

Come collimare il vostro riflettore newtoniano

L'accurato allineamento delle ottiche non è né difficoltoso o misterioso né lungo da fare. Infatti consiste solo in tre passi. | di Nils Olof Carlin

Supponete di aver comprato una buona chitarra con un suono piacevole, e state imparando a suonarla. Ma dopo un po' vi accorgete che lentamente sta perdendo il tono. Che fate? Imparate ad accordarla o la scambiate con un piano?

Il vostro riflettore newtoniano vi darà delle eccellenti immagini di stelle e pianeti – ma solo fino a quando lo terrete ben regolato. L'“accordatura” di un telescopio è chiamata collimazione. Potete aver sentito dire che sia incomprensibile, noiosa, lunga, una scocciatura e una cosa che è meglio evitare. Spero di convincervi che non è nulla di questo. Voi potete padroneggiarla e in solo uno o due minuti preparare il vostro telescopio a una prestazione stellare.

Conosci il tuo telescopio

Se non avete ancora familiarità con le parti ottiche del vostro telescopio, ora è momento di farlo. Queste sono le parti che dovrete allineare:

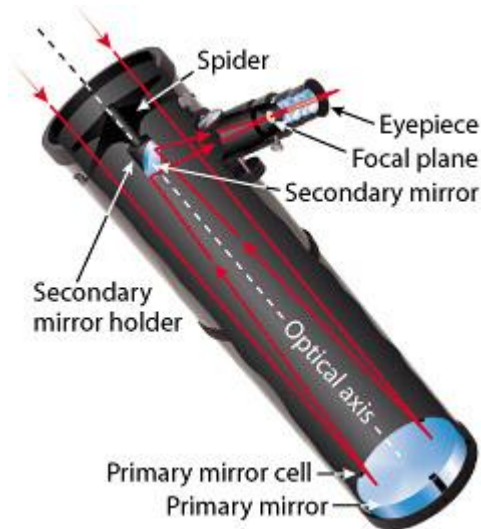
Lo specchio primario. Questo è lo specchio largo e parabolico posto all'estremità del tubo. Ha una superficie alluminata che riflette la luce delle stelle per formare una immagine nel piano focale. È importante sapere che ha un asse di simmetria, l'asse ottico. Su questo asse, nel punto focale, c'è il campo corretto, o “sweet spot”, dove le immagini di stelle e pianeti sono tanto nitide e contrastate quanto è nelle possibilità dello specchio.

Fuori dal campo corretto, un'aberrazione chiamata coma degrada visibilmente l'immagine. Il coma rende asimmetrica l'immagine delle stelle anche quando la messa a fuoco è perfetta – più una stella si trova lontano dal centro del piano focale peggio appare. In particolare questa aberrazione può ridurre drasticamente la nitidezza dei dettagli planetari.

Sorprendentemente le dimensioni del campo corretto dipendono solamente dal rapporto focale dello specchio principale (La lunghezza focale dello specchio principale diviso il suo diametro) e per nulla dalle sue dimensioni. Per esempio, anche uno specchio perfetto da $f/4,5$, grande o piccolo che sia, può fornire una prestazione “limitata unicamente dalla diffrazione” solo all'interno di un cerchio di 2 mm (0,08 pollici) posto al centro del piano focale.

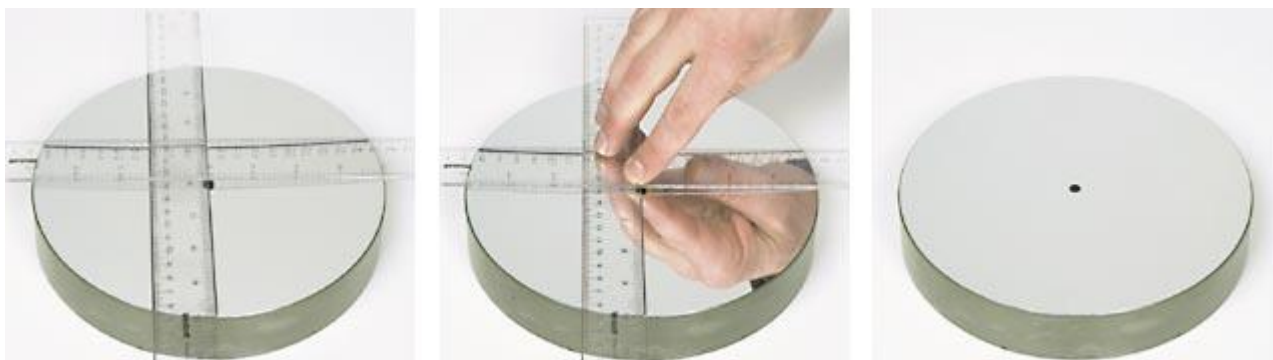
L'aberrazione conosciuta come “coma” è il nemico numero uno dei riflettori newtoniani; anche uno specchio perfettamente lavorato ne soffre. In queste immagini di stelle simulate al computer sono rappresentate nell'ordine da sinistra a destra una stella: a fuoco e centrata nell'oculare (l'immagine è priva di coma), a metà

