

SSIS  
indirizzo Fisico - Informatico - Matematico  
2° anno - a.a. 2006/2007

# Corso di Laboratorio di Fisica

*prof. Mauro Casalboni*

*dott. Giovanni Casini*

# Ottica



# LA LUCE

- La luce è un'onda elettromagnetica
- Il principio di Huygens
- Il principio di Fermat
- L'interazione radiazione materia: i fotoni



# Esperienze di ottica geometrica

- Raggio di luce da un foro, l'ombra
- Riflessione (specchio R | Я, ε | ε)
- Rifrazione
- Riflessione totale
- Scomposizione della luce (prisma)
- Arcobaleno
- Composizione della luce (disco Newton)
- Assorbimento e riflessione della luce - Il colore degli oggetti



# Esperienze di ottica geometrica

- Lenti e applicazioni

lenti sottili

l'occhio umano

lenti spesse

lente di ingrandimento

modello di microscopio

modello di telescopio



# Esperienze di ottica fisica

- Polarizzazione della luce
- Potere rotatorio di alcune molecole (LC)
- Birifrangenza
- Diffrazione da un bordo
- Diffrazione da un foro (e principio di Babinet)
- Diffrazione da una fenditura
- Diffrazione da più fenditure
- Limite di risoluzione degli strumenti ottici



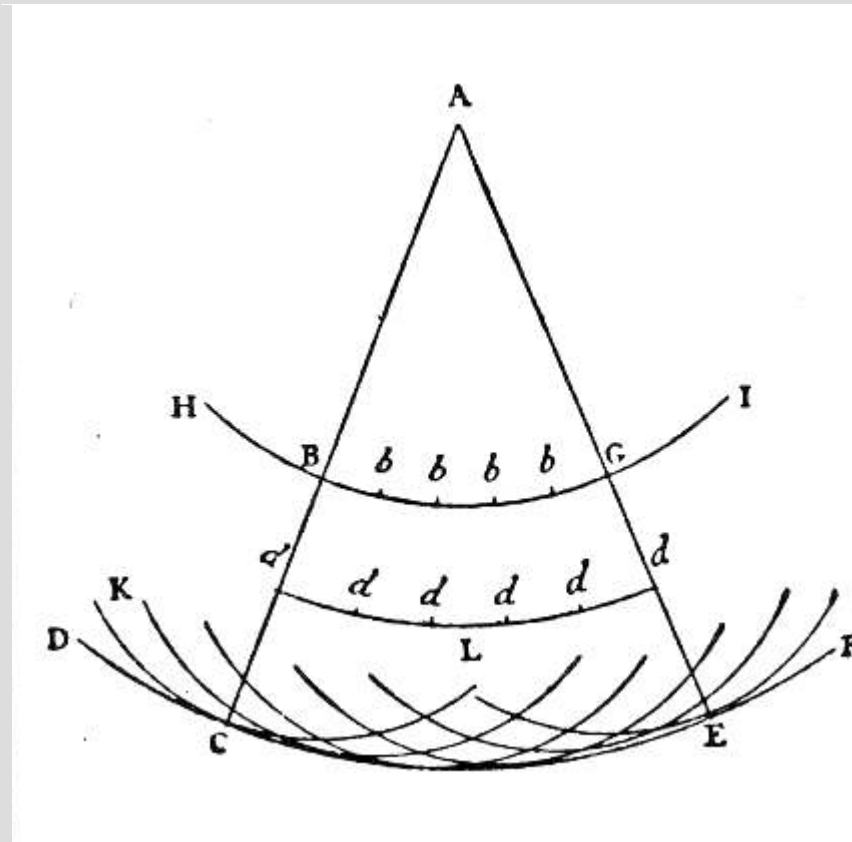
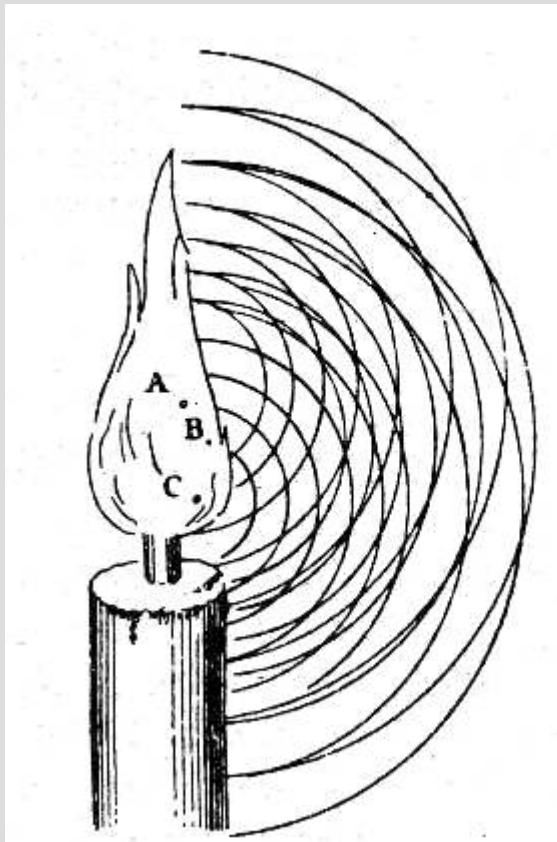
# Esperienze di ottica fisica

- Gli specchi di Fresnel (interferenza)
- L'interferometro di Michelson
- Lo spettro del corpo nero
- Lo spettro del mercurio



