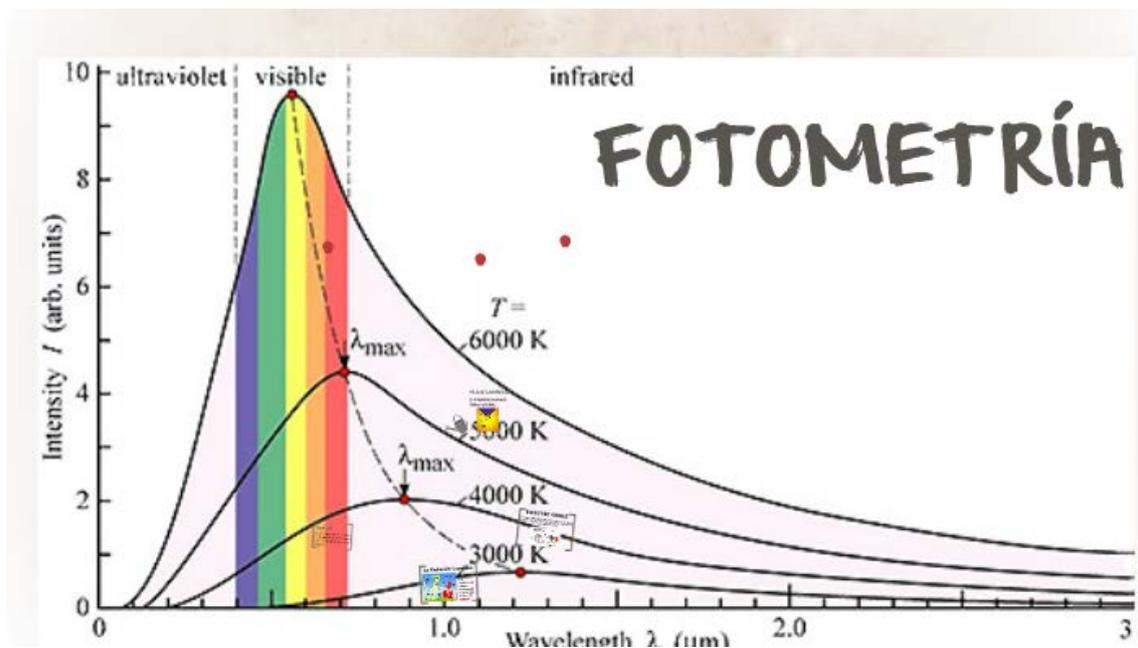


Guía de fotometría Planetas menores



 Astronomía Digital



Esta guía ha sido traducida a idioma español del proyecto original en idioma inglés con el traductor de Google® por: Juan José Godoy Carrera
Si encuentra algún error en la traducción puede contactar con la siguiente dirección de correo electrónico o usando el formulario de la web.

info@astronomiadigital.es
<https://astronomiadigital.es/index.php/contacta-con-nosotros/>

Fuente:

<https://www.minorplanet.info/ObsGuides/Misc/photometryguide.htm>

Esta guía está pensada para ayudarte a empezar con la medición de las curvas de luz de los asteroides. El tema de la fotometría en general está involucrado. Tú debes tratar de familiarizarse con algunos de los principios y técnicas básicas a medida que Acompañanos. No es fundamental que tengas un conocimiento profundo de la fotometría antes de comenzar, pero cuanto más sepa, más fácil será su trabajo y mejor serán los resultados.

- 1 [Lecturas recomendadas](#)
- 2 [¿Por qué son importantes las curvas de luz de los asteroides?](#)
- 3 [¿Qué equipo necesito?](#)
- 4 [¿Qué tipo de cámara CCD necesito?](#)
- 5 [¿Qué campo de visión \(FOV\) necesito?](#)
- 6 [¿Son necesarias las observaciones filtradas?](#)
- 7 [¿Qué es la relación señal-ruido \(SNR\)? ¿Por qué es importante?](#)
- 8 [¿Qué es una SNR aceptable?](#)
- 9 [¿Qué tiempo de exposición debo usar?](#)
- 10 [¿Cuántos puntos de datos necesito?](#)
- 11 [¿Puedo combinar datos? ¿Tomado durante un período de semanas o incluso meses?](#)
- 12 [¿Cómo estimo la dispersión en mis datos?](#)
- 13 [¿Qué es "Ver" y cómo afecta a la fotometría?](#)
- 14 [¿Qué son los marcos de sesgo y por qué? ¿Son importantes?](#)
- 15 [¿Qué son los fotogramas oscuros y por qué? ¿Son importantes?](#)
- 16 [¿Qué son los campos planos y por qué? ¿Son importantes?](#)
- 17 [¿Qué es el diferencial? Fotometría y ¿por qué se prefiere?](#)
- 18 [¿Qué es All-Sky? ¿Fotometría?](#)
- 19 [¿Qué es la masa de aire?](#)
- 20 [¿Cuál es la diferencia entre las magnitudes "instrumentales" y "estándar"?](#)
- 21 [¿Qué es la extinción?](#)
- 22 [¿Cómo puedo determinar la extinción?](#)

- 23 [Cuál \$\lambda\$ Estrellas utilizo para determinar los valores de extinción y transformación?](#)
- 24 [\$\lambda\$ Cómo determino? \$\lambda\$ Transformar valores y puntos cero nocturnos?](#)
- 25 [\$\lambda\$ Cómo reduzco mi \$\lambda\$ Observaciones a una magnitud estándar?](#)
- 26 [\$\lambda\$ Cómo puedo lidiar? con diferentes estrellas de comparación de una noche a otra?](#)
- 27 [\$\lambda\$ Cómo puedo \$\lambda\$ Tener en cuenta los cambios en las distancias entre la Tierra y el Sol y los ángulos de fase?](#)
- 28 [Cuál Asteroides: \$\lambda\$ Debo trabajar?](#)
- 29 [\$\lambda\$ Cuál es el procedimiento de observación? en el telescopio?](#)
- 30 [Lo \$\lambda\$ Participa en la medición de mis imágenes?](#)
- 31 [\$\lambda\$ Con qué precisión debo informar? el Período?](#)
- 32 [El Los datos se ajustan a más de un período. \$\lambda\$ Cómo resuelvo el período "real"?](#)
- 33 [Dónde y \$\lambda\$ Cómo puedo publicar mis resultados?](#)

Lecturas recomendadas

Le recomendamos encarecidamente que obtenga uno, mejor aún, ambos de los libros enumerados abajo. Están bien escritos, son minuciosos y fáciles de entender. Gran parte de lo que es En esta guía se ofrece un resumen de lo que estos libros tienen para ofrecer.

Fotometría Astronómica: Un Texto y Manual para el Aficionado Avanzado y Astrónomo profesional. Henden, Arne A. y Kaitchuck, Ronald H. Willmann-Bell, Inc. Richmond, VA.

Esta es probablemente la principal fuente para aprender los fundamentos de la fotometría. Aunque el libro no cubre la fotometría CCD (se está escribiendo una revisión), la teoría y la técnica no cambian.

Una guía práctica para la fotometría y análisis de curvas de luz. Warner, Brian D. 2006. Salmer.

Una buena fuente de principios básicos de fotometría y de introducción a la adquisición de datos y análisis.

Una introducción a la fotometría astronómica utilizando CCDs.
Guillermo Romanishin. Universidad de Oklahoma.

Este es un texto universitario de primer año que trata específicamente con la fotometría CCD y contiene excelente material de referencia sobre la teoría de la operación y consideraciones también para los CCD. Está disponible como archivo PDF. [Haga clic aquí](#).

¿Por qué los asteroides son asteroides? ¿Son importantes las curvas de luz?

1. Para ayudar a determinar una correlación entre el período de rotación y tamaño, clase espectral, ubicación en el cinturón de asteroides, etc.
2. Encontrar, si es que existen, asteroides con un período de $< 2.25h$ por encima de los 100m. Hay varios asteroides de menos de 100 m con períodos $< 2.25h$, algunos tan cortos como unos pocos minutos. Es casi seguro que estos asteroides no son "escombros" pilotes" pero de composición sólida.
3. Para encontrar "rotadores lentos". Se trata de asteroides con períodos de días e incluso meses. Se ha propuesto una nueva teoría que puede explicar la razón por la que algunos asteroides tienen períodos de rotación tan largos, pero más datos sobre más objetos es necesario.
4. Los estudios a largo plazo de un asteroide determinado pueden dar lugar a determinar los coeficientes de fase, es decir, la magnitud absoluta y los parámetros de pendiente que definir el brillo del asteroide, especialmente cerca de la oposición cuando el "efecto de oposición" hace que el asteroide brille más rápido que en una fase más grande Ángulos.
5. Obtención de curvas de luz a lo largo de varios meses en un momento dado aparición y repetir el proceso en varias apariciones permite la determinación de la orientación del eje de rotación e incluso la forma.
6. También permiten la determinación de la forma las observaciones durante una ocultación, cuando el asteroide pasa por delante de una estrella.
7. Las observaciones se pueden realizar al mismo tiempo que el radar observaciones que permitan una mejor determinación del

tamaño, la forma y la naturaleza de la asteroide. Tales esfuerzos han descubierto o ayudado a confirmar varios asteroides binarios.