strada dal bordo del campo corretto (il coma non avrà effetti visibili), al bordo del campo corretto (il coma inizia ad avere effetto), al doppio del raggio del campo corretto e quindi a quattro volte il raggio del campo corretto.



Lo specchio primario è alloggiato in una cella regolabile progettata per ospitare lo specchio senza deformarsi. Regolando le viti di collimazione della cella possiamo regolare finemente l'inclinazione dello specchio e posizionare con accuratezza il campo corretto dove vogliamo. Poiché il campo corretto può essere veramente piccolo, è di gran lunga questa la parte più critica della collimazione. Esaminate il vostro telescopio e accertatevi di sapere bene dove si trovino queste viti di regolazione e come lavorino. Per rendere semplice la collimazione, il centro dello specchio dovrebbe essere segnato in qualche modo. Raccomando di segnarlo con un pezzo di nastro adesivo da elettricisti (*N.d.tr. meglio un anello di rinforzo per fogli forati*). Un pezzo da 1,12 cm di diametro (o anche leggermente più largo) lavora bene. Finché sarà più piccolo del vostro specchio diagonale (secondario), non avrà alcun effetto sulle prestazioni del vostro telescopio. Se avete intenzione di usare un collimatore laser, fate un foro al centro del pezzo di nastro.

Campo corretto dei riflettori		
f/ dello specchio	diametro campo corretto	
	(pollici)	(millimetri)
4	0,06	1,4
4,5	0,08	2,0
5	0,11	2,8
6	0,44	4,8
8	0,44	11,0
10	0,44	11,0



Per segnare il centro del vostro specchio primario, attaccate un cerchietto di nastro adesivo nero da elettricisti (parte adesiva sotto) alla parte inferiore di un paio di righe flessibili. (Bagnate la parte posteriore del riferimento in modo che aderisca temporaneamente alle righe). Una volta che le righe sono correttamente posizionate (col cerchietto equidistante dai quattro bordi), premetele verso il basso per attaccare il riferimento.

(N.d.tr. Altro metodo, a mio avviso migliore, è quello di misurare con precisione il diametro della parte alluminata, disegnare col compasso un cerchio dello stesso diametro su un foglio di dimensioni adeguate, ritagliare con molta attenzione lungo il segno della circonferenza, fissare il foglio perfettamente sopra lo specchio con quattro pezzi di scotch – a 90° l'uno dall'altro –, abbassare il centro del foglio e, attraverso il foro del compasso, segnare il centro dello specchio con la punta di un pennarello tenuto verticale, infine porre con precisione un anello per fogli forati).

Lo specchio secondario. Questo è un piccolo specchio che serve a spostare l'immagine formata dal primario di lato rispetto al tubo, dove viene osservata con un oculare. Per minimizzare dannosi effetti di diffrazione lo specchio secondario (o specchio diagonale) è generalmente largo quel tanto che basta da permettere alla parte centrale del piano focale di ricevere luce dall'intero specchio primario. Dovrete centrare quest'area completamente illuminata nell'oculare, posizionando il secondario nella posizione corretta. Il secondario è attaccato ad un supporto regolabile sospeso su uno *spider* – spesso una croce fatta da sottili lamine di metallo. Identificate le viti di collimazione del supporto e dello spider.

