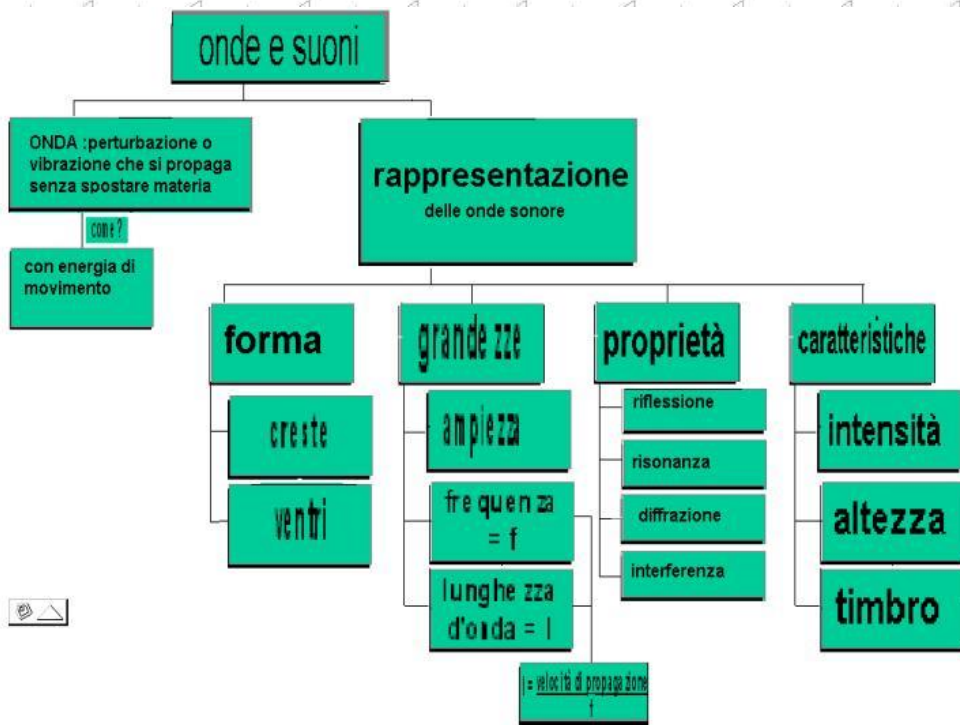
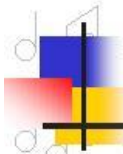


ONDE



ONDE

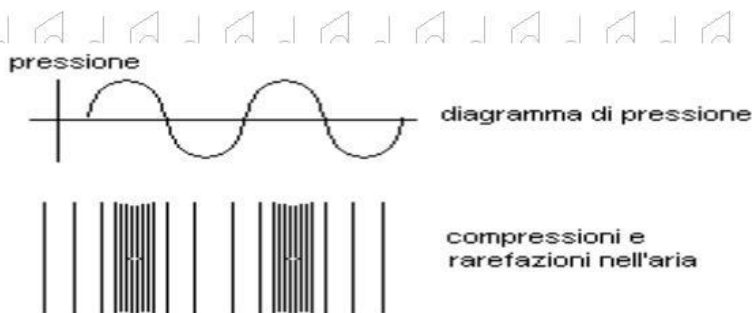
- ***ONDA è una perturbazione o vibrazione che si propaga attraverso un mezzo materiale***

Come?

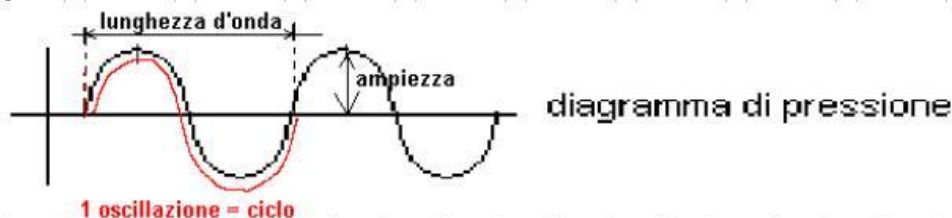
- ***Usando energia e***
- ***Senza trasportare materia***

ONDE : forma

- Il moto di un'onda è detto **ondulatorio**. Nell'aria il fenomeno avviene per successive compressioni e rarefazioni




ONDE : grandezze



- **Lunghezza d'onda l = lunghezza di una oscillazione in metri**
- **Ampiezza = altezza dell'onda che corrisponde al valore di pressione**
- **Frequenza f = numero di oscillazioni al secondo (1osc/sec. = 1 hertz)**
- **Velocità di propagazione = $l \times f$**

SUONO



ONDE : proprietà

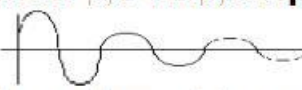
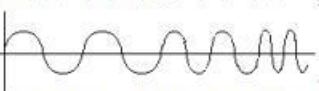
Proprietà delle onde sonore è quella di

- rimbalzare contro un ostacolo
(riflessione),
- di trasmettere energia ad un altro corpo vibrante
(risonanza),
- di aggirare gli ostacoli
(diffrazione),
- di sovrapporsi ad altre onde
(interferenza)



ONDE : caratteristiche

Una onda sonora

- può essere udita ad un volume più o meno alto
(intensità), 
- può essere acuta o grave a seconda della sua frequenza di emissione
(altezza), 
- può distinguersi da altre come dal rumore
(timbro).

