

theremino
•the•real•modular•in-out•

Sistema theremino



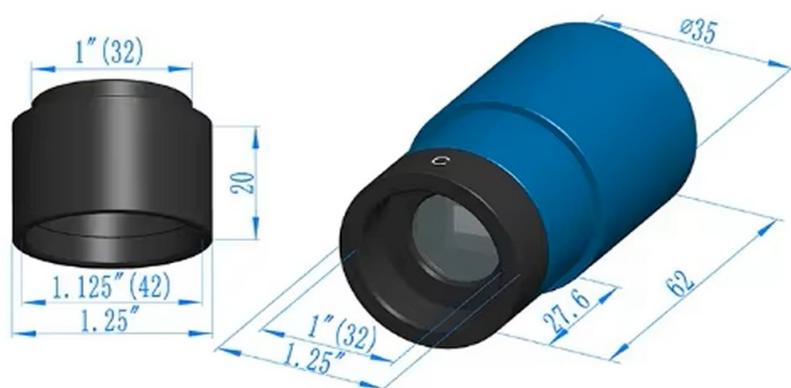
Theremino Spectrometer Costruzione con WebCam

Costruzione - Con WebCam ToupTek

Ultimamente (fine 2024) abbiamo finalmente trovato la WebCam perfetta, si chiama:

TOUPTTEK ASTRO GPCMOS02000KMA

Potete trovarla per circa 90 Euro, spedizione compresa, su AliExpress e ha **caratteristiche eccezionali**.

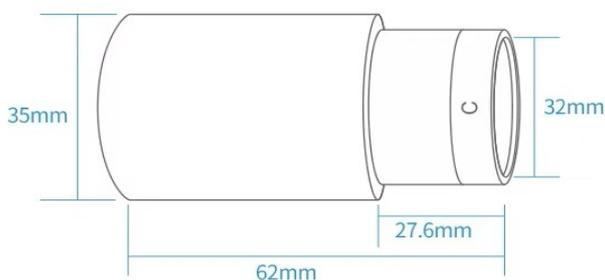
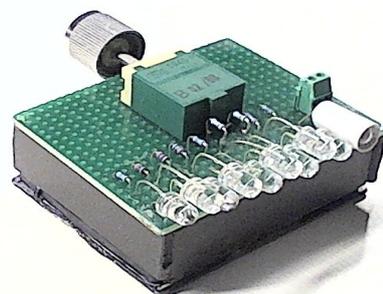


Caratteristiche:

- Il migliore driver WDM che abbiamo mai visto.
- Se non bastasse ha anche due pannelli aggiuntivi con opzioni di ogni genere.
- Tempi di esposizione da 100 uS a 1000 secondi.
- Sensibilità eccezionale.
- Controllo "Gain" che moltiplica ulteriormente la sensibilità di 50 volte.
- Nativamente in bianco e nero, quindi niente filtri di colore e IR da togliere.
- Sensibilità costante da 400 nm a 1000 nm (**Nota 1**)
- Attacco "C" per l'obiettivo, quindi potete usare ogni genere di obiettivi di recupero.

Nota 1

Per misurare la sensibilità abbiamo utilizzato il nostro apparecchietto multi-led calibrando il resistore di ogni LED per una luminosità costante, misurandola con un luxmetro abbastanza preciso. E abbiamo trovato che la **GPCMOS02000KMA** ha una sensibilità ragionevolmente costante su tutto lo spettro. Con questo non si intende che sta entro l'1% ma qualcosa come +/-20%. Mentre le WebCam a colori provate finora, anche togliendo i filtri, presentavano differenze di risposta anche di 5 o 10 volte (500% e più) agli estremi della gamma.



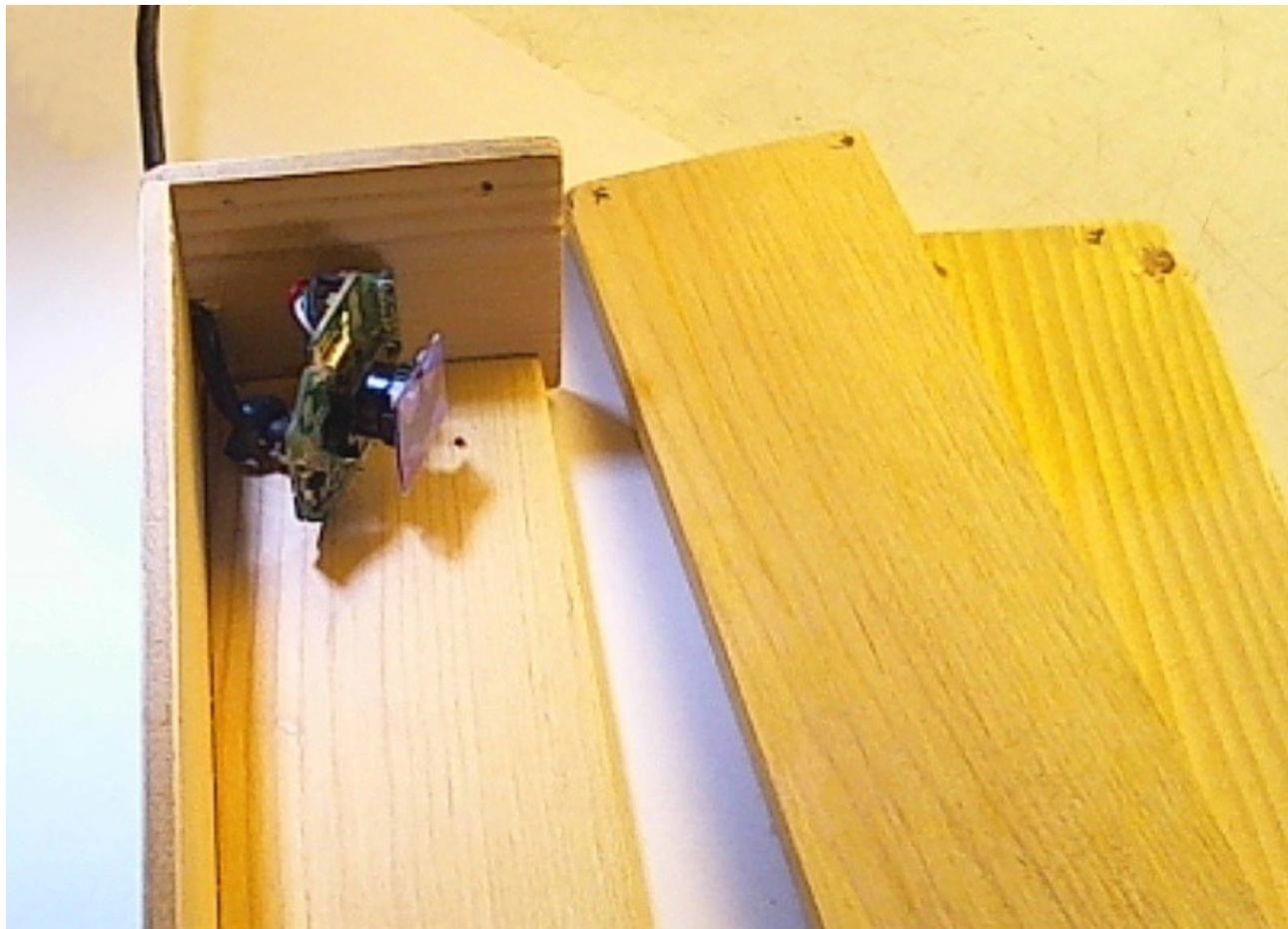
La camera ToupTek è un po' grande, ma troverete sicuramente il modo di fare un banco adatto a lei.

