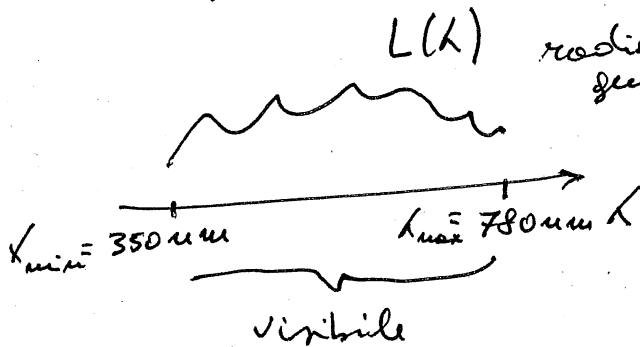


(SUN) LABORATORIO DI TELECOMUNICAZIONI I
 (Prof. F. PALTERI) [APPUNTI DALLE LEZIONI 2011]

ELEMENTI DI PERCEZIONE DELLE IMMAGINI

Radiazione luminosa

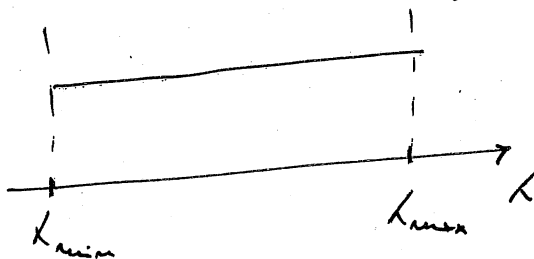


λ lunghezza d'onda

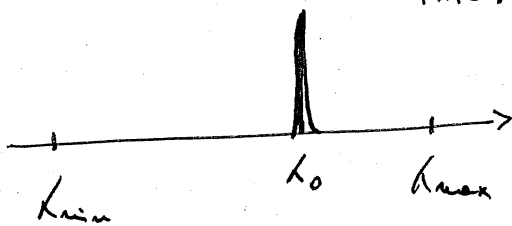
$$f = \frac{c}{\lambda} \text{ frequenza } [Hz] \text{ o } [m^{-1}]$$

c velocità della luce
 300'000 km/sec.

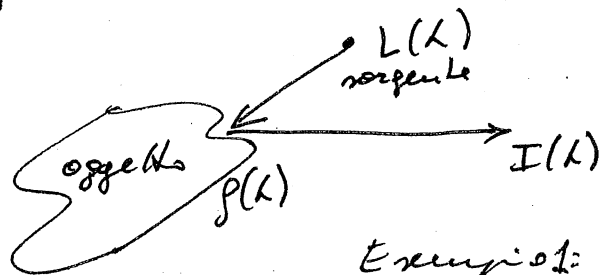
LUCE BIANCA



RADIAZIONE MONOCROMATICA
 (COLORE PURO)

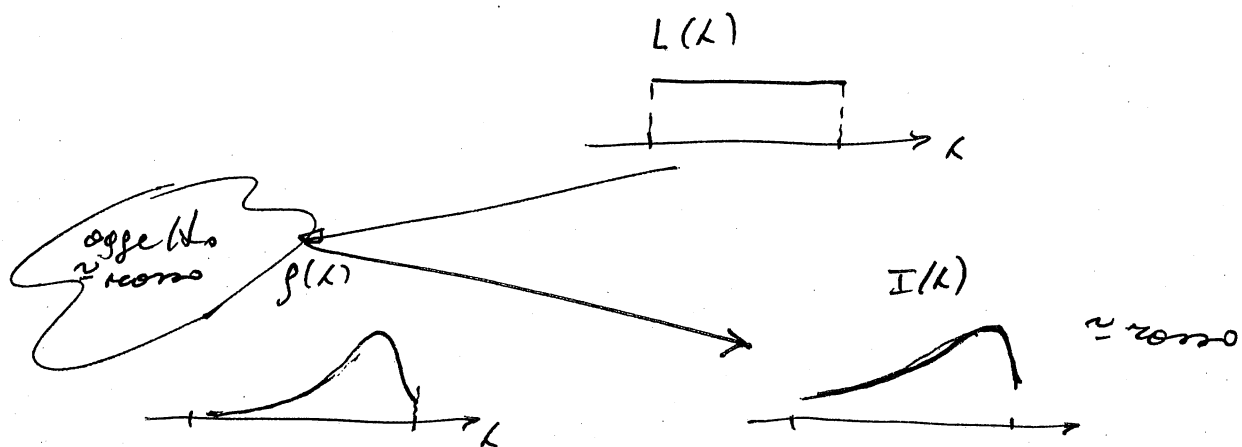


La radiazione percepita è tipicamente quella proveniente dalla interazione con corpi riflettenti.

