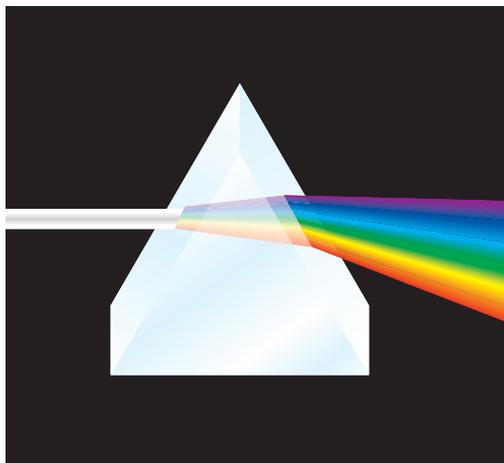


Il colore

La luce solare, nostra principale forma di energia luminosa, si propaga con *moto ondulatorio*, cioè il percorso del singolo raggio luminoso in realtà non è una retta ma un'onda. Inoltre noi percepiamo la luce solare come **luce bianca** (incolora), eppure da essa traggono origine i colori.

Nella storia molti scienziati e artisti si sono occupati della luce e del colore, ma una svolta fondamentale si deve agli studi di Isaac Newton (1642-1726), il quale scoprì che la luce bianca del sole può essere scomposta in sette colori che formano lo **spettro cromatico**. La sua dimostrazione sperimentale consisteva nel passaggio del fascio luminoso attraverso un prisma di vetro, che ne consente il passaggio ma crea una rifrazione diversa alle sue singole componenti cromatiche; in tal modo si verifica che la luce solare è una miscela di radiazioni cromatiche con diverse **lunghezze d'onda**.

Un prisma triangolare di cristallo scompone la luce bianca nei colori dello spettro cromatico; questa esperienza di Newton è verificabile anche in natura nel fenomeno dell'arcobaleno.



L'occhio umano può percepire uno spettro compreso tra il colore rosso e il colore violetto; i sette colori e le rispettive lunghezze d'onda dello *spettro visivo* sono:

- rosso (7600-6100 Å);
- arancio (6100-5800 Å);
- giallo (5800-5700 Å);
- verde (5700-4900 Å);
- blu (4900-4500 Å);
- indaco (4500-4200 Å);
- violetto (4200-4000 Å).



Lo spettro visivo dell'uomo è molto ristretto rispetto all'intera gamma delle radiazioni; per esempio non sono percepite dall'occhio umano le radiazioni infrarosse e quelle ultraviolette.

I singoli colori ci appaiono diversi perché sulla *retina* (membrana del fondo oculare) ognuno di essi eccita diversamente i recettori (detti *coni*) sensibili alle variazioni cromatiche. Altro tipo di recettori presenti sulla retina sono i *bastoncelli*, sensibili alla luminosità ma non al colore.

Secondo la teoria formulata da Young a metà dell'Ottocento e sviluppata da Helmholtz, esisterebbero solo tre tipi di *coni*, diversamente sensibili alle radiazioni del rosso, del verde e del blu. Secondo la teoria tricromatica di Young-Helmholtz ogni colore nasce dalla mescolanza delle radiazioni dei tre **colori primari** (rosso, verde e blu).

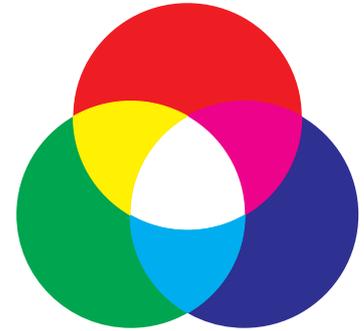
La sintesi di questi tre colori-luce (cioè emessi da una sorgente luminosa) segue le regole della **sintesi additiva**. Sommando un colore-luce primario con uno diverso si ottiene

memo

L'ångstrom (Å) è una unità di misura delle lunghezze, equivalente a 1/10.000.000 mm.

un **colore secondario**:

- rosso + verde = giallo;
 - verde + blu = ciano;
 - rosso + blu = magenta.
- La somma dei tre colori-luce primari dà la luce bianca.