L'oculare. Il terzo componente ottico del sistema telescopio è l'oculare. È un complesso di lenti ingrandenti utilizzato per osservare l'immagine formata nel piano focale. Come lo specchio primario, l'oculare ha un asse ottico, e quest'asse deve posizionato al centro dello specchio primario per ottenere il massimo delle prestazioni – sebbene in pratica sia l'asse centrale del tubo del foceggiatore quello che voi posizionate al centro dello specchio primario.

Un buon oculare vi darà un'immagine nitida nella parte centrale del campo di vista (il suo campo corretto), ma verso i bordi nemmeno il migliore e più costoso oculare può fornire una immagine perfetta. Per questo motivo è importante essere sicuri di che il campo corretto dello specchio primario e l'asse ottico dell'oculare coincidano, il fine ultimo della collimazione.

Ora che sapete con cosa avrete a che fare, guardate dentro il tubo vuoto del foceggiatore e provate ad identificare le parti ottiche appena descritte. È meglio farlo di giorno col telescopio puntato al soffitto o al cielo (fate attenzione a non puntare il Sole). L'immagine illustra quello che dovrete vedere: lo specchio secondario nel suo supporto, la sua faccia ellittica inclinata a 45° e che appare circolare. Potete vedere lo specchio primario riflesso nel secondario e lo specchio secondario col proprio spider riflesso a sua volta del primario. Infine, all'interno di questo riflesso del secondario potete vedere il tubo del foceggiatore e il vostro occhio (ved. pg 3).

Gli strumenti di lavoro della collimazione

Il **sight tube** è un tubo dotato di un tappo ad una estremità con un piccolo forellino al centro. Alcuni modelli hanno un incrocio di fili (*cross hairs*) all'altra estremità. Inserite il *sight tube* nel foccheggiatore e guardateci attraverso per allineare le ottiche.

L'**oculare Cheshire** è il vero cavallo da battaglia della collimazione. È praticamente uno spioncino con una faccia brillante messa a 45° rispetto al barilotto ed esposta ad un foro laterale. Se lo usate al buio potete illuminare la faccia lucida puntando nel foro la luce che usate per leggere le carte. Guardandoci attraverso, vedrete questa faccia illuminata come un brillante cerchio riflesso nel primario e nel secondario. A meno che il secondario sia collimato in modo davvero grossolano, vedrete anche la sua macchia centrale da qualche parte al centro di questo cerchio. Una versione semplificata è lo *sight tube* con un cerchio di nastro riflettente all'interno del tappo. Alcuni popolari modelli in vendita sono una combinazione dell'oculare *Cheshire* e del *sight tube*.

Il **collimatore laser** è un modulo laser montato solidamente su un supporto che entra nel foccheggiatore. Emette uno stretto raggio di luce lungo l'asse del foccheggiatore. È facile da vedere dove punta l'asse del foccheggiatore, ed è molto agevole per il secondo passo. Tuttavia, come spiegato nel testo, la sua utilità è molto limitata per il terzo e molto più critico passo.

La Orion (ed altri) vende uno strumento che è la combinazione di un oculare *Cheshire* con il *sight tube*.

Tre passi per la collimazione

Una volta che avete familiarizzato con le parti ottiche del telescopio e con il come appaiono nel foccheggiatore, siete pronti a procedere.

Qua c'è quello che c'è da fare per avere il telescopio ben collimato:

- centrare lo specchio secondario nel tubo del foccheggiatore
- puntare l'oculare al centro dello specchio primario
- centrare il campo corretto dello specchio primario nel campo focale dell'oculare.

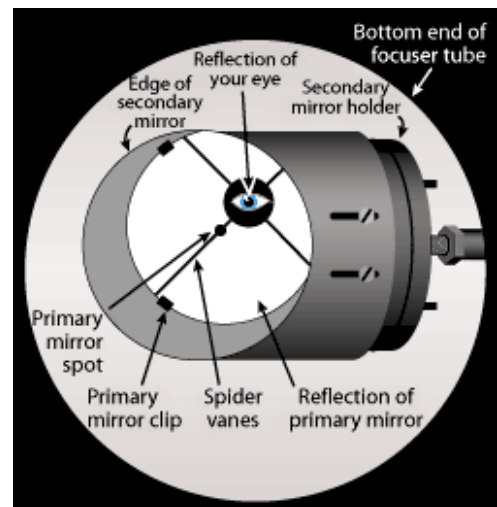
In molti casi, solo l'ultimo di questi tre passi ha bisogno di essere ripetuto regolarmente; I primi due passi sono, più o meno, operazioni da effettuare una volta sola.

