

COME COLLIMARE IL TELESCOPIO

Inutile effettuare lo Startest se il vostro telescopio non è perfettamente collimato

Telescopi Newton⁽¹⁾

La regolazione degli specchi primario e secondario è una semplice operazione che dovrebbe essere familiare a qualsiasi astrofilo. Se il tubo del telescopio è costruito in legno ed è esposto ad apprezzabili cambiamenti del tasso di umidità, è necessario sottoporre il telescopio ad un periodico controllo e alla collimazione degli specchi.

La collimazione normalmente si articola in due fasi:

1 collimazione preliminare, mediante la quale si ottiene in pochi minuti un allineamento geometrico delle ottiche durante il giorno;

2 collimazione precisa, che si effettua con l'ausilio di una stella osservata con un oculare a forte ingrandimento, e che per tentativi consente di ottenere la migliore immagine possibile.

La *collimazione preliminare* si esegue in modo molto semplice: si punta il telescopio verso un'estesa zona luminosa, per esempio il cielo diurno o il soffitto di una stanza. Tolto l'oculare, si guarda all'interno del tubo di messa a fuoco avendo cura di rimanere con l'occhio al centro dell'asse ottico. Vedremo direttamente lo specchio secondario (**fig. 9**, da A a C). Se l'occhio si trova in corrispondenza del fuoco, e se il diagonale è di dimensioni



La collimazione di un telescopio Newton...

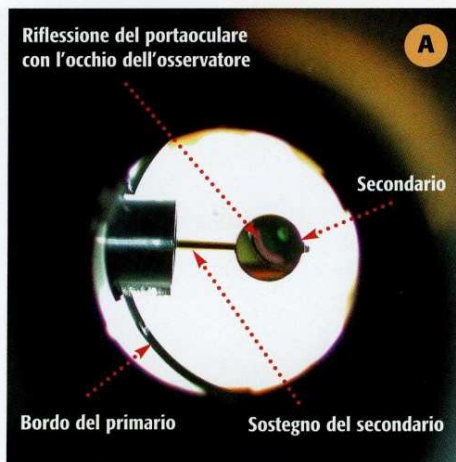
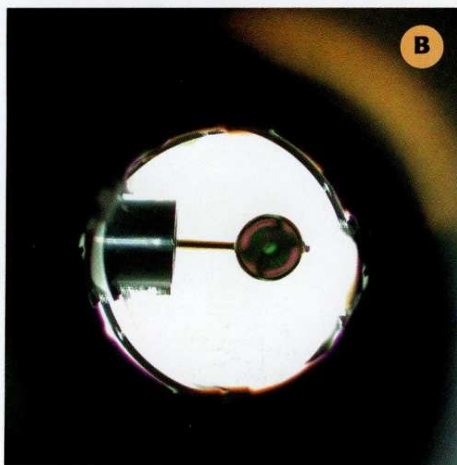


Figura 9. La collimazione preliminare degli specchi può essere eseguita anche di giorno oppure puntando il telescopio su un soggetto uniformemente luminoso. Nelle tre immagini sono illustrate le fasi salienti dell'operazione. Nella figura **A** nessuno specchio è stato ancora allineato; nella seconda (**B**) solo il secondario è stato allineato agendo sulle viti di collimazione per centrare il contorno del primario all'interno del secondario.



corrette, vedremo il contorno dello specchio primario leggermente all'interno del diagonale.

Infine, a causa della doppia riflessione, vedremo un terzo contorno, più piccolo: l'immagine del portaoculare e dell'occhio dell'osservatore riflessa nel diagonale. In generale, i due specchi all'inizio saranno malamente disallineati; l'aspetto potrebbe essere come la **9A**, in cui nessuno dei contorni è concentrico rispetto agli altri.

Il primo passo consiste nell'orientare lo *specchio diagonale* correttamente regolando le sue viti di collimazione per centrare il contorno dello specchio principale entro quello del diagonale. L'aspetto finale dovrebbe essere simile a quello della figura **9B**.

Verificheremo, naturalmente, che l'occhio sia esattamente allineato con l'asse del tubo portaoculare.