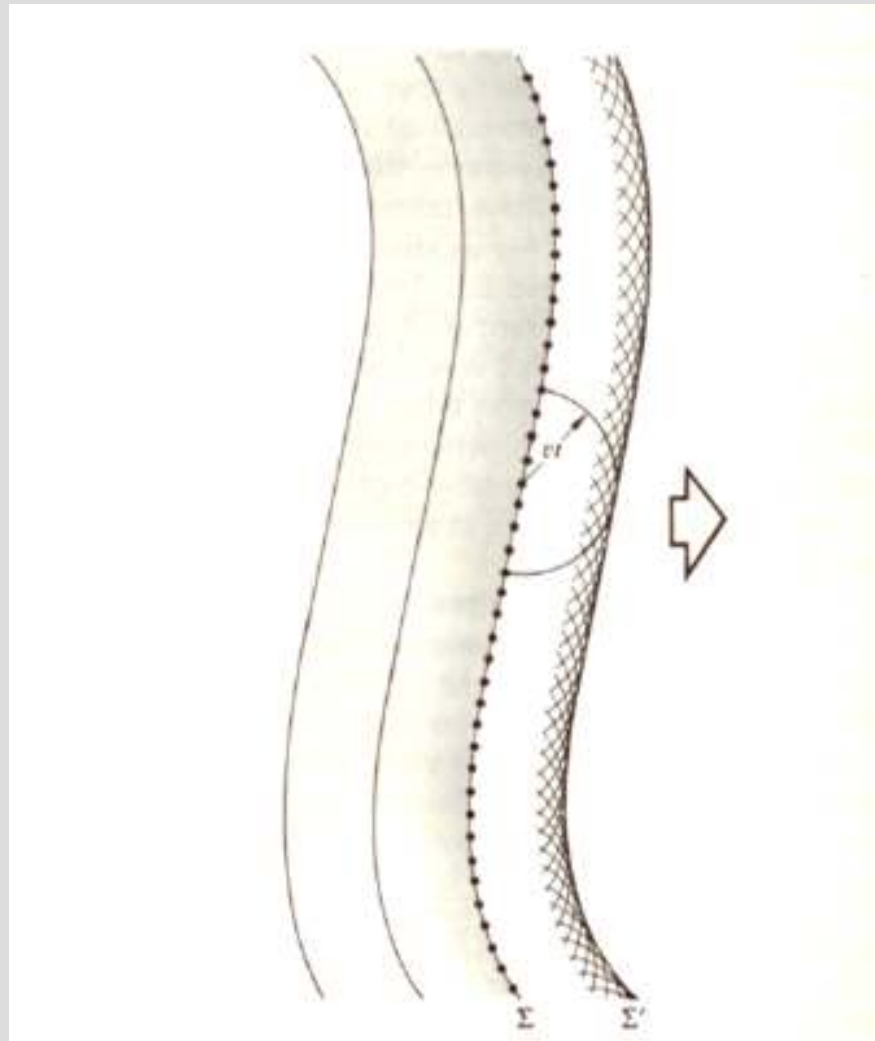
# Il principio di Huygens

La composizione di piccole onde parziali come è illustrata da Huygens nel suo *Traité de la lumière*. Il principio secondo cui la superficie dell'onda è l'involucro di tante piccole onde che emanano da tutti i punti di un'onda precedente è la tesi su cui Huygens fonda l'ottica.



# Il principio di Huygens

La propagazione del fronte d'onda secondo il principio di Huygens



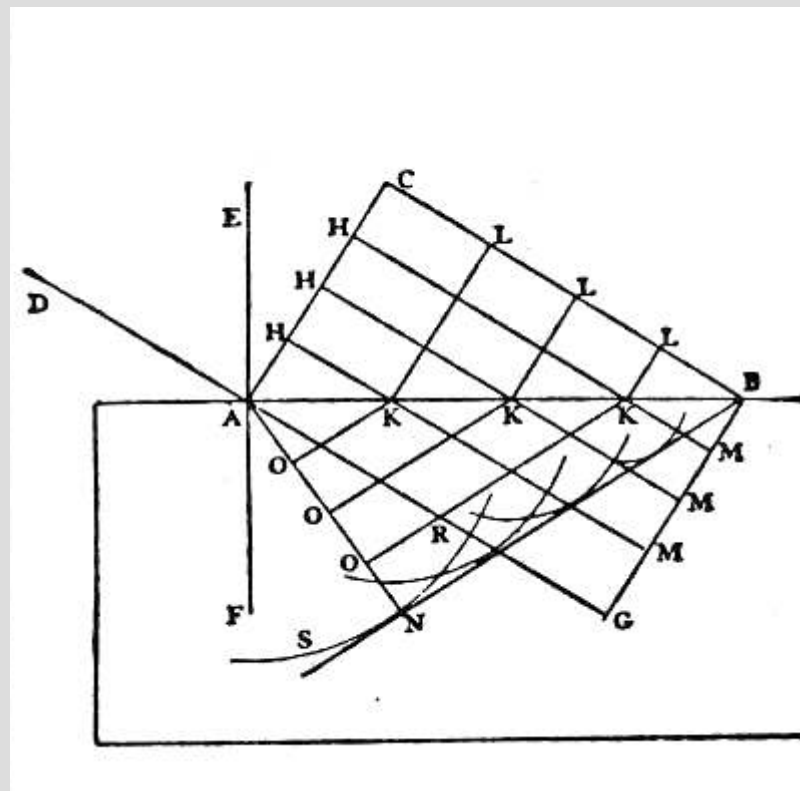
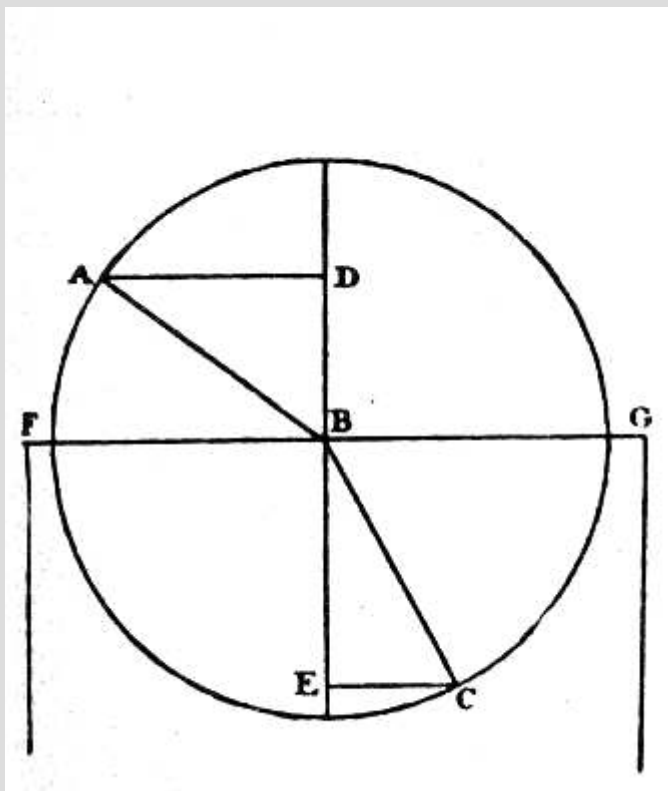


# Rifrazione

- La frequenza dell'onda rimane inalterata mentre varia la velocità e quindi  $\lambda$
- $v = c/n \leftrightarrow \lambda = \lambda_0/n$
- $n$  è l'indice di rifrazione del mezzo e in generale dipende dalla frequenza (ovvero da  $\lambda$ )  $\Rightarrow n(\lambda)$
- Quindi la rifrazione avviene in modo diverso per ciascun colore



