

*Klaus Hünig*

# Il Telescopio di Newton

*Istruzioni per l'assemblaggio*



**AstroMedia** ✨

*Serie La Scienza hands-on*

ISBN 3-935364-01-6 - © Klaus Hünig – SunWatch



TRADUZIONE e DISTRIBUZIONE in ITALIA a cura di

reinventore

[www.reinventore.it](http://www.reinventore.it)



## Il telescopio riflettore

Le lenti per telescopi esistono dal 1609, quando il produttore di occhiali olandese, Jan Lippershey, si mise a vendere i primi telescopi (erano allora oggetti eccentrici) ai suoi stupefatti clienti. Il telescopio era fatto di una lente concava e di una convessa, produceva un'immagine dritta e aveva un ingrandimento di 3,5 volte. Galileo Galilei (1564-1642) migliorò questa invenzione, e fu il primo a fare osservazioni astronomiche con essa. Oggi quasi tutti i telescopi a lenti sono costruiti secondo i principi di Giovanni Keplero (1571-1630). Il suo telescopio, che si basa su due lenti convesse, produce un'immagine rovesciata, ma molto più grande e con migliore messa a fuoco che, naturalmente, sono i fattori più importanti per osservare il cielo.

Costruire grandi telescopi comporta tuttavia due problemi: in primo luogo, in una lente i raggi di luce divergono in fasci, come in un prisma. Questo può portare a una distorsione del colore e una messa a fuoco scadenti che possono essere corretti solo con grandi sforzi. In secondo luogo, più grande è il telescopio e più è pesante la lente: quindi il telescopio è più difficile da maneggiare.

Isaac Newton (1643-1727), naturalista e matematico, conosceva questo problema e lo risolse nel 1668 con l'invenzione di un telescopio in cui sostituì le lenti con uno specchio concavo. La luce era ora raccolta, riflessa e quindi diretta lateralmente a un oculare per mezzo di un piccolo specchio inclinato. Il primo telescopio di Newton, da lui stesso costruito con i propri strumenti speciali, aveva i diametri di 25 e 50 mm, una lunghezza focale di 300 mm e un ingrandimento di 30 volte. Così erano state gettate le basi per una nuova generazione di telescopi. Oggi quasi tutti i telescopi di grandi dimensioni, tra cui il telescopio spaziale Hubble, sono costruiti seguendo l'invenzione di Newton.

Le caratteristiche ottiche del telescopio riflettore di AstroMedia corrispondono approssimativamente a quelle del primo strumento costruito da Newton.

Lo specchio ha una lunghezza focale  $f = 450\text{mm}$  ("f" dal latino "focus" è l'abbreviazione di lunghezza focale). La sua curvatura è sferica, cioè presenta la stessa superficie rotonda come se fosse un globo. Uno specchio sferico concavo ha uno svantaggio: i raggi luminosi riflessi dal bordo si incontrano un po' più vicino allo specchio di quelli riflessi dal centro, provocando una leggera distorsione nel punto focale. Tuttavia, poiché questa distorsione non è significativa e tali specchi sono relativamente facili da molare, ciò nondimeno si trovano in piccoli telescopi. Nei telescopi con aperture più larghe e ingrandimenti più forti sono utilizzati specchi con curve paraboliche. Questi sono ovviamente più difficili e costosi da produrre, ma il risultato è che tutti i raggi di luce si incontrano in un punto.

Lo specchio principale di questo kit è fatto di vetro smerigliato e levigato e ha un rivestimento di alluminio vaporizzato.

Lo specchio di questo kit di AstroMedia è stato appositamente progettato e realizzato da parte della BAADER Planetarium, il principale produttore tedesco di strumenti astronomici. Gli oculari sono realizzati con lenti acriliche.

Grazie ai consigli da amico di Wolfgang Busch Ahrensburg, si è trovato un adattamento per le lenti che riduce le distorsioni e le variazioni di colore, mantenendo un livello di qualità molto alto. Un telescopio di cartone non può mai, ovviamente, competere con gli strumenti di fabbrica realizzati in materiali massicci, ma questo kit vi darà la possibilità di seguire le orme di Newton e alla fine sarete altrettanto sorpresi del risultato come lo fu Newton con il suo primo telescopio riflettore.

## Suggerimenti per un assemblaggio di successo

1. Siete pregati di leggere completamente le istruzioni prima dell'inizio di ogni passo e di concedervi il tempo sufficiente. Sarete ricompensati con un telescopio riflettore più bello e preciso.
2. Prima di rimuovere qualsiasi pezzo, tagliate le piccole giunture che lo tengono nel suo posto con un coltello affilato. Staccate solo il pezzo di cui avete attualmente bisogno.
3. Ci sarà una scanalatura dove il cartoncino deve essere piegato. Le scanalature a volte devono essere piegate all'indietro e talvolta in avanti. "Piegare all'indietro" significa piegare lontano da se stessi guardando la scanalatura. "Piegare in avanti", significa piegare verso se stessi. Dopo la piegatura, lisciate la piega con la parte sottostante del pollice per migliorare il risultato.
4. Di norma le zone da incollare sono contrassegnate in grigio sul davanti dei fogli di cartoncino. Utilizzate una colla universale con solvente (colla bicomponente) che ha il vantaggio rispetto alle colle a base d'acqua di non alterare il cartoncino e di asciugare più velocemente.
5. Se desiderate che i pezzi piccoli asciughino più velocemente, mettete generosamente colla su un lato, premete le due superfici da incollare insieme in modo che la colla venga trasferita su entrambe le superfici, separate e soffiate due o tre volte sulla colla fin quasi a seccarla, quindi premete le due parti assieme accuratamente e con forza. La colla si attaccherà immediatamente. Questo metodo deve essere evitato con gli specchi e le lenti poiché la colla può lasciare delle striature sulla superficie.
6. Avete anche bisogno di un po' di nastro adesivo, un paio di forbici, una coppia di elastici di media misura, 2 paia di fermagli e 10 robuste mollette da bucato. Per una regolazione accurata dello specchio principale sono necessari una squadra da disegno o di un righello, un pennarello con punta sottile in grado di scrivere su vetro e una palla di vetro con fondo a specchio (per esempio, come quelle utilizzate per decorare l'albero di Natale).
7. Se siete un perfezionista potete annerire, prima di montarli, con un pennarello nero, i bordi bianchi dei diaframmi che avete tagliato, i portaobiettivi, ecc.
8. Dopo che la colla si è asciugata si possono sfregare i bordi sporgenti con carta vetrata o una lima fine..
9. Consigli per gli specchi: lo specchio principale e gli specchi secondari sono rivestiti sulla superficie esterna da una pellicola di alluminio depositato a vapore che, nonostante una pellicola protettiva di quarzo, li rende molto più delicati degli specchi argentati sul retro. Evitate di toccare le superfici a specchio con le dita e, se necessario, pulite con alcool e un panno privo di lanugine. Il film di alluminio del piccolo specchio rettangolare secondario è ricoperto da una pellicola protettiva. Questa pellicola non verrà rimossa finché non sia completata la costruzione.
10. Nota speciale per le persone esperte in attività artigianali: è possibile effettuare il montaggio del telescopio rendendolo ancora più stabile tagliando del cartoncino rigido, da interporre, per una perfetta aderenza, tra alcune delle coppie di carte fornite in questa dotazione. Tra queste sono inclusi i componenti [C3] + [C4], [C5] + [C6], [H1] + [H2], [J1] + [J2] (la dimensione di [J2] senza le linguette del piede) e [J3] + [J4] (la dimensione di [J4]. Tuttavia si deve tener presente che le dimensioni del pezzo del ponte [J5] e le incollature sulla piastra di base [H1] sono correlate allo spessore normale delle pareti.

