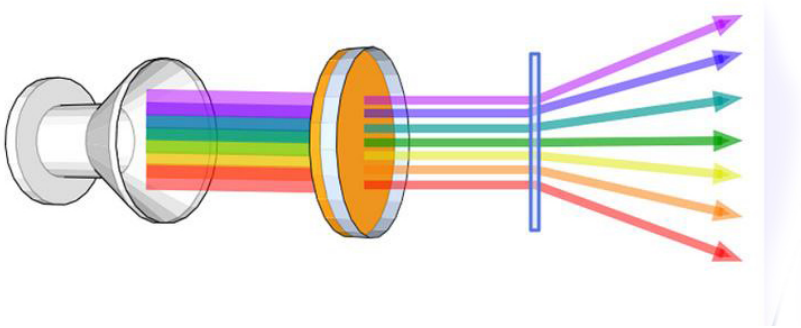
# Misura dello spettro di una sorgente led

Giuseppe Sottile

23 giugno 2021



## 1 Abstract

In questa mini dissertazione si studia lo spettro di emissione di una sorgente led a luce bianca su un supporto ottico semplice come un CD, mediante

## 2 Keywords

Spettro visibile, luce, diffrazione, CD, spettrometro, spettroscopia, led, reticoli

◇

## 3 Materiale

- Smartphone Mate 10 Pro BLA-L09 con Sistema operativo Android 10 - 6Gb RAM, Provessore HiSilicon Kirin 970.
- Fotocamera
- Programma Excel/Scidavis
- Scatola per scarpe
- righello
- Compact Disc (CD)
- foglio a quadretti

# 4 Introduzione

## 4.1 Lo spettro del visibile

L'occhio umano è in grado di percepire, (così come accade per i suoni nel caso dell'orecchio), una finestra di frequenze, ma stavolta appartenenti allo spettro elettromagnetico che va da circa $390nm$ (rosso), a $700nm$ (violetto), come da figura. In ottica ed in spettroscopia, riveste una particolare importanza il concetto di interferenza e di cammino ottico totale. Fin dai tempi di Newton ed Hyugens, Maxwell ed Einstein, diversi esperimenti hanno mostrato le differenti caratteristiche ondulatorie e corpuscolari della luce. Una delle caratteristiche su cui si basa la seguente trattazinoe è l'interferenza, la cui natura fu messa in risalto da un celebre esperimento del 1801 dal fisico britannico Thomas Young. [1]

$$\Delta_{co} = a|sen\theta_i + sen1\theta_r|$$

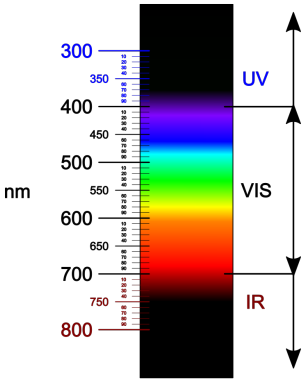
$$\Delta_{co} = n\lambda$$

$$a|sen\theta_i + sen1\theta_r| = \lambda$$

In sostanza, la relazione ci consente di correlare gli angoli di incidenza e di riflessione con la lunghezza d'onda della luce che investe la superficie riflettente. Attraverso vdei semplici passaggi algebrici e della geometria di base si perviene alla seguente relazione:

$$\begin{cases} \theta_i = arctan\left(\frac{d_{xs}-\frac{d}{2}}{D}\right) \\ \theta_r = arctan\left(\frac{d_{xs}+\frac{d}{2}}{D}\right) \end{cases}$$

Dove $D$ è la distanza tra la sorgente e la superficie di riflessione, mentre $d$ è la distanza tra sorgente e punto di osservazione (in metri). Attraverso queste semplici considerazioni, si può realizzare uno strumento di misura (spettroscopio elementare) in cui un raggio luminoso viene lanciato su una superficie ed il fascio diffratto viene a formare uno spettro in cui i singoli colori sono separati.



