

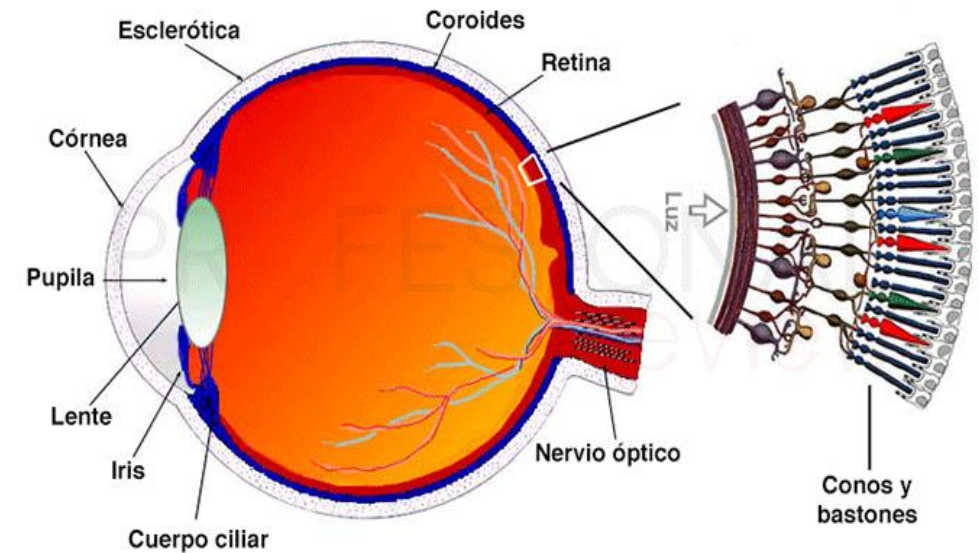
Color

El color es la impresión producida por un tono de luz en los órganos visuales, o más exactamente, es una percepción visual que se genera en el cerebro de los humanos y otros animales al interpretar las señales nerviosas que le envían los fotorreceptores en la retina del ojo, que a su vez interpretan y distinguen las distintas longitudes de onda que captan de la parte visible del espectro electromagnético.