## Istruzioni:

### Il corpo principale e il connettore dell'oculare

Il tubo è l'effettivo telescopio riflettente. Il grande specchio principale si trova all'interno di una estremità mentre, all'altra estremità, nell'apertura si trova il piccolo e diritto specchio angolato che raccoglie e riflette l'immagine focalizzata - dallo specchio primario - ad angolo retto nell'oculare.

Il tubo è costituito da due segmenti più grandi e da due segmenti più piccoli che sono collegati tramite le lunghe linguette incollate dei tre diaframmi interni.

**Passo 1** Il pezzo dell'asse [A1] è uno dei due segmenti grandi su cui verrà in seguito incollato l'asse che permette al tubo di muoversi in su e in giù. Rimuovete il pezzo dell'asse dal foglio di cartoncino e piegate tutte le scanalature indietro. Incollatelo per il lungo dietro il lato opposto in modo da formare un tubo esagonale.

**Passo 2** Il pezzo del mirino [A2] è il secondo segmento di grandi dimensioni. L'alzo del mirino [G3] e [G4] vi sarà poi incollato sopra. Piegatelo e incollatelo insieme come avete fatto per l'asse del tubo.

**Passo 3** Rimuovete il pezzo del cartone rotondo dai tre diaframmi interni [A3], [A4] e [A5]. Ogni linguetta attorno all'esagono ha marcata una linea bianca nel mezzo della sua superficie frontale di color grigio. Piegate le linguette all'indietro in modo che il lato con la linea bianca si trovi all'esterno e il lato nero si trovi all'interno.

**Passo 4** Mettete uno dei diaframmi esagonali interni nell'estremità del pezzo dell'asse (dapprima senza colla) che presenta la dicitura "hier die stößt Markierung -111 - des Visiersegments un" e spingete il diaframma dentro il tubo esagonale in modo che le linee segnate sulle sei linguette si trovino esattamente sul bordo del tubo. Ora tutte le linguette aderiscono per metà sull'apertura del pezzo dell'asse. Incollate in questa posizione spingendole fuori, ricoprendo di colla il rivestimento interno del tubo, reinserendo il diaframma e premendo saldamente in quella posizione le linguette.

**Passo 5** Attendete che la colla sia asciutta e poi fate una prova (senza colla), ponendo il pezzo del mirino [H2] sopra le linguette del diaframma in modo che l'istruzione "Markierung -111 -" si trovi direttamente accanto alla dicitura "hier stößt die Markierung -111 - des Visiersegments un". Ora rimuovete il pezzo del mirino e spalmate di colla l'interno nel punto appropriato e mettetelo sul pezzo [A1] con le linguette all'interno.

**Importante:** assicuratevi che i due tubi aderiscano l'uno contro l'altro senza lasciare spazi vuoti. Premete saldamente dall'interno nella loro posizione le linguette fino a quando non si siano saldate. Tenete tutto in posizione verticale mettendo un peso leggero sulla parte superiore fino a quando la colla non sarà asciugata.

**Passo 6** Incollate gli altri due diaframmi interni nelle estremità del tubo montato nello stesso modo come sopra descritto con la linea della linguetta sporgente per metà fuori dal tubo.

**Passo 7** Lo specchio principale sarà poi fissato nel pezzo dello specchio [A6] e il mirino [G1] + [G2] sarà poi posto su

questo pezzo. Piegate il pezzo dello specchio e incollate in modo da formare un tubo corto di forma esagonale, che ha lo stesso diametro del tubo già esistente che comprende il pezzo dell'asse e il pezzo del mirino.

**Passo 8** Incollate il pezzo dello specchio [A6] alle linguette sporgenti dalla fine del pezzo dell'asse facendo attenzione che la dicitura "- 222 -" si trovi sopra la linea e che non vi siano spazi vuoti o incrinature tra i pezzi.

**Passo 9** Rimuovete l'area centrale esagonale dove va collocato l'oculare dal pezzo [A7]. Piegatelo e incollatelo per formare un tubo esagonale. Non collegatelo ancora al resto del corpo.

**Passo 10** Piegate all'indietro le cinque scanalature più lunghe del connettore oculare [B1] in modo da formare un corto esagono. Questo non diventerà un esagono usando la colla, ma con del nastro adesivo dall'interno. Il nastro adesivo dovrebbe saldare solo i bordi del tubo e non le linguette. Mettete il nastro per la metà della sua larghezza su un bordo del tubo e quindi premete l'altro bordo del tubo sul nastro adesivo che sporge per tutta la sua lunghezza. Fate attenzione che il connettore oculare non sia troppo stretto per gli oculari. In primo luogo per essere assolutamente sicuri di poter completare i passi 32 e 39 incollando le aste dell'oculare [F1] e [F5] per verificare se gli oculari possono muoversi su e giù sul connettore oculare senza troppi problemi. Potrebbe darsi il caso di dover tagliare il nastro e di rifare l'operazione. Piegate verso l'esterno le linguette, in altre parole non verso l'interno del tubo.