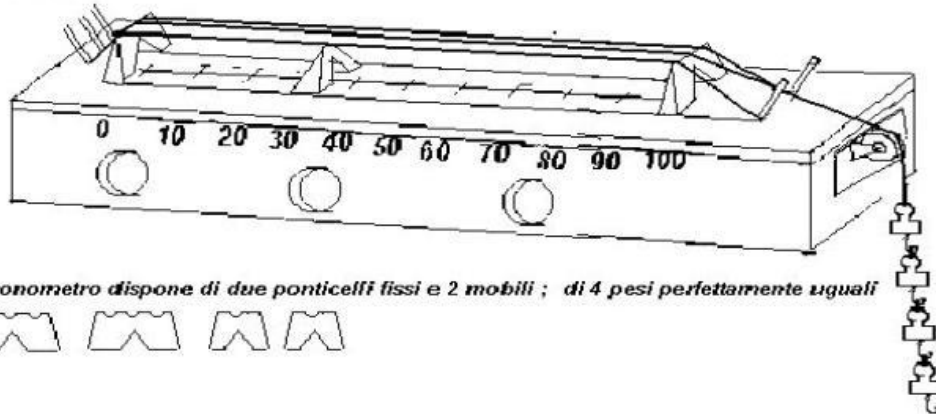
LABORATORIO DI FISICA ACUSTICA

- 1) Uno strumento musicale semplice come il salterio di Pitagora o il sonometro di Mersenne proposto in alcune stampe ci sarà utile per osservare che lunghezza, spessore e tensione di una corda sono tra loro in relazione e, variando opportunamente i loro valori è possibile variane la frequenza e quindi l'altezza della nota emessa.
- 2) Abbiamo costruito alcune canne d'organo ed abbiamo verificato le loro dimensioni matematiche
- 3) Abbiamo studiato matematicamente una barra vibrante e sua cassa acustica di risonanza.

Sonometro o monocordo

SONOMETRO

cassa rettangolare in legno di abete montato con 2 corde appoggiate su due ponticelli a 1 metro di distanza e tese da 2 pioli; una terza corda centrale è tesa da un peso intercambiabile.



il sonometro dispone di due ponticelli fissi e 2 mobili; di 4 pesi perfettamente uguali

Osservazioni pratiche in laboratorio con il monocordo

1)2) Abbiamo costruito il monocordo di Pitagora utilizzando una scatola di legno con un coperchio costituito da abete di spessore 3 mm e di lunghezza congruente ad una chitarra.

3) Su di essa abbiamo teso una corda di chitarra a cui è stato applicato un peso

■ Esperimenti eseguiti :

■ 1) pizzicando la corda essa produce un certo tono (es. DO) che potrà essere accordato con un flauto e con una tastiera

■ 2a) Interponendo un piccolo ponticello di legno a metà della corda (1/2), abbiamo ottenuto lo stesso suono, ma più acuto di un'ottava. (infatti le vibrazioni della corda aumentano con il diminuire della lunghezza)

■ 2b) Interponendo il ponticello di legno a 2/3 della corda e pizzicandola abbiamo ottenuto il sol

■ 2c) Interponendo il ponticello di legno a 3/4 della corda e pizzicandola abbiamo ottenuto il fa e a 4/5 il mi

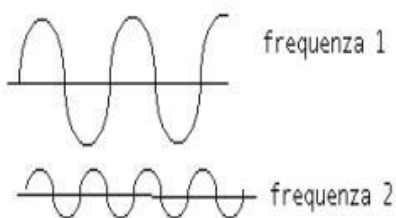
■ 3) Aumentando di 4 volte il peso tensore si può ottenere l'ottava superiore (verificare che il quadrato della frequenza f per il suo peso tensore x è uguale al quadrato della frequenza ottava f_1 per il suo nuovo peso tensore x_1 , semplificando se $f^2 \cdot x = f_1^2 \cdot x_1$, e se $f_1 = 2f$ allora $x = 4x_1$)

laboratorio 1

Osservazioni pratiche con il monocordo

■ Esperimenti eseguiti :

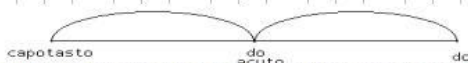
■ pizzicando la prima corda essa produce un certo tono che potrà essere accordato con un flauto e con una tastiera pizzicando la seconda corda è possibile accordarla con la stessa nota (una differenza di accordatura evidenzia i battimenti e cioè



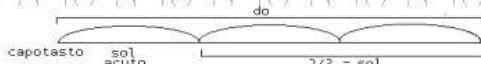
laboratorio 2

Osservazioni pratiche con il monocordo

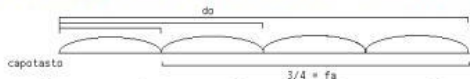
Interponendo un piccolo ponticello di legno a metà della corda (1/2), abbiamo ottenuto lo stesso suono, ma più acuto di un'ottava. (infatti le vibrazioni della corda aumentano con il diminuire della lunghezza)



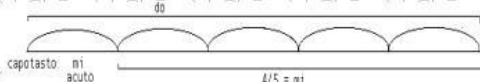
Interponendo il ponticello di legno a 2/3 della corda e pizzicandola abbiamo ottenuto il Sol



Interponendo il ponticello di legno a 3/4 della corda e pizzicandola abbiamo ottenuto il fa



Interponendo il ponticello di legno a 4/5 della corda e pizzicandola abbiamo ottenuto il mi



Approfondimento : calcolo delle tastature di una chitarra secondo il modello barocco di accordatura detto del "temperamento equabile" o del "clavicembalo ben temperato"

Il temperamento equabile inventato presumibilmente da Bach è diverso dal sistema di temperamento pitagorico che si basa sugli armonici

Dopo aver calcolato le tastature teoriche con Excel si può verificare il calcolo con un ponticello mobile

(il calcolo è stato realizzato con la formula $B1 = 100$; $B2 = B1 - B1/17,81715$ in excel)

se sostituisco in B1 la misura del diapason della chitarra ottengo la misura delle tastature)

Misura temperamento equabile (equabile perché il rapporto tra il successivo e il precedente è sempre uguale e cioè = 1,05946 (che è la radice dodicesima di 2)

$B2 = B1 - B1/17,81715$ Sistema pitagorico

C 100

94,3874

D 89,0899

84,0896

E 79,3700

diverso da

$E = 100 \cdot 4/5 = 80$

F 74,9153

diverso da

$F = 100 \cdot 3/4 = 75$

70,7107

G 66,7420

diverso da

$G = 100 \cdot 2/3 = 66,66$

62,9960

A 59,4603

56,1231

B 52,9731

C 50,0000

uguale a

$C = 100 \cdot 1/2 = 50$

(riducendo la misura del diapason di una chitarra interponendo un ponticello mobile è possibile calcolare le nuove tastature utilizzando la formula)

laboratorio 3

Costruzione di canne d'organo

L = lunghezza canna

V = velocità del suono (340m/s)

ν = frequenza (440 Hz per il La)

X = diametro canna o lato canna a
sezione quadrata

$$L = \frac{v}{2 \nu} - 2 x$$

laboratorio 4

Costruzione di piastra vibrante di vibrafono e relativa cassa armonica



Discussione in classe

- **Abbiamo discusso:**
- 1) **le modalità di costruzione di un monocordo**
- 2) **calcolo della giusta accordatura**
- 3) **calcolo del temperamento equabile**
- 4) **calcolo degli armonici**
- 5) **Evidenze in Excel delle differenze tra le frequenze calcolate col metodo pitagorico e quelle ricavate con il metodo del temperamento equabile**
- 6) **calcolo delle lunghezze di canne e piastre vibranti**



LICEO ARTISTICO MUNARI DISPENSE ONLINE

Luce

Esperimenti ed appunti per la IIF
a cura del prof. maggi



Cos'è la luce?