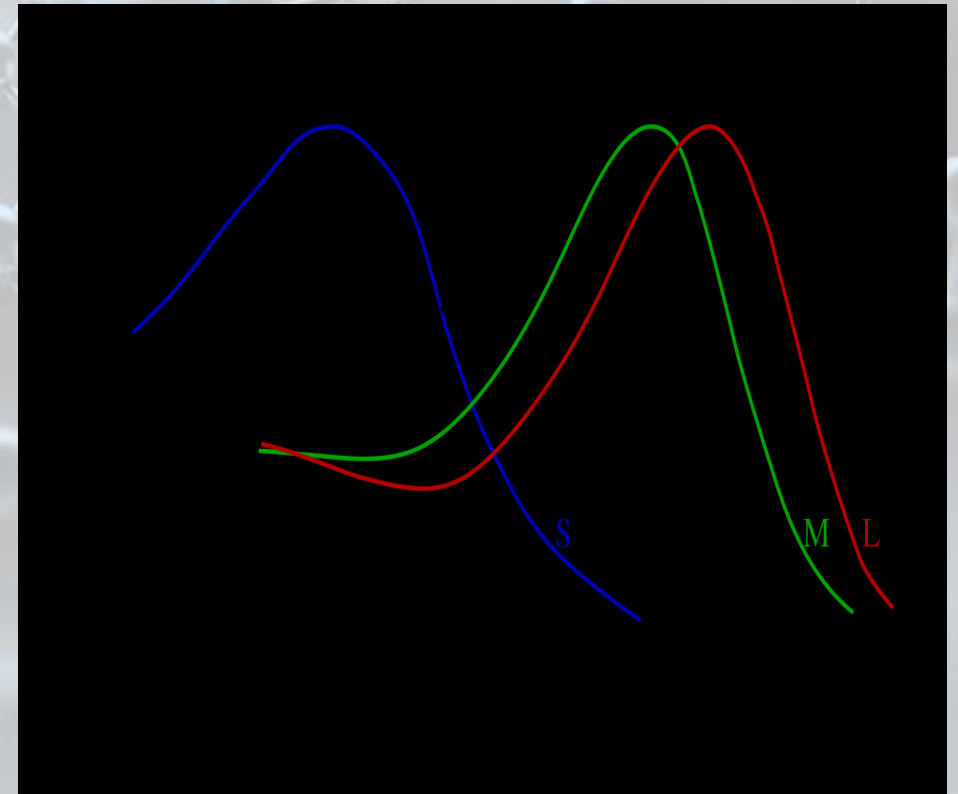
Color

El ojo humano solo percibe las longitudes de onda cuando la iluminación es abundante. Con poca luz se ve en blanco y negro. En la superposición de colores luz (denominada "síntesis aditiva de color"), el color blanco resulta de la suma de todos los colores luz, mientras que el negro es la ausencia de luz. La luz blanca puede ser descompuesta en todos los colores del espectro visible por medio de un prisma (dispersión refractiva). En la naturaleza esta descomposición da lugar al arcoíris.



Color

La visión es el sentido de la percepción que consiste en la habilidad de detectar la luz y de interpretarla. Es propia de los animales teniendo estos un sistema dedicado a ella llamado sistema visual. La primera parte del sistema visual se encarga de formar la imagen óptica del estímulo visual en la retina (sistema óptico), donde sus células son las responsables de procesar la información. Las primeras en intervenir son los fotorreceptores, los cuales capturan la luz que incide sobre ellos. Los hay de dos tipos: los conos y los bastones. Otras células de la retina se encargan de transformar dicha luz en impulsos electroquímicos y en transportarlos hasta el nervio óptico. Desde allí, se proyectan al cerebro. En el cerebro se realiza el proceso de formar los colores y reconstruir las distancias, movimientos, formas de los objetos observados y distinción de los colores.



Color

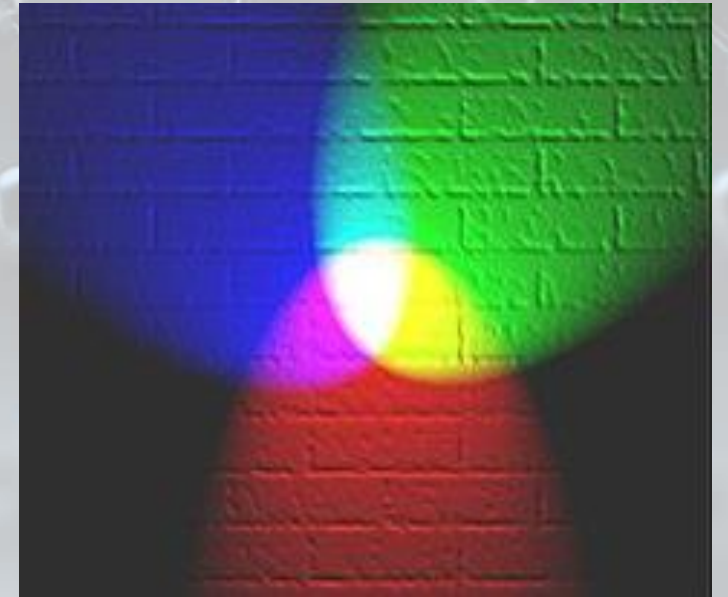
La percepción del color en el ojo humano se produce en las células sensibles de la retina que reaccionan de forma distinta a la luz según su longitud de onda. Los bastones perciben las tonalidades de oscuridad, y solo permiten distinguir las distintas tonalidades de grises entre el negro y el blanco. Los conos son medidores de cuantos de luz, radiaciones electromagnéticas, que se transforma en información de impulsos eléctricos que más tarde darán lugar a impresiones ópticas. Hay tres clases de conos, cada uno de ellos posee un **fotopigmento opsina** que solo detecta unas longitudes de onda concretas, que transformadas en el cerebro se corresponden aproximadamente a los colores azul, rojo y verde, es decir, los tres colores primarios con cuya combinación podemos percibir toda la gama de colores. En el sistema de la tricromática los tres grupos de conos combinados permiten cubrir el espectro completo de luz visible y son los siguientes:

- Cono L:** captación de ondas largas (650 nm), de la zona del espectro correspondiente a la luz roja, mediante el fotopigmento eritropsina.
- Cono M:** ondas medias (530 nm), en la zona del espectro correspondiente a los verdes, mediante la cloropsina.
- Cono S:** (por el inglés short) ondas cortas (430 nm), en la zona del espectro correspondiente a los tonos azules, mediante la cianopsina.