Non abbiamo il tempo di fare immagini ma non è difficile fissarla. Consigliamo di stringerla sul corpo cilindrico con due ganasce in legno o plastica e di fissare il reticolo davanti all'obiettivo con un supporto indipendente. In questo modo si potrà mettere a fuoco senza muovere il reticolo.

Nelle pagine seguenti trovate invece istruzioni per fare banchi adatti alle WebCam piccole.

Costruzione - Con WebCam piccole

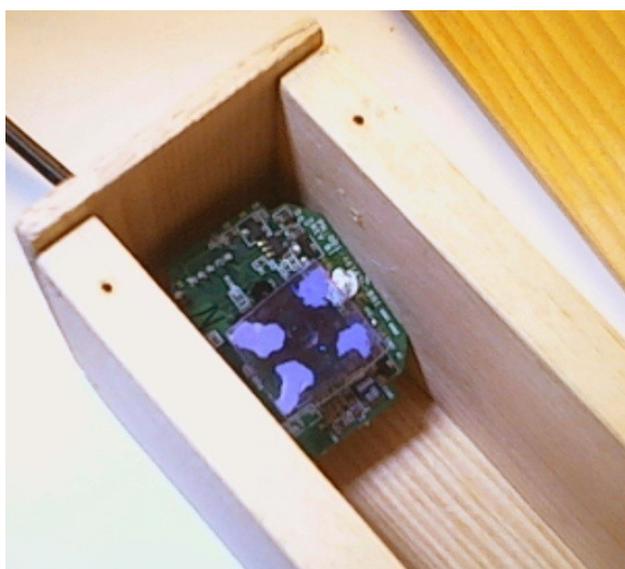
Questo documento mostra una realizzazione semplice ma efficace. Con una decina di pezzi in tutto si ottengono **precisione e risoluzione di circa un nano metro**. Sono caratteristiche sufficienti per un piccolo laboratorio, per la didattica e anche per alcune ricerche scientifiche dal budget limitato.



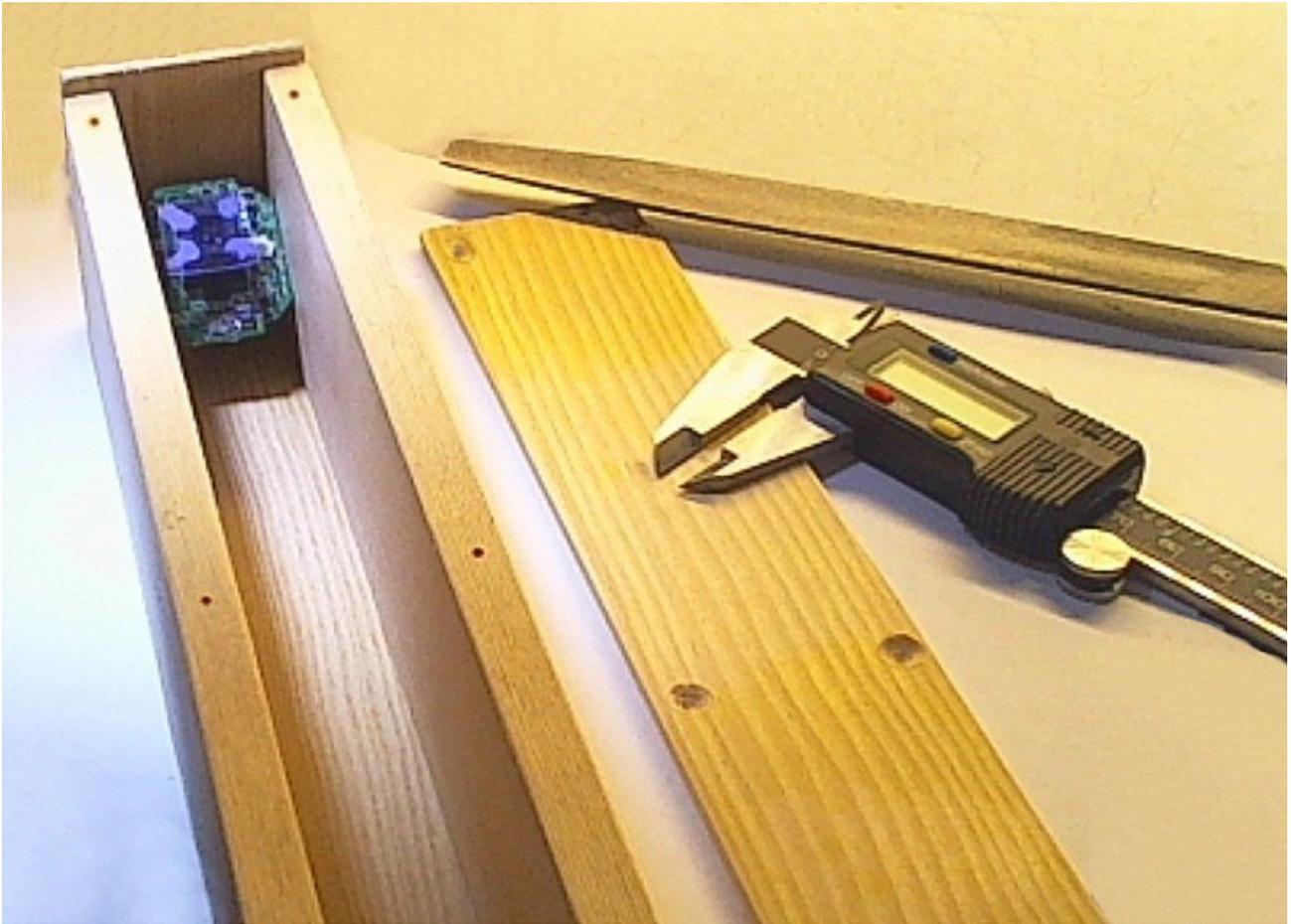
Servono alcuni listelli di legno, una ventina di viti, una webcam e un ritaglio di DVD.

Il contenitore è composto da **due listelli laterali spessi**, disposti in verticale.

