están marcadas con puntos grises.

4 En cada superficie adhesiva hay un **símbolo** que consta de un número de pieza en cursiva, una flecha y un pequeño rectángulo abierto, p. ej.: A2 Esto significa que la pieza a la que corresponde este número debe pegarse, total o parcialmente, en ese lugar. Si la superficie de pegado no es gris, sino gris punteada, solo se pegará algo si se desea que el planetario de mesa no sea desmontable. Tenga en cuenta que, en la mayoría de los casos, las marcas de pegado son un milímetro más estrechas y más cortas por todos los lados que la pieza que se va a pegar. De este modo se garantiza que la superficie de marca gris quede cubierta en todo momento al pegar la pieza.

5 Casi todas las piezas del planetario de mesa están fabricadas con **4 capas de cartón** , lo que les confiere la rigidez de la madera contrachapada fina. Las piezas más grandes se ensamblan a partir de piezas individuales que se solapan.

6 Para que los bordes queden totalmente lisos, debes cortar las pequeñas **pestañas de sujeción** que sujetan las piezas a las láminas de cartón con un cuchillo y, si es necesario, lijarlas con papel de lija una vez pegadas. El pintado opcional con un rotulador dorado debe realizarse antes de montar las piezas.

7 **Solo versión pegada:** No es necesario despejar los agujeros de 5 mm que hay en muchas piezas. Los restos de cartón que quedan en los agujeros simplemente se pegan por encima.

7 **Solo versión desmontable:** Los orificios de 5 mm que hay en muchas piezas deben limpiarse antes de pegarlas.

8

Se recomienda presionar ligeramente las piezas planas de mayor tamaño que se pegan unas sobre otras mientras se secan, sobre una superficie plana, para que no se comben.

9

Todas las líneas de plegado están marcadas mediante perforaciones. Si deben doblarse **«hacia delante»**, debe doblarlas hacia usted mientras mira la cara de la pieza impresa en dorado. Si deben doblarse **«hacia atrás»**, debe doblarlas en dirección contraria a usted. Obtendrá un pliegue más recto si coloca la línea de plegado sobre una arista.

Encontrarás un informe detallado e ilustrado sobre la construcción, elaborado por Michael Monscheuer, en:

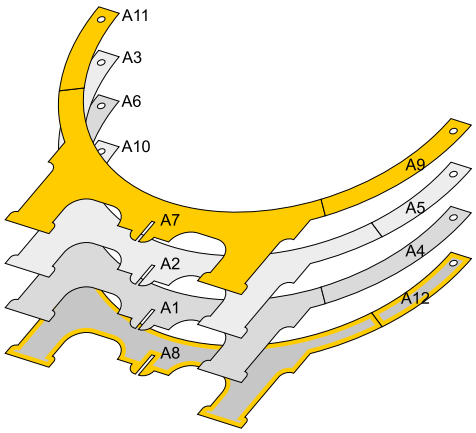
https://michelswunderland.de/solderiron/planets.html

Instrucciones de montaje

Por favor, lea detenidamente cada paso antes de continuar.

Sección A: El montante norte-sur

La estructura del horizonte del planetario de mesa está formada por una base plana en forma de cruz, los dos montantes fijados a ella —que encajan entre sí en ángulo recto— y el horizonte, a su vez fijado a dichos montantes. El montante que se fija debajo de los puntos norte y sur del horizonte se denomina «soporte norte/sur». Se reconoce por su curvatura semicircular continua, que más adelante alojará el anillo meridiano. El otro soporte es el «soporte este/oeste». En la parte inferior de su curvatura presenta un saliente semicircular con una ranura para guiar el anillo meridiano. Al igual que la mayoría de las piezas del planetario de mesa, los soportes están formados por cuatro capas de cartón: las dos capas interiores, que con sus frente, y llas dos capas exteriores se pegan sobre las interiores con las caras impresas hacia fuera.



Paso 1

Pega las dos piezas interiores 1 y 2 del montante norte/sur **[A1, lámina 15 + A2, lámina 16]** alineando perfectamente los bordes y con las caras frontales enfrentadas. Como las piezas son asimétricas, sobresale un trozo por cada lado.

Consejo: *Presta mucha atención a que pegues realmente las caras delanteras entre sí y no, por error, las traseras. Solo así se conseguirá que las cuatro capas de cartón del soporte se superpongan entre sí, de forma similar a como se superponen los ladrillos en una pared. Si sigues las indicaciones de los símbolos de pegado y prestas atención a los números de pieza, no te equivocarás. Además, también puedes reconocer la cara delantera de una pieza de cartón por la forma del troquelado: como siempre se realiza desde la cara delantera, los cortes son allí algo más anchos.*

Recuerde retirar los pequeños discos de 5 mm de las piezas si desea construir la versión desmontable.

Paso 2

Pega el brazo interior 1 **[A3, lámina 5]** en la superficie de la pieza interior del soporte 2 marcada con el símbolo de adhesivo **[A2]**. Uno de sus extremos debe quedar ajustado, sin dejar espacio, contra la parte interior 1 **[A1]**, y el otro extremo, el que tiene el agujero, ahora también sobresale. Dale la vuelta al soporte y pega el brazo interior 2 **[A4, lámina 6]** de la misma manera en el otro lado. Este también sobresale.

Consejo: *Antes de dejar que el pegamento se seque, pasa las yemas de los dedos por los bordes para comprobar que quedan perfectamente alineados.*

Paso 3

Vuelve a dar la vuelta al soporte y pega el brazo interior 3 **[A5, lámina 15]** sobre el extremo que sobresale del brazo interior 2 que acaba de colocar **[A4]**. De este modo, también este se unirá sin dejar huecos a la parte interior del soporte y los orificios de las dos piezas del brazo interior coincidirán. A continuación, vuelva a dar la vuelta al soporte y pegue el brazo interior 4 **[A6, lámina 15]** en el punto marcado.

Con esto, la parte interior del soporte norte/sur queda terminada y solo hay que pegarle las piezas exteriores impresas en color.

Consejo: *Aunque los símbolos de pegado indican exactamente qué pieza exterior hay que pegar en cada sitio, dado que el montaje del soporte es intuitivo y las piezas de la parte delantera y trasera son intercambiables, en este caso también puede ignorar los símbolos de pegado.*

Paso 4

Pega la parte exterior 1 del montante norte/sur **[A7, lámina 13]** a un lado de la pieza interior y la parte exterior 2 **[A8, lámina 14]** en el otro. Al hacer-

lo, se pegarán los bordes de unión de la pieza interior. Vuelve a asegurarte bien de que todos los bordes queden perfectamente alineados. A continuación, pega las dos piezas largas exteriores de los brazos 1 y 2 **[A9, lámina 1 + A10, lámina 2]** , así como las dos piezas cortas de los brazos 3 y 4 **[A11 + A12, lámina 13]** en las superficies libres restantes.

Sección B: El soporte este/oeste

El montaje del soporte este/oeste se realiza de la misma manera que el del soporte norte/sur y, salvo por la letra B en lugar de la A, la numeración también es idéntica.

Paso 5

Pega las piezas internas 1 y 2 **[B1, lámina 15 + B2, lámina 16]** con las partes delanteras una contra otra.

Paso 6

Pega los dos brazos interiores largos que sobresalen, 1 y 2, **[B3, lámina 7 + B4, lámina 8]** en las superficies marcadas de la parte interior del soporte.

Paso 7

A continuación, pega los dos brazos interiores 3 y 4 **[B5 + B6, lámina 16]** en su sitio.

Con esto queda terminada la parte interior del soporte este/oeste.

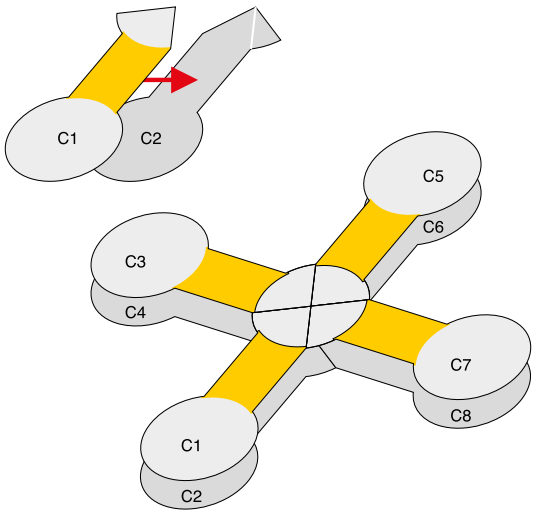
Paso 8

Pegue la pieza interior del montante este/oeste a las piezas exteriores 1 y 2 **[B7, lámina 13 + B8, lámina 14]** , así como con los brazos 1 a 4 **[B9, lámina 3 + B10, lámina 4 y B11 + B12, lámina 14]**. Deje que ambos soportes se sequen por completo, a ser posible colocándolos sobre una superficie plana y con un poco de peso encima, hasta que alcancen su máxima rigidez.

Consejo: *El secado completo puede tardar más de lo que se piensa, ya que el disolvente de las uniones internas se evapora lentamente, y esto se aplica a todas las piezas del planetario de mesa que están formadas por cuatro capas pegadas entre sí.*

Paso 9

Una vez que se hayan secado por completo, encaja los dos montantes entre sí formando una cruz. Si la ranura situada en el centro de las piezas es demasiado estrecha o demasiado corta, ensánchala o alárgala ligeramente un poco con cuidado. Los montantes encajados entre sí deben poder apoyarse sin tambalearse con las cuatro patas sobre una superficie plana.



Sección C: La base

La base está formada por cuatro brazos que se pegan entre sí formando una cruz. En el centro y en los extremos de los brazos hay círculos que se refuerzan con discos tanto por delante como por detrás. Cada brazo se pega a partir de dos capas que no coinciden del todo, de modo que en un extremo sobresale un trozo por cada lado. De este modo, los brazos se unen formando una cruz.

Paso 10

Pega las partes superior e inferior del brazo 1 **[C1, lámina 1 + C2, lámina 5]** alineando perfectamente los bordes y con las caras posteriores enfrentadas. De este modo, el brazo queda formado por dos capas; solo en el futuro punto de cruce sobresale a ambos lados una pieza de una sola capa con forma de porción de tarta. Pega de la misma manera las partes superior e inferior del brazo 2 **[C3, lámina 2 + C4, lámina 6]**, el brazo 3 **[C5, lámina 3 + C6, lámina 7]** y el brazo 4 **[C7, lámina 4 + C8, lámina 8]** .

Paso 11

Ahora pega las lengüetas salientes de los brazos unas sobre otras para formar la cruz con el círculo en el centro.

Paso 12

Pega los discos inferiores del 1 al 4 **[C9, C10 + C11, lámina 15 y C12, lámina 16]** en los extremos redondos marcados de los 4 brazos, así como el disco inferior 5 **[C13, lámina 14]** en el centro.

Paso 13

Da la vuelta a la base y pega los discos superiores del 1 al 4 en los cuatro extremos de los brazos **[C14, C15 + C16, lámina 13 y C17, lámina 14]**. Las marcas de pegado grises de la parte superior de estos discos están divididas por el centro por una línea punteada gris. Esta línea debe apuntar hacia el centro

de la base, es decir, discurrir en paralelo al brazo. Pega también los tres discos superiores 5, 6 y 7 **[C18 + C19, lámina 16 y C20, lámina 14]** unas encima de otras y, a continuación, en el centro de la base.

Con esto, la base queda terminada. Asegúrate de que permanezca plana mientras se seca y de que no se deforme.

Sección v-D: Los pies (pegados)

Al igual que todas las secciones marcadas en verde, esta solo es válida para la versión pegada de forma permanente. Para la versión desmontable, omítala y siga en su lugar la sección z-D marcada en rojo. Las patas unen el soporte a la base. Se pegan de dos en dos primero a cada pata del soporte y, a continuación, todas juntas a la base. La parte superior de las patas, la que se apoya en los soportes, se refuerza previamente con otra capa de cartón.

***Consejo:** Dado que las 8 patas son idénticas, da igual cuál se pegue en cada sitio, aunque estén numeradas individualmente.*

Paso 14

Dobla la parte de los pies, del 1 al 8, **[v-D1 a v-D8, lámina 13 y 14]** la parte superior, con la pequeña curva, hacia delante siguiendo la línea perforada.