8. Eliminar el sesgo observacional hacia una banda principal más brillante Asteroides. Si bien se han obtenido curvas de luz para alrededor de 1000 asteroides, que dejan un solo faltan 100,000+. Cuanto más completo sea el muestreo de las curvas de luz de los asteroides, mejor Los astrónomos pueden desarrollar teorías sobre el origen y la dinámica del planeta menor sistema.
9. Apoyo directo a profesionales que están desarrollando teorías sobre aspectos específicos de los asteroides.

¿Qué equipo necesito?

Los diferentes proyectos tienen diferentes requisitos de equipo, pero, en general, se necesita un telescopio o lente de distancia focal larga (preferiblemente de 0,5 m o más) que pueda seguir a sideral, una cámara CCD. No es necesario preocuparse por el seguimiento del asteroide salvo en circunstancias inusuales, como un asteroide que se mueve extremadamente rápido.

Debería poder realizar un seguimiento guiado o no guiado durante un máximo de tres minutos para la mayoría de los Proyectos. La exposición habitual es un poco menor. Véase más abajo.

No es necesario que tenga un software para reducir las imágenes, aunque gran parte de la diversión en este trabajo se deriva de medir y producir resultados por cuenta propia. Puedes trabajar con otro observador que sí tenga el software necesario para medir las imágenes que tomas. A veces, esto es preferible en una colaboración con otros, ya que todos los datos medirse y reducirse utilizando el mismo software y procedimientos.

¿Qué tipo de cámara CCD hago? ¿Necesitar?

(Escrito por [Richard Miles](#))

La marca específica de CCD es más una cuestión de preferencia y reputación del fabricante. En general, los tres factores más importantes a tener en cuenta son el anti-blooming, el tamaño de píxel

y enfriamiento.

La antifloración es una característica que evita que la luz de las estrellas muy brillantes se derrame píxeles adyacentes. Esto ayuda a evitar que esas estrellas dominen a las estrellas cercanas. Sin embargo se debe tener especial cuidado al usar una cámara que tenga anti-blooming para lograr fotometría precisa.

Uno de los grandes beneficios de los CCD es que tienen una respuesta lineal casi perfecta a luz en cualquier longitud de onda dada, es decir, para un color dado de luz, duplicando la intensidad de la luz duplica el valor almacenado por el CCD en el píxel apropiado. Esta linealidad se mantiene hasta que la cantidad de luz hace que el píxel se sature, es decir, se llene por completo por electrones. Si el tiempo de exposición de un fotograma CCD es demasiado largo, algunos de los píxeles de las imágenes de estrellas, asteroides, etc., pueden saturarse o exceder el rango dinámico de la salida CCD (normalmente 65535 unidades), en cuyo caso la precisión de la fotometría se verá comprometida. En el caso de las cámaras equipadas con antiblooming, cuando se opera en modo no agrupado, la respuesta ya no será lineal por encima de una fracción del rango dinámico, normalmente entre el 50-70% del rango dinámico disponible. Para la fotometría, esto significa que debe ser muy cuidadoso de no utilizar ninguna estrella para establecer la magnitud de referencia o como una comparación que sea más allá del 50% de saturación. Además, los píxeles que componen la imagen del propio objetivo no deben exceder este límite. Tenga en cuenta que cuando se utilizan cámaras CCD con antiblooming en binned, la respuesta suele ser lineal en todo el rango dinámico, siempre que las imágenes de las estrellas o del objetivo no están "submuestreadas" (ver más abajo).

Una segunda cuestión de importancia a la hora de elegir una cámara CCD es hacer coincidir el tamaño de píxel con el distancia focal del sistema, que también afecta al campo de visión (véase ¿Qué campo de visión? ¿Necesito?). A menudo escuchará una regla de 2 segundos de arco por píxel. Esto no es la mejor regla. En su lugar, debe tener una escala tal que cada píxel sea aproximadamente $4/5$ del ancho total en Medio Máximo (FWHM) para su visión promedio. Por ejemplo, digamos que el promedio de ver en su ubicación es de 2-1 segundos de arco. En este caso, 2 píxeles de segundo de arco serían aceptables, ya que se necesitarían dos píxeles para cubrir la imagen completa de la estrella. Por otro lado, si vives donde la visión está abajo alrededor de 0-5 segundos de arco, no solo tienes suerte, sino que necesitas usar píxeles mucho más pequeños, aquellos que se escalan a aproximadamente 1,30 a $<>$ segundos de arco.

Si tiene píxeles que son demasiado pequeños, "sobremuestrea" la imagen y es menos eficiente ya que la luz de la estrella se extiende sobre un número mucho mayor de píxeles. Éste aumenta el ruido y, por lo tanto, disminuye la relación señal-ruido (SNR).

Si tiene píxeles que son demasiado grandes, está "submuestreando" la imagen. En este caso, no se obtiene un buen perfil estadístico de la estrella y, por lo tanto, la precisión tanto de la astrometría como de la fotometría sufren.

Una tercera característica importante de una cámara CCD para aplicaciones astronómicas es que el chip CCD debe colocarse muy por debajo de la temperatura ambiente del entorno para garantizar que el ruido inherente y la corriente oscura se mantengan al mínimo. Enfriamiento al menos Se aconseja $\lt\gt$ grados C por debajo de la temperatura ambiente. Algunas cámaras son termostáticas para garantizar que el chip CCD se mantenga a una temperatura preestablecida. Esta instalación es útil pero no esencial para una fotometría precisa.

Otros factores a tener en cuenta son el tamaño de la matriz (consulte ¿Qué campo de visión necesito?), otros imágenes que desee hacer, la disponibilidad de sistemas de filtrado, la capacidad de ejecutar la cámara a largas distancias (por lo que la computadora puede estar en la casa o en una habitación cálida y no junto al telescopio) y, por supuesto, el costo.

¿Qué campo de visión (FOV)? ¿Necesitar?

Una respuesta simple es que el campo de visión es lo suficientemente grande como para incluir un número suficiente de Comparación de estrellas de brillo y, preferiblemente, color similar. Sin embargo, esto no siempre es así posible. Cualquier cosa menos de 5-6 minutos de arco probablemente hará que obtener esas estrellas sea muy difícil. Se prefiere un campo de al menos 10 minutos de arco y cuanto más grande, mejor: ¡Hasta cierto punto! Un campo demasiado grande puede dar lugar a una mala calidad de imagen o a un viñeteado grave Eso puede ser difícil de aplanar. Esto es particularmente cierto si se usa un reductor focal.

Si está restringido a un campo pequeño con la distancia focal nativa de su sistema y no puede permitirse una cámara CCD más grande,

debe realizar pruebas con y sin el reductor para ver si un campo de visión pequeño limita demasiado su capacidad para encontrar estrellas de comparación y los efectos sobre la precisión fotométrica.

Son observaciones filtradas ¿Obligatorio?

No, pero sin duda son los preferidos, especialmente si estás colaborando con otros observadores u observar un asteroide durante un largo período de tiempo, varias semanas o meses. Cuando se utilizan filtros diseñados para hacer coincidir el CCD con uno o más de las bandas de magnitud, por ejemplo, la V de Johnson y la R de Cousins, todas sus observaciones pueden ser directamente emparejadas con aquellos que también reducen sus observaciones a las mismas bandas.

Si su objetivo es simplemente determinar el período y la amplitud de la curva de luz durante un mes dado (la amplitud puede cambiar y, sorprendentemente, incluso el período), luego sin filtrar Las observaciones son aceptables, especialmente si trabajas solo. Sin filtrar Las observaciones se pueden combinar con datos basados en un sistema estándar. A veces es Difícil, pero se puede hacer.

La desventaja de las observaciones filtradas es que reducen la cantidad de luz llegando al detector. Eso significa que su magnitud límite disminuye y, en muchos casos, la SNR sube. No siempre es así en el caso de estos últimos. Si estás observando Hacia el extremo rojo del espectro visible, el fondo del cielo, al ser azulado, es más oscuro que si se observa a través de un filtro visual o azul. Esto significa que el cielo contribuye con una señal total de menor porcentaje de la que llega al detector y, por lo tanto, la SNR puede ser ligeramente más alto para una saturación dada de una estrella.

Qué es Señal-a-ruido y ¿por qué es importante?