Gli altri quattro pezzi di legno sono più sottili e si avvitano sopra, sotto, davanti e dietro.



Materiali da usare

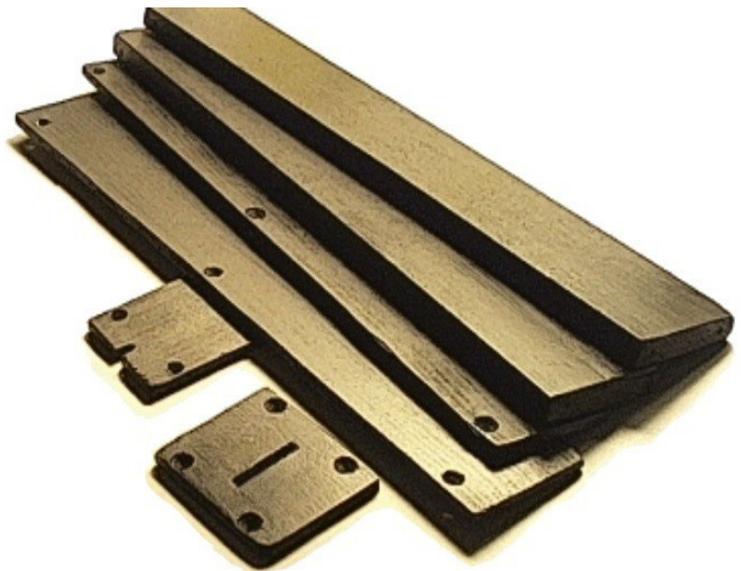


Con legno e piccole viti, si possono costruire contenitori leggeri, facili da aprire su ogni lato e facili da modificare per le prove.

Il legno migliore per queste costruzioni è il faggio. Lo si trova facilmente nei "Brico", è leggero e non si rompe anche se si fanno fori per le viti molto vicini ai bordi.

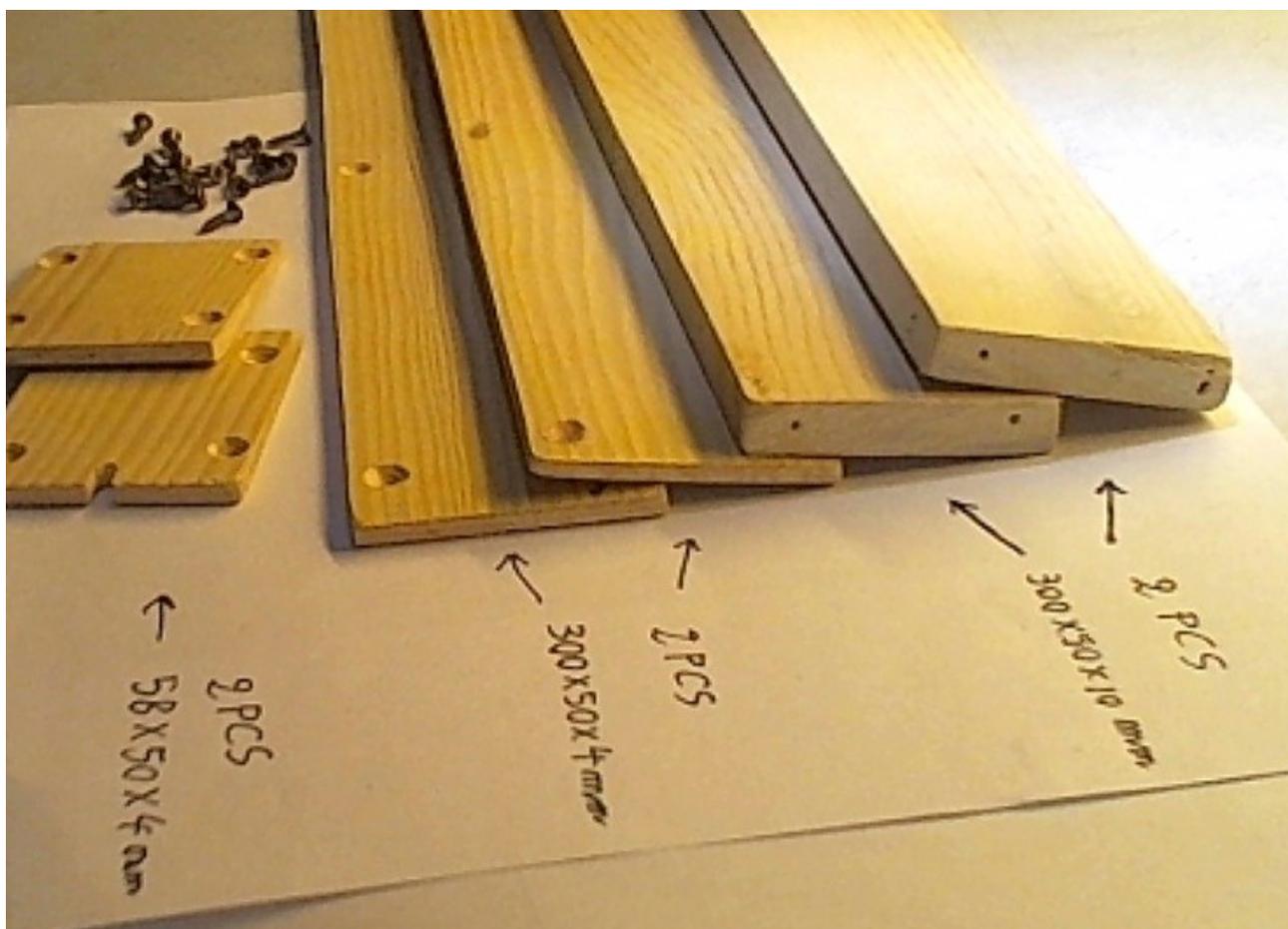
Inizialmente si fanno i fori e si monta la scatola per prova.

Quando tutto è a posto, si dà una spruzzata di vernice nera opaca e si ottengono pezzi belli da vedere e facili da assemblare.



Lista dei materiali per il contenitore

Queste istruzioni sono per un contenitore piuttosto lungo (30 centimetri) che fornisce buona risoluzione anche con una fessura di ingresso della luce abbastanza larga (3 mm circa) per raccogliere più luce. Con una struttura lunga è anche più facile mettere a fuoco e regolare l'angolo della camera. La lunghezza potrebbe essere ridotta a 20 cm, con poca perdita di prestazioni o fino a 10 cm, se proprio necessario.