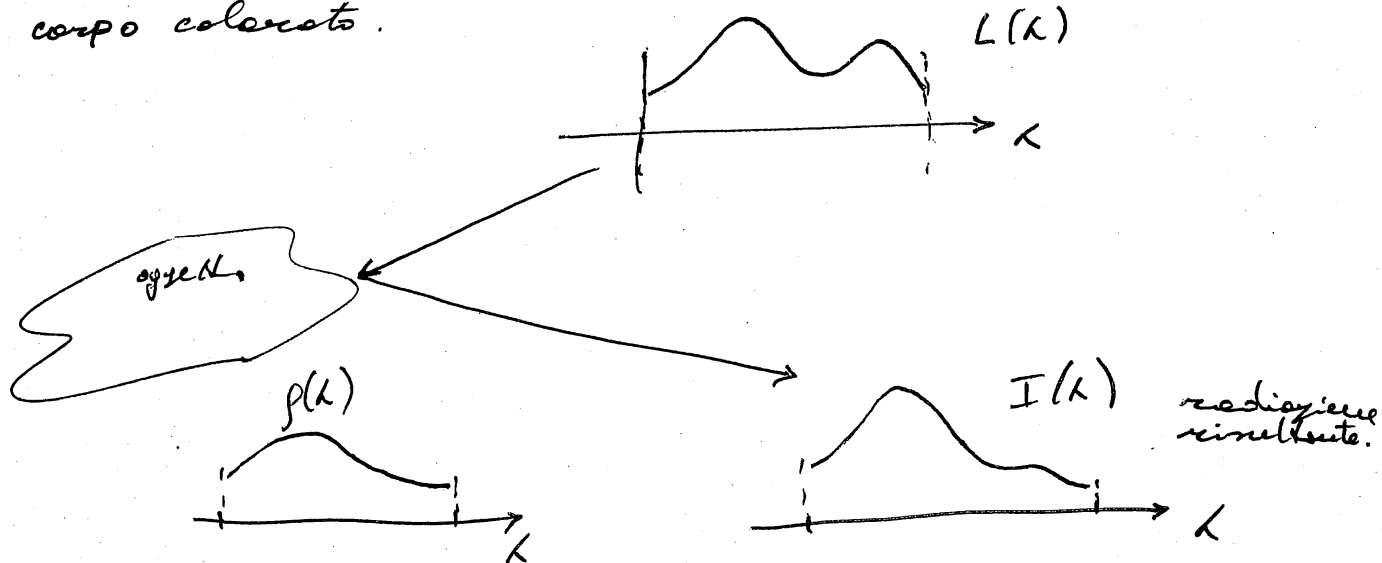


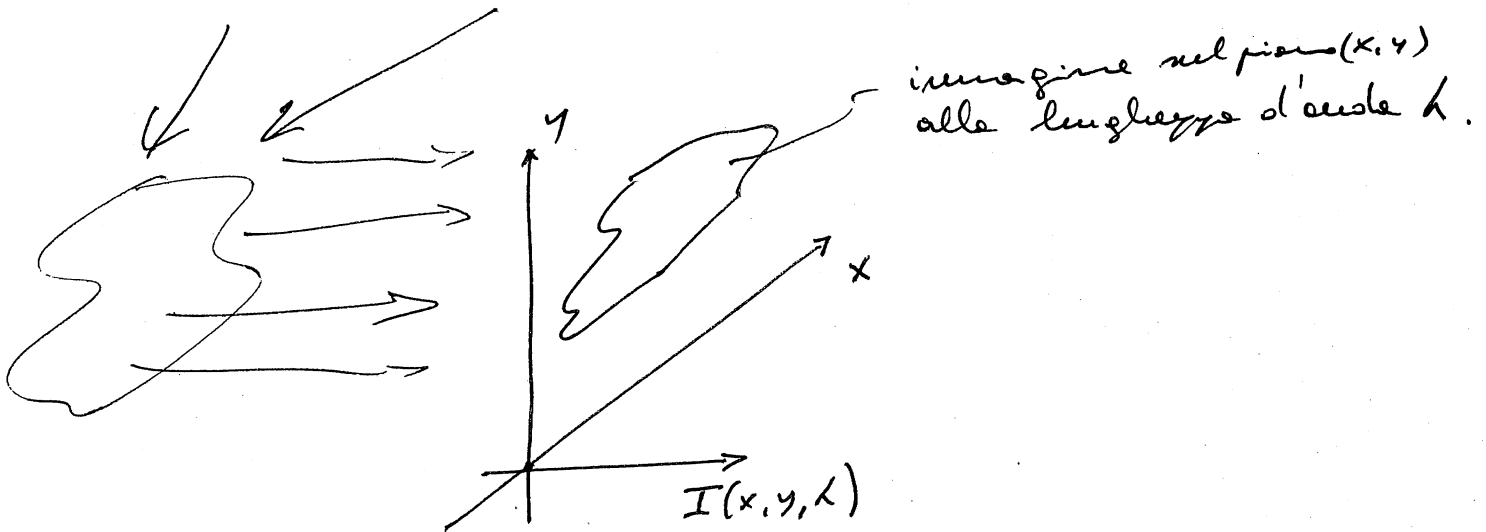
$$I(\lambda) = L(\lambda) \rho(\lambda)$$

Esempio: luce bianca riflessa da un corpo con funzione di riflettività $\rho(\lambda)$ spostata verso il rosso:



Example 2: Radiazione coerente riflessa da un corpo coerente.





La definizione di una immagine complessiva sul piano (x, y) richiede la sommazione di tutti (infiniti) contributi alle varie lunghezze d'onda, magari secondo una opportuna funzione di peso $V(k)$ detta "funzione di efficienza"

$$I(x, y) = \int_{k_{\min}}^{k_{\max}} I(x, y, k) V(k) dk$$

Ma la percezione delle immagini come avviene?