Señal-a-Ruido es un término estadístico que define la relación entre la señal útil (fotones de la estrella o asteroide) frente a la señal total recibida (los fotones de la estrella, fondo del cielo, ruido inherente en el chip, etc.). La fórmula básica se puede enunciar como

$S/N = \text{recuentos de objetos netos} / \sqrt{\text{recuentos de objetos netos} + \text{recuentos de fondo del cielo}}$

O dicho de otra manera:

$$S/N = (\text{recuentos de objeto} + \text{cielo} - \text{recuentos de cielos}) / \sqrt{(\text{recuentos de objeto} + \text{cielo})}$$

Cuanto mayor sea este número, más señal (fotones) solo del objetivo o estrella. Un El valor "bueno" es 100, lo que significa que el ruido es aproximadamente el 1% de la señal total. Traducido a magnitudes, una SNR de 100 significa que sus mediciones son de aproximadamente 0,01 m precisión (no exactitud, hay una diferencia).

Calcular una SNR precisa puede ser muy complejo y está más allá del alcance de este artículo. El software que utilice debe ser capaz de proporcionar una estimación razonablemente buena de este valor para que pueda determinar la calidad de sus datos.

¿Qué es una SNR aceptable?

Como se mencionó anteriormente, por definición estadística, una SNR de 100 se traduce en aproximadamente 0,01 m precisión. Cuando la amplitud de la curva de luz es de 0,1 m o menos, se puede ver que un valor de 100 se vuelve bastante importante, ya que no desea que la "dispersión" sea un parte significativa de la curva de luz. Por otro lado, si la amplitud es mayor, Por ejemplo, 0,2-0,5 m, puede permitirse una señal ligeramente más ruidosa si eso significa la diferencia entre obtener datos o no.

La experiencia práctica ha demostrado que todavía se pueden obtener buenos resultados cuando la SNR cae a 50 e incluso un poco por debajo (lo que implica una precisión de unos 0,02 m). Sin embargo, en esos casos, es probable que necesite obtener más datos para que cualquier análisis de datos pueda mejorar "promediar" los datos ruidosos y, por lo tanto, derivar un período y una amplitud. Tal fue el caso con 2000 DP₁₀₇ cuando varios aficionados entregaron lo que, bajo otras circunstancias, podrían haber sido datos marginales en el mejor de los casos. Sin embargo, algunos de esos datos ayudaron confirmar los eventos que mostraron que el asteroide era binario.

En resumen, obtenga la mayor cantidad de SNR que pueda, pero no use una regla estricta en cuanto a lo que sucederá y no funcionará.

¿Qué tiempo de exposición debo ¿Uso?

Esto se remonta a la obtención de la SNR necesaria y depende de muchos factores: tamaño del alcance, tipo de CCD, ya sea que esté usando filtros o no, el fondo del cielo, qué tan rápido asteroide se está moviendo, la calidad de sus marcos oscuros y planos, y otros.

Tratar de considerar todo eso puede llevar a una confusión total, así que use la guía del Arne Henden, del Observatorio Naval de los EE.UU., publicado en las actas del primer Minor Taller Planetario Amateur-Profesional

Objetos del cinturón principal, exposición de 2 minutos, 100 SNR

Tamaño del Inst.	Lim. Mag.
0,2 m	13.5
0,4 m	15.0
1,0 m	17.0
2,0 m	18.5

Esto supone un equipo CCD promedio sin filtrar. La limitación de dos minutos proviene de evitando que la imagen del asteroide se quede demasiado atrás durante la exposición. Imágenes alargadas son más difíciles de medir con precisión. Puede extender el tiempo si detecta el asteroide cerca de su punto estacionario o trabajar un objeto con un movimiento promedio más bajo, por ejemplo, un TNO. Los objetos cercanos a la Tierra presentan muchos desafíos, además de su rápido movimiento cuando se acerca de la Tierra, uno de ellos capaz de calibrar los datos de una serie de imágenes que No utilices siempre las mismas estrellas de comparación. No deberías hacer que un NEO sea el primero lightcurve, a menos que desee concentrarse en obtener las imágenes y luego trabajar con un observador experimentado para reducir los datos.

¿Cuántos puntos de datos necesito?

Algunos estudios han demostrado que si tienes 50 puntos de datos bien ubicados, puedes definir la curva. Sin embargo, eso es presionar tu suerte. Debe obtener tantos puntos de datos como posible, pero sin exagerar. Una buena regla general para un asteroide "promedio" es disparar a intervalos de 1-2 minutos, es decir, hacer una pausa de

tiempo desde el final de una exposición al inicio de la siguiente. Si determinas que el asteroide está girando de manera justa lentamente, es decir, si su período es superior a 8 horas, puede aumentar el tiempo de retraso a 3 minutos. A menos que sepas que el período es considerablemente más largo que 12 horas o incluso 24 horas, no debe hacer una pausa de más de 3 minutos. Cuantos más puntos de datos, mejor será El "ruido" se filtra.

Por otro lado, si sabes o sospechas que el asteroide tiene una rotación muy corta es decir, < 1 hora, debe disminuir el tiempo de pausa. En algunos casos, es posible que desee para disparar casi tan rápido como su sistema lo permita. Esto es cierto no solo porque el asteroide puede ser un rotador rápido, pero si se mueve rápidamente contra el cielo, desea tantas imágenes con el conjunto dado de estrellas de comparación como sea posible.

Enlazar ¿Combino datos tomados durante un período de semanas o incluso meses?

Sí, puedes. Sin embargo, requiere un poco de esfuerzo adicional, que se hace considerablemente más fácil si usas observaciones filtradas y reduces tus observaciones a un Banda de magnitud estándar. Consulte "¿Cómo puedo lidiar con diferentes ¿Comparación de estrellas de una noche a otra?" y "¿Cómo explico el cambio ¿Distancias Tierra-Sol y ángulos de fase?" a continuación para obtener información adicional.

¿Cómo calculo el ¿Dispersión en mis datos?

Imagina un campo de Landolt cerca del meridiano (cenit si es posible) como si estuvieras haciendo un Estudio de la curva de luz, pero solo durante una hora más o menos. A continuación, reduzca los datos eligiendo uno de las estrellas estándar como objetivo de la curva de luz y las otras como estrellas de comparación. Dado que ninguno de los estándares de Landolt son variables, cualquier variación de una imagen a otra es el resultado de errores sistemáticos y aleatorios. Al examinar las magnitudes de las diferentes estrellas y cómo se comportan entre sí, puede estimar los niveles de ruido en varios Magnitudes.

Qué es "ver" y ¿cómo afecta a la fotometría?

En términos simples, ver es el efecto total en la imagen de una estrella causado por su luz atravesando la atmósfera. Antes de que la luz de una estrella llegue a su telescopio, pasa a través de capas que pueden no doblar la luz exactamente de la misma manera y, por lo tanto, la posición de la estrella cambia muy ligeramente. La suma de las variaciones es expandir (desenfocar) la imagen más allá lo que sería si solo se tratara de la óptica del telescopio. Dado que también puede haber cambios en la masa de aire total (longitud efectiva del trayecto) durante períodos cortos de tiempo, la intensidad de la estrella también puede cambiar ligeramente al ritmo de esos cambios. Si quieres un análisis detallado de la naturaleza y las causas de la visión, véase "Alta velocidad Fotometría" de Brian Warner.

En términos cuantitativos, la visión a menudo se expresa en segundos de arco, lo que significa que el tamaño de imágenes en Full Width Half Maximum, es decir, el ancho del perfil de la estrella a una altura la mitad del valor máximo. En los sitios más elitistas del mundo, la visión suele ser de 0,5 segundos de arco. Los simples mortales (aficionados en su mayor parte) son afortunados si pueden obtener 2-3 Visión de segundos de arco.

A medida que la luz de la estrella se extiende sobre más píxeles, el perfil de la estrella es ya no simétrica. También, como se mencionó en la discusión para determinar el mejor píxel tamaño, dado que la estrella cubre más píxeles, el ruido debido a la corriente oscura se hace más grande. Todo de estos factores se combinan para disminuir la precisión y exactitud de sus mediciones. En algún momento, cuando el ver convierte a las estrellas en "bolas de pelusa", es mejor encontrar algo más que hacer.

El tamaño del disco de visión entra en juego a la hora de elegir el tamaño de la medición abertura. Una vez más, recurrimos al reconocido experto, Arne Henden de USNO para que nos asesore. Él recomienda usar una apertura que sea de 4 a 5 veces el disco de visión. Por lo tanto, si tu visión es de 2 arcos segundos, utilice una apertura de unos 10 segundos de arco. Si la escala de píxeles es de aproximadamente 2"/píxel, eso significaría una apertura de cinco píxeles de diámetro (o 5x5 si se usa un apertura cuadrada).

¿Qué son los sesgos? ¿Marcos y por qué son importantes?

Un marco de sesgo es una imagen instantánea del ruido inherente y las variaciones del CCD chip en su cámara. En teoría, deberías tomar una exposición de longitud 0 para obtener un marco de sesgo. Por lo tanto, no hay acumulación de ruido por una exposición más larga. Sin embargo, muchas cámaras CCD y los controladores que los ejecutan no permiten exposiciones de longitud 0, por lo que debe tomar la más corta posible imagen.