# Rifrazione



# Rifrazione della luce

Interpretazione ondulatoria

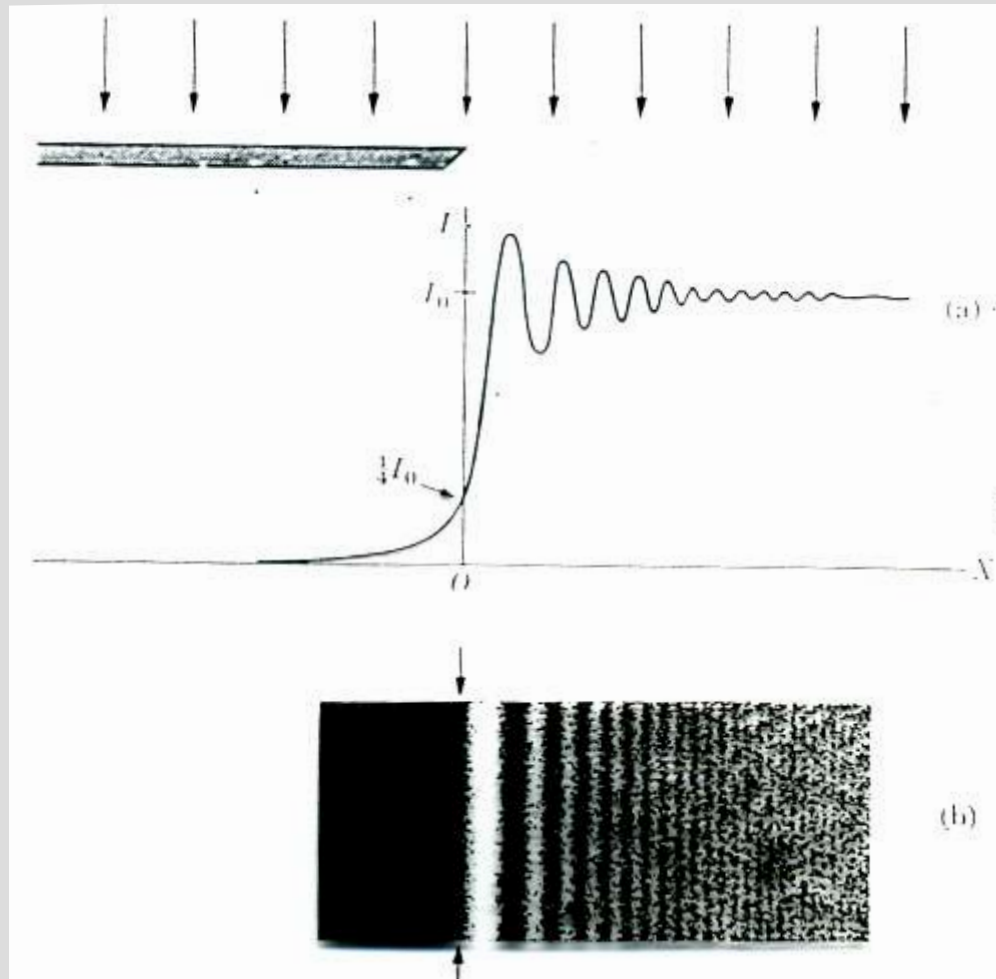


# Rifrazione della luce

Interpretazione ondulatoria



# Diffrazione da un bordo



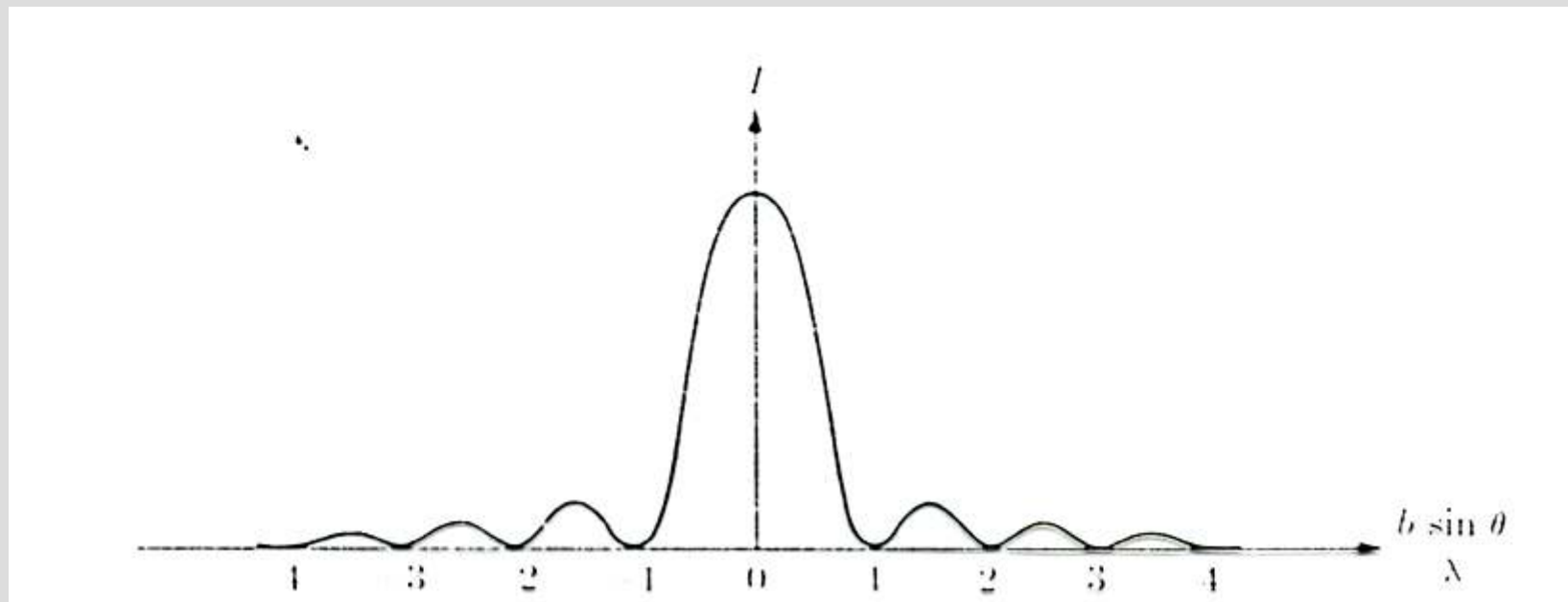
a) Distribuzione della intensità nei fenomeni di diffrazione di Fresnel prodotti da uno spigolo rettilineo.

b) Fotografia dei fenomeni di diffrazione di Fresnel prodotti da uno spigolo rettilineo.