**Passo 11** Inserite il connettore oculare dall'interno attraverso il foro esagonale nel pezzo dell'oculare [A7].

**Importante:** assicuratevi che le due linguette tagliate diagonalmente si trovino sul lato lontano dalla dicitura "333", cioè verso dove si trova stampato "hierhin kommt die Öffnungsblende". Questo per garantire che il supporto dello specchio secondario [D1] possa essere incollato correttamente in un momento successivo. Quando siete sicuri di sapere in che modo gira, rimuovetelo, incollate le linguette in fondo e reinseritelo, premendo le linguette con decisione per bloccarlo. È possibile effettuare questa operazione, tenendo l'intero pezzo schiacciato e premendo sulle linguette dall'esterno. Assicuratevi che il tubo oculare sia ad angolo retto rispetto al tubo principale. Verificate con una squadra da disegno o con l'angolo di uno dei fogli di carta.

**Passo 12** Piegate in avanti la lunga scanalatura dell'anello del connettore dell'oculare inferiore [B2] e piegate all'indietro le cinque corte scanalature. Il risultato è una catena di 6 legami ciascuno dei quali ha una sezione adiacente. Posizionate questa catena intorno al connettore dell'oculare in modo che le sezioni separate stiano distese sul tubo del pezzo dell'oculare e incollate in questa posizione. Piegate le scanalature dell'anello del connettore dell'oculare superiore [B3] nel retro e incollatelo intorno all'apertura del connettore dell'oculare.

**Passo 13** Mettete il pezzo dell'oculare [A7] con il connettore dell'oculare assemblato sopra le rimanenti linguette sul corpo principale assicurandovi che i segni "-333 -" siano

allineati. (Le linguette diagonali sul connettore dell'oculare puntano verso l'apertura anteriore del corpo principale). Qui incollate come avete fatto prima facendo attenzione che i due tubi stiano uno di fronte all'altro senza spazi vuoti. Premete le linguette con decisione fintanto che non siano saldate.

**Passo 14** Tagliate le parti dei tre anelli [A8], [A9], [A10]. Mettete la colla intorno alle giunture del corpo principale del telescopio, dove i due pezzi si incontrano.

**Passo 15** Incollate assieme gli assi dei dischi [C3] e [C4] per formare un disco a doppio spessore. Assicuratevi che i bordi siano allineati correttamente: altrimenti dovrete, quando si saranno asciugati, levigarli per dar loro una forma arrotondata. Ripetete con l'altra coppia [C5] e [C6].

**Passo 16** Attaccate il blocco a doppio strato dell'asse destro esattamente al centro della base destra dell'asse [C1], il blocco sinistro, sulla base sinistra dell'asse [C2]. Per garantire che si trovino al centro potete mettere uno spillo attraverso i segni che si trovano al centro dei blocchi degli assi e delle basi. Aspettate fino a quando la colla non si sia seccata.

**Passo 17** Incollate sul lato non stampato – ponendola esattamente al centro dei contrassegni corrispondenti al pezzo dell'asse del tubo - l'unità risultante dalla base e dal blocco di destra,. Fate lo stesso con quella di sinistra.

**Passo 18** Ricoprite di colla il blocco dell'asse di destra e attaccate il disco di copertura dell'asse di destra [C7] su di esso. Il segno con grado zero "0" dovrebbe stare esattamente sopra la piccola freccia bianca che si trova sul bordo del tubo e il numero negativo "-80" dovrebbe essere rivolto verso il tubo dell'oculare. Tra la base dell'asse e il disco di copertura vi trovate ora una fessura in cui più tardi verranno montati in alto i bracci posteriori dei cuscinetti a sfera dei due supporti di montaggio. Ripetete la procedura con il coperchio del disco dell'asse di sinistra [C8] corrispondente.

Il tubo è ora finito e pronto per il fissaggio degli elementi ottici.

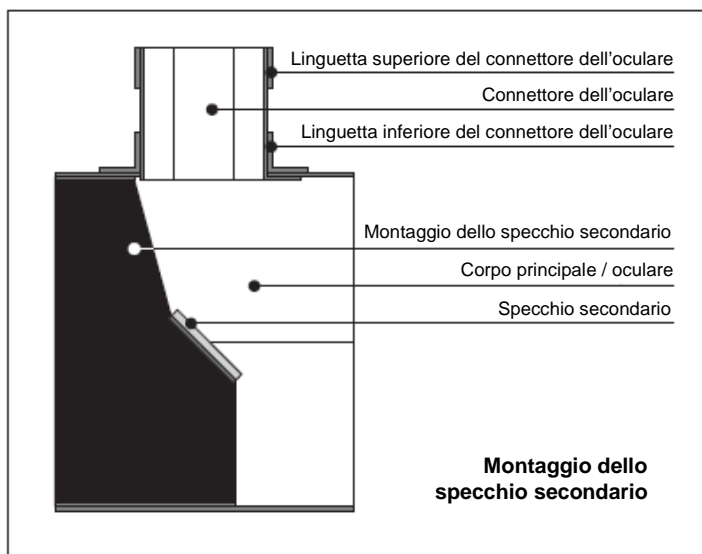
## Lo specchio secondario

*Lo specchio secondario di misura 15,5 x 22 mm indirizza i raggi luminosi provenienti dallo specchio principale ad angolo retto nell'oculare. Va tenuto esattamente al centro del corpo principale inclinato a 45 gradi rispetto al suo asse e posto direttamente sotto il connettore dell'oculare. Pertanto è particolarmente importante rendere fissa con cura la piastra di montaggio dello specchio [D1].*

**Passo 19** Piegate all'indietro la parte principale dello specchio secondario da montare [D1] verso la lunga scanalatura in modo che le due metà non stampate siano unite reciprocamente a contatto. Piegate le due piccole linguette rettangolari, inclinate in avanti così come le due grandi linguette sul fondo e le due strette linguette in testa. Incollatele insieme, con cura, alla parte principale assicurandovi che non vi sia colla sulle linguette. Premete, mentre si asciuga, la parte principale in modo che rimanga dritta.

**Passo 20** Piegate le due piccole linguette diagonali separate l'una dall'altra in modo da formare una piastra ad angolo retto per lo specchio secondario che è a 45 gradi rispetto al supporto dello specchio piegato all'indietro. Incollate in questa posizione lo specchio, sul lato senza pellicola, assicurandovi che - non appena sia asciugato - le linguette su cui è incollato lo specchio non si pieghino verso l'uno o l'altro lato ma rimangano ad angolo retto rispetto al supporto dello specchio. Lo specchio è coperto da una pellicola protettiva bluastrea che deve essere rimossa solo dopo che la colla si è asciugata. Sollevate un angolo della pellicola con un taglierino e staccatela con la massima cura.