Per Platone la luce è la prima forma della materia ad essere stata creata, per il cristianesimo essa è metafora della conoscenza e della Verità, nel Medioevo con S:Agostino, la luce assume valenze teoriche e morali proprie.

Euclide e Plinio studiano la **propagazione** della luce

Per Bacone il fenomeno luminoso è un continuo moltiplicarsi secondo un processo di causa-effetto che trova ragione nella uniformità matematica (fisica e geometria spiegherebbero la natura della luce)

Come è stata studiata la luce?

Cartesio per primo, elabora una teoria sulla sua **natura**.

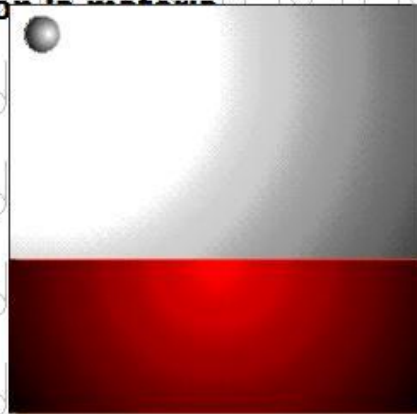
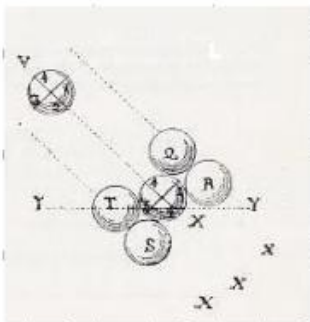
Successivamente Da Newton ad Einstein si svilupperanno le diverse ipotesi

- Corpuscolare
- Ondulatoria
- Quantistica

La luce secondo Cartesio (Renè

Descartes)

Cartesio, in Diottrica (1637), propone il modello corpuscolare: ogni corpo luminoso emette corpuscoli di varia specie (etere) che tendono a muoversi in linea retta e a ruotare su se stessi modificando il colore quando interagiscono con la materia

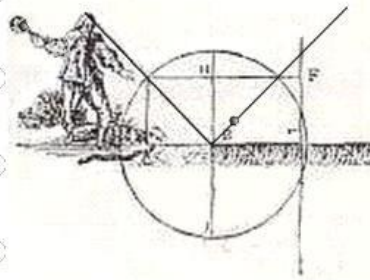


Le leggi della riflessione su una superficie speculare enunciate da Cartesio

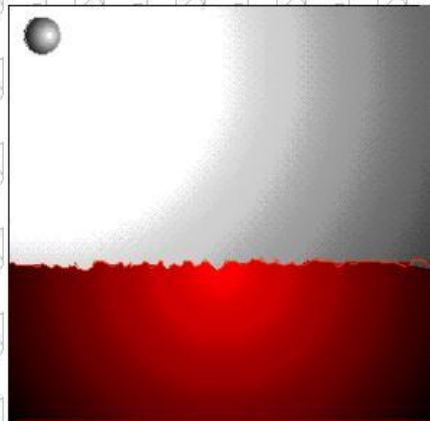
- Raggio incidente, riflesso e punto di incidenza sono sullo stesso piano



- L'angolo di incidenza è uguale all'angolo di riflessione



La riflessione su una superficie scabra
provoca diffusione o scattering

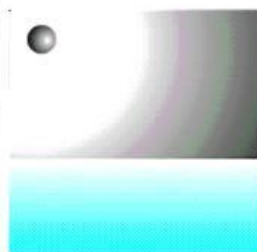


Le leggi della rifrazione

(Cartesio)

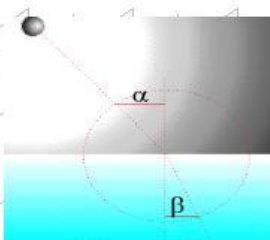
propagazione della luce tra due mezzi trasparenti

Raggio incidente, rifratto
e normale al punto di
incidenza sono sullo
stesso piano