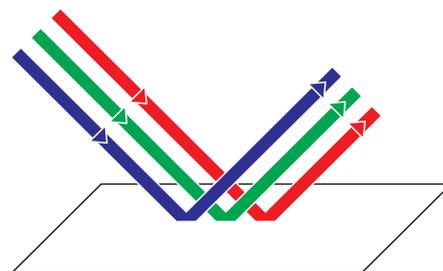
Sintesi additiva dei colori-luce

La sintesi additiva si verifica solo su sorgenti di luce; infatti essa viene utilizzata negli schermi dei computer per creare gamme cromatiche secondo il **metodo RGB**

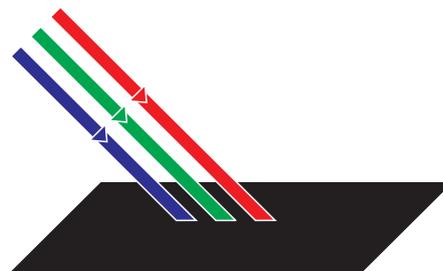
(Red = rosso, Green = verde, Blu).

Il nostro occhio però non riceve solo radiazioni luminose da parte di sorgenti, ma anche dai corpi illuminati. Essi infatti riflettono la luce, che non viene assorbita dal corpo; i colori assorbiti dalla materia del corpo dipendono dalla sua costitu-

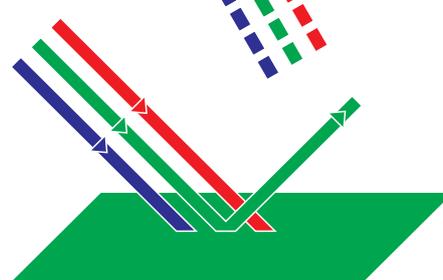
Radiazioni rinviate da superfici illuminate



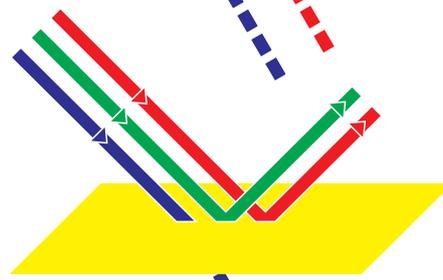
Una superficie bianca rinvia tutte le componenti cromatiche.



Una superficie nera assorbe tutte le componenti cromatiche.



Una superficie verde rinvia la componente verde, assorbendo le altre.

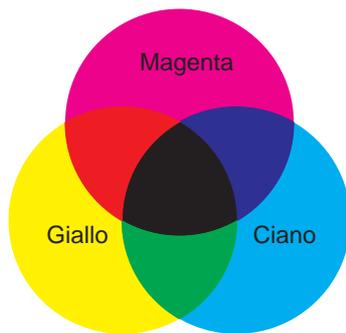


Una superficie gialla rinvia le componenti rossa e verde, che per sintesi danno il giallo.

zione molecolare. Per esempio la colorazione verde di un corpo è dovuta al fatto che esso assorbe tutti i colori tranne la tinta verde, che viene rinviata verso i nostri recettori visivi.

Quindi il colore che noi percepiamo è dovuto al **pigmento**, la sostanza colorata che riveste un corpo. Oltre ai *pigmenti naturali*, cioè disponibili nelle sostanze minerali, vegetali o animali, esistono anche *pigmenti artificiali*, cioè derivati da trattamenti chimici.

I colori-pigmento mescolandosi tra loro creano altri colori sulla base di una **sintesi sottrattiva**; essa è caratteristica delle sostanze pigmentate usate nel mondo dell'arte o della tipografia. Per la stampa a colori infatti si mescolano colori-pigmento primari (Ciano, Magenta, Giallo, in inglese Cyan, Magenta, Yellow). La diversa percentuale dei colori-pigmento primari, fornisce l'intera gamma cromatica disponibile. Se il bianco è ottenuto dalla carta stessa, il nero è ricavato dalla sintesi dei colori primari. La scarsa intensità del nero ottenuto per sintesi ha spinto la tecnica tipografica ad adottare un quarto colore-pigmento primario: il nero. Quindi nella stampa (anche nelle stampanti del computer) si adotta il cosiddetto **metodo CMYK**, basato su Ciano, Magenta, Giallo e Nero (in inglese: Cyan, Magenta, Yellow e black).