Color La física del color

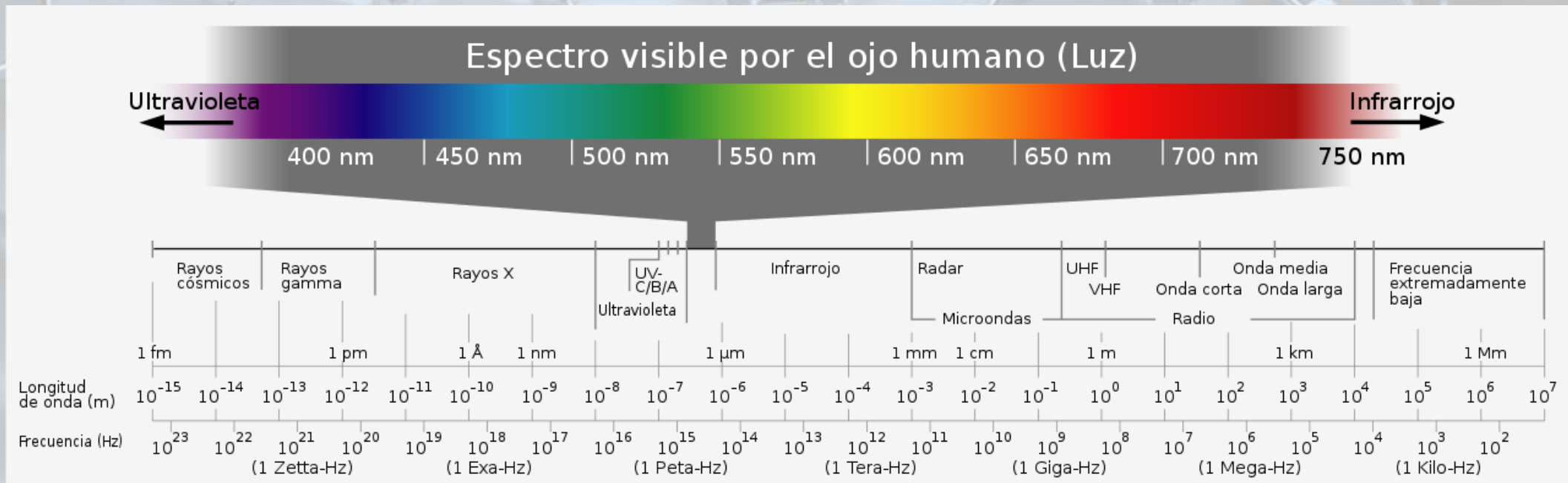
El espectro visible por los humanos

Dentro del espectro electromagnético se constituyen todos los posibles niveles de energía de la luz. Hablar de energía es equivalente a hablar de longitud de onda; por ello, el espectro electromagnético abarca todas las longitudes de onda que la luz puede tener. De todo el espectro, la porción que el ser humano es capaz de percibir es muy pequeña en comparación con todas las existentes. Esta región, denominada espectro visible, comprende longitudes de onda desde los 380 nm hasta los 780 nm ($1 \text{ nm} = 1 \text{ nanómetro} = 0,000001 \text{ mm}$). La luz de cada una de estas longitudes de onda es percibida en el cerebro humano como un color diferente. Por eso, en la descomposición de la luz blanca en todas sus longitudes de onda, mediante un prisma o por la lluvia en el arcoíris, el cerebro percibe todos los colores.