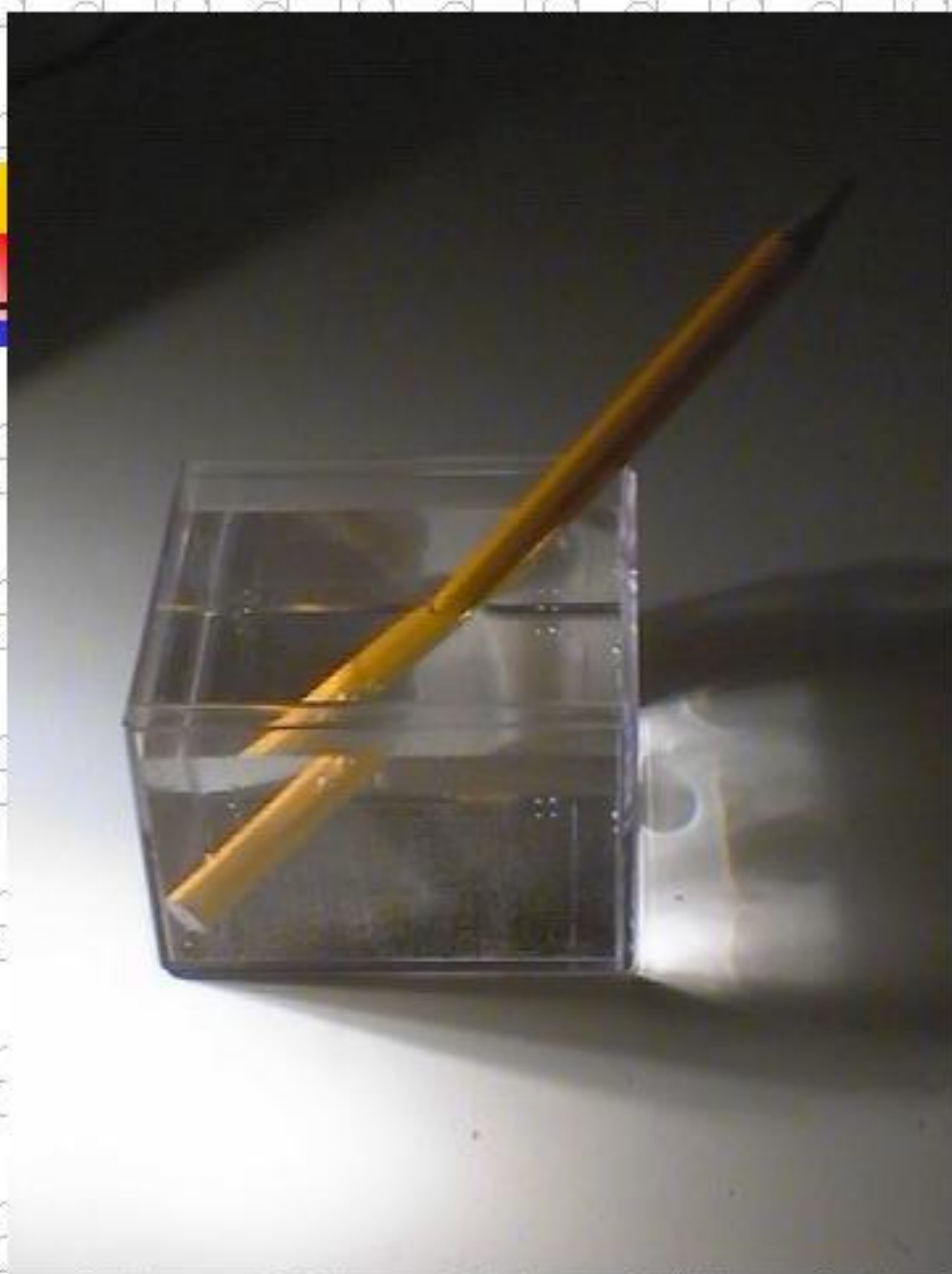


Il rapporto tra seno
dell'angolo di
incidenza e seno
dell'angolo di
rifrazione è costante

$$\alpha/\beta = \text{costante}$$

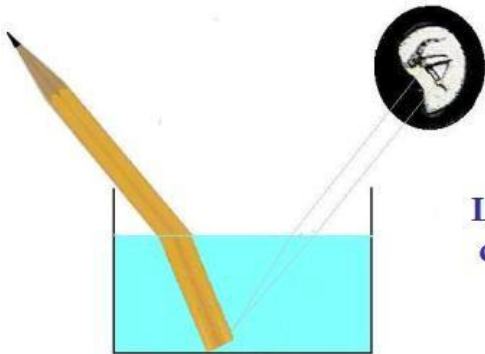
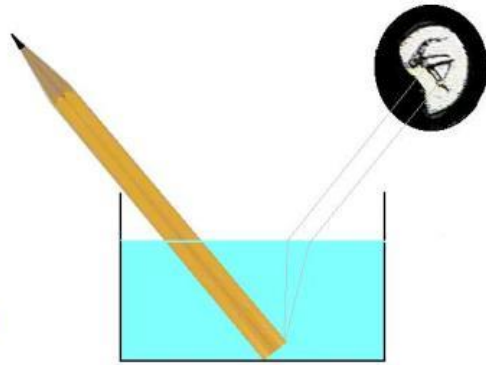


E
ot

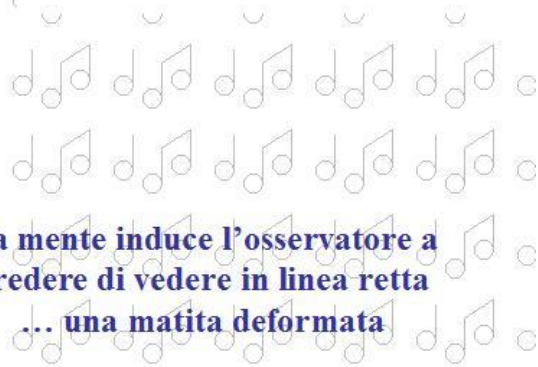




**L'occhio dell'osservatore
riceve l'immagine luminosa
rifratta della matita**

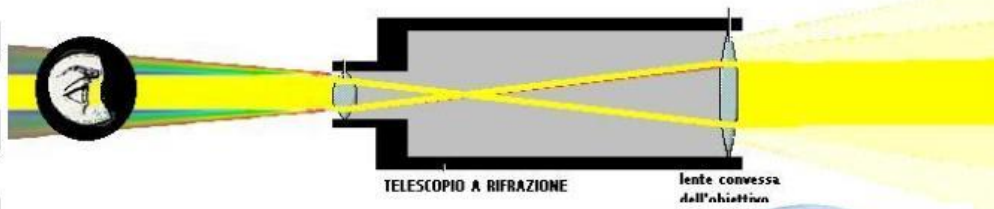


**La mente induce l'osservatore a
credere di vedere in linea retta
... una matita deformata**

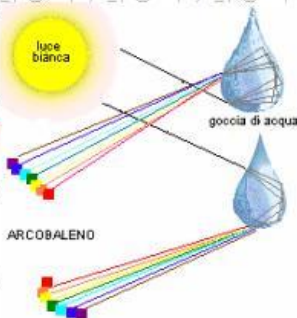
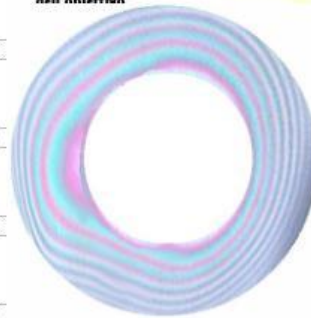


**Cartesio in Diottrica osserva la
dispersione della luce nei telescopi,
nell'arcobaleno, e nel prisma**

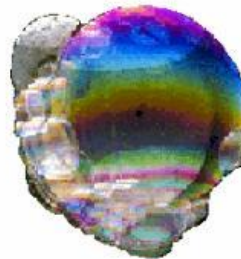
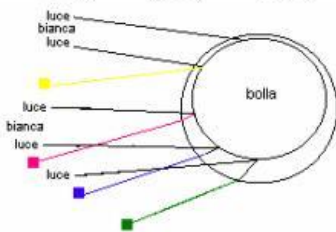
Nel 1672 Newton pubblica la sua teoria del colore partendo dalle osservazioni di Cartesio sul telescopio