Passiamo ora alla bulloneria di collimazione del vostro attuale riflettore.

Primo passo. Cominciare assicurandosi che il foccheggiatore ed il secondario siano allineati. Il migliore e più semplice strumento per questo passo è il *sight tube*. (per maggiori informazioni su questo ed altri strumenti leggete la finestra in altro). Inserirlo nel portaoculare come un qualsiasi oculare e guardate il secondario attraverso il piccolo forellino.

(Se il secondario è molto fuori collimazione, dovreste prima inclinarlo e/o ruotarlo in modo da avere il riflesso del riferimento dello specchio primario, grossolanamente centrato nel *sight tube* prima di procedere). Può essere difficile distinguere il bordo del secondario dal bordo riflesso dello specchio principale, perciò frapponete un cartoncino bianco tra specchio primario e specchio secondario, come illustrato a fianco.

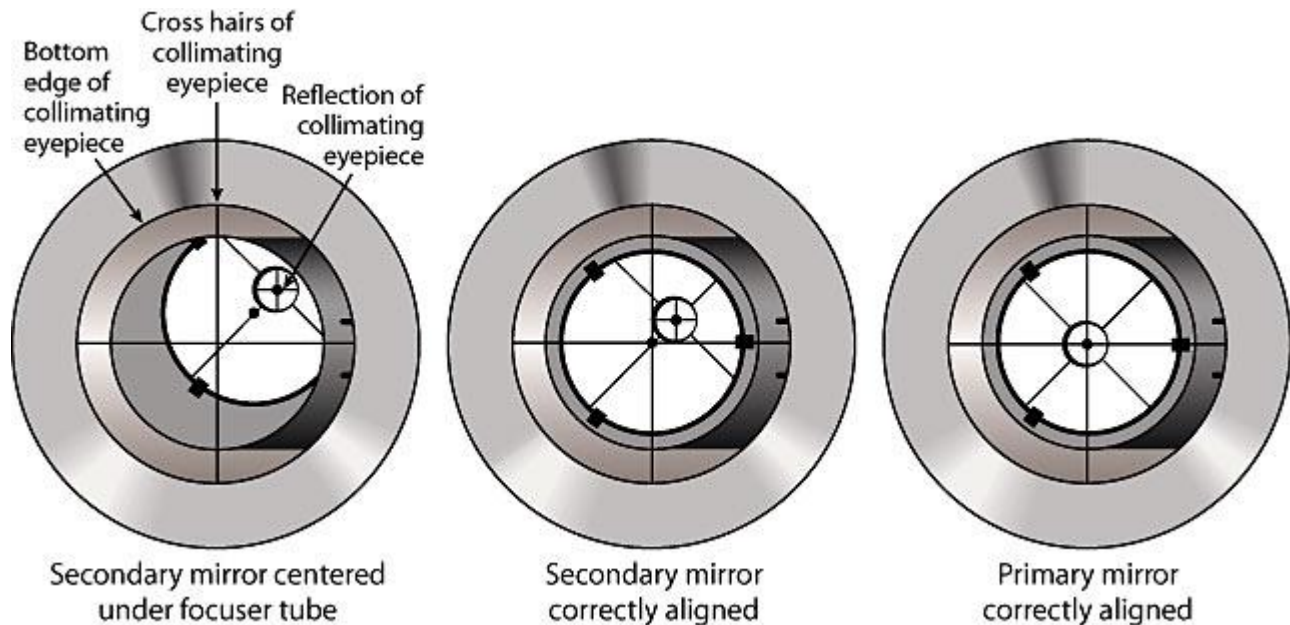
Il secondario ellittico dovrebbe apparire rotondo e ben centrato nell'apertura circolare del *sight tube*. Se è così, il primo passo è fatto. Altrimenti o il sostegno del secondario o il foccheggiatore (o entrambi) ha bisogno di attenzione. Per prima cosa prova a sistemare il supporto del secondario. Normalmente potete spostarlo verso il primario o allontanarlo da esso regolando la vite centrale che collega il supporto allo spider. Se l'errore è verso entrambi i due lati del *sight tube* (a 90° dall'asse ottico) allora controllate se il secondario è ben centrato nel tubo del telescopio. Se non lo fosse, regolate le viti che collegano lo spider (i bracci di sostegno del secondario) al tubo fino a quando sarà centrato. Se invece fosse ben centrato, allora inclinate il foccheggiatore mettendo degli spessori sotto la base di montaggio.



