

Color & Quality

Farbe & Qualität

**MÀU SẮC &
CHẤT LƯỢNG IN**

Biên dịch: Ngô Anh Tuấn
Hiệu đính: Vũ Khắc Liên

Mục lục

Ánh sáng và màu sắc

1

1.1	Ánh sáng là màu sắc	10
1.2	Cảm nhận màu thấy được	12
1.3	Hỗn hợp màu	14
1.4	Các hệ thống phân loại màu.	18

Phục chế màu sắc trong in

2

2.1	Độ dày lớp mực	24
2.2	Ý nghĩa của giá trị tầng thứ trong ngành in	26
2.3	Độ tương phản K(%)	36
2.4	Cân bằng màu	37
2.5	Sự nhận mực và thứ tự màu in	42
2.6	Các dải kiểm tra in	45

Đo mật độ

3

3.1	Nguyên lý đo của máy đo mật độ phản xạ	50
	Sử dụng các kính lọc trong đo mật độ	52
3.3	Các giá trị đo trong phép đo mật độ	55
3.4	Đo mật độ	58
3.5	Định lượng	60
3.6	Tiêu chuẩn hóa trong quá trình in	62
3.7	Các giới hạn của máy đo mật độ	64

Các phép đo màu

4

4.1	Đo màu	70
4.2	Các giá trị kích thích 3 thành phần/ điểm trắng tham chiếu	72
4.3	Các điều kiện chiếu sáng chuẩn	72
4.4	Người quan sát chuẩn	
	Các đường cong phối hợp màu	74
4.5	Đo màu bằng máy đo phổ	76
4.6	Khoảng sai biệt màu ΔE	78
4.7	Hệ Munsell	88
4.8	Phương pháp kích thích ba thành phần màu	89
4.9	Đo màu phổ	90
4.10	Nguyên lý đo của bộ phận kiểm tra chất lượng phổ CPC 21 của Heidelberg	92
4.11	Các dải kiểm tra màu và in thử	93
4.12	Kiểm soát mực với CPC 21 của Heidelberg	95
4.13	Các ưu điểm của phép đo màu cho in offset	100

Ánh sáng và màu sắc



1 Ánh sáng và màu sắc

1.1	Ánh sáng là màu sắc	10
1.2.	Cảm nhận màu thấy được	12
1.3	Tổng hợp màu	14
1.3.1	Tổng hợp màu cộng	14
1.3.2	Tổng hợp màu trừ	15
1.3.3	Tổng hợp màu tương hỗ	17
1.4	Các hệ thống phân loại màu.	18

1.1 Ánh sáng là màu sắc

Chúng ta đang sống trong một thế giới đầy màu sắc. Với sự trợ giúp của màu sắc chúng ta có thể nhìn nhận rõ ràng mọi vật xung quanh để làm cho cảm giác của chúng ta tốt hơn. Các thiết kế nội thất và sự phối trộn màu ảnh hưởng trực tiếp đến ấn tượng và cảm giác của chúng ta. Các màu có thể dùng chung được với nhau sẽ tạo ra một sự cân bằng hài hoà làm cho chúng ta có cảm nhận tốt. Ngành công nghiệp in cũng sử dụng các màu để thể hiện ấn phẩm hiệu quả hơn. Các yêu cầu về chất lượng từ phía khách hàng đang không ngừng tăng. Để đáp ứng các yêu cầu này, các tiêu chuẩn chất lượng mới đã được đặt ra.

Để đánh giá các màu, trước hết chúng ta phải nhìn thấy chúng. Để nhìn thấy chúng ta cần có ánh sáng. Mặt trời toả ra ánh sáng - Đó là nguồn sáng sơ cấp.

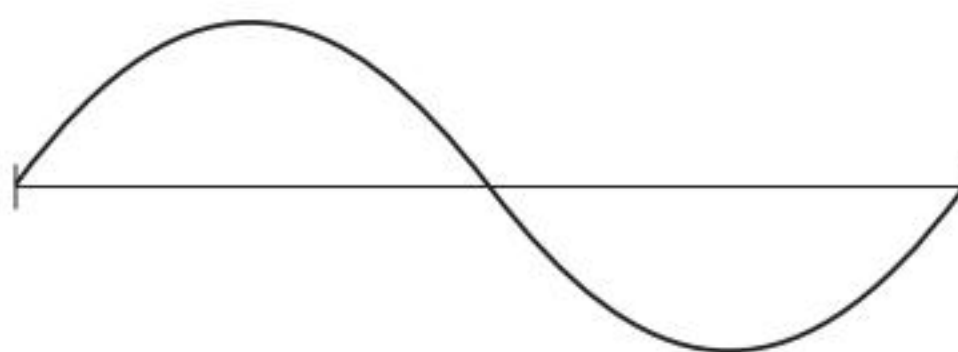
Tuy nhiên, hầu hết các đối tượng trong môi trường của chúng ta lại không thể tự toả sáng. Chúng được gọi là nguồn sáng thứ cấp. Chúng ta chỉ cảm nhận được các đối tượng này và màu sắc của chúng khi chúng được chiếu sáng.



Ánh sáng là bức xạ lan truyền rất nhanh với tốc độ 300.000 km/giây. Nói đúng ra, ánh sáng bao gồm các dao động điện từ được truyền đi từ nguồn sáng dưới dạng sóng. Giống như sóng nước, mỗi sóng ánh sáng bao gồm phần lồi lên và phần lõm xuống.

Phần lồi

Phần lõm



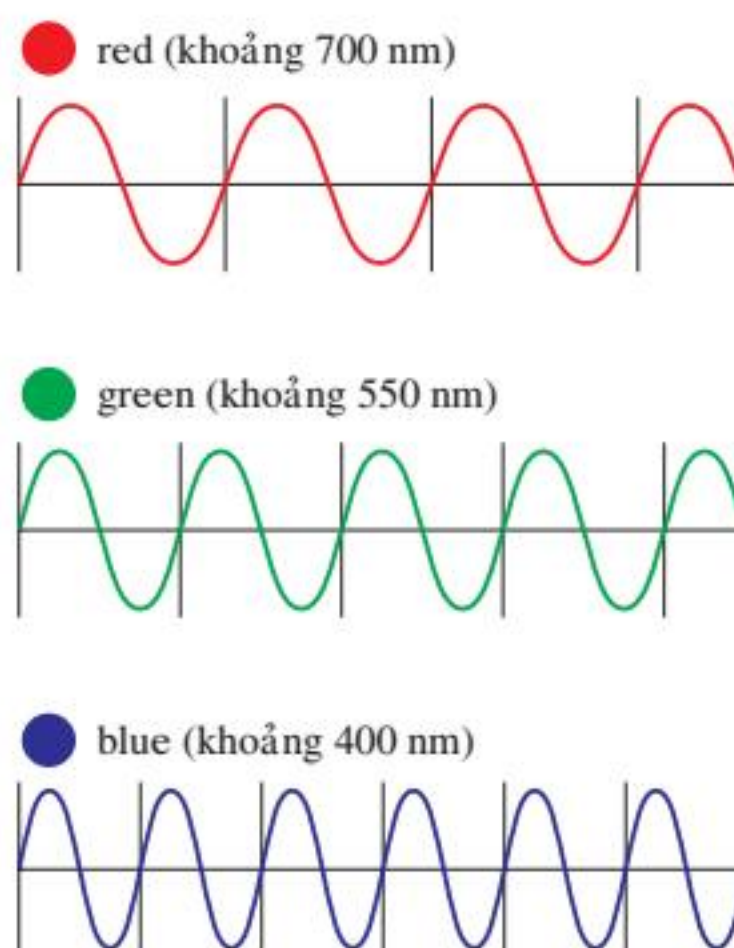
Các sóng được phân loại theo chiều dài bước sóng hay số dao động mà chúng thực hiện trong một giây. Các bước sóng thường có đơn vị là km, m, cm, mm, nm hay picomet. Số dao động sóng trong một giây, gọi là tần số, được đo bằng đơn vị Hz.

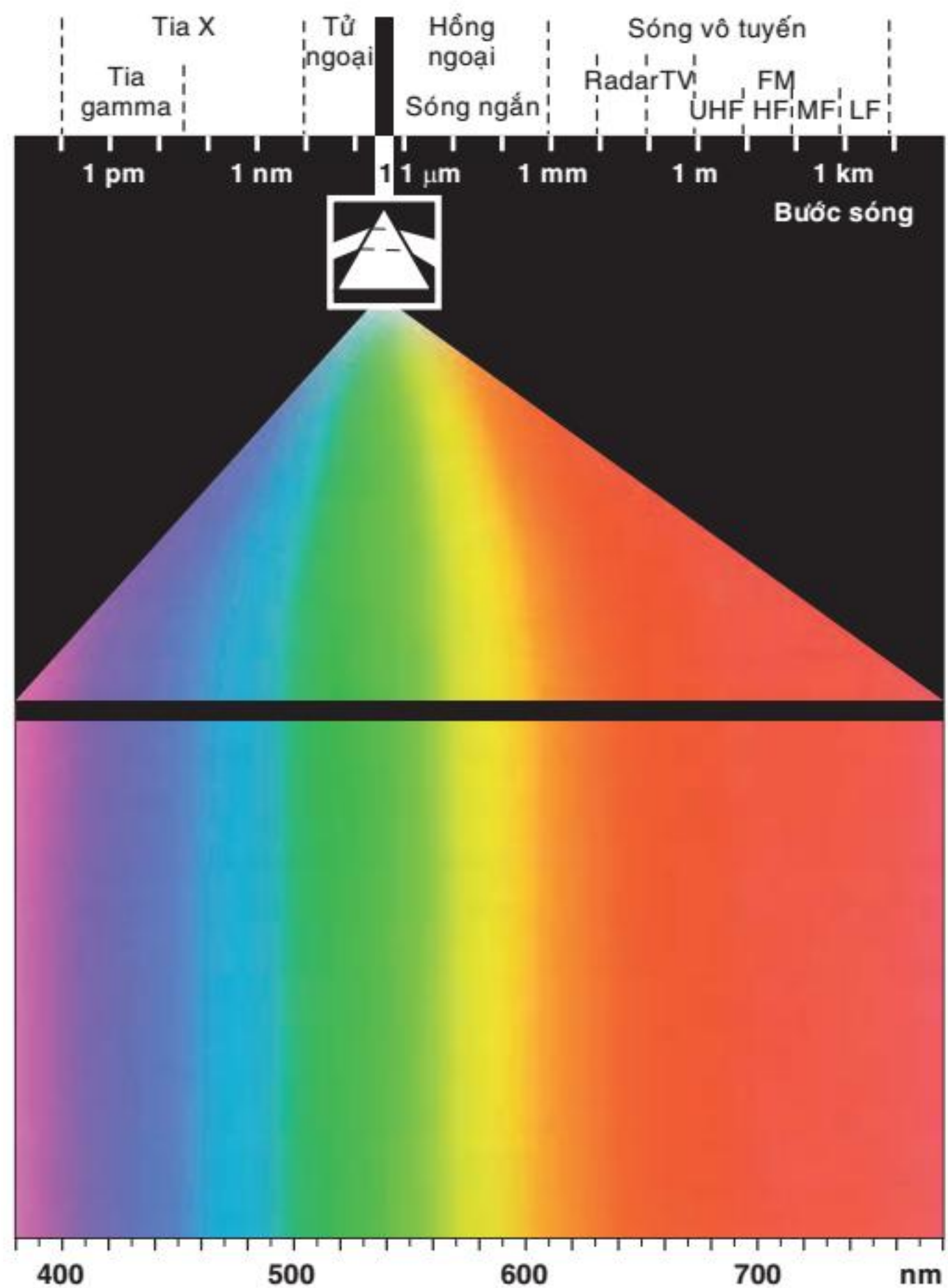
Các bước sóng có chiều dài khác nhau có những đặc tính khác nhau. Thí dụ như tia X được dùng để chẩn đoán trong y khoa, nhiều bà nội trợ được trang bị các lò vi ba để nấu và hâm nóng thức ăn. Các loại sóng khác được dùng trong việc truyền tín hiệu điện thoại, radio và tivi.

Chỉ có một khoảng sóng điện từ rất nhỏ được nhìn thấy dưới dạng màu của ánh sáng. Phần thấy được của quang phổ sóng trải dài từ 380 nm (tia cực tím) đến 780 nm (tia hồng ngoại). Ánh sáng có thể được tách ra thành các thành phần màu bằng lăng kính. Ánh sáng trắng được phối trộn bởi tất cả các màu trong dải quang phổ và được tách thành các màu trong cầu vồng.

Hình minh họa kế bên cho thấy chiều dài các bước sóng từ Đỏ (Red) đến Lục (Green) rồi đến Xanh (Blue)* càng lúc càng ngắn dần.

** Do thuật ngữ chỉ tên màu trong tiếng Việt chưa định hình, để tránh nhầm lẫn các khái niệm màu, ở đây chúng tôi tạm dùng tiếng Anh để chỉ tên màu.*





1.2. Cảm nhận màu thấy được

Chỉ qua sự liên kết với ánh sáng mà màu sắc của vật thể mới trở nên thấy được - tại sao?

Màu sắc không thể được xem là đặc tính riêng của một vật thể như là hình thù của vật thể đó. Đặc tính cố hữu của các vật thể là hấp thụ hoặc phản xạ các bước sóng nào đó.

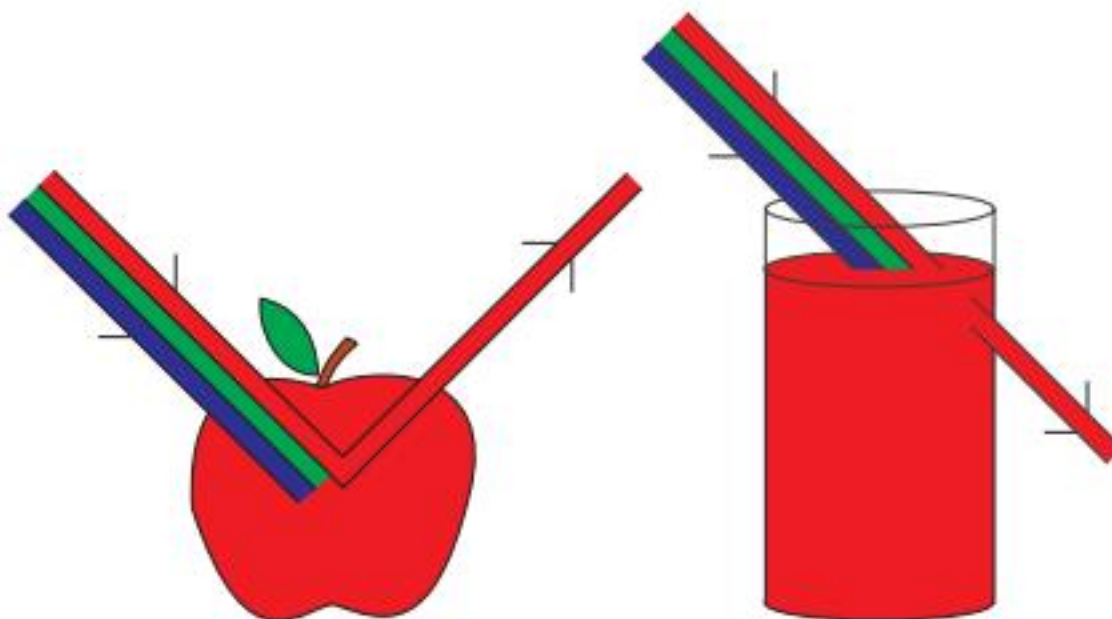
Chúng ta chỉ có thể cảm nhận các màu tương ứng với các bước sóng phản xạ.

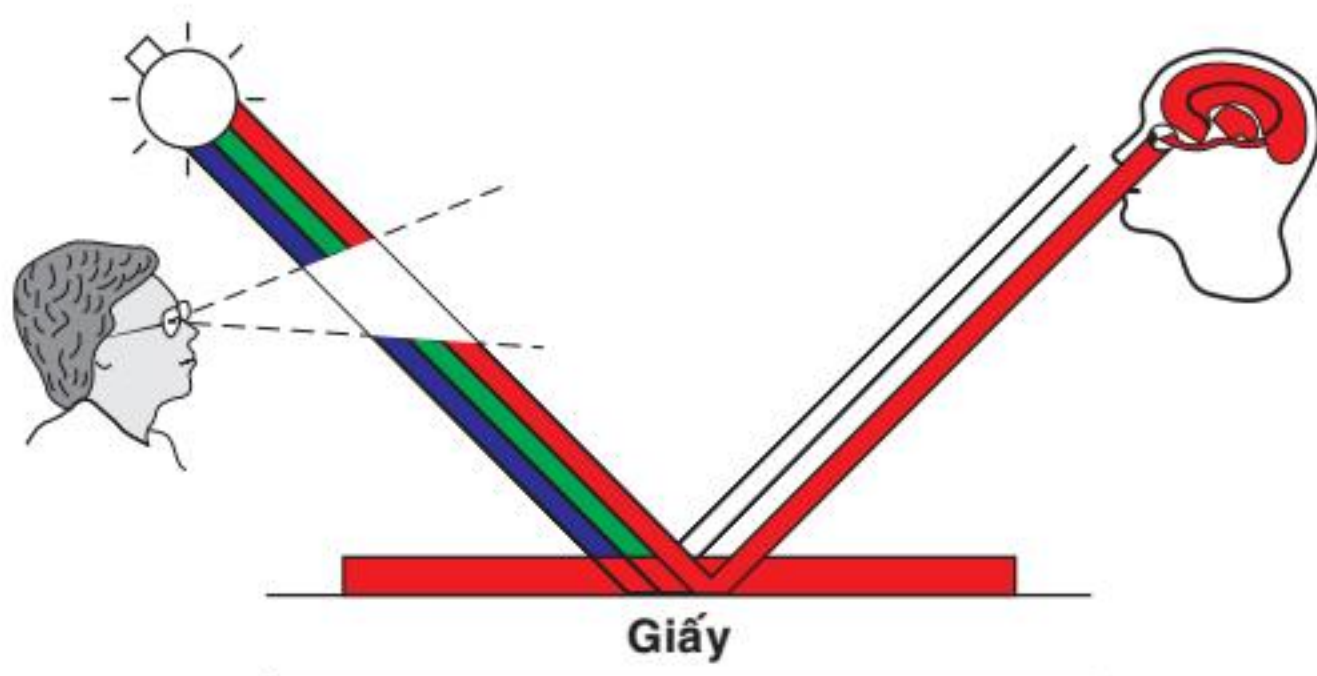
Nếu ánh sáng trắng được chiếu vào một đối tượng sẽ có một khả năng dưới đây xảy ra:

- Tất cả ánh sáng bị hấp thụ. Trong trường hợp này chúng ta cảm nhận đối tượng có màu đen.
- Tất cả ánh sáng được phản xạ. Trong trường hợp này đối tượng có màu trắng.
- Tất cả ánh sáng đều đi qua đối tượng. Trong trường hợp này màu của ánh sáng không đổi.
- Một phần ánh sáng bị hấp thụ, phần còn lại được phản xạ. Trong trường hợp này ta cảm nhận được màu tùy thuộc vào bước sóng nào của ánh sáng được phản xạ và bước sóng nào được hấp thụ.
- Một phần ánh sáng bị hấp thụ, phần còn lại được xuyên qua đối tượng. Trong trường hợp này ta cảm nhận được màu sắc tùy thuộc vào bước sóng nào của ánh sáng bị hấp thụ, bước sóng nào xuyên qua.
- Một phần ánh sáng được phản xạ, phần còn lại đi qua. Trong trường hợp này màu sắc của ánh sáng được phản xạ và màu của ánh sáng đi xuyên qua sẽ thay đổi.

Những đặc tính của đối tượng được chiếu sáng quyết định việc cảm nhận màu sẽ rơi vào một trong các trường hợp trên.

Ánh sáng phản xạ hay truyền qua đối tượng được mắt người ghi nhận và chuyển thành các xung thần kinh kích hoạt cảm nhận màu trong bộ não.





Võng mạc của mắt người có vô vàn tế bào nhạy sáng. Có hai loại tế bào: tế bào hình que và tế bào hình nón. Tế bào hình que phân biệt độ sáng tối, trong khi tế bào hình nón ghi nhận màu sắc. Có 3 loại tế bào hình nón, 1 loại phản ứng các bước sóng cố định trong dải quang phổ từ 400 đến 500nm cho cảm giác màu Blue; một

loại phản ứng với bước sóng từ 500 đến 600nm cho cảm giác màu Green và một loại phản ứng với bước sóng từ 600 đến 700nm cho cảm giác màu Red.

Việc phối hợp cảm nhận của các tế bào hình que và hình nón trong mắt làm cho con người có thể cảm nhận và phân biệt hàng triệu màu.

1.3 Hỗn hợp màu

1.3.1 Hỗn hợp màu cộng

Hỗn hợp cộng màu là sự phối hợp các bước sóng ánh sáng để tạo ra các màu sắc khác nhau. Nếu tất cả các màu của quang phổ được phối hợp lại ta sẽ có màu trắng.

Red, Green và Blue là các màu sơ cấp của hỗn hợp màu cộng. Chúng còn được gọi là các màu một phần ba, vì mỗi màu đại diện cho một phần ba dải quang phổ thấy được.

Nguyên lý cơ bản của hỗn hợp màu cộng có thể được mô tả dễ dàng với ba vòng tròn màu, mỗi vòng tròn màu đại diện cho một chùm sáng màu sơ cấp của tổng hợp cộng được chiếu lên màn hình. Giao điểm của các màu sơ cấp chính là các màu thứ cấp.



green	+	red	=	yellow		
green	+	blue	=	cyan		
blue	+	red	=	magenta		
blue	+	red	+	green	=	trắng
không có nguồn sáng					=	đen

Tại các vùng giao nhau của ba chùm sáng có các màu thứ cấp được tạo ra:

Nguyên lý của tổng hợp màu cộng được sử dụng trong tivi màu, trong chiếu sáng trên sân khấu để tạo ra toàn các màu trong dải quang phổ thấy được.

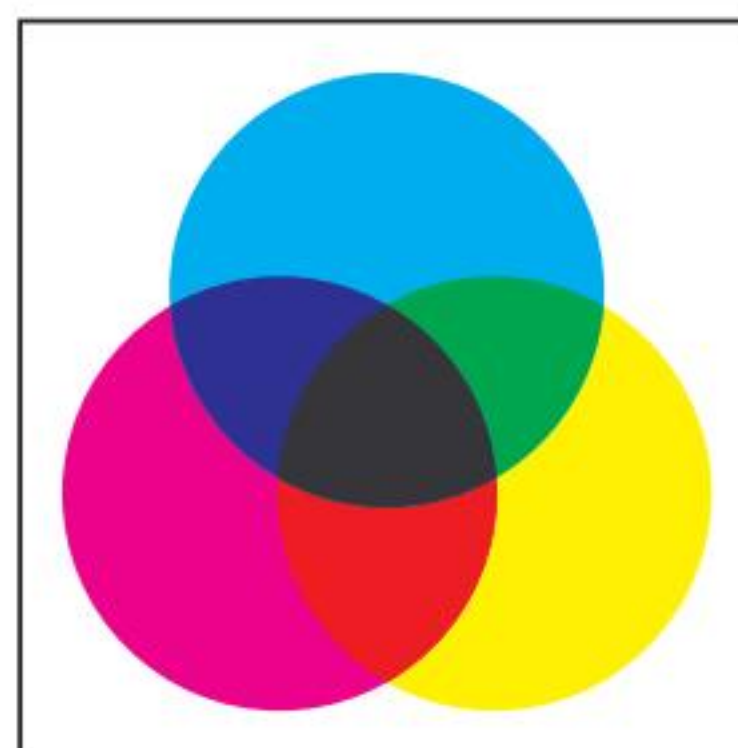
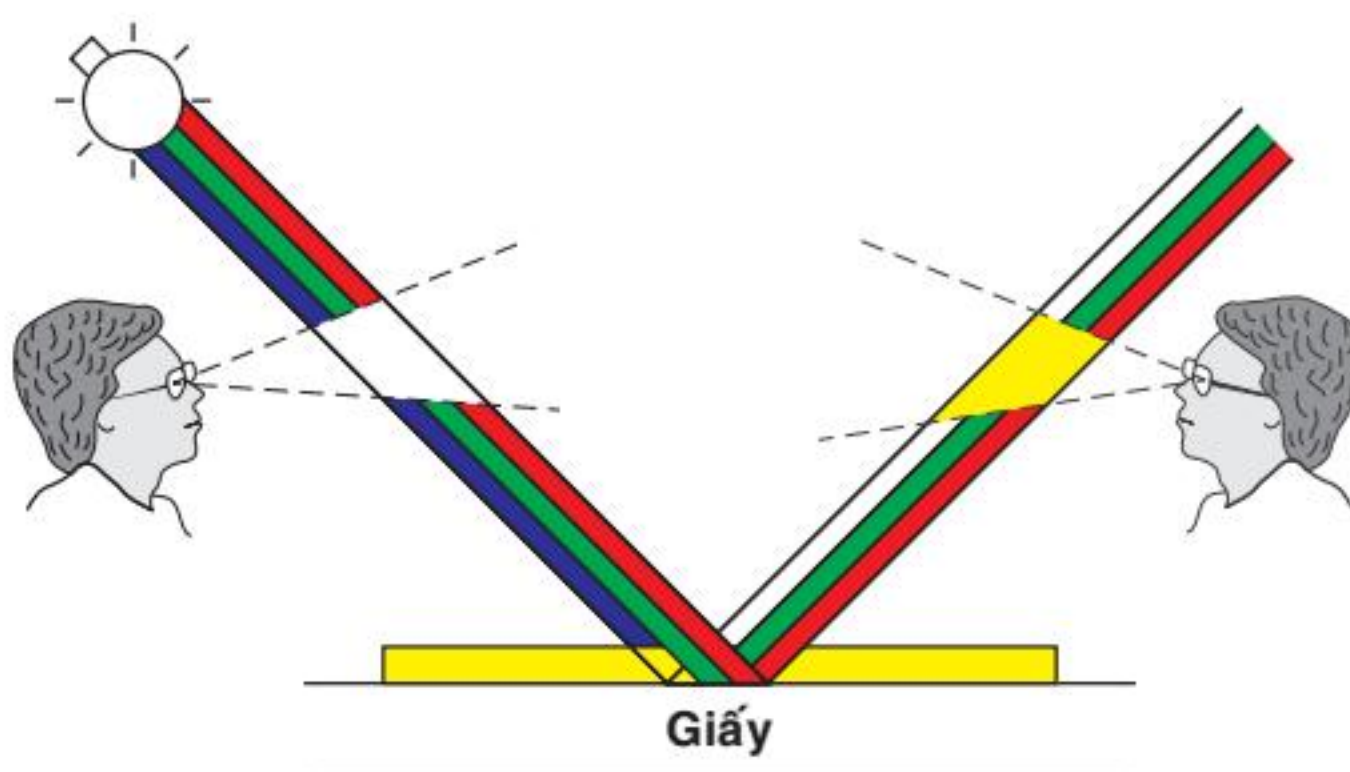
1.3.2 Hỗn hợp màu trừ

Cyan, Magenta và Yellow là các màu sơ cấp của hỗn hợp màu trừ, chúng còn được gọi là màu hai phần ba vì chúng đại diện cho hai phần ba khoảng quang phổ thấy được.