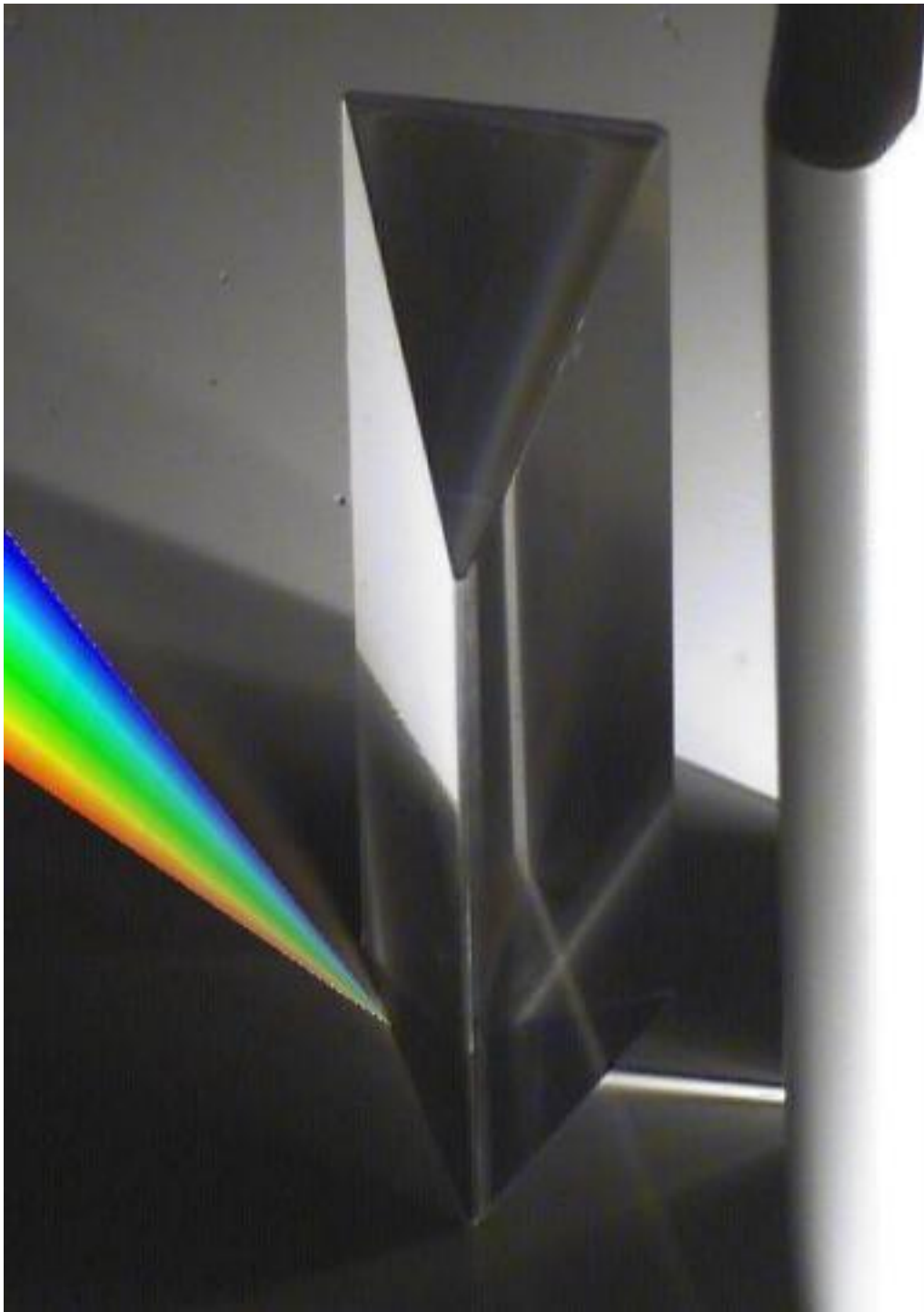
Osserva nell'oculare del telescopio le **strane** interferenze colorate (aberrazione sferica) che verranno chiamate anelli di Newton, riproducibili anche con un prisma e osservabili nell'arcobaleno e nelle bolle di sapone

