

Espaço de Cor L*C*h*

O espaço de cor L*C*h* utiliza o mesmo diagrama que o espaço de cor L*a*b*, com coordenadas cilíndricas. A luminosidade L* é a mesma que L* no espaço de cor L*a*b*, o Cromo C* e o ângulo de tonalidade são definidos pelas seguintes fórmulas:

$$\text{Metric Cromo: } C^* = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2}$$

$$\text{Metric Ângulo de tonalidade: } h = \tan^{-1} \left(\frac{b^*}{a^*} \right) \text{ [graus]}$$

onde:

a*, b*: Coordenadas de cromaticidade no espaço de cor L*a*b*

Não é calculada a diferença de ângulo; ao invés, a diferença de tonalidade ΔH* é calculada conforme a fórmula:

$$\begin{aligned} \Delta H^* &= \sqrt{(\Delta E^*_{ab})^2 - (\Delta L^*)^2 - (\Delta C^*)^2} \\ &= \sqrt{(\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2 - (\Delta C^*)^2} \end{aligned}$$

A diferença de tonalidade será positiva se o ângulo de tonalidade h da amostra for maior que o do padrão e negativo se o ângulo de tonalidade da amostra for menor que o do padrão.

Fórmula de Diferença de Cor CIE 2000

Como descrito na página 55 deste livro, esta é a nova fórmula de diferença de cor criada com a intenção de corrigir as diferenças entre o resultado da medição e a avaliação visual, que é o ponto fraco do espaço de cor L*a*b*. O cálculo está baseado na diferença de luminosidade ΔL, diferença de saturação ΔC, e diferença de tonalidade ΔH, com correções que utilizam os coeficientes (SL, SC e SH) e as constantes, chamadas de coeficientes paramétricos (kL, kC e kH) conforme abaixo.

$$\Delta E_{00} = \sqrt{\left(\frac{\Delta L'}{k_L \cdot S_L} \right)^2 + \left(\frac{\Delta C'}{k_C \cdot S_C} \right)^2 + \left(\frac{\Delta H'}{k_H \cdot S_H} \right)^2 + \left(R_T \left(\frac{\Delta C'}{k_C \cdot S_C} \right) \left(\frac{\Delta H'}{k_H \cdot S_H} \right) \right)}$$

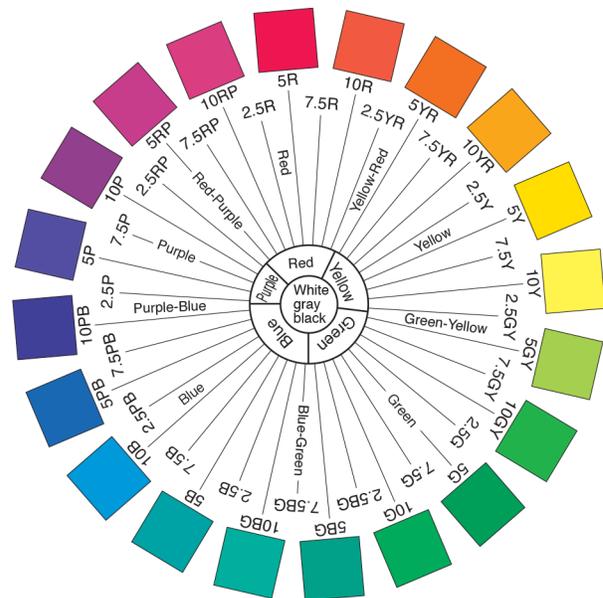
onde:

$$\begin{aligned} L' &= L^* & b' &= b^* & a' &= a^*(1+G) \\ C^* &= \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2} & h &= \tan^{-1} \left(\frac{b^*}{a^*} \right) \\ G &= 0.5 \sqrt{1 - \left(\frac{C^*_{ab}}{C^*_{ab} + 25} \right)^2} & S_L &= 1 + \frac{0.015(L'-50)^2}{20 + (L'-50)^2} \\ S_C &= 1 + 0.045C' & S_H &= 1 + 0.015C' \cdot T \\ T &= 1 - 0.17\cos(\bar{h} - 30) + 0.24\cos(2\bar{h}) + 0.32\cos(3\bar{h} + 6) - 0.20\cos(4\bar{h} - 63) \\ R_T &= -\sin(2\Delta\theta)R_C & \Delta\theta &= 30 \exp \left(-\left(\frac{\bar{h} - 275}{25} \right)^2 \right) \\ R_C &= 2 \sqrt{\frac{C'^7}{C'^7 + 25^7}} \end{aligned}$$

Sistema de Cores Munsell

O sistema de cores Munsell consiste de uma série de gráficos de cor que podem ser utilizados para a comparação visual de amostras. As cores estão definidas em termos de Tonalidade Munsell (H; indica a tonalidade), Luminosidade Munsell (V; indica a luminosidade) e o Cromo Munsell (C; indica a saturação) e são descritas como H/V/C. Por exemplo, a cor Munsell com H=5.0R, V=4.0 e C=14.0 terá a seguinte notação 5.0R 4.0/14.0

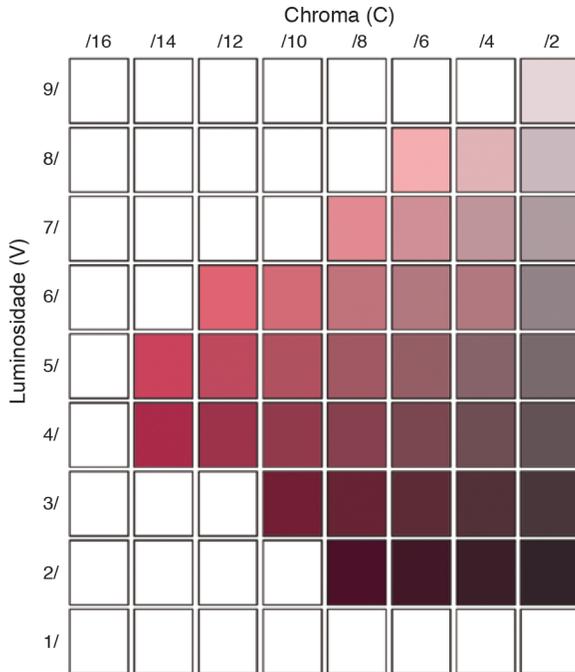
Circulo de Tonalidades Munsell



O PADRÃO EM MEDIÇÃO DE

COR 60

Padrões de cor Munsell (A luminosidade e Chroma de 2-5R)



Espaço de Cor L*u*v*

O Espaço de Cor L*u*v* (também conhecido como espaço de cor CIELUV) é um dos espaços uniformes de cor definido pela CIE em 1976. O valor de L*, u* e v* são calculados pelas fórmulas a seguir:

$$L^* = 116 \left(\frac{Y}{Y_0} \right)^{1/3} - 16 \quad \text{when } \frac{Y}{Y_0} > \left(\frac{24}{116} \right)^3$$

$$u^* = 13L^*(u' - u'_0)$$

$$v^* = 13L^*(v' - v'_0)$$

onde:

Y: Valor tristímulo Y (o valor Y10 também pode ser utilizado)

u', v' : Coordenadas de cromaticidade do diagrama UCS CIE 1976

Y 0, u' 0, v' 0: Valores tristímulo Y (ou Y10) e coordenadas de cromaticidade u', v' de um perfeito refletor difuso

A diferença de cor ΔE^*_{uv} no espaço de cor L*u*v*, a qual indica o grau de diferença porém não a direção, é dada pela seguinte equação:

$$\Delta E^*_{uv} = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta u^*)^2 + (\Delta v^*)^2}$$

onde:

ΔL^* , Δu^* , Δv^* : Diferenças nos valores de L*, u* e v* entre a amostra e o padrão.