**Passo 21** Piegate le due larghe linguette che si trovano in basso e le due strette linguette di testa lontane tra di loro e provate il supporto dello specchio nell'oculare del corpo principale. Non incollate in questa fase. Lo specchio deve puntare nel corpo principale. Le linguette di testa del supporto dello specchio devono trovarsi sul lato dell'oculare del corpo principale e coprire l'intera larghezza della faccia del tubo. Le due linguette in basso devono trovarsi allo stesso modo sulla faccia opposta. Spingete il supporto dello specchio finché è non si trovi a filo con l'estremità del corpo principale e fissate le linguette con 4 graffette.



**Passo 22** Ora guardate attraverso il connettore dell'oculare. A causa dei diaframmi si dovrebbe vedere un'immagine di forma circolare attraverso l'altra estremità del telescopio. Questa immagine circolare deve trovarsi al centro dello specchio secondario.

Se l'immagine è fuori da un lato o dall'altro, dovrebbe essere sufficiente una leggera pressione sullo specchio nell'altra direzione per correggere questa sfasatura. Per fortuna si tratta di un cartone molto malleabile e che tollera errori materiali.

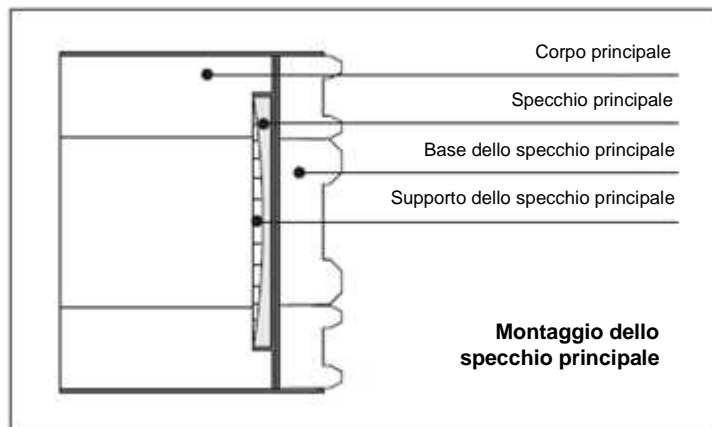
Non attaccate ancora al suo posto il supporto dello specchio.

## Lo specchio principale

*Lo specchio principale ha una lunghezza focale di 450 mm (abbreviata in "f" dal latino "focus"). Questo significa che mette a fuoco la luce parallela in un punto lontano 450 millimetri dalla sua superficie.*

Questo punto si troverebbe a circa 28 millimetri di fronte alla estremità del corpo principale se lo specchio secondario non avesse deviato lateralmente la luce nell'oculare.

I passi sotto descritti devono essere eseguiti con attenzione e lentamente. La superficie anteriore dello specchio è molto sensibile a graffi e ai fili lasciati dalla colla, nonostante vi sia la protezione di uno strato di quarzo depositato a vapore sopra l'alluminio.



**Passo 23** Piegate all'indietro le sei linguette della base della piastra dello specchio principale [E1]. Agli angoli di ogni linguetta ci sono piccole maniglie. Queste sono fatte per facilitare la regolazione dello specchio e devono essere tagliate via più tardi, solo dopo il successo del montaggio.

**Passo 24** Piegate in avanti le 36 linguette del supporto dello specchio principale [E2] e assicuratevi che il sottile bordo esagonale non sia piegato. Incollate questo bordo esagonale centralmente sulla base della piastra [E1]. Le linguette non dovrebbero avere colla sopra di loro. Tenete schiacciato il pezzo finché non sia asciutto.

**Passo 25** Piegate completamente le linguette così da formare una sorta di palizzata rotonda, applicate la colla sul bordo interno nonché all'interno circolare della base, e inserite lo specchio principale con sul fondo la parte piatta non argentata. Tenete lo specchio solamente per i bordi e non toccate la superficie argentata. Esercitate una lieve pressione mettendo un elastico intorno all'anello delle linguette in modo che facciano presa uniformemente e leggermente. Posate il tutto su una superficie piana e esercitate una leggera pressione fino a che non sia asciutto. Mettete un panno tra lo specchio e il peso che adoperate. È importante che lo specchio stia piatto e anche sul cartone. **Lasciate asciugare completamente prima di spostarlo.**

Le piccole quantità di colla che possono trovarsi sul bordo dello specchio non influenzano la visione ottica poiché, a questo scopo, non viene utilizzata una fascia di 5 millimetri attorno al bordo.

**Passo 26** Dovete ora, ai fini della regolazione della visione, disegnare una piccola croce esattamente al centro dello specchio principale. La qualità ottica non diminuirà a causa di questo segno perché lo specchio secondario impedisce comunque che la luce cada sullo spazio che si trova al centro dello specchio principale. Misurate esattamente il punto del centro con una squadra da disegno o un righello e fate questo segno con un pennarello dalla punta sottile.

**Passo 27** Inserite il blocco assemblato dello specchio principale, senza mettere colla, nella parte posteriore del corpo principale, iniziando dallo specchio. Spingete fino a che le linguette non si trovino a filo con la parte finale del corpo dello strumento e rimangano sporgenti solo le maniglie di regolazione. Lo specchio principale è ora grosso modo sistemato. Fissate provvisoriamente in quella posizione le linguette con 6 graffette o mollette.

**Passo 28** Assicuratevi che l'apertura del telescopio non sia rivolta verso il sole e guardate nel connettore dell'oculare. La luce proveniente dall'apertura frontale del telescopio è ora riflessa dallo specchio principale. Nel mezzo di questa chiazza circolare di luce si può vedere lo specchio secondario, che appare come un quadrato poiché è inclinato a 45 gradi.

## La regolazione principale

Per effettuare le osservazioni da terra durante il giorno, come guardare i crateri della luna o le macchie solari sul sole, sono sufficienti di norma le operazioni più sotto descritte.

(Importante: è necessario utilizzare un filtro solare per guardare il sole.)

Con po' di fortuna, sarete anche sufficientemente in grado di osservare sorgenti luminose di notte, come ad esempio la luna di Giove, in modo che la regolazione più raffinata (passo 56) possa essere evitata.



