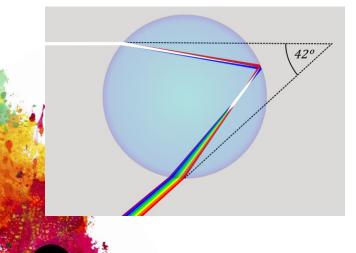


## Dove vediamo un spettro in natura?

In natura, passando attraverso le goccioline di acqua la luce viene separata in varie lunghezze d'onda (colori). Questo fenomeno è noto come dispersione.











### Cos'è uno spettro?

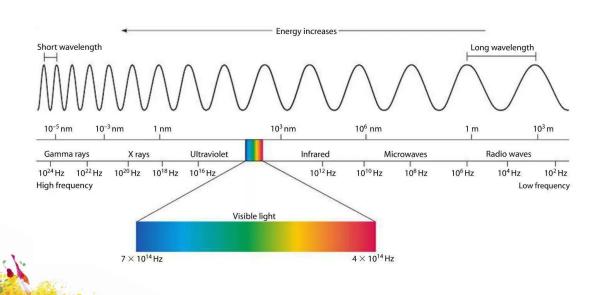
Spettro – in fisica, distribuzione in frequenza di una grandezza fisica variabile nel tempo, o in numeri d'onda di una grandezza fisica variabile nello spazio.



La parola è stata usata per la prima volta scientificamente in **ottica** per descrivere l'arcobaleno di colori nella luce visibile dopo aver attraversato un prisma.



L'insieme delle radiazioni elettromagnetiche costituisce lo spettro elettromagnetico.

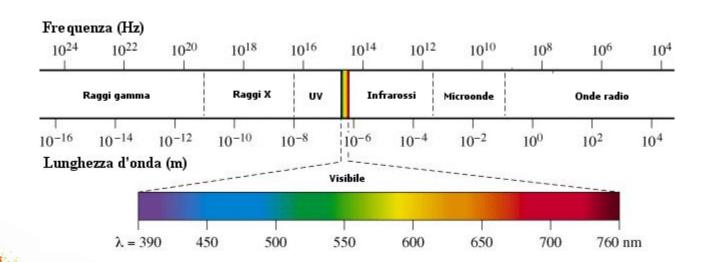


Le radiazioni sono onde elettromagnetiche caratterizzate da una lunghezza d'onda e da una frequenza.

L'energia trasportata
dalla radiazione
elettromagnetica
dipende dalla lunghezza
d'onda.

$$f\lambda = c$$

Poiché la lunghezza d'onda, espressa in metri (m), e la frequenza, espressa in Hertz (Hz), sono inversamente proporzionali, tanto minore è la lunghezza d'onda, tanto maggiore è la frequenza e quindi l'energia trasportata.











# MATERIALI

- Sorgente di luce;

- Sistema Ottico;

- Detector.



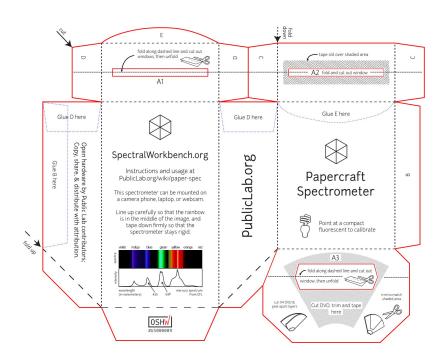
# MATERIALI

Sorgente di luce;CFL lamp

- Sistema Ottico; → DVD-R

Detector.Smartphone

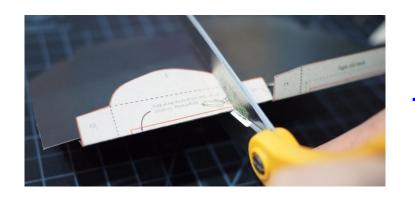
#### **PASSO 1: TAGLIO**

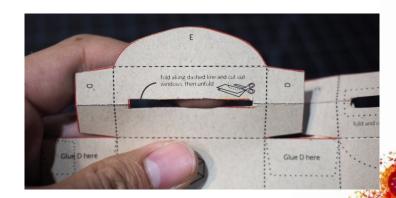


- Ritagliare lungo le linee tratteggiate il foglio di carta.
- 2) Incollarlo su cartoncino nero e tagliare le fessure.
- 3) Usando 2 pezzetti di scotch nero da elettricista crea nella finestrella indicata con A2 una piccola fenditura