 Quali sono gli stadi intermedi tra il mondo fisico circostante e il nostro sistema nervoso?

STRUTTURA SCHEMATICA DELLA RETINA

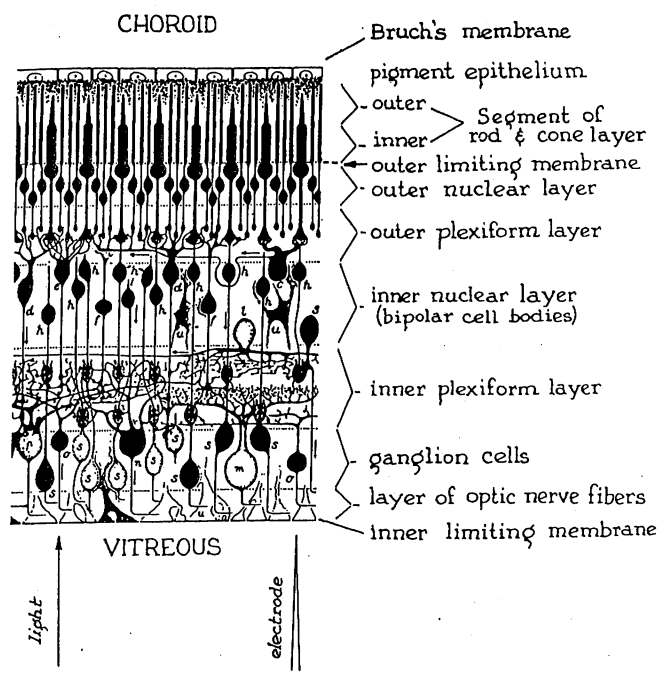


Figure 3.19 A sketched representation of an actual retinal cross section. Figure 3.12 is an abstract version of this diagram and Figure 3.13 is a view at a lower magnification. Here it is about 400. [From T. C. Ruch, "Vision and the Retina," in T. C. Ruch and H. D. Patton (eds.), "Physiology and Biophysics," vol. 1, "The Brain and Neural Function," 20th ed., 1979, Saunders, Philadelphia, pp. 461-513, from S. L. Polyak, "The Retina," University of Chicago Press, Chicago, 1941.]