Secondo passo. Qui regolate l'inclinazione dello specchio secondario per puntare l'asse del foceggiatore al centro del primario. Rimuovete il cartoncino bianco dalle razze del secondario. Ora, mentre guardate attraverso il *sight tube*, con attenzione regolate le viti che inclinano e ruotano il secondario finché il riflesso dello specchio primario appare centrato nel vostro campo di vista. Se il vostro *sight tube* ha dei fili perpendicolari, allineate il punto centrale del primario con essi; altrimenti, centrate il bordo esterno del primario all'interno del *sight tube*. (Assicuratevi che il *sight tube* sia bloccato in una posizione tale da consentirvi di vedere l'intero specchio primario). Un collimatore laser (collimato) va ancora meglio per questo passo – è sufficiente centrare il raggio laser sul punto centrale del primario.

Un piccolo errore sull'allineamento del secondario normalmente non è un problema. Almeno finché l'errore di puntamento non è maggiore dell'uno o due percento del diametro dello specchio principale, non crea differenze visibili. Tuttavia, se avete l'intenzione di usare un collimatore laser sul terzo passo, dovete stare attenti che anche un piccolo disallineamento in questa fase comprometterà la collimazione finale.

I possessori di telescopi a tralicci dovranno ripetere il secondo passo ogni volta che riassemblano il telescopio. Con un riflettore a tubo solido, avrete bisogno di controllarlo solo una volta ogni tanto.



Terzo passo. In questo passo, finale e più critico, avete bisogno di inclinare lo specchio principale per centrare il campo corretto (e il suo asse ottico) nel foceggiatore. Questa procedura deve essere eseguita all'inizio di ogni sessione osservativa e controllata occasionalmente durante la notte, fintantoché i cambiamenti di temperatura o il normale uso del telescopio possono indurre le varie parti del vostro strumento a muoversi abbastanza da alterare la collimazione.

Il miglior strumento per questa procedura è l'oculare *Cheshire*. Inserirlo nel foceggiatore e osservate il riflesso della sua brillante superficie a 45° sul primario. Regolando le viti di collimazione del primario potete spostare questo riflesso finché non apparirà centrato nel riferimento dello specchio primario. Se riuscite a fare questa regolazione mentre guardate dentro il *Cheshire*, tanto meglio; altrimenti un assistente può essere di grande aiuto. Molte celle di specchi primari hanno tre viti di regolazione o tre paia di regolazioni del tipo *spingi/tira*. Per amore della semplicità, vi raccomando di usare solo due viti di regolazione; la terza (che può essere benissimo quella più difficile da raggiungere) può essere tralasciata senza che voi esauriate la possibilità di regolazione delle altre.

Quando il terzo passo sarà completato, l'asse ottico sarà accuratamente centrato nel foceggiatore, e la collimazione sarà completa. Tuttavia, se osserverete attentamente vi accorgete che l'oculare *Cheshire* non appare esattamente centrato nell'ombra del secondario. Non preoccupatevi; questo è esattamente il modo in cui le cose devono apparire perché lo specchio secondario è leggermente fuori asse (*offset*). (Per maggiori informazioni sull'*offset* del secondario, leggete l'appendice alla fine).

Il collimatore laser viene spesso utilizzato per il terzo passo, centrando il raggio riflesso sulla faccia piana del laser. Tuttavia questo metodo presenta dei problemi che smentiscono la presunta accuratezza del laser. Perché? Supponete che nel secondo passo il raggio manchi il centro reale dello specchio secondario di una piccola distanza, per esempio 2 mm. Sebbene lo specchio primario appaia collimato esattamente (il suo centro allineato con precisione con il centro dell'oculare) il raggio laser di ritorno sarà parallelo all'asse dello specchio

principale ma perderà il centro della faccia piana del laser di 2 mm. Se voi perciò inclinate lo specchio principale per centrare il raggio di ritorno sul laser, la collimazione sarà di 1 mm fuori asse! Senza volerlo avrete introdotto una scollimazione abbastanza grande da abbattere le prestazioni di un telescopio a basso rapporto focale. Questa estrema sensibilità a piccoli, o altrimenti senza importanza, errori nel secondo passo è il tallone d'Achille dei collimatori laser. Perciò anche se ne usate uno per un allineamento grossolano nel terzo passo, è meglio utilizzare un oculare *Cheshire* per la collimazione finale.