Diagrama UCS CIE 1976

O diagrama UCS CIE 1976, foi desenvolvido com a intenção de proporcionar uma percepção mais uniforme para cores que tenham quase a mesma luminosidade. Os valores u' e v' podem ser calculados através dos valores tristímulo XYZ (ou X10, Y10 e Z10) ou das coordenadas de cromaticidade xy, de acordo com as seguintes fórmulas:

$$u' = \frac{4X}{X+15Y+3Z} = \frac{4x}{-2x+12y+3}$$

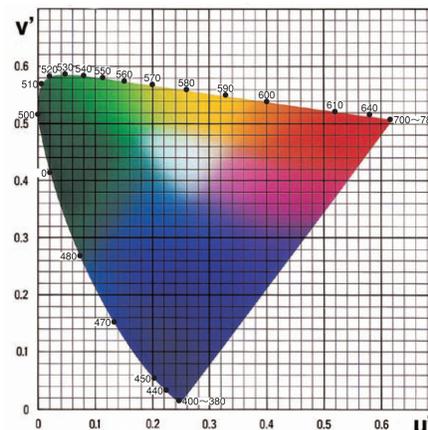
$$v' = \frac{9Y}{X+15Y+3Z} = \frac{9y}{-2x+12y+3}$$

onde:

X, Y, Z: Valores tristímulo (se utilizarmos os valores tristímulo X10Y10Z10 os resultados serão u'10 e v'10.)

x, y: Coordenadas de cromaticidade (se utilizarmos as coordenadas de cromaticidade x10, y10, os resultados serão u'10 e v'10.)

Diagrama UCS CIE 1976 (Observador Padrão 2°)



O PADRÃO EM MEDIÇÃO DE

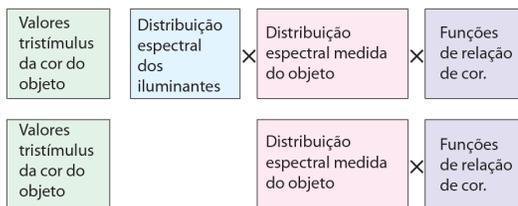
COR 61

Diferenças entre a cor do objeto e a cor da fonte de luz

Descrevemos anteriormente como é feita a determinação da cor de um objeto. Todavia, existe uma diferença quando uma cor é criada por uma lâmpada, por exemplo. Chamamos isso de cor da fonte de luz. A seguir explicamos de forma simples as diferenças entre a cor de um objeto e a cor da fonte de luz.

Definição das diferenças

Existem três fatores básicos envolvidos quando um ser humano observa a cor de um objeto. Eles são, a iluminação, o objeto e a percepção do observador. Todavia quando uma fonte de luz é observada, existem apenas dois fatores: a distribuição espectral de energia da fonte de luz e a percepção do observador. As fórmulas desses conceitos estão ilustradas abaixo:



Para a cor de um objeto é necessária a determinação e a avaliação da distribuição espectral dos iluminantes. Isso porque a cor muda com a mudança da fonte de iluminação. Os iluminantes não são necessários quando medimos uma fonte de luz, uma vez que a cor da fonte de luz em si necessita ser determinada.

Diferenças nas condições geométricas de iluminação e de recepção ópticas.

As condições geométricas de iluminação e a recepção óptica precisam ser consideradas pois a cor do objeto pode se modificar sob condições diferentes. Foram descritas na página 47 seis tipos de condições definidas pela CIE. Essas condições não determinam a cor da fonte de luz. Porém, existem certas características angulares nas quais as tonalidades variam dependendo do tipo de fonte de luz e do ângulo de visualização, tais como nos LCDs (monitores de cristal líquido). Nesses casos o ângulo de visualização deve ser fixado em um determinado valor.