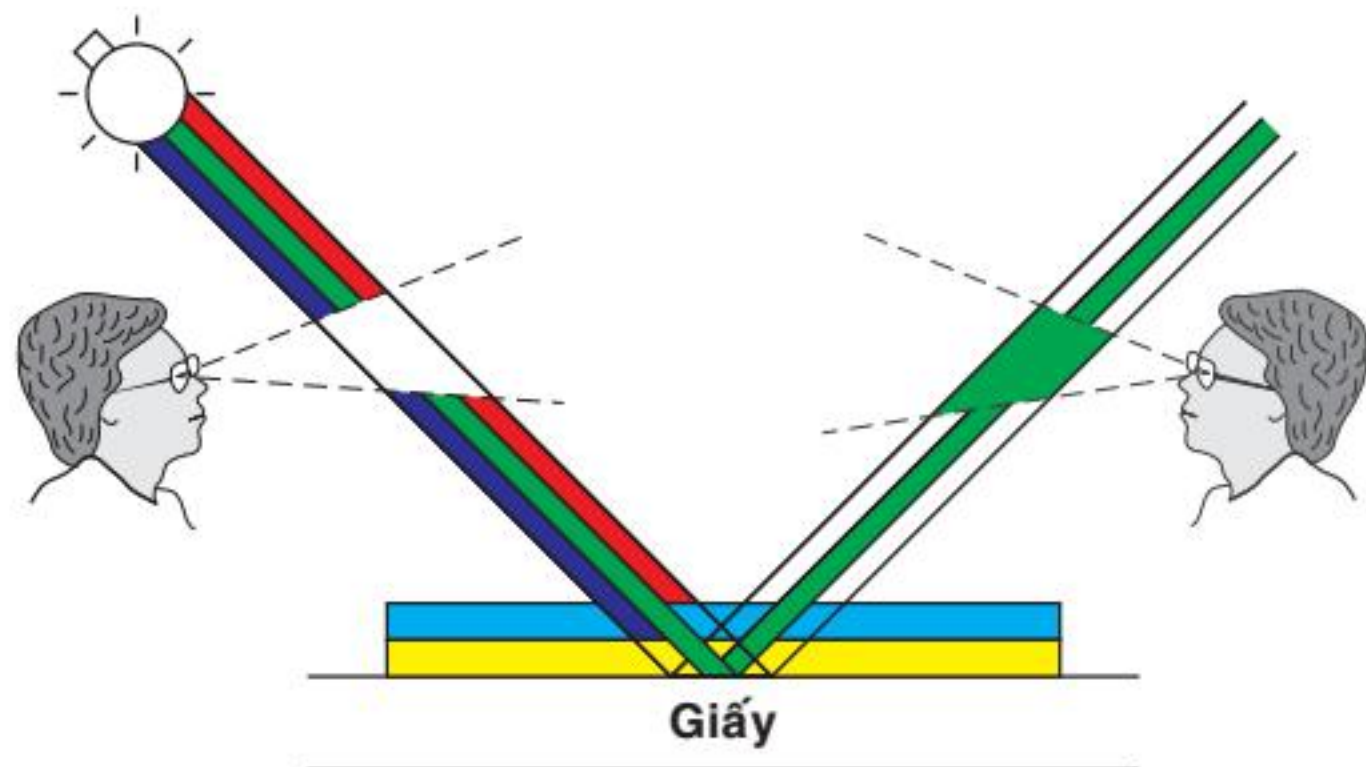
Các màu hỗn hợp trừ được tạo ra bằng cách bớt đi (trừ đi) một màu cộng sơ cấp từ ánh sáng trắng (thí dụ như dùng kính lọc) hay bằng cách cộng hai màu sơ cấp của tổng hợp màu cộng.

Mực in là các vật liệu trong suốt đóng vai trò của các kính lọc màu. Màu nào sẽ được tạo ra nếu màu Blue được hấp thụ bởi mực in khi in trên giấy trắng?

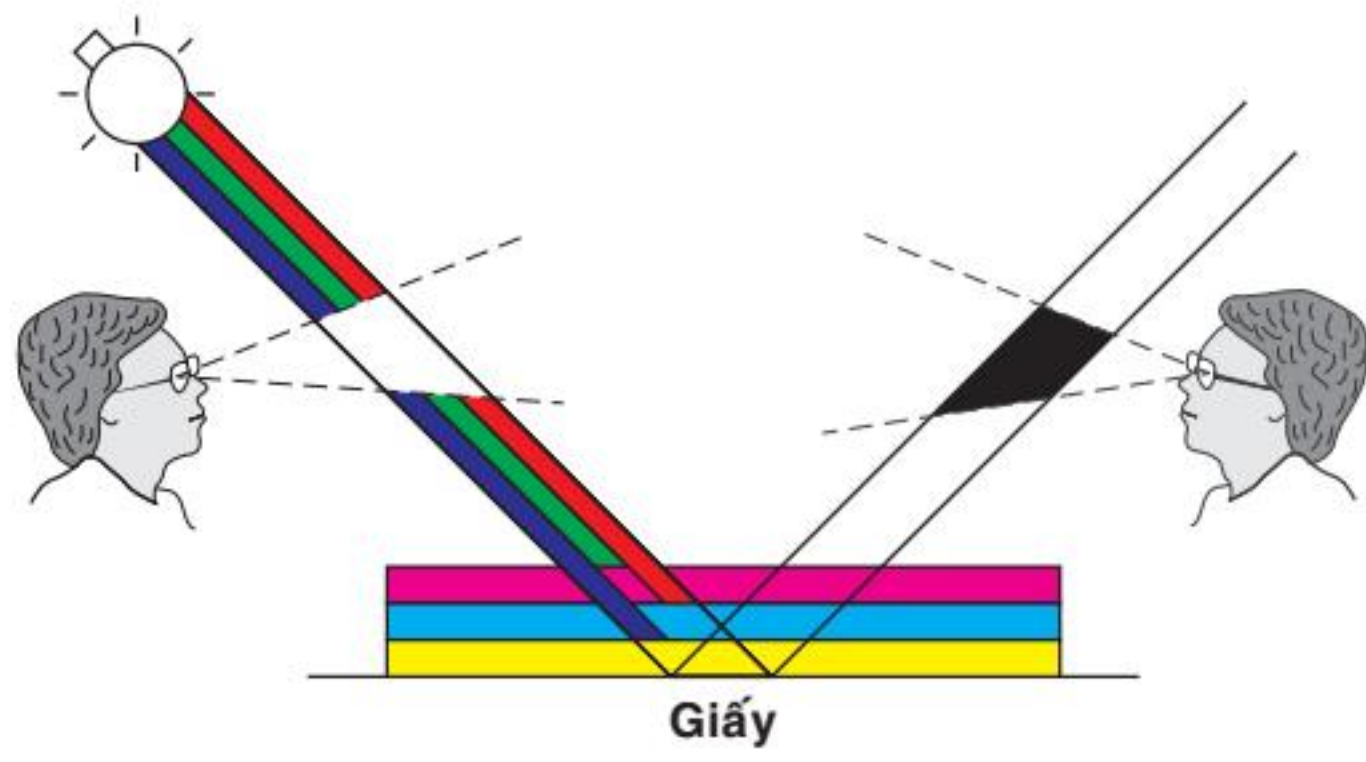
Màu Blue được loại bỏ từ ánh sáng trắng và các màu quang phổ còn lại của ánh sáng trắng được phản xạ. Việc tổng hợp hai thành phần quang phổ còn lại (R và G) sẽ tạo ra màu Yellow và màu Yellow chính là màu mà ta cảm nhận được. Mực in đã trừ bớt đi một phần ba quang phổ của ánh sáng (màu Blue) và cho hai phần ba màu còn lại đi qua (R và G).



Hãy giả sử rằng có hai màu mực trong suốt được in chồng lên nhau. Thí dụ đó là hai màu Yellow và Cyan. Hai màu mực in này có tác dụng loại trừ hai màu Red và Blue ra khỏi ánh sáng trắng. Kết quả là ta cảm nhận được màu Green. Như vậy mực in đã trừ hai phần ba thành phần của ánh sáng trắng.



Khi Cyan, Magenta và Yellow được in chồng lên nhau, chúng sẽ hấp thụ hết các thành phần của ánh sáng trắng nên không có ánh sáng màu nào phản xạ tới mắt ta cả, do vậy ta cảm nhận được màu đen.



cyan	+	yellow	=	green		
yellow	+	magenta	=	red		
magenta	+	cyan	=	blue		
cyan	+	magenta	+	yellow	=	đen
không có mực					=	trắng

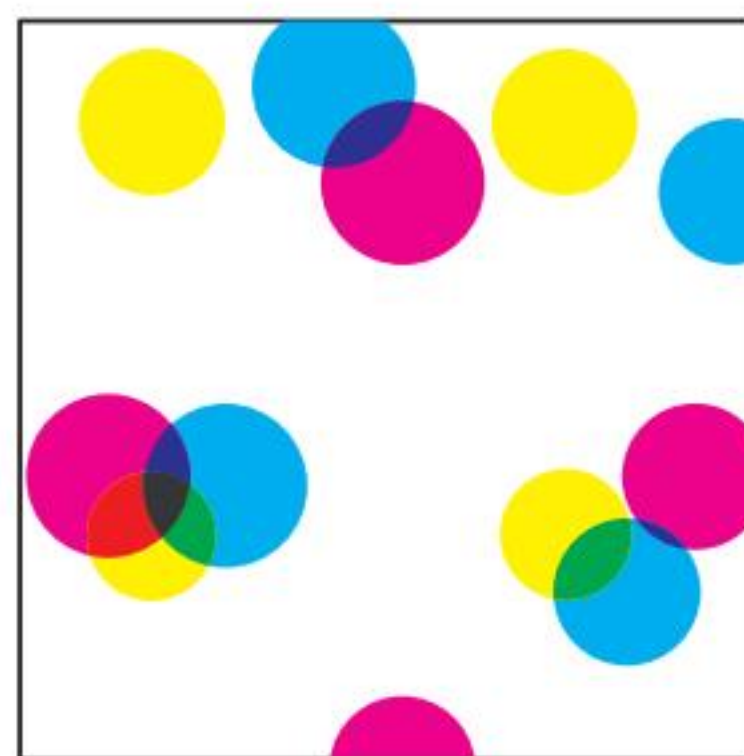
Trong tổng hợp màu trừ, khi các màu mực cyan, magenta, yellow được in chồng lên nhau sẽ tạo ra các màu thứ cấp sau:

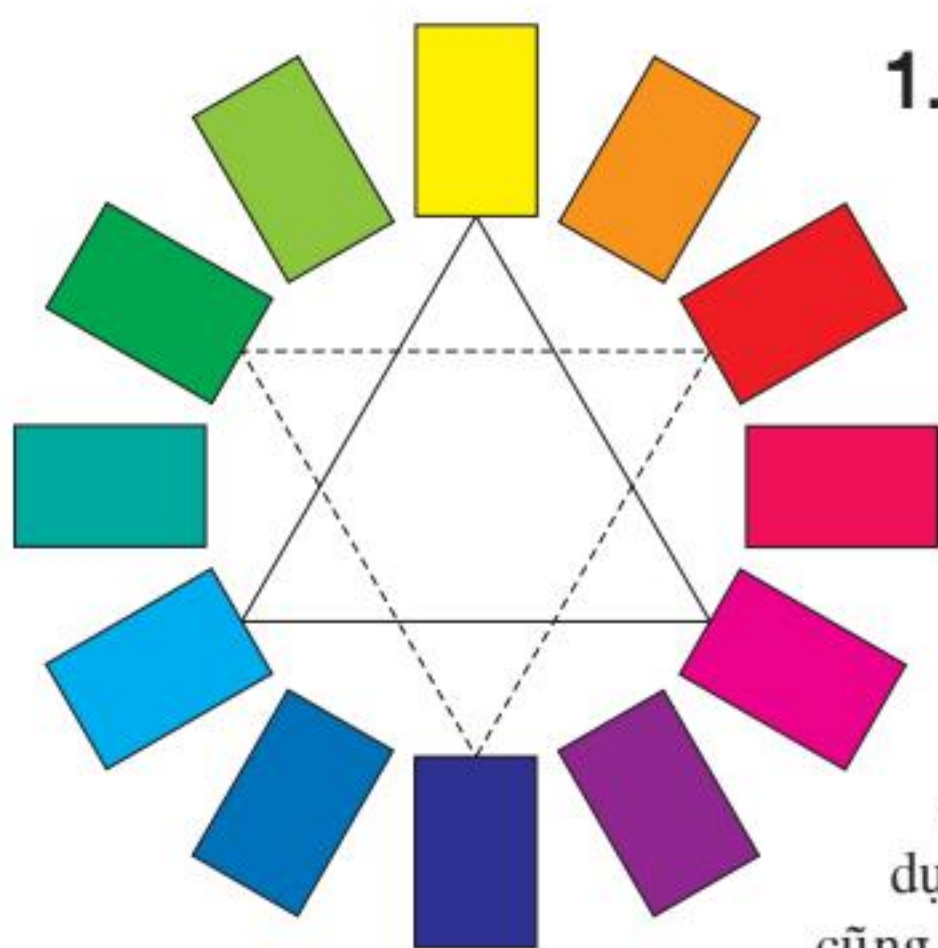
1.3.3 Tổng hợp màu tương hỗ

Các hình ảnh màu được in bằng cách sử dụng bốn màu mực Cyan, Magenta, Yellow và Black (đen). Mực in màu Đen cải thiện độ sắc nét và chiều sâu của hình ảnh. Do đặc tính của các hạt màu của mực màu, nên màu Đen được tạo bằng cách phối hợp các màu Cyan, Magenta và Yellow thực sự không bao giờ được đen đậm như ý muốn.

Trong in offset kích thước của các điểm tram tùy thuộc vào tông màu mong muốn. Khi in, các điểm tram của các màu sẽ nằm cạnh nhau, nằm chồng lên nhau một phần hoặc nằm chồng hoàn toàn lên nhau. Nếu chúng ta quan sát các điểm tram bằng kính phóng đại (xem hình vẽ) chúng ta cảm nhận được màu sắc từ kết quả của tổng hợp màu trừ (trừ màu trắng của giấy). Tuy nhiên, nếu không dùng kính phóng đại và nhìn tờ in với khoảng cách thông thường, mắt người không thể phân biệt được từng điểm tram nhỏ. Trong trường hợp này các màu được in đã được tổng hợp cộng.

Việc phối hợp giữa hỗn hợp màu cộng và màu trừ được gọi là hỗn hợp màu tương hỗ.





1.4 Các hệ thống phân loại màu.

Mỗi người cảm nhận màu một cách khác nhau. Nếu ta hỏi nhiều người về màu của một vật nào đó ta sẽ nhận được những câu trả lời khác nhau.

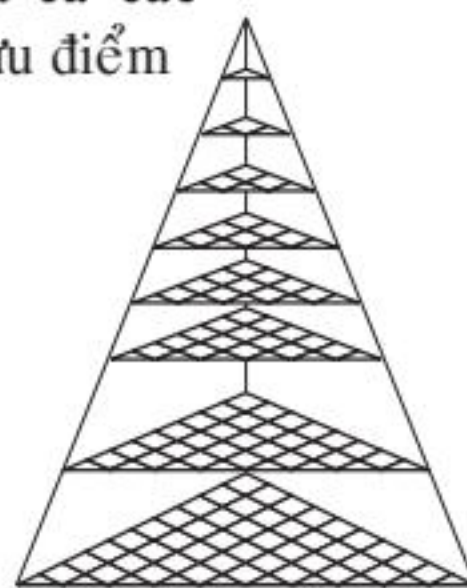
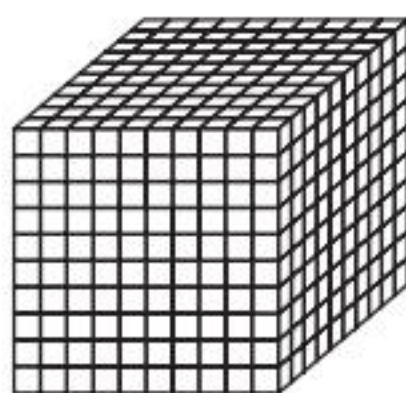
Tuy nhiên, các nhà in cần có một tiêu chuẩn cho việc xác định màu. Vì mục đích này nhiều hệ thống phân loại màu khác nhau đã được thiết lập. Một vài hãng sản xuất mực in đã cho in các quyển sách mẫu màu và đặt tên cho các màu, thí dụ như Novavit 4F 434. Các hãng sản xuất khác sử dụng quạt màu như HKS và Pantone. Vòng tròn màu cũng là một công cụ hỗ trợ. Nó có thể gồm 6, 12, 24 hay nhiều phần hơn nữa. Tất cả các hệ thống này liệt kê các thí dụ về các tông màu riêng biệt rồi đặt tên cho chúng. Các hệ thống màu này không phải bao giờ cũng hoàn hảo và đa số hầu như không thích hợp cho việc tính toán.

Như ta đã biết, cảm giác về màu của chúng ta phụ thuộc vào việc kích thích các tế bào thu nhận tín hiệu của mắt, các tế bào này nhạy cảm với các màu Red, Green và Blue. Vì vậy việc phân loại màu một cách rõ ràng dựa trên cơ sở 3 giá trị màu này là cần thiết.

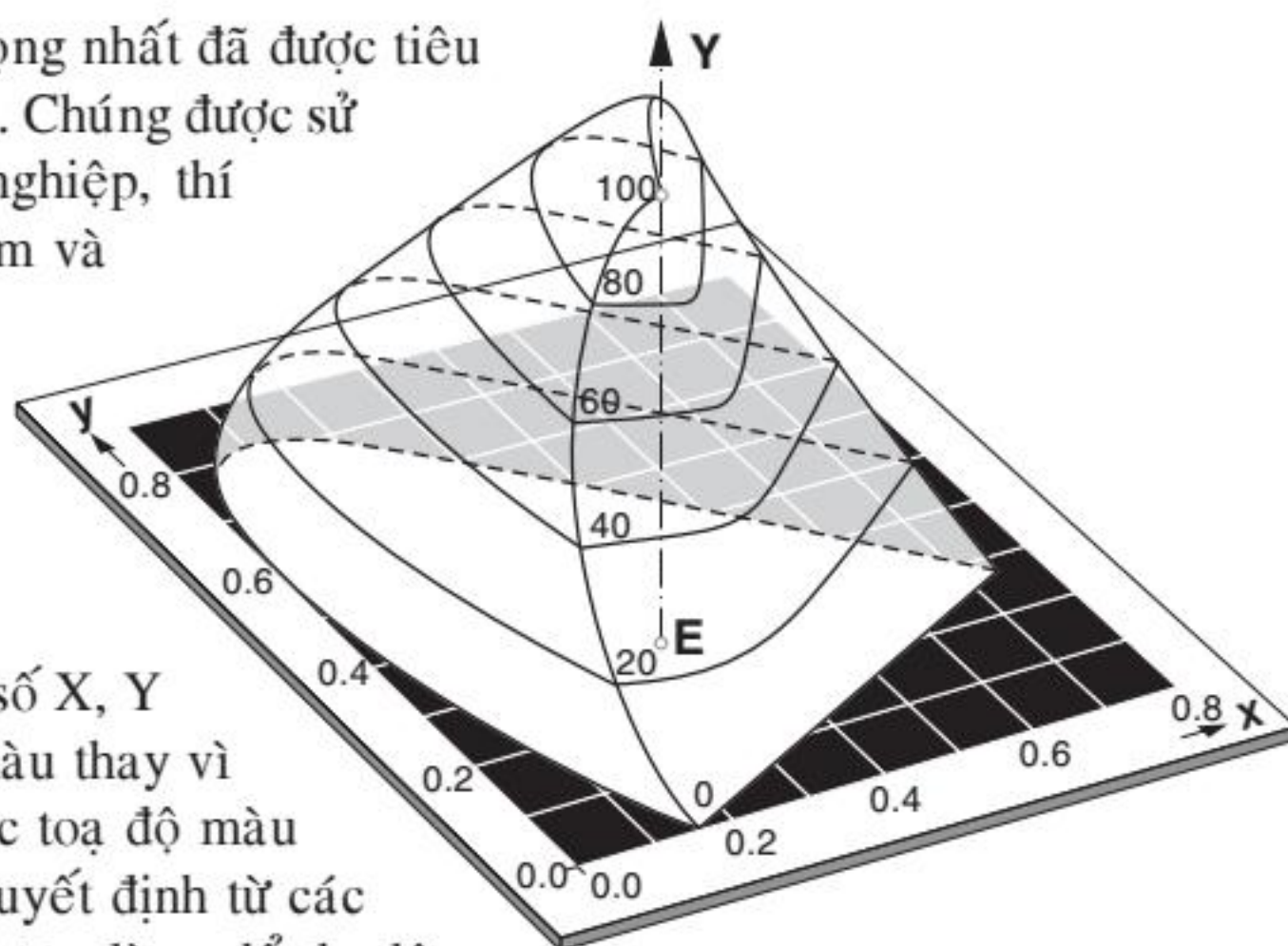
Với sự hỗ trợ của một hệ thống như thế, màu Green có thể được tính như sau: $\text{Green} = 0 \times \text{Red} + 1 \times \text{Green} + 0 \times \text{Blue}$, hoặc gọn hơn $G = 0 \times R + 1 \times G + 0 \times B$.

Nếu ta vẽ các màu cơ bản theo các trục của một hệ trục tọa độ ta sẽ có được không gian màu.

Nhiều chuyên gia đã thảo luận về các hệ thống phân loại màu và thiết lập nên các khái niệm khác nhau về cách thiết kế một không gian màu. Tất cả các không gian màu này đều có những ưu điểm và nhược điểm.



Một số không gian màu quan trọng nhất đã được tiêu chuẩn hoá trên phạm vi toàn cầu. Chúng được sử dụng trong nhiều ngành công nghiệp, thí dụ như trong công nghiệp nhuộm và sơn, trong ngành công nghiệp dệt, thực phẩm và y tế. Biểu đồ màu tiêu chuẩn CIE cho đến nay đã được chấp nhận ở mọi nơi.



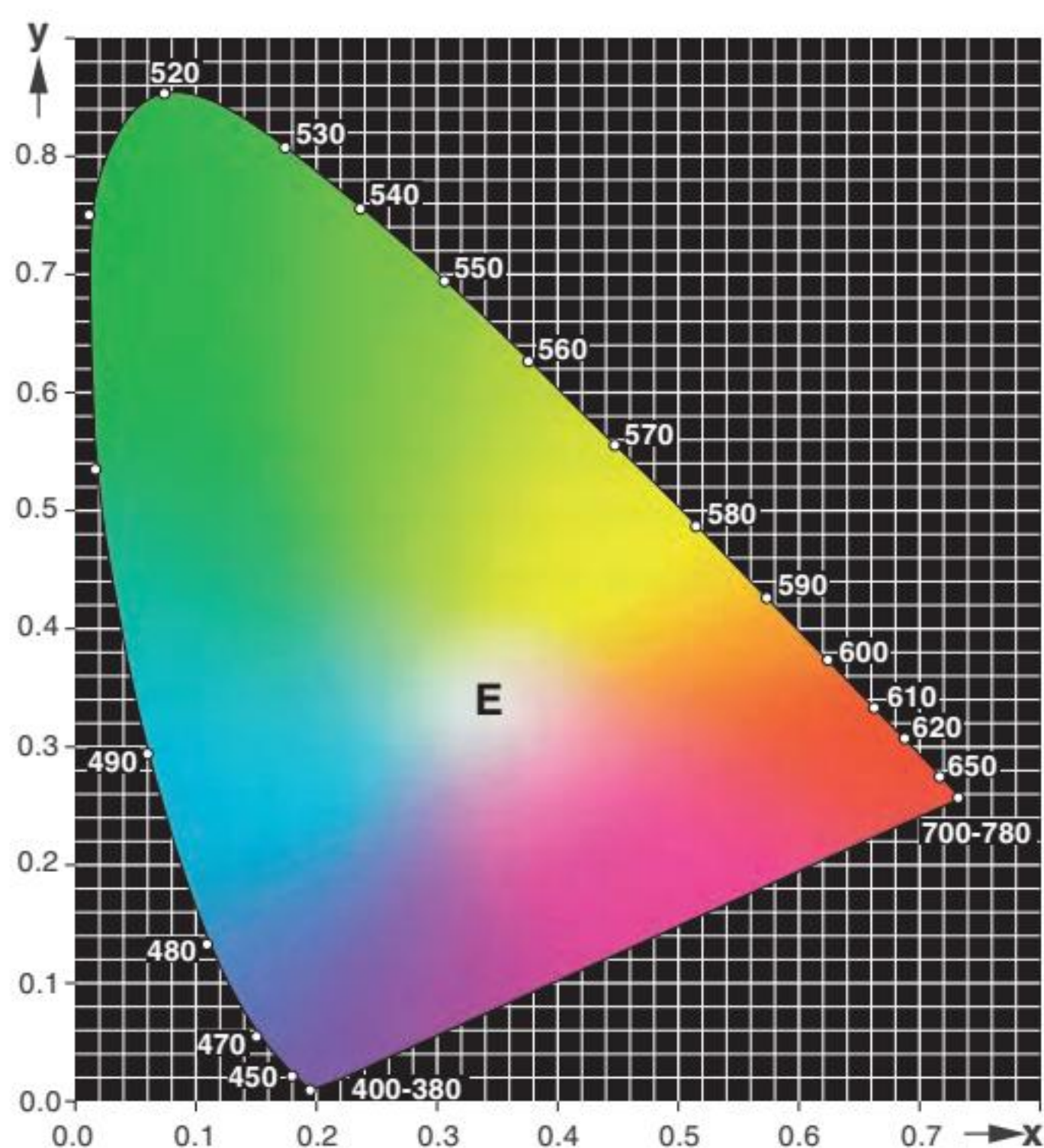
Hệ thống này sử dụng các biến số X, Y và Z là các giá trị định lượng màu thay vì R, G, B. Vì các lý do thực tế các tọa độ màu x, y và hệ số độ sáng Y được quyết định từ các tọa độ này (Hệ số độ sáng Y được dùng để đo độ sáng của một vật thể màu). Vị trí của mỗi màu có thể được xác định chính xác bằng cách sử dụng 3 trục tọa độ này.

Các màu có cùng độ sáng có thể được vẽ trong không gian 2 chiều dưới dạng mặt phẳng đơn. Phần cắt ngang vuông góc với trục độ sáng Y trong không gian màu CIE là biểu đồ màu CIE.

Các màu phổ là các màu có độ bão hòa tối đa có thể phục chế được cho một tông màu (bước sóng). Chúng nằm trên đường biên của biểu đồ màu CIE. Hình minh họa chỉ vị trí của màu phổ tương ứng với bước sóng của nó tính bằng đơn vị nm. Đường thẳng nối bước sóng 380 nm và 780 nm được gọi là đường màu đỏ tía. Tất cả các màu được tổng hợp cộng giữa các màu phổ nằm trong khu vực được bao bởi các điểm màu phổ và đường màu đỏ tía.

Điểm trung tâm của hệ trục tọa độ có tọa độ $x = 0.333$ và $y = 0.333$ được gọi tắt là điểm E (Equi - Energy Spectrum - Điểm cân bằng năng lượng phổ) và đôi khi còn gọi là điểm A (Achromatic - điểm không màu)

Các màu thấy được trong mặt phẳng màu cắt ngang trục độ sáng của không gian màu CIE (Biểu đồ màu tiêu chuẩn)

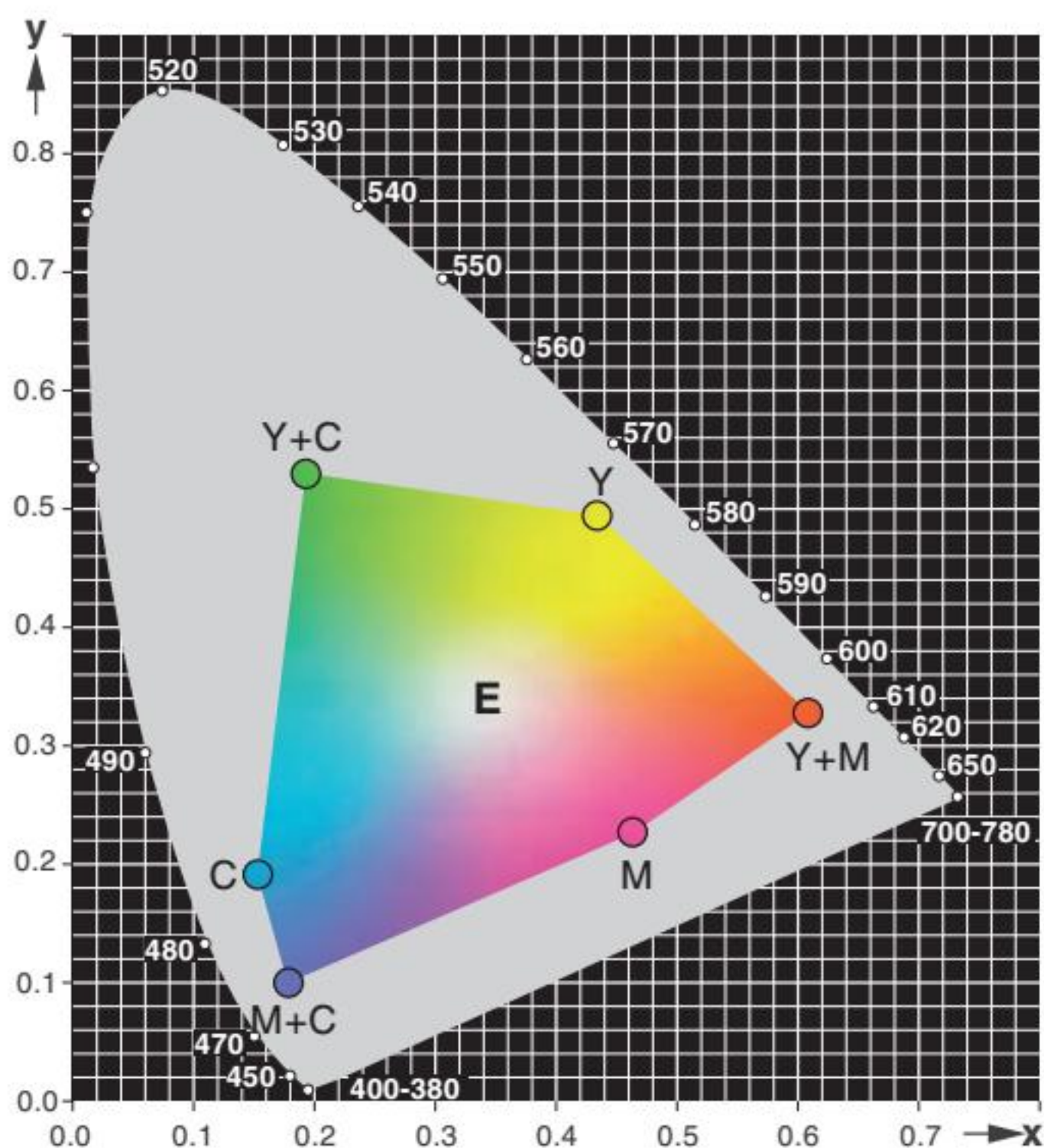


Độ bão hòa của các màu tăng dần từ tâm ra ngoài biên.