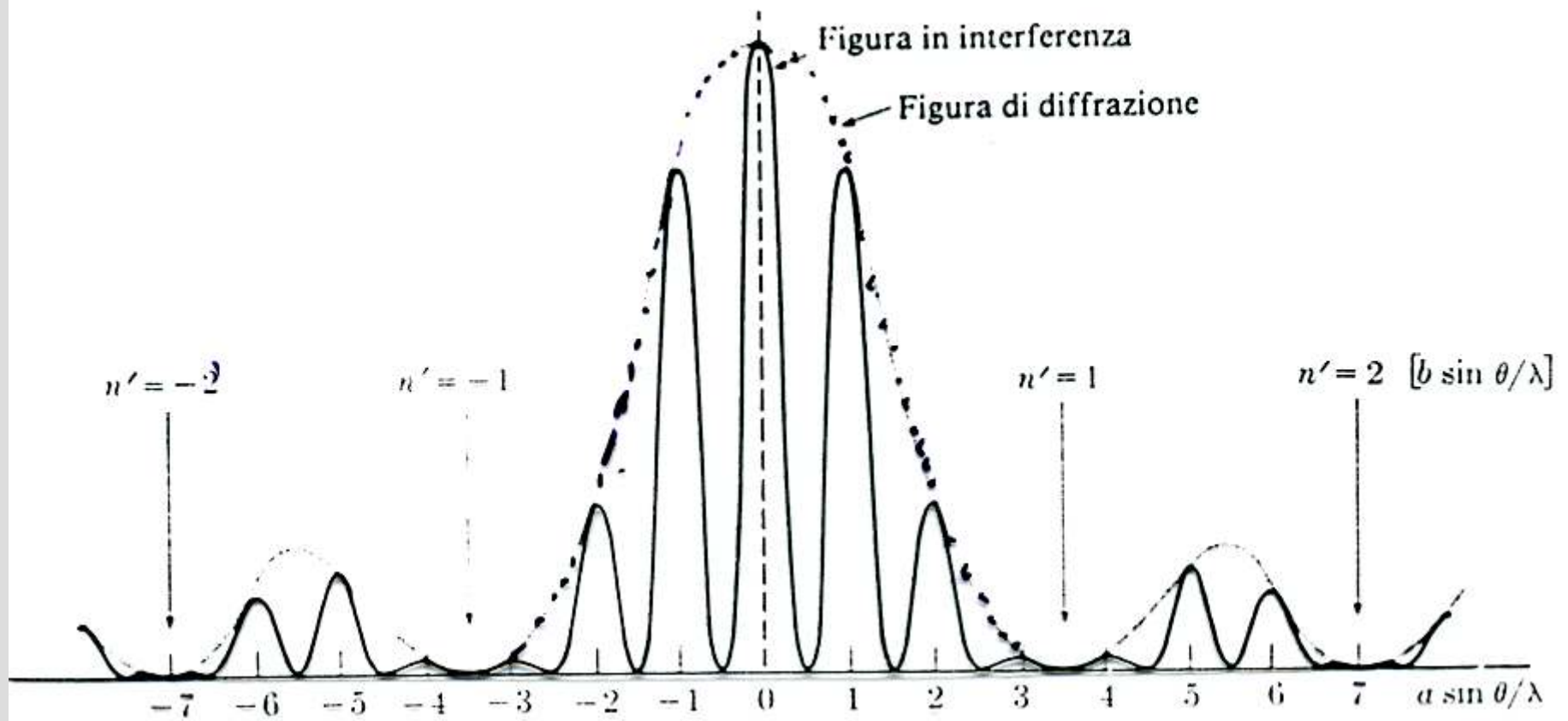
# Diffrazione da una fenditura

Distribuzione dell'intensità delle frange di diffrazione prodotte da una fenditura stretta e lunga.



# Diffrazione da due fenditure

Distribuzione della intensità (lungo un piano posto normalmente alla luce incidente) risultante da due fenditure strette lunghe e parallele. ( $a/b = 3,5$ )

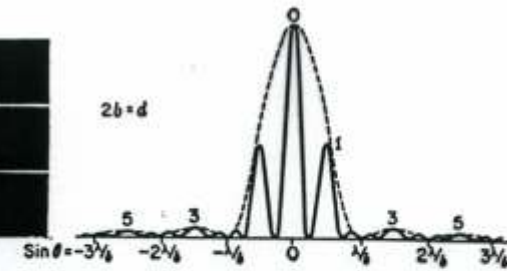


Diffrazione da due fenditure in funzione del parametro distanza/larghezza

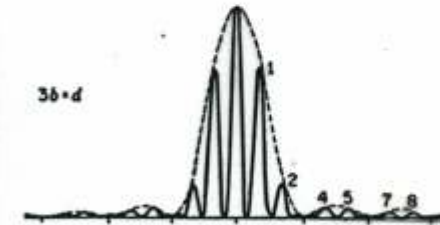
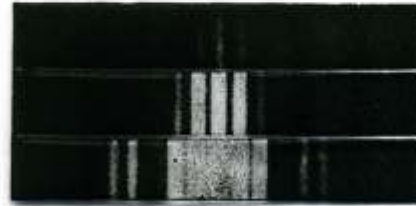
distanza =  $d$

larghezza =  $b$

$d/b=2$



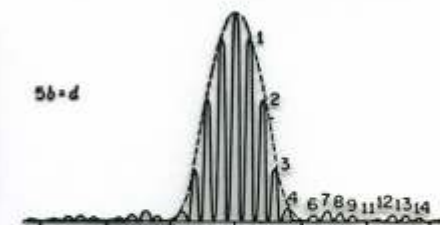
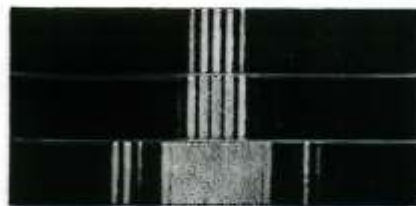
$d/b=3$