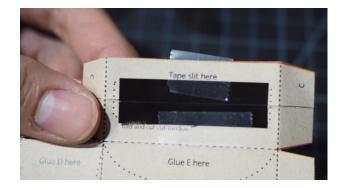


#### PASSO 2: TAGLIO della FINESTRELLA





Attaccare con lo scotch i due pezzi di , in alternativa attaccare esternamente 2 pezzi di scotch nero





#### PASSO 3: TAGLIO del DVD

a) b)

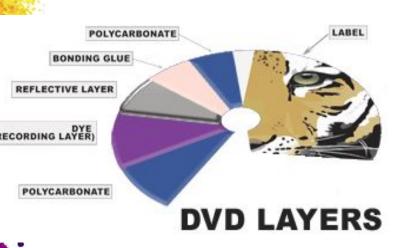
www.nova-ar

c)





# Perchè usiamo il DVD come reticolo di diffrazione?



Tutti i DVD-R sono realizzati con due strati di policarbonato stampato di circa 0,58 mm di spessore, incollati insieme.

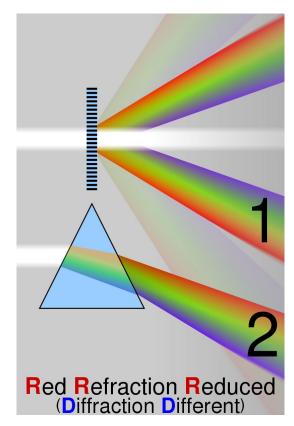
E' presente una traccia utile alla masterizzazione, ricavata dalla faccia superiore dello strato inferiore.

Queste tracce formano una scanalatura a spirale, fine e regolare passo di 0,74 micron. Le tracce possono quindi agire come reticolo di diffrazione.

### Perchè usiamo il DVD come reticolo di diffrazione?

In ottica, il reticolo di diffrazione è un componente ottico costituito solitamente da una lastra di vetro sulla cui superficie è incisa una trama di linee parallele, uguali ed equidistanti, a distanze confrontabili con la lunghezza d'onda della luce. Viene usato per separare i colori della luce, sfruttando la sua natura ondulatoria.

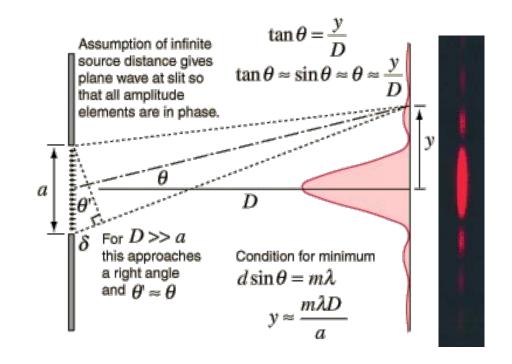
 $\lambda = 380 - 750 \text{ nm}$ 



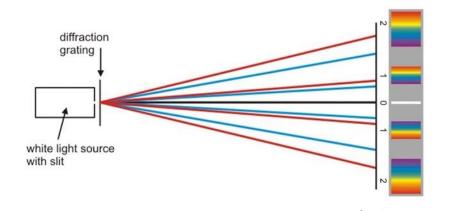


Nella fisica classica, il fenomeno della diffrazione è descritto come l'interferenza delle onde secondo il principio di Huygens-Fresnel che tratta ogni punto del fronte d'onda come un insieme di singole onde sferiche.

La sovrapposizione di tali onde (coerenti e monocromatiche) genera zone di interferenza costruttiva (più luminose) e zone di interferenza distruttiva (zone buie), in una struttura geometrica regolare.