Color

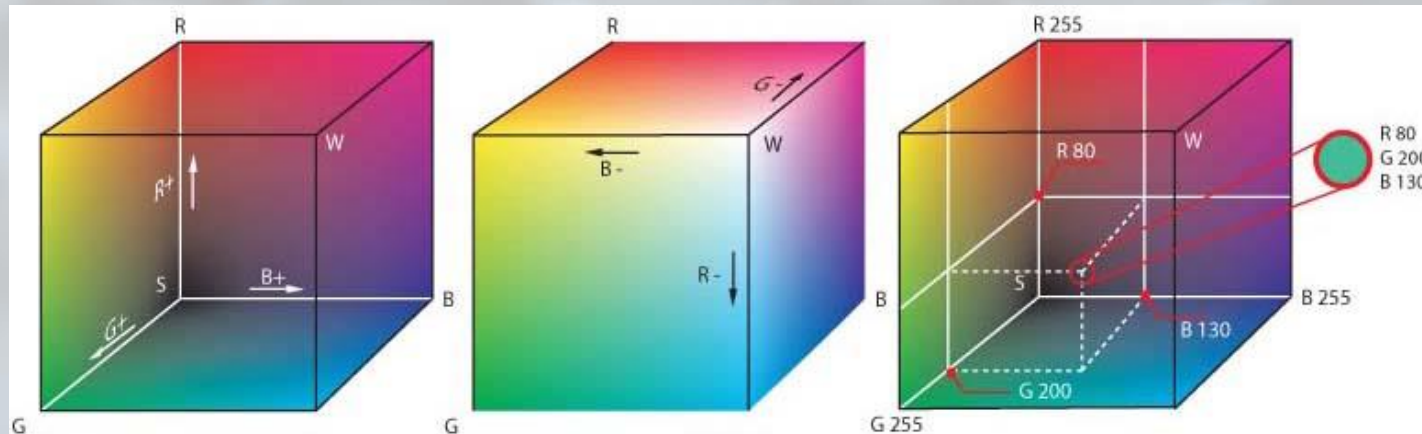
La física del color



Color Representación de los colores

Modelo RGB

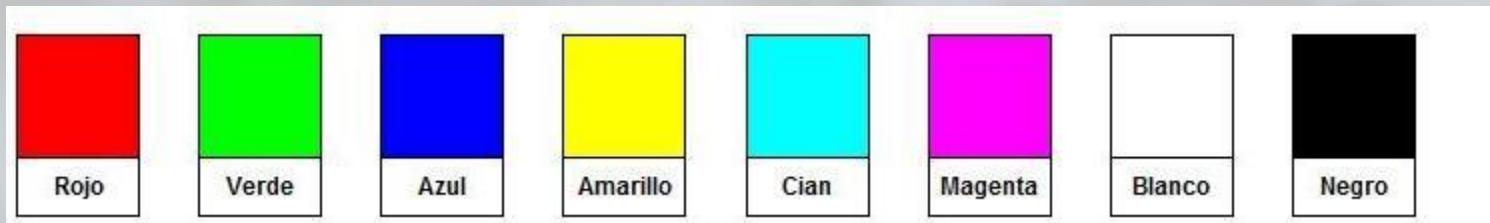
En la síntesis aditiva usada en pantallas y monitores, el modelo de color RGB (del inglés Red-rojo, Green-verde, Blue-azul), cada color se representa mediante la mezcla de los tres colores luz primarios, en términos de intensidad de cada color primario con que se forma. Para indicar con qué proporción mezclamos cada color, se asigna un valor a cada uno de los colores primarios, de manera que el valor 0 significa que no interviene en la mezcla y la intensidad de cada una de las componentes se mide según una escala que va del 0 al 255 (cada píxel $16 \times 16 = 256$).