Sintesi sottrattiva dei colori-pigmento

Sia la sintesi additiva che quella sottrattiva sono basate su colori primari, dalla cui combinazione in parti uguali derivano i *colori secondari*. Dalla combinazione di un colore primario con uno secondario in parti uguali, si ricava un *colore ternario*. Riportando in un *cerchio cromatico* i colori primari alternati a quelli secondari e tra loro il corrispondente ternario, si possono individuare i **colori complementari**, che sono quelli diametralmente opposti. Per esempio tra i colori-pigmento si diranno complementari il magenta e il verde, il blu e il giallo, ecc. La miscela dei colori complementari fornisce la tinta grigia, un

colore non molto importante in sé ma indicativo del punto di equilibrio tra i colori complementari. Lo studio dei colori complementari, in quanto coppia cromatica equilibrata, è decisamente importante per il tipo di percezione che stimolano.

Per convenzione internazionale i singoli colori sono caratterizzati da tre variabili:

- **tonalità**, cioè la variazione qualitativa tra fasce cromatiche, quali rosso, verde, giallo, ecc.;
- **saturatione**, cioè lo stato di purezza di una tinta; la sua mescolanza con altre crea dei colori «insaturi»;
- **luminosità**, cioè la brillantezza che avvicina il colore ai due estremi del bianco o del nero.

Sulla base di questi parametri è costruito il **metodo HSB** (Hue = tonalità, Saturation = saturazione, Brightness = lumi-



Cerchio cromatico a 12 settori con colori primari, secondari e ternari. I colori complementari sono quelli diametralmente opposti; la loro miscela in parti uguali fornisce il grigio.

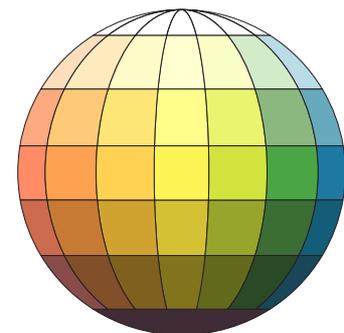
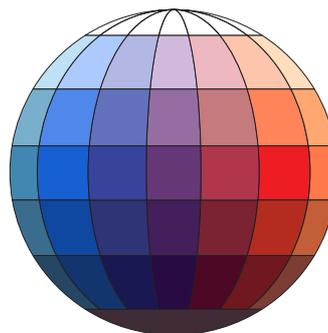
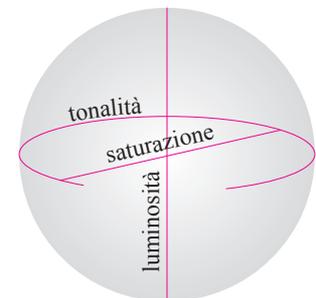
nosità), di largo uso anche nell'informatica grafica.

La gamma di colori ricavabile con il metodo HSB può essere visualizzata in vari modi; uno dei più noti è la *sfera dei colori*, definito dal pittore e studioso del colore Philip Otto Runge (1777-1810).

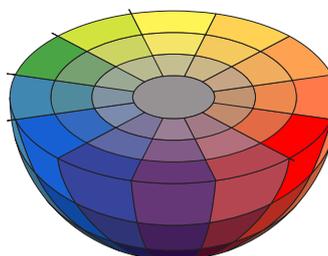
LA SFERA DEI COLORI DI RUNGE

Nella sfera i diversi colori sono distribuiti:

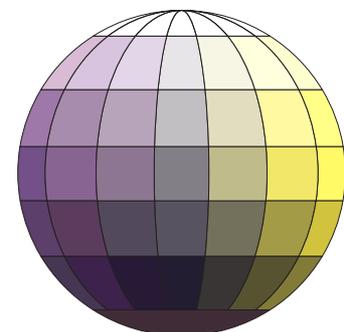
- secondo tonalità lungo la fascia equatoriale;
- secondo luminosità (chiari verso il polo nord, scuri verso il polo sud);
- secondo saturazione (saturi all'esterno, meno saturi verso il centro della sfera).