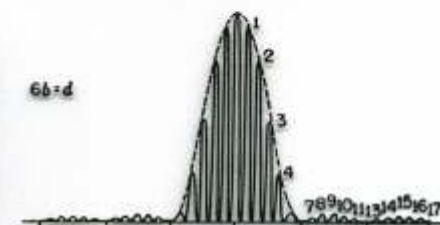
$d/b=4$



$d/b=5$

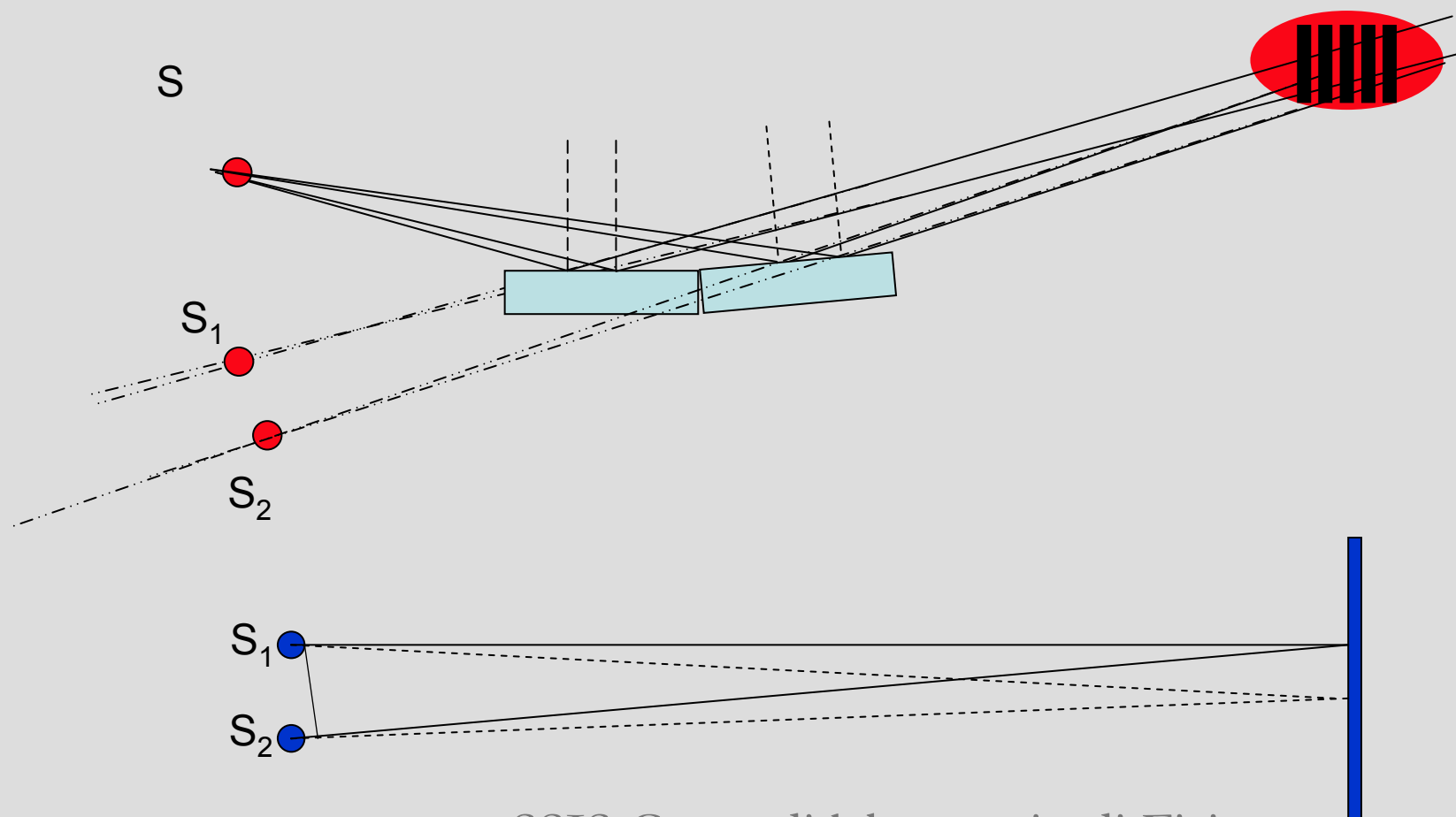


$d/b=6$

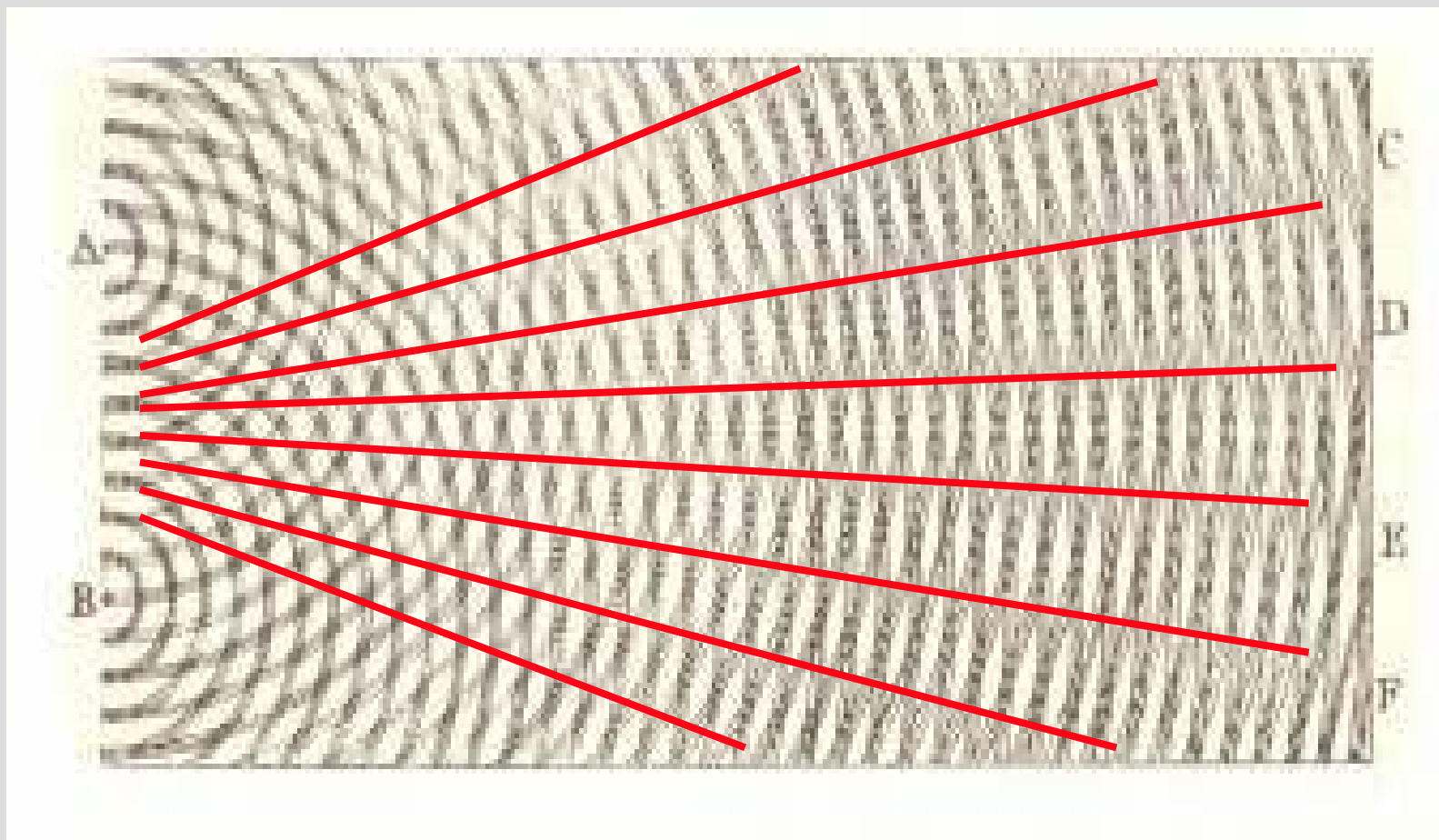




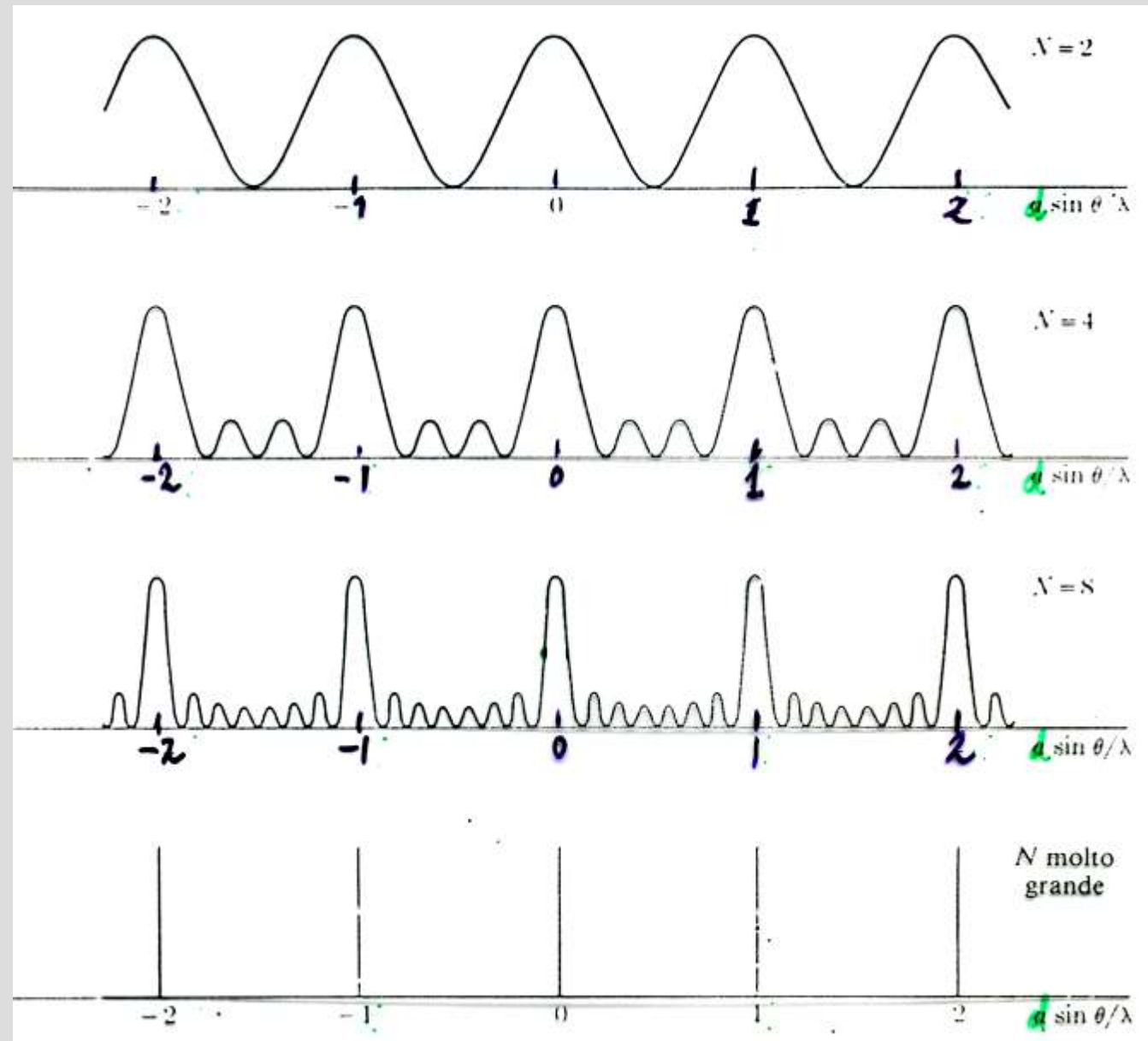
# L'interferenza gli specchi di Fresnel



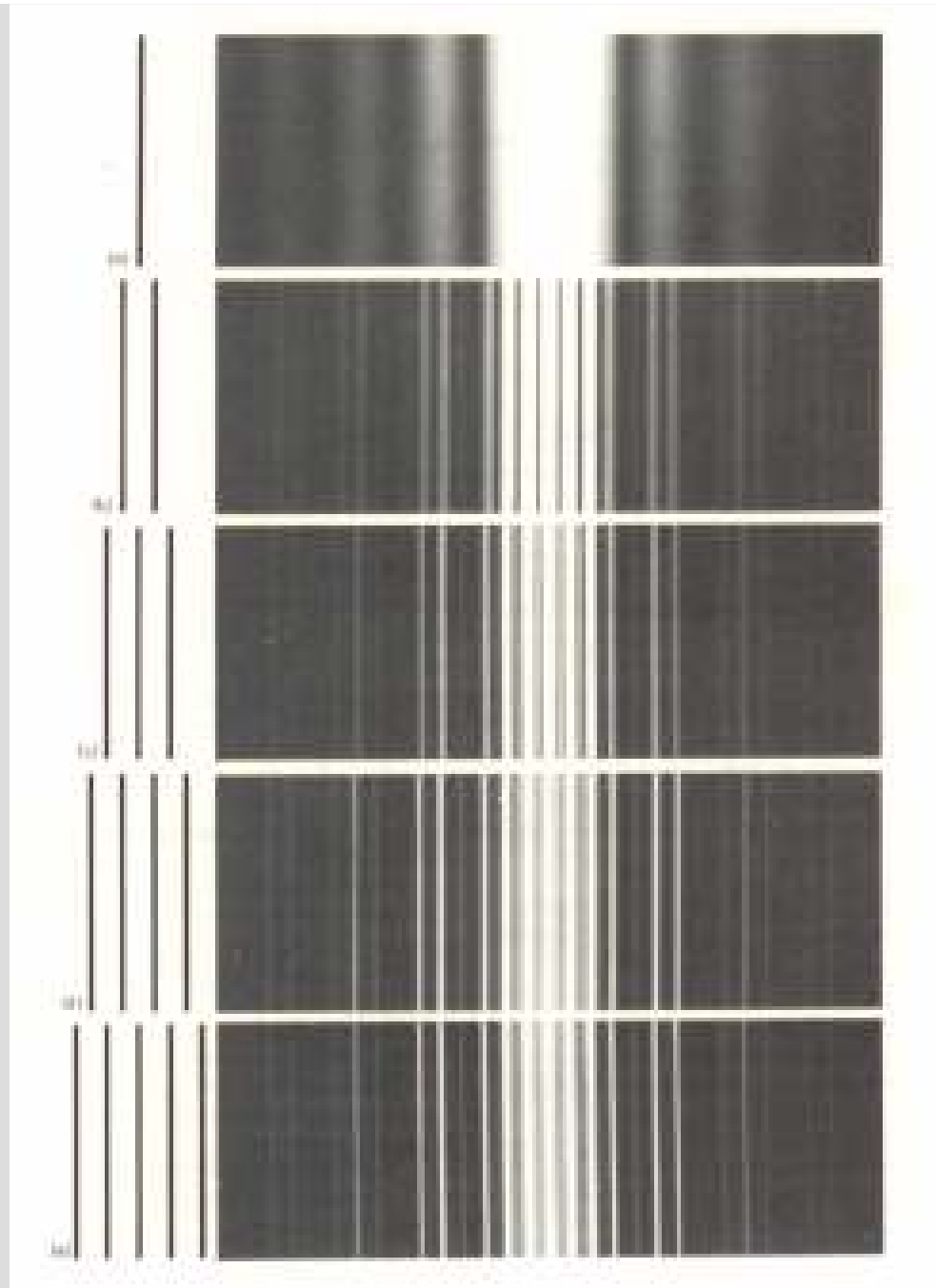