Thang màu Châu Âu DIN 16 539 mô tả vị trí của các màu Cyan, Magenta và Yellow cho in Offset 3 và 4 màu. Nó cũng xác định vị trí màu cho các màu thứ cấp của tổng hợp màu trừ là Red, Green và Blue.

Biểu đồ màu dưới đây cho thấy vị trí các màu theo tiêu chuẩn DIN 16 539 cũng như khoảng màu có thể phục chế được khi in. Sự phân bố này rất tương đồng với tất cả các giá trị độ sáng.

Các tông màu nằm trong hình lục giác ở có thể phục chế được bằng phương pháp in offset 4 màu dùng thang Châu Âu. Các tông màu nằm bên ngoài chỉ có thể phục chế với sự hỗ trợ của các màu đặc biệt.



Khoảng màu có thể phục chế được theo DIN 16 539.

Trong thang màu Châu Âu DIN 16 539, các giá trị dưới đây đối với giấy trắng phần đã được xác định cho các điều kiện in và đo đạc.

Các màu nguyên cấp và sơ cấp	Các trục tọa độ màu		Độ sáng Y
	x	y	
Yellow	0.437	0.494	77.8
Magenta	0.464	0.232	17.1
Cyan	0.153	0.196	21.9
Yellow-magenta	0.613	0.324	16.3
Yellow-cyan	0.194	0.526	16.5
Magenta-cyan	0.179	0.101	2.8

Các giá trị x, y, và Y được đo bằng máy đo phổ. Chúng còn được đo với các máy đo cầm tay hay các máy tính nối trực tuyến với máy đo kiểm tra (thí dụ như Heidelberg CPC 21).



Phục chế màu sắc trong in



2 Phục chế màu sắc trong in

2.1	Độ dày lớp mực	24
2.2	Ý nghĩa của giá trị tông tram trong ngành in	26
2.2.1	Sự dịch chuyển tông thứ	26
2.2.2	Sự gia tăng tông thứ	33
2.2.3	Đường đặc trưng in	34
2.3	Độ tương phản K(%)	36
2.4	Cân bằng màu	37
2.4.1	Hỗn hợp các sắc màu	38
2.4.2	Hỗn hợp các màu hữu sắc và thay thế các màu bằng màu đen	39
2.4.3	Hỗn hợp màu vô sắc	39
2.4.4	Hỗn hợp vô sắc với sự bổ sung các màu hữu sắc	40
2.4.5	In 5-6-7 màu	40
2.5	Sự nhận mực và thứ tự màu in	42
2.5.1	Sự nhận mực	42
2.5.2	Thứ tự màu in	44
2.6	Các dải kiểm tra in	45
2.6.1	Các ô kiểm tra tông nguyên	46
2.6.2	Các ô kiểm tra in chồng màu	46
2.6.3	Các ô cân bằng màu	46
2.6.4	Các ô kiểm tra tông thứ	47
2.6.5	Các ô kiểm tra kéo dịch và đúp nét	47
2.6.6	Các ô kiểm tra quá trình phơi bản	47



Việc đảm bảo chất lượng in nhằm mục đích phục chế màu chính xác và ổn định toàn bộ quá trình in. Bên cạnh mực in và màu của giấy in, các thông số quan trọng nhất là độ dày lớp mực, giá trị tầng thứ, cân bằng màu, sự nhận mực và thứ tự chồng màu.

2.1 Độ dày lớp mực

Cảm giác về màu của một hình ảnh in phụ thuộc vào lớp mực in ở một mức độ nhất định.

Vì các lý do kỹ thuật, độ dày lớp mực tối đa trong kỹ thuật in offset vào khoảng 3,5 μm .

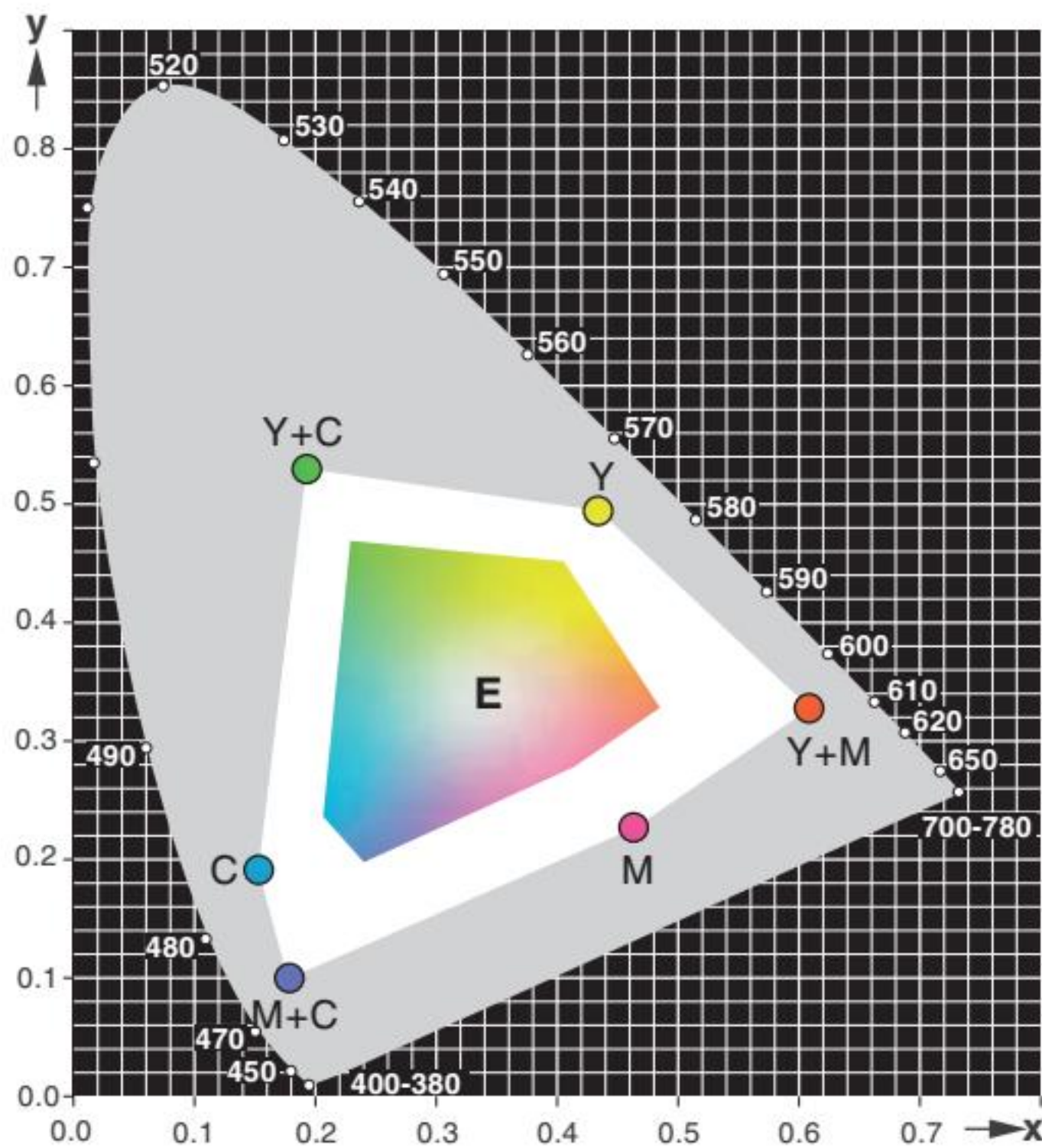
Đối với giấy trắng phấn và các màu mực theo tiêu chuẩn DIN 16 539, các vị trí màu chính xác có thể đạt được với độ dày lớp mực nằm giữa khoảng 0,7 và 1,1 μm .

Tuy nhiên, nếu sử dụng giấy và mực in không thích hợp ta không thể phục chế được các màu nằm ở các góc của biểu đồ màu CIE. Khoảng màu có thể phục chế được cũng giảm nếu độ bão hoà màu không đủ. Trong minh hoạ mô tả ở trang bên, vùng màu trắng cho thấy khoảng màu phục chế bị thu hẹp lại khi in bằng các loại mực không đạt chất lượng của mỗi màu trong ba màu.

Xét về khía cạnh vật lý, ảnh hưởng của độ dày lớp mực lên các đặc tính quang học có thể được giải thích như sau.

Mực in không che phủ giấy mà chúng trong suốt. Ánh sáng xuyên qua mực in. Trong quá trình đi qua mực in, ánh sáng sẽ đụng phải các hạt màu, các hạt màu này sẽ hấp thụ nhiều hay ít các bước sóng nào đó của ánh sáng.

Sự tập trung của các hạt màu và độ dày lớp mực càng cao thì càng có nhiều hạt màu đụng phải ánh sáng và ánh sáng sẽ được hấp thụ nhiều hơn.



Cuối cùng, các tia sáng tới được bề mặt giấy màu trắng và được phản xạ. Trong quá trình phản xạ, ánh sáng lại phải đi qua độ dày lớp mực một lần nữa rồi mới tới mắt người quan sát.

Một lớp mực in dày hấp thụ nhiều và phản xạ ít ánh sáng hơn so với lớp mực in mỏng, vì lẽ đó người quan sát cảm nhận màu tối hơn và có độ bão hoà cao hơn. Vì vậy, phần ánh sáng đi đến mắt người được coi là cơ sở để đánh giá màu.

2.2 Ý nghĩa của giá trị tông tram* trong ngành in

Tiếp theo mực in, các giá trị tông tram là thông số quan trọng nhất để đánh giá tông màu.

Ứng với mỗi diện tích (độ lớn) của điểm tram ta sẽ có một giá trị tầng thứ, người ta thường gọi là giá trị tông tram F (%). Nó cho biết tỉ lệ phần trăm về diện tích của các điểm tram và phần giấy trắng. Trong trường hợp giấy trắng $F=0\%$. Khi in phủ nền $F=100\%$. Nếu $F=40\%$ thì có nghĩa là các điểm tram che 40% diện tích và 60% diện tích còn lại là phần trắng của giấy. Các tông màu càng sáng thì giá trị tông tram càng nhỏ.

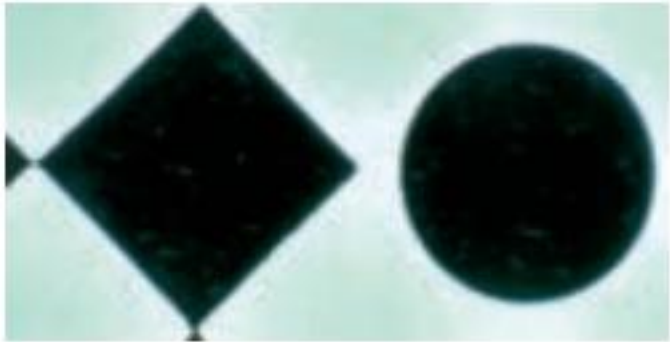
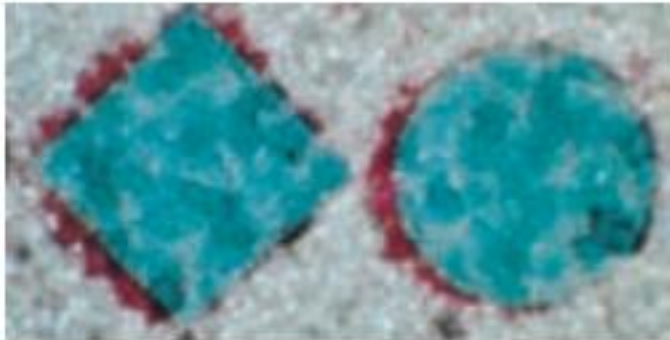
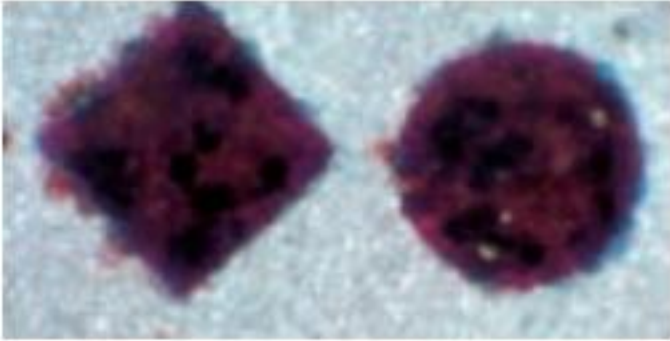
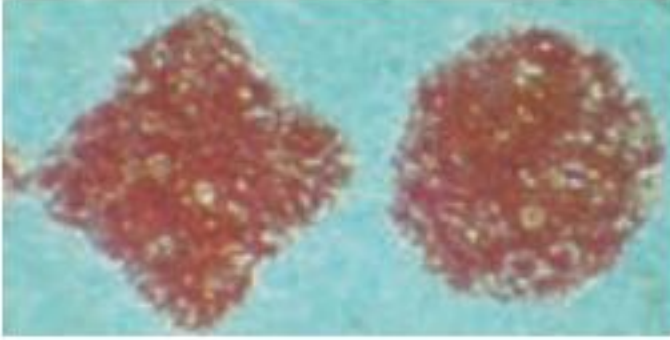
2.2.1 Sự dịch chuyển tầng thứ

Khi một hạt tram được truyền từ phim sang bản in rồi từ bản in qua tấm cao su, rồi cuối cùng truyền lên giấy, hàng loạt các yếu tố có thể làm thay đổi kích thước hình học của nó.

Sự thay đổi các giá trị tầng thứ gây ra bởi các quá trình trên có thể được bù trừ từ công đoạn chế bản. Một đường cong mô tả các đặc tính truyền tầng thứ có thể được vẽ bằng cách đo các thang kiểm tra in và so sánh chúng với bài mẫu. Nếu trong toàn bộ quá trình in (từ khi quét hình cho đến khi in hoàn chỉnh) nếu đạt được các thông số so với tiêu chuẩn thì có thể mong đợi sản phẩm in ra giống bài mẫu.

Tuy nhiên, sự dịch chuyển tầng thứ là vấn đề khó của ngành in không thể thấy trước được. Chúng cần được lưu ý, đặc biệt trong suốt quá trình in. Các yếu tố quan trọng nhất là:

** Giá trị tầng thứ được thể hiện qua sự biến đổi diện tích của các điểm tram.*

Đường đi của điểm tram	Các yếu tố ảnh hưởng	Hình dạng điểm tram
Phim Bình bản Ép phim Hiện phim	Gờ cạnh phim, băng keo, keo dán Hoá chất, thời gian hiện	 Hai điểm tram trên phim (Phóng đại khoảng 150 lần)
Bản in Phơi bản Làm ẩm Chà mực In	Vật liệu in, độ mài mòn theo số lượng in Thời gian phơi, hút chân không, chiếu sáng ngang hông. Lượng nước ẩm, độ pH, sức căng bề mặt, độ cứng của nước, nhiệt độ.	 Điểm tram trên bản trước khi chà mực
Bản in / cao su	Độ dày lớp mực, độ quánh, nhiệt độ Quá trình ép lăn	 Điểm tram trên bản sau khi chà mực
Tấm cao su Cao su/ vật liệu in	Vật liệu, tình trạng bề mặt Quá trình ép lăn	 Hạt tram trên tấm cao su

Đường đi của điểm tram

Các yếu tố ảnh hưởng

Hình dạng điểm tram

Vật liệu in

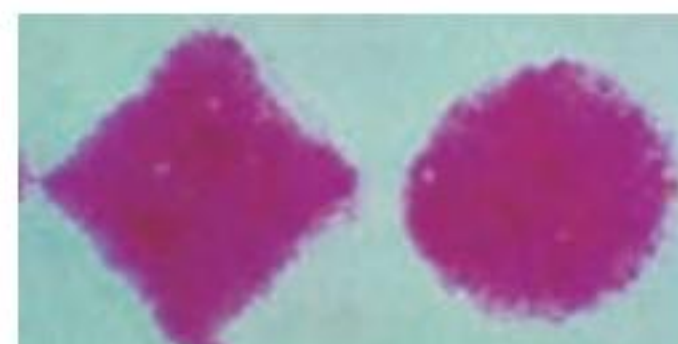
Truyền giấy

Ra giấy

Bề mặt, chất lượng giấy

Sự ăn khớp khi truyền giấy

Quệt lem



Hình phóng đại cho thấy rõ kết quả tốt nhất của một điểm tram.

Sự tăng / giảm các giá trị tông tram

Hạt tram to ra



Hiện tượng hạt tram to ra chính là sự gia tăng diện tích điểm tram trong quá trình in, khi so sánh với điểm tram trên phim. Sự gia tăng diện tích này một phần là do quá trình in, vật liệu in và máy in và không bị ảnh hưởng bởi người thợ in. Ở một góc độ nào đó người thợ in cũng góp phần làm tăng tầng thứ đặc biệt là khi họ điều chỉnh việc cấp mực.

Phần trắng bị bít

Hiện tượng các phần không in (đề trắng) bị nhỏ đi cho đến khi bị bít hẳn. Đôi khi sự kéo dịch và đúp nét cũng gây bít.

Hạt tram bị nhỏ đi



Là hiện tượng các hạt tram trên tờ in nhỏ hơn so với hạt tram trên phim.

Sự biến dạng điểm tram

Kéo dịch là hiện tượng hình dạng một điểm tram thay đổi trong quá trình in do chuyển động tương đối giữa bản in và tấm cao su, chính vì lý do này mà một điểm tram tròn có thể biến dạng thành hình bầu dục. Kéo dịch phía góc phải của hướng in được gọi là kéo dịch bên. Kéo dịch chéo chỉ xảy ra khi cả hai dạng kéo dịch trên xảy ra cùng một lúc.

Trong in offset, đúp nét có nghĩa là một điểm bóng không mong muốn có hình dạng giống như điểm tram xuất hiện kế bên điểm tram.

Là sự biến dạng của điểm tram gây ra bởi các tác động cơ học sau in. Thuật ngữ “quệt lem” cũng được sử dụng trong trường hợp mực in dính vào mặt lưng của tờ in sau nó.

Hạt tram bị kéo dịch



Hạt tram bị đúp nét



Hạt tram bị quệt lem



Các điểm người thợ in cần chú ý

Với sự giúp đỡ của thang kiểm tra, sự gia tăng tầng thứ có thể được kiểm tra bằng mắt và đo được. Để phục vụ cho việc kiểm tra bằng mắt, các thang tín hiệu rất hữu dụng. Hiện tượng phần tử trắng bị bít có thể theo dõi được tốt nhất với sự trợ giúp của các phần tử đo tram với các giá trị tầng thứ cao.

Hiện tượng hạt tram to ra và phần trắng bị bít chủ yếu gây ra bởi sự cấp mực quá nhiều và cấp không đủ nước, áp lực in quá lớn giữa bản in và tấm cao su, cao su căng không chặt. Hơn thế nữa, các lô chà mực và chà bản có thể không được điều chỉnh thích hợp.

Đúng



Sai



Đúng



Sai



Trong các điều kiện in bình thường và phối bản chính xác, các phần tử in thường to hơn so với phim. Các khiếm khuyết như bay bản hoặc tụ mực có thể làm cho phần tử in nhỏ lại. Trong trường hợp đó ta nên khắc phục như sau: thường xuyên lau rửa tấm cao su và bộ phận mực, thay đổi loại mực in và thứ tự chồng màu. Kiểm tra các lô chà bản, áp lực in.



Hiện tượng kéo dịch thấp nhất ở các loại tram đường. Các đường song song thường chỉ ra hướng kéo dịch. Kéo dịch theo hướng in thường do sai lệch lăn ép giữa ống bản và ống cao su hoặc do áp lực in quá cao. Đây là lý do tại sao quá trình lăn ép in và áp lực in cần được kiểm tra thận trọng nhất.



Đúp nét được kiểm tra bằng các phần tử dùng để kiểm tra kéo dịch. Thêm vào đó, các hạt tram phải được kiểm tra bằng kính phóng đại vì tram đường bản thân nó không cho phép phân biệt giữa kéo dịch và đúp nét. Có nhiều nguyên nhân gây ra đúp nét, hầu hết các nguyên nhân không ít thì nhiều đều liên quan đến giấy in.



Hiện tượng quệt lem ít khi xảy ra với các máy in tờ rời hiện đại. Những vùng trên máy in tờ rời, nơi tờ giấy và mặt giấy mới in tiếp xúc cơ học là nguyên nhân chủ yếu gây ra hiện tượng quệt lem. Quệt lem có thể xảy ra khi xếp chồng giấy hoặc khi in trên các máy in đảo mặt giấy.

Các phần tử tín hiệu in kèm với tài liệu như dải SLUR là một công cụ có giá trị để kiểm tra một cách nhanh chóng những sự thay đổi giá trị tầng thứ. Các phần tử này phóng đại những lỗi xảy ra trong quá trình in.

Các lỗi như hạt tram bị to ra, bị thu nhỏ, kéo dịch hay dúp nét ảnh hưởng đến các phần tử tram hạt nhuyễn nhiều hơn là các phần tử tram hạt lớn. Nguyên nhân xảy ra hiện tượng này có thể được lý giải như sau: các điểm tram nhỏ (tram độ phân giải cao) tăng hoặc giảm diện tích bằng với sự tăng giảm xảy ra đối với các hạt tram lớn (tram có độ phân giải thấp) do vậy khi in tram có độ phân giải cao ta sẽ có nhiều hạt tram hơn nên dễ bị tăng hoặc giảm nhiều hơn so với tram thô. Đó chính là lý do tại sao trong suốt quá trình in có nhiều mực in tụ quanh các hạt tram mịn hơn và hậu quả là hình ảnh in ở độ phân giải cao sẽ tối hơn. Hiện tượng này là cơ sở để thiết lập nên các phần tử tín hiệu và đo đạc.

Cấu trúc và chức năng của dải SLUR sẽ giải thích ngắn gọn cho hiện tượng trên. Trong dải SLUR các phần tử tram thô (phần viền quanh) được phối hợp với các phần tử tram mịn (các con số).

Trong dải thang kiểm tra SLUR có các giá trị tông tram bằng nhau được tạo ra từ tram thô. Các số từ 0 tới 9 được tạo ra từ tram mịn có các giá trị tông thu nhỏ dần. Trong quá trình in sản lượng, trên tờ in chuẩn sẽ có số 3 trên thang kiểm tra và khi nào vùng tram thô xung quanh nó có cùng giá trị tông thì có thể số 3 không còn đọc được nữa. Tuy nhiên, nếu sự gia tăng tầng thứ xảy ra trong suốt quá trình in thì con số cao hơn kế tiếp với tầng thứ thấp hơn sẽ có cùng tông với vùng tram thô bao quanh nó. Sự gia tăng tầng thứ càng cao thì sự cân bằng tông giữa số và vùng tram thô bao quanh sẽ dịch chuyển về con số cao hơn.

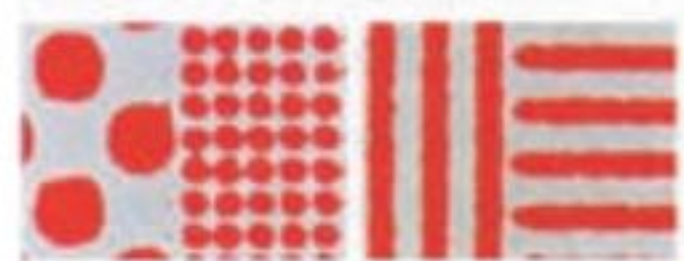
Đối với hiện tượng hạt tram bị thu nhỏ thì mọi việc diễn ra ngược lại. Trong trường hợp này các con số 2, 1 hay thậm chí 0 có thể không đọc được.



Tốt



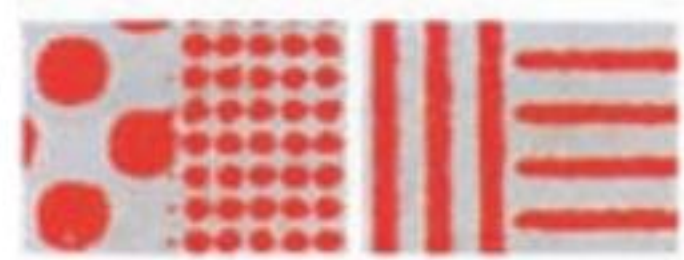
Hạt tram to ra



Hạt tram nhỏ đi

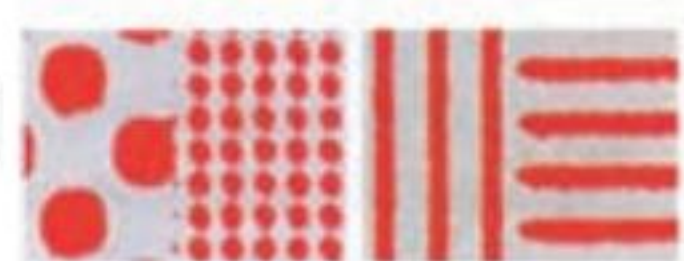


Kéo dịch bên



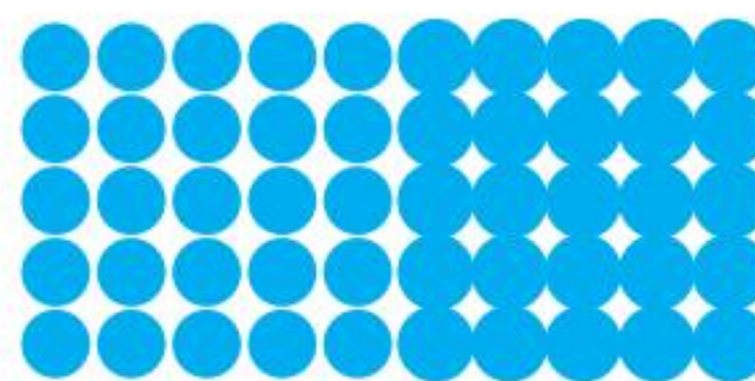
Kéo dịch

theo hướng in



Các con số chỉ đơn thuần cho biết hiện tượng gia tăng tầng thứ hoặc hiện tượng thu nhỏ hạt tram có thể xảy ra hay không. Các nguyên nhân gây ra hai hiện tượng này phải được xem xét bằng kính phóng đại trên tờ in hoặc trên bản in. Phần chữ SLUR phía bên phải của các con số cho biết tờ in dạng chuẩn, hạt tram to ra, kéo dịch hay đúp nét. Khi in nếu hiện tượng gia tăng tầng thứ xảy ra thì chữ SLUR sẽ không rõ ràng hơn so với tờ in tốt, mặc dù toàn bộ vùng chứa chữ SLUR trông tốt hơn.

Tuy nhiên, các điểm tram trên thang kiểm tra ít thích hợp để nhận biết sự kéo dịch hay đúp nét. Ở phần tram ta có thể nhận thấy sự to ra nhưng sự biến dạng điển hình kèm theo hướng kéo dịch có thể thấy rõ hơn phần chữ SLUR. Thí dụ trong trường hợp kéo dịch theo hướng in thì các đường kẻ nằm ngang tạo nên chữ SLUR (song song với cạnh nhíp) sẽ rộng ra làm ta thấy rõ chữ. Ngược lại, trong trường hợp kéo dịch bên, phần bao quanh chữ SLUR có các đường kẻ dọc sẽ trở nên tốt hơn.



Đúng

Sai

Hình minh họa dưới đây cho thấy ảnh hưởng của sự thay đổi giá trị diện tích điểm tram đến ảnh in, đây là một ví dụ về sự gia tăng tầng thứ. Thậm chí nếu các điểm tram của chỉ một màu cơ bản lớn hơn mức yêu cầu thì cũng dẫn đến sự thay đổi giá trị tông màu.