Fare lo Star-Test alla vostra collimazione

Una volta che il vostro telescopio si è acclimatato ed è stato ben collimato, dovrebbe essere pronto a lavorare al suo meglio. Ad alti ingrandimenti (da 25x a 50x per pollice di apertura, da 1x a 2x per mm di apertura) e in condizioni buon seeing, le stelle a fuoco dovrebbero apparire come dischi di diffrazione stretti e simmetrici. Tuttavia se le stelle al centro del campo mostrano significative asimmetrie del coma, fate un ulteriore controllo della collimazione con l'oculare *Cheshire*. Se il riferimento centrale appare ancora centrato, allora non è posizionato al vero centro ottico dello specchio primario. Se questo è la situazione del vostro riferimento del centro dello specchio primario, ignoratelo per ora e provate a modificare la collimazione del primario, a piccoli passi, finché non avrete centrato la migliore immagine stellare al centro del campo di vista. (Questo metodo, la *collimazione stellare*, è stato descritto in dettaglio a pg 125 del numero di Giugno 2001 di S&T). Il *Cheshire* ora indicherà la vera posizione del centro ottico dello specchio primario. Se necessario spostate il riferimento nella corretta posizione o poneteci sopra un altro più largo.

Se sapete che il riferimento del vostro specchio primario è a posto (e in molti casi lo sarà, se centrato con attenzione), non c'è bisogno di rifinire ogni volta la collimazione con la *collimazione stellare*; l'oculare *Cheshire* non è solo più facile da usare, ma è più accurato nel caso in cui il seeing sia meno che ideale, come succede la maggior parte delle notti.

Ora che il vostro telescopio è perfettamente regolato, l'incremento nelle prestazioni dovrebbe essere evidente. Se così non vi sembra, disallineate di proposito il primario e guardate che cosa succede all'immagine di un pianeta ad alti ingrandimenti - non permetterete più al vostro telescopio di scollimarsi.