Le figure di sopra rappresentano le superfici esterne della sfera con zone campite con le diverse tinte; esse dovrebbero essere sfumate gradualmente, ma per comodità sono invece tinte piatte, uniformi.



La sezione con un piano equatoriale crea un cerchio cromatico, nei cui settori esterni stanno le tonalità dei colori puri (primari, secondari e ternari) che degradano per saturazione verso il centro (grigio).



Le sezioni lungo i meridiani creano dischi cromatici divisi in zone; due colori complementari (a destra e sinistra) sfumano per luminosità verso i poli e per saturazione verso il centro.

• **Percezione del colore**

I colori provocano stimoli percepiti diversamente in base ad alcuni fattori:

- **ambientali**, per l'intensità e la tonalità dell'illuminazione naturale o artificiale;
- **fisiologici**, cioè riconducibili alla sensibilità cromatica del singolo individuo; ognuno vede diversamente, alcuni addirittura non vedono certi colori (le persone affette da *daltonismo*);
- **fisiopsicologici**, dovuti ai tempi di stimolazione, alle proprietà dei singoli colori, ai rapporti tra colori diversi presenti in un'immagine.

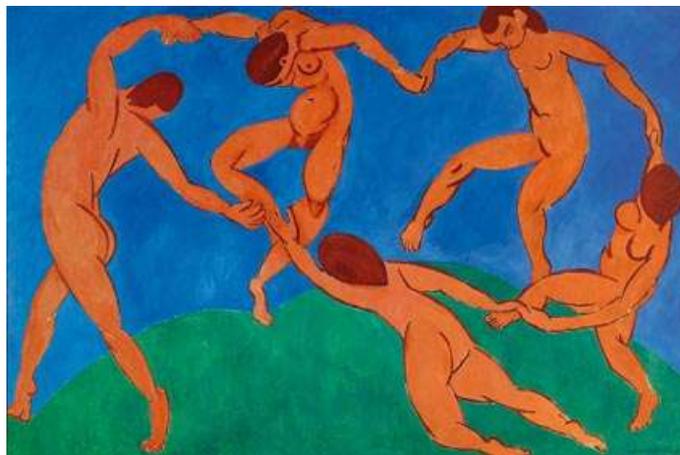
Le diverse teorie del colore hanno studiato questi fattori, formulando criteri importanti per gli artisti e per i tecnici della comunicazione grafica. Vediamo solo i più significativi elencati da Johannes Itten nel suo testo *Arte del colore* (1961).

- **Contrasto di colori puri**: affiancando i colori primari si creano forti irradiazioni reciproche di luminosità, che accentuano la tensione; separandoli (per esempio con linee nere) o distanziandoli, essi acquistano risalto. Minore tensione si crea tra colori che si allontanano dai primari.

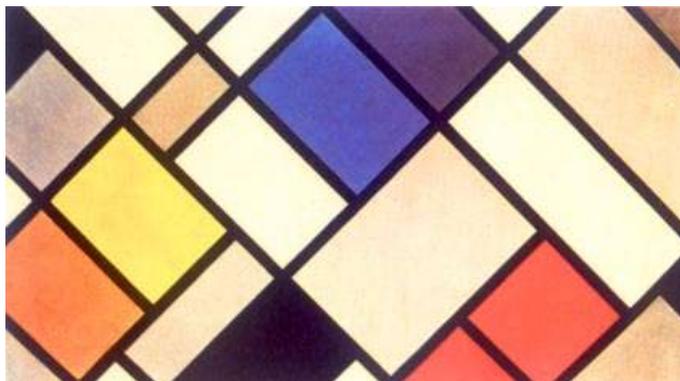
- **Contrasto di chiaro e scuro**: tra il bianco e il nero si verifica il massimo contrasto, che invece si attenua nell'accostamento di grigi degradanti. Anche gli altri colori perdono contrasto aumentando la scala di gradazioni luminose.

