

theremino
•the•real•modular•in-out•

Sistema theremino



Theremino Spectrometer Reticoli di diffrazione

Reticoli di diffrazione

Si possono usare reticoli di diffrazione presi dai CD o dai DVD (che devono essere vergini - non scritti), oppure si possono usare reticoli commerciali che sono più luminosi.

Tipo di reticolo	Righe per millimetro	Note
CD	625	OK
DVD	1350	Solo 300 nm di copertura utile
HD DVD	2500	Non usabile
Blu Ray	3125	Non usabile
Reticolo di diffrazione commerciale	500 o 1000	OK OK

Numero di righe del reticolo

Ecco alcune possibili gamme di calibrazione a seconda del numero di righe.

Migliore efficienza	Righe per millimetro	Copertura spettrale (nm)
UV/NIR	600	200 - 850
UV/NIR	600	350 - 1050
Visibile / NIR	800	550 - 1050
Visibile	900	380 - 750
Visibile	1000	380 - 700
NIR	1200	750 - 1050
Visibile	1800	500 - 700

Alcuni banchi, ad esempio i B&W che vendono di seconda mano a circa 300 Euro, hanno il reticolo da 1800 righe. E con questi reticoli non si riescono nemmeno a vedere i LED rossi e i LED blu sulla stessa scala.

Questi banchi da 1800 righe erano usati per analisi dove servivano solo le impronte di alcuni elementi. In questi casi le righe erano vicine tra loro e andavano bene, ma per un uso generico come il nostro sono inutilizzabili. Fate quindi attenzione quando acquistate un banco costoso e se non scrivono il numero di righe chiedete al venditore di specificarlo.

Qualcuno potrebbe pensare che ampliando una parte di spettro si potrebbe ottenere una maggiore risoluzione, ma non è così perché gli errori di messa a fuoco e le imprecisioni limitano comunque la precisione ottenibile a circa un nanometro.

E anche con un reticolo da 600 righe la risoluzione è ben maggiore di un nanometro, ecco un esempio:

- Sensore 1304 da 3600 pixel
- Con 300 righe si va ad esempio da 350 a 1050, quindi 700 nanometri
- Per cui 700 nanometri diviso 3600 pixel fanno 0.19 nanometri di risoluzione

Preparazione dei CD e dei DVD



Tipo di reticolo	Note
CD	Per prepararli non si separano in due metà ma si spella la superficie superiore (quella con le scritte) strappandola con nastro adesivo.
DVD	Per prepararli si dividono le due metà e poi si rimuove l'alluminio sollevandolo da un lato e poi spellandolo.
Reticolo di diffrazione commerciale	Sono già pronti, non richiedono preparazione.

Preparare i DVD

Utilizzare un disco vergine, separare le due metà del disco con un coltellino o una lametta.

Gettare via la metà del disco con le scritte e utilizzare l'altra.

Strappare il sottile strato argentato con nastro adesivo.

Se non si riesce provare a tagliare lo strato argentato con il coltellino per facilitare il distacco. Effettuare un taglio radiale dal centro all'esterno e iniziare il distacco dal taglio.

Con alcuni tipi di dischi potrebbe essere più facile sollevare un angolo della pellicola, con il coltellino e spellare partendo dall'angolo sollevato.

Quando il disco è diviso è facile tagliarlo con le forbici. Ricavare un quadrato dalla zona esterna del disco (dove le righe sono meno curve). Se il quadrato è troppo grande si potrà rifinirlo in seguito.

Fate attenzione a non rigare la superficie e non toccarla con le dita.

La rigatura deve essere orizzontale (bordo esterno del DVD a sinistra)



Usare un vero reticolo di diffrazione

Abbiamo comprato il reticolo di diffrazione su eBay. Questi reticoli costano anche poco ma potrebbe essere difficile trovarli.



Questi “Highly efficient embossed Holographic Optical Elements (H.O.E.)” producono uno spettro colorato più luminoso rispetto ai DVD. Diventa quindi più facile misurare anche sorgenti poco luminose.

Caratteristiche

- ◆ Questo reticolo ha 1000 righe/mm al posto delle 1350 righe/mm dei DVD e delle 625 dei CD, quindi deflette un po' meno e un po' di più del secondo.
- ◆ Esiste anche la versione da 500 righe e potrebbe essere utile per avere una zona visibile più ampia.
- ◆ Il frammento di DVD è più rigido e quindi più facile da maneggiare e da fissare, ma si può rendere il reticolo altrettanto robusto montandolo in un telaietto per diapositive.

Consigliamo di comprarne un foglio al più presto su eBay. Ci vuole un certo tempo per la spedizione per cui comprandolo subito arriverà al momento giusto, alla fine della costruzione dello spettrometro.

Cercate su Bay frasi come:

“Diffraction Grating Roll Sheet Linear 1000 lines/mm Laser Holographic Spectrum”

Comprate solo i tipi da 1000 o 500 righe per millimetro, quello da 13500 righe/inch non va bene.