En realidad, tomas varias de estas imágenes y luego las combinas para formar un Marco de sesgo "maestro".

La razón por la que se utiliza un marco de polarización es para eliminar parte del ruido general que contribuye a una imagen real. Cuando se restan el fotograma de sesgo (y el fotograma oscuro) de la imagen, entonces lo que queda se debe casi exclusivamente a los datos reales de las estrellas, objetivo y fondo del cielo.

¿Qué son los oscuros? ¿Marcos y por qué son importantes?

Los fotogramas oscuros no son lo mismo que los fotogramas al sesgo, aunque se utilizan de la misma manera general es que los valores de píxeles en el marco oscuro se restan de los valores de píxel en la imagen. La diferencia entre los marcos oscuros y los marcos al sesgo es que los marcos oscuros son generalmente tomados a la misma temperatura y de la misma duración que la imagen. En el mismo momento como mínimo, deben estar a la misma temperatura. Vea a continuación una discusión sobre el escalado de la oscuridad Marcos. Por ejemplo, si planea tomar una imagen de 1 minuto a -30° , entonces Utilice un marco oscuro de 1 minuto de duración también a -30° .

Para crear un encuadre oscuro, se toman varias exposiciones de la duración adecuada y temperatura pero no abra el obturador. La mayoría de los programas de control de la cámara permiten tomar Marcos.

Una vez que tengas varios fotogramas oscuros, debes crear un oscuro maestro. Hazlo tomando varios fotogramas oscuros (9 es un buen

número), reste el fotograma de sesgo maestro de cada uno, y A continuación, se utilizan los oscuros corregidos por sesgo en una combinación mediana para crear el máster final.

Hay una buena razón para restar el marco de sesgo antes de hacer la mediana combinar. Es decir, que al hacerlo, puede, si su software lo permite, escalar el marco oscuro tomado en una exposición para que funcione correctamente para otra. Esto es posible porque el ruido oscuro sustraído por sesgo es multiplicativo. Esto puede ser un gran ahorro de tiempo. Decir Estás planeando exposiciones de 10 minutos. Si tomaste nueve tenebreras para el maestro, Usarías más de 90 minutos de tiempo de observación. Sin embargo, si tomaste nueve 1 minuto exposiciones, podrías escalar el fotograma oscuro maestro en 9 y obtener el mismo resultado que si había tomado las nueve exposiciones de 10 minutos.

¿Qué son los planos? ¿Campos y por qué son importantes?

No todos los píxeles son iguales. Algunos son más sensibles, otros menos sensibles que el píxel promedio. El propósito del campo plano es tener en cuenta estas variaciones. Éste se logra en el software multiplicando el valor de cada píxel de la imagen por el valor para el mismo píxel en el campo plano, de modo que con una iluminación perfectamente uniforme campo, todos los píxeles tendrían el mismo valor. Todos los valores del campo plano suelen ser "normalizado" antes de esto, lo que significa que el píxel "promedio" podría tener un valor de 1,00, mientras que los menos sensibles tendrían valores > 1 y los más sensitivos tendrían valores de < 1

Los campos planos son una de las cosas más difíciles de una buena fotometría, pero sin ellos No se puede hacer una buena fotometría. Si tienes un chip excepcionalmente bueno, es posible que Capaz de lograr una precisión de 0,05 m sin un campo plano. Algunas curvas de luz de asteroides tienen amplitud igual o inferior a ese nivel.

Existen varios enfoques generales para obtener campos planos. Cada uno tiene sus propios méritos y deméritos, pero todos comparten el concepto común de disparar una serie de imágenes de manera uniformemente iluminada. Las imágenes individuales se corrigen con sesgo y marco oscuro y luego se fusionaron utilizando una combinación mediana en un solo bemol principal.

Lo que es importante entender acerca de los campos planos es que representan la respuesta de *todo* el sistema, es decir, el telescopio y la cámara. La respuesta puede ser medida a diferentes escalas, por ejemplo, la sensibilidad general del chip utilizando un hasta el polvo en la cubierta de vidrio del chip, lo que afecta la sensibilidad de algunos Píxeles. ¿Alguna vez te has preguntado qué eran esas tenues "rosquillas" en tus imágenes? Esos son: sombras de partículas de polvo en el sistema. Cuanto más pequeña sea la rosquilla, más cerca estará el polvo partícula es al chip. No servirá de nada tener el objetivo sentado en el agujero de la rosquilla y La comparación en la rosquilla. El campo plano ayuda a eliminar este efecto (por supuesto, así que mantiene el sistema limpio, pero no perfectamente).

Otro punto importante es que el sistema debe estar cerca del mismo foco que cuando se imagen, generalmente infinita. De lo contrario, las partículas de polvo producirán diferentes tamaños donas que en el enfoque y, por lo tanto, afectan la precisión de sus resultados.

Por lo tanto, una vez que tengas un bemol maestro, no debes mover la cámara ni cambiar cualquier cosa sobre el sistema. Si lo haces, tendrás que repetir el proceso. Lo bueno La novedad es que una vez que tienes un buen piso principal, por lo general puedes usarlo durante unos días si no semanas. No te extiendas demasiado. Esas partículas de polvo se acumulan.

Como

se puede adivinar, las llanuras crepusculares se toman durante el crepúsculo. El visor está dirigido cerca de la Hay diferentes teorías sobre cuál es el mejor lugar, pero ciertamente no hacia la mitad occidental del cielo), y una vez que el cielo está lo suficientemente oscuro como para no saturar el chip, uno comienza a tomar los campos planos en bruto. Si se utilizan filtros, esto debe hacerse para cada filtro.

El problema con este método es que la ventana de oportunidad, es decir, el tiempo entre cuando el cielo está lo suficientemente oscuro y antes de que aparezcan demasiadas estrellas en la imagen, puede ser muy corto, solo unos minutos. Si estás trabajando con filtros, eso deja muy Poco tiempo para hacer las cosas. Una solución que algunos utilizan para evitar este problema es para colocar un trozo de plástico esmerilado uniforme delante del sistema. De este modo, se amplía el tiempo disponible porque no se fotografiarán estrellas. El truco está en conseguir una pieza uniforme de plástico. Muchos encuentran que el plástico difuso utilizado por las empresas de letreros para la

retroiluminación Los letreros o el plástico utilizado para las cajas de calco de los artistas funciona bastante bien.

Haga clic aquí para ver un método paso a paso para obtener pisos crepusculares.

Los planos de cúpula se obtienen fotografiando una parte uniformemente iluminada del interior de una cúpula o una gran tarjeta blanca plana montada en una pared. Apuntar una luz directamente al punto de la La cúpula o la tarjeta rara vez se hacen, ya que es difícil obtener una iluminación uniforme. Lo habitual El método consiste en apuntar la luz a otra tarjeta o pared brillante y dejar que la luz reflejada El rebote de la primera superficie ilumina la superficie que se está fotografiando para los planos.

Una de las razones por las que los profesionales prefieren este método es que pueden controlar mejor la intensidad y color de la luz utilizada para los campos planos. El color tiene un ligero efecto en los resultados de los campos planos, pero, para la mayoría de los propósitos, no es suficiente para exigir que este método que se utilice.

Cajas de luz El enfoque de la caja de luz combina las dos ideas anteriores. Se construye una caja que encaja en parte frontal del sistema. Dentro de la caja hay luces que iluminan uniformemente una hoja de uniforme plástico difuso. Muchos aficionados han tenido éxito con este enfoque.

[Qué es Fotometría diferencial y ¿por qué se prefiere?](#)

Una discusión completa de la fotometría diferencial puede tomar uno o más capítulos en un libro, por lo que Esta discusión sólo puede ser una visión general.

La fotometría diferencial significa que se mide la diferencia entre una comparación (o promedio de varias comparaciones) y el objetivo. El resultado a veces se denomina "Magnitud delta". La fotometría diferencial es el más fácil de los dos métodos principales (el otro es All-Sky) y proporciona la mayor precisión al medir pequeñas variaciones. Esto es particularmente importante cuando la amplitud de algunas curvas de luz de asteroides es menos de 0,1 m.

Con un modesto campo de visión CCD, el proceso se vuelve muy simple y muy efectivo como Las comparaciones suelen estar dentro del campo con el objetivo en todo momento. Esto significa que Todas las estrellas y objetivos tienen masas de aire muy similares, por lo que la extinción afecta a todos pero cancela *siempre que* las estrellas y el objetivo sean similares en color. Si usas Comparaciones que son claramente diferentes en color, por ejemplo, azul, mientras se trabaja con un objetivo rojo (los asteroides tienden hacia el rojo), es posible que no pueda eliminar los cálculos de extinción Totalmente, especialmente si está trabajando en altitudes bajas. Esta es una de las razones por las que deberías Evite ir por debajo de los 30° de altitud.