È utile ed opportuno utilizzare per questo scopo un foro di collimazione ottenuto, per esempio, togliendo le lenti ad un oculare a corta focale o praticando un foro nel fondo di un barilotto portapellicole. Siccome i contorni dei due specchi hanno diametri quasi uguali, la precisione di questo allineamento è sufficiente e non necessita di ulteriori controlli. In ogni caso, piccoli errori residui di allineamento del diagonale

non sono importanti in questa fase; il loro eventuale effetto sarebbe semplicemente che il campo totalmente illuminato non risulterebbe centrato esattamente nell'oculare. Dobbiamo anche verificare che l'asse del tubo portaoculare (reso perpendicolare al tubo per costruzione) sia rivolto esattamente verso il centro dello specchio diagonale. Se non lo fosse, allora anche se il fascio luminoso riflesso dallo specchio principale fosse perfettamente in asse, esso formerebbe un leggero angolo con l'asse dell'oculare. I fuocheggiatori sono dotati sovente di viti di regolazione per correggere questa inclinazione, ma si tratta di un lusso su cui si può anche risparmiare. In ogni caso gli oculari ortoscopici tollerano un'inclinazione del fascio di svariati gradi senza difficoltà, consentendo perciò un ampio errore di posizionamento. D'altro canto, se ci si trova ad usare una lente di Barlow inserita profondamente all'interno del tubo portaoculare, è necessario che l'allineamento sia piuttosto preciso; in caso contrario, la Barlow introdurrà coma.

Per la collimazione preliminare dello *specchio primario*, dobbiamo ora prendere in esame la piccola riflessione dello specchio diagonale. Essa deve essere centrata entro il contorno dello specchio principale usando le viti di regolazione che agiscono sull'inclinazione dello specchio principale, per ottenere l'immagine visibile nella figura 9C. I diametri delle immagini riflesse dei due specchi sono alquanto diversi, ed a questo punto è lecito aspettarsi un allineamento solo approssimativo dello specchio primario.

Chi ha scritto a proposito di questa operazione ha escogitato un notevole arsenale di dispositivi che aiutano in questo compito: schermi, diaframmi, forellini, e via discorrendo. Noi crediamo che questi dispositivi siano poco interessanti; essi sono tutti basati sull'assunto che lo specchio è esattamente una figura di rivoluzione. È meglio non fare questa assunzione ma contare, per la regolazione finale, sull'aspetto delle immagini stellari, come sarà descritto più avanti.

Questa procedura potrà dare luogo, in alcuni casi, ad un posizionamento ottimale del fascio luminoso leggermente disassato rispetto all'asse dello specchio primario - se, per esempio, lo specchio è leggermente astigmatico ⁽²⁾.

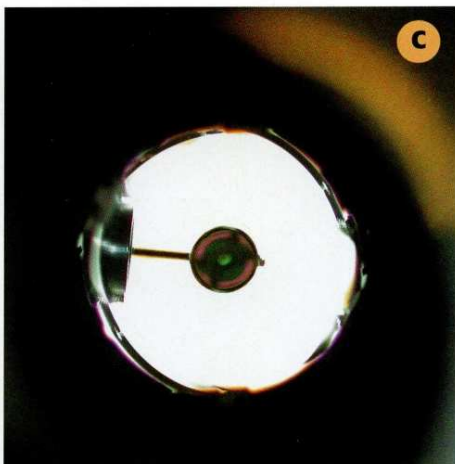
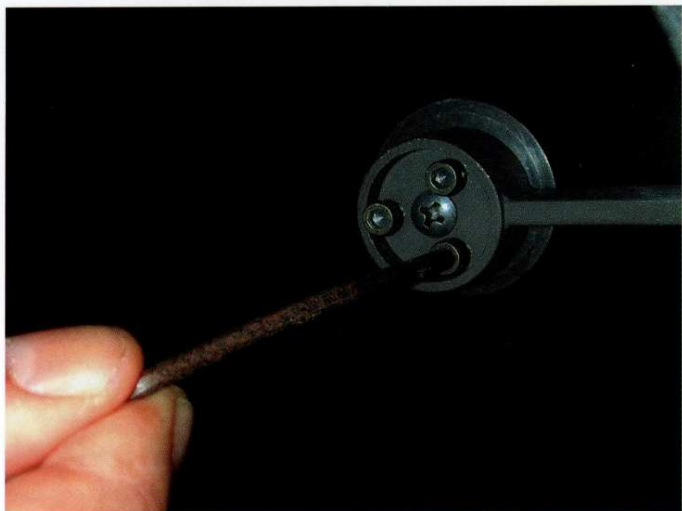


Figura 9C. Entrambe le ottiche, specchio primario e secondario, sono state allineate.



Il primo passo nell'allineamento delle ottiche in un telescopio Newton, consiste nell'orientare lo specchio diagonale correttamente, regolando le sue viti di collimazione.