La spaziatura tra zone
luminose e zone d'ombra
dipende dalla lunghezza
d'onda (colore) → colori
diversi saranno maggiormente
luminosi in punti dello
spazio diversi

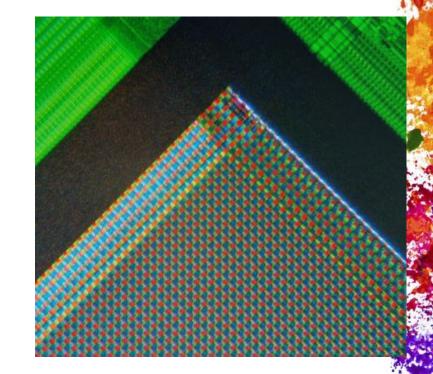


minimi 
$$y=rac{m\lambda D}{a}$$
massimi  $y=rac{(m+rac{1}{2})\lambda D}{a}$ 

# Usa la telecamera dello smartphone come detector...aspetta, è un detector!

Un sensore di immagine è un sensore che rileva e trasmette le informazioni che costituiscono un'immagine.

Lo fa convertendo l'attenuazione variabile delle onde luminose (mentre attraversano o riflettono gli oggetti) in segnali, piccoli lampi di corrente che trasmettono le informazioni. Le onde possono essere luce o altre radiazioni elettromagnetiche.

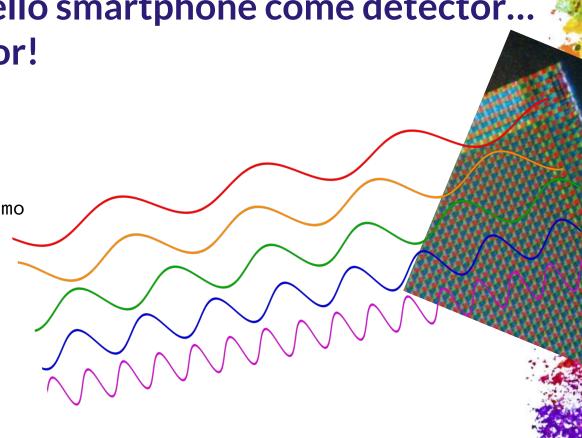




Usa la telecamera dello smartphone come detector...

aspetta, è un detector!

Se riusciamo a separare e deviare una gamma molto piccola di lunghezze d'onda su un singolo pixel, possiamo misurare l'intensità di quella data frequenza della luce.









### **ABBIAMO FINITO!**

Attacca lo spettrometro al tuo smartphone!





#### Step 1: Esegui il download sul tuo smartphone dell'app:

### LightAnalyser

#### Step 2: Fotografa la lampadina = Calibra

Punta il tuo spettrometro verso la lampada, osservando la finestra "Capture" per vedere quando appare lo spettro (lo vedrai come un arcobaleno). Quando sei sicuro clicca su "Capture" per salvare e visualizzare lo spettro di calibrazione

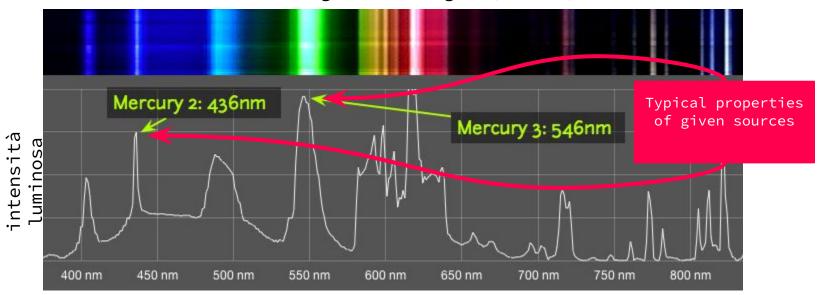
#### Step 3: Trova il gas!

Una volta eseguita la calibrazione scatta una foto ad un gas nobile ed individua qual è!



# Che tipo di spettro andiamo a misurare oggi?

visible light wavelength (camera)



lunghezza d'onda della luce rilevata dal detector



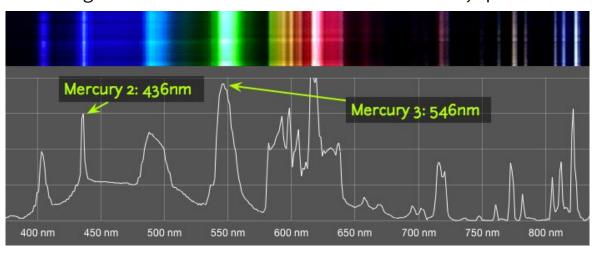
# Che tipo di spettro andiamo a misurare oggi?