Dĩ nhiên, điều này cũng quan trọng đối với việc truyền tầng thứ chính xác trên máy in. Quá trình truyền tầng thứ trong in offset (từ bản sang cao su và từ cao su sang tờ in), thường làm cho các điểm tram lớn hơn. Hiện tượng này được gọi là sự gia tăng tầng thứ.

Các dải thang kiểm tra giúp kiểm soát được chất lượng tờ in, nhưng chúng không cung cấp các thông tin về các giá trị sai lệch cụ thể và các lỗi. Để có thể biết được chất lượng của các giá trị tông cần phải dùng đến các phương pháp đo.

2.2.2 Sự gia tăng tầng thứ

Sự gia tăng tầng thứ là sự khác biệt giữa các giá trị tông tram trên phim và trên tờ in. Đây là kết quả của việc biến dạng hình học của điểm tram lần hiệu ứng quang học (hiện tượng tán quang*) xem rõ ở chương 3.4.4.

Cũng giống như giá trị tông tram F , giá trị gia tăng tầng thứ Z thường được tính bằng phần trăm (công thức tính sự gia tăng tầng thứ Z được đề cập ở chương 3.5.1).

* **Hiện tượng tán quang** là hiện tượng ánh sáng bị giữ lại trên tờ in, không phản xạ lại mắt hay máy đo.

Sự gia tăng tầng thứ là sự khác biệt giữa giá trị tông tram khi in F_D và giá trị tông tram trên phim F_F .

Vì sự gia tăng tầng thứ khác nhau tùy thuộc vào các khoảng giá trị tông, các số liệu về sự gia tăng tầng thứ cũng nên nói rõ về giá trị tầng thứ tương ứng trên phim. Ví dụ: độ gia tăng tầng thứ là 15% đối với $F_F = 40\%$, hoặc gọn hơn là $Z_{40} = 15\%$.

Các thiết bị đo hiện đại cho biết độ gia tăng tầng thứ một cách trực tiếp.

Chú ý: Độ gia tăng tầng thứ $Z(\%)$ là hiệu số giữa giá trị tông tram khi in F_D và giá trị tông tram trên phim F_F . Do vậy giá trị này không liên quan đến giá trị tông tram trên phim F_F .

2.2.3 Đường đặc trưng in

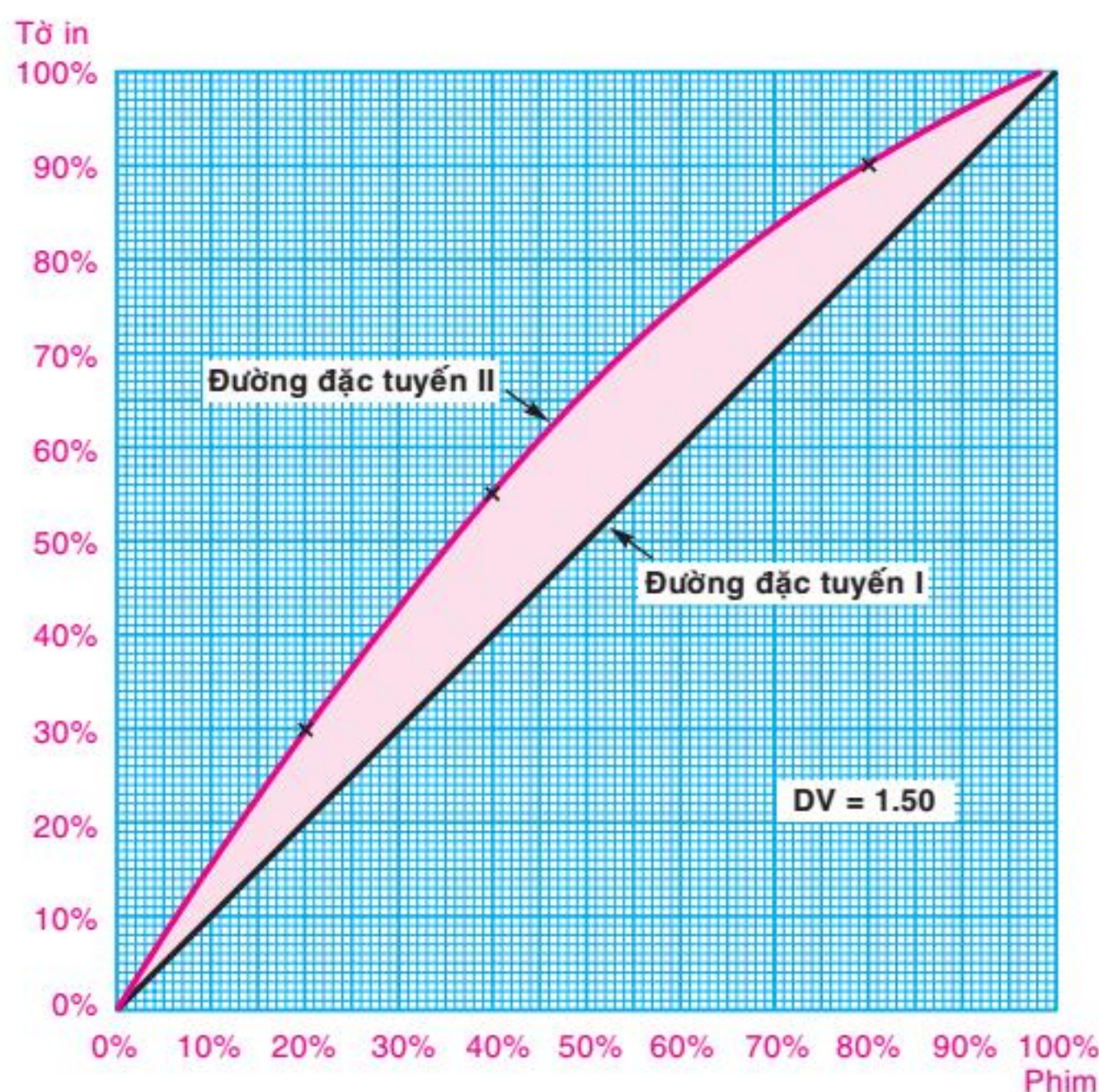
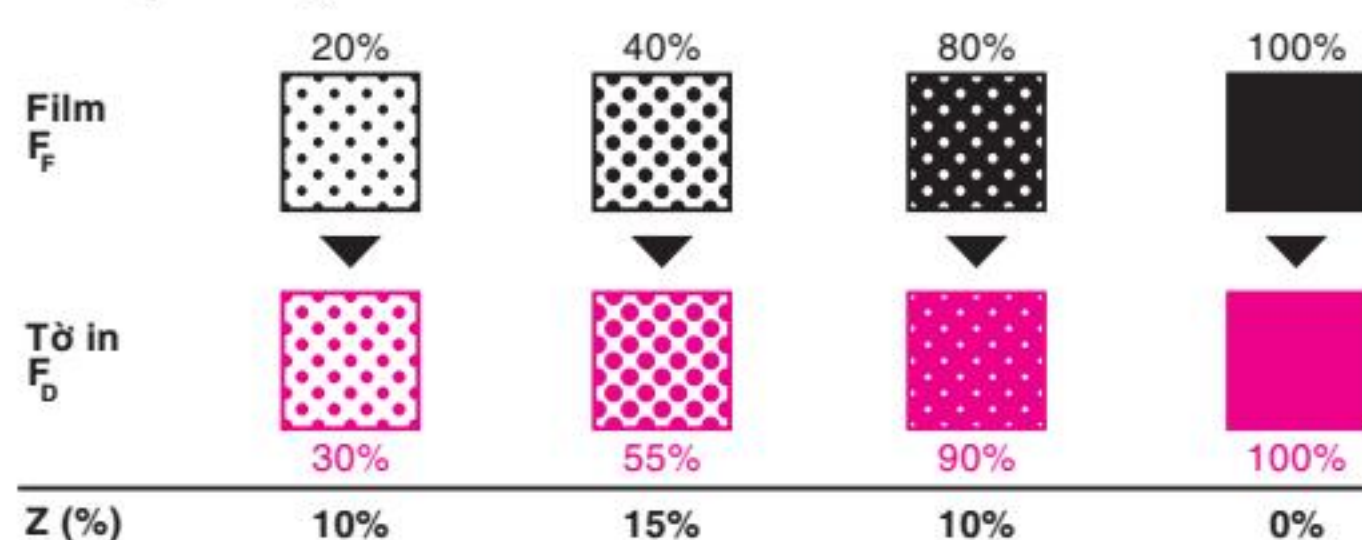
Sự biến đổi giá trị tông tram khi in F_D so với giá trị tông tram trên phim F_F có thể được mô tả một cách rõ ràng để điều chỉnh quá trình chế bản qua đường đặc trưng in.

Để xác định đường đặc trưng in, người ta sử dụng thang tram có ít nhất là 3 nấc tầng thứ và một ô tông nguyên, có nhiều thang đo có các ô chuyển đổi giá trị tông từ 0% đến 100% với các giá trị tông cách nhau một khoảng 5%. Với máy đo mật độ ta có thể đo mật độ mực ở tông nguyên và các bậc trong thang tram để từ đó xác định tầng thứ tram. Đưa tọa độ các điểm đo được vào đồ thị đã vẽ sẵn các giá trị tầng thứ trên phim tương ứng, ta sẽ có đường đặc trưng truyền tầng thứ từ phim sang tờ in khi quá trình phơi bản được tiêu chuẩn hóa.

Đường đặc trưng này chỉ có giá trị đối với sự phối hợp mực in, giấy, áp lực in, cao su và bản in theo điều kiện kiểm tra vì chúng là những yếu tố từ đó mà ta xác định đường đặc trưng. Nếu người ta kiểm tra trên một loại máy in khác với mực in và giấy khác thì mỗi trường hợp sẽ cho ra một đường đặc trưng khác.

Trên đồ thị đường đặc trưng I nghiêng một góc 45° biểu diễn đường đặc trưng in lý tưởng thông thường không đạt được. Trong trường hợp này các giá trị tầng thứ trên phim và trên tờ in hoàn toàn trùng với nhau.

Đường đặc trưng II thể hiện tăng thứ tram đo được trên tờ in chỉ rõ sự thay đổi tăng thứ giữa phim và tờ in. Thí dụ giá trị tông tram trên phim là 40% nhưng trên đường đặc trưng in thứ hai chỉ ra giá trị tông trên tờ in là 55%. Từ đó ta có độ tăng thêm tăng thứ $Z(\%) = 55\% - 40\% = 15\%$. Khi xác định sự gia tăng tăng thứ trong quá trình in, phần tông trung gian nói lên nhiều ý nghĩa nhất. Đường đặc trưng in chỉ ra rằng tại phần tông này các giá trị tăng thứ dịch chuyển nhiều nhất.



Qua đường đặc trưng in thứ hai ta có thể điều chỉnh các giá trị tăng thứ tram trên phim để cân bằng và bù trừ cho độ gia tăng tăng thứ khi in.

2.3 Độ tương phản K(%)

Độ tương phản in tương đối K(%) dùng để kiểm tra ở tông $\frac{3}{4}$.

Một tờ in cần có độ tương phản cao hết mức mà nó có thể. Điều đó có nghĩa là các tông nguyên (in nền) cần có mật độ mực cao, nhưng tông tram vẫn còn hở không bị bít lại (tầng thứ tối ưu). Khi tăng lượng mực, mật độ mực trong các điểm tram tăng lên và như vậy độ tương phản cũng tăng lên. Tuy nhiên, việc tăng lượng mực được cấp chỉ có ý nghĩa đến một giới hạn nhất định, vì khi độ dày của lớp mực tăng lên vượt quá giới hạn đó, điểm tram to ra và phần trắng nền giấy ở tông $\frac{3}{4}$ bị bít lại. Như vậy, phần trắng trên giấy bị giảm bớt dẫn đến độ tương phản bị giảm đi.

Nếu ta không có sẵn thiết bị đo hiển thị trực tiếp độ tương phản thì độ tương phản tương đối khi in có thể tính toán hay xác định trên cơ sở thang kiểm tra FOGRA PMS (công thức được trình bày ở phần 3.4.3).

Điểm tương phản tương đối được sử dụng để kiểm tra chất lượng điểm tram ở tông $\frac{3}{4}$. Khi in sản lượng, mặc dù mật độ màu mực ở tông nguyên không thay đổi, nhưng khi trị số độ tương phản K bị giảm đi thì đó là lúc cần lau rửa tấm cao su.

Nếu mật độ mực ở tông nguyên đạt yêu cầu, các giá trị độ tương phản có thể được sử dụng để đánh giá các yếu tố khác ảnh hưởng đến quá trình in như:

- Sự lăn ép in và áp lực in.
- Các tấm cao su và tờ lót.
- Sự làm ẩm bản.
- Mực in và phụ gia.

Không giống như sự gia tăng tầng thứ, giá trị độ tương phản phụ thuộc một phần lớn vào sự gia tăng mật độ ở tông nền, nên nó không được coi là một biến số cho việc chuẩn hoá. Đó là lý do tại sao cho đến nay tầm quan trọng của nó ngày càng giảm đi đáng kể.

2.4 Cân bằng màu

Như đã giải thích ở phần trên, các tông màu được phục chế trong in bốn màu bằng sự phối trộn các thành phần khác nhau của mực Cyan, Magenta, Yellow và Black. Nếu thành phần phối hợp giữa chúng thay đổi chúng sẽ cho ra màu khác. Để tránh điều này thành phần các màu cấu tạo nên tông màu mong muốn phải được cân bằng chính xác và ổn định.

Nếu chỉ có màu Black thay đổi, tông màu trở nên sáng hoặc tối hơn, chúng ta không xem hiện tượng này như tông màu bị rối loạn. Tình trạng tương tự cũng xảy ra khi thành phần tất cả các màu hữu sắc thay đổi một cách tương đối đều nhau và cùng hướng.

Tuy nhiên, chúng ta chỉ can thiệp khi tông màu thay đổi. Sự thay đổi tông như thế chỉ xảy ra khi các màu phối trộn thay đổi không đều nhau hoặc tệ hơn nếu chúng thay đổi theo hướng ngược nhau.

Sự thay đổi cân bằng màu có thể nhận ra rất rõ ràng trên các vùng kiểm tra cân bằng xám. Vì lẽ đó cân bằng màu thường được gọi là cân bằng xám.

Sự gia tăng các biến số không thể tránh khỏi của mỗi loại mực trong quá trình in chủ yếu phụ thuộc vào nguyên lý cấu tạo ảnh được chọn trong quá trình chế bản.

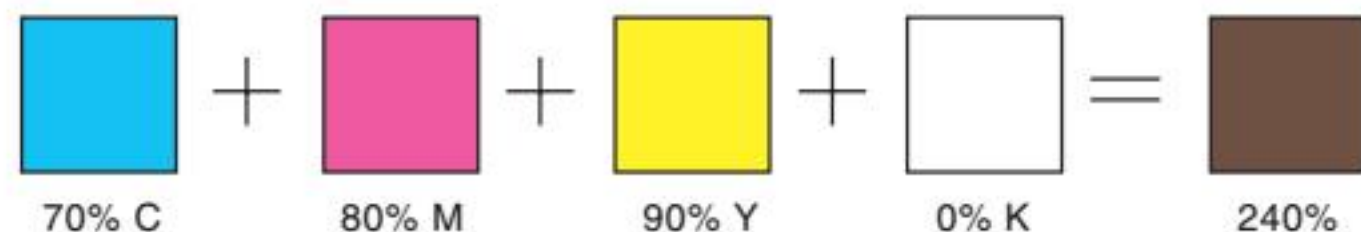
Tiếp theo đây, các dạng thiết lập ảnh quan trọng nhất sẽ được diễn giải. Các biểu đồ giản lược cho thấy các loại mực lý tưởng không tồn tại trong thực tế. Thêm vào đó có những thay đổi về màu do việc nhận mực trong quá trình in ướt chồng ướt (xem thêm chương 2.5). Đây là lý do tại sao trong thực tế các giá trị tầng thứ thay đổi so với giá trị lý thuyết. Để đạt được các tông màu đều nhau, các ô kiểm tra in chồng màu phải được chỉnh sửa tương ứng.

2.4.1 Hỗn hợp các sắc màu

Việc phối trộn màu bao gồm các màu sơ cấp của tổng hợp trừ Cyan (C), Magenta(M), Yellow (Y) và Black (K) thông thường được sử dụng để nhấn thêm chiều sâu của hình ảnh và để cải thiện các đường viền. Các tông màu tối được phục chế bằng cách phối trộn ba màu sơ cấp.

Lấy ví dụ, màu mực in Cyan trở nên tối hơn nếu các thành phần bằng nhau của Yellow và Magenta được thêm vào và lúc đó thành phần của chúng phải được duy trì thấp hơn màu Cyan. Tỷ lệ màu Magenta và Yellow nếu được phối trộn với màu Cyan cùng tỷ lệ nó sẽ tạo ra màu đen và vì thế nó làm tối phần còn lại của màu Cyan.

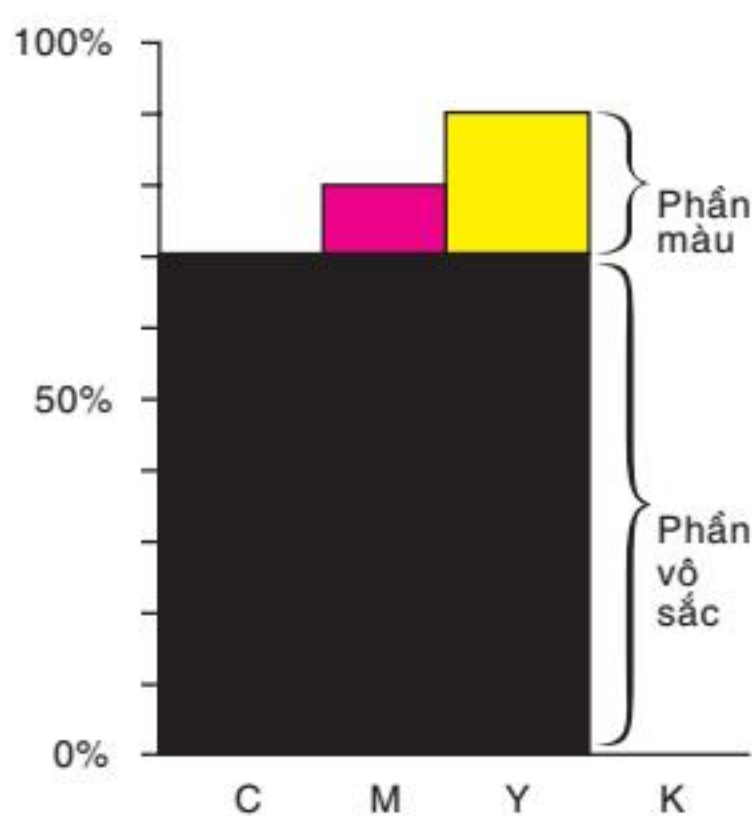
Điều này được minh họa bằng một ví dụ:



Màu nâu được đưa ra trong hình minh họa được thiết lập theo cấu trúc màu 70% Cyan + 80% Magenta và 90% Yellow. Lượng màu phủ lên bề mặt vật liệu lên đến 240%. Màu Black không được sử dụng. Tuy nhiên do các màu được phối trộn với tỷ lệ cao nên cân bằng màu rất khó được duy trì trong suốt quá trình in.

Thêm vào đó, với một bề mặt được phủ mực rộng như thế, thời gian khô và lượng mực tiêu thụ sẽ gia tăng.

Cấu trúc các màu của màu nâu được chỉ ra ở hình minh họa kế bên bao gồm hai màu hữu sắc và một thành phần màu vô sắc (màu đen). Thành phần màu vô sắc được phối trộn bởi 70% Cyan, 70% Magenta và 70% cho ra màu xám (vô sắc). 10% Magenta và 20% Yellow còn lại là phần màu hữu sắc.

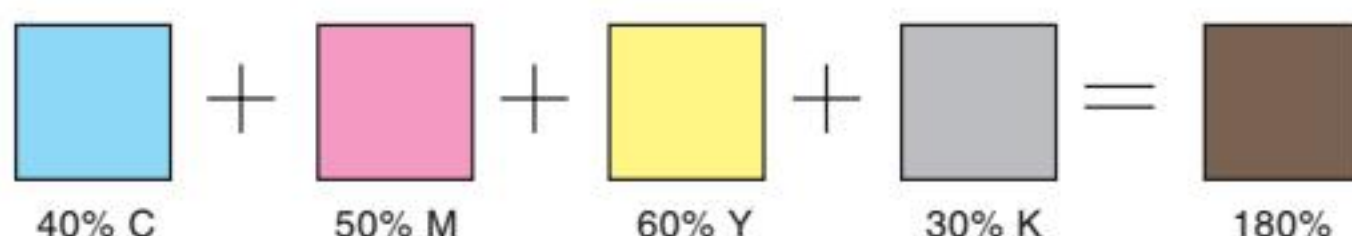


2.4.2 Hỗn hợp các màu hữu sắc và thay thế các màu bằng màu đen

Kỹ thuật thay thế các màu vô sắc bằng màu đen (UCR - Under Color Removal) là một sự biến đổi thành phần màu hữu sắc với một thành phần màu vô sắc được thay bằng màu đen.

Giả sử rằng 30% các màu được loại bỏ từ màu nâu của ví dụ trên.

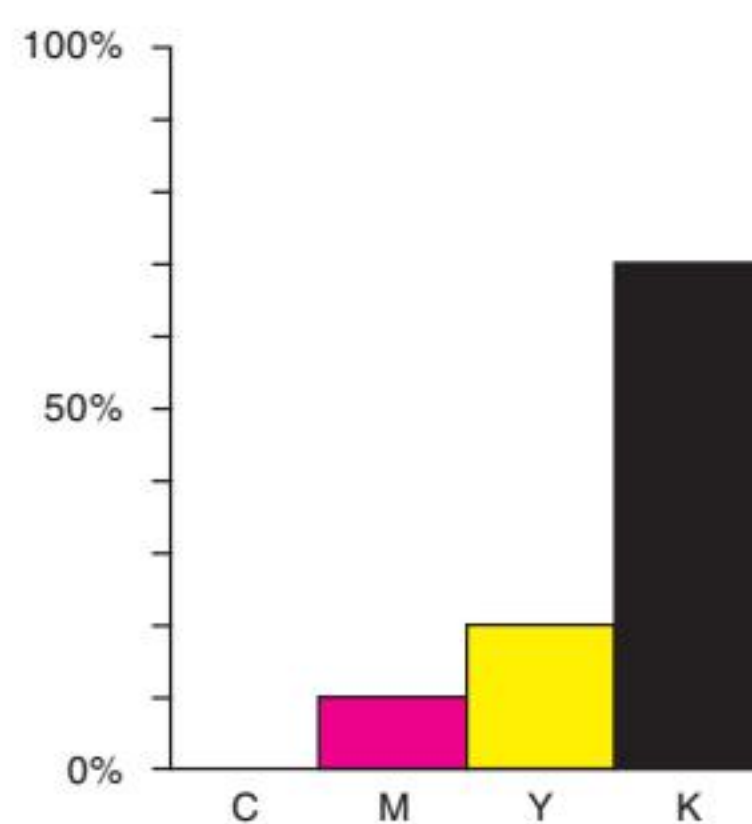
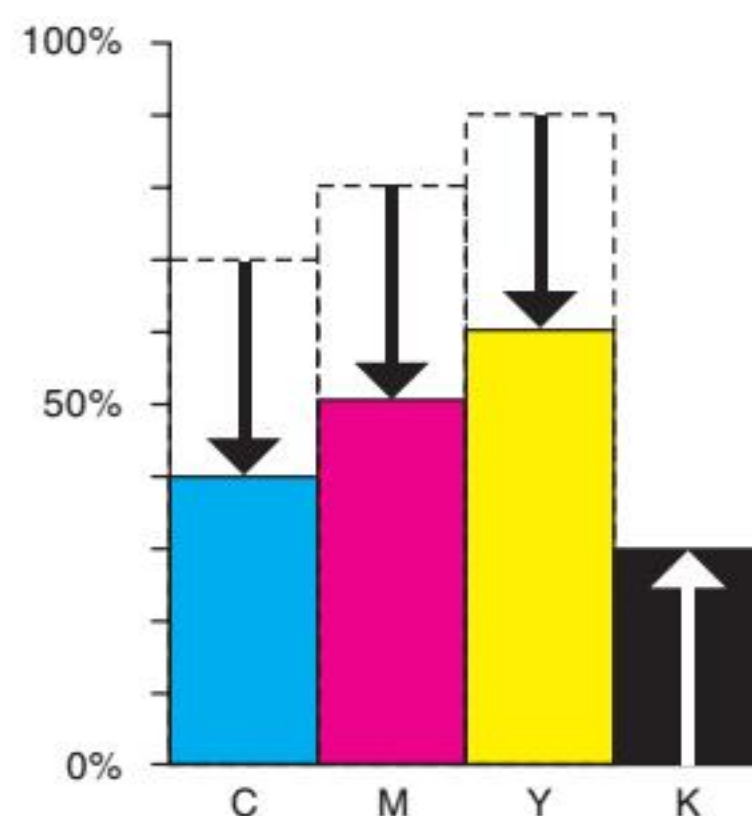
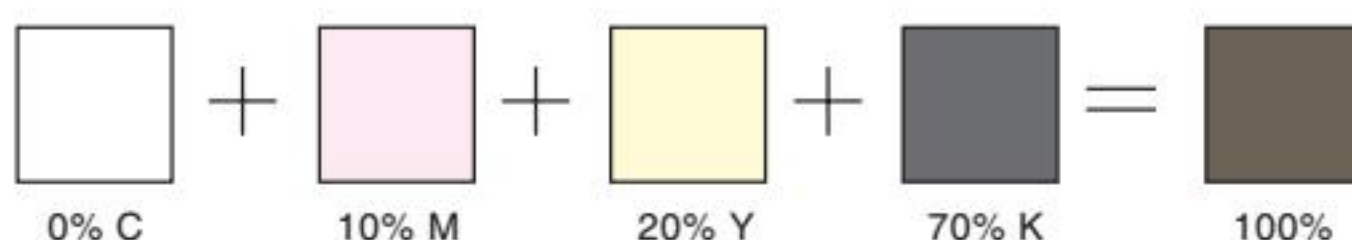
Phần màu vô sắc bao gồm Cyan, Magenta và Yellow được loại bỏ đi 30% và thay thế bởi phần màu Black 30% tương ứng. Kết quả là bề mặt phủ mực không còn là 240% nữa mà chỉ còn 180% với tông màu không đổi.



Đây là một sự hỗ trợ rất lớn cho thợ in vì nguy cơ thấm mực qua giấy được giảm thiểu và sự cân bằng màu có thể được duy trì dễ dàng hơn.

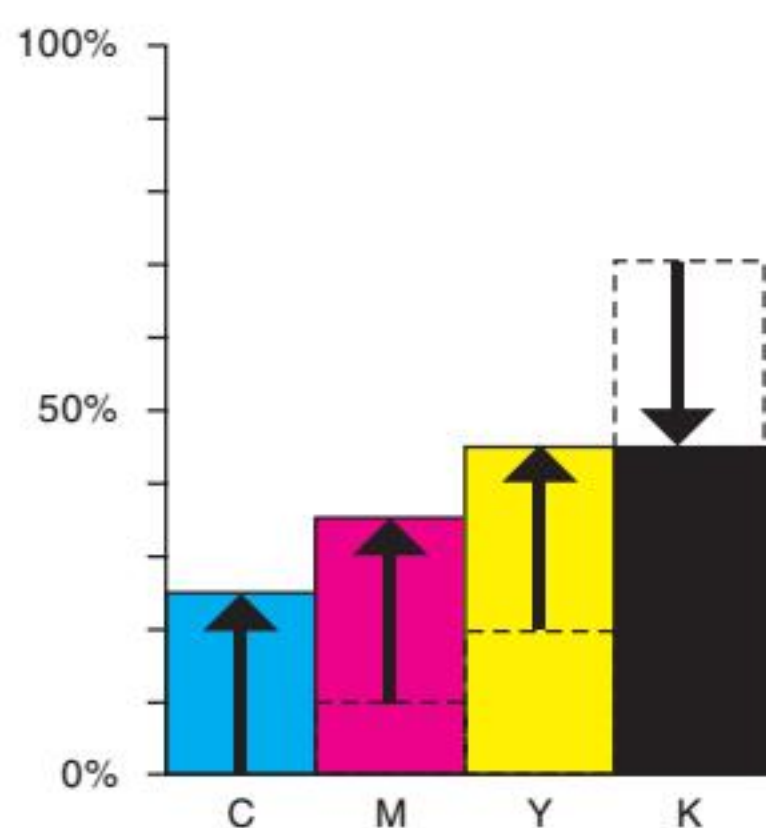
2.4.3 Hỗn hợp màu vô sắc

Ngược lại với sự phối trộn các màu, trong việc phối trộn màu vô sắc tất cả các thành phần màu vô sắc được thay thế bởi màu Black. Các tông màu vì thế không còn bị làm tối bằng các màu bổ sung mà được làm tối bằng màu Black. Cấu trúc vô sắc ở ví dụ dưới đây chỉ gồm có màu đỏ, vàng và đen. Nói chung bề mặt giấy được phủ một lượng mực không quá 100%. Kỹ thuật này cho phép các thành phần màu Cyan, Magenta và Yellow được giảm thiểu một cách đáng kể trong tất cả các hình ảnh và tông màu. Tiến trình in như thế trở nên đáng tin cậy hơn và việc nhận mực được cải thiện đáng kể.