Paso 15

A continuación, recorta de todas las piezas de las patas, de la 9 a la 16, **[v-D9 a v-D16, lámina 15 y 16]** las partes inferiores semicirculares de las patas del 9 al 16 a lo largo de la línea de perforación y pega las partes superiores restantes, alineándolas perfectamente con los bordes, detrás de las partes superiores de las patas del 1 al 8.

Paso 16

Pega las dos mitades del soporte **[A]** y **[B]** en su punto de unión con el montante horizontal y, antes de que el pegamento se seque, compruebe una vez más que se mantiene estable con las cuatro patas apoyadas en la superficie de trabajo.

Paso 17

Primero, pega un pie a cada lado de una de las patas, de modo que los bordes redondeados de las partes superiores queden alineados con la curvatura de la pata. El agujero de la pata (si retiraste los pequeños discos) queda ahora cubierto, y las partes inferiores de los pies deben quedar planas sobre la superficie de trabajo. El borde inferior de la pata también debe apoyarse sobre esa superficie. Ahora pega los demás pies a las otras patas de la misma manera.

Paso 18

Coloca el soporte sobre la base **[C]**. Las partes semicirculares de las cuatro patas quedarán entonces situadas en el centro de los discos superiores de la base. Pega el soporte en esta posición.

Con esto, el soporte del horizonte queda terminado, salvo por el anillo del horizonte.

Sección z-D: Los pies (desmontables)

Al igual que todas las secciones marcadas en rojo, esta solo es válida para la versión desmontable. Para la versión pegada de forma fija, se aplican las secciones marcadas en verde. Las patas unen el soporte a la base. Primero se fijan de dos en dos al soporte con los tornillos de cabeza redonda y, solo entonces, se pegan a la base. De esta forma, el soporte se puede separar de la base en cualquier momento. La parte superior perforada de las patas se refuerza previamente con una segunda capa de cartón.

***Consejo:** Dado que las 8 patas son idénticas, da igual cuál se pegue en cada sitio, aunque todas las piezas estén numeradas.*

Paso 14

Dobla hacia delante la parte superior de los pies del 1 al 8 **[z-D1 a z-D8, láminas 13 y 14]** siguiendo la línea perforada.

Paso 15

A continuación, recorte de todas las piezas de las patas, de la 9 a la 16, **[z-D9 a z-D16, lámina 15 y 16]** las partes inferiores semicirculares de las patas del 9 al 16 a lo largo de la línea de perforación y pega las partes superiores restantes, alineando bien los bordes y los agujeros, detrás de las partes superiores de las patas del 1 al 8.

Paso 16

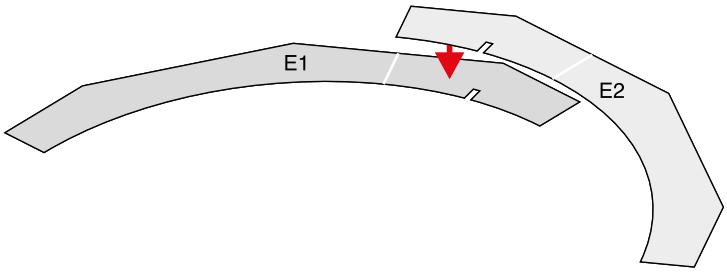
Si aún no lo has hecho, encaja las dos mitades del soporte **[A]** y **[B]** sin pegamento en su punto de unión para formar el montante horizontal y compruebe una vez más que se mantiene firme, sin tambalearse, con las cuatro patas apoyadas en la superficie de trabajo.

Paso 17

Atornille una pata en cada lado de la parte inferior de una de las patas. Antes de apretar el tornillo, asegúrese de que las curvas de las dos piezas de la pata coincidan con las de la pata y de que el borde inferior de la pata del soporte toque la superficie de trabajo. De este modo, las piezas inferiores semicirculares de los pies quedarán apoyadas de forma plana sobre la superficie de trabajo. Atornille los otros 6 pies de la misma manera a las demás patas del soporte.

Paso 18

Coloca el soporte sobre la base **[C]**. De este modo, las cuatro patas quedarán situadas en el centro de los discos superiores de la base. Pega los discos semicirculares de las patas en esta posición sobre la base, procurando que no entre pegamento en los bordes estrechos de las patas del soporte.



Sección E: El horizonte

El horizonte, de forma anular y con bordes angulosos en el exterior, también se ensambla pegando cuatro capas de cartón, cada una de las cuales consta de cuatro segmentos. Al igual que con los soportes, las piezas de las dos capas interiores se pegan entre sí por la cara delantera y, dado que solo se solapan parcialmente, siempre sobresale una parte de ellas. Vuelve a prestar mucha atención a que los bordes queden exactamente alineados y las piezas encajen perfectamente entre sí. Esta precisión es importante para que los últimos segmentos se unan correctamente formando un anillo.

Paso 19

Pega las piezas interiores 1 y 2 de la barra horizontal **[E1, lámina 5 + E2, lámina 6]** con las caras frontales enfrentadas en las superficies marcadas. Los bordes deben quedar perfectamente alineados, incluido el recorte rectangular del borde interior. Ambos segmentos se solapan solo en un tercio de su longitud; dos tercios sobresalen a cada lado.

Paso 20

Pega la pieza interior 3 **[E3, lámina 5]** en la zona sobresaliente marcada de la pieza interior 2. En esta ocasión, los segmentos se solapan en dos tercios y la pieza interior 3 sobresale solo un tercio. Sobre este tercio sobresaliente se pega entonces la pieza interior 4 **[E4, lámina 6]** . En este caso, vuelven a sobresalir dos tercios, y sobre ellos se coloca la pieza interior 5 **[E5, lámina 7]**.

Paso 21

Continúe de la misma manera con las piezas interiores del 6 al 8 **[E6, lámina 8 + E7, lámina 7 y E8, lámina 8]**. La última pieza, la 8 **[E8]** se coloca al mismo tiempo sobre las piezas 1 **[E1]** y 7 **[E7]** , cerrando así el anillo de dos capas de las piezas interiores.

Paso 22

Ahora pega las piezas horizontales superiores del 1 al 4 **[E9 + E10, lámina 1 y E11 + E12, lámina 2]** sobre las piezas interiores del horizonte marcadas correspondientemente. Asegúrate de que los grados se sucedan correctamente en el sentido de las agujas del reloj. Las marcas «N» y «S» deben colocarse, respectivamente, en los puntos donde el horizonte presenta una muesca en el interior. Esta muesca sirve para guiar el meridiano.

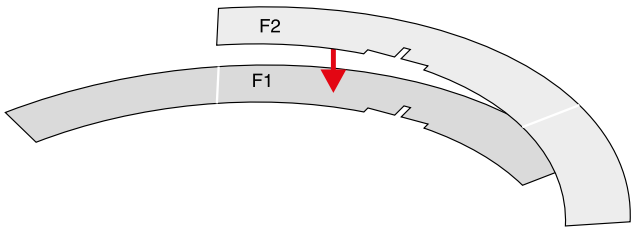
Paso 23

Pega de la misma manera las piezas horizontales inferiores del 1 al 4 **[E13 + E14, lámina 3 y E15 + E16, lámina 4]** a la parte inferior del horizonte.

Coloque el horizonte sobre el soporte del horizonte a modo de prueba. Las dos ranuras del interior del horizonte deben quedar situadas sobre los brazos de la pieza del soporte norte/sur, reconocible por su curvatura continua. Estas ranuras y la curvatura del soporte alojarán el meridiano. A continuación, primero se terminará y ajustará el meridiano, y solo después se unirán el soporte y el horizonte.

Sección F: El meridiano

El anillo meridiano también tiene 4 capas de cartón, cada una de las cuales consta de 4 segmentos que, al igual que en el horizonte, se pegan solapándolos entre sí. En este caso también, las piezas de las dos capas interiores se pegan con las caras delanteras enfrentadas. Vuelve a prestar mucha atención a que los bordes queden exactamente superpuestos y las piezas encajen entre sí sin dejar huecos, para que al final se forme un anillo perfecto.



Paso 24

Pegue las piezas internas del meridiano 1 y 2 **[F1, lámina 5 y F2, lámina 6]** tal y como se indica, con las caras frontales enfrentadas. Ambas piezas tienen un recorte angular en el borde interior, que más adelante alojará el anillo ecuatorial. Asegúrate bien de que estos recortes queden exactamente superpuestos. Las piezas se solapan en dos tercios, y sobresalen un tercio por cada lado.

Paso 25

Retira la pieza interior del meridiano 3 **[F3, lámina 5]** el pequeño soporte del eje **[S1]** y déjela a un

lado. ***Nota:*** *Los soportes del eje servirán para alojar las varillas de madera del eje celeste, aunque esto se hará hacia el final del montaje. A continuación, pega la pieza interior 3 con la superficie marcada sobre la pieza interior 2* ***(F2]****, de modo que esta vez sobresalgan dos tercios.*

Paso 26

Retira también de la parte interior del meridiano 4 **[F4, lámina 6]** el soporte del eje **[S2]** y guárdela junto con la otra y las que vendrán a continuación. A continuación, pegue la pieza interior 4 sobre la pieza interior 3. Para ello, los recortes en los que se encontraban los soportes del eje deben coincidir perfectamente entre sí.

Paso 27

Continúe con las piezas internas del 5 al 8 **[F5 + F7, lámina 7 y F6 + F8, lámina 8]** de la misma manera hasta que el meridiano se haya cerrado formando un anillo.

Con esto queda terminada la pieza interior de dos capas del meridiano. Ahora solo queda pegar a cada lado una capa exterior con una escala. A continuación, para distinguirlas mejor, se identifican como «oben/superiores» e «unten/inferiores», aunque el meridiano, a diferencia del horizonte, se encuentra en posición vertical en el planetario de mesa y, en este sentido, no tiene lado superior ni inferior.

Paso 28

Retire las partes superiores de los meridianos del 1 al 4 **[F9 + F10, lámina 1 y F11 + F12, lámina 2]** del cartón y reserve los soportes de los ejes. Coloque primero las 4 piezas, sin pegarlas, en los puntos marcados de la parte interior del meridiano, lo cual resulta casi automático gracias a los recortes para los soportes de los ejes y el anillo ecuatorial. Asegúrese de que los grados encajen correctamente entre sí: todos los grados positivos se encuentran en una mitad del anillo del meridiano (la norte), y todos los negativos, en la otra (la sur). Pegue los cuatro segmentos en esta posición.

Paso 29

Proceda de la misma manera con las partes inferiores de los meridianos del 1 al 4 **[F13 + F14, lámina 3 y F15 y F16, lámina 4]** en el reverso de la pieza interior. Asegúrese de que los grados positivos queden situados en la mitad norte del anillo meridiano, espalda con espalda con los grados positivos de la parte superior, y lo mismo con los negativos en la mitad sur. Deje que se seque bien. Ahora coloque el horizonte a modo de prueba sobre el soporte, de manera que los puntos marcados con «N» y «S» que den sobre los extremos del soporte norte-sur, e inserte el anillo meridiano en posición vertical. Quedará sujeto por las dos muescas opuestas del interior del horizonte y se acoplará perfectamente a la curvatura del soporte norte-sur. Compruebe que gira con facilidad. Si los recortes del horizonte son demasiado estrechos o cortos, amplíelos con una lima de manualidades o un cuchillo afilado.

Ahora ya se puede fijar el horizonte al soporte mediante ángulos de unión.

Sección v-G: Las escuadras de unión (encoladas)

La unión entre los cuatro brazos de los montantes y el horizonte está formada por 8 escuadras de unión, 2 por cada brazo del montante. Las escuadras se pegan primero a los soportes y después al horizonte y, al igual que con las patas, la parte de la escuadra que se apoya en el soporte se refuerza previamente con una capa adicional de cartón. Las escuadras de unión están numeradas, pero como todas son idénticas, se pueden pegar en cualquier orden.

Paso 30

Dobla hacia delante los ángulos del 1 al 8 siguiendo la perforación **[v-G1 + v-G2, lámina 1, v-G3 + v-G4, lámina 2, v-G5 + v-G6, lámina 3, v-G7 + v-G8, lámina 4]**.