Procurarsi 25 viti bronzate da 2.5 x 8 mm, listelli da 10 mm e fogli da 4 mm (se si trovano di faggio sono più resistenti ma possono andare bene anche altri legni)

I pezzi vanno tagliati come segue:

- ◆ 2 pezzi da 300 x 50 mm, spessi 10 mm
- ◆ 2 pezzi da 300 x 50 mm, spessi 4 mm
- ◆ 2 pezzi da 58 x 50 mm, spessi 4 mm

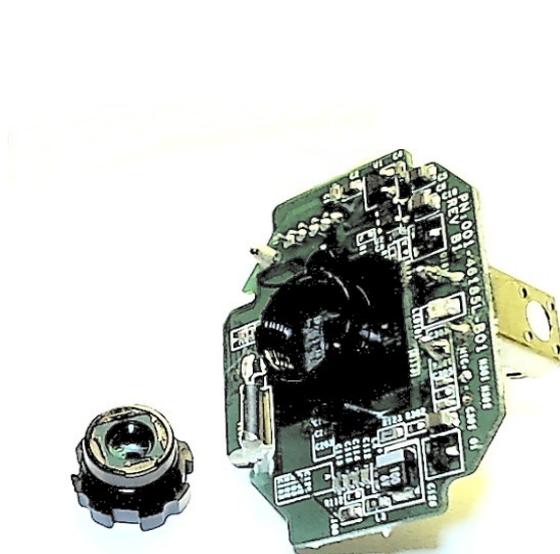
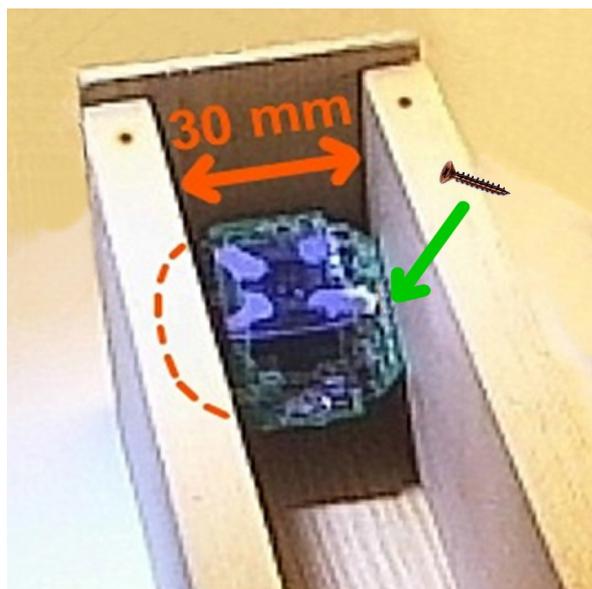
Quando si comprano i listelli e i fogli si può anche chiedere di tagliarli, solitamente i Brico fanno questo servizio gratuitamente.

Larghezza del contenitore

Fare attenzione che la **larghezza del contenitore** è appena sufficiente per la **altezza della camera** Trust WB-6250X, che è molto piccola.

Notare che si parla di **larghezza del contenitore e altezza della camera**, questo perché la camera è montata con il suo "sopra" verso la parete destra (dove si vede la vite e la freccia verde).

Dato che la WB-6250X è alta qualche millimetro in più dei 30 millimetri, la parete sinistra è stata scavata per circa 5 mm (come indicato dalla linea tratteggiata).



La camera è avvitata alla parete destra nel punto indicato dalla freccia verde.

La parte destra era in origine la parte alta della WebCam (dove c'era il pulsante). Nella immagine della webcam si vede che il pulsante è stato rimosso. Il foro rimanente dopo aver rimosso il pulsante serve per avvitare la camera alla parete destra.

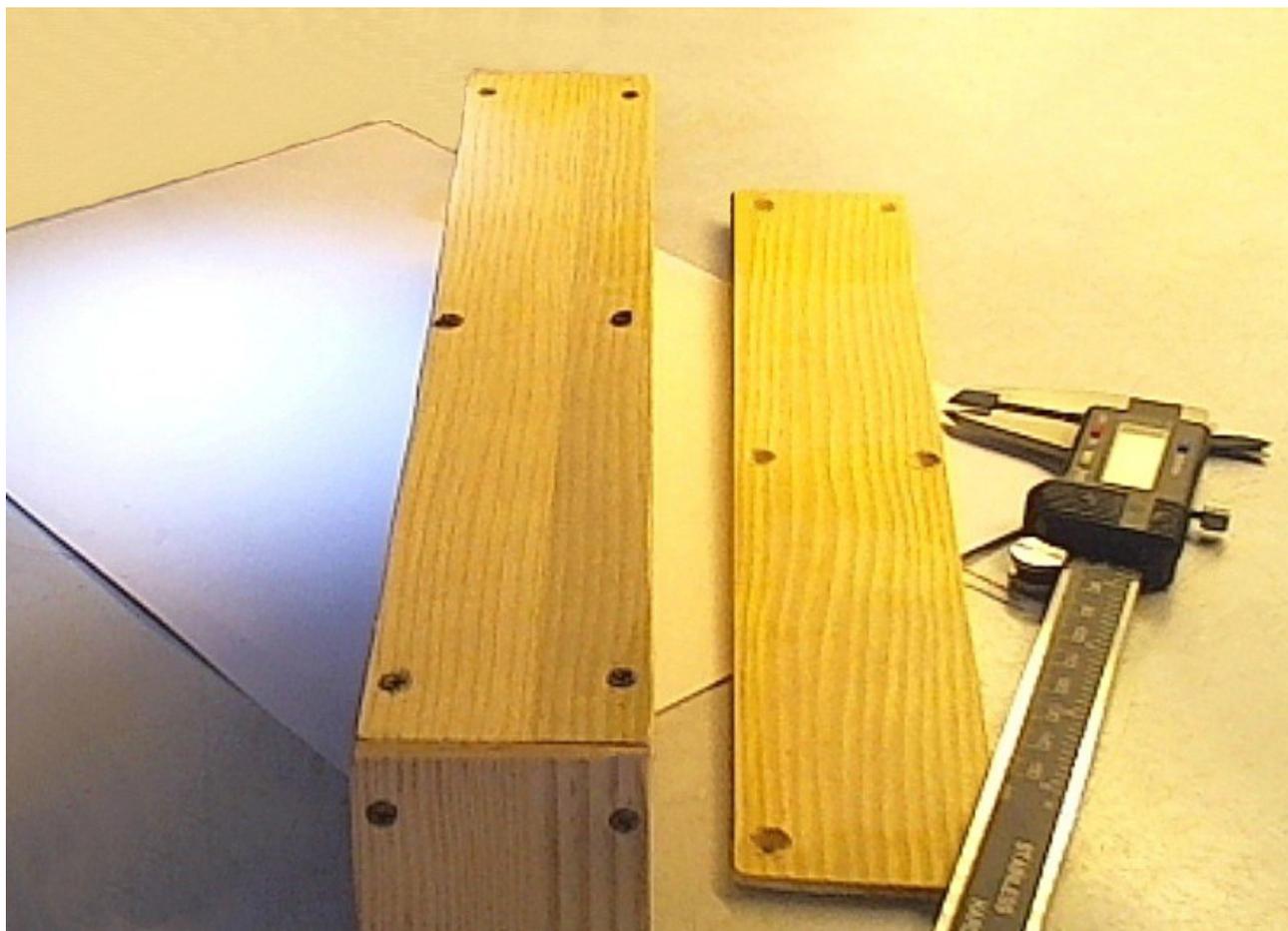
Aumentare la larghezza

La webcam di queste immagini è alta poco più di 30 mm. Nel caso si usasse un **camera più alta** si dovrebbe **aumentare la larghezza** del contenitore.