2.4.4 Hỗn hợp vô sắc với sự bổ sung các màu hữu sắc

Việc thêm các màu hữu sắc vào là một sự biến đổi thành phần màu vô sắc. Nếu mật độ của mực in màu đen trung tính không đủ thì các màu Cyan, Magenta và Yellow được thêm vào cấu trúc màu vô sắc một lần nữa để cải thiện chiều sâu của hình ảnh trung tính (theo ví dụ ở đây là 25%)



$$\begin{array}{c} \text{25\% C} \\ \text{35\% M} \\ \text{45\% Y} \\ \text{45\% K} \end{array} + + + = \text{150\%}$$

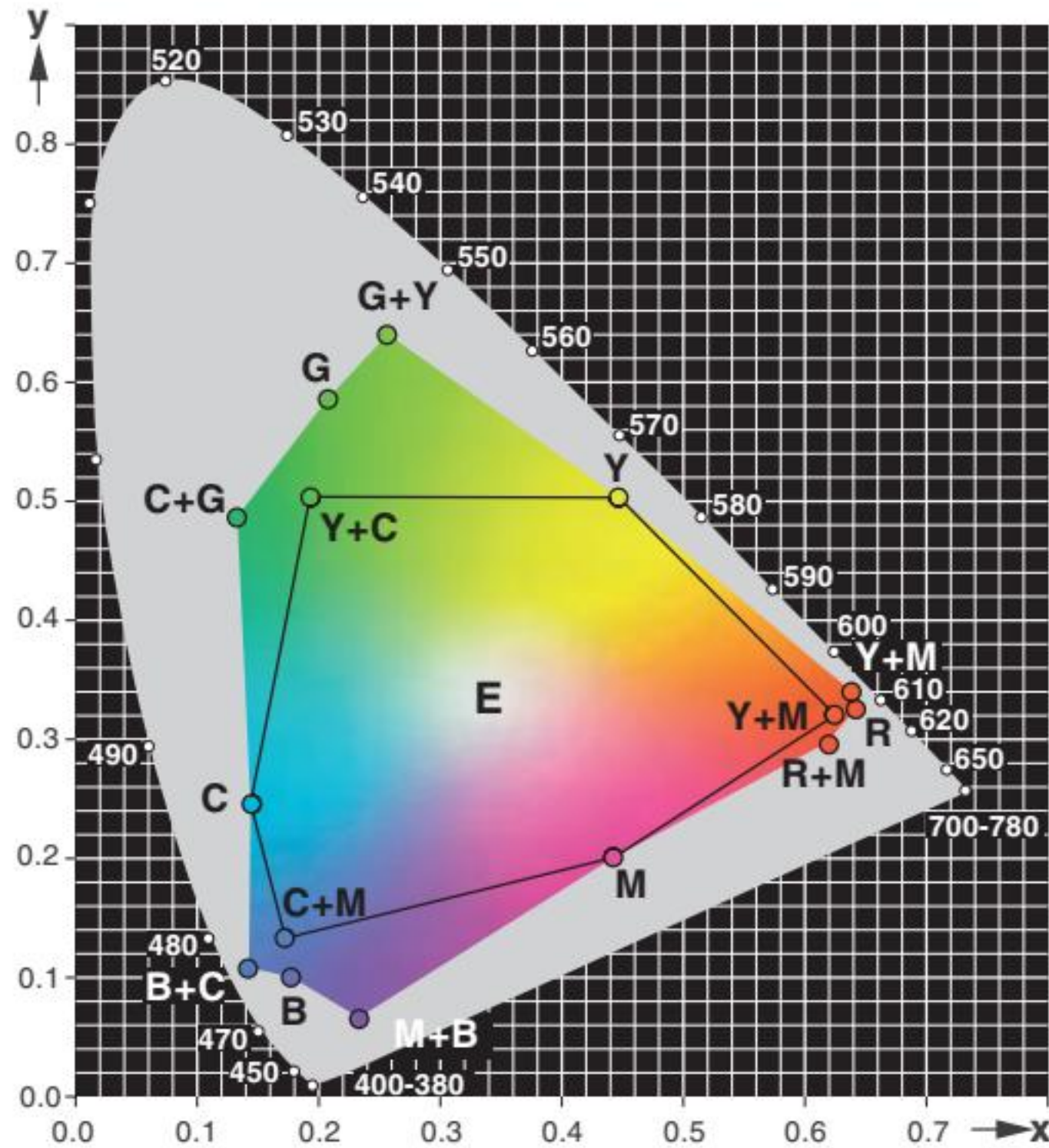
Kiểu phối trộn này được sử dụng rộng rãi ngày nay, nó đã được cải thiện để trở thành một phương pháp có giá trị trong thực tế và cho chất lượng in ảnh tốt.

2.4.5 In 5-6-7 màu

Kiểu in 4 màu hiện đại cho phép đạt được các tiêu chuẩn chất lượng cao. Tuy nhiên, trong một số bài mẫu ta cần một sự phối trộn nhiều màu hơn để đạt được yêu cầu chất lượng cao nhất.

Khoảng màu phục chế có thể được mở rộng bằng cách sử dụng các màu đặc biệt (bên cạnh 4 màu sơ cấp của tổng hợp trừ). Thí dụ nếu màu đỏ cờ được sử dụng bổ sung cho 4 màu cơ bản thì khoảng màu đỏ cờ được phục chế có thể được mở rộng. Nếu cần thiết một vài màu đặc biệt cũng được in bổ sung thêm.

Hình minh họa dưới đây chỉ ra các giá trị màu đo được từ việc in 7 màu được định vị trong biểu đồ màu CIE.



Hình lục giác nằm trong phạm vi đường biên của biểu đồ màu được giới hạn bởi viền đen cho thấy khoảng màu phức chế từ các màu in cơ bản Cyan, Magenta, Yellow (các giá trị được đo). Hình 12 cạnh bao quanh nó cho thấy các khoảng màu có thể được nới rộng như thế nào khi in thêm các màu Red, Green và Blue.



2.5 Sự nhận mực và thứ tự màu in

2.5.1 Sự nhận mực

Một biến số khác ảnh hưởng đến việc phục chế tông màu là tình trạng nhận mực. Nó chỉ ra rằng một lớp mực được chấp nhận như thế nào khi in lên một lớp mực khác. Có sự khác biệt khi in một màu lên giấy trắng và lên một màu đã in, khác biệt giữa kiểu in ướt chồng ướt và ướt chồng khô.

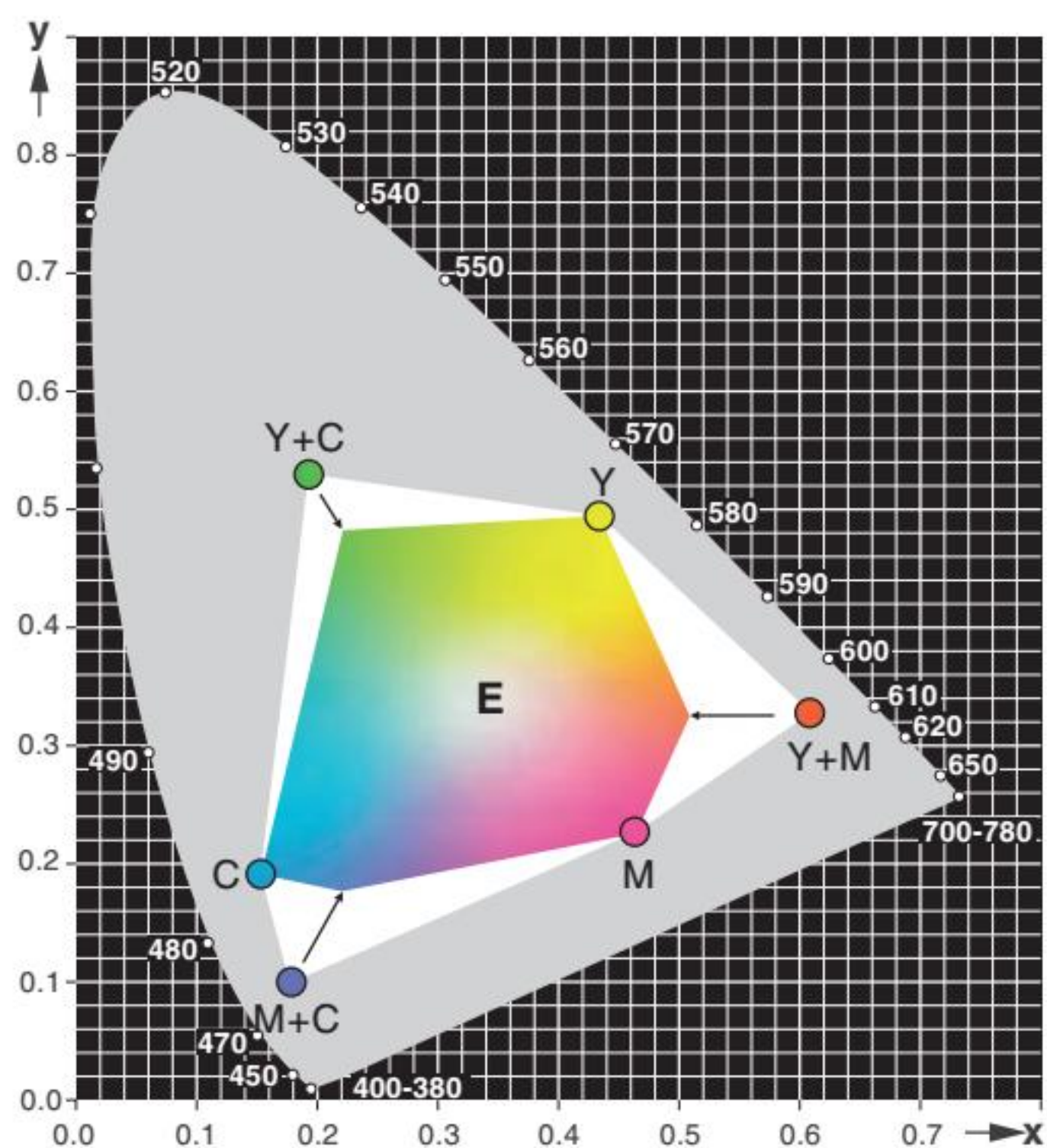
Thuật ngữ in “ướt chồng khô” được dùng khi in một lớp mực được in trực tiếp lên bề mặt vật liệu hoặc một lớp mực khác đã khô. Ngược lại nếu mực in được in chồng lên một lớp mực được in trước đó và còn ướt thì ta dùng thuật ngữ “ướt chồng ướt”. Đối với máy in nhiều màu thuật ngữ “ướt chồng ướt” thường được sử dụng.

Nếu mực phủ đều và tông màu nằm đúng vị trí (toạ độ) ta gọi đó là tình trạng nhận mực tốt.

Mặc khác, nếu tông màu mong muốn không đạt được thì tình trạng nhận mực đã bị sai (xáo trộn). Điều này cũng xảy ra đối với tất cả các màu mực pha khác. Hậu quả là khoảng phục chế màu bị thu nhỏ và có những sắc màu không thể tái tạo được.

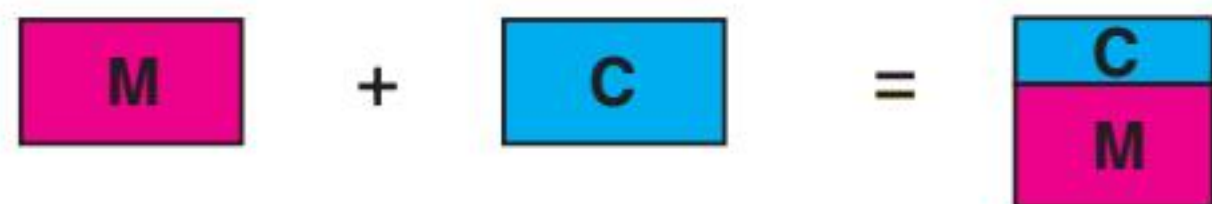
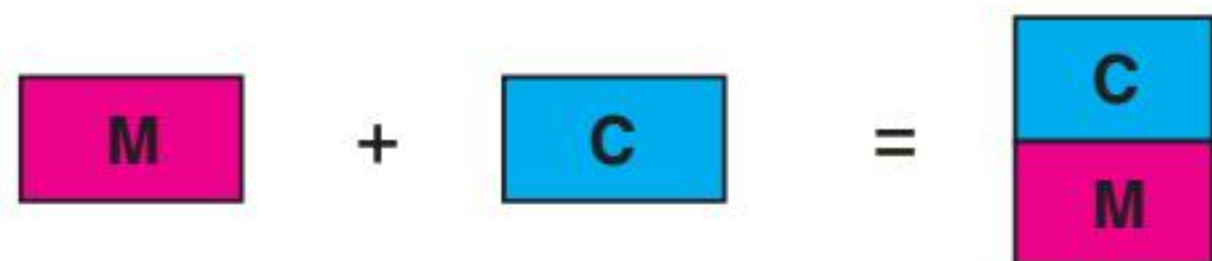
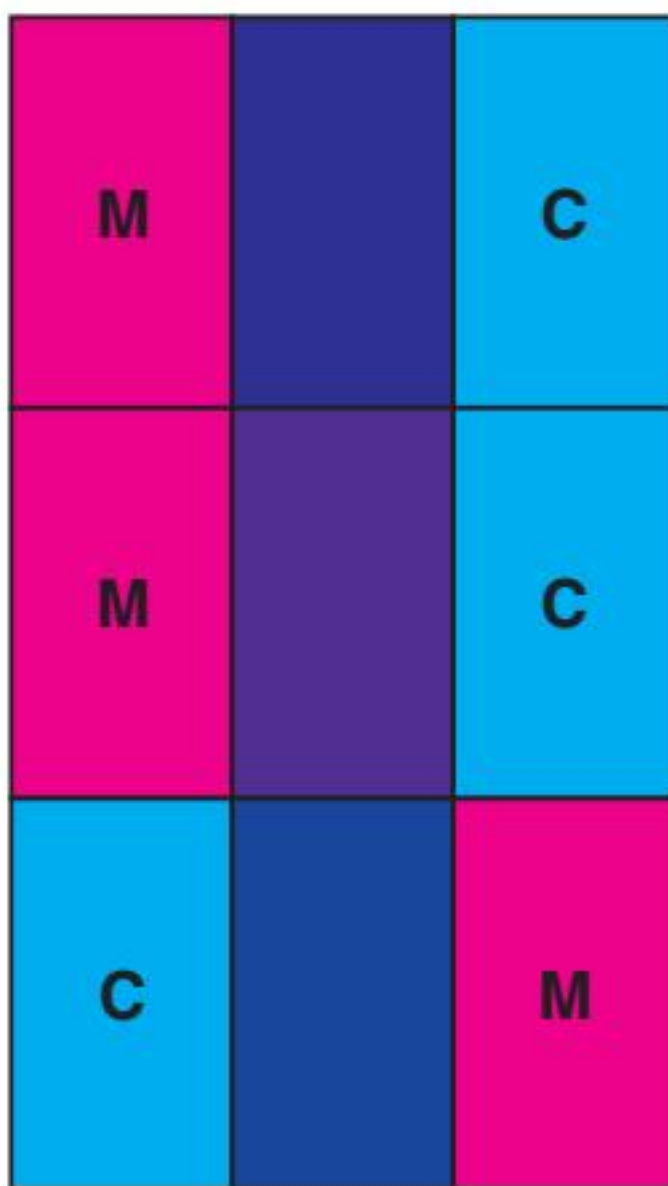
Nếu độ dày lớp mực in đúng thì vị trí (toạ độ) các màu Cyan, Magenta và Yellow được đặt đúng, nếu không thì toạ độ các màu Red, Green, Blue không thể đạt được do lỗi trong việc in chồng màu trong quá trình in.

Biểu đồ màu CIE dưới đây cho thấy ảnh hưởng của sự nhận mực kém hay thứ tự chồng màu không đúng ảnh hưởng đến chất lượng tờ in. Vùng trắng cho thấy khoảng tông phức chế bị thu hẹp lại do lỗi của sự nhận mực.



2.5.2 Thứ tự màu in

Hình minh họa dưới đây cho thấy các kết quả của ba lần in chồng màu khác nhau của màu Cyan và Magenta do việc thay đổi thứ tự chồng màu giữa chúng.



Ở ví dụ đầu một lớp mực màu Magenta được in trên máy in một màu là màu in đầu tiên. Sau đó lớp mực in màu Cyan được in chồng lên sau khi lớp mực thứ nhất đã khô (kiểu in ướt chồng khô). Độ dày lớp mực của hai màu đều lý tưởng, sự truyền mực tốt và toạ độ màu mong muốn đạt được yêu cầu.

Ví dụ thứ hai cho thấy việc in chồng màu trên máy in nhiều màu. Đầu tiên một lớp mực Magenta được in trên giấy khô (ướt chồng khô). Sau đó lớp mực in cyan được in lên trên lớp mực Magenta vẫn còn ướt (kiểu in ướt chồng ướt). Ngược lại với lớp mực in Magenta được chấp nhận tốt bởi giấy in, sự nhận lớp mực cyan không đạt (do việc đổi thứ tự in màu trong quá trình in chồng màu). Kết quả, ta sẽ có một màu đỏ cờ ngả xanh. Trong thí dụ thứ 3, kiểu in ướt chồng ướt cũng được sử dụng nhưng thay

đổi thứ tự in chồng màu (in chồng Cyan lên Magenta). Kết quả, ta có màu xanh ngả đỏ .

Khi in chồng 4 màu thì thứ tự màu Cyan-Magenta-Yellow- Blackthông thường được chấp nhận là tiêu chuẩn. Thứ tự in chồng màu này cũng là cơ sở để điều chỉnh độ sệch của mực in trong quá trình sản xuất mực.

Để giảm thiểu các lỗi do sự nhận mực gây ra, trong một số trường hợp đặc biệt, bản in nên được kiểm tra kỹ lưỡng trước khi gắn lên. Lấy ví dụ, đối với các vùng màu tông nguyên kết quả in sẽ tốt hơn khi in các màu nhạt trước và màu đậm sau.

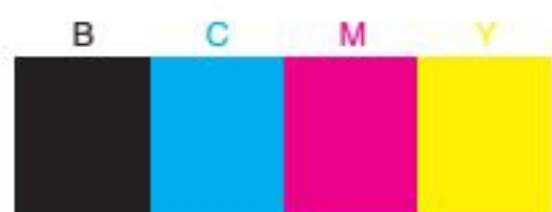
Đặc biệt, điều này được áp dụng khi in chồng các nền tram với nền tông nguyên. Đầu tiên nền tram nên được in trước lên giấy trắng rồi sau đó mới in nền đậm hơn lên trên nó.

2.6 Các dải kiểm tra in

Để kiểm soát chất lượng in trên cơ sở các dữ liệu đo được, các dải kiểm tra in phải được in cùng với hình ảnh. Các dải kiểm tra này được chế tạo và cung cấp từ các viện nghiên cứu in và các nhà cung cấp thiết bị in. Tuy nhiên chỉ có các bản gốc được cung cấp từ nhà sản xuất mới có thể dùng được còn các bản phim được sao chụp lại không đảm bảo được các thông số kiểm tra.

Các dải kiểm tra in hiện đang có sẵn cho các máy in từ 4 đến 8 màu. Các dải kiểm tra in cho việc in hơn 4 màu, số lượng các ô nửa tông và ô kiểm tra kéo dịch sẽ ít đi nhưng tăng các ô in tông nguyên và cân bằng màu để kiểm tra sự cấp mực.

Tất cả các dải kiểm tra in bao gồm nhiều phần tử kiểm tra. Phần tiếp theo sẽ trình bày các ô kiểm tra quan trọng nhất của dải kiểm tra màu CPC của Heidelberg, các dải kiểm tra của FOGRA và BRUNNER.



2.6.1 Các ô kiểm tra tông nguyên

Các ô kiểm tra tông nguyên cho phép kiểm tra độ đồng đều phủ mực. Các nhà sản xuất khuyến cáo người sử dụng nên đặt lần lượt mỗi ô kiểm tra tông nguyên cho từng màu cách nhau bằng với vùng phủ mực (Đối với máy của Heidelberg là 32,5 mm). Bằng cách này ta có thể sử dụng ô kiểm tra tông nguyên với các thiết bị kiểm soát tự động.

2.6.2 Các ô kiểm tra in chồng màu

Các phần tử này được thiết kế cho việc kiểm tra và đánh giá tình trạng nhận mực bằng mắt cũng như máy đo.

2.6.3 Các ô cân bằng màu

Người ta phân biệt giữa ô nền và ô tram cân bằng màu. Ở ô nền, kết quả in chồng của các màu Cyan, Magenta và Yellow phải cho ra màu đen gần trung tính. Kế bên ô này là ô in bởi nền màu đen để so sánh.

Khi độ dày lớp mực đạt yêu cầu, thứ tự in chồng màu được chuẩn hóa và sự gia tăng tầng thứ bình thường thì các ô in chồng màu Cyan, Magenta và Yellow phải xám kể cả ô chồng màu tông nguyên cũng như ở các tầng thứ khác nhau. Các giá trị tầng thứ khác nhau được sử dụng bởi các nhà sản xuất để tạo nên các ô chồng màu với giá trị tầng thứ của từng màu phối hợp sao cho chúng tạo ra màu xám:

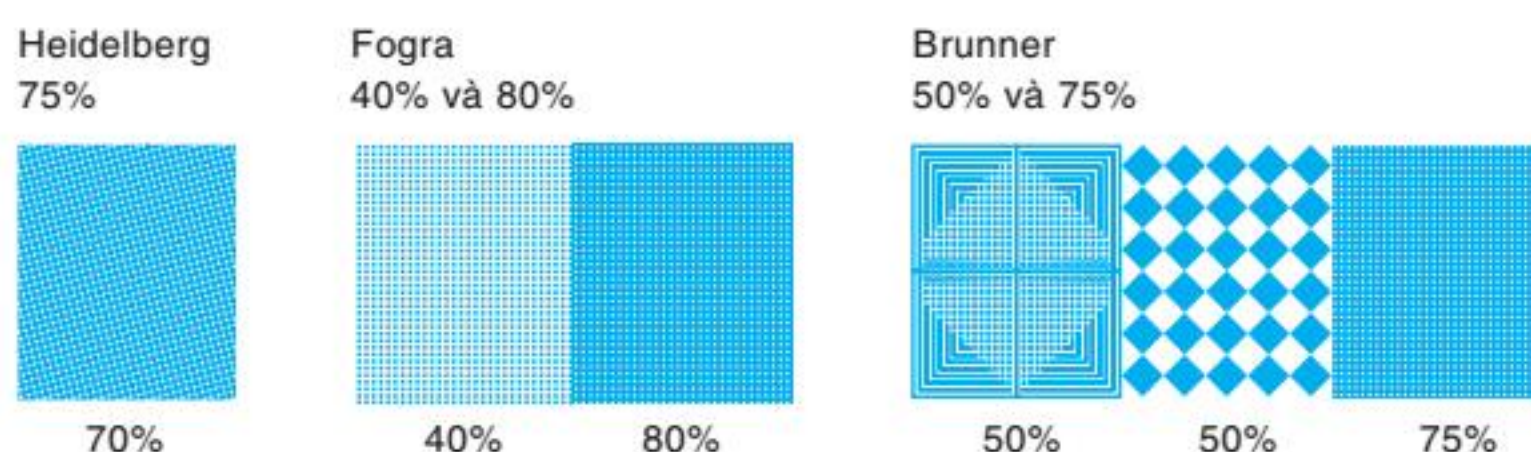
Heidelberg	70% Cyan	60% Magenta	60% Yellow
FOGRA	28% Cyan	21% Magenta	19% Yellow
Brunner	50% Cyan	41% Magenta	41% Yellow

Các ô cân bằng màu cũng được dùng để kiểm tra cân bằng xám tự động cho các màu Cyan, Magenta, Yellow

2.6.4 Các ô kiểm tra tăng thứ

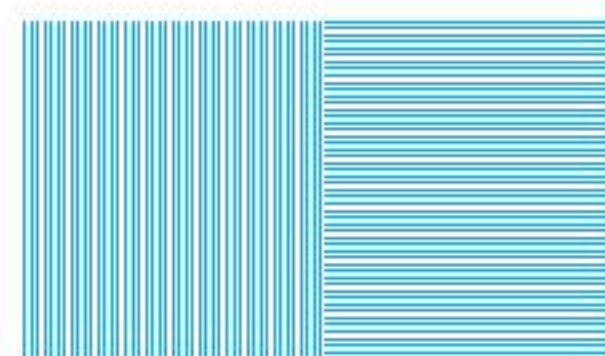
Tùy thuộc vào nhà sản xuất, các ô kiểm tra tăng thứ chứa các giá trị tăng thứ khác nhau.

Qua các dữ liệu đo được từ các ô tăng thứ và ô tông nguyên mà sự gia tăng tăng thứ và độ tương phản in được tính toán.



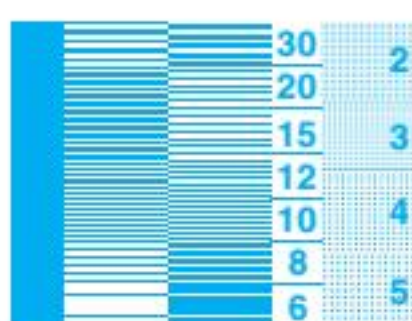
2.6.5 Các ô kiểm tra kéo dịch và đúp nét

Các đường vạch song song nhau được đặt ở các góc độ cho phép người thợ in kiểm tra bằng mắt và máy đo mật độ các lỗi kéo dịch hoặc đúp nét (xem chương 2.2.1).

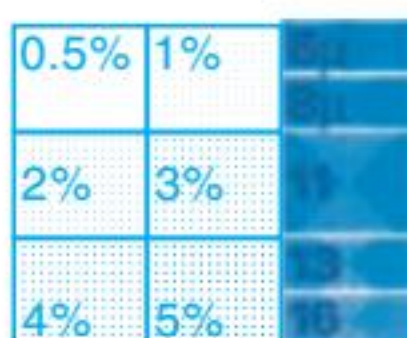


2.6.6 Các ô kiểm tra quá trình phơi bản

Các ô kiểm tra quá trình phơi bản được thiết kế để kiểm tra bằng mắt. Các phần tử kiểm tra là các đường kẻ cực mảnh và đường kẻ âm bản của chúng cũng như các vùng tram với các giá trị tram ghi sẵn trong đó. Trên cơ sở sự xuất hiện của các đường mảnh mà ta đánh giá được độ phân giải, trên cơ sở đo độ lớn các hạt tram trên bản để kiểm tra sự khác biệt giữa nó và giá trị tram chuẩn trên phim mà ta xác định được đồ thị truyền tăng thứ.