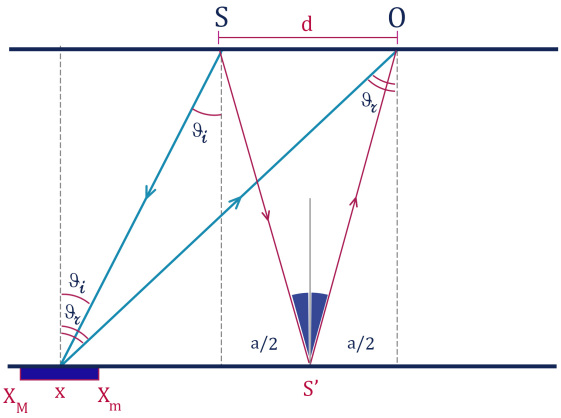




Figura 1: Geometria dell'esperimento

[1] L'esperimento mise in risalto la natura ondulatoria della luce

# 5 Procedimento

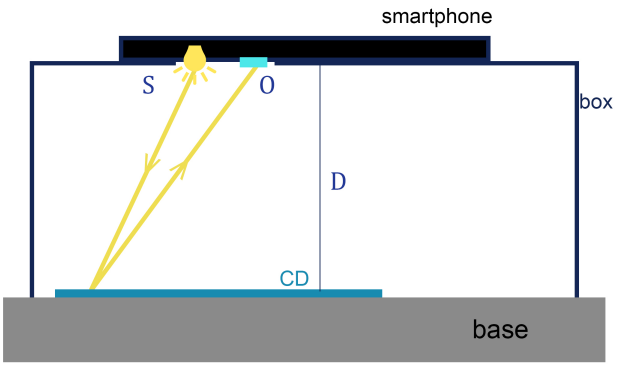



Figura 2: Apparato dell'esperimento

La foto in alto mostra l'apparato dell'esperimento. Una scatola buia con un foro per permettere alla fotocamera ed al led del cellulare di emettere ed aquisire senza disturbi esterni. Sono state scattate diverse fotografie con differenti esposizioni, velocità di scatto otturatore, apertura diaframma, ISO ecc, in modo da ottenere una precisa immagine senza riflessi e disturbi. Di seguito sono mostrate diverse configurazioni di esempio:

Figura 3: Diverse modalita di scatto del CD

Si osserva come variando i tempi e l'ISO, l'immagine assume luminosità, rumore diversi. Si è scelto di fotografare con modalità ISO 50, tempo 1/4000, nella foto a destra[2].

[2]Il dispositivo non consentiva velocità di scatto maggiori

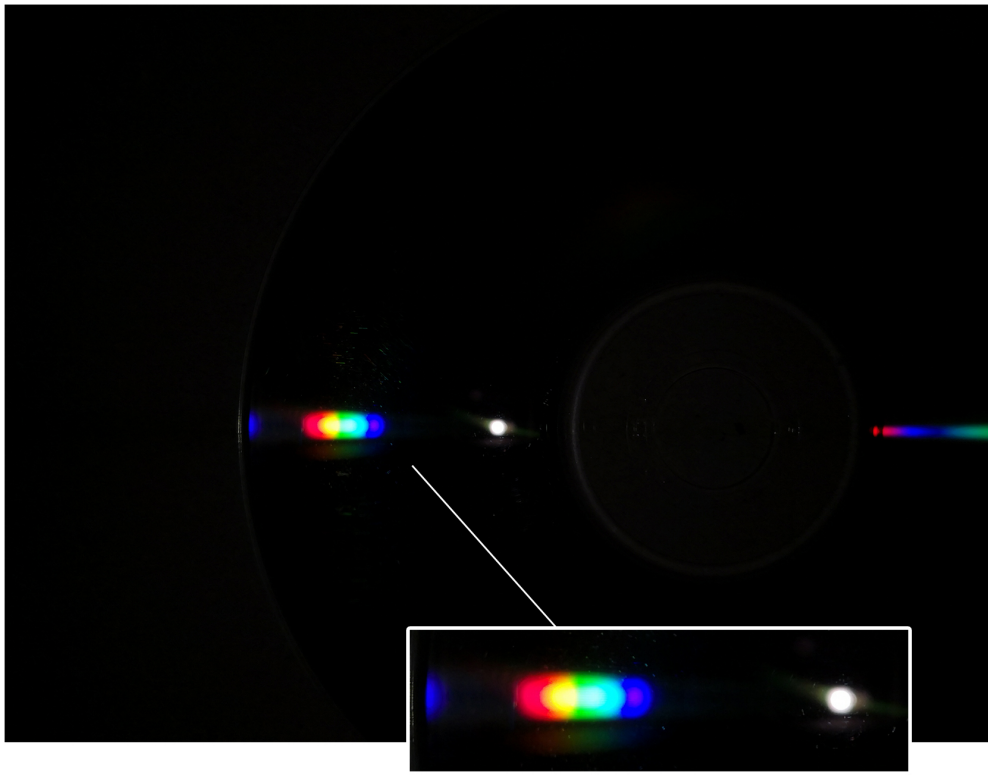


Figura 4: Immagine definitiva

### 5.0.1 Calibrazione

Per la calibrazione si è impiegata della carta quadrettata classica con quadretti da $0.5cm$. Attraverso imageJ, si è elaborato il profilo dell'immagine in corrispondenza delle tacche di ciscun quadretto, così da determinare la relazione tra $mm$ e $pixel$, in particolare si è determinato un fattore di circa $SC = \frac{511-357}{5} \approx 30px/mm$