Per aumentare la larghezza si deve aumentare la larghezza dei 4 pezzi di legno sottile (quelli da 4 mm)

La larghezza di questi pezzi dovrà essere pari alla altezza del circuito stampato della webcam più lo spessore dei due listelli laterali che è $10 + 10$ mm. Quindi, ad esempio, per una webcam da 45 mm la larghezza non sarà più di 50 mm ma di $45 + 10 + 10 = 65$ mm

Fori e viti

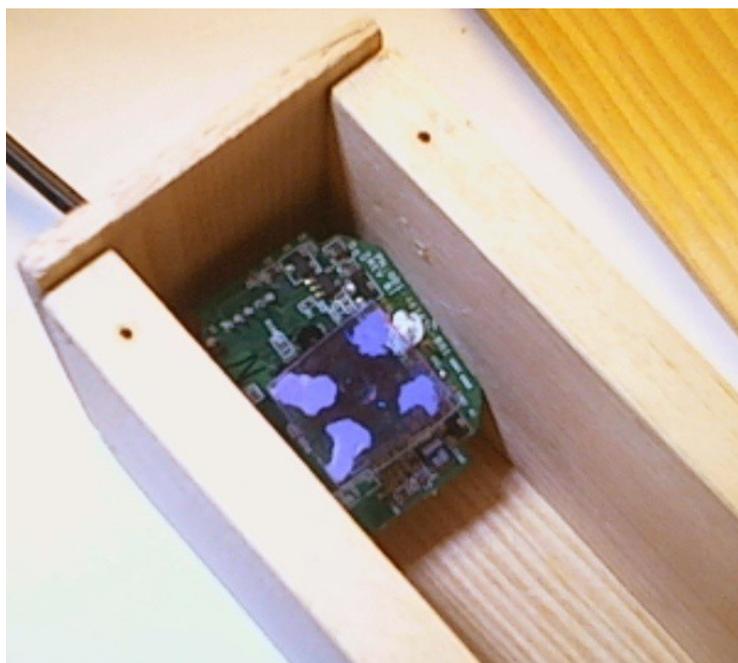


Tutti i fori vanno fatti sui pezzi da 4mm. Sui due pezzi lunghi si fanno sei fori, tre per lato. Sui due terminal si fanno quattro fori. I fori vanno fatti con punta da 2.5 mm e devono tutti stare a 5 mm dal bordo. Infine i fori vanno svasati con una punta da trapano grande (da 6 mm circa).

Nella immagine qui a destra si vede che con i fori a 5 mm dal bordo le viti prendono esattamente a metà dei listelli laterali che sono spessi 10 mm.



Usare viti da 2.5 x 8 mm, bronzate e con testa svasata.



Preparare la webcam - 1

In questo documento si prevede di usare una camera Trust WB-6250X, che costa abbastanza poco e ha una vera risoluzione hardware di 1280 x 1024.

<http://trust.com/en/all-products/15355-megapixel-webcam-pro>

Un'altra webcam che dovrebbe andare bene (ma non la abbiamo provata) è la Trust WB-5400, anche lei con 1280 x 1024 di vera risoluzione hardware.

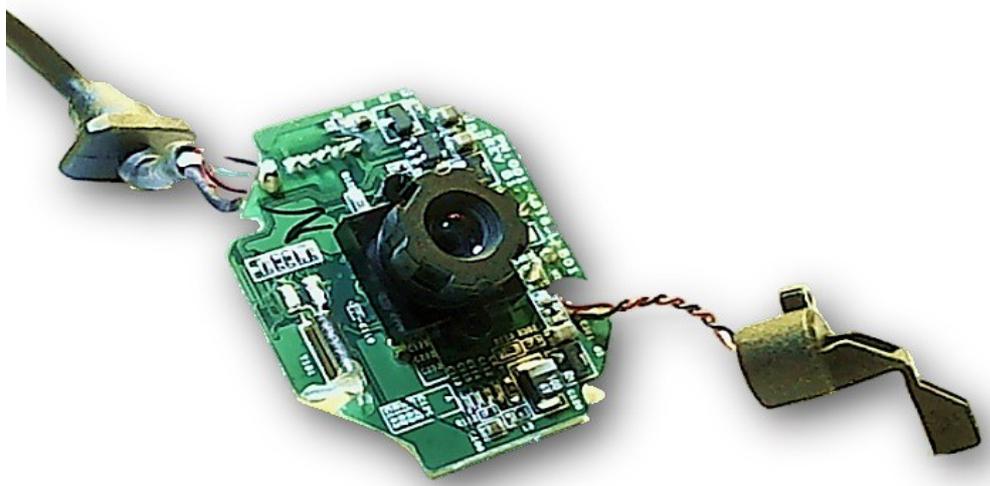
<http://trust.com/en/all-products/15007-megapixel-usb2-webcam-live-wb5400>

Possono andare bene anche le webcam da pochi euro, con risoluzione da 640 x 480. L'importante è che siano piccole e con circuito stampato facilmente fissabile.

Altre caratteristiche essenziali sono che l'obiettivo abbia il filtro per gli infrarossi piatto e facile da rimuovere e che i controlli di esposizione e sensibilità siano manuali e funzionino bene. In genere le Trust hanno queste caratteristiche. Se la camera non è una WB-6250X, controllare che si possa rimuovere il filtro degli infrarossi e che abbia controlli di esposizione manuali e ben funzionanti, **prima di modificarla.**



Separare la camera dalla base e svitare la vitina che tiene unite le due metà del guscio. Separare le due metà del guscio tirando con forza, senza paura, alla fine il guscio si divide e si può estrarre lo stampato.

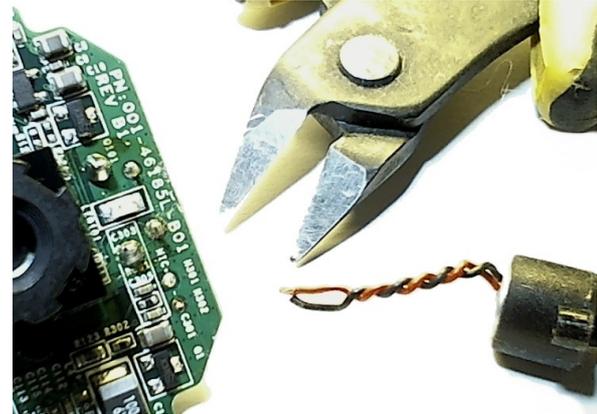


Preparare la webcam - 2

Tagliare i due piccoli fili che vanno al microfono, oppure piegarli ripetutamente, vicino allo stampato, fino a che si spezzano alla base.