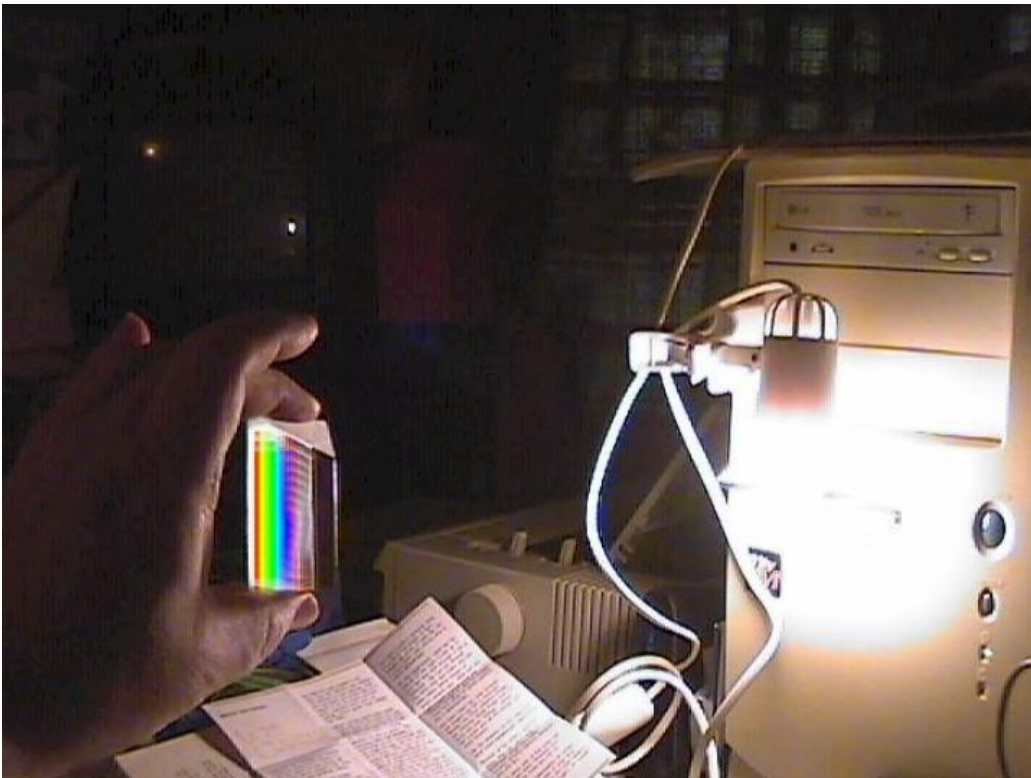


Spettro della luce e arcobaleno
 le minute gocce di acqua scompongono (disperdono) la luce in sette fasci di luce di colore diversi: rosso, arancio, giallo, verde azzurro, indaco e violetto



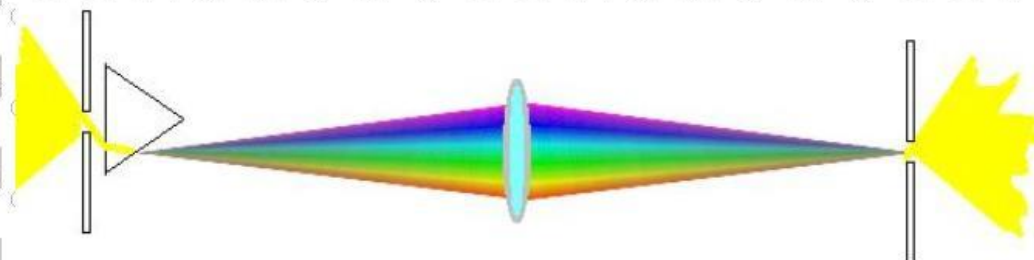
La dispersione della luce e lo spettro New





Le ipotesi di Newton

Dagli esperimenti con il prisma Newton intuisce che i colori non sono una modificazione della luce bianca (la rotazione della particella di Cartesio), ma la stessa luce bianca è formata da tutti i colori dell'iride: rifocalizzando in un punto tutti i colori infatti riottiene la luce bianca. (**experimentum crucis**)



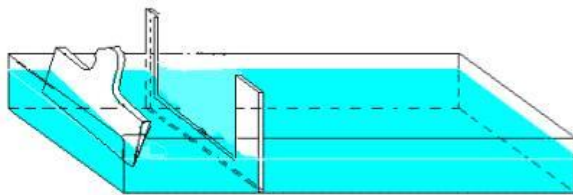
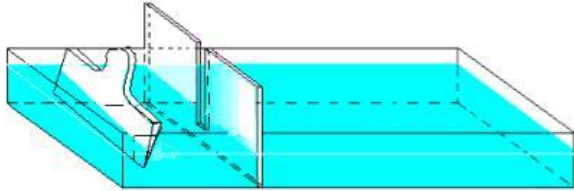
Conclude però che...

- ...la natura della luce sia corpuscolare,
 - ...che il colore sia dovuto a particelle diverse di luce che viaggiano a velocità diversa (il blu meno veloce del rosso) e
 - ...che queste interagiscano e si muovano in un fluido detto etere il quale periodicamente si concentra e si rarefa
-
- Rimane il dubbio sull'effettivo significato di quegli anelli o interferenze osservate da Newton nel cannocchiale e non facilmente spiegabili con la sola teoria corpuscolare. (vedi precedente)



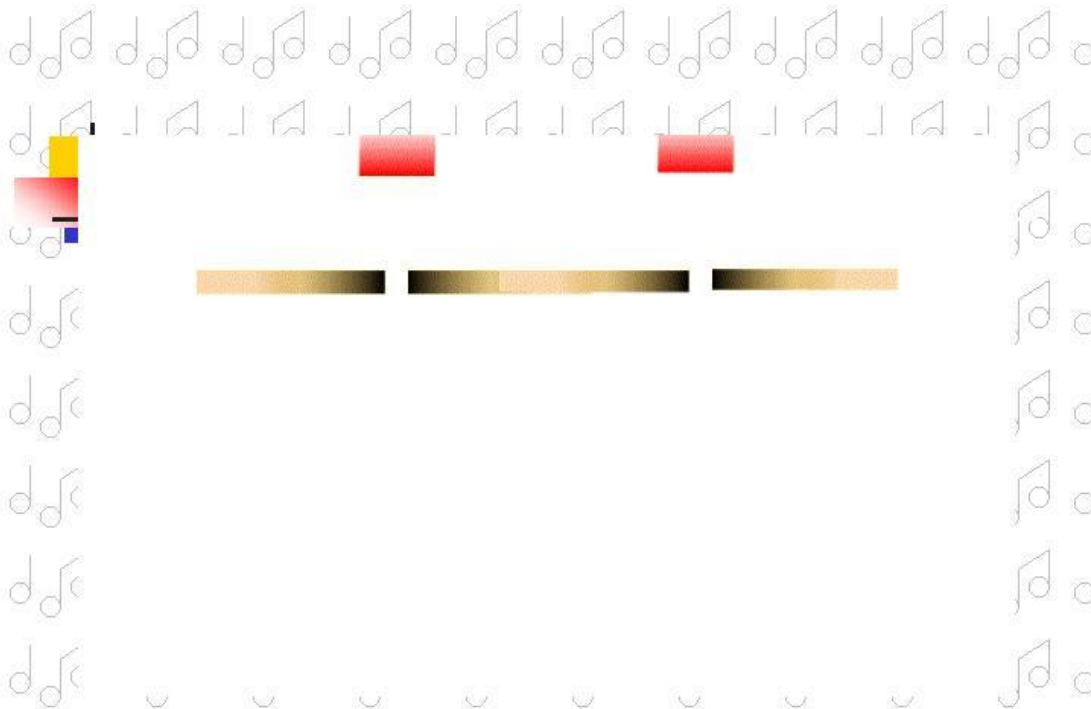
- Una serie di esperimenti possono essere meglio spiegati immaginando la luce non fatta da corpuscoli ma da una perturbazione come un'onda sonora o un'onda del mare.