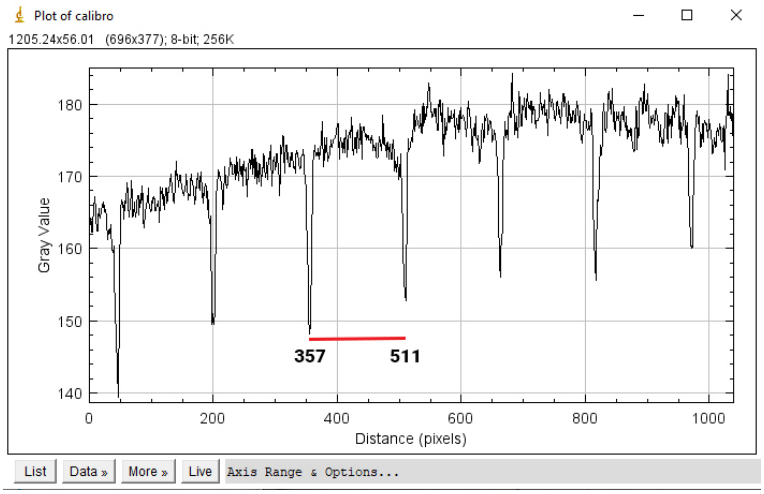



Figura 5: Profilo calibro pixel/mm

## 5.1 Profili intensità

Attraverso il software di elaborazione di immagini ImageJ, si sono estratti i cosiddetti profili di intensità, relativamente al rosso, al verde ed al blue, separati in tre differenti grafici riportati in basso. Inizialmente si è ritagliata l'area di interesse nell'immagine complessiva, successivamente si è estratta la matrice 3D e le mappe 2D per ciascun sensore ad 8 bit.