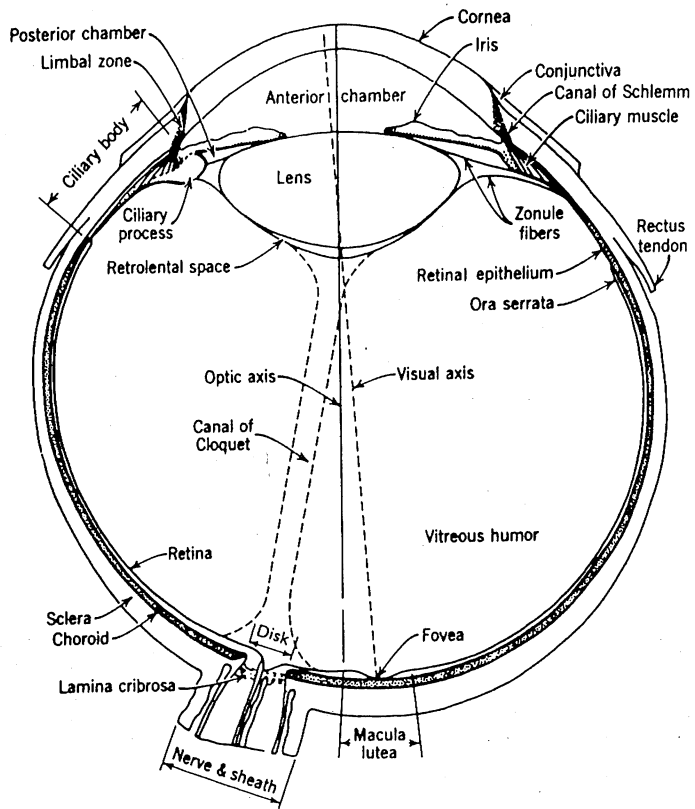
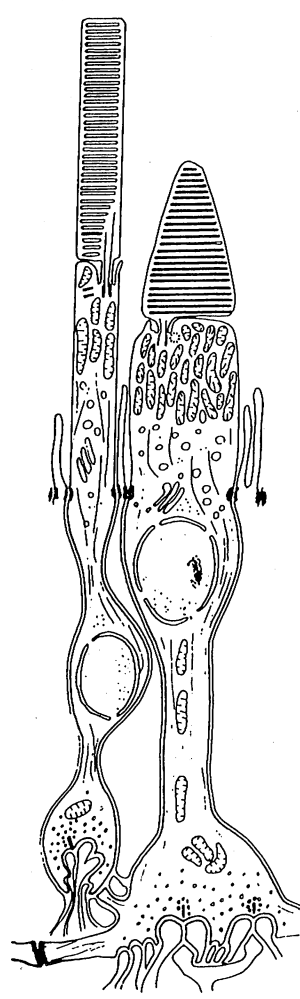


Figure 3.2 A horizontal cross section of the human eye viewed from above and showing the different stages of the optical system. The retina appears at the rear and is well protected from environmental disturbances. [From W. R. Uttal, "The Psychobiology of Sensory Coding," Harper & Row, New York, 1973, p. 102, in J. L. Brown, "The Structure of the Visual System," in C. H. Graham (ed.), "Vision and Visual Perception," Wiley, New York, 1965, pp. 39-59; after G. L. Walls, "The Vertebrate Eye," Cranbrook Institute of Science, Bloomfield Hills, Mich., 1942, as modified from M. Salzmann, "The Anatomy and Physiology of the Human Eyeball in the Normal State," University of Chicago Press, Chicago, 1912.]



6.5 M CONI (CONES)
160 M BASTONCELLI (RODS)

CONI → VISIONE FOTOPICA
BASTONCELLI → VISIONE SCOTOPICA

Figure 3.16 Human rod (left) and cone (right). (From L. Missotten, "The Ultrastructure of the Human Retina," Editions Arsicia Uitgaven, N.V., Brussels, 1965.)