Si può studiare il fenomeno delle onde che attraversano una fenditura in una bacinella d'acqua



sufficientemente piccola (se cioè la sua dimensione non è trascurabile rispetto alla lunghezza d'onda del raggio luminoso)





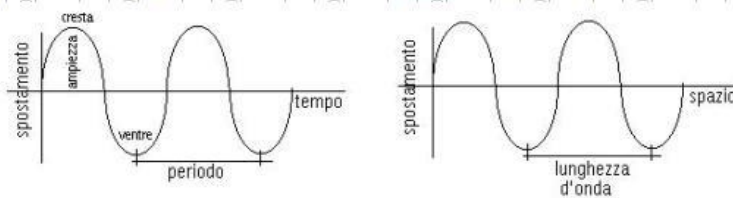
Si osservano frange di interferenza tra fasci luminosi studiate per primo da Francesco Maria Grimaldi (1618-1663)

Christiaan Huygens, (L'Aia 1629-1695) propone il modello ondulatorio

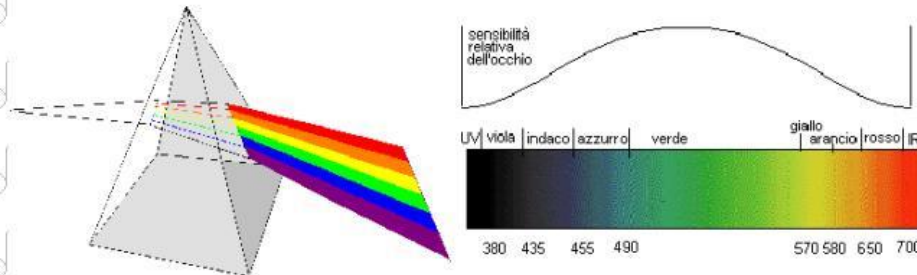
La luce si propaga secondo un fronte d'onda e tutti i punti del fronte d'onda sono sorgenti di onde secondarie.

La nuova teoria spiega il fenomeno della diffrazione della luce, difficile da chiarire con la ipotesi corpuscolare

Onda è **una perturbazione** dello spazio vuoto o di un mezzo che può essere rappresentata in un diagramma ampiezza spazio e o ampiezza tempo (a differenza della luce il **suono** ha sempre bisogno del mezzo)



Secondo il modello ondulatorio la luce bianca è un miscuglio di radiazioni luminose a diversa lunghezza d'onda (si nega l'ipotesi corpuscolare di Newton ma se ne accettano le conclusioni)

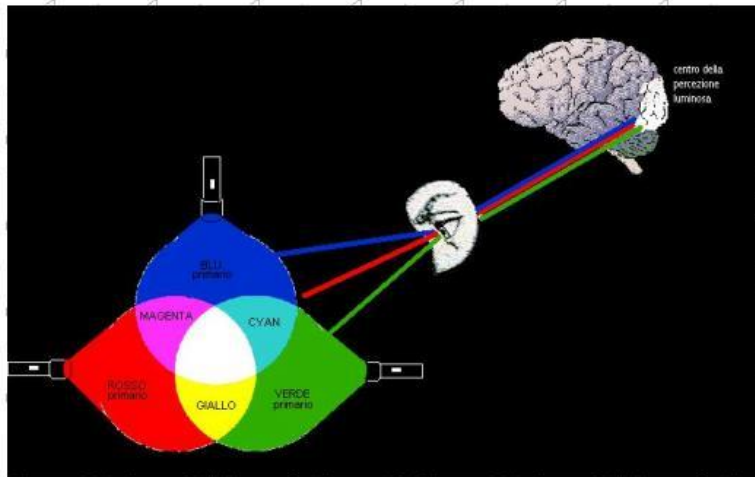


Percezione ed uso della luce e del colore

Teoria additiva

Teoria della percezione visiva nella sovrapposizione di raggi luminosi

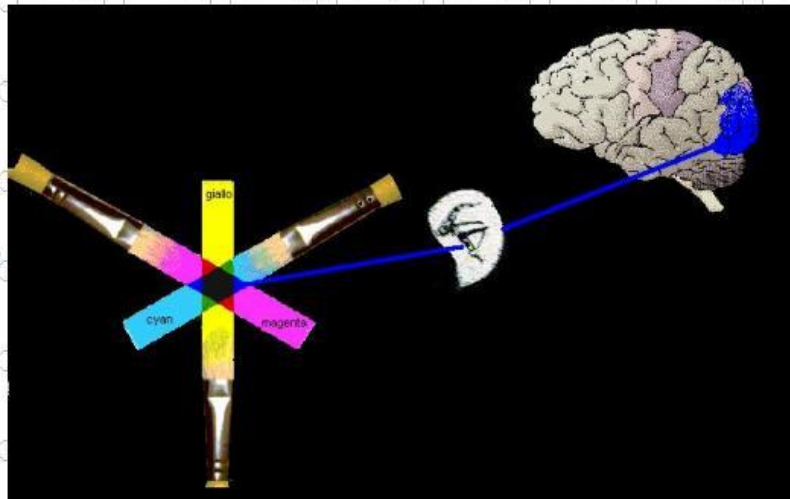
Sovrapponendo un raggio di luce blu, rosso e verde (RGB colori primari nel processo additivo) si otterrà il bianco: la mescolanza additiva avviene nell'occhio