Paso 31

En los ángulos del 9 al 16, corte **[v-G9 + v-G10, lámina 5, v-G11 + v-G12, lámina 6, v-G13 + v-G14, lámina 7, v-G15 + v-G16, lámina 8]**, como se indica, y pegue la otra mitad justo por el borde detrás de cada una de las escuadras del 1 al 8, concretamente detrás de la mitad en cuya parte delantera aparece impresa una flecha.

Paso 32

Coloque el soporte boca abajo sobre la superficie de trabajo, de modo que la base quede hacia arriba y los extremos de los brazos del soporte queden a ras de la superficie de trabajo. A continuación, pega una escuadra a cada lado de cada brazo, de manera que la mitad con la doble capa de cartón quede pegada al brazo del soporte y la otra mitad quede a ras de la superficie de trabajo. De este modo, se tapa el agujero.

Paso 33

Coloque el anillo del horizonte con la escala angular hacia abajo sobre tu superficie de trabajo y sitúa en el centro, sobre él, el soporte dado la vuelta.

Las escuadras de unión quedarán entonces sobre las marcas de pegado correspondientes de la parte inferior de Horizon. Asegúrate de que el soporte norte/sur (el que tiene la curvatura continua) quede situado donde el anillo del horizonte tiene las ranuras. Pega primero las cuatro escuadras del soporte norte/sur. Su curvatura debe comenzar en los extremos de las ranuras y en ningún caso en su interior, ya que, de lo contrario, el anillo del meridiano no encajaría. Por ello, es posible que haya que separar ligeramente sus extremos. A continuación, pegue también las escuadras del soporte este/oeste.

Con esto, el bastidor del horizonte queda terminado. Vuelve a colocarlo sobre sus patas, introduce el meridiano y asegúrate de que gire en el horizonte sin demasiada resistencia.

Sección z-G: Las escuadras de unión (desmontables)

La unión entre los cuatro brazos de los montantes y el horizonte se compone de 8 escuadras de unión, 2 por cada brazo del montante. Las escuadras se atornillan primero a los montantes y luego se pegan al anillo del horizonte; al igual que con las patas, la parte de la escuadra que está en contacto con el montante se refuerza previamente con una capa adicional de cartón. Las escuadras de unión están numeradas, pero como todas son idénticas, se pueden pegar en cualquier orden.

Paso 30

Dobla hacia delante las escuadras del 1 al 8 siguiendo la perforación **[z-G1 a z-G4, lámina 13 y z-G5 a z-G8, lámina 14]**.

Paso 31

En los ángulos del 9 al 16 **[z-G9 a z-G12, lámina 15 y z-G13 a z-G16, lámina 16]** corte, tal y como se indica, la mitad sin agujero a lo largo de la línea de perforación y pegue la otra mitad, alineándola perfectamente con el borde, detrás de cada uno de los ángulos del 1 al 8, de modo que el agujero para el tornillo quede perfectamente alineado. Esta mitad reforzada se atornillará en el siguiente paso a los extremos de los brazos de soporte.

Paso 32

Coloque el soporte boca abajo sobre la superficie de trabajo, de modo que la base quede hacia arriba y los extremos de los brazos del soporte queden a ras de la superficie de trabajo. A continuación, atornille dos escuadras a cada brazo, una a cada lado, por sus partes reforzadas, de manera que la otra mitad del soporte quede a ras de la superficie de trabajo.

Paso 33

Coloque el anillo del horizonte la superficie de trabajo con la escala de ángulos hacia abajo y sitúe en el centro el soporte dado la vuelta. Las esquinas de unión quedarán entonces sobre las marcas de pegado correspondientes de la parte inferior del horizonte. Asegúrate de que el soporte norte/sur (el que tiene la curvatura continua) quede situado donde el horizonte tiene las ranuras. Pega primero las cuatro escuadras del soporte norte/sur, pero de manera que el pegamento no toque los bordes de los brazos del soporte. Su curvatura debe comenzar en los extremos de las ranuras y en ningún caso en su interior, ya que, de lo contrario, el anillo del meridiano no encajaría. Por ello, es posible que haya que separar ligeramente sus extremos. A continuación, pega también las escuadras del soporte este/oeste.

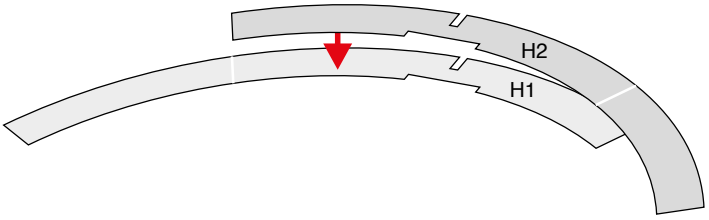
Con esto, el soporte del horizonte queda terminado. Vuelva a colocarlo sobre sus patas, introduzca el meridiano y asegúrese de que pueda girar en el horizonte sin demasiada resistencia.

Sección H: El anillo ecuatorial

El anillo ecuatorial está desplazado 90° con respecto al anillo meridiano y sirve para indicar la hora local verdadera, es decir, la hora determinada por el sol, en la que son las 12 del mediodía cuando este se encuentra exactamente al sur. El anillo ecuatorial, al igual que el horizonte y el meridiano, se ensambla pegando cuatro capas superpuestas, cada una con cuatro segmentos, y luego se fija al meridiano mediante dos soportes en forma de cruz.

Paso 34

Pega las piezas internas 1 y 2 del anillo horario **[H1, lámina 5 y H2, lámina 6]** en las superficies marcadas con las caras delanterasuna contra otra. La ranura exterior (para encajarla en el Meridian) y el recorte plano y angular interior (para el soporte) deben quedar, al igual que todos los demás bordes, exactamente superpuestos. Las piezas sobresalen un tercio.



Paso 35

Pega la pieza interior 3 **[H3, lámina 5]** sobre la superficie que sobresale de la pieza 2 **[H2]** y pega la pieza interior 4 **[H4, lámina 6]** sobre el saliente recién creado de la pieza 3. Continúe de esta manera

con las piezas interiores del 5 al 8 **[H5 + H7, lámina 7 y H6 + H8, lámina 8]**. Con la última pieza, las dos capas interiores del anillo ecuatorial forman un anillo completo.

Paso 36

Pega las piezas exteriores superiores del anillo ecuatorial, del 1 al 4 **[H9 + H10, lámina 1 y H11 + H12, lámina 2]** siguiendo las marcas de pegado, a uno de los lados del anillo ecuatorial interior.

Importante: *En el lado del anillo ecuatorial marcado como «superior», las horas están ordenadas de 0 a 24 en sentido ecuatorial; en el lado marcado como «inferior», en sentido antihorario. Al pegarlos, asegúrese de que los cuatro segmentos se sucedan según los números de las horas.*

Paso 37

Pega las piezas exteriores inferiores del 1 al 4 en el otro lado del anillo ecuatorial **[H13 + H14, lámina 3 y H15 + H16, lámina 4]**.

Importante: *Los números de las horas de la parte superior e inferior deben quedar exactamente alineados. Durante el secado, asegúrese de que el anillo no se deforme.*

Paso 38

Introduzca el anillo ecuatorial, con sus ranuras exteriores, en las ranuras interiores del anillo meridiano, de modo que ambos anillos queden desplazados entre sí en ángulo recto. Hágalo con cuidado, ya que el anillo ecuatorial debe flexionarse ligeramente hasta que las ranuras encajen por completo y los anillos queden alineados entre sí por su parte interior. A continuación, vuelva a colocar el anillo meridiano en el soporte del horizonte.

Importante: *El lado del anillo ecuatorial en el que las horas están sentido de las agujas del reloj, debe apuntar hacia el polo norte celeste en el meridiano, es decir, hacia la mitad del meridiano con los grados positivos.*

Para que el anillo ecuatorial quede bien fijado en ángulo recto en el meridiano y no se mueva, se colocan unos soportes desde el interior en los dos puntos de intersección:

Paso 39

Pega las dos piezas interiores del soporte 1 **[H17 + H18, lámina 11]** con las caras traseras enfrentadas y, a continuación, pegue las dos piezas exteriores, la superior y la inferior, a las dos piezas interiores **[H19 + H20, lámina 9]**. Proceda de la misma manera con las dos piezas interiores **[H21 + H22, lámina 12]** y las dos piezas exteriores **[H23 y H24, lámina 10]** del soporte 2.

Paso 40

Ambos soportes tienen en un lado una superficie adhesiva con una línea de puntos grises. En primer lugar, presione los soportes sin pegamento en los recortes planos de las caras interiores de los dos puntos de cruce, de modo que esa línea de puntos grises quede alineada con el borde interior del anillo ecuatorial. Comprueba que los soportes queden bien ajustados y, si es necesario, amplía los pequeños recortes rectangulares en sus cuatro extremos. A continuación, separa de nuevo los dos anillos y pega los soportes en el interior del anillo ecuatorial, en la posición que acabas de probar. No vuelva a colocar todavía el anillo ecuatorial en el meridiano.

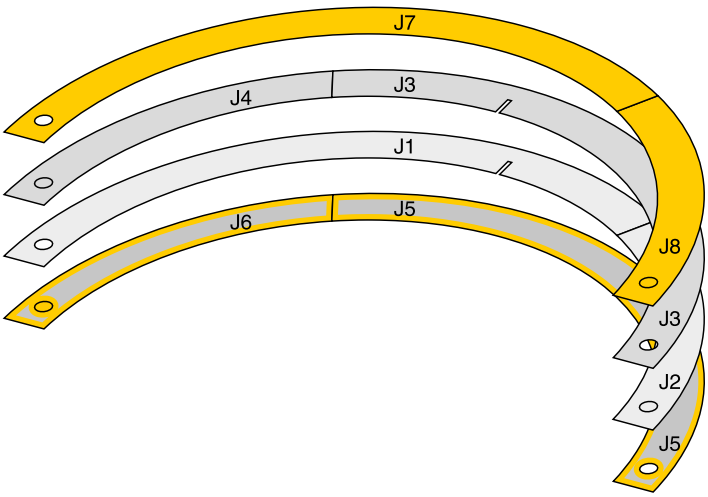
Sección J: La esfera celeste, arco 1

La esfera celeste está formada por dos anillos encajados uno dentro del otro y cruzados en ángulo recto. Para ello, se unen por sus extremos cuatro arcos semicirculares, cada uno de ellos compuesto por cuatro capas de cartón ***(soporte de la esfera celeste, secciones N + O)****. Cada capa consta de solo dos piezas: una más pequeña y otra aproximadamente el doble de grande. La eclíptica (trayectoria del Sol) quedará situada en los anillos terminados de la esfera celeste. Para fijarla en su posición, se insertan cuatro pequeños alambres en el borde interior de la esfera celeste. Para alojarlos, hay que hacer pequeñas ranuras con un cuchillo en la parte interior de dos capas. Dado que la eclíptica no se encuentra en la esfera celeste a la misma distancia de los polos, como el ecuador, sino que está inclinada 23,4° con respecto a ellos, las ranuras para las varillas de alambre deben situarse en distintos puntos de los arcos.*

Paso 41

Pega la pieza interior más grande (1) y la pieza interior más pequeña (4) **[J1 + J4, lámina 11]** con sus caras frontales una contra otra. Los bordes, especialmente el extremo, deben quedar perfectamente alineados; la pieza más grande **[J1]** quedará sobresaliendo por la mitad. A continuación, pega la pieza interior más grande 3 **[J3, lámina 11]** con su cara frontal alineada perfectamente con este saliente, de modo que quede pegado a la pieza más pequeña 4 sin dejar ningún hueco. Ahora, a su vez, la pieza interior 3 sobresale aproximadamente por la mitad. Sobre este saliente se coloca entonces la pieza interior más pequeña 2 **[J2, lámina 11]** con su cara frontal. Asegúrese también en este caso de que los bordes queden perfectamente alineados.

Con esto queda terminada la pegadura de la parte interior de dos capas del arco 1.