**Passo 29** Guardate - attraverso il connettore dell'oculare - nello specchio secondario. Se il montaggio è stato fatto bene, lo specchio principale apparirà come una perfetta forma rotonda con, al centro, il quadrato dello specchio secondario. Ora spostate l'occhio di nuovo ad un punto in cui lo specchio secondario sembra riempire completamente l'apertura del connettore dell'oculare. Posate l'occhio direttamente in verticale sopra l'oculare.

Se gli specchi secondari e principali sono montati in modo corretto, dovrebbe apparire - al centro dello specchio secondario - la pupilla del vostro occhio e il segno al centro dello specchio principale dovrebbe trovarsi al centro della pupilla.

Verificate voi stessi se qualche linguetta di regolazione debba essere spostata un po' in dentro o un po' in fuori dagli specchi in modo che la vostra pupilla e il segno del centro siano allineati correttamente.

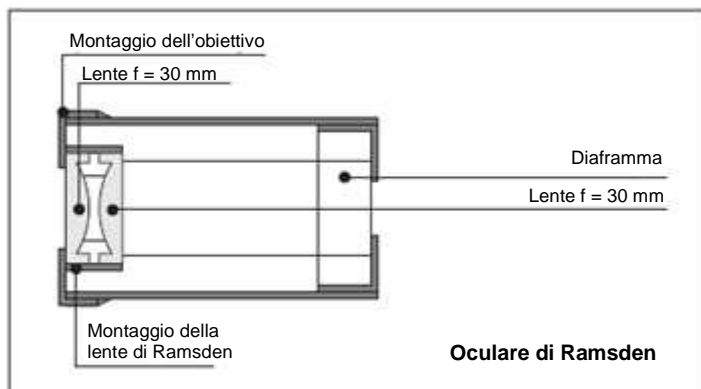
Dopo la regolazione del montaggio, lo specchio principale dovrebbe trovarsi nel fondo del tubo come lo era prima. Più l'allineamento è esatto, migliore è la regolazione dello specchio principale. Fissate nuovamente le linguette con mollette.

**Passo 30** Se la pupilla non si trova al centro dello specchio secondario ci possono essere vari motivi:

- 1) Lo specchio secondario può non trovarsi direttamente sotto il connettore dell'oculare. In questo caso il supporto dello specchio secondario deve essere un pochino spinto o dentro o fuori dal corpo principale.



2) Lo specchio secondario non è esattamente a 45 gradi rispetto all'asse del corpo principale. In questo caso, dovrebbero spostarsi solo le linguette della testa o del fondo del supporto dell'oculare



## Gli oculari

*Le due oculari hanno una diversa lunghezza focale, rispettivamente di  $f = 15\text{mm}$  e di  $f = 28\text{mm}$ , in modo da rendere possibili diversi ingrandimenti.*

*L'ingrandimento viene calcolato dalla lunghezza focale dello specchio principale diviso per la lunghezza focale dell'oculare ovvero  $450/15 = 30$  e  $450/28 = 16$ .*

*Le lenti sono prodotte in vetro acrilico sono tutte di forma piano-convessa (un lato è piatto e l'altro convesso).*

*L'oculare di 15 millimetri è costituito da due lenti con  $f = 30\text{mm}$  e si definisce "oculare di Ramsden" dal nome del suo inventore. Serve a ridurre le distorsioni del colore dell'obiettivo mediante l'uso della seconda lente chiamata "lente di Ramsden". Il lato curvo di questa lente è rivolto verso l'obiettivo.*

*L'oculare di 28mm con tre lenti dispone di una correzione del colore e di una messa a fuoco particolarmente buone.*

**Passo 31** Solo tre delle cinque lenti che trovate nella confezione hanno la stessa lunghezza focale  $f = 30\text{mm}$ , la quarta ha una lunghezza focale di  $f = 49\text{ millimetri}$  e la quinta di  $f = 65\text{mm}$ . Poiché sembrano tutte molto simili e presentano lo stesso diametro, è necessario innanzitutto stabilire per ogni obiettivo la sua lunghezza focale.

Posate ogni obiettivo su una carta stampata con il lato curvo rivolto verso il basso. Alzateli lentamente e quando il progressivo ingrandimento all'improvviso va fuori fuoco e si rovescia a testa in giù, la distanza della lente dalla carta corrisponde alla sua lunghezza focale.

**Passo 32** Piegate e incollate l'albero dell'obiettivo di 15 millimetri [F1] per formare un tubo esagonale, con il lato nero verso l'interno.

**Passo 33** Staccate il piccolo disco dal centro dell'obiettivo di 15 millimetri [F2], costruendo di conseguenza una pupilla. Piegate le sei linguette all'indietro.

Prendete una delle lenti con  $f = 30\text{mm}$  e incollatela con la parte piatta posata sul lato nero non stampato dell'obiettivo che state montando. Metteteci un po' di colla ma non troppo e non fino al bordo della pupilla, altrimenti viene strizzata sulla lente quando la lente viene pressata sul cartone.

Posizionate la lente esattamente nel centro della pupilla. Lasciate asciugare.

**Passo 34** Staccate il pezzo della lente di Ramsden [F3]. Si tratta di una stretta striscia di carta. Piegate tutte le scanalature all'indietro e incollatela per formare un anello esagonale.

Dopo che si è asciugata la lente dell'obiettivo [F2] fate scivolare l'anello [F3] sulla lente. Dovrebbe starci piuttosto stretto e toccare la lente che state montando con il bordo su tutti i lati. Rimuovete nuovamente l'anello, mettete qualche goccia di colla intorno all'obiettivo e fate scivolare l'anello per una seconda volta sulla lente. Lasciate asciugare.

**Passo 35** Ora prendete una seconda lente da  $f = 30\text{mm}$ . Questo è l'obiettivo Ramsden. Posizionate con il lato piatto verso la vostra superficie di lavoro. Ruotate l'obiettivo che state montando a testa in giù e fate scivolare l'anello aperto sulla lente Ramsden. Le superfici curve della lente dell'obiettivo e la lente Ramsden stanno una di fronte all'altra. Rimuovete nuovamente la lente Ramsden, mettete alcune gocce di colla intorno all'interno dell'anello e fatelo scivolare nuovamente sulla lente Ramsden che, quando la colla si sarà asciugata, dovrebbe trovarsi a filo con il bordo esterno dell'anello. Fate attenzione a non sporcare di colla la superficie della lente. Lasciate asciugare.