Con l'aiuto di un reticolo di diffrazione, possiamo separare spazialmente le diverse lunghezze d'onda della luce visibile.

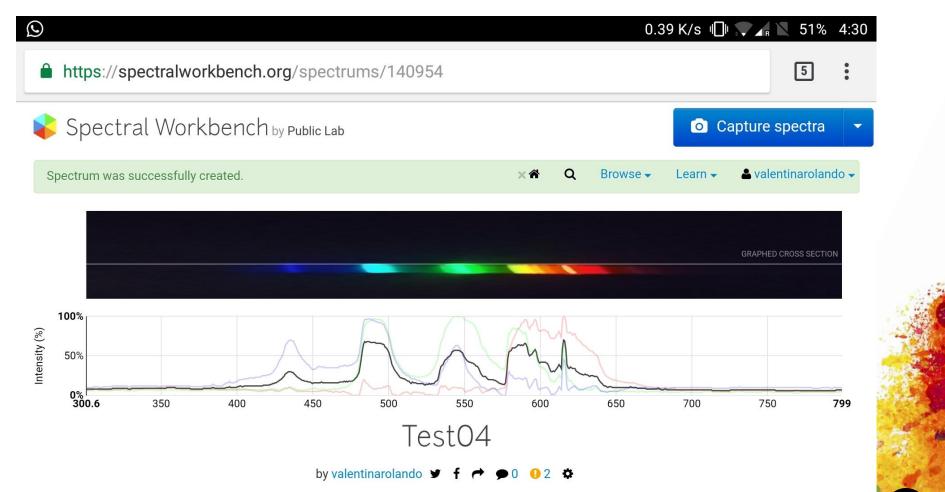
Con l'aiuto di un sensore di immagine all'interno di una fotocamera, possiamo

rilevare l'intensità di ogni pixel.

Con l'aiuto di a software di calibrazione (\*) possiamo abbinare ogni posizione alla giusta intensità.

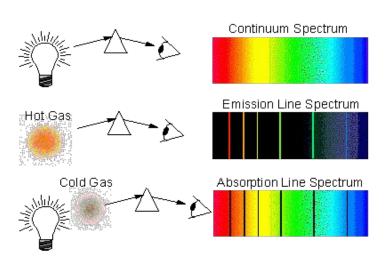


(\*) https://spectralworkbench.org/capture/



#### Interpretazione fisica

Uno spettro può essere un insieme di righe spettrali, cioè una riga scura o chiara risultante dall'emissione o dall'assorbimento di luce in un ristretto intervallo di frequenze.



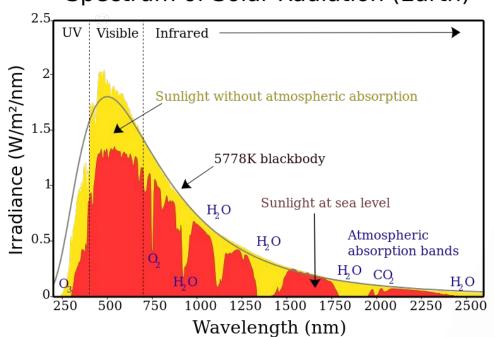
Le righe spettrali sono il risultato dell'interazione tra un sistema quantistico e un singolo fotone. Il sistema quantistico più semplice che considereremo è un singolo atomo.



### Il Sole è un corpo nero!

Lo spettro solare è continuo: vediamo intensità luminosa per ogni lunghezza d'onda.