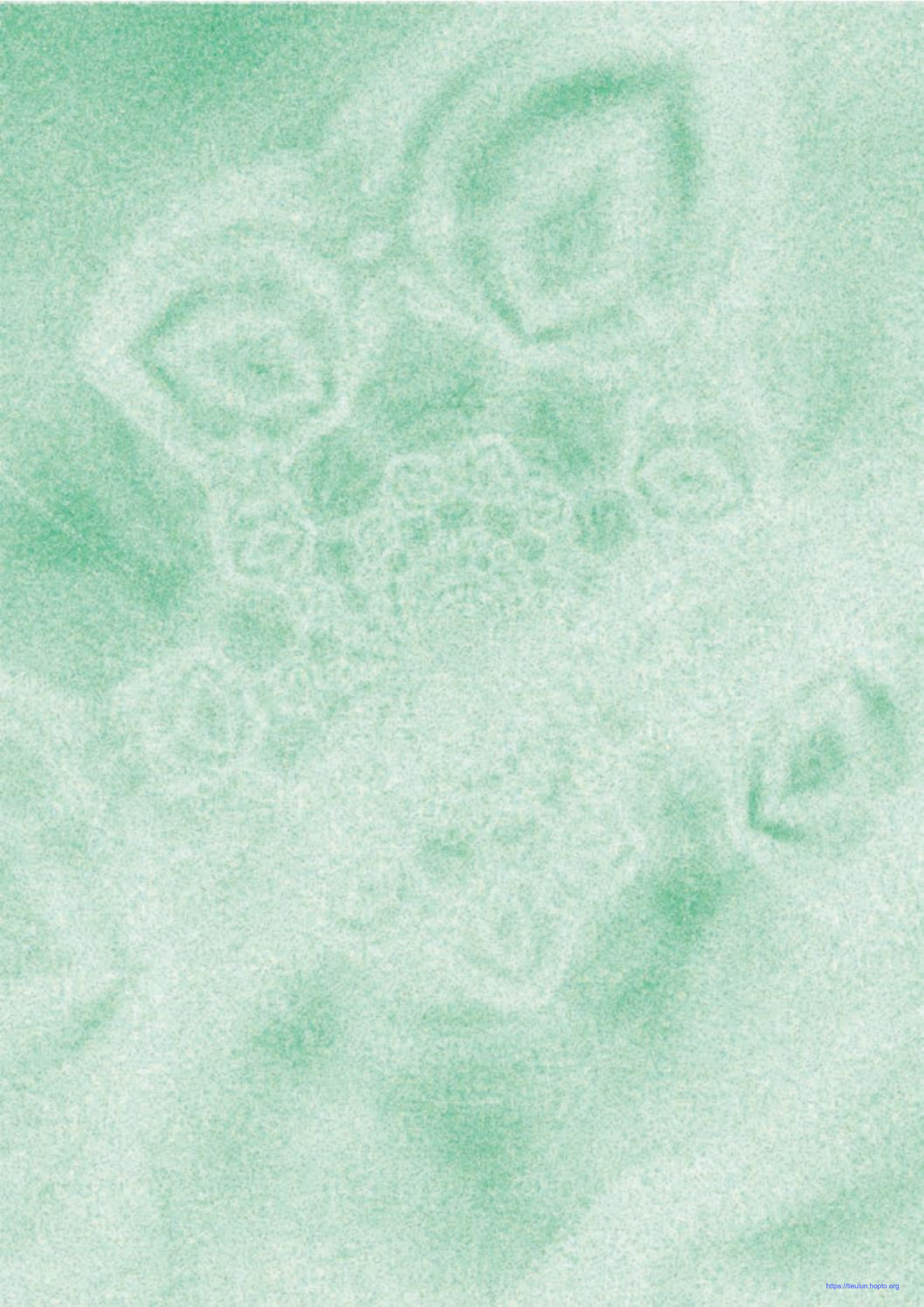
FOGRA PMS



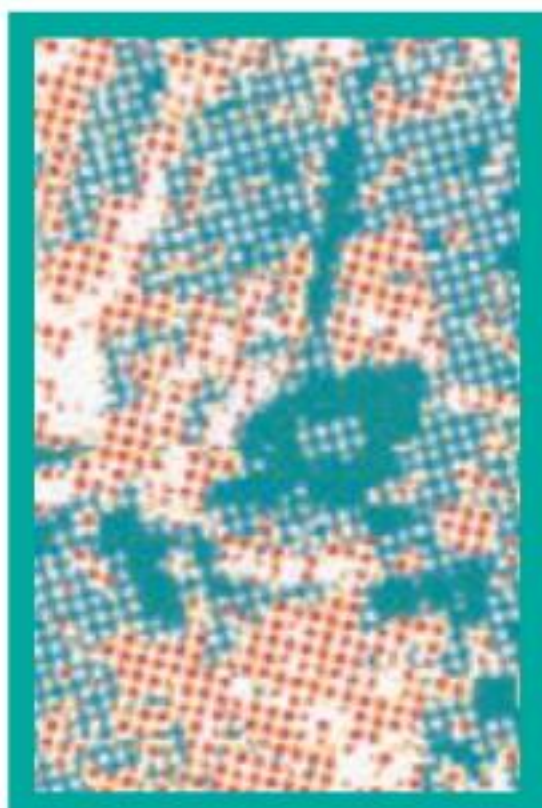
Dương bản Brunner



Âm bản Brunner



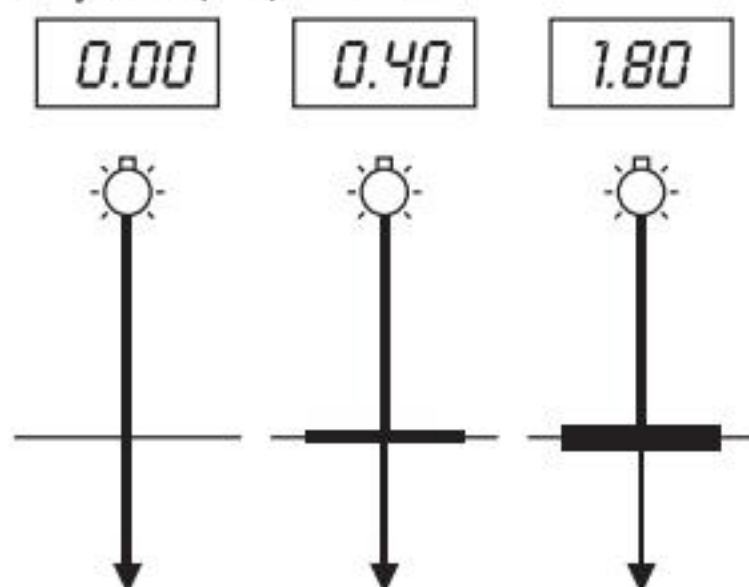
Đo mật độ



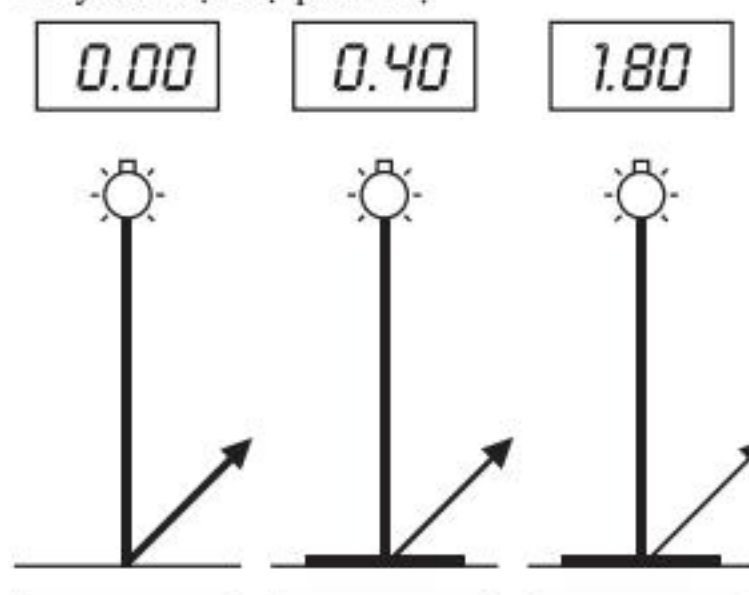
3 Đo mật độ

3.1	Nguyên lý đo của một máy đo mật độ phản xạ	50
3.2	Sử dụng các kính lọc trong đo mật độ	52
3.2.1	Các kính lọc màu và các kính lọc độ sáng	52
3.2.2	Các kính lọc phân cực	54
3.3	Các giá trị đo trong phép đo mật độ	55
3.4	Đo mật độ	58
3.4.1	Lấy điểm zero trên giấy trắng	58
3.4.2	Mật độ tông nguyên	58
3.4.3	Mật độ tầng thứ	58
3.4.4	Diện tích che hiệu dụng quang học (giá trị tầng thứ trên tờ in)	59
3.5	Định lượng	60
3.5.1	Giá trị tầng thứ trong in	60
3.5.2	Sự gia tăng tầng thứ	60
3.5.3	Độ tương phản in	60
3.5.4	Sự nhận mực	61
3.5.4.1	In chồng 2 màu	61
3.5.4.2	In chồng 3 màu	61
3.6	Tiêu chuẩn hoá trong quá trình in	62
3.6.1	Các hệ thống tiêu chuẩn hoá	63
3.7	Các giới hạn của máy đo mật độ	64

Máy đo mật độ thấu minh



Máy đo mật độ phản xạ



Đo mật độ là phương pháp đo rẻ và phổ biến nhất trong lĩnh vực chế bản và in. Các máy đo mật độ được dùng như các thiết bị cầm tay hay dưới dạng các thiết bị đo tự động (các máy đo mật độ quét).

Có hai loại máy đo mật độ được dùng cho các mục đích khác nhau:

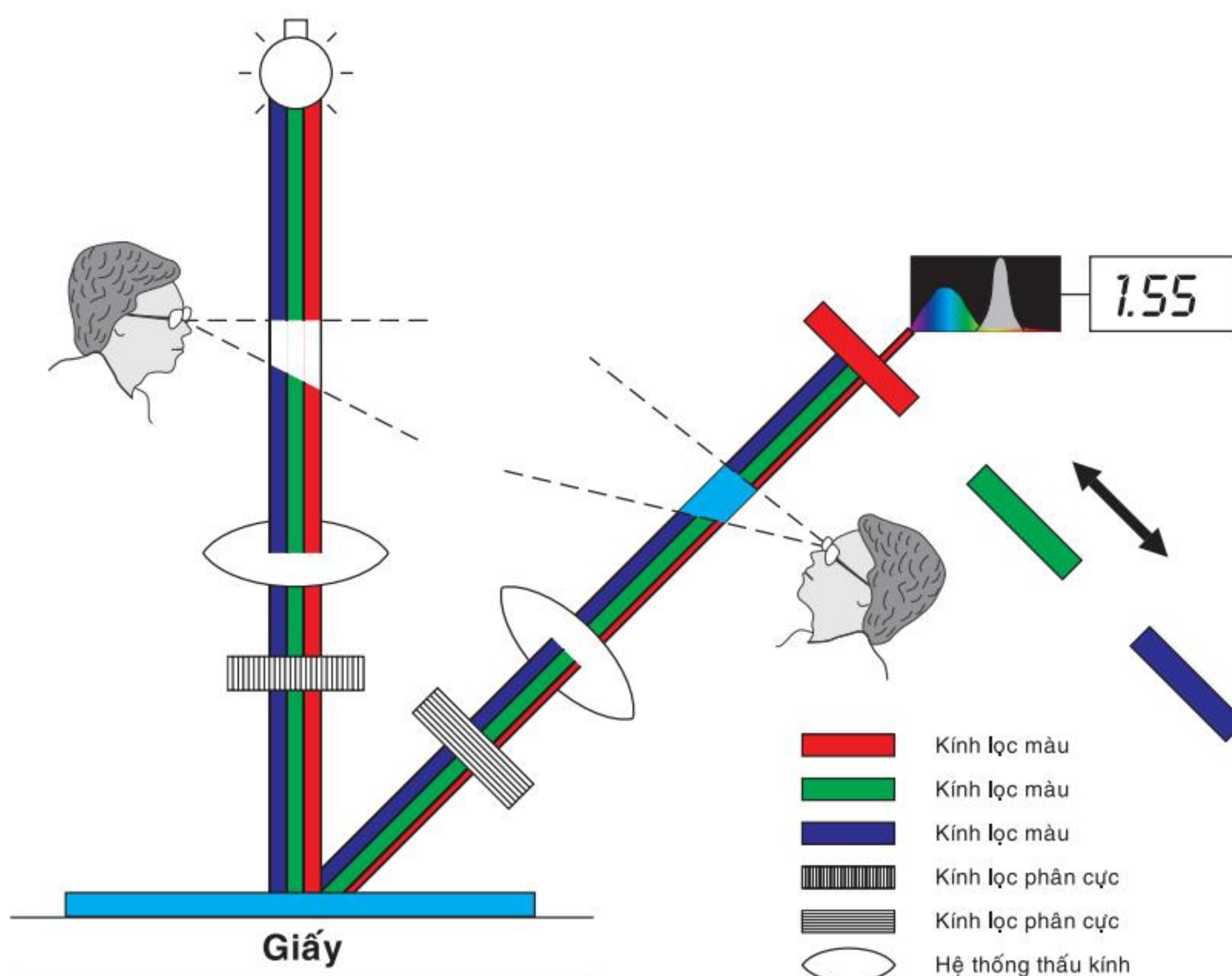
- Các máy đo mật độ thấu minh được dùng trong chế bản để đo độ đen của phim (để trong).
- Các máy đo mật độ phản xạ được dùng để đo hình ảnh in (để che).

Trong phần dưới đây, các nguyên lý làm việc của máy đo mật độ phản xạ sẽ được mô tả chi tiết hơn.

3.1 Nguyên lý đo của máy đo mật độ phản xạ

Trong kỹ thuật đo mật độ phản xạ, lớp mực in sẽ được chiếu sáng bởi một nguồn sáng. Tia sáng đi qua lớp mực trong và được hấp thụ một phần. Phần ánh sáng không được hấp thụ bị phân tán nhiều bởi nền giấy in (hoặc các vật liệu khác). Phần ánh sáng phản xạ này lại đi qua lớp mực một lần nữa và lại bị hấp thụ. Phần ánh sáng còn lại không bị hấp thụ sẽ đi đến bộ cảm nhận của máy đo và được chuyển thành tín hiệu điện. Kết quả của việc đo với máy đo mật độ phản xạ được thông báo dưới dạng các đơn vị mật độ.

Trong quá trình đo, các hệ thống thấu kính được dùng để tập trung ánh sáng. Các kính lọc phân cực dùng để tránh sự khác biệt trong các giá trị được đo từ bề mặt mực in còn ướt và đã khô. Các kính lọc màu thích hợp được dùng cho các màu đo (Xem thêm phần 3.2.1)



Hình vẽ trên giải thích nguyên lý này, lấy một màng mực màu đỏ làm ví dụ. Một cách lý tưởng, ánh sáng trắng chiếu tới bao gồm các phần phổ Red, Green, Blue bằng nhau. Mực in chứa các hạt màu hấp thụ phần phổ Red và phản xạ phần phổ Green và Blue mà chúng ta gọi là màu Cyan ($\text{Cyan} = \text{Green} + \text{Blue}$). Các máy đo mật độ được dùng để đo trong phạm vi khoảng hấp thụ của mỗi màu, nơi mật độ và độ dày lớp mực tương quan chặt chẽ với nhau. Trong ví dụ của chúng ta, một kính lọc Red được sử dụng chỉ cho các tia sáng Red đi qua và chặn các tia sáng Blue và Green lại.

Mật độ của một lớp mực chủ yếu phụ thuộc vào các hạt mực, mật độ tập trung của các hạt mực và độ dày của lớp mực. Đối với một loại mực, mật độ là phép đo độ dày lớp mực chứ nó không cho ta biết gì về màu sắc của mực.

3.2 Sử dụng các kính lọc trong đo mật độ

3.2.1 Các kính lọc màu và các kính lọc độ sáng

Các kính lọc màu trong một máy đo mật độ được dùng phù hợp với hiệu quả hấp thụ của các màu Cyan, Magenta và Yellow.

Các tiêu chuẩn chung như DIN 16 536 và ISO/ANSI 5/3 xác định các băng truyền phổ và các vị trí tương ứng của sự truyền qua tối đa.

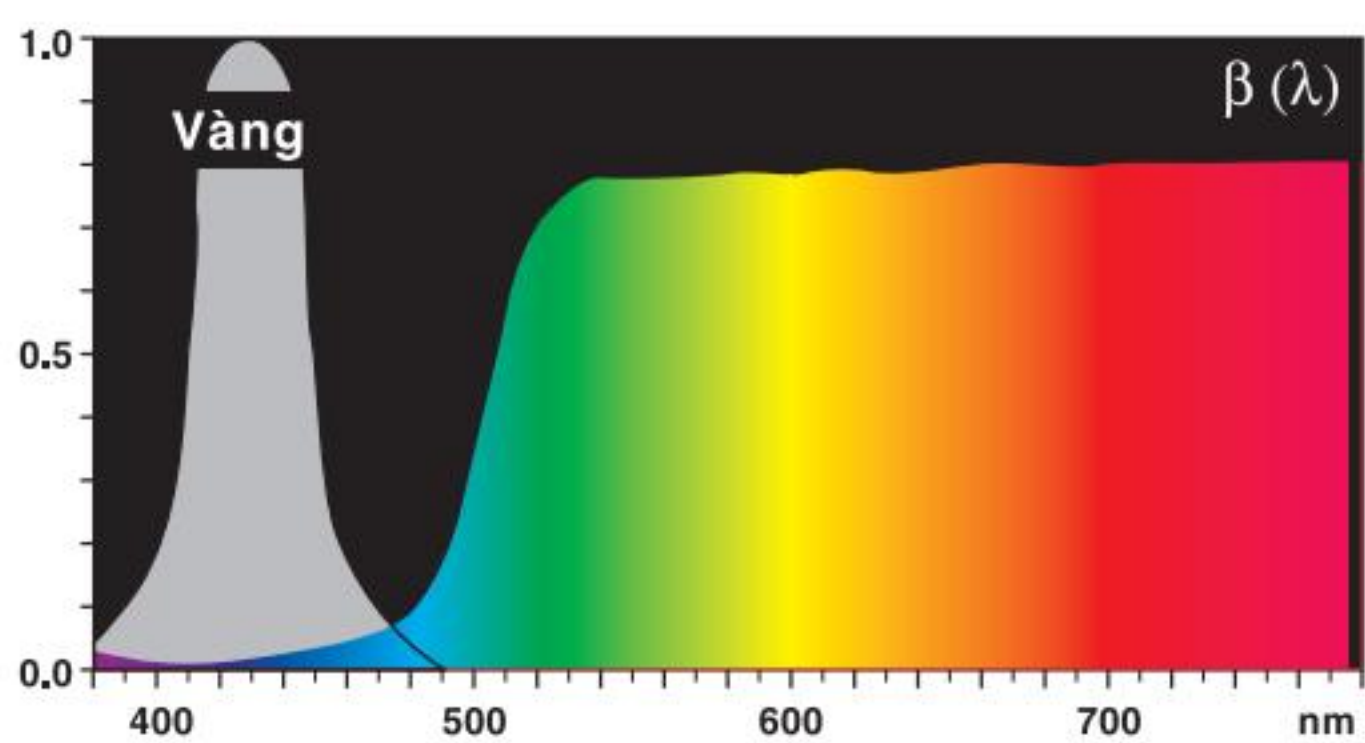
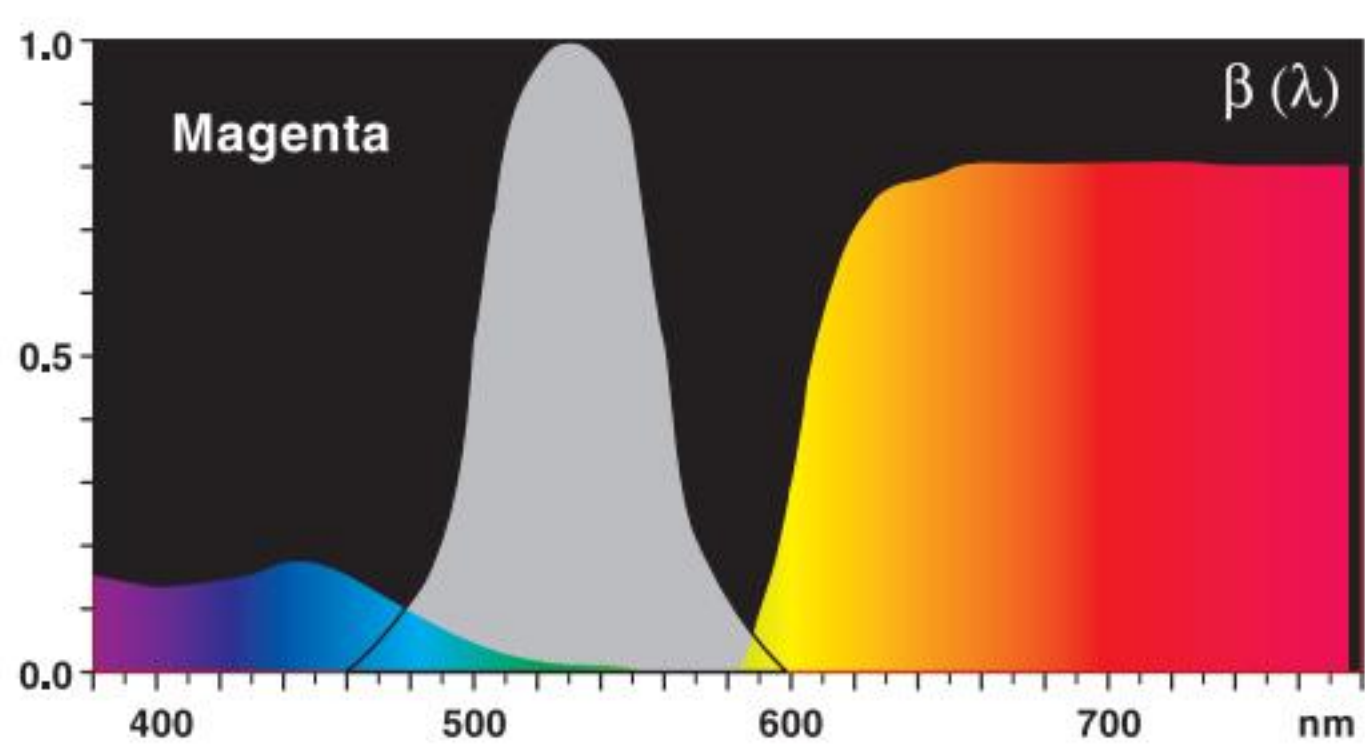
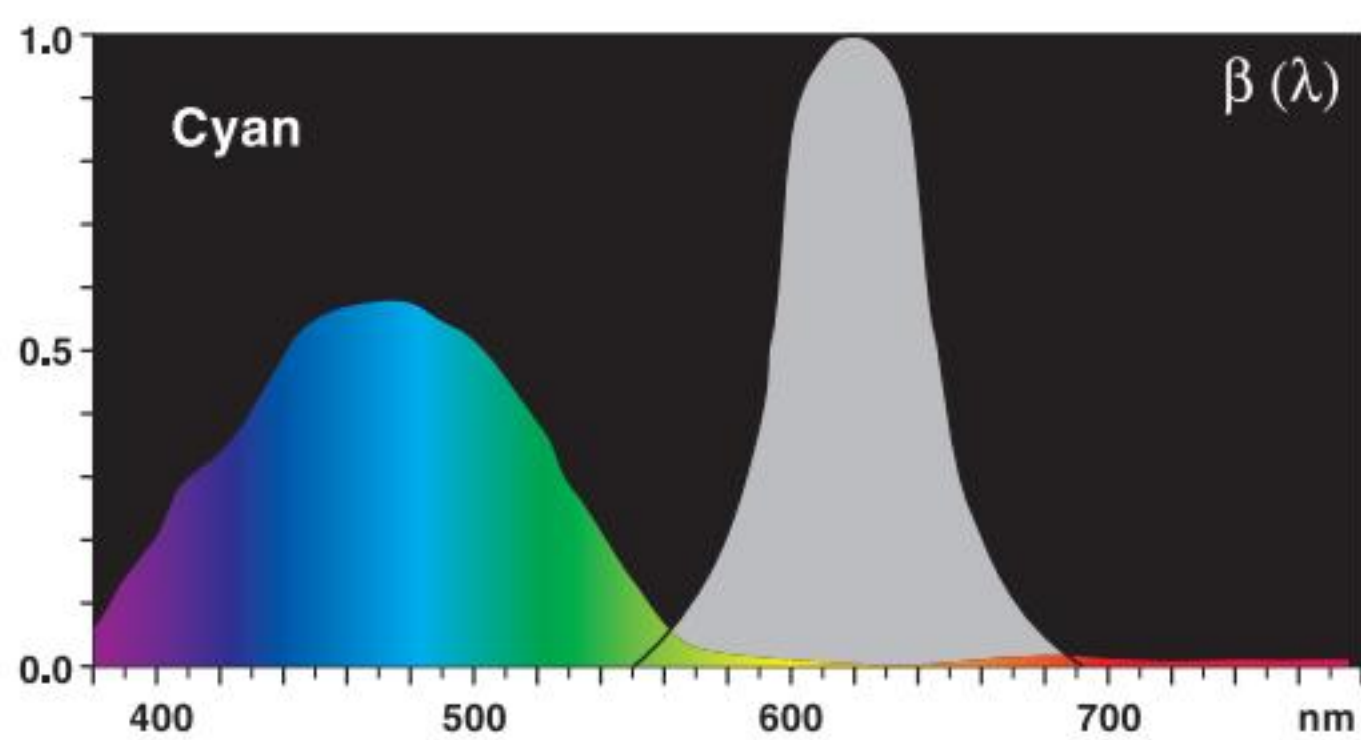
Các kính lọc màu băng rộng và băng hẹp được nêu ra ở đây liên hệ đến tiêu chuẩn A và T trong ISO một cách tương ứng. Các kính lọc băng hẹp phải được sử dụng vì sự khác biệt kết quả đo của các loại kính lọc của các nhà sản xuất khác nhau thấp hơn so với kính lọc băng rộng.

Các kính lọc màu phải luôn được chọn lựa sao cho màu của nó là màu bù của màu mực in được đo. Màu đen được đo với một kính lọc thị giác được điều chỉnh cho phù hợp với cảm nhận độ sáng phổ của mắt người.

Các màu đặc biệt được đo với kính lọc cho giá trị đo cao nhất.

Mực in	Màu kính lọc
Cyan	Red
Magenta	Green
Yellow	Blue

Ba hình minh họa dưới đây cho thấy các đường cong phản xạ phổ của các màu Cyan, Magenta và Yellow cùng các kính lọc màu tương ứng theo DIN 16 536.



3.2.2 Các kính lọc phân cực

Các máy đo mật độ có thể được dùng để đo cả lớp mực ướt lẫn khô. Các màu mực ướt có một bề mặt phẳng và chói sáng.

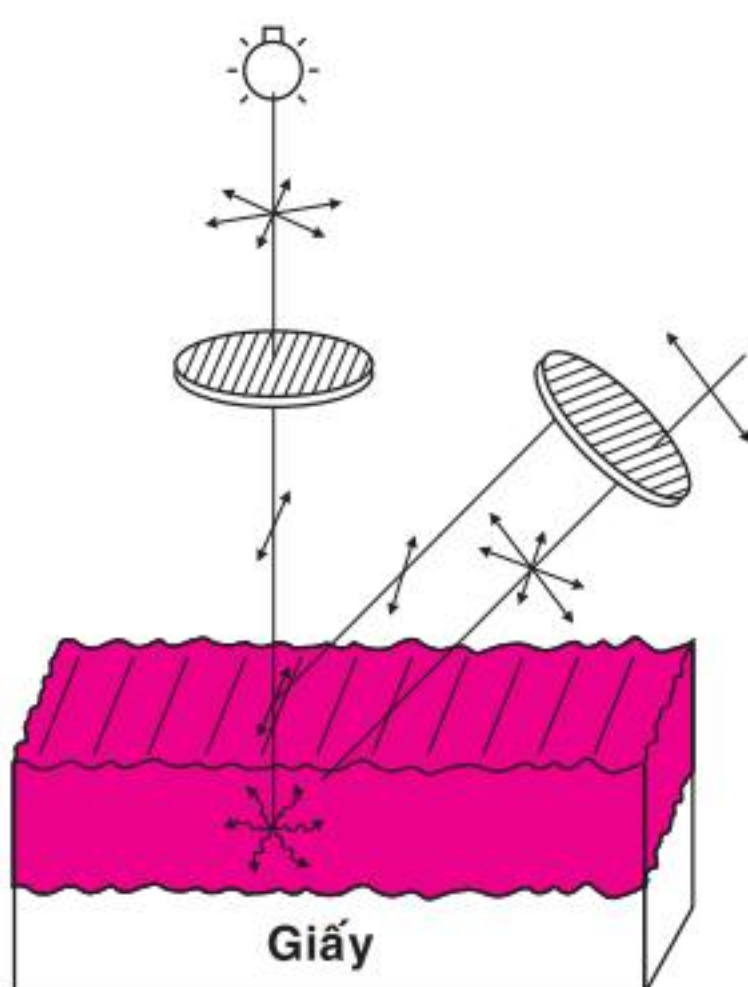
Trong suốt quá trình khô, mực in hoà hợp với cấu trúc không đều đặn của bề mặt giấy và hiệu quả phản chiếu bị giảm đi. Nếu một lớp mực được đo lại sau khi đã khô thì kết quả đo sẽ khác.

Để loại trừ hiệu ứng này hai kính lọc phân cực với các đường chéo nhau được lắp ngang qua đường đi của tia sáng. Các kính lọc phân cực chỉ cho phép ánh sáng dao động theo một phương nhất định đi qua và chặn lại các sóng ánh sáng dao động theo phương khác. Một phần các tia sáng được phân cực bởi kính lọc phân cực đầu tiên sẽ phản xạ theo hiệu ứng từ lớp mực tức là không thay đổi phương dao động của nó. Kính lọc phân cực thứ hai được đặt ở góc 90° so với kính lọc phân cực đầu tiên để chặn các tia sáng phản xạ ngược lại theo hiệu ứng gương này.