Definição das fórmulas de cor de objetos

$$K \int_{\lambda} S(\lambda) \bar{x}(\lambda) \bar{y}(\lambda) \bar{z}(\lambda) d\lambda \quad K \int_{\lambda} S(\lambda) \bar{x}(\lambda) \bar{y}(\lambda) \bar{z}(\lambda) d\lambda$$

$$K \int_{\lambda} S(\lambda) \bar{x}(\lambda) \bar{y}(\lambda) \bar{z}(\lambda) d\lambda \quad K \frac{1}{\int_{\lambda} S(\lambda) \bar{x}(\lambda) \bar{y}(\lambda) \bar{z}(\lambda) d\lambda}$$

onde: $S(\lambda)$ Distribuição de energia espectral do iluminante $\bar{x}(\lambda), \bar{y}(\lambda), \bar{z}(\lambda)$; Funções de relação de cor no Espaço de Cores XYZ

$\bar{r}(\lambda)$ Refletância espectral do objeto.

Definição das fórmulas de cor de fontes de luz

$$K \int_{\lambda} S(\lambda) \bar{x}(\lambda) \bar{y}(\lambda) \bar{z}(\lambda) d\lambda \quad K \int_{\lambda} S(\lambda) \bar{x}(\lambda) \bar{y}(\lambda) \bar{z}(\lambda) d\lambda$$

$$K \int_{\lambda} S(\lambda) \bar{x}(\lambda) \bar{y}(\lambda) \bar{z}(\lambda) d\lambda$$

onde: $S(\lambda)$ Distribuição de energia espectral do iluminante $\bar{x}(\lambda)$ $\bar{y}(\lambda)$ $\bar{z}(\lambda)$; Funções de relação de cor no Espaço de Cor XYZ

K: Fator de normalização de cor (O valor tristímulus Y é determinado conforme a quantidade de luz medida).

Use a seguinte equação para determinar o valor absoluto da quantidade de luz medida quando $S(\lambda)$ é o valor absoluto da densidade de radiação do espectro do Espaço de Cor XYZ $K=683 \text{ lm/w}$

Representação do espaço de cor

Existem vários métodos para a descrição numérica de uma fonte de luz. Foram incluídas as coordenadas xy, a intensidade de cor (u,v) UCS CIE 1960, a intensidade de cor (U^*, v^*) UCS CIE 1976, a temperatura* de cor.

* Ver página à direita onde constam as informações sobre a temperatura de cor.

O Espaço de Cor $L^* u^* v^*$ (CIE LUV) também é utilizado. Todavia é necessária a determinação de uma luz padrão na determinação de uma fonte de luz porque o espaço de cor $L^* u^* v^*$ é baseado em uma cor padrão como ponto de origem.

Temperatura de Cor

Quando a temperatura de um objeto aumenta, a emissão de radiação termal também aumenta. Ao mesmo tempo, a cor muda de vermelho, passando pelo laranja até o branco. Um corpo preto é um objeto ideal pois ele absorve toda a energia e a emite como energia radiante de tal forma que sua temperatura está diretamente relacionada à cor da energia radiante emitida. A temperatura absoluta de um corpo negro também é conhecida como a temperatura de cor. Essas cores podem ser indicadas no gráfico de cromaticidade mostrado na Figura 26.

A correlação de temperatura de cor é usada para explicar o conceito de que a temperatura de cor é parecida, porém não igual à dos corpos negros. A temperatura de cor é calculada pelo posicionamento da fonte de luz na linha de isotemperatura. As linhas de isotemperatura são linhas retas nas quais todas as cores na linha parecem visualmente iguais; a correlação de temperatura de cor na linha de isotemperatura é igual à temperatura de cor do corpo negro determinada pela interseção das duas linhas.