#### Spectrum of Solar Radiation (Earth)



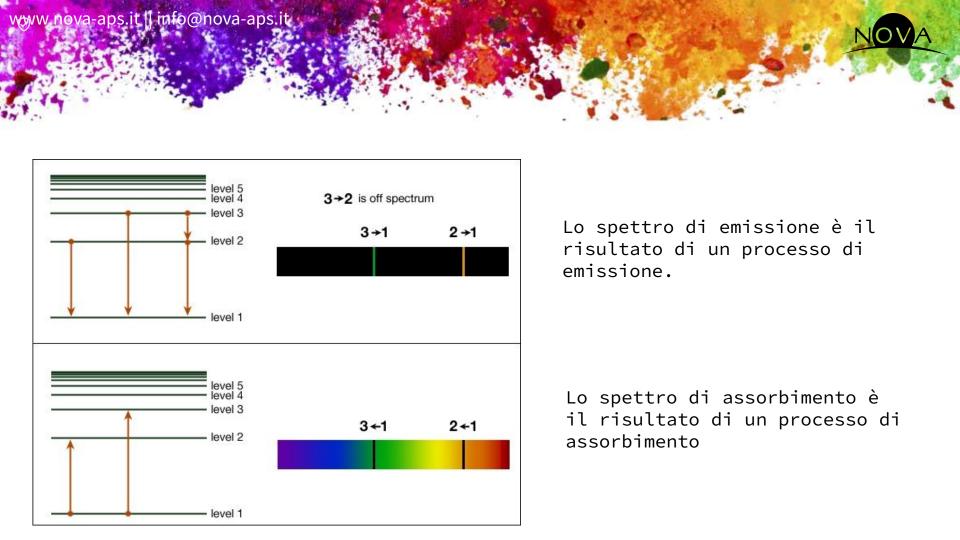






Consideriamo il sistema quantistico più semplice che è un singolo atomo:



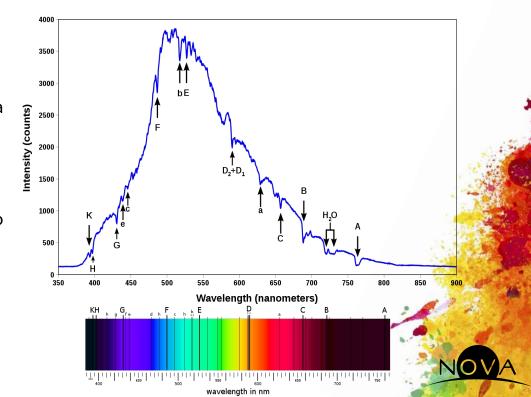


### Spettro di Fraunhofer

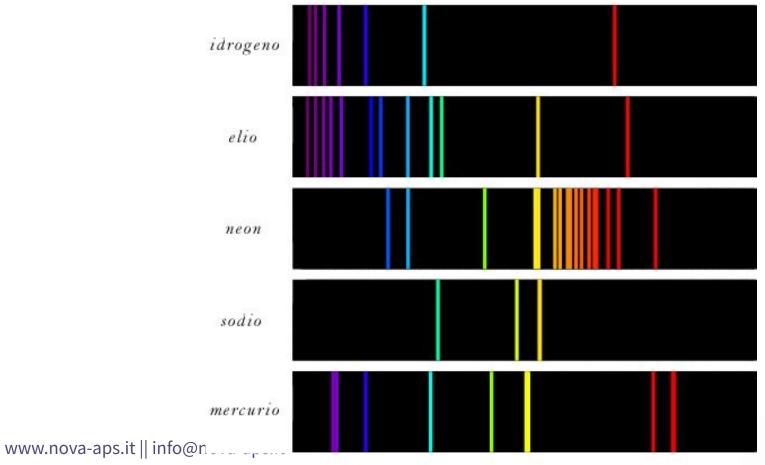
Le righe di Fraunhofer sono tipiche righe di assorbimento spettrale.

Le linee di assorbimento sono linee scure, regioni strette di intensità ridotta, che sono il risultato dell'assorbimento di fotoni quando la luce passa dalla sorgente al rivelatore.

Nel Sole, le linee di Fraunhofer sono il risultato del gas nella fotosfera, la regione esterna del sole. Il gas della fotosfera è più freddo delle regioni interne e assorbe la luce emessa da quelle regioni.