A destra, la riduzione della gamma di grigi a due soli colori (bianco e nero) crea un forte contrasto che esalta il carattere dell'immagine.

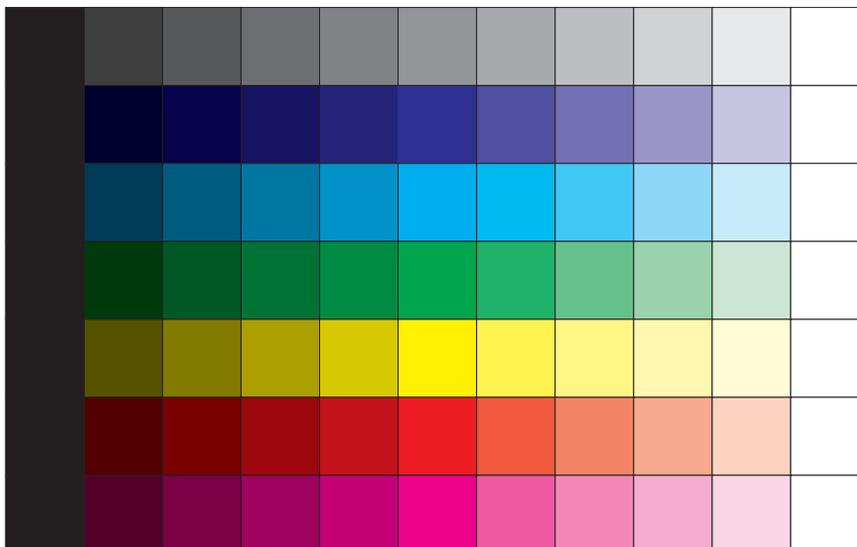
Nella *Danza* di Henri Matisse (1909 - 1910) la scelta di tre colori puri (verde, rosso e blu) accentua la carica di veemente vitalità di un disegno già dinamico.



In *Controcomposizione di dissonanze* di Theo van Doesburg (1925), vengono messi in risalto i tre colori puri (giallo, rosso e blu) distanziandoli e contornandoli con strisce nere.



A destra, scale monocrome con gradazioni di luminosità. In base alla gamma di gradazioni scelta si accentuano o si diminuiscono i contrasti di chiaro e scuro.



glossario

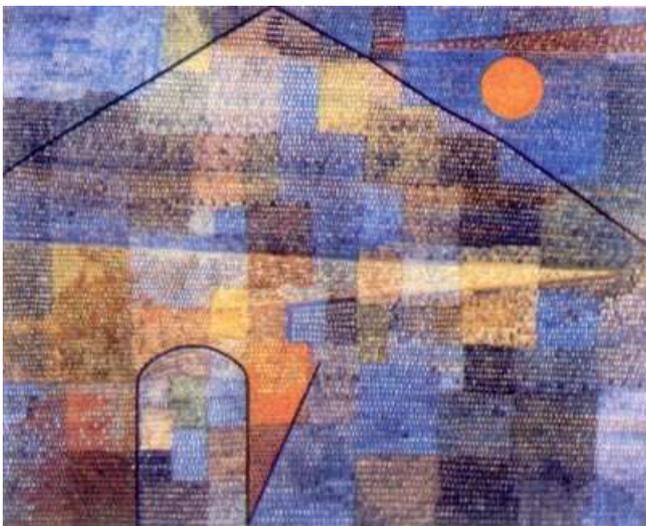
Daltonismo: disturbo visivo che non consente di distinguere alcuni colori, in particolare il rosso e il verde.

- **Contrasto caldo e freddo:** i colori «caldi» sono quelli delle tonalità rosso, arancio e giallo, mentre i colori «freddi» corrispondono alle tonalità verde, azzurro e blu. I colori caldi creano effetti di eccitazione, i freddi comunicano calma e serenità.