Tuy nhiên các tia sáng xuyên qua lớp mực và bị phản chiếu bởi lớp mực hay nền vật liệu in sẽ mất phương phân cực ban đầu của chúng. Vì lẽ đó chúng có thể đi qua kính lọc phân cực thứ hai và tới bộ cảm nhận tín hiệu của máy đo mật độ.

Bằng cách chặn các phần tử ánh sáng phản xạ từ bề mặt mực in còn ướt ta có thể có được giá trị đo xấp xỉ bằng nhau cho mực in còn ướt và đã khô.

Do bị chặn bởi các kính lọc phân cực nên các tia sáng tới được bộ cảm nhận của máy đo sẽ ít hơn. Vì lẽ đó các giá trị đo được từ các máy đo có kính lọc phân cực sẽ thấp hơn khi đo bởi các máy đo khác.



~~~~~> Hướng tán xạ  
————> Phương dao động

### 3.3 Các giá trị đo trong phép đo mật độ

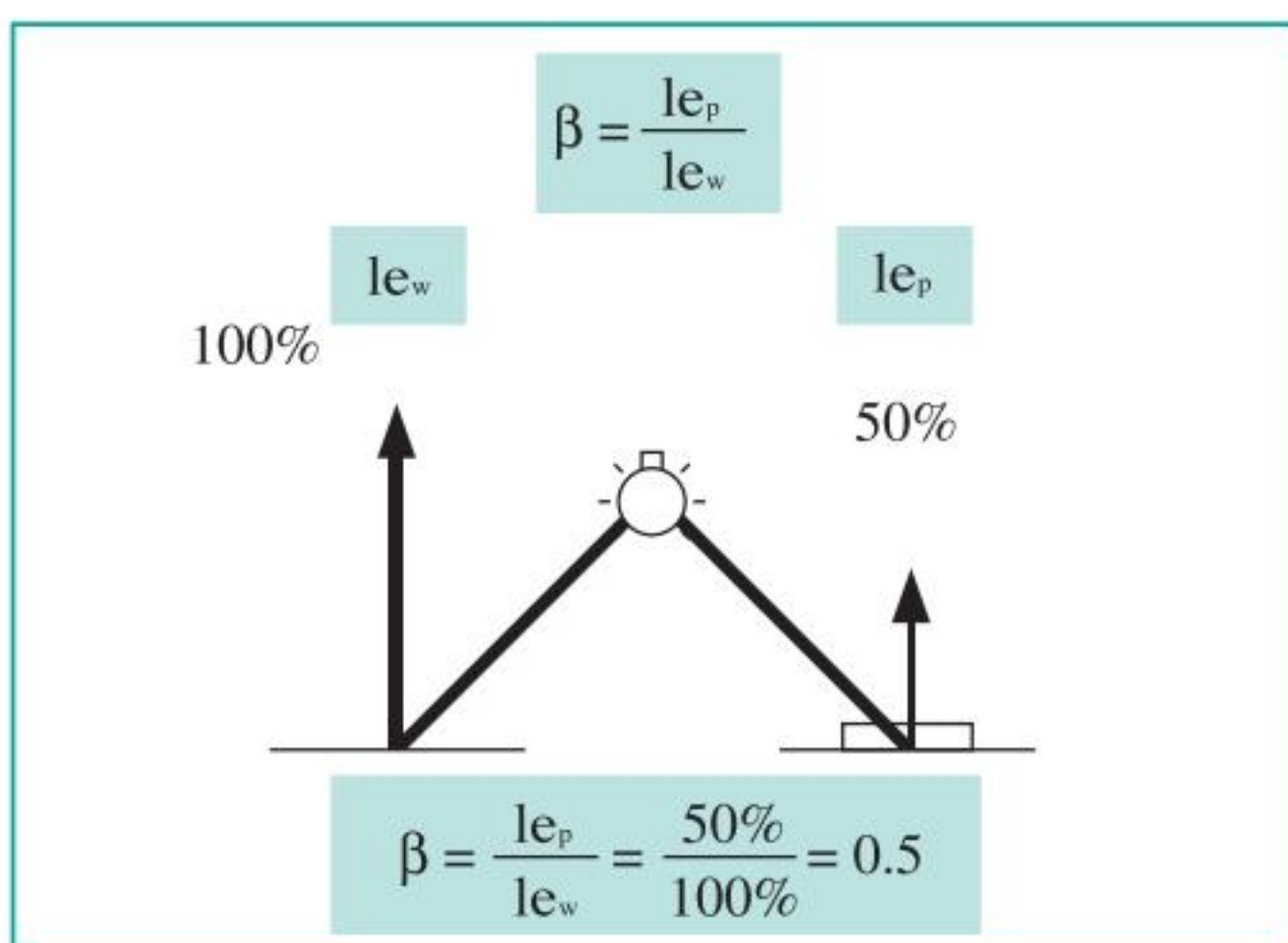
Các máy đo mật độ hiển thị các số đo của chúng cho mật độ mực  $D$  dưới dạng số logarit. Đó là tỷ số logarit giữa ánh sáng hấp thụ bởi một *nền trắng tham chiếu*\* với lượng sáng được hấp thụ của lớp mực được đo. Trong thực tế các số liệu mật độ mực hầu như được gọi chung là “mật độ”.

\* **Nền trắng tham chiếu:** là nền trắng được chọn để làm chuẩn hay làm mẫu tham khảo. Xin tham khảo thêm tài liệu “kỹ thuật đo mật độ” của khoa Kỹ thuật In trường ĐH SPKT TP. HCM.

Giá trị mật độ mực được tính toán theo công thức sau:

$$D = \lg \frac{1}{\beta}$$

Hệ số phản xạ  $\beta$  được tính toán như sau:



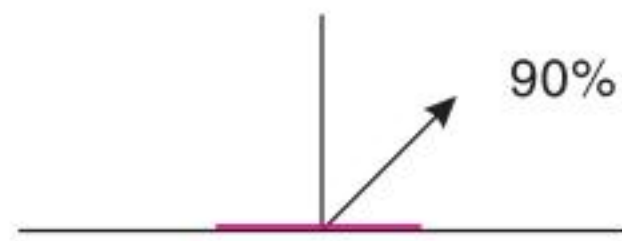
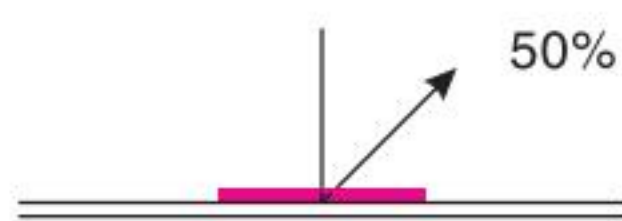
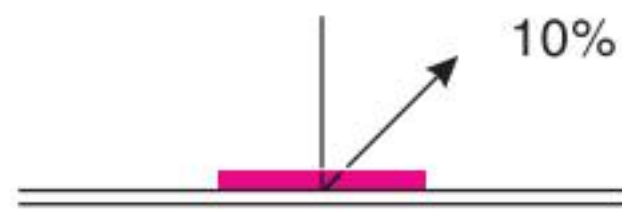
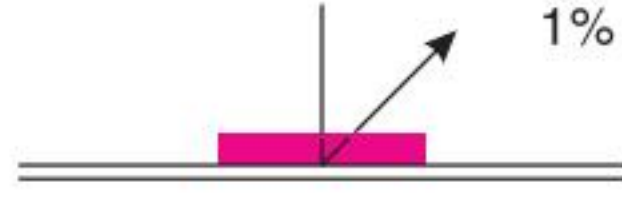
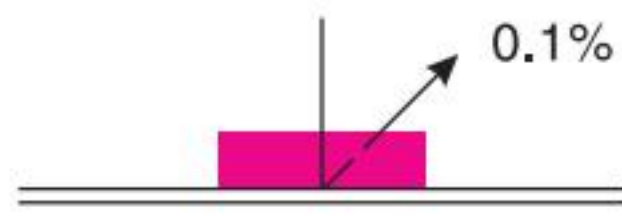
Với  $Le_p$  là một lượng sáng phản xạ từ mực in và  $Le_w$  là lượng sáng phản xạ từ nền trắng tham chiếu.

Hệ số phản xạ  $\beta$  là tỷ số giữa ánh sáng phản xạ từ một mẫu đo (mực in) và từ một điểm trắng (giá trị tham chiếu).

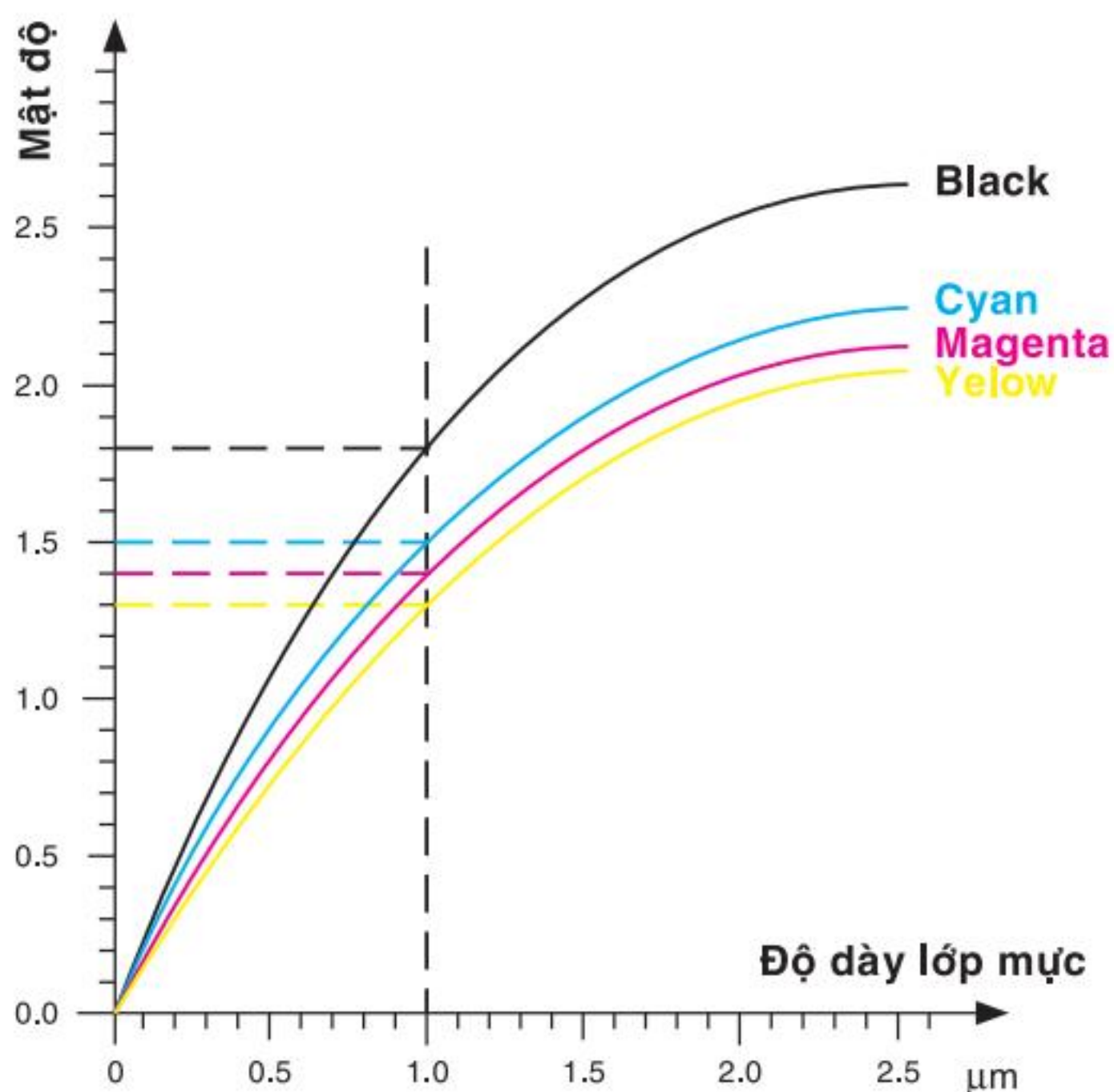
Với giá trị  $\beta$  được tính toán theo như trên, mật độ được tính theo công thức sau:

$$D = \lg \frac{1}{\beta} = \lg \frac{1}{0.5} = \lg 2 = 0.30$$

Có một mối tương quan chặt chẽ giữa độ dày lớp mực và mật độ mực. Hình vẽ dưới đây cho thấy rằng với độ dày lớp mực tăng, sự phản xạ ánh sáng giảm và giá trị mật độ tăng.

|                                                                                      |                                                  |                                         |
|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------------------------|
|    | $\beta = \frac{L_{ep}}{L_{ew}}$<br>$\beta = 0.9$ | $D = \lg \frac{1}{\beta}$<br>$D = 0.05$ |
|  | $\beta = 0.5$                                    | $D = 0.30$                              |
|  | $\beta = 0.1$                                    | $D = 1.00$                              |
|  | $\beta = 0.01$                                   | $D = 2.00$                              |
|  | $\beta = 0.001$                                  | $D = 3.00$                              |
|  | $\beta = 0.0001$                                 | $D = 4.00$                              |

Đồ thị dưới đây cho thấy mối tương quan giữa độ dày lớp mực và mật độ mực của 4 màu cơ bản trong in offset.



Đường thẳng đứng đánh dấu khoảng độ dày lớp mực xấp xỉ 1μm thường được dùng trong in offset. Đồ thị cũng cho thấy rằng các đường cong mật độ dốc ở phần đầu và rất ngang khi độ dày lớp mực cao nhất đạt được. Từ độ dày lớp mực này trở lên hầu như không có sự gia tăng mật độ mực nào nữa thậm chí nếu việc đo được thực hiện trên một hộp chứa đầy mực thì giá trị mật độ cũng sẽ không cao hơn. Tuy nhiên, độ dày của lớp mực này không còn thích hợp cho in offset.

## 3.4 Đo mật độ

### 3.4.1 Lấy điểm zero trên giấy trắng

Trước khi bắt đầu đo, các máy đo mật độ phải được định chuẩn về zero trên nền trắng của giấy (nền trắng tham chiếu) để loại trừ các ảnh hưởng về màu sắc và đặc tính bề mặt của giấy lên việc xác định độ dày lớp mực in.

Vì mục đích này, mật độ của giấy trắng liên hệ đến “nền trắng tuyệt đối” được đo và số đo này được xác lập là zero ( $D=0.00$ ).

### 3.4.2 Mật độ tông nguyên

Số đo trên một vùng tông nguyên được coi như mật độ tông nguyên (DV). Nó được đo trên dải kiểm tra quá trình in được in trên tờ in đặt thẳng góc với hướng in.

Ngoài các phần tử kiểm tra khác, dải kiểm tra in còn có các ô tông nguyên cho cả 4 màu cơ bản và nếu cần thiết còn có các màu bổ sung.

Mật độ tông nguyên cho phép kiểm tra và duy trì độ dày lớp mực đều đặn (trong khoảng dung sai nhất định) trên toàn bộ tờ in và quá trình in.

### 3.4.3 Mật độ tầng thứ

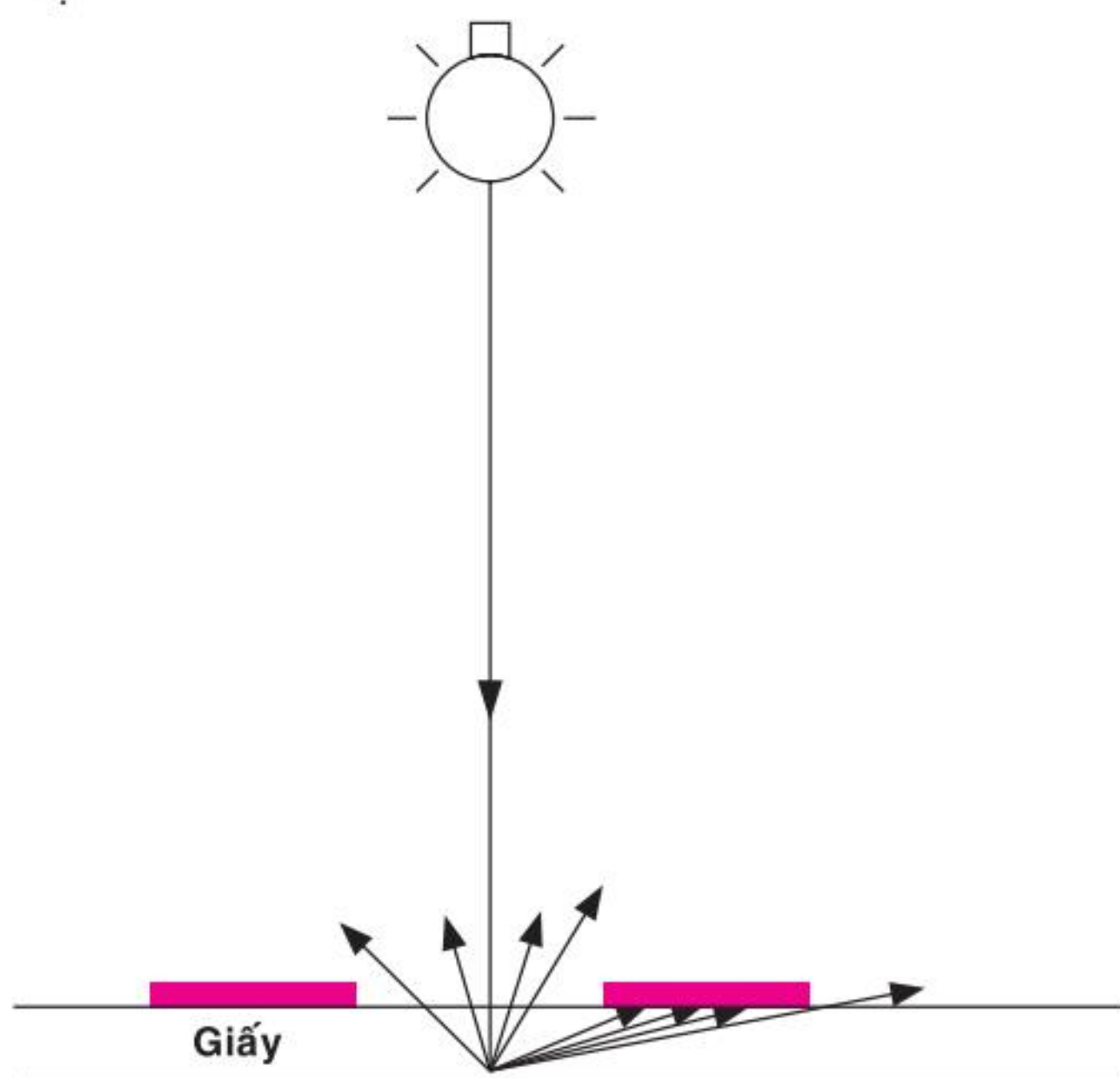
Mật độ tầng thứ được đo trên các ô tầng thứ của dải kiểm tra in. Trong vùng đo khoảng 3 đến 4 mm có sự phối hợp giữa các điểm tram và nền trắng của giấy, giống như khi được nhìn bởi mắt người.

Giá trị đo được là mật độ mực tại một giá trị tầng thứ (% diện tích điểm tram). Tỷ lệ giữa diện tích của các điểm tram và tổng diện tích bề mặt tại vùng được đo càng lớn thì độ dày lớp mực càng cao và giá trị mật độ tầng thứ càng lớn.

### 3.4.4 Diện tích che quang học hiệu dụng (giá trị tăng thứ trên tờ in)

Khi vùng tram được đo bằng một máy đo mật độ, nó không phải là độ che phủ diện tích hình học tức là tỷ lệ diện tích giữa các điểm tram và nền trắng của giấy mà là đo độ che diện tích quang học hiệu dụng.

Sự khác biệt giữa độ che diện tích hình học và độ che diện tích quang học hiệu dụng ở chỗ là cả khi quan sát lẫn khi đo mật độ thì phần ánh sáng chiếu tới đi vào trong nền giấy tại các điểm không được in bị giữ lại bên dưới các hạt tram trong quá trình phản xạ và coi như được hấp thụ.



Hiệu ứng này được gọi là “sự tán quang”. Nó làm cho các điểm tram xuất hiện về phương diện quang học to hơn kích thước thật của nó. Độ che diện tích quang học hiệu dụng phối hợp cả độ che diện tích hình học lẫn sự gia tăng diện tích quang học.

### 3.5 Định lượng

Từ các giá trị đo mật độ tông nguyên và mật độ tầng thứ, sự gia tăng tầng thứ và độ tương phản có thể tính toán được. Tuy nhiên đầu tiên tất cả các thiết bị đo phải được cân chỉnh về zero trên nền giấy trắng.

#### 3.5.1 Giá trị tầng thứ trong in

Từ các giá trị mật độ tông nguyên (DV) và giá trị mật độ của tầng thứ được đo (DR), giá trị tầng thứ (% diện tích điểm tram) của tờ in  $F_D$  có thể tính được bằng phương trình Murray - Davies

$$F_D(\%) = \frac{1 - 10^{-DR}}{1 - 10^{-DV}} \cdot 100$$

#### 3.5.2 Sự gia tăng tầng thứ

Sự gia tăng tầng thứ  $Z(\%)$  là hiệu số giữa giá trị tầng thứ đo được trên tờ in ( $F_D$ ) và giá trị tầng thứ đã biết trên phim ( $F_F$ ).

$$Z(\%) = F_D - F_F$$

#### 3.5.3 Độ tương phản in

Độ tương phản in tương đối cũng được tính từ giá trị mật độ tông nguyên DV và mật độ tông tram DR. Giá trị DR ở đây tốt nhất nên được đo ở tông  $\frac{3}{4}$  (Tông 75%).

$$K(\%) = \frac{DV - DR}{DV} \cdot 100$$

### 3.5.4 Sự nhận mực

Sự nhận mực được tính toán từ các giá trị mật độ tông nguyên cho mỗi màu riêng biệt, nó cũng được tính từ các ô màu tông nguyên được in chồng 2 màu và 3 màu trên thang kiểm tra in tương ứng với thứ tự màu in.

Sự nhận mực được tính toán bằng công thức sau cho thấy tỷ lệ % sự truyền một lớp mực này lên trên một lớp mực khác. Màu nằm bên dưới (màu in đầu tiên lên giấy) được coi là có tình trạng nhận mực 100%.

#### 3.5.4.1 In chồng 2 màu

$$FA_2 (\%) = \frac{D_{1+2} - D_1}{D_2} \cdot 100$$

với

$D_{1+2}$  Mật độ mực in của cả hai màu

$D_1$  Mật độ mực của lớp mực in đầu tiên

$D_2$  Mật độ mực của lớp mực in sau cùng

**Chú ý:** Tất cả các mật độ mực phải được đo với kính lọc màu bù dành cho màu in thứ 2.

#### 3.5.4.2 In chồng 3 màu

với

$$FA_{\frac{3}{2}} (\%) = \frac{D_{1+2+3} - D_{1+2}}{D_3} \cdot 100$$

$D_{1+2+3}$  Mật độ mực in của cả ba màu

$D_3$  Mật độ mực của lớp mực in sau cùng

$D_{1+2}$  Mật độ mực của hai lớp mực in đầu tiên

**Chú ý:** Tất cả các mật độ mực phải được đo với một kính lọc màu bù dành cho màu in thứ ba.

Công thức trên cũng được dùng trong bộ phận kiểm tra chất lượng CPC 21 của Heidelberg. Thêm vào đó còn có các phương pháp khác để tính toán việc nhận mực. Tất cả các phương pháp này đang còn là các vấn đề tranh luận, do các giá trị đạt được hiểu một cách quá cứng nhắc. Tuy nhiên, để so sánh giữa các lần in và đặc biệt là giữa các tờ in trong cùng một đợt in thì chúng thực sự có ý nghĩa. Giá trị FA càng cao việc nhận mực càng tốt.

### 3.6 Tiêu chuẩn hoá trong quá trình in

In offset là một quá trình gồm nhiều giai đoạn từ khi nhận mẫu cho đến khi ra sản phẩm in cuối cùng, như chế bản, in thử, phơi bản, in thật... Trong mỗi giai đoạn của quá trình, kích thước của các phần tử in sẽ thay đổi : các điểm tram sẽ lớn hơn hoặc nhỏ đi, các đường trở nên mảnh đi hay dày hơn.

Sự thể hiện tiêu biểu cho mỗi bước trong quá trình có thể được mô tả bằng các đặc tuyến truyền ảnh, thông dụng nhất là các đặc tính phơi bản và đặc tính in.

Mục đích của cả quá trình chế bản là làm cho tờ in ra giống mẫu. Ở giai đoạn trước in tất cả các yếu tố biến đổi của ảnh in gây ra bởi chế bản có thể được bù trừ. Tuy nhiên, vì hiệu quả kinh tế, điều này chỉ có khả năng nếu số lượng đặc tính truyền ảnh ít đi.

Vì lẽ đó việc tiêu chuẩn hoá trong in chỉ nhằm vào việc xác định một lượng nhỏ các đặc tính truyền ảnh sau cùng với 1 dung sai thấp để có được quá trình chế bản đạt chất lượng cao, chi phí thấp mà không phải bận tâm nhiều về các đặc tính của thiết bị phơi bản hay các thiết bị in riêng rẽ.

Tất cả các bước trong quá trình phải nhằm vào mục tiêu này và tính ổn định của nó phải được theo dõi liên tục. Các dải kiểm tra in, kiểm tra bản và đặc biệt là các máy đo màu ở máy in là những công cụ rất quan trọng để đạt được mục tiêu này.

### 3.6.1 Các hệ thống tiêu chuẩn hoá

Có nhiều hệ thống tiêu chuẩn hoá khác nhau. Tất cả đều nhằm vào cùng mục đích: tạo ra các tờ in có hiệu quả về giá thành, chất lượng in cao và ổn định.

Các hướng dẫn cho việc tiêu chuẩn hoá trong ngành in đang được các nhà cung cấp và các viện nghiên cứu khác nhau cung cấp. Thí dụ, các hướng dẫn về tiêu chuẩn được biên soạn bởi Viện FOGRA - Hiệp hội nghiên cứu về công nghệ in và chế bản của CHLB Đức - đại diện cho Hiệp hội in CHLB Đức.

Khái niệm này được mô tả chi tiết trong ấn bản được minh hoạ ở hình kế bên “Hướng dẫn tiêu chuẩn hoá quá trình in offset - Các hướng dẫn cho việc chế bản và in”. Ấn bản (A4 này) và một phim video được xuất bản bằng hai thứ tiếng Anh và Đức. Dựa trên ấn bản này Khoa Kỹ thuật In Trường Đại học Sư Phạm Kỹ thuật Tp. HCM đã biên soạn giáo trình “*Thực hành kiểm tra chất lượng in offset*”



### 3.7 Các giới hạn của máy đo mật độ

Cũng giống như kỹ thuật tách màu, các máy đo mật độ hoạt động với các kính lọc được điều chỉnh cho phù hợp với 4 màu cơ bản. Chúng cung cấp một giá trị tương đối về độ dày lớp mực nghĩa là chúng không đo sự thể hiện quang học của màu.

X : thích hợp cho các màu cơ bản  
● : thích hợp cho các màu đặc biệt  
( ) : thích hợp 1 phần

|                                                   | Máy đo mật độ | Máy đo màu     |            |