Paso 42

Ahora, con un cuchillo afilado, recorte la ranura estrecha que aparece impresa en la parte interior. Tiene 1,3 mm de ancho y llega hasta el centro del anillo. Tome uno de los cuatro alambres como referencia: la ranura debe tener el ancho justo para que quepa el alambre. ***Nota:*** *La ranura está impresa en ambos lados. Es posible que el corte en el lado opuesto no coincida exactamente con la línea impresa. Sin embargo, esta pequeña desviación no afecta al funcionamiento.*

Paso 43

Pegue las piezas exteriores 1 y 2 **[J5 + J6, lámina 9]** en las superficies marcadas de la pieza interior. También en este caso, los bordes deben quedar perfectamente alineados; la ranura quedará entonces debajo de la marca de 0°. Tenga en cuenta que un extremo está marcado con (S) y el otro con (N).

Paso 44

Pega de la misma manera las piezas exteriores 3 y 4 **[J7 + J8, lámina 9]** en el otro lado del arco. Los extremos marcados con (S) y (N) deben coincidir con la parte superior e inferior del arco. De este modo, la ranura se ha convertido en un agujero de 1,3 x 1,3 mm. Introduzca una varilla de alambre a modo de prueba; debería sobresalir aproximadamente hasta la mitad. Pégala en esta posición dentro del agujero.

Con esto queda terminada la primera hoja. En ambos lados, junto a la marca de 0° situada en el centro, presenta en la mitad norte las marcas +66,6° y +23,4°, y en la mitad sur, las marcas −23,4° y −66,6°. (En una pequeña parte de la tirada, debido a un error técnico, se imprimieron los números «65,5» en lugar de 66,6. Si este es el caso de su ejemplar, debe corregir los números con un rotulador negro fino).

Consejo: *Si pierde uno de los pasadores, puede fabricar fácilmente uno nuevo con un clip o un trozo de alambre fino.*

Sección K: La esfera celeste, arco 2

El segundo arco de la esfera celeste se ensambla de la misma manera que el primero; la única diferencia es la posición de la ranura que se corta en las dos capas internas: en el segundo arco, se encuentra debajo de la marca de +23,4°. La numeración y el orden de las piezas también son idénticos, salvo que los nombres de las piezas comienzan por «J» en lugar de por «K». Por ello, los pasos se describen de forma muy concisa.

Paso 45

Las piezas interiores 1 y 4 **[K1 + K4, lámina 11]** Pégalas entre sí, alineando perfectamente los bordes de las caras frontales. Pega la pieza interior 3 **[K3, lámina 11]** y, sobre el saliente de esta, la pieza interior 2 **[K2, lámina 11]**. A continuación, recorta la ranura.

Paso 46

Piezas exteriores 1 y 2 **[K5 + K6, lámina 9]** Pégalas a la pieza interior; la ranura debe quedar por debajo de la marca de +23,4°. A continuación, pega las piezas exteriores 3 y 4 **[K7 + K8, v 9]** en el otro lado del arco. Las letras (S) y (N) deben coincidir en ambos lados. Pega la varilla metálica en el agujero situado junto a la marca de +23,4°.

Sección L: La esfera celeste, arco 3

El tercer arco de la esfera celeste es idéntico al primero; además, el orificio para la varilla metálica se encuentra en la marca de 0°.

Paso 47

Piezas interiores 1 y 4 **[L1 + L4, lámina 12]** pégalas con las caras frontales una contra otra. Pega la pieza interior 3 **[L3, lámina 12]** y, sobre el saliente de esta, la pieza interior 2 **[L2, lámina 12]**. A continuación, recorta la ranura.

Paso 48

Piezas exteriores 1 y 2 **[L5 + L6, lámina 10]** Pégalas a la pieza interior, de modo que la ranura quede debajo de la marca de 0°. A continuación, pega las piezas exteriores 3 y 4 **[L7 + L8, lámina 10]** en el otro lado del arco. Las letras (S) y (N) deben coincidir en ambos lados. Pega la varilla metálica en el agujero situado junto a la marca de 0°.

Sección M: La esfera celeste, arco 4

El cuarto arco de la esfera celeste es idéntico al segundo, solo que el orificio para la varilla metálica se encuentra en la marca de −23,4°, y no en la de +23,4°.

Paso 49

Piezas interiores 1 y 4 **[M1 + M4, lámina 12]** pégalas con las caras frontales una contra otra. Pega la pieza interior 3 **[M3, lámina 12]** y, sobre el saliente de esta, la pieza interior 2 **[M2, lámina 12]**. A continuación, recorta la ranura.

Paso 50

Piezas exteriores 1 y 2 **[M5 + M6, lámina 10]** Pégalas a la pieza interior, de modo que la ranura quede debajo de la marca de -23,4°. A continuación, pega las piezas exteriores 3 y 4 **[M7 + M8, lámina 10]** en el otro lado del arco. Las letras (S) y (N) deben coincidir en ambos lados. Pega la varilla metálica en el agujero situado junto a la marca de -23,4°.

Sección v-N: La esfera celeste, cojinete norte (pegada)

Para que la esfera celeste pueda girar sobre su eje, se necesitan cojinetes en sus dos polos. Estos cojinetes tienen, al mismo tiempo, la función de convertir los cuatro arcos de la esfera celeste en dos anillos completos, unidos entre sí en ángulo recto. Cada cojinete consta de cuatro piezas laterales con ranuras de 1,3 mm de ancho, situadas en dos de ellas en la parte superior y en las otras dos en la parte inferior, de modo que se puedan ensamblar formando una especie de doble cruz. Las piezas individuales se pegan a partir de dos capas de cartón y se incluyen por duplicado: una para la versión pegada y otra para la desmontable. Las destinadas a la versión pegada no tienen agujeros.

Paso 51

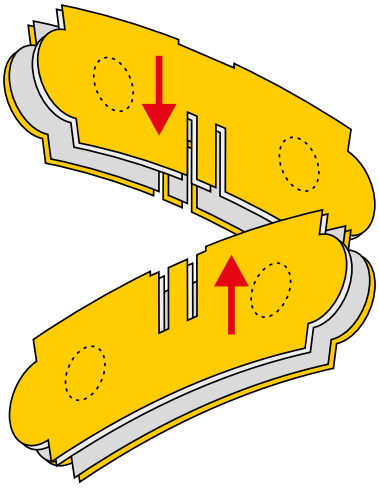
Pega las piezas laterales 1 y 2 del cojinete norte **[v-N1, lámina 1 + v-N2, lámina 5]** tal y como se indica, con las caras posteriores alineadas perfectamente entre sí. A continuación, pega de la misma manera las piezas laterales 3 y 4 **[v-N3, lámina 2 + v-N4, lámina 6]** , así como las piezas laterales 5 y 6 **[v-N5, lámina 1 + v-N6, lámina 5]** y las piezas de los laterales 7 y 8 **[v-N7, lámina 2 + v-N8, lámina 6]**.

Paso 52

En primer lugar, encaja las dos piezas laterales – cuyas ranuras quedan en la parte inferior – en las ranuras superiores de las otras dos piezas laterales, sin utilizar pegamento, de modo que formen una doble cruz. En la parte superior, las cuatro piezas encajadas entre sí tienen un recorte de unos 0,5 mm de profundidad, que albergará el cojinete deslizante de lámina de PVC. Para ello, coja uno de los discos de PVC con agujero y recorte por los cuatro lados lo suficiente como para que quede un pequeño cuadrado con una longitud de arista de unos 5 mm. Compruebe si se puede colocar en este hueco de tal manera que el agujero quede exactamente en el centro, justo encima del agujero cuadrado que forman las cuatro aletas cruzadas.

Paso 53

El eje pasará por el pequeño agujero cuadrado del centro. Introduzca uno de los palitos de madera a través de él. El cojinete formado por las cuatro piezas cruzadas debe girar con mucha facilidad sobre el eje. Si la resistencia es demasiado grande, separa de nuevo las cuatro piezas y colócalas con la cara dorada hacia abajo sobre una superficie dura. A continuación, con la varilla de madera o con el dorso de un cuchillo, presiona ligeramente el cartón en el centro de todas las piezas, es decir, justo donde entrará en contacto con el eje. De este modo, se ensanchará un poco el agujero. A continuación, pega las piezas que forman el cojinete norte y fija el disco de PVC en su hueco, si lo hay, por ejemplo, con pegamento instantáneo. Asegúrate de que no se derrame pegamento por el agujero cuadrado del centro.



Sección z-N: La esfera celeste, cojinete norte (desmontable)

Para que la esfera celeste pueda girar sobre su eje, se necesitan cojinetes en sus dos polos. Estos cojinetes tienen, al mismo tiempo, la función de convertir los cuatro arcos de la esfera celeste en dos anillos completos, unidos entre sí en ángulo recto. Cada cojinete consta de cuatro piezas laterales con ranuras de 1,3 mm de ancho, situadas en dos de ellas en la parte superior y en las otras dos en la parte inferior, de modo que se puedan ensamblar formando una especie de doble cruz. Las distintas piezas laterales se pegan a partir de dos capas de cartón y se incluyen por duplicado: una para la versión pegada y otra para la desmontable. También en este caso hay dos variantes: una para la versión pegada (sin orificios) y otra para la versión desmontable (con orificios).

Paso 51

Pega las piezas laterales 1 y 2 del cojinete norte **[z-N1, lámina 9 + z-N2, lámina 11]** tal y como se indica, con las caras posteriores alineadas perfectamente entre sí. A continuación, pega de la misma manera las piezas laterales 3 y 4 **[z-N3, lámina 9 + z-N4, lámina 11]** , así como las piezas laterales 5 y 6 **[z-N5, lámina 9 + z-N6, lámina 11]** y las piezas laterales 7 y 8 **[z-N7, lámina 9 + z-N8, lámina 11]**.

Paso 52

En primer lugar, encaja las dos piezas laterales – cuyas ranuras quedan en la parte inferior – sin pegamento en las ranuras superiores de las otras dos piezas laterales, de modo que formen una doble cruz. En la parte superior, las cuatro piezas encajadas entre sí tienen un recorte de unos 0,5 mm de profundidad, que albergará el cojinete deslizante de lámina de PVC. Para ello, coja uno de los discos de PVC con agujero y recorte por los cuatro lados lo suficiente como para que quede un pequeño cuadrado con una longitud de arista de unos 5 mm. Compruebe si se puede colocar en este hueco de tal manera que el agujero quede exactamente en el centro, justo encima del agujero cuadrado que forman las cuatro aletas cruzadas.

Paso 53

El eje pasará por el pequeño agujero cuadrado del centro. Introduzca uno de los palitos de madera por él. El cojinete debería girar con mucha facilidad sobre el eje. Si la resistencia es demasiado grande, vuelve a separar las cuatro piezas laterales y colócalas con la cara dorada hacia abajo sobre una superficie dura. A continuación, con la varilla de madera o el dorso de un cuchillo, presiona ligeramente el cartón en el centro de todas las piezas laterales, es decir, justo donde entrará en contacto con el eje. De este modo, el agujero se ensanchará ligeramente. A continuación, pega las piezas laterales para formar el cojinete norte y pega el disco de PVC en su hueco, si lo hay, por ejemplo, con pegamento instantáneo. Asegúrate de que no se derrame pegamento por el agujero cuadrado del centro.

Sección v-O: La esfera celeste, cojinete sur (pegada)

La parte sur de la esfera celeste es idéntica a la parte norte, salvo por la impresión, y se pega de la misma manera.

Paso 54

Pega las piezas laterales 1 y 2 **[v-O1, lámina 3 + v-O2, lámina 7]** entre sí, y haga lo mismo con las piezas de los laterales 3 y 4 **[v-O3, lámina 4 + v-O4, lámina 8]**, 5 y 6 **[v-O5, lámina 3 + v-O6, lámina 7]** y 7 y 8 **[v-O7, lámina 4 + v-O8, lámina 8]**. Pegue las piezas laterales entre sí y coloque el disco de PVC para formar el cojinete sur.

Sección z-O: La esfera celeste, cojinete sur (desmontable)

La parte sur de la esfera celeste es idéntica a la parte norte, salvo por la impresión, y se pega de la misma manera.