NILS OLOF CARLIN

<http://web.telia.com/~u41105032/>

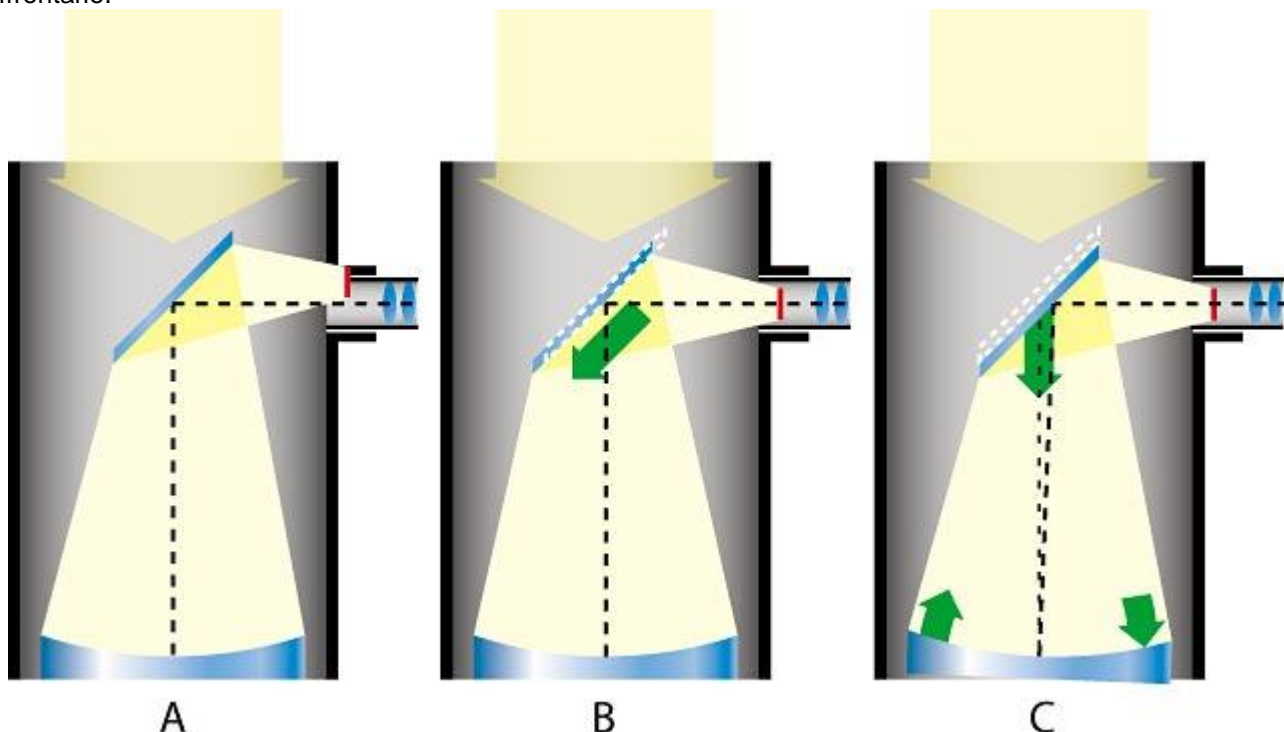
Sky & Telescope | june 2002

Appendice

Offset dello specchio secondario

Mettere fuori asse lo specchio secondario

L'offset del secondario è, senza alcun dubbio, l'aspetto meno compreso della collimazione. Fortunatamente non avete bisogno di capirlo per collimare il vostro strumento, ma, visto il numero di discussioni che genera, è utile affrontarlo.



Se piazzate il secondario al centro del tubo del telescopio, con l'asse del primario allineato al centro della faccia ellittica del secondario, la figura A mostra cosa succede (in modo esagerato). La barretta rossa mostra dove la luce proveniente dall'intero primario può essere vista riflessa nel secondario – nel piano focale, questo viene chiamato *campo di piena illuminazione*. Al suo interno, voi cogliete la luce dall'intero specchio; al di fuori di esso, viene persa un po' di luce. Voi vorreste che il campo di piena illuminazione sia centrato nell'oculare, ma, come potete vedere, non lo è; è slittato fuori dal primario. Questa è conosciuta come *collimazione non fuori asse*. Sebbene questa situazione non causi alcun grande problema, si può facilmente evitare.

Nella figura B, l'*offset* si raggiunge spostando il secondario verso il primario e allontanandolo dal foceggiatore. Ora il campo di piena illuminazione è centrato nell'oculare, ma il secondario non è più centrato nel tubo del telescopio. Questa è conosciuta come collimazione pienamente fuori asse (*fully offset collimation*).

Ma se desiderate il campo di piena illuminazione centrato nell'oculare con lo specchio secondario centrato nel tubo del telescopio? Si può fare come si può vedere nella figura C, regolando leggermente l'inclinazione di entrambi gli specchi. Ora l'asse ottico è leggermente ruotato all'interno del tubo del telescopio. In pratica questo non è un problema in quanto l'inclinazione non è mai superiore a una piccola frazione di grado. Questa è conosciuta come collimazione parzialmente fuori asse (*partially offset collimation*). È indubbiamente la situazione più diffusa, anche tra possessori di telescopi che non sono per nulla in grado di realizzare che il loro specchio secondario è del tutto fuori asse.

Se utilizzate un *sight tube* per centrare il secondario, come spiegato nel secondo passo, avete automaticamente messo fuori asse il secondario rispetto al primario, assicurandovi così che il campo di piena illuminazione sia centrato. (quando usate il *sight tube* voi fate in modo che il bordo vicino e quello lontano del secondario appaiano avere la stessa misura angolare. Questo significa che la distanza dal bordo più lontano del secondario dall'asse ottico è maggiore che quella tra il bordo vicino e l'asse ottico. Questo costituisce un fuori asse, *offset*.) Sia il fuori asse pieno che quello parziale forniscono una buona collimazione.

Se volete calcolare l'*offset*, usate questa semplice formula:

$$\text{Offset} = (\text{dimensioni del secondario}) / (4 \times \text{rapporto focale}).$$

Questo valore rappresenta quanto il secondario è fuori asse verso lo specchio primario e anche di quanto deve essere allontanato dal foceggiatore per una collimazione completamente fuori asse.