PERCEZIONE DEI COLORI

78 VISION IN MAN AND MACHINE

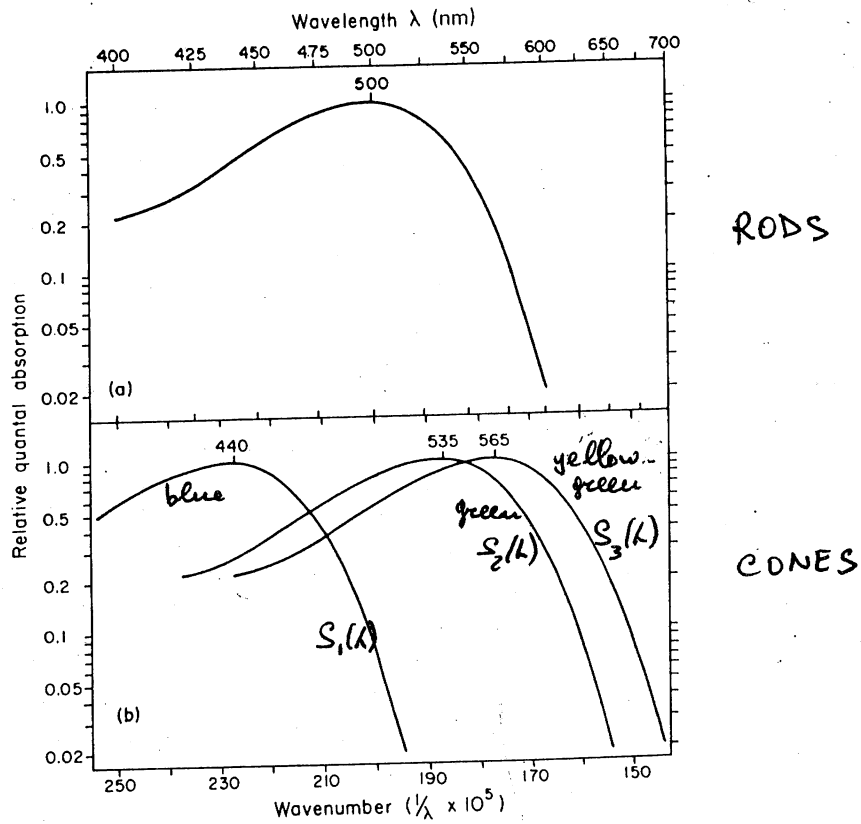
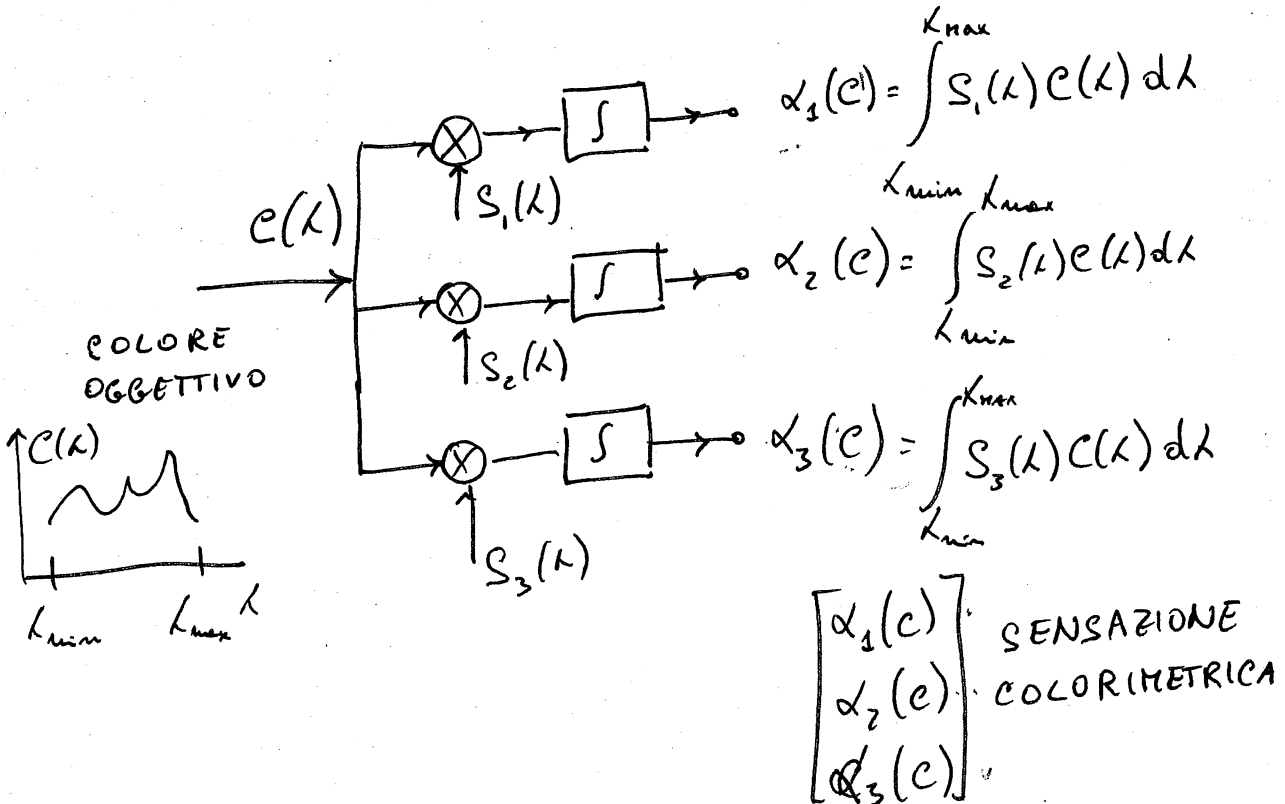
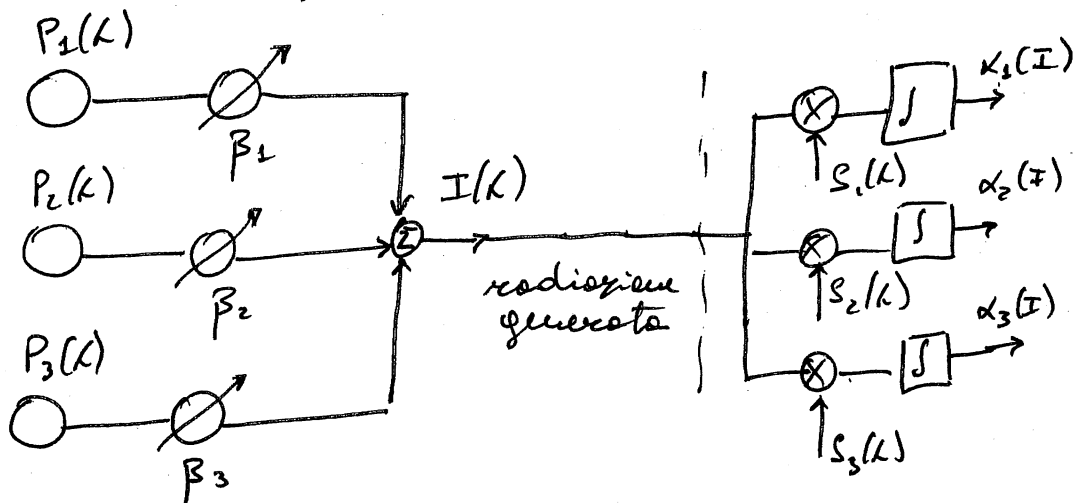