Il foglio che viene venduto solitamente (per soli 2.88 Euro + 4 di spedizione) è da 6 x 12 pollici, che fanno 15 x 30 cm. Ce n'è da fare spettrometri per tutti gli amici e ne resta ancora abbastanza per fare dei simpatici occhiali da regalare ai bambini.

Se non li trovate chiedete a Lello che trovate come MAXTHEREMINO su Ebay.

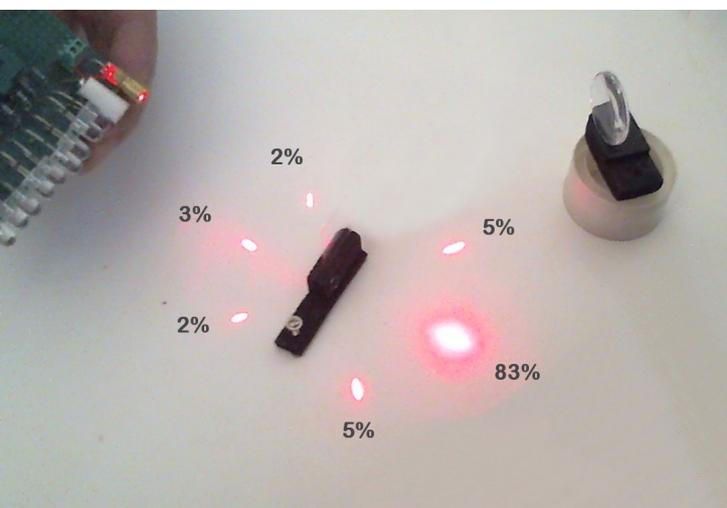
Reticoli di diffrazione a riflessione



I banchi ottici degli spettrometri molto costosi usano reticoli a riflessione e specchi collimatori. Questi banchi ottengono un aumento di luminosità di due o tre volte, grazie al reticolo a riflessione e un aumento di altre cinque o dieci volte, grazie allo specchio collimatore.

Peccato che poi utilizzino sensori lineari, progettati nel secolo scorso, che hanno una sensibilità cento volte inferiore rispetto alle migliori WebCam attuali.

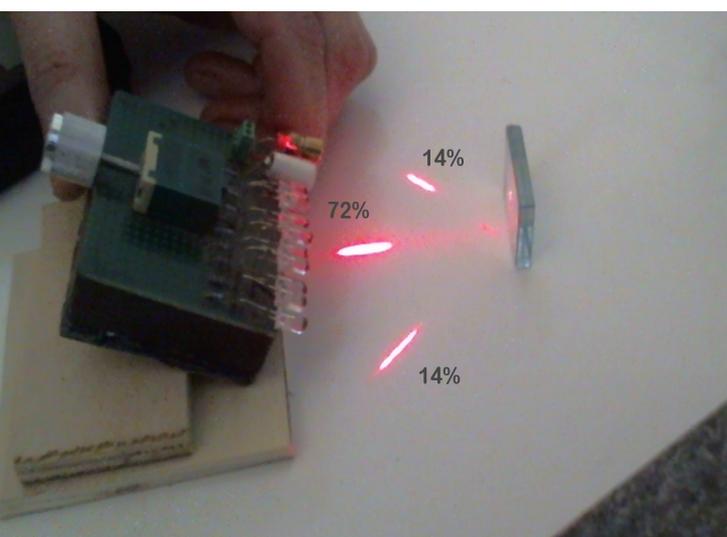
Per cui alla fine un banco con reticolo a trasmissione e WebCam è più luminoso e anche notevolmente più facile da regolare.



Queste immagini mostrano i risultati delle prove che abbiamo fatto con reticoli usandoli in trasmissione oppure posizionandoli davanti a uno specchio.

Per le misure abbiamo utilizzato un laser rosso da 5 mW, un luxmetro e uno specchio superficiale recuperato da una stampante laser.

Se si usa il reticolo in trasmissione la luce che viene deflessa e che possiamo utilizzare è circa il 5%.



In questa seconda immagine si vede che aggiungendo uno specchio la luminosità aumenta di quasi tre volte.

Abbiamo misurato circa il 14% ma potrebbe essere una misura imprecisa perché un vero reticolo a riflessione non è un reticolo a trasmissione con uno specchio dietro ma uno specchio superficiale sagomato con le righe.