Os corpos negros, as linhas de isotemperatura e as linhas que indicam os valores iguais de (ΔE_{uv}) dos corpos negros são ilustradas na Figura 27. Por exemplo, a fonte luz que tem uma diferença de cor de 0,01 na direção do verde (ΔE_{uv}) de um corpo negro que tem temperatura de cor de 7000k é mostrada como tendo uma correlação de temperatura de cor de 7000K+0,01 (unidade uv)

Notas

Ver na seção IV “Termos de cor utilizados” a explicação de (ΔE_{uv}). “K” é a abreviação de Kelvin. Kelvin é uma escala de temperatura absoluta.

Figura 26 xy cromaticidade de um corpo negro

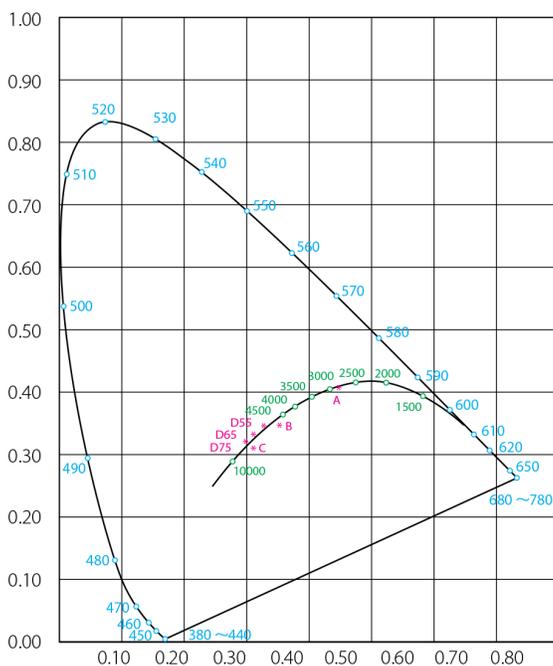
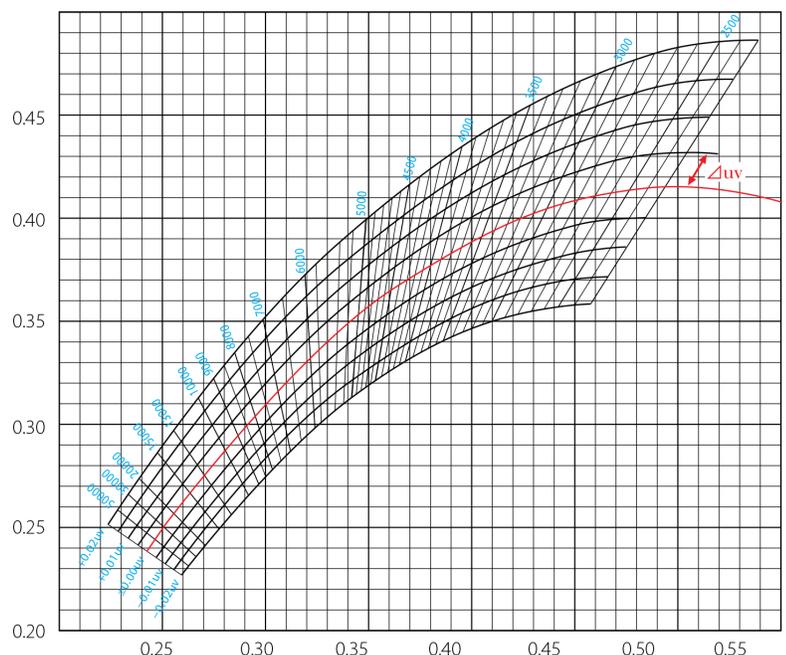


Figura 27 Gráfico de cromaticidade xy, indicando as linhas do corpo negro, as linhas de isotemperatura e as linhas iguais de ΔE_{uv}



Anotações



KONICA MINOLTA

SENSING AMERICAS

101 WILLIAMS DRIVE, RAMSEY, NJ 07446
SENSING.KONICAMINOLTA.COM.BR • NÚMERO GRATUITO 0800 020 1565