**Passo 36** Staccate il piccolo disco dal centro della base del diaframma dell'oculare di 15 millimetri [F4] e piegate le sei linguette in avanti. Come per un giro di prova, fate scivolare il diaframma, per primo quello esagonale, nella parte finale dell'albero dell'oculare [F1], dove non ci sono segni sul cartone grigio. Fatelo scivolare fintantoché le linguette non siano a filo del bordo dell'albero. L'apertura del diaframma deve trovarsi a un buon 7 millimetri di distanza dal bordo dell'albero. Incollate il diaframma in questa posizione.

**Passo 37** Incollate le linguette dell'obiettivo che state assemblando all'altra estremità dell'albero con le linguette dell'obiettivo sulla parte esterna che copre i segni grigi e all'interno dell'albero l'obiettivo e le lenti Ramsden. Lasciate asciugare. L'oculare di 15 millimetri è ormai terminato.

**Passo 38** Piegate e incollate l'albero dell'oculare da 28 millimetri [F5] per formare un tubo esagonale, con il lato nero verso l'interno.

**Passo 39** Rimuovete il piccolo disco dal centro del montaggio per la lente Ramsden dell'oculare da 28 millimetri [F6]. Piegate le sei linguette in avanti. La forma che risulta è una "camera" esagonale aperta con le pareti nere all'interno e solo un "piano" esagonale con un foro che è nero su entrambi i lati. Ora prendete la lente con  $f = 49\text{mm}$ . Questo sarà l'obiettivo Ramsden. Posizionate all'esterno sul "pavimento" del montaggio con il lato curvo contro il foro e direttamente nel centro. Qui troverete i segni di marcatura per aiutarvi a centrarlo. Incollate in questa posizione. Lasciate asciugare.

**Passo 40** Fate scivolare la lente di montaggio [F6], la prima lente Ramsden, nell'estremità dell'albero dell'oculare [F5] che presenta le marcature con linguetta grigia, finché le linguette di montaggio si trovino a filo con il bordo dell'albero. Incollate il montaggio in questa posizione.

**Passo 41** Rimuovete il piccolo disco dal centro del montaggio dell'obiettivo [F7] e piegate le sei linguette all'indietro. Prendete l'ultima lente con  $f = 30\text{mm}$ , questo è

l'obiettivo dell'oculare da 28mm. Incollate posando il suo lato piatto sulla superficie nera non stampata dell'obiettivo che state montando centrandolo esattamente sulla pupilla. Fate attenzione ancora una volta che la colla non sia strizzata al centro della lente quando viene pressato sul cartone. Lasciate asciugare.

**Passo 42** Inserite l'obiettivo che state montando nella stessa estremità dell'albero come nel montaggio della lente di Ramsden. I lati curvi dell'obiettivo e la lente di Ramsden sono quindi di fronte l'una con l'altra. Incollate le linguette dell'obiettivo che state montando all'albero dell'oculare.

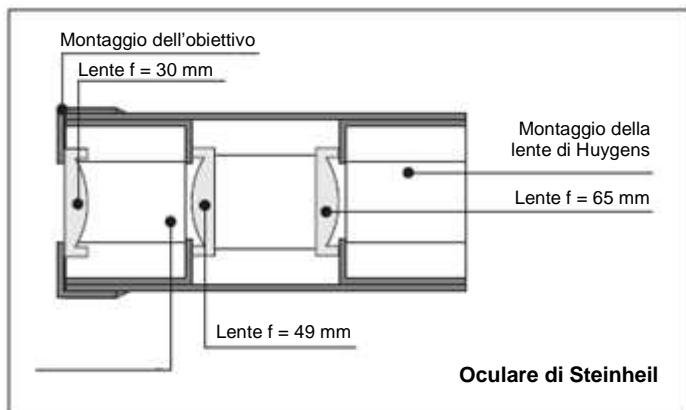
**Passo 43** Rimuovete il disco dal centro del pezzo del montaggio per la lente di Huygens dell'oculare da 28 millimetri [F8] e piegate le sei linguette in avanti, in modo da avere una camera aperta, esagonale, nera. Prendete la lente con  $f = 65\text{mm}$ . Questo è l'obiettivo Huygens. Incollatelo con il lato curvo contro l'esterno del pavimento della camera, ancora una volta, esattamente centrato sulla pupilla. Lasciate asciugare.

**Passo 44** Fate scivolare per primo la lente del pezzo [F8], nell'estremità aperta dell'albero dell'oculare [F5] fino a che le linguette siano a filo con il bordo dell'albero. Incollate in questa posizione. Ora tutte le parti ottiche del telescopio sono finiti ed è possibile provare i diversi oculari. Essi dovrebbero essere in grado di muoversi agevolmente nel connettore oculare, ma anche essere in grado di rimanere stabili in qualsiasi posizione. Se necessario, è possibile incollare piccoli pezzi di carta nell'interno del connettore per creare un po' più attrito.

#### Nota per portatori di occhiali

Può essere necessario in alcuni casi accorciare gli oculari in modo che possano essere ulteriormente spinti nel connettore oculare.

L'immagine è messa a fuoco spostando l'oculare nel connettore. Per gli oggetti terrestri più vicini deve essere tirato fuori di più che per gli oggetti astronomici. Sorprendentemente non si può più vedere lo specchio secondario nell'immagine. Questo si può spiegare perché la luce proveniente da un oggetto lontano attraverso l'apertura telescopio cade su ogni singolo punto dello specchio principale nello stesso modo e da lì viene diretta sullo specchio secondario. Se è coperta una parte dell'apertura, come è il caso con lo specchio secondario, l'immagine rimane invariata. Ma diventa un po' più scuro in quanto ora solo una parte dello specchio principale è utilizzata per raccogliere la luce.



**ATTENZIONE: Non puntate il telescopio verso il sole senza che ci sia sopra il filtro.**

## I mirini

*Per essere in grado di puntare rapidamente il telescopio verso un oggetto particolare ci sono due mirini che sono noti dalla tecnica con il termine di "diottria".*

**Passo 45** Rimuovete i quadratini dalle due metà del mirino frontale [G1] + [G2]. Piegate le linguette del fondo in avanti e incollate insieme le due metà con i lati non stampati rivolti l'uno verso l'altro. Dopo che si è tutto asciugato, incollate le linguette del fondo del mirino che avete terminato sulla posizione contrassegnata nel mezzo del pezzo dello specchio che si trova non lontano dallo specchio principale.