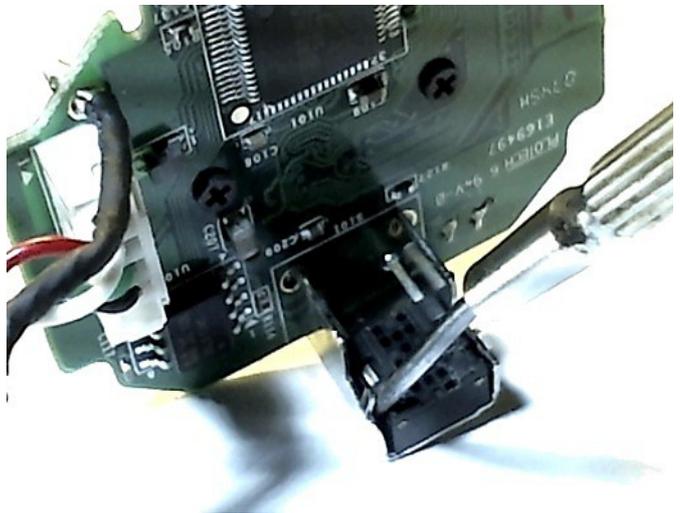
Eliminare anche il led, dissaldandolo, spezzandolo o tagliandolo con le tronchesine, altrimenti la sua luce impedirebbe di fare buoni spettri.

Controllare con una lente che non siano rimasti pezzetti di filo che possono fare contatti con le piste adiacenti.



Individuare il pulsante e sollevare con un cacciavite le due linguette di metallo che lo tengono.

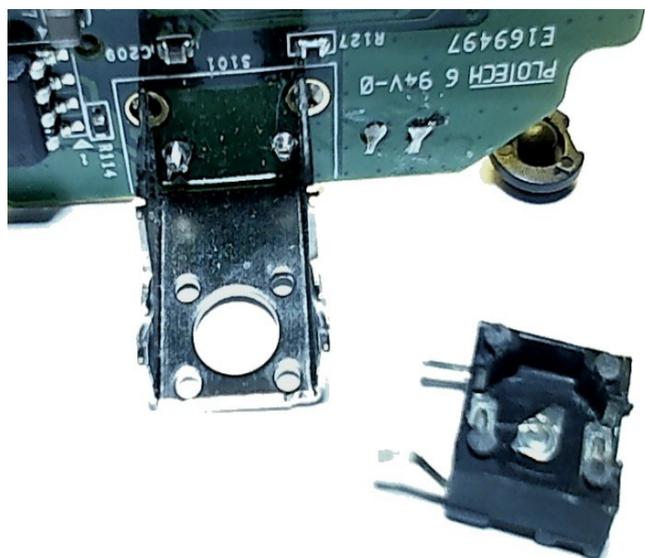
Piegare il pulsante alcune volte per spezzare i suoi terminali, possibilmente vicino allo stampato.



Se i terminali del pulsante sono rimasti attaccati allo stampato tagliarli alla base, con tronchesine o forbicine piccole.

Controllare con la lente che non siano rimasti pezzi di terminale che possono fare contatto con le pareti della staffa.

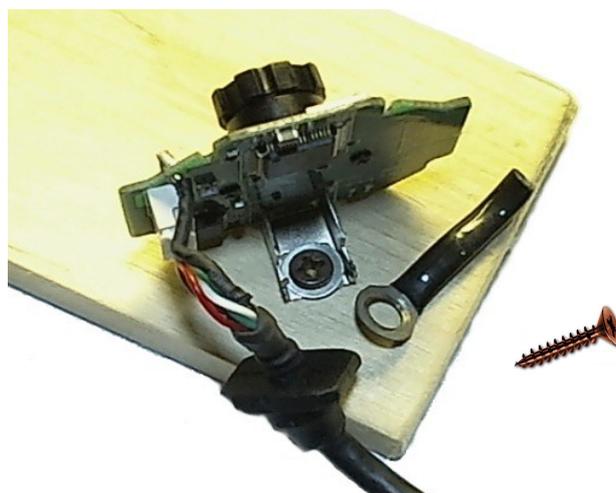
Alla fine, al posto del pulsante rimane una staffa con un comodo foro per fissare la camera.



Fissare la webcam

Per fissare la webcam servono:

- ◆ Una vite bronzata da 2.5 x 8 mm (come quelle del contenitore)
- ◆ Un capocorda lungo, con foro da 3mm, rivestito di guaina termo-restringente nera.
- ◆ Eventualmente una rondella da posizionare tra il legno e la staffa metallica, in modo da rendere più morbida la rotazione della webcam, anche quando la vite è stretta.

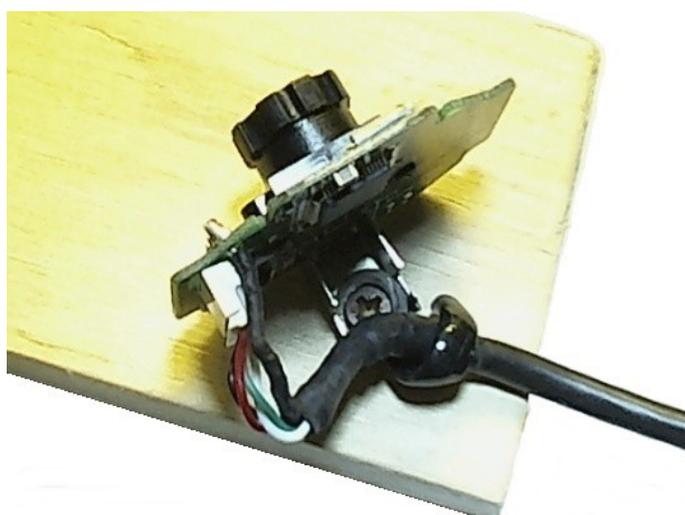


Eliminare il passacavo di gomma tagliandolo con le tronchesine. (fare attenzione a non rovinare l'isolamento del cavo)



Usare il capocorda per fissare il cavo, come si vede qui a destra.

In queste immagini la webcam è avvitata su un legno di prova, solo per mostrare il metodo di fissaggio. La posizione giusta è mostrata nella prossima pagina.