Debes usar al menos dos estrellas de comparación. Esta segunda estrella, el "cheque star", se utiliza en caso de que la comparación primaria sea variable. Dado que el campo CCD probablemente tenga un buen número de estrellas, no dudes en usar más estrellas, usando el valor medio de la suma de las magnitudes individuales como valor de comparación único. Éste Ayuda a suavizar los errores menores al medir cada estrella. Cuatro o cinco es un buen número como compromiso entre promediar las diferencias menores en la medición y crear trabajos de adición. Por supuesto, si el software permite medir automáticamente las estrellas, usando Un número mayor no hará daño.

Tenga cuidado al hacer que el software mida imágenes sin revisar lo que el software está haciendo. Las imágenes arrastradas y los objetivos fusionados con estrellas de campo pueden ser interesantes resultados que deben volver a verificarse "manualmente".

Otra ventaja de la fotometría diferencial es que no requiere reducir los valores a un sistema de magnitud estándar. La desventaja es que la diferencia de magnitud no será el mismo que cuando usaba un sistema estándar. Además, solo puede indicar valores como diferencias, no como una magnitud absoluta. Sin embargo, hay formas de convertir ambos magnitudes diferenciales filtradas y sin filtrar a un sistema estándar. Esos se discuten abajo.

¿Qué es la fotometría de todo el cielo?

Esta es la técnica más utilizada por los profesionales, principalmente porque tienen Instalaciones ubicadas en lugares donde la transparencia nocturna es excelente y constante. Aquellos que viven

en lugares húmedos y de baja altitud casi sin excepción no pueden usar este método.

En la fotometría de All-Sky, varias estrellas de magnitudes de catálogo bien conocidas (estrellas en un catálogo de estrellas estándar) se miden en lugares muy variados alrededor del cielo. Las mediciones de estas estrellas se pueden utilizar para determinar los valores de extinción de la noche, sino también los valores de transformación. Estas mediciones se realizan no solo en el principio de la noche, pero al menos una o dos veces durante la carrera para asegurar las condiciones no cambiaron drásticamente y para proporcionar "más puntos de datos" para la solución.

Con los valores de transformación y extinción, las mediciones del objetivo y la comparación de las estrellas pueden reducirse a magnitudes absolutas en un sistema estándar.

¿Qué es la masa de aire?

Literalmente, la masa de aire es una medida de la cantidad (masa) de aire a través de la cual se mira para ver una estrella determinada. Cuando la estrella está directamente sobre nuestras cabezas, la estás viendo a lo largo de la el camino más corto posible a través de la atmósfera terrestre. Cuando miras una estrella cerca horizonte, estás mirando a través de un camino mucho más largo. Dado que la luz de las estrellas se atenúa por la atmósfera, cuanto más largo es el camino, más se atenúa la luz. Además, como probablemente Sepa que no todos los colores de la luz se ven afectados de la misma manera. La luz azul se absorbe mucho más que luz roja por la atmósfera. Es por eso que tenemos atardeceres rojos.

Existen varias fórmulas para determinar el valor de la masa de aire. Lo más sencillo es:

$$X = 1/\cos z \text{ o } X = \sec z$$

Donde z es la llamada "distancia cenital" o la distancia del objeto desde el punto superior. En otros términos:

$$z = 90^\circ - \text{altitud}$$

Cuando una estrella está directamente sobre su cabeza, $z = 0^\circ$ (altitud = 90°), lo que da un valor de $X = 1.00$. Cuando una estrella está a 30° sobre el horizonte, la masa de aire = 2.00 ($1 / \cos(30) = 1/0.5$).

30° es una "barrera" más o menos estándar. Tomando prestado de los antiguos cartógrafos, Por debajo de esa altitud "hay dragones". La masa de aire cambia rápidamente por debajo de los 30° altitud (60° de distancia cenital) y muy sometida a humedad, presión barométrica, nubes, cirros altos y delgados y contaminación. Si es posible, debe confinar observaciones a una altitud de al menos 30° o más.

Las fórmulas dadas anteriormente son una buena aproximación hasta unos 30° de altitud, pero no debe utilizarse para reducciones más críticas, y ciertamente no si las observaciones son por debajo de esta altitud. Las fórmulas más comunes utilizadas fueron desarrolladas por Bemporad a principios de la década de 20. Siglo XX:

$$X = \sec z - 0,0018167(\sec z - 1) - 0,02875(\sec z - 1)^2 - 0,0008083(\sec z - 1)^3$$

En este caso, z es la distancia cenital *aparente*, no la distancia real. Ten en cuenta que esta fórmula se basa en observaciones de hace casi 100 años. Las cosas han ha cambiado considerablemente desde entonces. Aun así, la fórmula es probablemente buena para 0.001 Masa de aire – más que suficiente para todos los trabajos, excepto los más críticos.

Para calcular la distancia cenital de una estrella en una posición dada en el cielo, use el comando fórmula:

$$\sec z = (\sin \phi \sin d + \cos \phi \cos \delta \cos H)^{-1}$$

donde ϕ latitud del observador

δ declinación de El objeto

Ángulo de la hora H en grados (Hora Sideral Local – Ascensión Recta)

¿Cuál es la diferencia entre "instrumental" y "Magnitudes "estándar"?

Cuando se mide el brillo de una estrella (o asteroide), se obtiene lo que se llama un "Magnitud instrumental bruta". El valor se determina mediante la fórmula:

$$m = -2.5 * \log(I)$$

Donde I es la "intensidad" de la imagen.

En el caso de las imágenes CCD, esto se traduce en el total de todos los valores de píxel de la estrella multiplicado por el factor de conversión ADU. Los fabricantes de chips/cámaras a menudo lo denominan e^-/ADU . Un valor común es 2,3. Por ejemplo, dado que

$$\text{TotalCount} = 1000, e^-/\text{ADU} = 2,3$$

Entonces

$$I = 2300, m = -8,404$$

Tenga en cuenta que TotalCount no es solo la suma de los valores de píxel dentro de una medición apertura, pero es la que realmente aporta la estrella, es decir, el cielo de fondo calculado se ha restado. Nótese, también, que cuanto más débil es una estrella, más cerca está el instrumental magnitud llega a cero y que cuanto más brillante es la estrella, más negativa es la magnitud. Por ejemplo, si $I = 1, m = 0$; si $I = 1000000$ (1 millón), $m = -15,00$. Esto es de acuerdo con la tradición del sistema de magnitud estelar, donde las estrellas más brillantes valores más bajos que las estrellas más débiles. En el caso de magnitudes instrumentales, todos los objetos tienen valores negativos.

Si solo se trabaja con fotometría diferencial, casi se podría detenerse aquí (suponiendo que sus comparaciones y el objetivo fueron similares en color). Sin embargo, si quieres comparar tus resultados directamente con los de otros observadores o para comparar valores a lo largo de un amplio intervalo de tiempo, Debe convertir las magnitudes a un sistema estándar.

Existen varios sistemas estándar. El más famoso es probablemente el sistema UBV de Johnson desarrollado en la década de 1950. El sistema original se ha ampliado para incluir la R (Cousins) y I regiones. Hay otros sistemas estándar, pero el Johnson B y V y el Cousins R Las bandas son las más utilizadas entre los aficionados. También, los coeficientes de fase para el asteroide las magnitudes (magnitud absoluta, H, y pendiente, G) están en el sistema V de Johnson.

Reducir a un sistema estándar implica eliminar los efectos de mirar a través de la atmósfera (extinción) y ajustando las diferencias sistemáticas entre sus la respuesta del sistema de filtro/CCD a los colores dados frente al equipo que definía el sistema.

¿Qué es la extinción?

La extinción es una medida de la atenuación (oscurecimiento) de la luz de las estrellas causada por el paso a través de la atmósfera terrestre. Por lo general, se expresa en unidades de magnitudes/aire Masa significa que cuanto mayor es la masa de aire, mayor es la extinción.

El valor de extinción no es el mismo para todos los colores. Dado que la luz roja se absorbe menos por la atmósfera terrestre que la luz azul, el valor de extinción es menor para luz roja que azul. El valor de visual (verde) se encuentra en algún punto intermedio.

"Extinción" suele ir precedida de "primer orden" y "segundo orden". El primer orden es el tipo de extinción que acabamos de describir, es decir, el valor de un Gama de colores fija o estrecha. La extinción de segundo orden depende del color del objeto que se está midiendo. A medida que el objeto se mueve hacia el horizonte desde su punto más alto en El cielo, la parte azul de su luz se atenúa más rápidamente que la parte roja. Por lo tanto, para calcular correctamente la verdadera "magnitud exosférica" de la estrella (magnitud vista fuera de la atmósfera terrestre), también se debe determinar la extinción de segundo orden.

Esto también se mide en términos de magnitudes/masa de aire, pero esta vez la magnitud es La diferencia de magnitud medida en filtros de diferentes colores. Con diferencia, el más Los valores comunes de segundo orden se basarán en la magnitud azul-visual conocida (B-V) de la objeto. A veces se usa Visual-Red (V-R), pero el valor suele ser tan pequeño que excluirlo de los cálculos no tiene un impacto significativo, salvo cuando se hace muy trabajos críticos (milimags o bajas altitudes).