**Passo 46** Ripetete il procedimento con le due metà del mirino [G3] e [G4] e incollate sulla posizione contrassegnata nel mezzo del pezzo del mirino sul corpo principale.

Avvertenza: Non guardate mai il sole attraverso il mirino



## Il montaggio

*Chiunque tenga in mano un telescopio con più di 8-10 ingrandimenti, otterrà un'immagine sempre instabile perché i piccoli movimenti del braccio e della mano sono ingigantiti.*

*Quindi il tubo principale di questo telescopio è fissato ad un tavolo di montaggio che si chiama "montatura di Dobson" dal nome del suo inventore. È anche chiamato "montatura azimutale" e permette al tubo principale di ruotare di 360 gradi orizzontalmente e di oltre 90 gradi verticalmente.*

*Questa montatura è costituita da una piastra di base, dai sostegni destro e sinistro (che sono collegati tramite un ponte) e dai loro sostegni laterali. I pezzi semicircolari che sono stati ritagliati e che si trovano in alto sono i supporti per gli assi che si trovano su entrambi i lati del telescopio. Le scale graduate che si trovano sulle coperture dell'asse mostrano l'angolo di inclinazione tra l'asse del telescopio e la base.*

**Passo 47** Incollate insieme i lati non stampati della parte superiore e inferiore della piastra di base [H1] e [H2]. Tenete pressata la piastra di base mentre si asciuga per assicurarvi che rimanga piatta.



**Passo 48** Piegate le linguette del fondo e la metà più interna del ponte del sostegno di destra [J1] in avanti.

**Passo 49** Piegate in avanti le due linguette del fondo dell'esterno del sostegno di destra [J2] e incollate esattamente sul retro del sostegno interno [J1]. La metà interna del ponte e le linguette rimangono senza colla. Assicuratevi che si asciughi rimanendo piatta.

**Passo 50** Ripetete per il sostegno del lato sinistro [J3] e [J4] che è un'immagine speculare del lato di destra. Assemblate nello stesso modo.

**Passo 51** Inserite i due sostegni l'uno accanto all'altro in modo che le metà non stampate del ponte siano poste con cura in alto e in basso sopra ciascuno di loro senza alcuno spazio libero. Tienile unite con un pezzo di nastro adesivo. Questo lato interno del ponte così attaccato dovrebbe essere identico all'esterno del ponte [J5] (Senza le sue linguette incollate).

**Passo 52** Posizionate i due sostegni sopra i segni della piastra di base [J1] + [J2] con le linguette del fondo divaricate. Il lato non stampato del ponte è rivolto verso l'esterno come le marcature grigie sui due sostegni. Posizionate i sostegni in modo che siano paralleli e centrati sulla piastra di base.

Le linguette in fondo sono equidistanti dal bordo della piastra di base e rimangono aperti solo i contrassegni per la parte anteriore del ponte. Incollate in questa posizione.

**Passo 53** Piegate le linguette del fondo della parte anteriore del ponte [J5] in avanti e le due linguette laterali verso il retro. Incollatelo sul lato non stampato del ponte interno. Le linguette del fondo dovrebbero essere adiacenti alle linguette del fondo dei sostegni laterali e possono essere incollate in posizione. Anche le linguette laterali devono essere incollate sui sostegni laterali.

**Passo 54** Prendete il pezzo anteriore dell'appoggio del sostegno di destra [K1] e piegate all'indietro le due linguette grigie e l'aletta triangolare, a cui è attaccata la linguetta più piccola. Tutte altre sono piegate in avanti. Piegate in avanti tutte le scanalature dell'appoggio del sostegno di destra [K2].

**Passo 55** Le piegature dividono il pezzo [K2] in 3 parti, una delle quali è più corta delle altre ed ha una parte superiore a gradini.

[K1] ha un'identica parte speculare con una piccola zona grigia in basso. Questi due pezzi dovrebbero essere incollati insieme per il retro mantenendo all'indietro le linguette di fondo senza colla. La lunga striscia che si trova sul frontale deve essere incollata sul retro del pezzo posteriore. Infine piegate i due lati verso l'esterno in modo che formino tra loro un angolo di 60 gradi e incollate la striscia sul piccolo pezzo triangolare di copertura sul retro del pezzo posteriore lasciando il puntatore del triangolo libero (vedi foto).

**Passo 56** Dopo che la colla si è asciugata, cercate di posizionare l'appoggio del sostegno di destra privo di colla contro il sostegno di destra. Le linguette del fondo dovrebbero adattarsi esattamente sopra le marcature e

essere adiacenti saldamente contro le linguette del sostegno di destra senza spazi vuoti. L'appoggio del sostegno dovrebbe coprire i segni della colla sul sostegno laterale e il puntatore sul triangolo deve essere allineato con il punto più basso del cuscinetto dell'asse. Incollate l'appoggio del sostegno in questa posizione.

**Passo 57** Ripetete con le parti anteriore e posteriore del lato sinistro dell'appoggio del sostegno [K3] e [K4]. Essi sono immagini speculari del lato destro ma in tutto identiche. Incollate in posizione sul lato sinistro del sostegno.

## I contenitori degli oculari

*Poiché viene utilizzato solo un oculare alla volta, è necessario un posto dove mettere l'altro oculare con la copertura per il connettore dell'oculare.*

**Passo 58** Piegate all'indietro tutte le scanalature del collo del coperchio del connettore dell'oculare [B4] e incollatelo per formare un tubo esagonale. Quindi incollate le linguette del collo al coperchio del connettore dell'oculare [B5]. Far scivolare il coperchio che avete terminato nel connettore dell'oculare per proteggere dalla polvere lo specchio secondario.

**Passo 59** Staccate il contenitore dell'oculare di destra [L1] e ribaltate tutte le pieghe all'indietro, tranne che per la piccola linguetta con le viti che si piega in avanti. Tenetelo per l'estremità smussata della linguetta superiore e incollate la linguetta con le teste delle viti sul contrassegno appropriato sul sostegno di destra. La linguetta all'altra estremità è incollata all'appoggio del sostegno.

**Passo 60** Ripetere con il contenitore dell'altro oculare [L2] sul lato opposto.

**Passo 61** Ora posizionate attentamente gli assi del telescopio sui cuscinetti a sfera dei sostegni. Non muovete la graffetta del sostegno dello specchio. L'estremità del tubo con lo specchio principale dovrebbe trovarsi sul lato aperto del sostegno di montaggio e l'oculare dovrebbe essere inclinato sopra proprio come l'immagine a colori che si trova sul coperchio del kit.