Paso 54

Pega las piezas laterales 1 y 2 **[z-O1, lámina 10 + z-O2, lámina 12]** entre sí, y haga lo mismo con las piezas de los laterales 3 y 4 **[z-O3, lámina 10 + z-O4, lámina 12]**, 5 y 6 **[z-O5, lámina 10 + z-O6, lámina 12]** y 7 y 8 **[z-O7, lámina 10 + z-O8, lámina 12]**. Coloque el disco de PVC y, a continuación, pegue los laterales para formar el cojinete sur.

Sección P: La eclíptica (trayectoria del Sol)

La eclíptica también está formada por cuatro capas de cartón, esta vez en forma de anillos completos. Para poder fijarla a las varillas metálicas de los arcos de la esfera celeste, también hay que hacer ranuras en las dos capas interiores.

Paso 55

Pega las dos piezas interiores de la eclíptica 1 y 2 **[P1, lámina 11 + P2, lámina 12]** con los reversos alineados perfectamente y recorte las 4 ranuras.

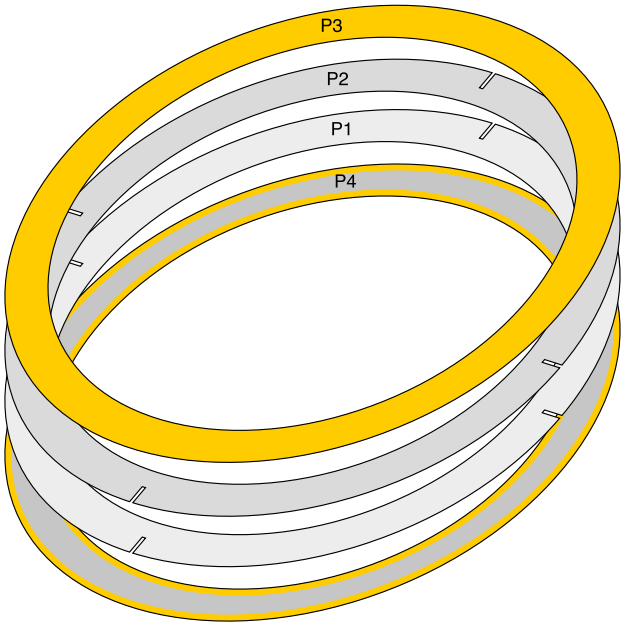
Importante: *Es posible que, tras pegarlas, las marcas para recortar las ranuras no coincidan exactamente. Por lo tanto, recorte las cuatro desde el mismo lado, es decir, sin dar la vuelta a la pieza interior de dos capas.*

En las piezas exteriores 1 y 2 de la eclíptica **[P3, lámina 9 y P4, lámina 10]** hay tres escalas: en el exterior, las zonas de las constelaciones del zodíaco; en el centro, una escala de fechas con todos los días del año; y en el interior, las zonas de los signos del zodíaco, de 30° de ancho, con una escala de grados de 0° a 360° «longitud eclíptica».

Paso 56

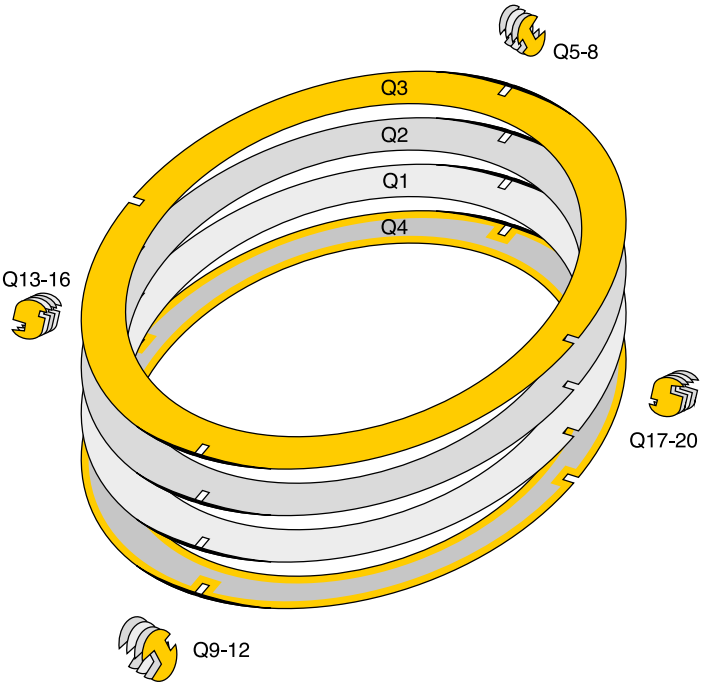
En primer lugar, pega la pieza exterior 1 **[P3, lámina 9]** sobre la pieza interior de la eclíptica. Para ello, las indicaciones de grados 0°/360°, 90°, 180° y 270° deben quedar exactamente sobre las ranuras para las varillas de alambre. A continuación, pega la pieza exterior 2 en el otro lado **[P4, lámina 10]**. Asegúrese de que las indicaciones de grados en la parte delantera y trasera coincidan exactamente, es decir, que las marcas de 90°, 180°, etc., queden exactamente frente a las de 90°, 180°, etc.

Con esto, la eclíptica ya está terminada. Antes de poder montarla con la esfera celeste, hay que terminar la órbita lunar e insertarla en la eclíptica.



Sección Q: La órbita lunar

La órbita de la Luna presenta una inclinación de 5,2° respecto a la eclíptica, por lo que la corta en dos puntos opuestos: los nodos lunares. Dado que los nodos lunares recorren la eclíptica una vez cada 18,6 años aproximadamente, la órbita lunar debe fijarse de forma móvil en la eclíptica. Esto se consigue mediante dos soportes para los nodos lunares en los puntos de intersección y dos soportes para la órbita lunar, que se encargan de proporcionar la inclinación. En la zona donde se colocan los soportes de los nodos lunares, la órbita lunar debe estrecharse ligeramente para que no roce la eclíptica. La órbita lunar también se pega a partir de cuatro capas de cartón: dos internas y dos externas.



Paso 57

Con unas tijeras afiladas, recorte una tira estrecha de la pieza interior de la órbita lunar 1 **[Q1, lámina 11]** en los dos puntos marcados en negro. El anillo, que normalmente tiene 14 mm de ancho, quedará con solo 13 mm de ancho en esos puntos. El corte debe ser muy gradual, de modo que la transición apenas se note. ***Nota:*** *Las otras tres piezas de la órbita lunar también deben recortarse, pero solo después de pegarlas en su sitio. Así se garantiza que todos los cortes sean iguales y paralelos, y que el borde quede liso y uniforme.*

Paso 58

Pega la pieza interior 2, que aún no está recortada, **[Q2, lámina 12]** con su parte trasera, alineándola perfectamente con el borde de la parte trasera de la pieza interior 1 **[Q1]**. Los cuatro recortes (para los soportes del nodo lunar y la órbita lunar) deben quedar exactamente superpuestos. A continuación, recorta los sobrantes en los puntos donde la pieza interior 1 ya está recortada. Las tijeras se deslizan a lo largo del borde de corte ya existente y se guían por él, de modo que el nuevo corte quede exactamente debajo del anterior.

Paso 59

Pegue la pieza exterior 1 **[Q3, lámina 9]** sobre la pieza interior, que ahora tiene dos capas. Las zonas denominadas «nodo ascendente» y «nodo descendente» deben quedar situadas sobre las zonas recortadas de la pieza interior. Recorta las partes que sobresalen de la pieza exterior 1 tal y como se indicó en el paso anterior.

Paso 60

Pega la pieza exterior 2 **[Q4, lámina 10]** en el otro lado, asegurándose de que las zonas denominadas «nodo ascendente» y «nodo descendente» queden espalda con espalda con la parte delantera. Recorte también los sobrantes de esta tira. Si es necesario, puede alisar el borde con papel de lija.

La órbita lunar también se divide en tres zonas concéntricas: en el exterior hay 27 símbolos redondos con flechas direccionales, cuyas distancias indican la trayectoria de la Luna a lo largo de su órbita en unas 24 horas; en el centro, en las posiciones de los nodos lunares, figuran indicaciones sobre las zonas en las que puede producirse un eclipse solar o lunar (P: parcial, T: total), y en el interior están marcados los nodos lunares ascendente y descendente.

Paso 61

Pega los soportes de los nodos lunares 2 y 3 **[Q6 + Q7, lámina 15]** uno encima del otro y, a continuación, los soportes de los nodos lunares 1 y 4 **[Q5 + Q8, lámina 13]** a ambos lados. Pega del mismo modo los soportes los nodos lunares del 5 al 8 **[Q9 a Q12, lámina 14 + 16]** uno encima del otro. Deja que se sequen bien.

Paso 62

Intenta encajar los dos soportes de los nodos lunares, con sus aberturas rectangulares, en las aberturas de la trayectoria lunar, justo donde se ha recortado un poco del borde exterior. Deben introducirse lo más profundamente posible. Si es necesario, hay que ampliar ligeramente las aberturas. Pégalos en esa posición.

Paso 63

Pega los soportes de la vía lunar del 1 al 4 **[Q13 a Q16, lámina 13 + 15]** unos sobre otros, y haz lo mismo con los soportes de la órbita lunar del 5 al 8 **[Q17 a Q20, lámina 14 + 16]**. Coloca la órbita lunar delante de ti, girándola y dándole la vuelta, de modo que las flechas de dirección situadas entre los símbolos de la luna apunten en sentido antihorario y el símbolo del nodo lunar con la indicación «aufsteigender Knoten» → ☊ → «ascending node» quede en la parte superior. Los dos recortes que aún quedan libres en los extremos de la órbita lunar quedarán entonces a la izquierda y a la derecha. Introduzca uno de los soportes de la órbita lunar en el recorte izquierdo, de modo que su abertura trapezoidal quede orientada hacia abajo, y el otro en el recorte derecho, pero de forma que quede orientado hacia arriba. Ajuste los separadores si es necesario y péguelos en esta posición. Deje que se sequen bien.

Paso 64

Coloca la órbita lunar en la eclíptica. Para ello, estira o dobla con cuidado los anillos de cartón hasta que el borde interior de la eclíptica encaje en las aberturas de los nodos y los separadores. ***Importante:*** *Asegúrese de colocar la órbita lunar en la orientación correcta: las flechas entre los símbolos de la Luna deben apuntar en el mismo sentido que la escala de fechas de la eclíptica. Si las fechas del lado en cuestión aumentan en sentido horario, las flechas de ese lado también deben apuntar en sentido horario.*

Con esto, ya están terminadas todas las piezas, salvo la esfera central y el eje celeste.

Sección v-R: El soporte norte del eje celeste (pegado)

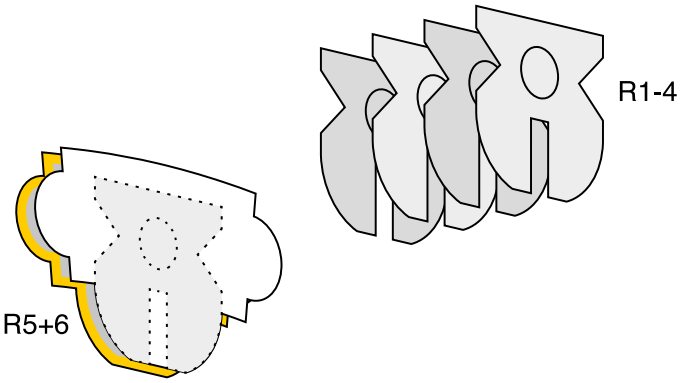
El centro o globo terráqueo con el eje celeste, fabricado con madera redonda (paso T), se fija en el meridiano mediante un soporte norte y otro sur. En un primer momento, estos soportes se fijan solo parcialmente al meridiano y solo se fijan por completo una vez instalado el eje celeste.

Paso 65

Pega los soportes interiores de los ejes del 1 al 4 **[R1 a R4, lámina 1 a 4]** para formar un bloque. ***Nota:*** *Los soportes de los ejes se separaron de las piezas del meridiano en la sección F, paso 30 y siguientes, y se dejaron a un lado.* Una vez seco, compruebe si el bloque de soportes de eje encaja en el hueco del anillo del meridiano; si es necesario, ajuste el bloque o el hueco y, a continuación, péguelo en el hueco. Sus superficies deben quedar totalmente a ras con las del meridiano.