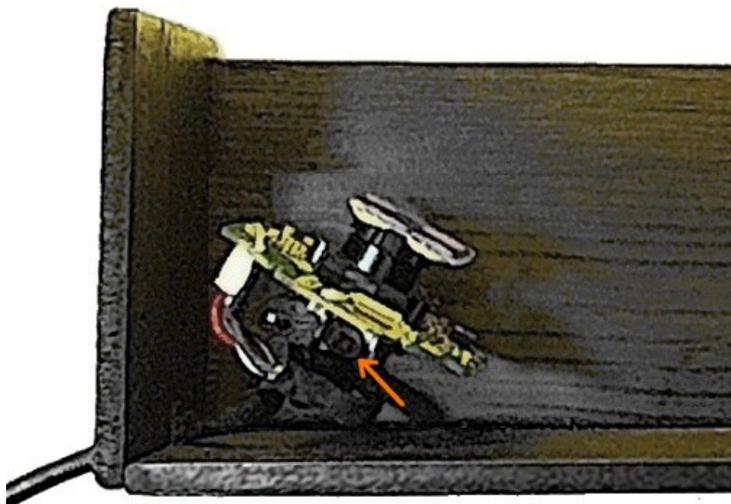


Posizione della webcam e della fessura

Avvitare la camera alla parete laterale spessa.

Posizionarla più in basso e a sinistra possibile, ma lasciandole lo spazio per ruotare di una decina di gradi, in alto e in basso.

La freccia arancione indica la posizione della vite di fissaggio.



La fessura di ingresso della luce deve essere orizzontale e più o meno alla altezza della punta dell'obiettivo.

L'inclinazione di 30 gradi fornisce un buon compromesso tra risoluzione e quantità di luce raccolta ma è possibile sperimentare con angoli diversi. Diminuendo l'angolo la risoluzione aumenta, le righe si spostano a sinistra e la intensità della luce diminuisce, aumentandolo accade il contrario.

A seconda della sensibilità alla luce della webcam, della focale del suo obiettivo, del suo numero di pixel, del numero di righe del reticolo (CD, DVD o reticolo da 500 o 1000 righe) e di quanta risoluzione si desidera ottenere, si potrebbe scegliere un angolo diverso da questi 30 gradi.

Gli angoli da sperimentare vanno da 20 a 45 gradi. Quando si modifica l'angolo della webcam le righe si spostano e si deve rifare la taratura. Aumentando l'angolo oltre i 30 gradi si comincia a perdere una parte della zona degli infrarossi. Per misurare la lunghezza d'onda dei led a infrarossi è bene che la scala arrivi almeno a 950 nm e quindi non si deve esagerare con questo angolo.

Rimuovere il filtro degli infrarossi

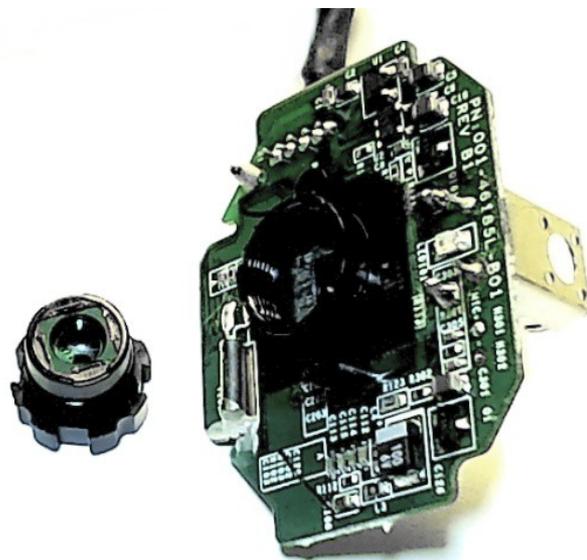
Per poter misurare anche la luce infrarossa (dai 750 nm fino a 1000 nm circa) è necessario rimuovere il filtro degli infrarossi che si trova sul lato posteriore dell'obiettivo.

Non tutte le webcam hanno il filtro degli infrarossi che può essere rimosso. A volte il filtro è curvo e costituisce parte della lente, in questi casi la webcam non è adatta.

Quindi prima di modificare la webcam controllare la parte posteriore del suo obiettivo.

Se il filtro è piatto, quadrato e incollato sui lati, allora si dovrebbe riuscire a toglierlo.

Questa operazione non è facile perché i filtri sono incollati con una resina malefica. Alcuni autori hanno scritto che scaldando si riesce meglio, ma anche scaldando non cambia molto. Abbiamo sempre dovuto fare forza, fino a rompere il vetro del filtro.



Fare molta attenzione! I frammenti possono rigare la lente che si trova sotto e se si sbaglia non sarà facile trovare un altro obiettivo uguale.

Quindi prepararsi con molta luce, occhialoni e attrezzi affilati.



Reticoli di diffrazione

Leggete il documento "Theremino_Spectrometer_Construction_Gratings"

Mettere a fuoco l'obiettivo

Operazione importante ma difficilissima !!!

Stiamo cercando un modo un po' meno terribile del prova e riprova...

Una buona soluzione è avvitare una squadretta a "L" su un lato del contenitore, con la parte lunga che sporge fino davanti all'obiettivo e il reticolo incollato sulla punta della "L".

In questo modo si può ruotare l'obiettivo per mettere a fuoco mantenendo il reticolo fermo.

Il sistema funziona bene ma non abbiamo ancora immagini da mostrare, le pubblicheremo nelle prossime versioni.

I diaframmi anti-riflessi

Le pareti interne dello spettrometro vengono colpite dalla luce molto di striscio per cui riflettono la luce, anche se ben verniciate di nero opaco e anche se rivestite con carta nera. Questo diaframma, se ben costruito e delle giuste dimensioni, può eliminare completamente i riflessi.

Partendo dal listello spesso 10 millimetri, tagliare un pezzo alto 50 mm e largo 30 mm (o più largo se si è costruito un contenitore più largo)

Scavare un foro rettangolare alto 25 mm e largo 15 mm. Per fare questo foro si inizia facendo molti fori con il trapano, poi si uniscono i fori e infine si raddrizzano le pareti con una lima piatta.