Se avete stabilito, dopo molte osservazioni con gli oculari, che la regolazione di base dello specchio principale vi ha dato una immagine sufficientemente buona si può passare alla sezione successiva di "regolazione fine" e proseguire speditamente per l'assemblaggio finale del passo 65.

## Regolazione finale – opzionale

*Quando sono ingranditi, i pianeti appaiono come piccoli dischi, ma stelle rimangono dei punti di luce, per quanto li possiate ingrandire.*

*La qualità di un telescopio è dimostrata dalla comparsa di questi punti di luce e si questi si possono utilizzare per ottimizzare la visione di questo telescopio, ovviamente soltanto entro i limiti tecnici di una costruzione in cartone.*

*Se non siete soddisfatti dell'esito della regolazione primaria del telescopio, in particolare con la visione di una stella o di*

*un altro punto di luce molto lontano, si può provare a migliorarla con le passi sotto descritti. Avrete bisogno di una mano ferma e di non poca pazienza, perché più raffinata è la regolazione più piccole sono le correzioni necessarie, e a volte sarà necessario regolare la regolazione di una modifica...*

**Passo 62** Per ottenere la regolazione ottimale del telescopio bisogna puntare ad una stella, tenendo presente che è difficile effettuare le regolazioni al buio. Per lavorare alla luce del giorno avete bisogno di una stella artificiale a forma di una palla di albero di Natale, o qualcosa di simile, appesa a circa 40m di distanza con uno sfondo scuro per ottenere i migliori risultati. Se si guarda la palla con il sole alle spalle, si vede il riflesso del sole sulla superficie della palla, come un punto di luce. Non è necessario il filtro solare per guardarla perché è molto piccola.

**Passo 63** Per iniziare, puntate il telescopio verso la palla di albero di Natale con l'oculare da 28 mm e identificate il punto di luce al centro del campo di visuale. Verificate se il punto di luce rimane, dopo aver attentamente messo a fuoco l'oculare. Se la luce viene sparsa su di un lato allora deve essere regolato leggermente lo specchio principale per correggerlo e ottenere il punto migliore. Verificate che siete soddisfatti confrontando i risultati dell'altro oculare.

**Passo 64** Per essere assolutamente sicuri, potete controllare nuovamente il telescopio di notte osservando una stella o un punto lontano di luce. Non dimenticate, tuttavia, che non si può pretendere proprio la stessa qualità d'immagine da un telescopio di cartone costruito a mano con lenti acriliche come ci si aspetterebbe da uno strumento ottico di precisione, molto più costoso, costruito in fabbrica.

## Assemblaggio finale

*Dopo il completamento della regolazione primaria o di quella fine possono essere sia fissati in modo stabile gli specchi sia incollati gli ultimi pezzi del kit.*

**Passo 65** Incollate il sostegno dello specchio secondario [D1] nella sua posizione definitiva. Fatelo staccando una delle 4 graffette, sollevando la linguetta e mettendo sotto la colla e poi fissate la linguetta posteriore con la graffetta. Controllate, come nel **passo 29**, per assicurarvi che l'immagine visibile attraverso il connettore dell'oculare si trovi ancora nel centro dello specchio secondario; in caso contrario sono necessari leggeri aggiustamenti alla linguetta prima che la colla si asciughi. Ripetete questa procedura per le altre tre linguette.

**Passo 66** Staccate il coperchio del tubo [D2] e piegate le linguette all'indietro. Montatelo sopra l'apertura del tubo principale e incollate le linguette verso l'esterno del tubo di fronte allo specchio secondario.

**Fase 67** Incollate le linguette del sostegno dello specchio principale in posizione. Rilasciate una linguetta alla volta e incollatela, togliendo la graffetta quando la colla si è asciugata. Se si vuole si può incollare la linguetta solo con due gocce di colla in modo che, se necessario, sia possibile

sostituire lo specchio principale o più tardi regolare la posizione. Controllate attraverso l'oculare che tutto sia ancora al suo posto e quindi fissate la successiva linguetta nello stesso modo. Ripetete l'operazione per la successiva, e poi fissate le restanti tre linguette. Lasciate asciugare completamente.

**Passo 68** Staccate il pezzo di chiusura sottostante del tubo [E3] e piegate le linguette all'indietro. Controllate ancora una volta che lo specchio sia in posizione corretta e poi tagliate le maniglie di regolazione che sporgono dal tubo. Montate la chiusura sull'estremità del tubo principale e incollate le linguette verso l'esterno del tubo dietro lo specchio principale. Anche in questo caso è possibile utilizzare solo due gocce di colla in modo che sia possibile rimuoverlo in seguito, se necessario.

## Congratulazioni!

**Ora siete pronti per "La prima luce", come gli astronomi chiamano le loro prime osservazioni con uno strumento nuovo.**

Vi auguriamo molte ore interessanti con il telescopio riflettore costruito con le vostre mani che forse è solo il primo passo verso uno strumento più grande. Fateci conoscere le eventuali esperienze interessanti che si possono riscontrare durante la costruzione o l'utilizzo e che si potrebbero eventualmente includere nei progetti futuri o pubblicare in internet. Non vediamo l'ora di avere qualche novità da parte vostra.

## Suggerimenti per l'uso del telescopio riflettore

1. L'immagine di un telescopio a specchio è invertita, ma è comunque possibile utilizzarlo per guardare gli oggetti terrestri. Utilizzate i mirini per allinearli e metteteli a fuoco con l'oculare.
2. Per osservare le macchie solari è necessario disporre del filtro solare (n. 210.NSF). Non utilizzate i mirini per puntare il telescopio verso il sole, ma muovete il tubo del telescopio fino a quando l'ombra della tacca di mira copre completamente il mirino. Il numero di macchie solari segue un ciclo regolare di circa 11 anni e il prossimo massimo sarà probabilmente nel 2022.
3. L'oggetto più gratificante per lo studio notturno è senza dubbio la luna. I crateri possono essere visti meglio con una luna crescente o calante in prossimità della "linea d'ombra" in cui la luce del sole sfiora la superficie della luna, creando ombre marcate.
4. Con un'attenta regolazione dello specchio è anche possibile vedere i satelliti di Giove e i segni dell'anello di Saturno.