Paso 66

Pega los soportes exteriores del eje 1 y 2 **[v-R5, lámina 1 y v-R6, lámina 5]** primero entre sí y, a continuación, a uno de los lados del meridiano con el bloque de soportes de eje. ***Importante:*** *El soporte de eje norte va en el lado del meridiano con los grados positivos.* Pegue también los soportes de eje exteriores 3 y 4 **[v-R7, lámina 2 y v-R8, lámina 6]** una encima de la otra y, de momento, deje la pieza a un lado.



Sección z-R: El soporte norte del eje celeste (desmontable)

El centro o globo terráqueo con el eje celeste, fabricado con madera redonda (paso T), se fija en el meridiano mediante un soporte norte y otro sur. Cada soporte consta de dos piezas, una de las cuales se pega firmemente al eje celeste. Mediante un tornillo de cabeza hexagonal y la segunda pieza suelta del soporte, se fija en el meridiano durante el montaje.

Paso 65

Pega los soportes interiores de los ejes del 1 al 4 **[R1 a R4, lámina 1 a 4]** para formar un bloque. ***Nota:*** *Los soportes de los ejes se separaron de las piezas del meridiano en la sección F, paso 30 y siguientes, y se dejaron a un lado.* Una vez seco, compruebe si el bloque de soportes de eje encaja en el hueco del anillo del meridiano y si se puede volver a extraer; si es necesario, ajuste el bloque o el hueco.

Paso 66

Pega los soportes exteriores del eje 1 y 2 **[z-R5, lámina 1 y z-R6, lámina 5]** una sobre otra y, a continuación, pega el bloque de soportes de eje alineando los bordes y los orificios con la superficie marcada. Pega también los soportes de eje exteriores 3 y 4 **[z-R7, lámina 2 y z-R8, lámina 6]** uno sobre otro y, de momento, deje ambas piezas a un lado. No las necesitará hasta que monte el eje del cielo.

Sección v-S: El soporte sur del eje celeste (pegado)

El soporte sur del eje celeste tiene la misma estructura que el norte, por lo que las instrucciones se resumen brevemente.

Paso 67

Soportes interiores de los ejes del 1 al 4 **S1 a S4, ya retirados en el paso 30.** Péguelas formando un bloque y compruebe que encajen en el recorte sur del anillo meridiano.

Paso 68

Soportes exteriores de eje 1 y 2 **[v-S5, lámina 3** y **v-S6, lámina 7]** Pégalos entre sí y sobre el meridiano. Soportes exteriores de los ejes 3 y 4 **[v-S7, lámina 4** y **v-S8, lámina 8]** péguelas entre sí y déjelas a un lado.

Sección z-S: El soporte sur del eje celeste (desmontable)

El soporte sur del eje celeste tiene la misma estructura que el norte, por lo que las instrucciones se resumen brevemente.

Paso 67

Soportes interiores de los ejes del 1 al 4 **[S1 a S4, ya retirados en el paso 30]** Péguelas formando un bloque y encájelas en el hueco del meridiano.

Paso 68

Soportes exteriores de eje 1 y 2 **[z-S5, lámina 3 y z-S6, lámina 7]** pégalos uno encima del otro y, sobre ellos, pega el bloque de soporte de los ejes. Soportes exteriores de los ejes 3 y 4 **[z-S7, lámina 4 y z-S8, lámina 8]** y déjalo todo a un lado.

Sección T: El eje celestial

El eje celeste va desde el polo norte del meridiano hasta el polo sur y sostiene en su centro una esfera de madera formada por dos mitades pegadas entre sí. Su centro marca el centro del planetario de mesa. Se puede pintar como un globo terráqueo o, si solo debe indicar la posición del observador como centro de la esfera celeste, también, por ejemplo, de color dorado.

Consejo: *Para dibujar en la esfera la red de coordenadas de longitud y latitud terrestres, continúe con el siguiente paso. Si quieres pintar el globo de otra forma, por ejemplo, de azul con bancos de nubes blancas o solo de dorado, sáltate los dos pasos siguientes y continúa con el paso 71.*

Paso 69 (opcional)

La forma más sencilla de trazar la cuadrícula de los meridianos y paralelos es hacerlo uno tras otro sobre los hemisferios que aún no se han pegado y a los que previamente se les ha aplicado una capa de pintura base. Para ello, recorta la plantilla semicircular para los paralelos que se encuentra al final de las instrucciones de montaje, refuérzala con un poco de cartón fino y déjala a un lado. Recorta la plantilla redonda para los grados de longitud y fíjela provisionalmente a la superficie plana del hemisferio, por ejemplo, con un rollito de cinta adhesiva, de modo que quede a la misma distancia por todos los lados y se pueda volver a despegar. A continuación, con un lápiz puntiagudo, prolonga las líneas sobre la madera, de modo que aún se vean en el borde de la semiesfera. Retire la plantilla, coloque la semiesfera sobre la superficie de trabajo y trace líneas rectas desde el centro del agujero, pasando por la curvatura, hasta cada marca de lápiz. Para ello, puede utilizar el recorte semicircular de la plantilla para los grados de latitud a modo de regla. A continuación, proceda de la misma manera con la otra semiesfera. De este modo, obtendrá 24 líneas de longitud separadas entre sí por 15°.

Paso 70 (opcional)

Vuelva a colocar la plantilla de latitud sobre uno de los hemisferios y marque con lápiz, en cada línea de longitud, 5 pequeños puntos que representen los grados de latitud; a continuación, únalos a mano alzada formando círculos completos. Haga lo mismo con el otro hemisferio. Si une los dos hemisferios para formar un globo terráqueo completo, verá una cuadrícula con 24 meridianos y 24 paralelos, cada uno con una separación de 15°. Con la ayuda de una representación habitual de un globo terráqueo, en la que, además de la cuadrícula, también aparecen dibujados los continentes, se pueden trasladar sus contornos con relativa facilidad si es necesario.

Paso 71

Elige las dos varillas de madera redonda más rectas; la tercera es de reserva. Comprueba si se pueden encajar firmemente en una de las semiesferas con el extremo cortado liso. Si es necesario, tendrás que lijarlas un poco con cuidado con papel de lija. Inserte una varilla por el lado redondeado en una de las semiesferas y colóquela sobre su superficie de trabajo. Gire la semiesfera para asegurarse de que la varilla quede perpendicular a la superficie de trabajo y fíjela con pegamento en esa posición. Haga lo mismo con la otra varilla redonda y la otra semiesfera y, a continuación, pegue ambas semiesferas para formar el globo terráqueo o el globo central con el eje celeste que las atraviesa. A continuación, acorte ambos extremos del eje hasta que cada uno mida 110 mm.

Paso 72 (versión encolada)

Compruebe si el eje celeste se acopla bien a sus soportes en el meridiano: Gire el meridiano en la estructura del horizonte de manera que uno de los soportes del eje quede arriba, en el cenit, y el otro abajo, en el nadir, e inserte el eje celeste en las ranuras de los soportes. Si el eje sigue siendo demasiado largo, corte con cuidado la misma cantidad por ambos lados. Por el momento, no pegue aún el eje.

Paso 72 (versión desmontable)

Coloque el soporte norte del eje, el bloque de soportes interiores ya pegado, sobre el meridiano de tal forma que el bloque quede encajado en su hueco y el soporte exterior se apoye perfectamente sobre el meridiano. ***Nota:*** *El soporte del eje norte se encuentra en la mitad del meridiano con los grados positivos.* Inserte del mismo modo el soporte del eje sur con el bloque pegado en el meridiano y compruebe a continuación si el eje celeste encaja en las ranuras de los soportes y no es demasiado largo. Si es necesario, corte la misma cantidad por ambos lados. El eje aún no se pega.

Paso 73

Pinta ahora el eje del cielo, por ejemplo, de color dorado, y también la bola de madera, si es que aún no la has pintado antes como un globo terráqueo.

Ya están terminados todos los elementos del planetario de mesa. Lo último que queda por hacer es montar la esfera celeste a partir de los cuatro arcos (secciones J, K, L y M) con la eclíptica en su interior, de nuevo separando la versión pegada de forma permanente de la desmontable.

Sección v-U: El montaje de la «esfera celeste» (pegada)

Para formar la esfera celeste, los cuatro semianillos celestes se unen mediante los cojinetes norte y sur de la esfera celeste, formando así dos anillos completos que se cruzan. Al mismo tiempo, la eclíptica, con la órbita lunar incluida en ella, se integra en la esfera celeste mediante las varillas de alambre.

Paso 74

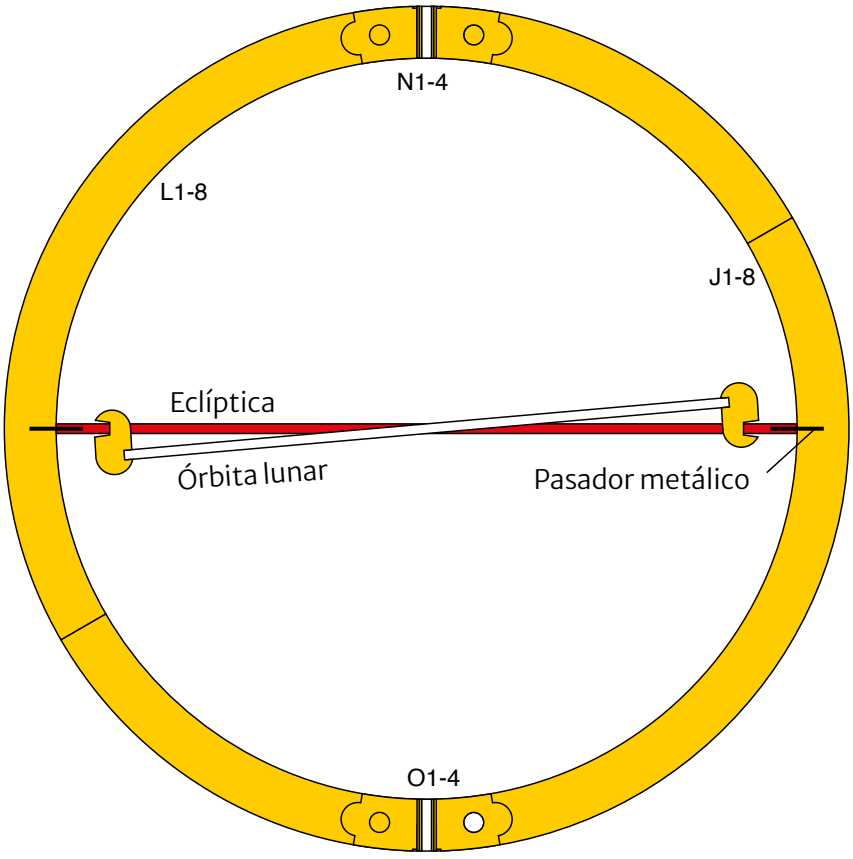
Prepara 4 pinzas de la ropa, así como los cuatro arcos semicirculares de la esfera celeste, los soportes norte y sur de la esfera celeste y la eclíptica con la órbita lunar. Coge uno de los dos arcos en los que la varilla metálica se encuentre en la marca «0°» e insértalo con su extremo «N» en una de las ranuras del cojinete norte. Empújelo hacia dentro hasta que haga tope, alinéelo de modo que su curvatura coincida con la de las paredes del soporte y fíjelo provisionalmente con una pinza de la ropa. A continuación, introduzca del mismo modo el otro extremo de la pieza en una ranura del cojinete sur y fíjelo también con una pinza.

Paso 75

Coge el otro arco, cuyo pasador metálico también se encuentra en la marca «0°», introdúcelo en las ranuras del cojinete norte y del cojinete sur situadas frente al primer arco y fíjalo también con pinzas. Ahora se ha formado un anillo completo. Comprueba una vez más que los grados positivos se encuentran en la mitad norte del anillo y los negativos en la sur. Ahora pega uno de los dos arcos en los soportes: para ello, retíralo primero, aplica un poco de pegamento en las ranuras y vuelve a colocar el arco en su sitio. Deja que se seque bien.