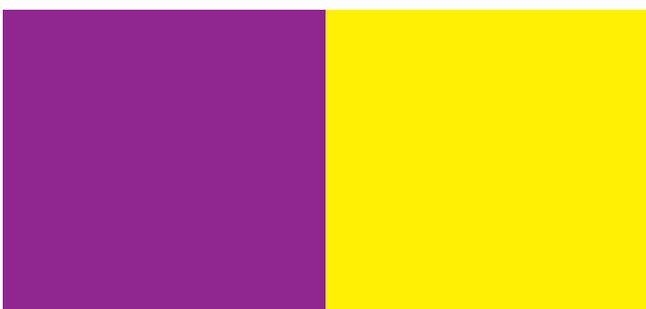
In *Stati d'animo II: quelli che vanno* di Umberto Boccioni (1911), la prevalenza di colori freddi (verde e azzurro) sottolinea l'importanza di zone calde (giallo).

- **Contrasto dei complementari:** l'accostamento di colori complementari (per esempio arancio e blu) crea effetti di equilibrio.



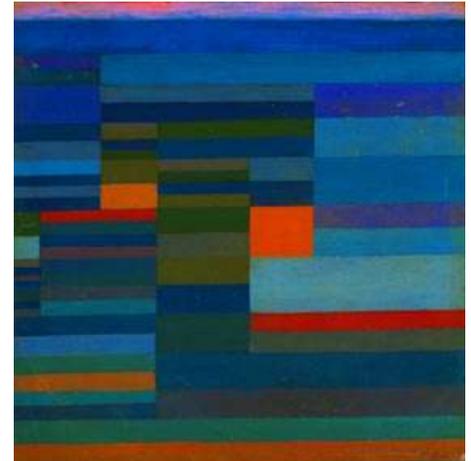
Ad Parnassum di Paul Klee (1932). L'accostamento di tonalità complementari attribuisce alla composizione un equilibrio cromatico.

- **Contrasto di simultaneità:** ogni colore produce simultaneamente il suo complementare nelle zone circostanti; questo effetto è tanto più accentuato quanto più l'osservazione è prolungata e il colore è luminoso. Un colore può essere messo in risalto affiancandogli il suo complementare.



Un colore (per esempio il giallo) crea lungo i bordi il proprio complementare (il viola, che in questo caso gli è affiancato); il fenomeno è ben visibile fissando per un minuto il lato comune. La comparsa di una fascia di viola sul viola esalta questa tonalità.

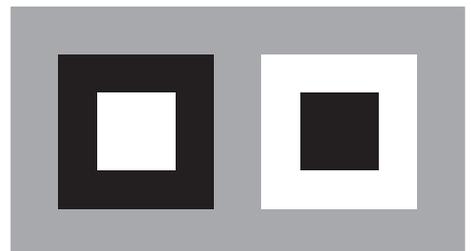
- **Contrasto di qualità:** se la qualità cromatica, cioè la saturazione, di un colore è massima, e quindi il colore è intenso, si esalta il contrasto con quelli insaturi, cioè più spenti. La forza di un colore puro vive anche dell'accostamento a tinte inerti.



In *Fuoco nella sera* di Paul Klee (1929), la presenza di colori saturi (rosso e azzurro) ne accentua l'importanza rispetto ai colori insaturi, sporchi o sbiaditi.

- **Contrasto di quantità:** colori più luminosi e intensi producono effetti di maggiore ampiezza della superficie colorata; quindi per creare un equilibrio tra zone di diversa luminosità e intensità cromatica, bisogna proporzionare le rispettive ampiezze: minori per le tonalità più luminose, maggiori per quelle meno luminose.

Il quadrato bianco su fondo nero, per la sua luminosità maggiore di quello nero, appare più grande, nonostante abbia le stesse dimensioni.



I diversi fattori ovviamente interagiscono contemporaneamente a creare effetti di contrasto o equilibrio cromatico. Le teorie del colore forniscono ad artisti e grafici alcuni strumenti, che possono essere impiegati o meno in base alle proprie sensibilità.

Le dimensioni di una superficie colorata influiscono sulla saturazione e sulla luminosità del colore stesso. Il quadrato rosso più piccolo appare più intenso e scuro del maggiore. Un quadrato giallo su fondo nero appare più luminoso e freddo rispetto allo stesso su fondo bianco.