Sin embargo, no debe asumir que este es el caso, ya que su combinación de filtro / CCD para un Es posible que el color dado no coincida exactamente con el del sistema estándar. Por ejemplo, si tu combinación de filtros está ligeramente hacia el lado azul del sistema estándar, tiene un Pequeña corrección de color para hacer. Consulte "¿Cómo se determina la extinción?"

¿Cómo se determina la extinción?

Hay varias formas de determinar los valores de extinción *para una noche determinada*. Es importante recordar que debes determinar los valores de extinción para cada Noche. Además, también debe determinar los "puntos cero nocturnos" (que se describirán más tarde). Ambos valores cambian cada vez que cambia la transparencia del cielo nocturno. Puede haber una neblina delgada esta noche, pero no mañana, o una erupción volcánica llenó el atmósfera con polvo fino (hubo efectos notables en todo el mundo desde el monte St. La erupción de Helen durante un mes después del evento real).

Hay dos métodos principales para determinar los valores de extinción de cada filtro (o sin filtrar).

1. El método de Bouguer, que sigue a un grupo de estrellas estándar en un solo fotograma a través de un Amplio rango de valores de masa de aire. Por lo general, esto requiere seguir el mismo campo para al menos tres horas o más. El problema con este método es que requiere que Las condiciones no cambian significativamente a lo largo de la noche. Para todos menos para los mejores sitios (profesional), esto es muy raro. Por lo tanto, los aficionados no suelen utilizar este método.

Para obtener una explicación más detallada y un ejemplo práctico de este método, haga clic aquí.

2. El método Hardie. Esto es similar al Bouguer en el sentido de que uno dispara estrellas estándar, pero En lugar de seguir el mismo campo durante largos períodos, se disparan varios campos que tienen grandes diferencias en la masa de aire lo más cerca posible en el tiempo. Por ejemplo, un campo en el campo hacia el este, a unos 30° sobre el horizonte, un campo cerca del meridiano y un campo al oeste del meridiano.

La ventaja de este método es que se puede determinar con bastante rapidez la extinción (y puntos cero nocturnos si se utilizan campos con estrellas estándar). Si el proceso es repetida una o dos veces más durante la noche, se puede determinar la estabilidad de la o, al menos, encontrar un buen valor promedio para conjuntos de observaciones intercaladas en entre ejecuciones en los campos estándar.

Para obtener una explicación más detallada y un ejemplo práctico de este método, haga clic [aquí](#).

¿Cuáles son los valores de transformación y puntos cero nocturnos?

Para convertir magnitudes instrumentales sin procesar a un sistema estándar es necesario determinar los valores (transformaciones) que se aplicarán a la magnitud instrumental de una estrella dada, de modo que la magnitud estándar derivada de la estrella coincide con su valor de catálogo. Esto es independiente de extinción atmosférica y se debe a una respuesta diferente a la luz de un color específico entre su sistema y el que definió el sistema estándar. Por ejemplo, su sistema puede ser más sensible en general, pero también puede ser más sensible hacia la región azul cuando se utiliza un filtro determinado.

Parte de la solución para las transformadas es el punto cero (la "intersección" al hacer una solución lineal de mínimos cuadrados). Si las condiciones atmosféricas nunca cambiaran y la respuesta de su sistema nunca cambió, el punto cero podría determinarse de una vez por todas. Sin embargo, el cielo no siempre tiene la misma transparencia y, debido a diversos grados de polvo y contaminación, no siempre es consistente para todos los colores. Si sus espejos están recubiertos, la respuesta del sistema es diferente.

Por lo tanto, debe calcular los puntos cero del sistema cada noche. Sin embargo, no es necesario volver a calcular los valores de transformación todas las noches. A menos que haya hecho un cambio real en el sistema (repintado de los espejos, cambiado de filtros, etc.), la transformación. Los valores suelen ser lo suficientemente constantes como para ser utilizados durante días, si no semanas, a la vez. *Tú debería confirmar esta suposición.* Incluso algunos de los mejores sitios profesionales tienen cambios significativos en los valores de transformación sobre una base estacional.

¿Qué estrellas utilizo para determinar los valores de extinción y transformación?

Si vas a convertir tus medidas a un sistema estándar, debes usar estrellas que han sido cuidadosamente medidas en ese sistema. Las estrellas del Johnson original Los UBV suelen ser demasiado brillantes y están demasiado separados para hacer mucho bien al generador de imágenes CCD. Lejos y Por otro lado, el catálogo más común es el desarrollado por Arlo Landolt. Se trata de una serie de campos cercanos al ecuador celeste con magnitudes bien conocidas en al menos los campos B, V y a menudo bandas R. Al estar en el ecuador están fácilmente disponibles para los observadores en cualquiera de los dos hemisferios. La desventaja es que a menudo están bien alejados de los campos que contienen Asteroides. Por lo tanto, subrayando más el cuidado que debe tener al determinar el Valores de extinción y transformación que usará para convertir magnitudes instrumentales sin procesar en magnitudes estándar.

Puede descargar el catálogo de Landolt desde varias ubicaciones, incluida la de Lowell Sitio del observatorio. FTP a

<ftp.lowell.edu/pub/bas/startcats>

<p<="" p=""></p>

Utilice un nombre de usuario anónimo y descargue landolt.*

No dejes de leer el LANDOLT. Archivo NOTES. No todos los campos de Landolt son de los más altos Algunas estrellas se midieron solo tres veces o menos, y deben evitarse.

En el sitio ftp de Lowell, también encontrará el catálogo de LONEOS preparado por Brian Esquife. Este es un buen catálogo e incluye la mayoría de las mejores estrellas de Landolt. Sin embargo que no sean las estrellas que están marcadas como estándares de Landolt, **no** use estrellas del catálogo LONEOS para determinar los valores de transformación. El error sistemático en el catálogo de LONEOS es del orden de 0,05 m. Bueno en muchos casos, pero no lo suficientemente bueno para Determinación de los valores de transformación.

[Cómo ¿Determino los valores de transformación y los puntos cero nocturnos?](#)

La buena noticia aquí es que a menudo puede usar las mismas imágenes que usó para determinar el Valores de extinción (suponiendo que haya utilizado campos estándar). Esto le ahorra

tiempo al no tener para fotografiar diferentes campos. La mala noticia es que parece haber muchas formas de usar el método de datos, ya que hay personas que hacen los cálculos. Por lo general, las diferencias son sutiles. Arne El libro de Henden tiene algunos ejemplos excelentes, pero tienden a basarse en Métodos que se aplican a sitios donde una noche fotométrica no es infrecuente.

Haga clic aquí para ver un ejemplo trabajado utilizando el método Hardie, donde los campos estándar en Las masas de aire dispersas se visualizan lo más cerca posible en el tiempo.

Cómo ¿Reduzco mis observaciones a una magnitud estándar?

Una vez que tenga los valores de extinción, transformación y punto cero nocturno, la conversión de magnitudes instrumentales en magnitudes estándar es una cuestión de conectar los valores en un pocas fórmulas. Vea el ejemplo en la sección inmediatamente anterior para ver cómo "ponerlo todos juntos".

¿Cómo trato con diferentes estrellas de comparación de una noche a otra?

Los asteroides se mueven. En su mayor parte, no son lo suficientemente rápidos como para que no puedas sentarte en un campo dado toda la noche y mantener el asteroide bien dentro del marco. Por otro lado, algunos se mueven tan rápido que el mismo campo funciona solo para unas pocas imágenes. Si se trabaja fotometría diferencial, esto significa que debe determinar un promedio de estrellas de comparación común magnitud que se puede aplicar a todas las mediciones.

Si se filtran sus observaciones, la solución se vuelve mucho más fácil, ya que puede Reduzca todos sus datos a magnitudes estándar. De esa manera, puedes poner todas tus observaciones en la solución con un mínimo de dificultad (todavía hay algunas consideraciones: consulte ¿Cómo se tienen en cuenta los cambios en las distancias y los ángulos de fase?). También, podrás incluir las observaciones de otros observadores que también están reduciendo sus observaciones a la misma magnitud estándar.

Si no está reduciendo a magnitudes estándar, todavía hay formas de obtener los datos de noche a noche para fusionar. Tenga en cuenta los datos de cada noche (o el campo común si estás trabajando en un objetivo que se mueve rápidamente) para que sea una "sesión". En cada sesión, Utilice el mismo conjunto de estrellas de comparación para determinar un valor promedio para cada observación que se utiliza para determinar el valor diferencial. Tomando el promedio de los promedios se obtiene un valor de línea base arbitraria, o "punto cero".