Paso 76

Tome la eclíptica y colóquela delante de usted de tal forma que los grados aumenten en sentido antihorario. De este modo, los nombres de los meses también aparecerán en sentido antihorario, al igual que las flechas de dirección de la órbita lunar. Esta cara de la eclíptica apuntará hacia el polo norte de la esfera celeste. *A modo de recordatorio: los orificios para las varillas metálicas en el borde exterior de la eclíptica se encuentran en los grados 360°/0° (fecha: 21 de marzo), 90° (21 de junio), 180° (23 de septiembre) y 270° (22 de diciembre).* Ahora suelte una de las pinzas, coloque la eclíptica en el anillo celeste e inserte los alambres de los dos arcos en los orificios situados en 0° (21 de marzo) y 180° (23 de septiembre). Asegúrese una vez más de que la eclíptica, con su escala de grados en sentido antihorario, apunte hacia el polo norte de la esfera celeste y, a continuación, pegue también el segundo arco en los cojinetes norte y sur.



Paso 77

Coge el arco cuya varilla metálica se encuentre en la marca «+23,4°». Busque en la eclíptica la marca de 90° (21 de junio), introduzca la varilla metálica en el orificio correspondiente y, al mismo tiempo, los extremos del arco en las ranuras de los soportes norte y sur. Pegue los extremos del arco en esos puntos. Ahora la eclíptica tiene una posición inclinada en la esfera celeste: está inclinada 23,4° con respecto al ecuador celeste, que hay que imaginar en las marcas de 0° de los arcos (no está representado por un anillo de cartón propio).

Paso 78

Por último, pegue el último arco en los soportes de la esfera celeste. La varilla de alambre se coloca aquí, en el -23,4°. Se introduce en el último orificio libre del borde de la eclíptica, que se encuentra a 270° (22 de diciembre).

Con esto, la esfera celeste ya está completamente montada. Ahora solo queda instalarla en el anillo meridiano.

Sección z-U: El montaje de la «esfera celeste» (desmontable)

Para formar la esfera celeste, los cuatro semianillos celestes se unen mediante los cojinetes norte y sur de la esfera celeste, formando así dos anillos completos que se cruzan. Al mismo tiempo, la eclíptica, con la órbita lunar incluida en ella, se fija a la esfera celeste mediante las varillas de alambre.

Paso 74

Coloque delante de usted las 4 piezas curvas de la esfera celeste, así como los soportes norte y sur de la esfera celeste, 8 tornillos de libro con tuerca y la eclíptica con la órbita lunar. Coge uno de los dos arcos en los que la varilla metálica se encuentre en la marca «0°» e insértalo con su extremo «N» en una de las ranuras del cojinete norte. Empújelo hacia dentro hasta que haga tope, y comprueba que los agujeros del soporte y los del arco coincidan exactamente. Si es necesario, recorta o lija cualquier borde de cartón que sobresalga en el extremo del arco. Fije el arco en el soporte con un tornillo de libro. A continuación, inserte del mismo modo el otro extremo del arco en una ranura del soporte sur y fíjelo también con un tornillo de libro.

Paso 75

Tome el otro arco, cuyo pasador de alambre también se encuentra en la marca «0°», e insértelo en las ranuras del cojinete norte y del cojinete sur que se encuentran frente al primer arco. Ahora se ha formado un anillo completo. Comprueba una vez más que los grados positivos se encuentran en la mitad norte del anillo y los negativos en la sur, y fija el arco primero con un tornillo de libro, sin apretarlo del todo todavía.

Paso 76

Tome la eclíptica y colóquela delante de usted de tal forma que los grados aumenten en sentido antihorario, es decir, que aumenten en sentido antihorario. De este modo, los nombres de los meses también aparecerán en sentido antihorario, al igual que las flechas de dirección de la órbita lunar. Esta cara de la eclíptica apuntará hacia el polo norte de la esfera celeste. *A modo de recordatorio: los orificios para las varillas metálicas en el borde exterior de la eclíptica se encuentran en los grados 360°/0° (fecha: 21 de marzo), 90° (21 de junio), 180° (23 de septiembre) y 270° (22 de diciembre).* Ahora coloque la eclíptica en el anillo celeste e inserte al mismo tiempo las varillas de alambre de ambos arcos en los orificios situados en 0° (21 de marzo) y 180° (23 de septiembre). A continuación, atornille también el segundo arco en ambos cojinetes.

Paso 77

Coge el arco cuya varilla metálica se encuentre en la marca «+23,4°». Busque en la eclíptica la marca de 90° (21 de junio), introduzca la varilla metálica en el orificio correspondiente y, al mismo tiempo, los extremos del arco en las ranuras de los soportes norte y sur. Atornille los extremos del arco en su sitio. Ahora la eclíptica tiene una posición inclinada en la esfera celeste: está inclinada 23,4° con respecto al ecuador celeste, que hay que imaginar en las marcas de 0° de los arcos (no está representado por un anillo de cartón propio).

Paso 78

Por último, atornilla el cuarto arco a los cojinetes de la esfera celeste. La varilla de alambre se coloca aquí, en el -23,4°. Se introduce en el último orificio libre del borde de la eclíptica, que se encuentra a 270° (22 de diciembre).

Con esto, la esfera celeste ya está completamente montada. Ahora solo queda instalarla en el anillo meridiano.

Sección v-W: Instalación de la esfera celeste en el meridiano (pegada)

La esfera celeste se fija al anillo meridiano mediante el eje celeste.

Paso 79

Introduzca el eje celeste desde el interior, primero por uno de los pequeños orificios cuadrados y luego por el otro, situados en los cojinetes norte y sur de la esfera celeste, de modo que sus extremos sobresalgan la misma distancia por ambos lados. Compruebe si la esfera celeste gira con facilidad alrededor del eje. Si se resiste demasiado, marque en ambos extremos el trozo de eje a la altura del cojinete, vuelva a sacar el eje y líjelo con papel de lija o con la hoja de un cuchillo hasta que gire con facilidad. Si es necesario, deberá retocar la pintura del eje en estos extremos. Al mismo tiempo que la esfera celeste, también hay que colocar el anillo ecuatorial en el meridiano. Esto requiere cierta destreza, pero en el fondo es muy sencillo:

Paso 80

Retire el meridiano de la estructura del horizonte y manténgalo en posición vertical, con la marca «N» hacia arriba. Mantenga el anillo ecuatorial en posición horizontal, con la cara hacia arriba en la que las horas se suceden en orden ascendente, es decir, en el sentido de las agujas del reloj. En un primer momento, introduzca el anillo ecuatorial solo ligeramente en sus ranuras, de modo que la esfera celeste pueda colocarse en el centro del meridiano y del anillo ecuatorial, como una manzana en una cesta. A continuación, desliza el anillo ecuatorial hacia el interior del meridiano hasta que sus ranuras encajen en las del meridiano y los soportes queden en su sitio.

Paso 81

Ahora coloque el meridiano en posición horizontal sobre el horizonte, de modo que los lados abiertos de los soportes de los ejes queden hacia arriba, y encaje los extremos del eje celeste en sus ranuras. Aplica un poco de pegamento en los ejes y pega los dos soportes de eje restantes, «N» sobre «N» y «S» sobre «S».

Sección z-W: El montaje de la esfera celeste en el meridiano (desmontable)

La esfera celeste se fija al anillo meridiano mediante el eje celeste.

Paso 79

Introduzca el eje celeste desde el interior, primero por uno de los pequeños orificios cuadrados y luego por el otro, situados en los cojinetes norte y sur de la esfera celeste, de modo que sus extremos sobresalgan la misma distancia por ambos lados. Compruebe si la esfera celeste gira con facilidad alrededor del eje. Si le cuesta girar, marque en ambos extremos la parte del eje que se encuentra dentro del cojinete, vuelva a sacar el eje y líjelo con papel de lija o con la hoja de un cuchillo hasta que gire con facilidad. Si es necesario, deberá retocar la pintura del eje en estos extremos. Al mismo tiempo que la esfera celeste, también hay que colocar el anillo ecuatorial en el meridiano. Esto requiere cierta destreza, pero en el fondo es muy sencillo:

Paso 80

Sostenga el meridiano en posición vertical, con la marca «N» en la parte superior, y el anillo ecuatorial en posición horizontal, con la cara en la que las horas se suceden en orden ascendente, es decir, en el sentido de las agujas del reloj. En un primer momento, introduzca el anillo ecuatorial solo ligeramente en sus ranuras, de modo que la esfera celeste pueda colocarse en el centro del meridiano y del anillo ecuatorial, como una manzana en una cesta. A continuación, desliza el anillo ecuatorial hacia el interior del meridiano hasta que sus ranuras encajen en las del meridiano y los soportes queden en su sitio.

Paso 81

Presione los dos soportes del eje, con el pequeño bloque pegado, en los huecos del anillo meridiano y colóquelo en posición horizontal sobre el horizonte, de modo que los soportes del eje que están abiertos queden hacia arriba, y presione los extremos del eje celeste en sus huecos. Pega el eje firmemente en las ranuras de los soportes (¡pero no los soportes en el meridiano!) y deja que el pegamento se seque bien. ***Consejo:*** *Si ha pintado la esfera central como un globo terráqueo con los continentes, se recomienda girar previamente el eje de manera que su lugar de residencia apunte aproximadamente hacia el meridiano, concretamente hacia donde el anillo ecuatorial tiene la marca de «12».* Una vez seco, coloque los dos soportes exteriores restantes del eje y fíjelos con tornillos de libro, haciendo coincidir «N» con «N» y «S» con «S».

Para terminar, coloca el meridiano con la esfera celeste incorporada la estructura del horizonte. Las piezas mecánicas de tu planetario de mesa ya están listas.

Sección X: Las esferas planetarias

Los planetas, la Luna y el Sol hechas de gomaespuma. Si se les aplica presión, pueden deformarse ligeramente, pero también se pueden volver a enderezar con la misma facilidad ejerciendo una contrapresión. Mediante la ranura, se colocan desde el exterior sobre la eclíptica (la Luna: desde el interior sobre su órbita).

Paso 82

Las dos esferas grandes representan el Sol y la Luna, y las cinco más pequeñas, a Mercurio, Venus, Marte, Júpiter y Saturno. El material se puede pintar fácilmente con rotuladores, preferiblemente con rotuladores pigmentados resistentes a la luz. Tradicionalmente, a Mercurio se le asigna el amarillo, a Venus el verde, a Marte el rojo, a Júpiter el naranja y a Saturno el azul oscuro. El Sol puede pintarse de dorado o también de rojo, en consonancia con el color rojo de la órbita solar, aunque en ese caso debe distinguirse entre el rojo de Marte (más bien oscuro) y el rojo del Sol (más bien claro). Para la Luna, se recomienda el plateado o, según el color de la órbita lunar, el blanco, aunque hay que tener en cuenta que, debido a la superficie porosa, los colores metálicos dorado y plateado permanecen mates y no brillan.

Es recomendable pedir un segundo juego de esferas planetarias, por ejemplo, para que, con un sol en la posición de verano y otro en la de invierno, se pueda apreciar de un solo vistazo la enorme diferencia entre los dos arcos diurnos en nuestras latitudes con un solo giro de la esfera celeste. Las esferas pequeñas adicionales se pueden colocar, si es necesario, en los arcos de la esfera celeste a modo de estrellas fijas.

Consejo: *Si no se van a utilizar todas las esferas a la vez, por ejemplo, porque quieras concentrarte en los movimientos del Sol y la Luna, las que no necesites se pueden colocar en el borde interior de los brazos este/oeste del soporte horizontal y así dejarlas apartadas.*

Ya tienes tu planetario de mesa completo.