Figure 3.17 A representative set of absorption spectra for rhodopsin, the rod photopigment (a), and the cone photopigments (b). [From I. Abramov and J. Gordon, "Vision," in E. C. Carterette and M. P. Friedman (eds.), "Handbook of Perception: Biology of Perceptual Systems," vol. 3, Academic, New York, 1974, pp. 327-406.]



PROBLEMA:

Come ottenere una data sensazione cromatiche senza preoccuparsi dei dettagli di $C(k)$? In altre parole, dato un colore obiettivo $C(k)$, è possibile a partire da sorgenti artificiali simulare lo stesso stimolo? L'idea è molto semplice e consiste nel combinare opportunamente almeno 3 sorgenti.



$$\alpha_i(I) = \int_{k_{min}}^{k_{max}} S_i(k) I(k) dk = \int_{k_{min}}^{k_{max}} S_i(k) \sum_{j=1}^3 \beta_j P_j(k) dk$$

$$= \sum_{j=1}^3 \beta_j \int_{k_{min}}^{k_{max}} S_i(k) P_j(k) dk \quad i=1, 2, 3$$

a_{ij}

$$\begin{cases} \alpha_1 = a_{11} \beta_1 + a_{12} \beta_2 + a_{13} \beta_3 \\ \alpha_2 = a_{21} \beta_1 + a_{22} \beta_2 + a_{23} \beta_3 \\ \alpha_3 = a_{31} \beta_1 + a_{32} \beta_2 + a_{33} \beta_3 \end{cases}$$