Color Representación de los colores

Colores elementales

Los ocho colores elementales corresponden a las ocho posibilidades extremas de percepción del órgano de la vista. Las posibilidades últimas de sensibilidad de color que es capaz de captar el ojo humano. Estos resultan de las combinaciones que pueden realizar los tres tipos de conos del ojo, o lo que es lo mismo las posibilidades que ofrecen de combinarse los tres primarios. Estas ocho posibilidades son los tres colores primarios, los tres secundarios que resultan de la combinación de dos primarios, más los dos colores acromáticos, el blanco que es percibido como la combinación de los tres primarios (síntesis aditiva: colores luz) y el negro es la ausencia de los tres



Color Representación de los colores

Formatos de archivo de imagen



GIF



JPG



PNG



TIF

Color Escala de grises

En fotografía digital, imágenes generadas por computadora y colorimetría, una imagen en escala de grises es aquella en la que el valor de cada píxel es una sola muestra que representa solo una cantidad de luz; es decir, solo lleva información de intensidad. Las imágenes en escala de grises, una especie de monocromo en blanco y negro o gris, se componen exclusivamente de tonos de gris. El contraste varía del negro en la intensidad más débil al blanco en la intensidad más fuerte.

Las imágenes en escala de grises son distintas de las imágenes bitonales en blanco y negro de un bit, que, en el contexto de las imágenes por computadora, son imágenes con solo dos colores: blanco y negro (también llamadas imágenes biniveles o binarias). Las imágenes en escala de grises tienen muchos tonos de gris en el medio.



Color Escala de grises

Las imágenes en escala de grises pueden ser el resultado de medir la intensidad de la luz en cada píxel de acuerdo con una combinación ponderada particular de frecuencias (o longitudes de onda), y en tales casos son monocromáticas propiamente dichas cuando solo se captura una sola frecuencia (en la práctica, una banda estrecha de frecuencias). En principio, las frecuencias pueden ser de cualquier parte del espectro electromagnético (por ejemplo, infrarrojo, luz visible, ultravioleta, etc.).

Una imagen colorimétrica (o más específicamente fotométrica) en escala de grises es una imagen que tiene un espacio de color en escala de grises definido, que asigna los valores de muestra numéricos almacenados al canal acromático de un espacio de color estándar, que a su vez se basa en las propiedades medidas de la visión humana.



Color Escala de grises

Conversión colorimétrica (preservación de la luminancia perceptiva) a escala de grises

Una estrategia común es utilizar los principios de fotometría o, más ampliamente, colorimetría para calcular los valores de escala de grises (en el espacio de color de escala de grises de destino) para tener la misma luminancia (luminancia técnicamente relativa) que la imagen de color original (de acuerdo con su espacio de color). Además de la misma luminancia (relativa), este método también garantiza que ambas imágenes tendrán la misma luminancia absoluta cuando se muestren, como se puede medir mediante instrumentos en sus unidades SI de candelas por metro cuadrado. La luminancia en sí misma se define utilizando un modelo estándar de visión humana, por lo que preservar la luminancia en la imagen en escala de grises

Color Escala de grises

Conversión colorimétrica (preservación de la luminancia perceptiva) a escala de grises

Para convertir un color de un espacio de color basado en un modelo de color RGB típico comprimido por gamma (no lineal) a una representación en escala de grises de su luminancia, la función de compresión gamma debe eliminarse primero a través de la expansión gamma (linealización) para transformar la imagen en un espacio de color RGB lineal, de modo que se pueda aplicar la suma ponderada adecuada a los componentes de color lineal R_{linear} , G_{linear} , B_{linear} para calcular la luminancia lineal Y_{linear} , que luego se puede comprimir gamma de nuevo si el resultado de la escala de grises también se va a codificar y almacenar en un espacio de color no lineal típico.