# L'interferenza secondo Yung



Intensità della figura di interferenza per 2, 4, 8, e moltissime sorgenti. La distanza relativa  $a$  delle sorgenti è mantenuta costante.

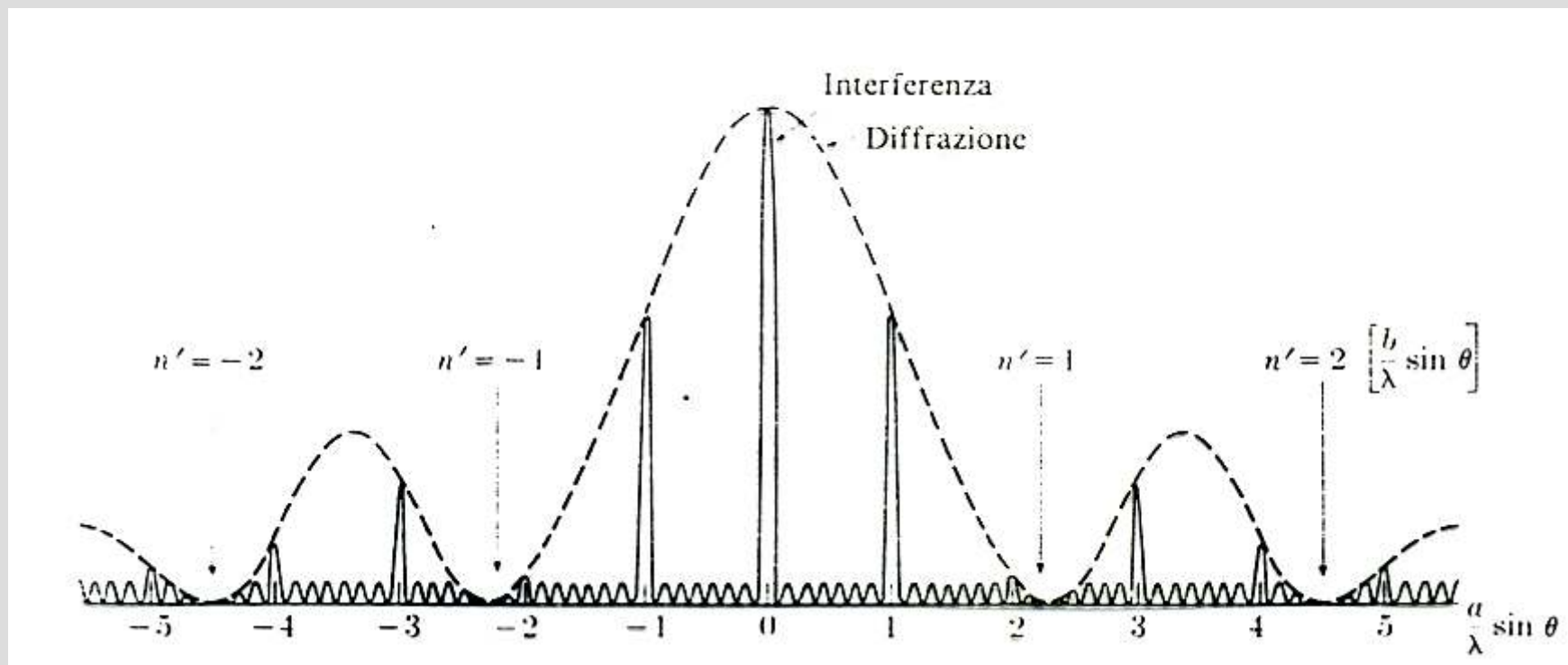


Immagini della  
figura di  
diffrazione per un  
numero crescente  
di fenditure di  
eguale larghezza e  
distanza  
(rappresentate alla  
sinistra della foto)