La *regolazione finale*, ottenuta osservando una stella, richiede attenzione, ma le difficoltà non sono eccessive. Come indicazione della sensibilità di questa regolazione, notiamo che se uno specchio $f/6$ viene inclinato per spostare l'immagine sul piano focale di 0,25 mm esso produce un coma percettibile. Se le viti di posizionamento dello specchio hanno un pas-

so di circa 1,25 mm, questo spostamento corrisponde ad un quarto di giro della vite.

In condizioni ottimali, potrà essere percettibile anche l'effetto di una rotazione di $1/10$ di giro. Per uno specchio da 20 cm, i migliori risultati si ottengono con stelle di 3^a o 4^a magnitudine. Scegliere una stella piuttosto alta nel cielo per avere maggiori probabilità di ottenere una buona immagine. Oltre a questo, sarà evitata la possibilità che le viti di regolazione, che potrebbero trovarsi arretrate durante la regolazione, perdano il contatto con lo specchio principale ⁽³⁾. Al momento di dare l'ultimo tocco alla collimazione, sarà meglio, naturalmente, avvitare le viti fino a toccare leggermente lo specchio.

Siccome l'inclinazione dello specchio primario non è ancora stata fissata, non siamo ancora in grado di allineare ed usare il cercatore per localizzare la stella. Al posto del cercatore, localizzeremo e centeremo la stella usando l'oculare a più basso ingrandimento di cui disponiamo. Nella figura **10A** vediamo la complessa immagine stellare (che combina gli effetti del coma, dell'astigmatismo e della diffrazione) che può essere vista usando con uno specchio $f/6$ molto fuori dall'asse. Un allineamento preliminare anche molto grossolano non potrà dare luogo ad un disassamento così maldestro dello specchio primario. In ogni caso la distorsione dovuta al

coma è dominante, ed indica chiaramente da quale parte dell'oculare punta il fascio luminoso (come mostrato dalla freccia accanto all'immagine della stella). La parte superiore della **fig. 10** mostra le immagini sfuocate come appaiono allontanando l'oculare di qualche millimetro dal fuoco ottimale. Le immagini illustrate nella figura si ottengono con un oculare a medio ingrandimento, sufficiente a mostrare la direzione dell'eccentricità ed a permettere le correzioni iniziali. Per un operatore che lavora da solo, è più rapido procedere per tentativi piuttosto che provare a stabilire se il coma verrà ridotto avanzando o ritraendo una particolare vite. Se lavorate con un assistente, il procedimento sarà più semplice; l'operatore potrà tenere l'occhio all'oculare ininterrottamente mentre l'assistente eseguirà le correzioni. L'operatore, rendendosi conto in modo diretto degli effetti della regolazione delle varie viti, impartirà le istruzioni all'assistente in base al movimento dell'immagine, spostando l'immagine sempre nella direzione verso cui l'immagine è allungata (**fig. 10**, frecce nella parte inferiore del disegno). Se l'oculare non è troppo potente, questa operazione può essere eseguita anche senza far uscire la stella dal campo. Nei telescopi Cassegrain di piccole dimensioni, la regolazione dello specchio è par-



Nella seconda fase della collimazione di un Newton si deve intervenire sul primario, agendo sulle viti di regolazione poste sulla culatta del telescopio.

ticolarmente facile - l'osservatore può regolare le viti di collimazione da solo senza staccare l'occhio dall'oculare.

All'avvicinarsi dell'immagine all'asse (**fig. 10B**), l'osservazione dell'immagine sfuocata con un oculare a medio ingrandimento non è più sufficientemente sensibile. Ora dobbiamo inserire l'oculare più potente disponibile, e dopo ogni regolazione esaminare l'immagine messa a fuoco in modo ottimale (**fig. 10**, parte inferiore). Nella figura **10B**, illustrazione in basso, notiamo una disuniformità degli anelli di diffrazione causata da un leggerissimo coma (probabilmente correggibile con mezzo giro della vite di collimazione) ed anche l'effetto aggiunto della distorsione in tre punti dello specchio che appoggia sulle viti di posizionamento.