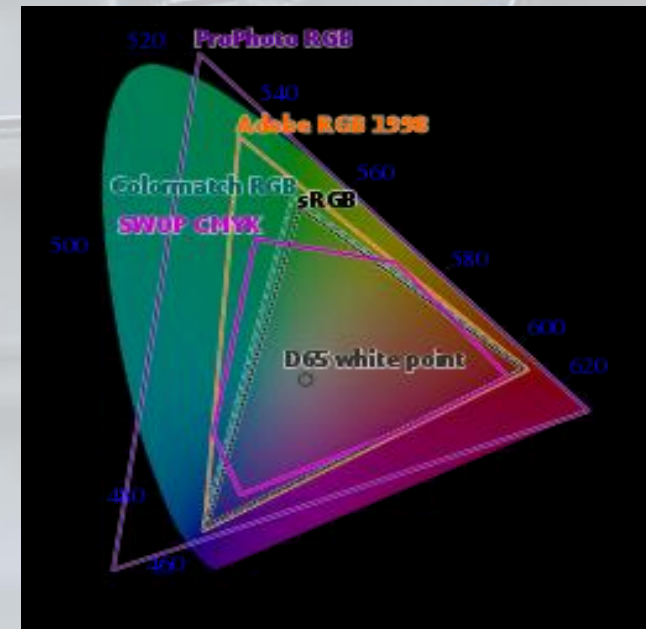
$$C_{\text{linear}} = \begin{cases} \frac{C_{\text{srgb}}}{12.92}, & \text{if } C_{\text{srgb}} \leq 0.04045 \\ \left(\frac{C_{\text{srgb}} + 0.055}{1.055} \right)^{2.4}, & \text{otherwise} \end{cases}$$

Color Escala de grises

Conversión colorimétrica (preservación de la luminancia perceptiva) a escala de grises

Los valores del componente sRGB están en el rango de 0 a 1. Cuando se representan digitalmente como números de 8 bits, estos valores de componentes de color están en el rango de 0 a 255, y deben dividirse (en una representación de coma flotante) por 255 para convertir al rango de 0 a 1.

Dónde C es R, G o B.



Color Escala de grises

Conversión colorimétrica (preservación de la luminancia perceptiva) a escala de grises

Estos valores expandidos por gamma (a veces llamados "valores lineales" o "valores de luz lineal") se multiplican por una matriz para obtener CIE XYZ:

$$\begin{bmatrix} X_{D65} \\ Y_{D65} \\ Z_{D65} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.4124 & 0.3576 & 0.1805 \\ 0.2126 & 0.7152 & 0.0722 \\ 0.0193 & 0.1192 & 0.9505 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R_{\text{linear}} \\ G_{\text{linear}} \\ B_{\text{linear}} \end{bmatrix}$$

Color Escala de grises

Codificación Luma en sistemas de vídeo

Para imágenes en espacios de color como Y'UV y sus parientes, que se utilizan en sistemas estándar de TV y video en color como PAL, SECAM y NTSC, un componente de luma no lineal (Y') se calcula directamente a partir de intensidades primarias comprimidas por gamma como una suma ponderada, que, aunque no es una representación perfecta de la luminancia colorimétrica, se puede calcular más rápidamente sin la expansión y compresión gamma. utilizado en cálculos fotométricos/colorimétricos. En los modelos Y'UV e Y'IQ utilizados por PAL y NTSC, el componente rec601 luma (Y') se calcula como