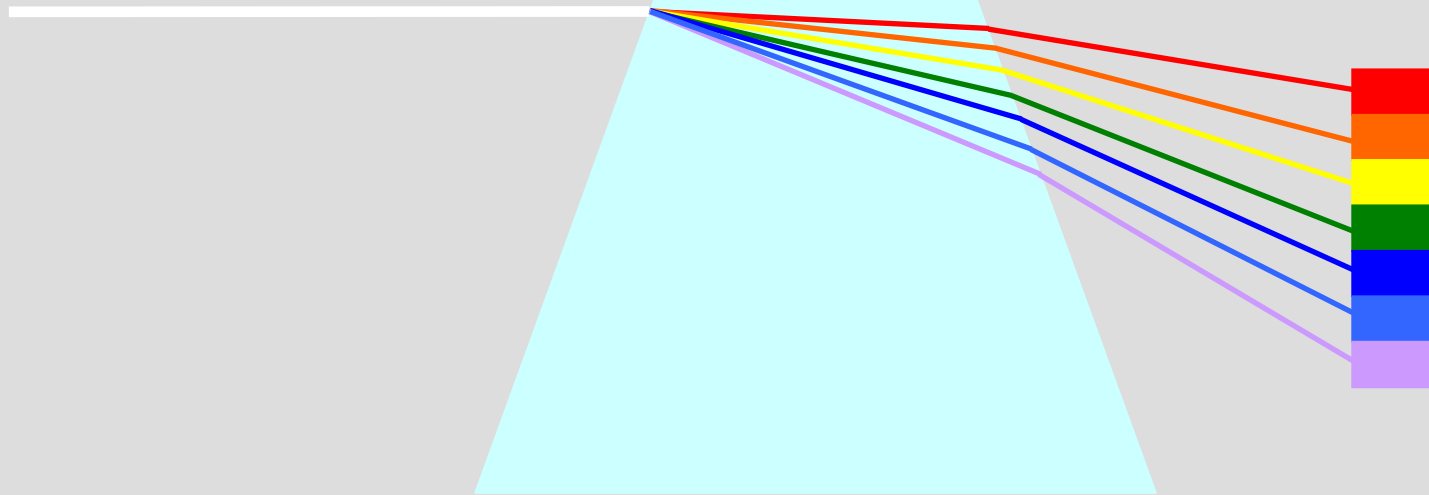
# Il reticolo di diffrazione

Distribuzione della intensità prodotta da un reticolo di diffrazione su un piano posto normalmente alla luce incidente e parallelo al reticolo.

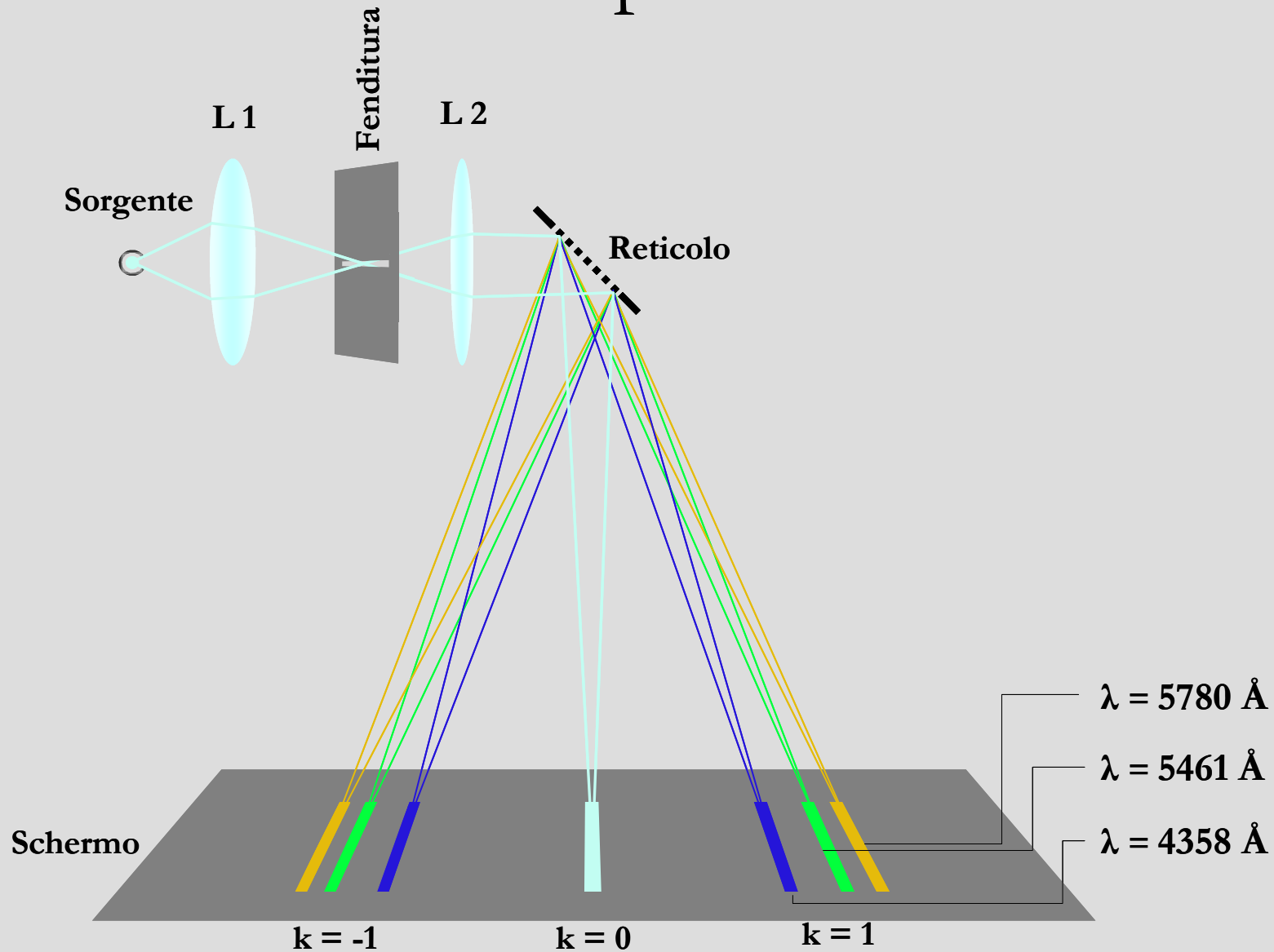


# Dispersione della luce

Gli spettrometri a prisma furono presto soppiantati da quelli a reticolo di diffrazione per la migliore capacità di separare le componenti cromatiche (risoluzione)