EQUAZIONE DEL
COLOR MATCHING

$$\Rightarrow \text{risolvi il sistema} \begin{bmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \beta_3 \end{bmatrix} \left(\begin{array}{l} \text{proporzioni} \\ \text{da assegnare} \\ \text{ad ogni} \\ \text{sorgente} \end{array} \right)$$

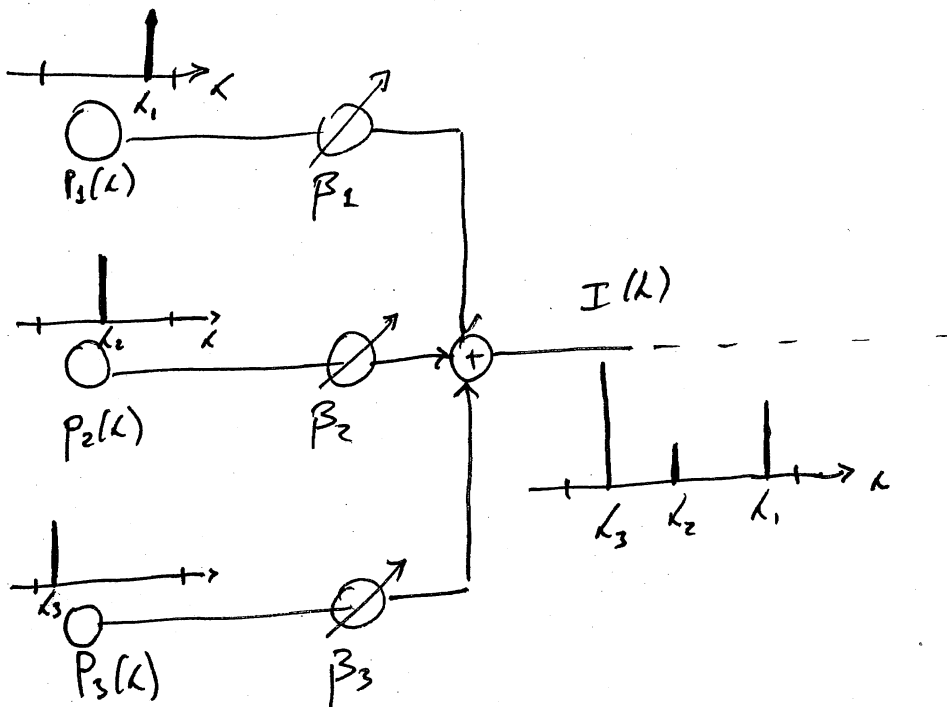
COLORI DELLE SORGENTI PRIMARIE DELLA RACCOMANDAZIONE
CIE (Commissione Internazionale dell'Ecologia)

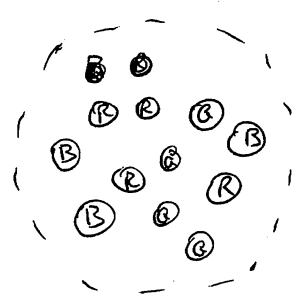
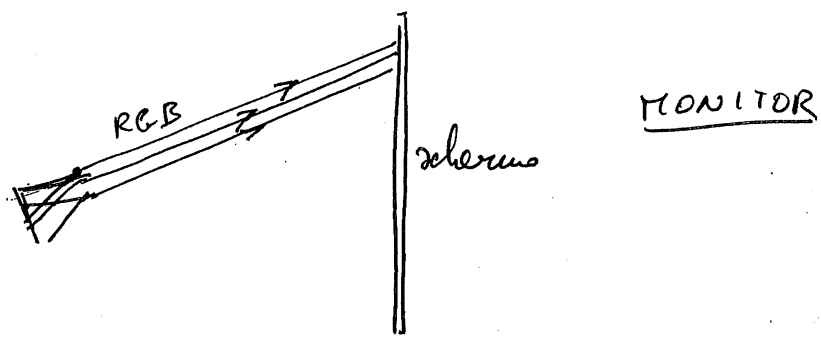
Int. COMMITTEE OF COLOR STANDARD

$$P_1(\lambda) = \delta(\lambda - \lambda_1) \quad \lambda_1 = 700 \text{ nm (RED)}$$

$$P_2(\lambda) = \delta(\lambda - \lambda_2) \quad \lambda_2 = 546 \text{ nm (GREEN)}$$