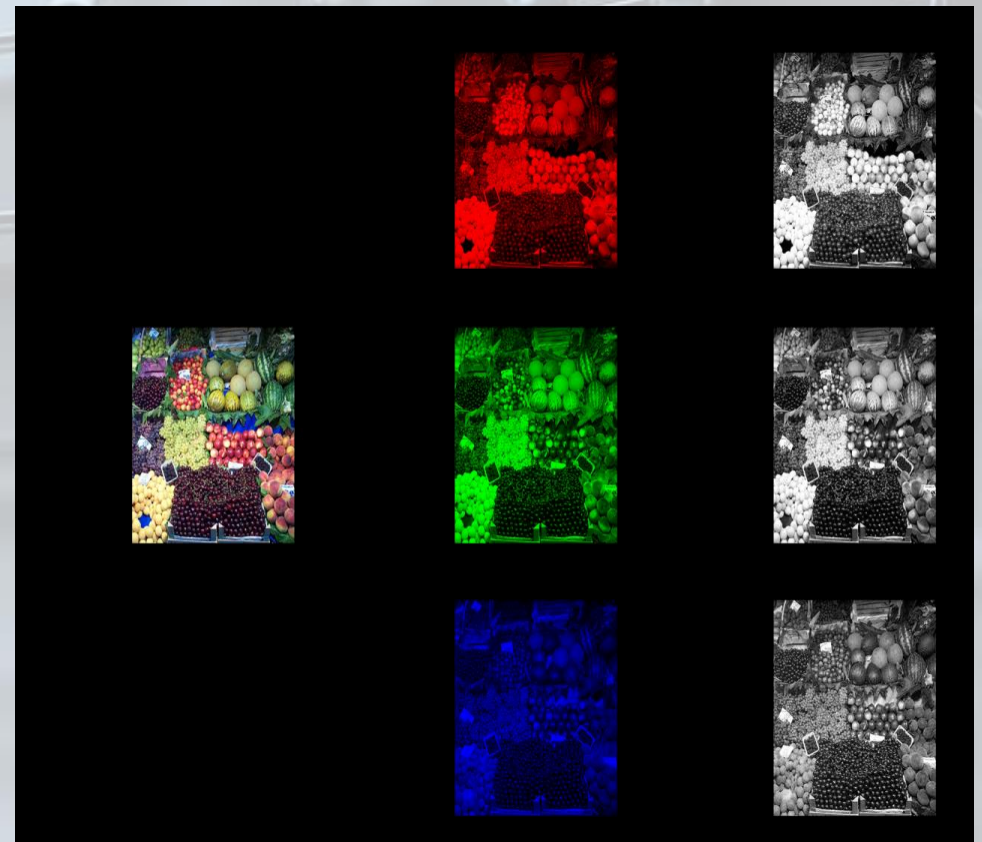
$$Y' = 0.299R' + 0.587G' + 0.144 B'$$

Color Escala de grises

Escala de grises como canales únicos de imágenes en color multicanal

Las imágenes en color a menudo se construyen a partir de varios canales de color apilados, cada uno de ellos representa los niveles de valor del canal dado. Por ejemplo, las imágenes RGB se componen de tres canales independientes para componentes de color primario rojo, verde y azul; Las imágenes CMYK tienen cuatro canales para placas de tinta cian, magenta, amarilla y negra, etc.

Aquí hay un ejemplo de división de canales de color de una imagen a color RGB completa. La columna de la izquierda muestra los canales de color aislados en colores naturales, mientras que a la derecha están sus equivalencias en escala de grises:



Color Escala de grises

Conversión colorimétrica (preservación de la luminancia perceptiva) a escala de grises

De CIE XYZ a sRGB

Los valores de CIE XYZ deben escalarse de modo que la Y de D65 ("blanco") sea 1.0 ($X = 0.9505$, $Y = 1.0000$, $Z = 1.0890$). Esto suele ser cierto, pero algunos espacios de color usan 100 u otros valores (como en CIELAB, cuando se usan puntos blancos especificados).

$$\begin{bmatrix} R_{\text{linear}} \\ G_{\text{linear}} \\ B_{\text{linear}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} +3.2406 & -1.5372 & -0.4986 \\ -0.9689 & +1.8758 & +0.0415 \\ +0.0557 & -0.2040 & +1.0570 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_{D65} \\ Y_{D65} \\ Z_{D65} \end{bmatrix}$$

Color Escala de grises

Conversión colorimétrica (preservación de la luminancia perceptiva) a escala de grises

El primer paso en el cálculo de sRGB a partir de CIE XYZ es una transformación lineal, que puede llevarse a cabo mediante una multiplicación matricial. (Los valores numéricos a continuación coinciden con los de la especificación oficial sRGB,[1] [9] que corrigió pequeños errores de redondeo en la publicación original[2] por parte de los creadores de sRGB, y asumen el observador colorimétrico estándar de 2° para CIE XYZ.

Estos valores RGB lineales no son el resultado final; la corrección gamma aún debe aplicarse. La siguiente fórmula transforma los valores lineales en sRGB:

$$C_{\text{sRGB}} = \begin{cases} 12.92C_{\text{linear}}, & C_{\text{linear}} \leq 0.0031308 \\ 1.055C_{\text{linear}}^{1/2.4} - 0.055, & C_{\text{linear}} > 0.0031308 \end{cases}$$