# Spettrometro a reticolo



# Spettrometro a reticolo

in relazione alla figura precedente:

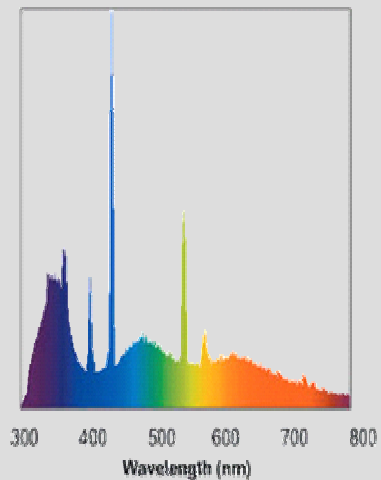
- ✓ La lente L1 convoglia la luce della sorgente sulla fenditura
- ✓ La lente L2 forma un'immagine ingrandita della fenditura sullo schermo
- ✓ La configurazione indicata è quella semplificata (i raggi sul reticolo incidono quasi paralleli, per averli paralleli si devono usare due lenti L2 e L3, la prima rende i raggi paralleli, la seconda focalizza sullo schermo)
- ✓ Negli spettrometri reali si usano specchi al posto delle lenti perché sono acromatici



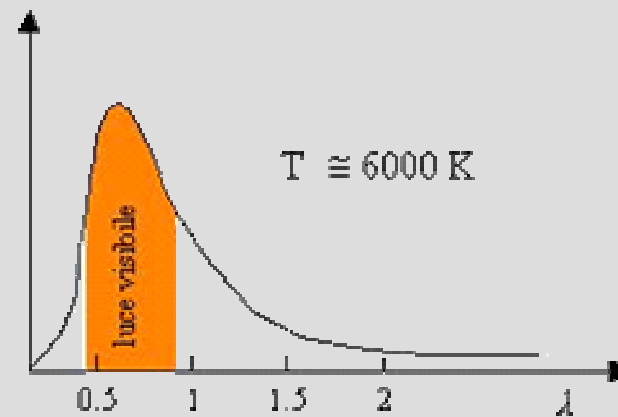


# Composizione della luce

Grazie agli spettrometri a reticolo possiamo indagare sulla composizione della luce in funzione della lunghezza d'onda



Lampada fluorescente



Luce solare



# Il colore della luce

Sotto abbiamo riportato le temperature dei filamenti, ricavate a partire dalla resistenza, e le condizioni di esposizione della foto.



$T = 1060 \text{ K}$   
 $f = 5,2$   
 $T = 16 \text{ s}$



$T = 1530 \text{ K}$   
 $f = 5,2$   
 $T = 1/8 \text{ s}$



$T = 2159 \text{ K}$   
 $f = 5,2$   
 $T = 1/500 \text{ s}$

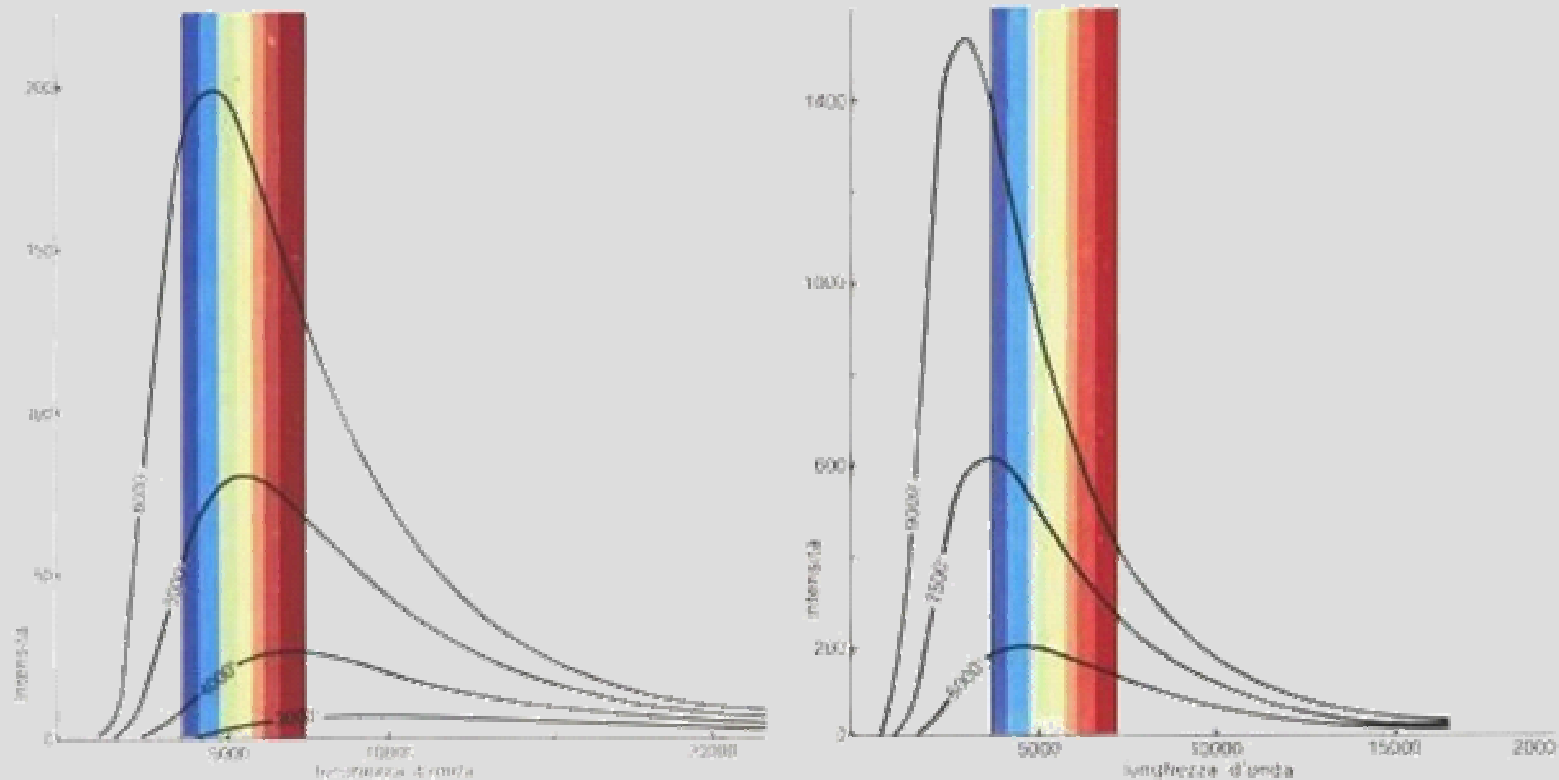


$T = 2690 \text{ K}$   
 $f = 7,2$   
 $T = 1/2000 \text{ s}$



# Lo spettro del corpo nero

- Utilizziamo il parametro temperatura perché molti corpi, incluso il sole, emettono luce come un corpo nero ad una certa temperatura
- Per esempio il sole ha una temperatura di 6000 Kelvin mentre le lampade ad incandescenza 3800 Kelvin



# Lo spettro discreto

- Nell'800 si scoprì che lo spettro di quasi tutti gli elementi nelle lampade ad arco non era continuo ma discreto, così detto a “righe”
- Esempio: lo spettro del mercurio
- La ricerca del motivo degli spettri discreti e la ricerca della spiegazione dello spettro del corpo nero contribuirono alla nascita della fisica moderna: la meccanica quantistica