Una vez que tenga dos o más sesiones, puede intentar fusionar los datos manteniendo un cero constante de punto y ajustando el punto cero de las otras sesiones hasta que los datos de todas las sesiones está de acuerdo. Por lo general, esto se determina haciendo coincidir los picos de cada sesión con uno otro. En este punto, tienes una aproximación cercana de un punto cero común para todas las Observaciones. Cada sesión tendrá su propio desplazamiento a su punto cero que la lleva a línea con los demás.

En teoría, el desplazamiento es la diferencia entre el valor medio de dos ceros cualesquiera Puntos. Sin embargo, ten en cuenta que el punto cero se basa en un promedio de promedios. A lo largo de la noche, el valor promedio de cada observación cambia debido a extinción, siendo más débil más cerca del horizonte que cerca del meridiano. Si todas las sesiones Si se trabajara a ambos lados del meridiano por igual, la teoría estaría cerca de la verdad. Sin embargo, si Una sesión trabajó solo un lado del meridiano (las nubes impiden las observaciones en el segunda mitad de la noche), entonces el punto cero de esa noche estaría sesgado. En resumen No te preocupes de que el desplazamiento que encuentres no sea exactamente lo que esperas.

Cuando comienzas a hacer análisis de datos, trazar los datos en un período fijo (una fase plot), a menudo verá que los datos de una sesión determinada deben moverse hacia arriba o ligeramente hacia abajo para fusionarse mejor con los demás datos. Haga esto para cada sesión, manteniendo una fijo (normalmente el primero). Eventualmente, todos los datos se fusionan en una buena aproximación, a veces casi a la perfección.

Cuando el único trabajo involucrado es determinar el período y la amplitud de la curva a partir de datos durante un tiempo relativamente corto, unas pocas semanas o meses, el uso de puntos cero arbitrarios es Aceptable. Sin embargo, si se va a utilizar la magnitud media de cada curva obtenida para determinar la magnitud absoluta y el parámetro de pendiente, y luego reducir a una magnitud estándar

(Johnson V) se convierte en obligatoria. Las magnitudes estándar también se vuelven muy importantes si Hacer un seguimiento de los asteroides durante mucho tiempo por otras razones, por ejemplo, determinaciones de polos, y rotadores lentos. En estos casos, también hay que tener en cuenta los ángulos de fase cambiantes y las distancias del asteroide a la Tierra y al Sol.

¿Cómo se tienen en cuenta los cambios en las distancias entre la Tierra y el Sol y los ángulos de fase?

A medida que el asteroide y la Tierra se mueven en sus órbitas, la distancia entre los dos cuerpos cambia, al igual que la distancia al sol para cada uno. Además, el "ángulo de fase" de El asteroide cambia. El ángulo de fase es el ángulo entre el sol y la tierra visto desde el asteroide. En oposición, cuando el asteroide está opuesto al sol en el cielo, la fase ángulo es 0 o casi, (rara vez es exactamente 0, ya que eso implicaría que los centros de los tres cuerpos están en la misma línea).

Las distancias cambiantes afectan a dos factores críticos: el brillo del asteroide y el momento de las observaciones. Todos los demás factores son iguales, el brillo del asteroide es va a cambiar a medida que se acerca o se aleja de la Tierra (asumiendo un distancia). Si el asteroide se está acercando o alejando del Sol dicta si el asteroide realmente se atenúa o brilla y en qué medida. Todo esto repercute en la reducción de observaciones, especialmente si está reduciendo los datos a una magnitud estándar. Para Por ejemplo, si el asteroide se está volviendo más tenue, verás una disminución lenta en el promedio brillo a lo largo del tiempo. Este efecto debe eliminarse de los datos reducidos antes de intentar para determinar un período.

Por lo general, esto se hace calculando la magnitud predicha del objeto, utilizando el método magnitud para el primer conjunto de datos (una "sesión", por lo general el valor de una noche de datos) como valor base. Todos los demás conjuntos de datos se ajustan por la diferencia entre el valor previsto para la sesión dada y el valor base. Otro enfoque es Para usar la fórmula

$$-5 * \log(\text{SunDist} * \text{EarthDist})$$

Esto produce una magnitud que tiene en cuenta las distancias cambiantes, pero es independiente de los valores H y G utilizados para predecir la magnitud del asteroide. El valor de la primera sesión todavía se usa como base.

Para la mayoría de los asteroides, no es necesario aplicar una corrección de magnitud por observación, es decir, se puede utilizar un valor promedio para todos los datos de una sesión determinada. Esto no es necesariamente el caso de un asteroide que pasa cerca de la Tierra, donde la distancia durante unas pocas horas puede cambiar la magnitud derivada en varias décimas de magnitud e incluso más de una magnitud completa.

A medida que un asteroide se acerca o se mueve más allá de la oposición, en ángulos de fase mayores que aproximadamente 7° , el cambio de magnitud debido al cambio de distancia es lineal. Con ángulos de fase inferiores a 7° , un asteroide brillará más rápido de lo que permite la geometría pura. Esto se conoce como el "Efecto oposición". El valor G que se ve en los conjuntos de elementos de asteroides se utiliza para predecir el grado de brillo adicional debido al efecto de oposición. De nuevo, se puede usar la magnitud predicha del asteroide utilizando los valores H y G para determinar la diferencia entre la magnitud prevista para una sesión y la sesión base.

El problema con esto es que el valor G no es bien conocido para muchos asteroides. En De hecho, es midiendo cuidadosamente las curvas de luz durante varios meses, a ambos lados de y casi oposición, que uno determina el valor G. Esto es un poco como un Catch-22. Cuando no se conoce el valor G, se asigna un valor predeterminado de 0,15 (magnitudes / grados). Si Este valor tiene un error muy pequeño, lo que podría afectar a sus reducciones. Alan Harris del JPL ha compilado una tabla compleja de valores de corrección de fase, sin embargo, es también se basa en suposiciones, por lo que puede no aplicarse en todos los casos. Lo "mejor" solución es trabajar con la suposición de que el valor predeterminado de 0.15 es correcto y hacer Su objetivo es ayudar a determinar el verdadero valor.

[¿En qué asteroides debo trabajar?](#)

Dado que hay más de 100.000 asteroides conocidos, ¡tienes una selección bastante amplia! De Por supuesto, la mayoría de ellos son muy pequeños o distantes y, por lo tanto, están fuera del alcance de la

mayoría de los aficionados equipo. Una gran parte de su decisión debe basarse en la cantidad de tiempo y esfuerzo que quieres a qué quieres comprometerte y el equipo que tienes.

Si no tienes filtros o no puedes/no quieres gastar una gran parte de Su tiempo de observación en las curvas de luz de los asteroides, entonces las determinaciones de período son su mejor opción. Sin embargo, ten cuidado. La mayoría de los rotadores más brillantes y rápidos han sido trabajados. Por lo tanto, si está buscando cubrir solo un terreno nuevo, debe estar preparado para unos pocos (muchos) Decepciones. A veces eliges un asteroide y lo encuentras después de una noche de carrera que el período parece ser bastante largo (> 12 horas) o que tiene un amplitud, lo que dificultará encontrar un período con datos de solo unas pocas noches. Si tienes un instrumento más grande (40 cm o más), tendrás un mejor tiro ya que puede profundizar bastante sobre aquellos que tienen el visor más típico de 20-25 cm, por lo que dándote más objetivos. Eso no es garantía de que vayas a elegir un asteroide con un período que es menor que la carrera de cada noche.

Si estás dispuesto a trabajar con asteroides que ya tienen períodos establecidos a un (1°) grado justo, entonces sus oportunidades mejoran enormemente. Muy pocos asteroides lo han sido estudiados a fondo para determinar sus orientaciones de polos. Para hacer esta determinación requiere obtener curvas de luz a lo largo de varios meses de oposición y a las dos o más oposiciones. Reducir los datos a una magnitud estándar facilita el proceso Pero no es absolutamente obligatorio.

Si es capaz de hacer observaciones filtradas y reducir a una magnitud estándar, pero Si aún desea mantener su tiempo de observación abierto a otros objetivos, considere la posibilidad de medir el curva de luz de un objetivo dado una vez al mes durante unos meses a cada lado de la oposición con un poco de trabajo extra cerca de la oposición. Al trazar la magnitud promedio corregida, puede determinar los valores verdaderos de H y G (magnitud absoluta y coeficiente de fase o pendiente parámetro).

Tomando aún menos tiempo, puede proporcionar la versión fotométrica de "una noche "proporciona un conjunto bien reducido de datos que se pueden colocar en una base de datos (o que usted pone a disposición) que otros observadores pueden usar para agregar a los suyos para un análisis detallado.