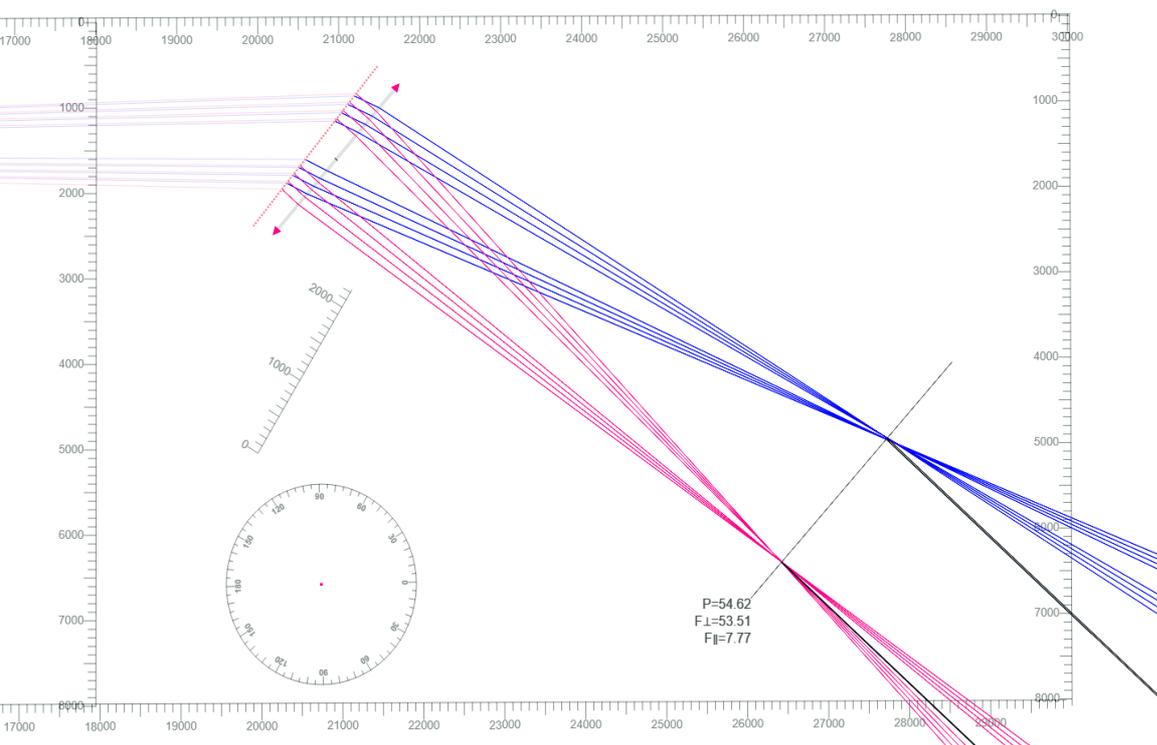
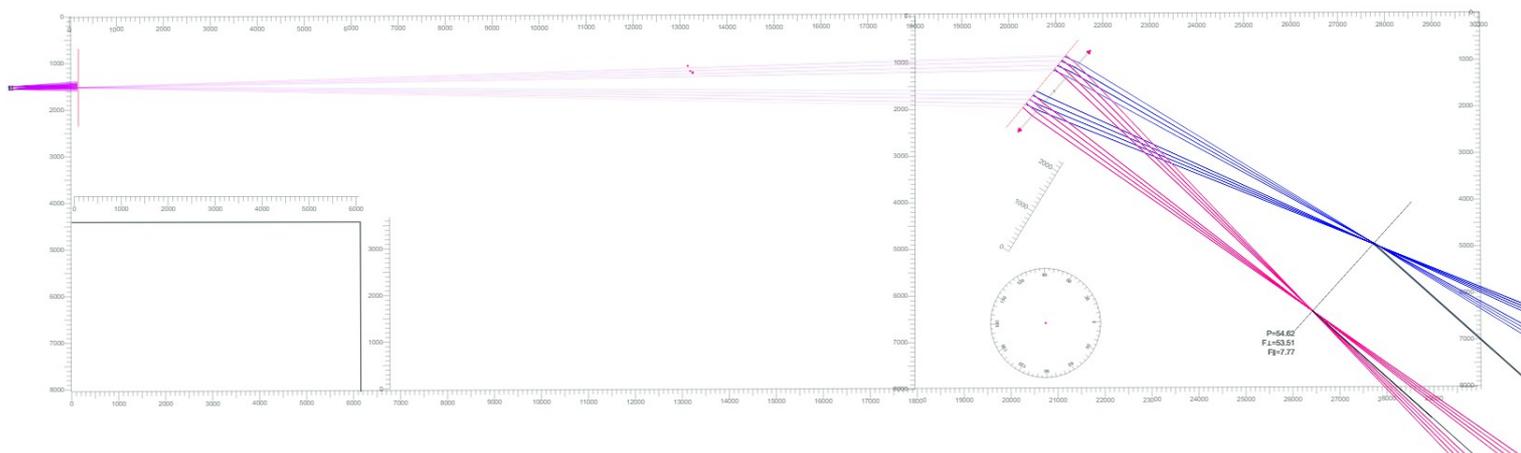
Comunque l'ordine di grandezza è quello, con un reticolo a riflessione si aumenta la luminosità di circa 3 volte, e non è molto.

Il grosso del guadagno di luminosità lo ottengono con lo specchio collimatore.

Simulazioni ottiche

Per calcolare le distanze, gli angoli e anche le lunghezze focali delle lenti abbiamo utilizzato questo ottimo simulatore on-line: <https://phydemo.app/ray-optics/simulator>

Per utilizzare il simulatore bisogna fare un po' di esperienza ma ne vale la pena, è ottimo e vi potrà essere utile in molte occasioni.



Utilizzando questi collegamenti potete caricare alcune delle nostre prove sul simulatore:

[LINK1](#), [LINK2](#), [LINK3](#), [LINK4](#)