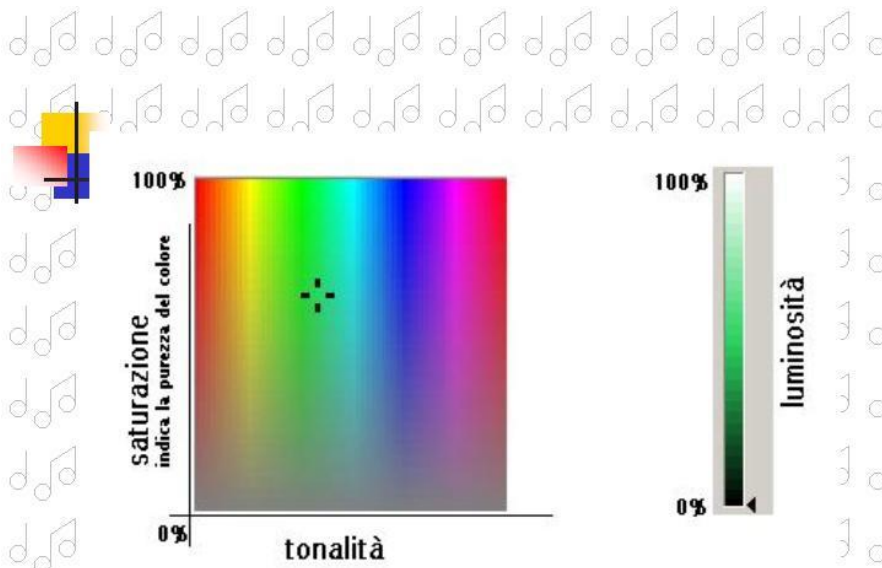


Teoria sottrattiva

Teoria della percezione visiva nella sovrapposizione di colori

Sovrapponendo colori ciano, magenta, giallo e nero (CMYK colori primari nel processo sottrattivo) si otterrà il maggior numero possibile di colori. La mescolanza sottrattiva ovviamente non avviene nell'occhio

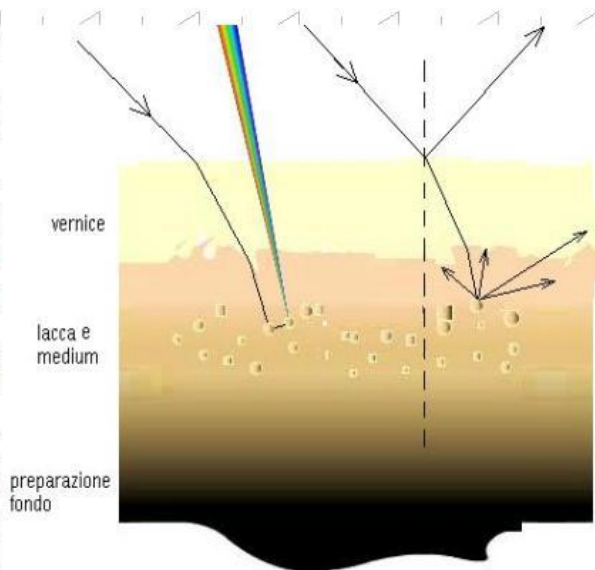




Interazioni tra effetto riflettente, scattering e rifrangente su un film pittorico

Su una superficie preparata, dipinta e verniciata si possono verificare contemporaneamente fenomeni di dispersione della luce:

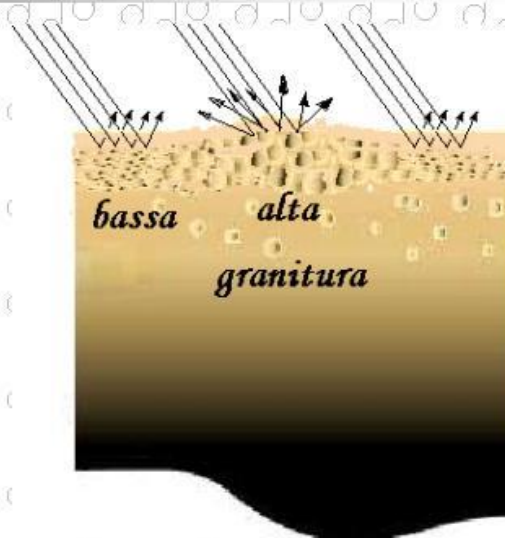
- La vernice attenua l'effetto di scattering (con diffusione biancastra) dello strato pittorico agendo sull'indice di rifrazione, inoltre, agendo da filtro, diminuisce la intensità di riflessione dei colori che risultano leggermente più scuri
- Un effetto particolare è il **dicroismo** di certi cristalli di lacca (es. lacca di robbia) dello strato intermedio che viene esaltato dalla vernice a specchio



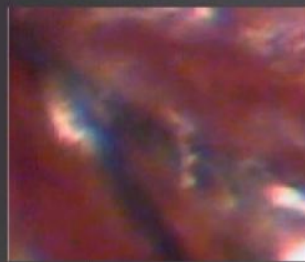
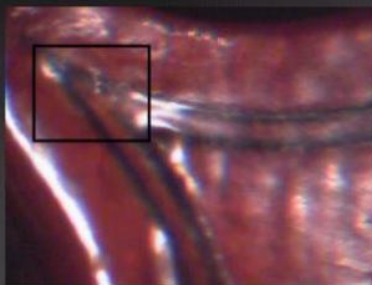
Effetti riflettenti, scattering e rifrangenti sono utilizzati dall'artista per modulare ed armonizzare effetti caratteristici di luce

La granitura ottenuta sull'intonaco (arriccio e tonachino) a base di calce spenta e sabbia di fiume, è stata utilizzata nell'affresco per evidenziare parti in ombra e luce o valorizzare gli elementi più preziosi dell'opera.

L'effetto di scattering di una granitura alta (rugosa) può meglio evidenziare un incarnato mentre una granitura bassa o liscia può servire per le ombre o per modellare la decorazione del quadraturista.

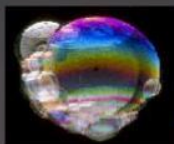


VERNICI PER LIUTERIA proprietà dicroiche



Effetto ottico tipico di alcuni cristalli di laoca e vernice terpenica. In presenza di **dicroismo**, la superficie cristallina evidenzia a tratti **due colori** differenti a seconda dell'angolo di osservazione.

bolle di sapone e cristalli di quarzo presentano **pleocroismo** se opportunamente illuminati



CIE Yxy è l'insieme (lo spazio) di tutti i colori che l'occhio umano medio può vedere

- Sono stati proposti modelli definiti "spazi di colore" da CIE (*Commission Internationale de l'Eclairage*, una organizzazione che ha lo scopo di agevolare la cooperazione internazionale e lo scambio di informazioni tra i paesi membri nel campo della illuminazione e del colore),

- RGB (red, green, blu), "spazio di colore additivo" e
- CMYK (cyan, yellow, magenta, black), "spazio di colore
- CIE Yxy è l'insieme (lo spazio) di tutti i colori che l'occhio umano medio può vedere
- Lab è un altro modo di rappresentare CIE Yxy
- HSB è un altro modo per indicare un colore ottenuto in mescolanza RGB
- tinte piatte sono colori non ottenibili in mescolanza sottrattiva fissati degli inchiostri CMYK