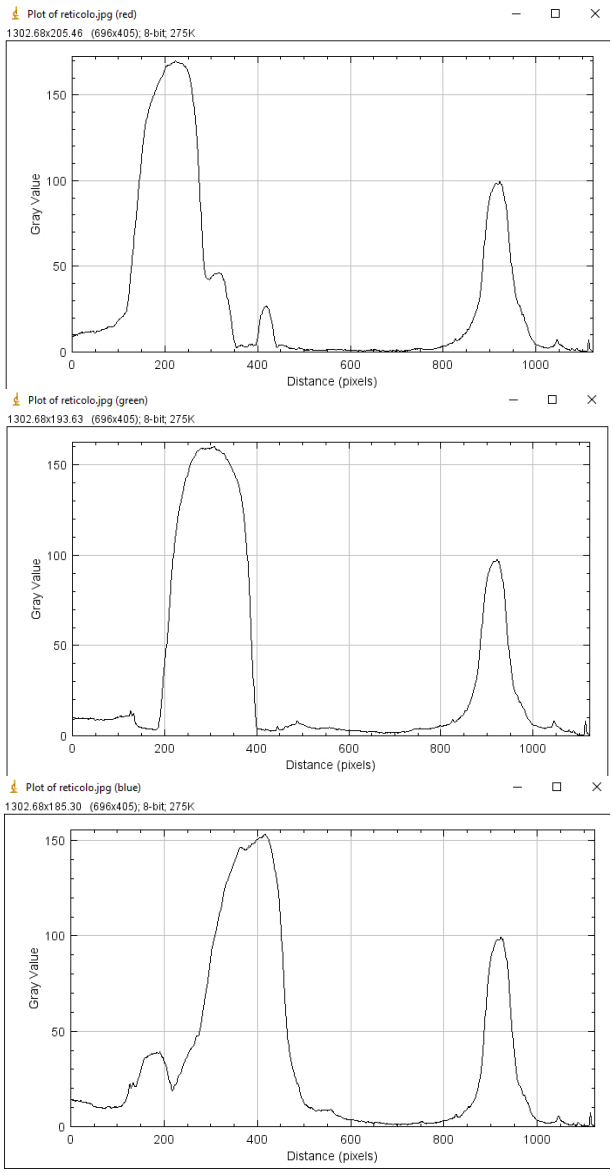


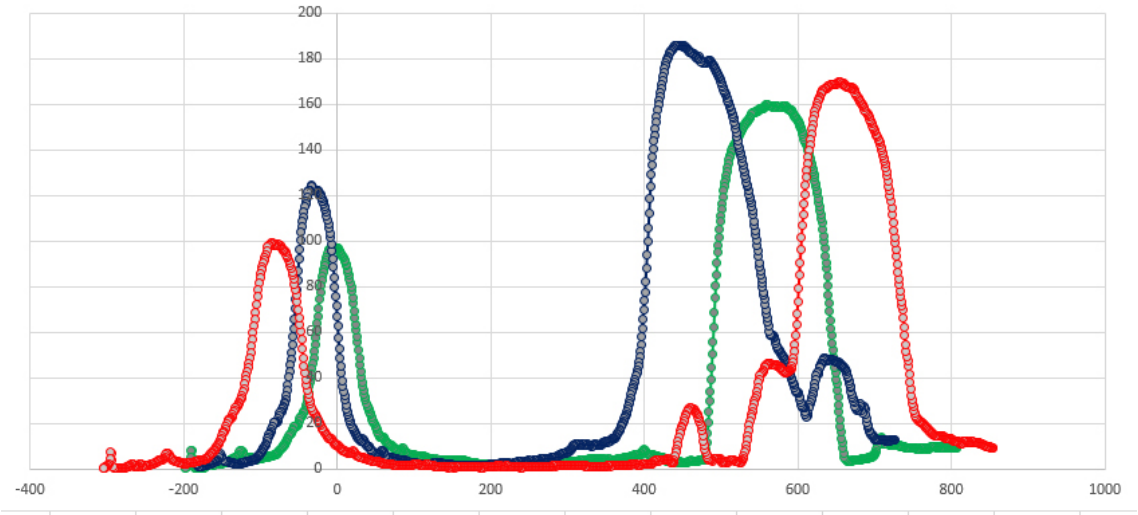

Figura 6: Profili intensità RGB

# 6 Risultati

### 6.0.1 Tabelle dati

I parametri relativi all'assetto dell'esperimento sono risultati essere i seguenti: Distanza tra sorgente led - obiettivo della fotocamera: $d = 0.015m \pm 0.001$
Distanza tra la fotocamera ed il CD: $D = 0.111m \pm 0.001$
Fattore di scala mm/pixel: $SC = 0.03 \pm 0.01$

Il grafico riporta il valore della lunghezza d'onda per ciscuna frequenza luminosa nello spettro di emissione.




◇

## 7 Discussione

I grafici appaiono in accordo ai dati in tabella, nella sequenza blu, verde e rosso rispettivamente. La curva del blu è la più alta rispetto alle altre, mentre il verde, dualmente è meno intenso. Si osserva a sinistra la presenza di altrettante curve in corrispondenza dello zero. Il blu è compreso tra i 400 ed i 600 nanometri, il verde tra i 500 ed i 700 nanometri, mentre il rosso tra i 600 e gli 800.

$\nu$ $\lambda$

| Colore | Frequenza | Lunghezza d'onda |
|---|---|---|
| Violetto | 668-789 THz | 380-435 nm |
| Indaco | 631-668 THz | 435-500 nm |
| Blu | 606-631 THz | 500-520 nm |
| Verde | 526-606 THz | 520-565 nm |
| Giallo | 508-526 THz | 565-590 nm |
| Arancione | 484-508 THz | 590-625 nm |
| Rosso | 400-484 THz | 625-740 nm |

Figura 7: Lunghezze d'onda e frequenze dello spettro del visibile

## 8 Conclusioni e note

L'esperimento ha mostrato come a partire da considerazioni geometriche sul cammino ottico di un fascio luminoso di luce bianca, si è determinato lo spettro di diffrazione generato dalla superficie di un CD, avente pattern con spaziatura caratteristica di $1.6\mu m$ ed i risultati in accordo con i valori teorici hanno messo in risalto la caratteristica della luce bianca, di possedere la totalità dei colori.

## 9 Bibliografia


- Mencuccini Silvestrini (Fisica II) Elettromagnetismo ed Ottica - Liguori Ed.
- Mazzoldi Nigro Voci (Fisica II) - Edises
- Manuale di Illuminazione Pietro Palladino - Tecniche nuove 2005
- Wikipedia