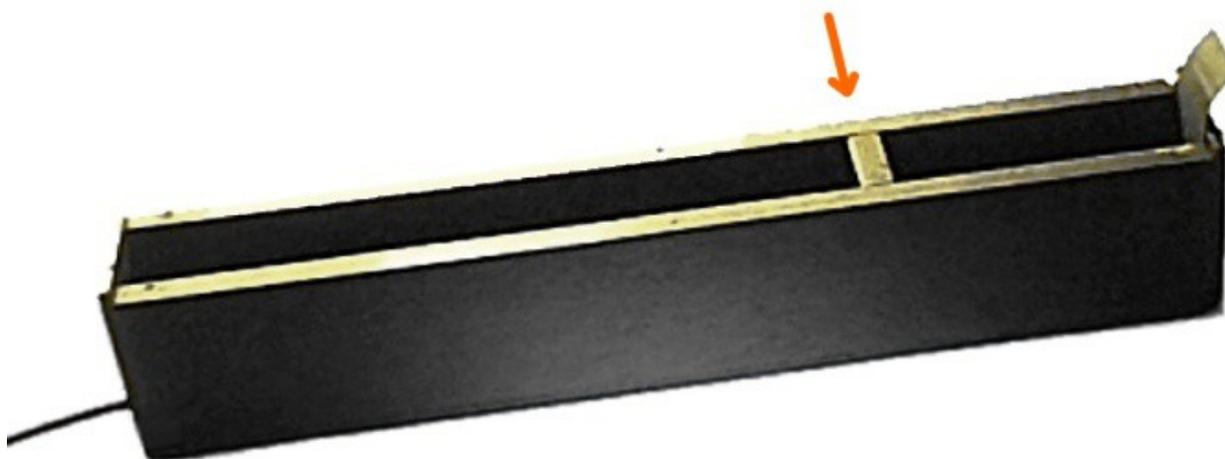
Per i migliori risultati il foro dovrebbe essere svasato (allargato dal lato telecamera) in modo da presentare bordi netti verso la luce di ingresso. In questo modo la luce in arrivo non colpisce le pareti interne del foro rettangolare e non crea riflessi.

Meglio ancora sarebbe fare il foro decisamente più largo del necessario (30 x 20 mm) e poi stringerlo con cartoncino nero, tagliato con il taglierino e fissato sopra e sotto, con due puntine da disegno



Per ottenere una completa eliminazione dei riflessi il foro dovrebbe essere più stretto e più basso possibile. Dato che la altezza dell'obiettivo rispetto alla fessura di ingresso possono variare da una costruzione all'altra, il modo migliore di trovare le sue dimensioni ideali è mettere una forte luce dietro alla fessura e provare con cartoncino nero, fino a che punto si possono stringere le quattro pareti del foro.

Nelle nostre prove una buona posizione per il diaframma era il punto indicato dalla freccia arancione, a circa un terzo del contenitore e più vicino alla fessura di ingresso che alla camera. Se la larghezza del diaframma è precisa lo si può infilare e sfilare facilmente per provarlo in varie posizioni e per modificare le dimensioni del cartoncino nero.

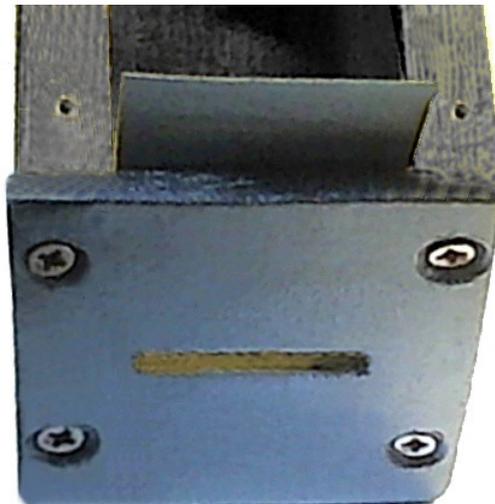


La fessura di ingresso della luce

Quando si misura una sorgente di luce intensa è meglio usare una fessura stretta. Ma per misurare sorgenti di luce molto deboli è necessario allargare la fessura e sacrificare un po' la risoluzione.

Si consiglia di partire con una fessura da 3 millimetri per uno spettrometro lungo 30 centimetri (1mm ogni 10 cm di lunghezza dello spettrometro).

Con un foglietto di carta o di plastica nera sottile, si ottiene un ottimo e semplice diaframma per regolare lo spessore della fessura.



Quando si avvita il coperchio lasciare lo spazio giusto per il diaframma.

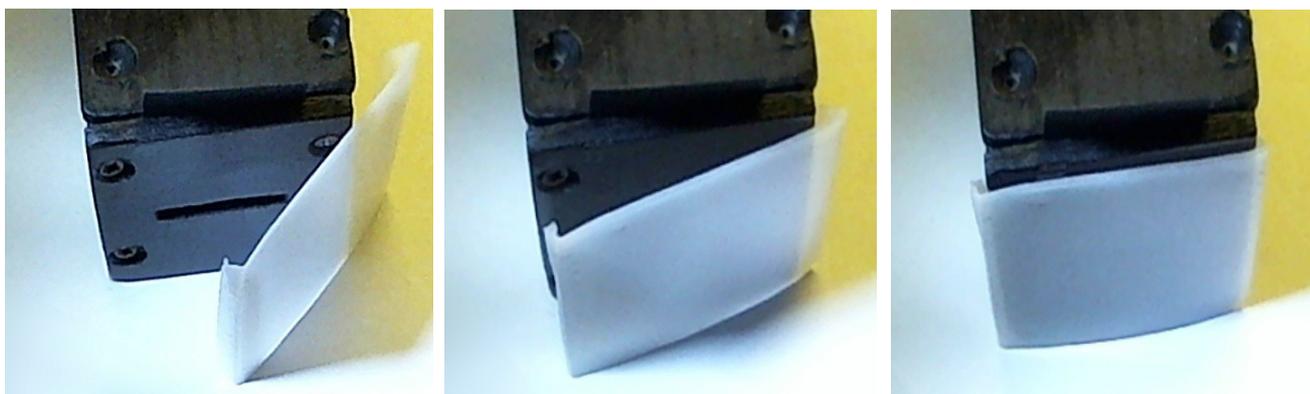
Il diaframma deve scorrere facilmente in alto e in basso, la sua leggera curvatura fornisce l'elasticità necessaria per tenerlo in posizione.



Lo schermo diffusore

Questo schermo serve per evitare che i raggi di luce entrino direttamente nella camera e provochino riflessi al suo interno. Con alcune sorgenti, ad esempio i led e i laser, lo schermo è assolutamente necessario ma in altri casi è meglio toglierlo.

Senza schermo lo spettrometro è molto direttivo e questo potrebbe essere utile per misurare zone di colore lontane. Ad esempio per vedere le differenze di colore tra varie zone del cielo.



Lo schermo si ricava da un contenitore di shampoo o di bagno schiuma.

Scegliere un barattolo grande, con il fronte e il retro larghi e piatti e fatto di una buona plastica opalina, bianca sottile e luminosa.

I barattoli giusti sono fatti di polipropilene opalino, che diffonde molto bene la luce e non la attenua. Eventualmente provare marche diverse per trovare il migliore, con la plastica più sottile e più luminosa.

Prima si devono togliere le etichette. Riempire il contenitore di acqua molto calda per ammorbidire l'adesivo. Sollevare la plastica della etichetta da un lato e tirarla lentamente per non lasciare colla. Se non si riesce, cambiare barattolo e trovarne uno con etichette più facili da togliere.

Ritagliare un rettangolo grande dalla zona piatta del barattolo. Poi rifinirlo progressivamente con le forbici e piegarlo con le pinze fino ad ottenere uno schermo che si agganci bene ai due lati dello spettrometro.