¡Enhorabuena! *Ha construido un aparato de demostración astronómica de gran calidad que no solo es magnífico a la vista, sino que también permite demostrar y explicar con gran precisión todos los movimientos celestes y de los astros importantes para la astronomía horizontal.*

A continuación te explicamos cómo configurar el planetario de mesa:

Ajustar a la latitud de una localidad

La latitud ajustada siempre se lee en el cenit, el punto más alto del meridiano. En el lado opuesto, en el nadir, siempre aparece el mismo número de grados, pero con signo inverso. Un ejemplo: coloque el meridiano en el soporte horizontal de tal manera que el eje celeste quede en posición vertical, con la marca «N» en la parte superior, y el anillo ecuatorial quede en posición horizontal y, por tanto, paralelo al horizonte, con la marca de las 12 en el punto sur del horizonte. Ahora, el polo norte celeste se encuentra en el cenit y el polo sur celeste en el nadir. Esta es la configuración correspondiente a la latitud geográfica de 90°, el polo norte de la Tierra. Para todos los lugares situados más al sur, el polo norte celeste se aproxima al punto norte del horizonte girando el meridiano. Cuando lo haya alcanzado y, al mismo tiempo, el polo sur celeste aparezca desde abajo en el punto sur del horizonte, el planetario de mesa estará ajustado a 0° de latitud y, por tanto, para todos los lugares situados en el ecuador terrestre. Girándolo aún más, podrá ajustar el planetario de mesa para lugares situados en el hemisferio sur de la Tierra. El polo sur celeste se elevará entonces cada vez más por encima del horizonte hacia el sur y, cuando alcance el cenit, el planetario de mesa estará ajustado al polo sur de la Tierra.

Otros ejemplos de latitudes geográficas

Polo Norte	+90,0°	Jerusalén	+30,8°
Hammerfest	+70,7°	El Cairo	+30,0°
Círculo Polar Ártico	+66,6°	Trópico de Cáncer	+23,4°
Estocolmo	+59,3°	Ciudad de México	+19,4°
Moscú	+55,8°	Bangkok	+13,7°
Maguncia	+50,0°	Singapur	+1,3°
París	+48,8°	Trópico de Capricornio	−23,4°
Múnich	+48,1°	Ciudad del Cabo	−33,9°
Nápoles	+40,8°	Buenos Aires	−34,6°
Nueva York	+40,8°	Melbourne	−37,8°
Pekín	+39,9°	Círculo Polar Austral	−66,6°

Establecer un día concreto del año

La fecha viene determinada por la posición del disco solar en la escala central de la eclíptica, con sus 365 pequeños círculos diarios. Los nombres de la escala exterior indican la zona de la constelación por la que está pasando el Sol en ese momento, y la escala del borde interior, el signo zodiacal correspondiente. Los grados que figuran entre los signos del zodíaco indican la posición del Sol en lo que se conoce como longitud eclíptica. (*Las constelacio-*

nes son agrupaciones de estrellas fijas visibles en el cielo y de distintos tamaños; *Los signos del zodíaco* , por el contrario, son secciones uniformes de 30° en la eclíptica que, aunque reciben el nombre de las constelaciones, hoy en día ya no coinciden con ellas y casi solo se utilizan en astrología).

Girar la esfera celeste

Gire siempre la esfera celeste de modo que el Sol salga por el este y se ponga por el oeste, recorriendo los números del anillo ecuatorial en orden ascendente. Esto es así independientemente de si el polo norte o el polo sur celestes se encuentran sobre el horizonte, es decir, también en los lugares del hemisferio sur. Dado que allí el Sol se encuentra al mediodía en el norte, se desplaza de derecha a izquierda sobre el horizonte, lo que a un observador europeo le da la impresión de que se mueve al revés. Una vuelta completa solo de la esfera celeste dura poco menos de un día. Sin embargo, como no medimos el tiempo a partir de las estrellas, sino de la posición del Sol, y este se desplaza cada día un poco más, el día solar dura cuatro minutos más que el día estelar, es decir, 24 horas. Debido a la rotación diaria de la esfera celeste, todo se mueve de este a oeste (en «de izquierda a derecha»). Hay que distinguir esto de los movimientos propios, mucho más lentos, del Sol, la Luna y los planetas sobre el fondo del cielo de estrellas fijas, que (salvo pequeñas excepciones) siempre discurren en dirección opuesta y quedan superpuestos por la rotación diaria del cielo estrellado.

Configurar una hora concreta del día

La hora del día se puede determinar observando la posición del sol con respecto al anillo ecuatorial. Cuando, al girar la esfera celeste, alcanza su punto más alto sobre el horizonte, se encuentra en la marca de las 12 del anillo horario, por encima o por debajo de ella. Sin embargo, lo que se indica es la hora solar, la denominada hora solar aparente local, no la hora del meridiano de Greenwich (GMT) ni ninguna otra hora de zona horaria. Los husos horarios se introdujeron en el siglo XIX y muy prácticas para la economía y el transporte, pueden diferir considerablemente de la hora solar; en el oeste de España, incluso más de una hora y media (¡y con el cambio al horario de verano, una hora más!).

La posición de la Luna

Coloca la Luna en el interior de la órbita lunar. La distancia entre los 27 símbolos redondos (uno de ellos queda oculto bajo el nodo lunar) indica el recorrido que realiza la Luna en su órbita en 24 horas, en la dirección de las flechas. Al cabo de 27,3 días, vuelve al mismo punto de su órbita «mes sidéreo», pero no vuelve a la misma posición con respecto al Sol hasta pasados 29,5 días «lunación o período sinódico», ya que este, entretanto, ha seguido su curso. Cuando se encuentra frente al Sol, hay luna llena; cuando está por delante de él, hay luna nueva; y entre ambos, la luna está creciente o menguante. Los nodos de la órbita lunar dan una vuelta completa alrededor de la eclíptica en unos 18 años y 7 meses, en sentido contrario al de la propia órbita de la Luna. La posición de la Luna y de los nodos lunares para un día concreto se puede consultar en las efemérides, que se encuentran en Internet en diversas páginas, algunas de ellas de carácter astrológico (p. ej., www.astro.com/swisseph/swepha_g.htm o www.ephemeriden.com). Los datos de posición que allí se ofrecen suelen referirse a la eclíptica y, a menudo, se indican en grados dentro de un signo del zodíaco.

Las posiciones de los planetas

Los llamados planetas interiores, Mercurio y Venus, tienen órbitas más cercanas al Sol que la órbita de la Tierra y, por lo tanto, vistos desde la Tierra, solo pueden alejarse del Sol hasta cierto punto: la distancia máxima es de 47° en el caso de Venus y de solo 28° en el de Mercurio sobre la eclíptica. Esa es también la razón por la que Mercurio, en particular, se ve tan raramente: la mayoría de las veces queda eclipsado por el Sol. Los otros tres planetas clásicos visibles a simple vista —Marte, Júpiter y Saturno—, en cambio, también pueden situarse en oposición al Sol, es decir, en el lado opuesto de la eclíptica. Lo que debe tener en cuenta: los planetas se mueven en la misma dirección que el Sol (excepto durante los breves periodos en los que están retrógrados) y se mantienen cerca de la eclíptica, aunque también pueden alejarse de ella, de modo que en ocasiones se sitúan por encima y por debajo de ella. En el caso de Venus, esta distancia puede llegar incluso a los 8°. Para simplificar, el planetario de mesa solo ofrece la posibilidad de situar los planetas sobre la eclíptica. Las posiciones actuales de los planetas para una fecha determinada se pueden consultar, al igual que en el caso de la Luna, en las efemérides.

Y esto es lo que puede demostrar con el «planetario de mesa»:

El movimiento de los astros en cualquier lugar de la Tierra

En el Polo Norte y en el Polo Sur de la Tierra, las estrellas fijas se mueven en paralelo al horizonte, por lo que nunca salen ni se ponen (en el caso del Sol, la Luna y los planetas, esto solo es cierto de forma limitada debido a sus movimientos propios a lo largo de la eclíptica). En el ecuador, en cambio, todos los astros se mueven en ángulo recto con respecto al horizonte, lo que explica también los breves periodos de crepúsculo. Pero esto también significa que solo en el ecuador cada estrella sale y se pone una vez en un plazo de 24 horas. En todos los demás lugares de la Tierra, una parte más o menos grande de las estrellas permanece siempre por encima o por debajo del horizonte. A estas estrellas se las denomina «circumpolares»es. La constelación circumpolar más conocida en nuestra zona es el Carro, que en realidad constituye solo una pequeña parte de la constelación de la Osa Mayor.

El origen de las estaciones

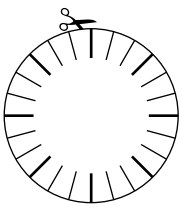
Ajusta el meridiano a un lugar situado en el centro de Europa, por ejemplo, a 50° de latitud; deja que el Sol se desplace poco a poco a lo largo del año y gira la esfera celeste una y otra vez. Si el Sol se desplazara a lo largo del ecuador celeste (donde se encuentra el anillo ecuatorial), todos los días tendrían la misma duración y no habría estaciones. Sin embargo, como la eclíptica tiene una inclinación de 23,4°, los arcos diurnos del Sol son considerablemente más largos en una mitad del año que en la otra (en el caso de los arcos nocturnos del Sol bajo el horizonte ocurre exactamente lo contrario). Intente luego hacer lo mismo con ajustes de meridiano para otros lugares (regiones polares, trópicos, ecuador, Polo Sur, etc.) y compare la intensidad de las diferencias entre las estaciones. ¡Se sorprenderá!

La duración de los períodos crepusculares

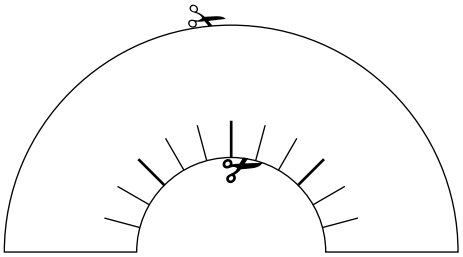
Según las necesidades, se distinguen tres tipos de crepúsculo vespertino, todos ellos con inicio al ponerse el sol: El crepúsculo civil termina cuando el sol se encuentra a 6° por debajo del horizonte, el náutico a 12° y el astronómico a 18°, ya que solo entonces hay suficiente oscuridad para que los astrónomos puedan trabajar. Las marcas de los brazos de los soportes le permiten determinar en qué zona del crepúsculo se encuentra el Sol bajo el horizonte. Si utiliza el planetario de mesa para estudiar los horarios de crepúsculo en diferentes latitudes y estaciones del año, se sorprenderá de lo mucho que varían de un lugar a otro del planeta. Lo mismo se aplica al amanecer.

El origen de los eclipses

(Véase también el apartado «La posición de la Luna» más arriba). Un eclipse solar solo puede producirse cuando la Luna se interpone entre el Sol y la Tierra (luna nueva), y un eclipse lunar solo cuando se encuentra en la posición opuesta al Sol (luna llena), con la Tierra entre el Sol y la Luna, es decir, la Luna debe situarse a la altura de la eclíptica. Sin embargo, dado que su órbita está inclinada 5,2° con respecto a la eclíptica, en su recorrido mensual solo cruza la eclíptica dos veces, concretamente en los nodos lunares. Por lo tanto, para que se produzca un eclipse, la luna llena o la luna nueva deben tener lugar cerca de los nodos lunares. – Si el Sol y la Luna se encuentran en la zona marcada con «T», el eclipse será total; en la zona «P», solo será parcial.



Plantilla para los meridianos



Plantilla para los paralelos. Recórtala y pégala sobre cartulina fina para que quede más rígida.

Los *kits de cartón* totalmente funcionales y educativos hacen accesibles la astronomía y la ingeniería.



EL TELESCOPIO REFLECTOR DE NEWTON

Un kit de cartón para el cielo

Siga los pasos de Newton y construya un telescopio reflector totalmente funcional con un aumento de 30x.



EL PLANETARIO COPERNICANO

Girando alrededor del Sol

Así se pueden experimentar los movimientos de los planetas interiores, la Luna y la Tierra en el modelo copernicano del universo.



LA MÁQUINA DE VAPOR

El fascinante clásico

Un sistema de propulsión con velas de té y un ingenioso sistema de conducción de vapor permiten crear una máquina de cartón que funciona de verdad.



EL PROYECTOR SOLAR

El cine de eclipses solares

Un proyector para observar sin peligro los eclipses solares, los tránsitos planetarios o las manchas solares.

TPL-ES-1126

AstroMedia

Aprende Creando, Descubre Jugando

AstroMedia GmbH • Im Wirrigen 30 · 45731 Waltrop · Germany · astromedia.de