### Spettro elettromagnetico gas





## BIBLIOGRAPHY

- https://en.wikipedia.org
- https://publiclab.org
- http://hydrogen.physik.uni-wuppertal.de/hyperphysics/hype rphysics/hbase/phyopt/fraungeo.html



Sito Web: www.nova-aps.it



Mail: info@nova-aps.it



Facebook: @nova.steam.education



**Instagram**: @nova.steam.education



Youtube: https://www.youtube.com/c/NovaAPS

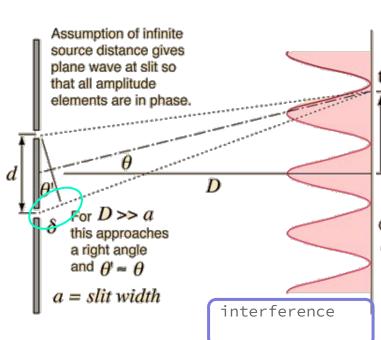




# DOUBLE SLIT EXPERIMENT

\*monochromatic light and a= $\lambda$ 

in the
maximum
intensity
spots the
path
difference
is an
integer



 $\tan \theta = \frac{y}{}$ Double Slit Diffraction For distant screen assumption  $\tan \theta \approx \sin \theta \approx \theta \approx \frac{y}{1}$ Single slit envelope Condition for maximum  $d\sin\theta = m\lambda$ interference + diffraction

# MANY SLITS -> DIFFRACTION GRATING

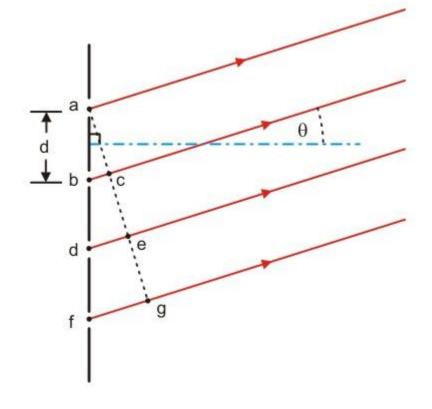
bc=λ

 $de=2\lambda$ 

fg=3 $\lambda$ 

•••

they all give max contribution to the max.



# WHY DO WE USE THE NARROW SLIT BEFORE THE DIFFRACTION

# GRATING?

All our previous discussion was referred to a monochromatic source… hence, a single  $\lambda$ .

We must take into consideration what happens for white light, which is a superposition of many  $\lambda$ .

For infinite source points in space the superposition is just a mess of varying colors. The mess is nice enough to have a name though: "structural coloration".

If we have a very narrow beam though, we can directly separate the  $\lambda$ 

Different  $\lambda$  for different  $\theta$ 

$$heta_m = rcsinigg(\sin heta_i - rac{m\lambda}{d}igg).$$



#### Il DVD come reticolo di diffrazione

Ogni fenditura nel reticolo agisce come una sorgente quasi puntiforme da cui la luce si propaga in tutte le direzioni.

La luce diffratta è composta dalla **somma** delle componenti d'onda interferenti provenienti da ciascuna fenditura del reticolo.

In un dato punto nello spazio attraverso il quale può passare la luce diffratta, la lunghezza del percorso verso ciascuna fenditura nel reticolo varia; così fanno le fasi delle onde in quel punto da ciascuna delle fenditure.

l massimi si verificano a angoli  $\theta_{_{m}}$ 

$$dsin\theta_{m}/\lambda = |m|$$

È semplice dimostrare che se un'onda piana è incidente a qualsiasi angolo arbitrario θi, l'equazione del reticolo diventa:

$$dsin\theta_m = m \lambda$$

Una volta risolta per i massimi degli angoli diffratti, l'equazione è:

$$d(\sin\theta_i - \sin\theta_m) = m \lambda$$



Indicando con d il passo del reticolo e con  $\lambda$  la lunghezza d'onda della radiazione incidente si può scrivere:

$$d\left(\sin\theta_m(\lambda)+\sin\theta_i
ight)=m\lambda$$

Quando il fascio incide con un angolo  $\theta_i$  sul reticolo. Il segno presente nella formula dipende dalla scelta della convenzione sul segno degli angoli.