Le regolazioni finali delle viti si eseguono per mezzo di rotazioni di $1/4$ o $1/8$ di giro. Se l'osservatore è così fortunato da avere un'immagine di diffrazione ragionevolmente stabile, potrà raggiungere

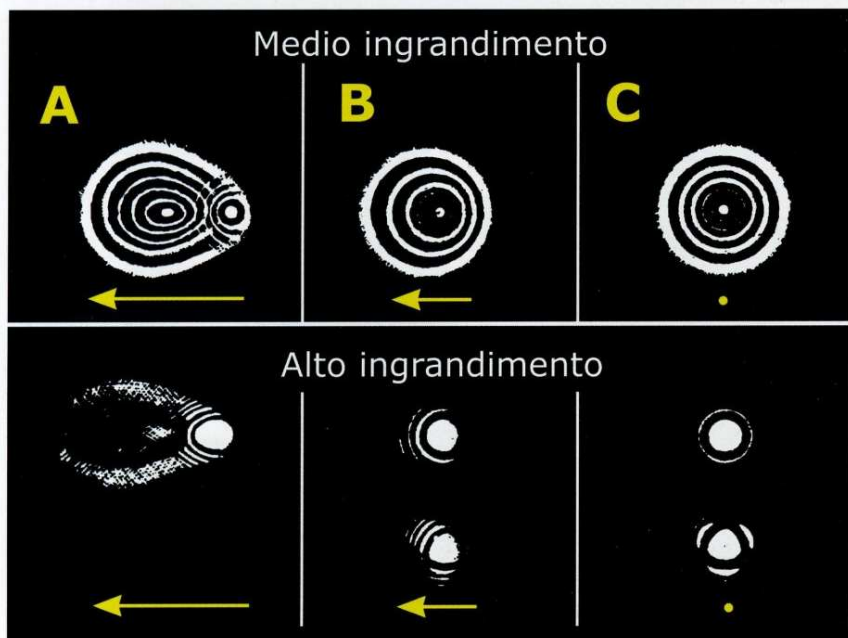


Figura 10. Nel riquadro **A** è visualizzata la figura formata da una stella sfuocata in uno specchio molto fuori asse (a medio ingrandimento sopra e ad alto ingrandimento in basso). In **B** si è operato uno spostamento dell'asse nella direzione dell'allungamento (vedi frecce). La figura **C** mostra come deve apparire l'immagine in uno specchio perfettamente centrato al termine dell'operazione.

una collimazione precisa in tempi rapidi. Altrimenti potrà restare un piccolo errore, ma risulterà scarsamente avvertibile in immagini di media qualità.

La figura 10C mostra l'immagine perfettamente centrata. La figura più in basso mostra l'ispessimento locale delle immagini dovuto alla flessione dello specchio in corrispondenza delle viti. Tramite una accurata regolazione sarà possibile rendere simmetrici questi ispessimenti. Anche la turbolenza atmosferica potrà creare immagini simili, ma in questo caso gli effetti saranno passeggeri e possono essere trascurati.

Potremmo discutere ancora delle procedure di collimazione, ma ci sono pochi vantaggi nell'insistere. Come nel caso della messa a fuoco, l'operazione è piuttosto istintiva; è più facile metterla in pratica che leggerne e capirne le istruzioni, anche se descritte nel migliore dei modi.

L'allineamento dei Cassegrain⁽¹⁾

Qui la procedura è leggermente diversa da quella descritta per i Newton, anche se le figure 9 e 10 restano applicabili anche a questo caso. La regolazione meccanica preliminare inizia nello stesso modo con l'orientazione dello specchio secondario.

Con il telescopio puntato su uno sfondo uniformemente illuminato, si guarda lungo l'asse del portaoculare, attraverso un forellino o un oculare di corta focale a cui sono state tolte le lenti. Il secondario è orientato correttamente quando l'immagine dello specchio primario, visto nello specchio secondario, è concentrico rispetto al bordo esterno del piccolo specchio. Questo è più facile da fare con precisione rispetto ad un Newton in quanto in questo caso il secondario è circolare ed appare solo leggermente più grande del diametro apparente dello specchio grande.

Il sottile anello scuro che separa le due immagini è sensibile ad ogni piccolo disallineamento.

La regolazione preliminare dello specchio principale (quando è prevista) è anch'essa più facile che nel caso dei Newton perché il suo foro centrale forma un cerchio di riferimento che è ideale per centrare il contorno riflesso del secondario, in quanto entrambi possiedono un diametro apparente molto simile. La prima regolazione può essere ritoccata se l'errore iniziale nell'inclinazione risultasse troppo grande.

Per la regolazione finale su una stella ogni piccolo ritocco che si rendesse necessario dovrebbe essere eseguito sull'inclinazione dello specchio primario, ma l'operazione è molto più semplice e rapida che nel caso di un Newton. Guardando una stella in prossimità dello zenit, dovremo prendere nota della direzione dell'allun-