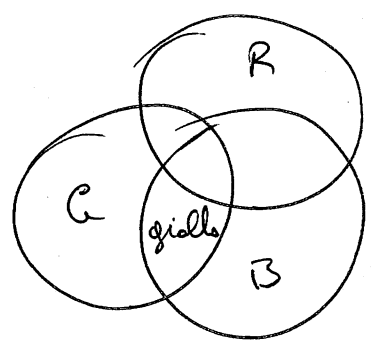
$$P_3(\lambda) = \delta(\lambda - \lambda_3) \quad \lambda_3 = 435 \text{ nm (BLUE)}$$





STAMPA

intensità $\{\beta_i\}$ determinate
 dalle misure di punti
 di quel colore. Anche
 volta della dimensione.
 Anche volte i colori
 vengono sovrapposti



VERNICI

è necessario verificare
 le proprietà di
 ogni colore.

OSSERVAZIONI

- i daltanici (color blind) tipicamente mancano di uno o più dei ricettori cromatici (coni). La loro percezione è basata su dati incompleti.
- il nero è più difficile da simulare con la sovrapposizione dei tre colori. Infatti il nero teorico è caratterizzato da una totale assenza di energia

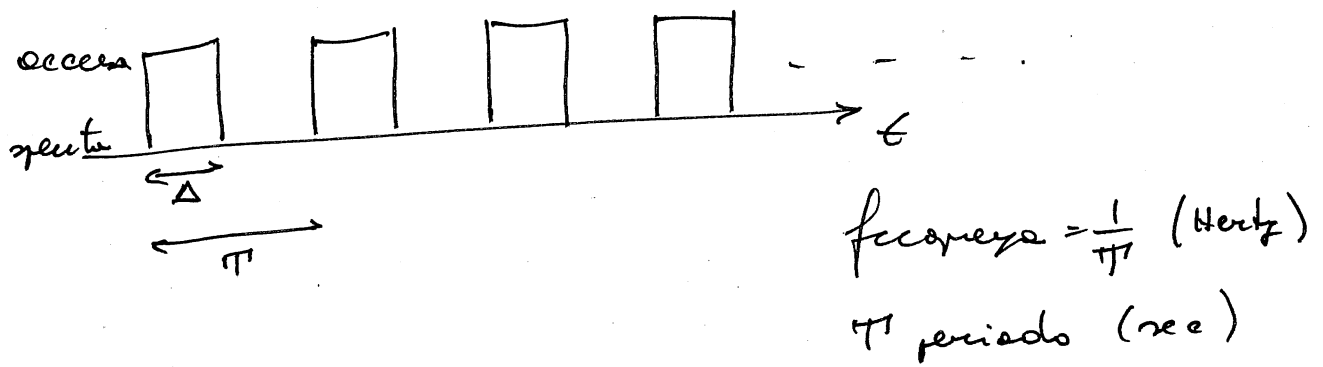


La espressione del colore metallico diventa
 irriducibile (non risolvibile). Nella stampa
 per esempio spesso si ricorre ~~ad un espediente~~
~~espediente~~ allo stratagemma di sovrapporre
 un colore nero (omogeneo di riflettività)
 o si genera un blue profondo per approssimarlo.

RISOLUZIONE TEMPORALE DELLA VISIONE

La capacità della visione di percepire immagini in movimento è collegata alla capacità di distinguere variazioni successive nella illuminazione.

Esperimento: Accendi e spegni una lampadina a frequenza f



Se $\frac{1}{\pi} > 50-60 \text{ Hz} \Rightarrow T < 17-20 \text{ msec}$

il segnale luminoso viene percepito essere continuo

- Televisione: presenta un quadro ogni $\frac{1}{50}$ sec in Europa, ogni $\frac{1}{60}$ sec negli USA.
- Visione periferica un po' più veloce
- Percezione delle oscillazioni = FLICKER, (Sfarpellio)