Por supuesto, si te dedicas por completo a las curvas de luz de los asteroides y puedes hacer observaciones, puedes hacer todo lo anterior y más. Los rotadores lentos requieren que las observaciones no se adquieren con gran detalle todas las noches y tal vez no todas las noches. No hay obtener 100 imágenes de un asteroide cada noche cuando su período de rotación está en el orden de los días o de las semanas. Por supuesto, el problema es: ¿cómo saber qué asteroides son rotadores lentos? Buena pregunta. Un buen comienzo serían los asteroides numerados del 1 al 1000 que no tienen periodos establecidos. Muy posiblemente, algunos trabajos anteriores indicaron que no había una solución rápida y el fotometrista pasó a algo que proporcionaba más resultados inmediatos.

Independientemente de cuánto tiempo estés dispuesto a dedicar, es posible que tengas problemas para una buena curva de luz para algunos objetivos. La razón: el período es largo o tiene una integral múltiplo muy cerca de las 24 horas. ¿Por qué esto último es un problema? Se llama "aliasing". Digamos que el período es de solo unos minutos (o segundos) durante 8 horas y que la carrera más larga que puedes hacer es de entre 6-8 horas. Si también que comienzas a observar a la misma hora todas las noches. Esto significa que estás observando casi exactamente lo mismo parte de la curva todas las noches y que nunca se llega al 100% de la curva. Te costará mucho conseguir que el periodo se cierre sin seguir al asteroide durante varios días, si no semanas. Si el período es cercano a las 24 horas, la tarea se vuelve mucho más difícil. ¿Cuál es la solución? Colaborar con otros observadores que se encuentran en al menos tres o cuatro horas de longitud desde su ubicación. Por ejemplo, si estás en la costa este de los EE.UU., establecer una colaboración con alguien en Europa y, si Hawái o la Cuenca del Pacífico. Los observadores de estrellas variables han estado haciendo esto durante años. El problema es que el grupo de fotometristas activos de asteroides no es tan grande en cuanto a las estrellas variables.

Enlace Colaborativo de la Curva de Luz de Asteroides (CALL)

<http://www.MinorPlanetObserver.com/astlc/default.htm>

Este sitio proporciona listas de asteroides numerados que están llegando a la oposición en un momento dado con anticipación de período de tres meses. Todos los objetivos de la lista no tienen ningún objetivo conocido o son poco conocidos. Parámetros de la curva de luz. Elija uno que sea lo suficientemente brillante y accesible para su sistema y ubicación.

El sitio de CALL también tiene un sistema de "reservas" donde puede informar a otros estás trabajando en un asteroide determinado, necesitas o quieres ayuda para trabajar en un asteroide, o preguntas si un asteroide determinado asteroide está siendo trabajado. No hay nada "oficial" en este sistema, lo que significa Cualquiera es libre de trabajar en cualquier asteroide. Sin embargo, coordinar y no duplicar esfuerzos permite que se realice la mayor cantidad de trabajo nuevo.

También en el sitio de CALL hay una página donde puede enviar un resumen de sus resultados para una asteroide, proporcionando el período y la amplitud, así como información sobre usted y su equipo. Esta página no debe considerarse un lugar para publicar formalmente sus resultados. Es solo para una referencia rápida. El mejor lugar en la mayoría de las circunstancias para publicar sus resultados están en el Boletín de Planetas Menores. Consulte "[¿Dónde y cómo puedo publicar mi ¿Resultados?](#)"

[¿Cuál es el ¿Procedimiento de observación en el telescopio?](#)

Esto es como preguntar: "¿Cuánto mide un trozo de cuerda?" Hay casi un infinito número de posibilidades, muchas de ellas dependiendo del objetivo y propósito específico de sus observaciones. Sin embargo, hay pasos generales que casi todo el mundo toma y por Hacerlo ayuda a garantizar que la carrera nocturna sea divertida y beneficiosa.

Haga clic aquí para ver la guía general de observación.

[¿En qué consiste en: ¿Medir mis imágenes?](#)

[¿Con qué precisión? ¿Debo reportar el período?](#)

En su mayor parte, esto depende de qué tan bien hayas cubierto toda la curva. Si Tiene puntos de datos que cubren el 100 % de la curva y esos puntos de datos se recopilaron Durante un período de 3 revoluciones, puede informar el período al 1% de la precisión del período. Por ejemplo, si observaste un asteroide cada noche durante dos noches, cada noche cubrió al menos el 100% de la curva, y el

período fue de 6 horas, podría informar el período a aproximadamente 0.06h ya que habría habido unas 4 revoluciones de principio a fin. Si tienes solo 1-2 horas cada noche, incluso si cada ejecución tuviera datos para el mismo máximo, no debería Informa de la precisión al 1%, ya que no tienes una cobertura completa del ciclo. En De hecho, probablemente no debería informar el período en absoluto a menos que no haya habido oportunidad de Trabaja el asteroide de nuevo.

Para informar del período al 0,1 % (1/1000 del período), deberá hacer lo siguiente: cubren aproximadamente 30 revoluciones. En el mismo ejemplo anterior, necesita que los datos se distribuyan durante al menos una semana (alrededor de 28 revoluciones) y tener una cobertura completa, es decir, sin interrupciones en el ciclo, incluso si los datos que cubren una parte de la curva provienen de una sola noche.

Como siempre, estas son pautas. En algunos casos, puede informar de una mayor precisión con menos datos y en otros, por ejemplo, cuando los datos son ruidosos, tendrá que reportar un menor precisión. Un ejemplo extremo fue cuando un observador trabajó en un asteroide con un período de 26h y podría trabajar el asteroide solo 4-5 horas por noche. Atrapó el mismo mínimo cada uno noche durante cuatro noches y luego esperó un mes antes de volver a observar. Todavía limitado a 4-5 Carrera de una hora, el tiempo era tal que volvía a atrapar el mismo mínimo. Dado que el punto mínimo capturado varias veces con un mes de separación, se informó el período a 0,01h (0,03%). Esto es algo similar a la forma en que los observadores de estrellas variables son capaces de medir el período de un binario eclipsante a una precisión del orden de fracciones de segundo mientras que cada observación tiene una precisión de solo uno o dos minutos.

Los datos se ajustan a más de un período. **¿Cómo resuelvo lo "real"? ¿Periodo?**

El grito de guerra de "¡Más datos!" debe ser escuchado. A medida que acumulas más observaciones, no en una noche determinada, sino en un lapso de varias noches o semanas, algunas de las soluciones alternativas se abandonan rápidamente, por lo general hasta el punto de quedarse con una inequívoca solución. Por lo general, es la palabra clave.

Es importante recordar que a veces se hacen suposiciones al derivar

un por ejemplo, que el asteroide tenga dos mínimos y dos máximos por revolución. Esto puede no siempre es así.

Consideremos un asteroide de forma piramidal: mostraría los extremos dobles en solo 180° de revolución. Si el asteroide tiene un satélite, la curva puede ser compleja y, por lo tanto, resolver el período aún más difícil ya que está tratando de derivar dos o tres períodos del mismo dato. Puede parecer que el período de un asteroide cambia si lo sigues durante varios meses, pasar de un valor a otro y, posiblemente, volver al valor original. Esto tiene que ver con el aspecto cambiante ("cara") del asteroide porque no estás viendo con el poste exactamente perpendicular a la línea de visión.

En los casos en que el período sea muy superior al tiempo que puede observar cada noche, Podrías encontrar fácilmente un alias del período real, es decir, un período que tiene una integral múltiplo cercano al intervalo entre el inicio de las observaciones. El período también podría haber múltiplo entero del intervalo entre observaciones. A menos que pueda cubrir una cantidad significativa de parte de la curva en un flujo continuo de tiempo (lo que significa que necesitará la ayuda de observadores al este y al oeste de ti), entonces las soluciones ambiguas son siempre una posibilidad. "¡MÁS DATOS!"

[¿Dónde y cómo puedo? ¿Publicar mis resultados?](#)

El mejor lugar para que los aficionados publiquen su trabajo es en el "Planeta Menor" Boletín", que es una publicación de la Sección de Planetas Menores de la Asociación de Observadores Lunares y Planetarios (ALPO).

La MPB es una publicación arbitrada, lo que significa que los artículos enviados son revisados por uno o más jurados calificados para la calidad del trabajo. Esto es similar a las revistas profesionales y asegura que lo que aparece en el Boletín ha cumplido con los estándares mínimos publicación. Nótese que lo que no se suele tener en cuenta es la "corrección" de El período derivado de una curva de luz. Como se señaló en la sección anterior, el período verdadero puede resultar esquivos. Al publicar un período basado en una técnica y un análisis sólidos, se puede agregar al conjunto de información disponible que, si es necesario, puede utilizarse para determinar el verdadero período o naturaleza del asteroide. Trate de evitar lo que se

ha llamado el "Archivo polvoriento Síndrome de "gabinete" en el que los datos se han guardado en la creencia de que no tenían valor cuando, como suele ser el caso, proporciona un eslabón perdido que conduce a un gran avance.

Puede obtener más información sobre ALPO en su sitio web

<http://www.lpl.arizona.edu/alpo/>

El sitio web de la Sección de Planetas Menores es

<http://www.lpl.arizona.edu/~rhill/alpo/minplan.html>