|---------------------------------------------------|---------------|----------------|------------|
|                                                   |               | PP. kích thích | PP. Đo phổ |
| <b>Công thức mực</b>                              |               |                | ●          |
| <b>Điều chỉnh mực</b>                             |               |                |            |
| • Trên cơ sở các tiêu chuẩn                       | X (●)         | X ●            | X ●        |
| • Trên cơ sở các dải kiểm tra in thử              | X (●)         | X ●            | X ●        |
| • Trên cơ sở các số liệu chủ yếu                  |               | (X) (●)        | X ●        |
| • Trên cơ sở bản in thử                           |               | X ●            | X ●        |
| • Trên cơ sở các dải ngẫu nhiên                   |               | X ●            | X ●        |
| • Trên cơ sở dữ liệu hình ảnh (quá trình chế bản) |               | (X) (●)        | X ●        |
| • Xác định mực in thích hợp                       |               | (X) (●)        | X ●        |
| <b>Hoà hợp màu (so sánh)</b>                      |               | X (●)          | X ●        |
| <b>Kiểm soát quá trình in</b>                     |               |                |            |
| • Trên cơ sở ô tông nguyên                        | X (●)         | X ●            | X ●        |
| • Trên cơ sở ô tầng thứ đơn sắc                   | X (●)         | X ●            | X ●        |
| • Trên cơ sở ô tầng thứ in nhiều màu              | (X)           | X ●            | X ●        |
| • Dựa theo hình ảnh                               |               | X ●            | X ●        |
| • Xác định các yếu tố sai hỏng do mực             |               | X ●            | X ●        |
| • Xác định các thay đổi của giấy in               |               | X ●            | X ●        |
| <b>Đo đặc</b>                                     |               |                |            |
| • Mật độ tông nguyên                              | X (●)         | X (●)          | X ●        |
| • Sự gia tăng tầng thứ                            | X (●)         | X (●)          | X ●        |
| • Sự nhận mực (tương đối)                         | X (●)         | X (●)          | X ●        |
| • Sự nhận mực (tuyệt đối)                         |               | X ●            | X ●        |
| • Hiện tượng meta                                 |               | X ●            | X ●        |
| • Ấn tượng cảm nhận                               |               | X ●            | X ●        |

Các yếu tố này đặt ra một số giới hạn nhất định cho việc ứng dụng các máy đo. Bảng phía trên liệt kê các lĩnh vực áp dụng tiêu biểu khi so sánh với máy đo màu và máy đo phổ.

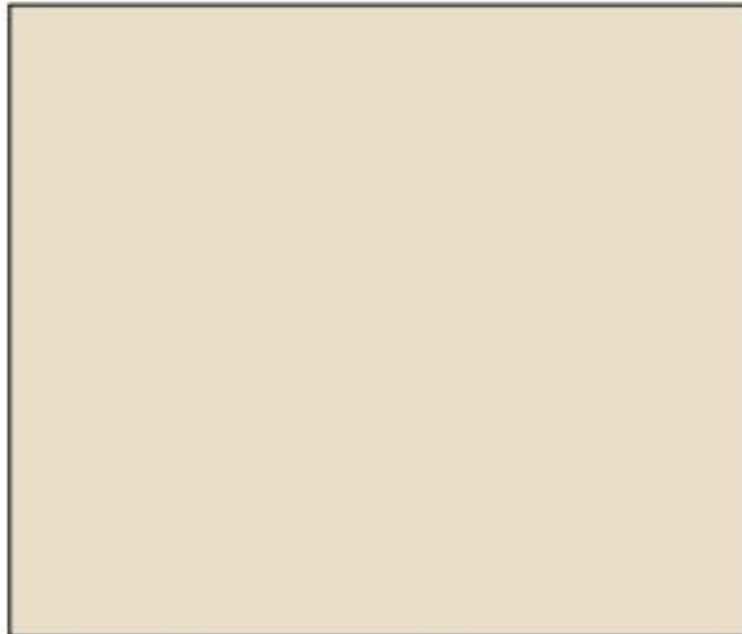
Một bất lợi chủ yếu của phép đo mật độ là các mật độ màu giống nhau không nhất thiết dẫn tới các cảm nhận quang học giống nhau. Đây là trường hợp khi các chất liệu màu được so sánh cho thấy sự khác biệt giữa chúng với nhau. Vì lẽ đó các giá trị tham chiếu có thể không được lấy từ các bản in thử hay các mẫu khác.

Các hạn chế của 3 kính lọc màu Red, Green, Blue là tương đối quan trọng. Khi các màu mẫu được phối trộn bởi nhiều hơn 4 màu cơ bản thì việc đo các màu bổ sung trở thành một vấn đề nan giải. Trong hầu hết các trường hợp, không có kính lọc nào thích hợp cho các màu bổ sung như thế kết quả là các giá trị mật độ mực đo được quá thấp và sự gia tăng tầng thứ cũng sai.

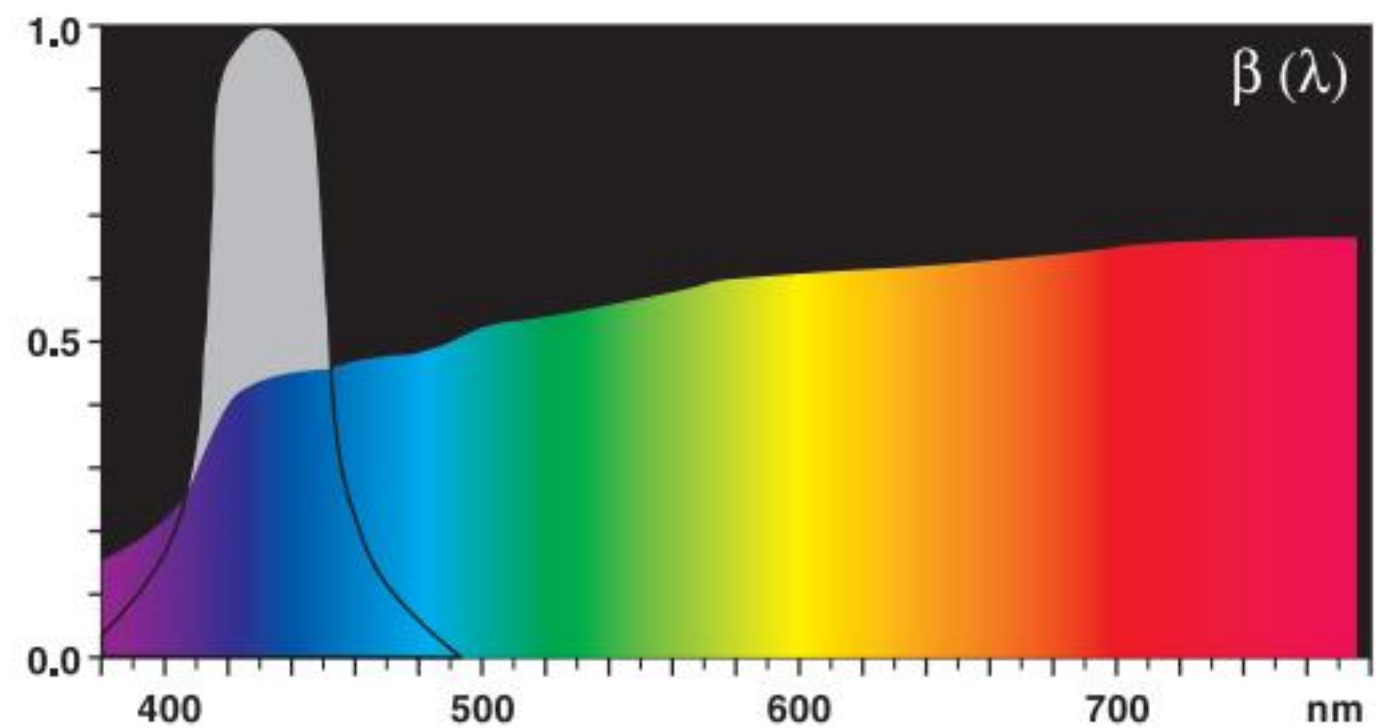
Việc sử dụng các máy đo mật độ cũng bị phê phán khi kiểm tra màu trên cơ sở các ô tầng thứ chồng nhiều màu như là các ô kiểm tra sự cân bằng xám. Nếu một ô cân bằng xám được đo với 3 kính lọc màu thì các giá trị mật độ mực đạt được khác với các giá trị nhận được khi đo riêng từng màu bằng kính lọc dành cho nó. Điều này xảy ra vì mỗi một màu mực trong 3 màu mực in sẽ góp phần vào tổng mật độ mực và các màu cơ bản không phải là những mực in hoàn hảo (hấp thụ hoàn hảo 1/3 vùng quang phổ thấy được và phản xạ 2/3 còn lại) nên chúng sẽ hấp thụ thêm các khoảng phổ mà lẽ ra chúng không được hấp thụ.

Các máy đo mật độ rất hữu ích trong việc theo dõi quá trình in của một máy in 4 màu. Trong tất cả các trường hợp khác các máy đo mật độ đều bị giới hạn khi sử dụng.

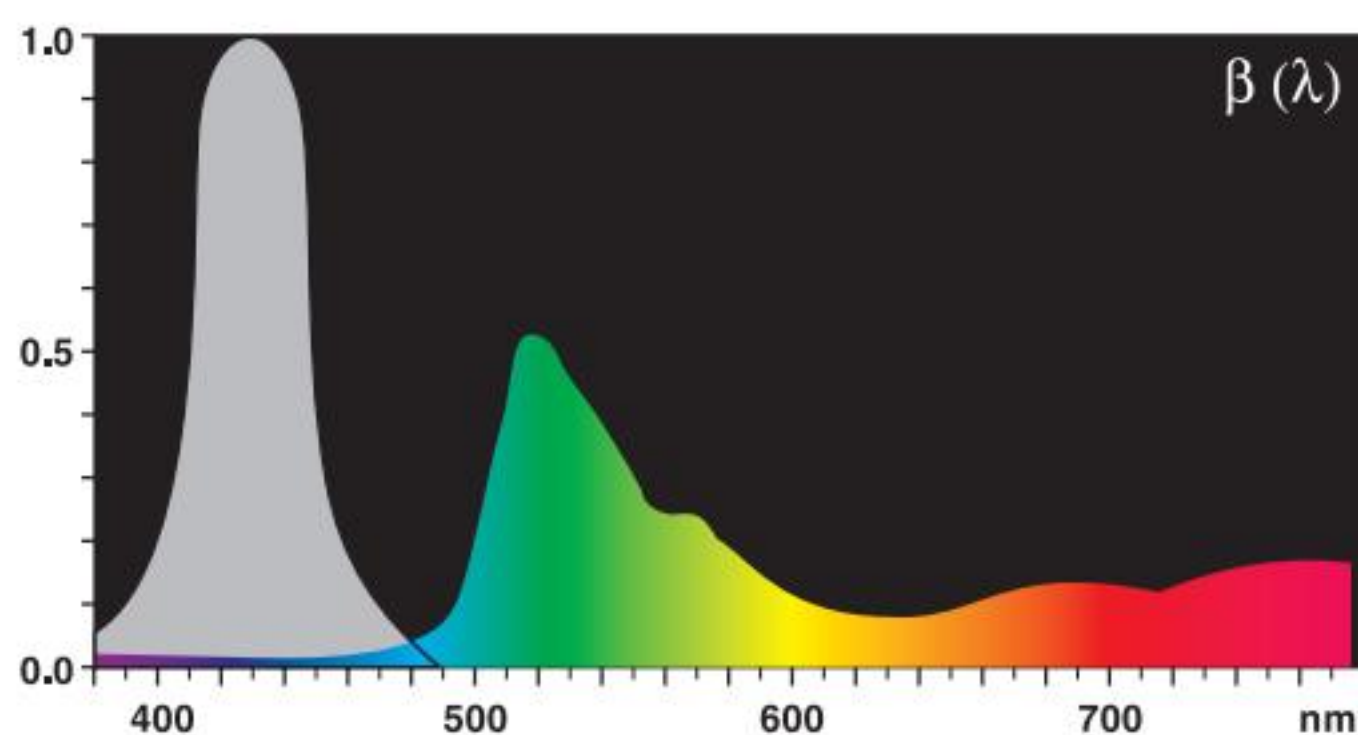
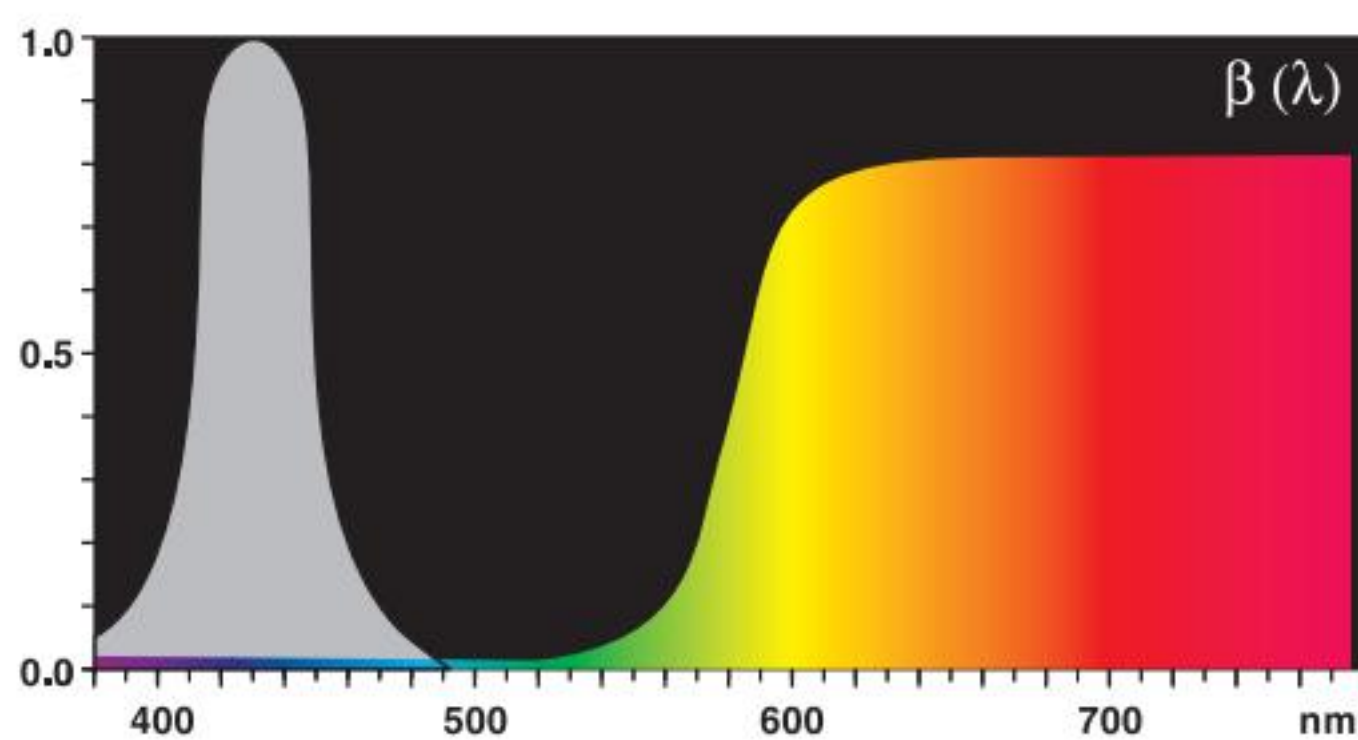
Hai ví dụ dưới đây cho thấy các màu bổ sung được đo với máy đo mật độ như thế nào.



Mẫu màu Pantone xám ảm 1



Tông màu “xám” được trình bày ở đây có độ phản xạ tương đối cao, hơi giảm đi về phía khoảng phổ Blue (380 - 500 nm). Do vậy giá trị mật độ cao nhất (0.17 ) được đo với một kính lọc màu Blue. Giá trị thấp này không thể thay đổi một cách dễ dàng, vì thay đổi độ dày lớp mực chỉ dẫn tới làm thay đổi không đáng kể mật độ. Vì lẽ đó trên thực tế các màu nhạt chủ yếu được đánh giá bằng mắt trên cơ sở tờ in khách hàng đồng ý và được điều chỉnh thủ công.



Các màu bổ sung HKS 8 và HKS 65 ở ví dụ thứ 2 này có sự khác biệt hoàn toàn về tông màu và có thể thấy được từ đường cong phản xạ phổ của nó. Đối với cả hai màu sự hấp thụ trong phạm vi phổ Blue (380 - 500 nm) là lớn nhất. Và kết quả là mật độ cao nhất (1.6 cho mỗi màu) được đo bằng kính lọc màu Blue. Do vậy các giá trị mật độ bằng nhau được đo bởi cùng một kính lọc màu không có nghĩa là các tông màu của chúng như nhau!

Vì vậy sự thể hiện của một màu chỉ có thể đánh giá được bởi phép đo màu.



# Các phép đo màu



## 4 Các phép đo màu

|        |                                                                           |     |
|--------|---------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.1    | Đo màu                                                                    | 70  |
| 4.2    | Các giá trị kích thích 3 thành phần/<br>Điểm trắng tham chiếu             | 72  |
| 4.3    | Các điều kiện chiếu sáng chuẩn                                            | 72  |
| 4.4    | Người quan sát chuẩn.<br>Các đường cong phối hợp màu                      | 74  |
| 4.5    | Đo màu bằng máy đo phổ                                                    | 76  |
| 4.6    | Khoảng sai biệt màu $\Delta E$                                            | 78  |
| 4.6.1  | Không gian màu CIE LAB                                                    | 81  |
| 4.6.2  | Không gian màu CIE LUV                                                    | 84  |
| 4.6.3  | Không gian màu CIE LCH                                                    | 85  |
| 4.6.4  | Hệ CMC                                                                    | 86  |
| 4.7    | Hệ Munsell                                                                | 88  |
| 4.8    | Phương pháp kích thích ba thành phần màu                                  | 89  |
| 4.9    | Đo màu phổ                                                                | 90  |
| 4.10   | Nguyên lý đo của bộ phận kiểm tra<br>chất lượng phổ CPC 21 của Heidelberg | 92  |
| 4.11   | Các dải kiểm tra màu và in thử                                            | 93  |
| 4.11.1 | Các dải kiểm tra in thử                                                   | 93  |
| 4.11.2 | Các dải kiểm tra màu                                                      | 94  |
| 4.12   | Kiểm soát mực với CPC 21 của Heidelberg                                   | 95  |
| 4.12.1 | Kiểm soát màu qua các ô xám                                               | 95  |
| 4.12.2 | Kiểm soát màu với các ô tông nguyên                                       | 97  |
| 4.12.3 | Kiểm soát mật độ tông nguyên                                              | 99  |
| 4.13   | Các ưu điểm của phép đo màu đối với in offset                             | 100 |



Như đã đề cập ở phần “Các hệ thống phân loại màu”, có 3 giá trị cần thiết để xác định màu một cách rõ ràng. Các phép đo màu mô tả các giá trị này được xác định như thế nào và chúng liên hệ với nhau ra sao? Tuy nhiên, điều kiện tiên quyết là các màu này phải có thể đo được. Vì thế, việc đo màu và các phép đo màu liên hệ qua lại một cách trực tiếp.

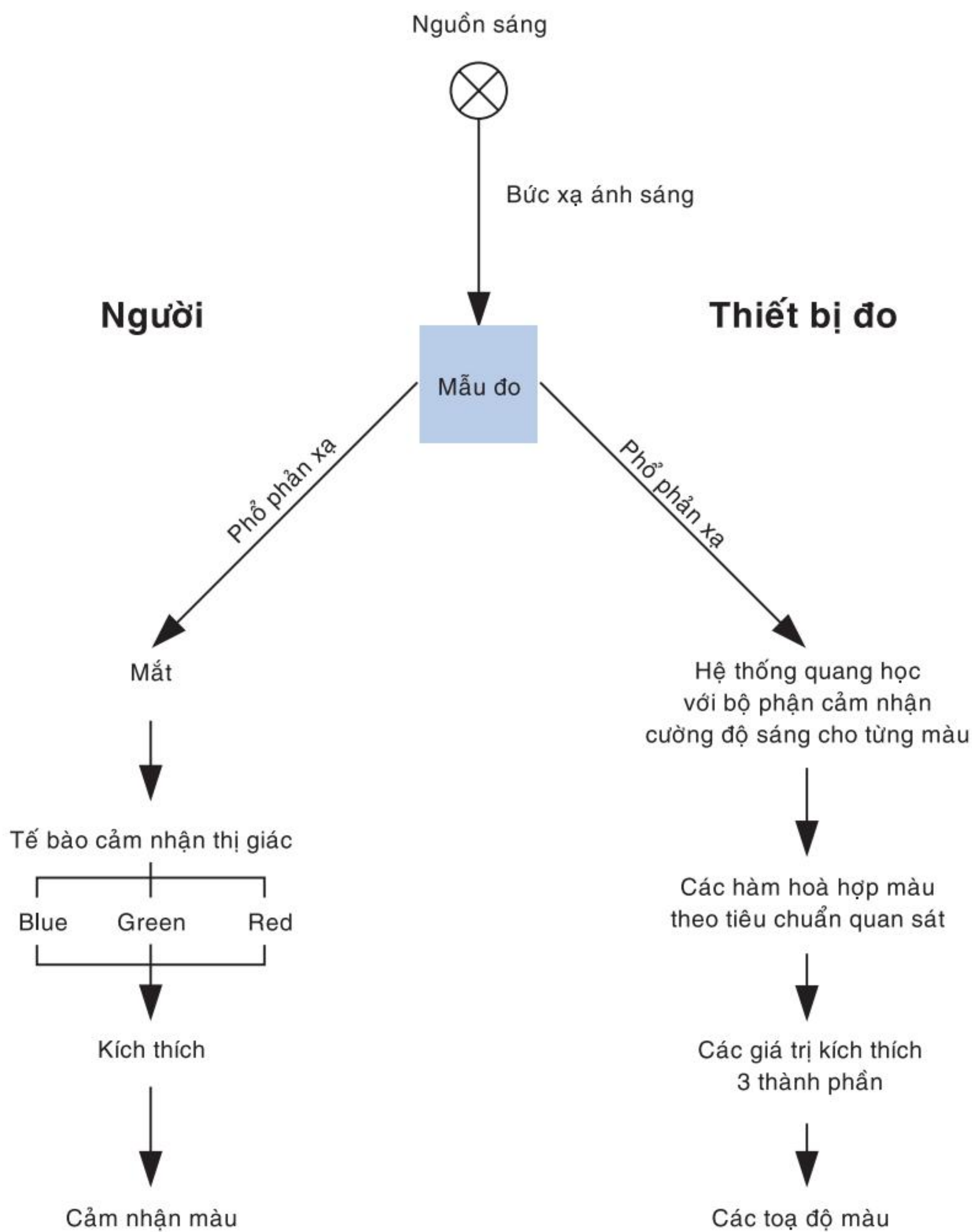
## 4.1 Đo màu

Các màu được đo bằng phương pháp kích thích 3 giá trị màu giống như cảm nhận của mắt người hoặc đo phổ phản xạ.

Về nguyên tắc, cấu tạo của các thiết bị đo màu phải tuân theo phương thức tương tự mắt người nhìn màu. (Xem hình trang bên)

Mực (mẫu đo) được chiếu sáng bởi một nguồn sáng phát xạ. Một phần ánh sáng chiếu tới bị mẫu đo hấp thụ và phần còn lại phản xạ. Ánh sáng phản xạ được mắt người thu nhận. Khi ánh sáng chiếu tới mắt, các tế bào hình nón nhạy với các màu Red, Green, Blue bị kích thích và được các tế bào thần kinh thị giác chuyển tín hiệu kích thích tới não bộ cho phép cảm nhận màu.

Tiến trình cảm nhận màu tự nhiên này được mô phỏng lại trong các thiết bị đo. Trong quá trình đo ánh sáng được chiếu tới mẫu đo. Ánh sáng phản xạ đi qua một hệ thống ống kính và tới bộ cảm biến, bộ cảm biến này dùng để đo cường độ ánh sáng của mỗi màu và chuyển tín hiệu cảm nhận được cho một máy tính. Tại đó, các tín hiệu này được đối chiếu với giá trị cảm nhận tương ứng của 3 loại tế bào hình nón trong mắt người được xác định theo chuẩn quan sát của CIE. Kết quả nhận được là các giá trị kích thích X, Y và Z. Sau cùng, các giá trị này được chuyển đổi thành các độ màu hay các tọa độ của các không gian màu khác (thí dụ như CIE LAB hay CIE LUV).





**Điểm trắng tham chiếu:** là điểm trắng được chọn để làm chuẩn hay làm mẫu tham khảo.

## 4.2 Các giá trị kích thích 3 thành phần/ Điểm trắng tham chiếu

Trong đo màu, việc xác định các giá trị kích thích 3 thành phần từ các vật phản xạ hoặc phát xạ đòi hỏi những điều kiện phải được chuẩn hoá trước. Hầu hết các điều kiện được chuẩn hoá này được nhà sản xuất thiết bị đo dự kiến cố ý để người sử dụng đừng quan tâm xa hơn nữa. Tuy nhiên, trong phép đo màu của vật thể có 3 yếu tố thường thay đổi và phải được người sử dụng điều chỉnh, đó là: điểm trắng tham chiếu, loại ánh sáng và người (chủ thể) quan sát.

Thông thường, các giá trị đo màu liên quan tới độ trắng tuyệt đối. Vì thế, việc cân chỉnh chính là cân chỉnh các đơn vị đo lần lượt theo một độ trắng tuyệt đối theo lý thuyết. Ngược với phép đo mật độ, giấy chỉ được dùng như điểm trắng tham chiếu trong những trường hợp ngoại lệ.

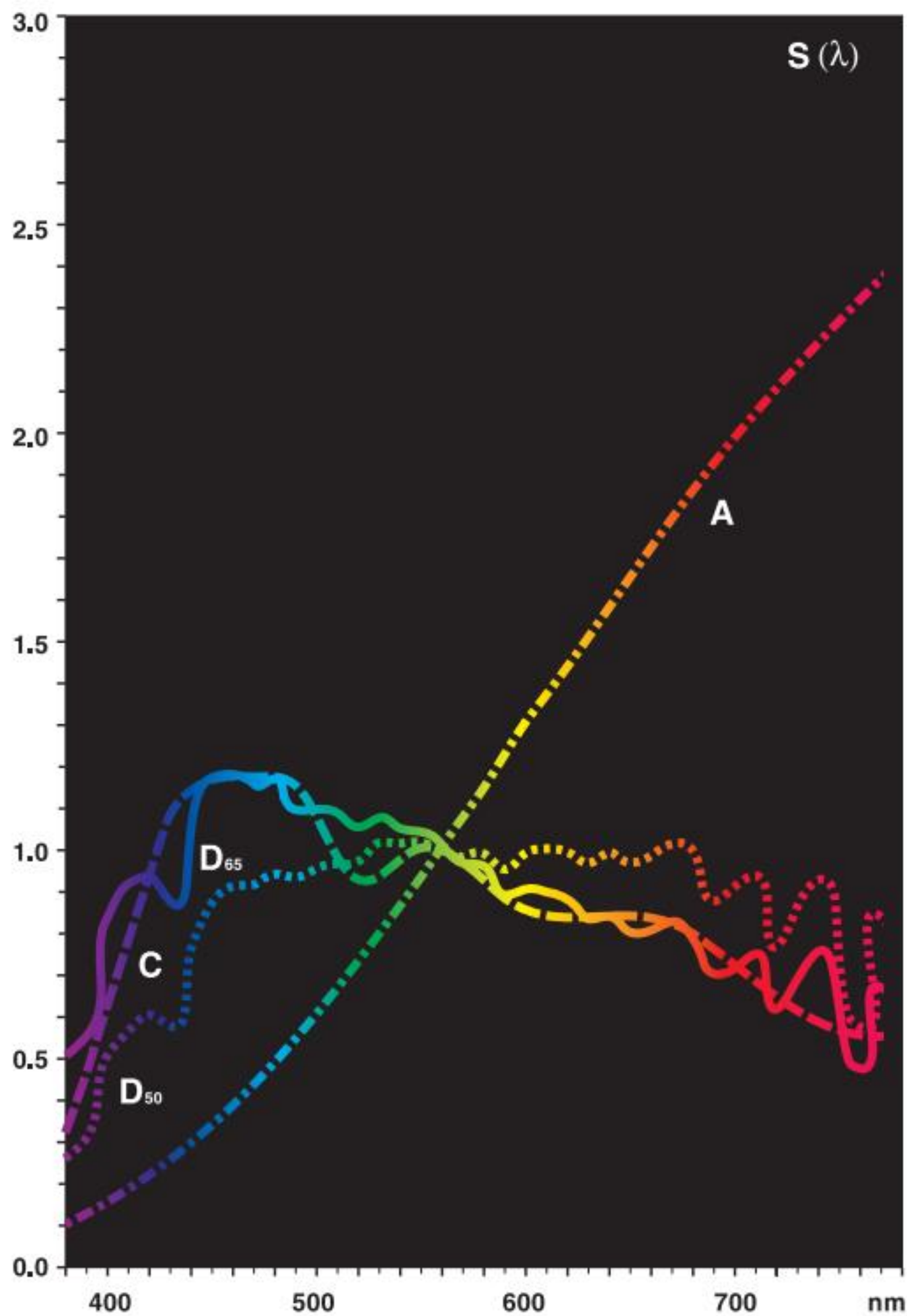
## 4.3 Các điều kiện chiếu sáng chuẩn

Không có ánh sáng - không có màu sắc. Nhưng điều này cũng có nghĩa loại ánh sáng đó ảnh hưởng đến việc cảm nhận màu của chúng ta. Màu sắc của ánh sáng được xác định bởi thành phần quang phổ của nó.

Trong tự nhiên, ánh sáng mặt trời, tùy theo thời tiết cũng như mùa và từng thời điểm trong ngày đều có ảnh hưởng đến thành phần quang phổ ánh sáng. Các nhà đạo diễn phim hoặc nhiếp ảnh gia thường phải đợi một thời gian dài cho đến khi điều kiện chiếu sáng đạt được như ý họ.

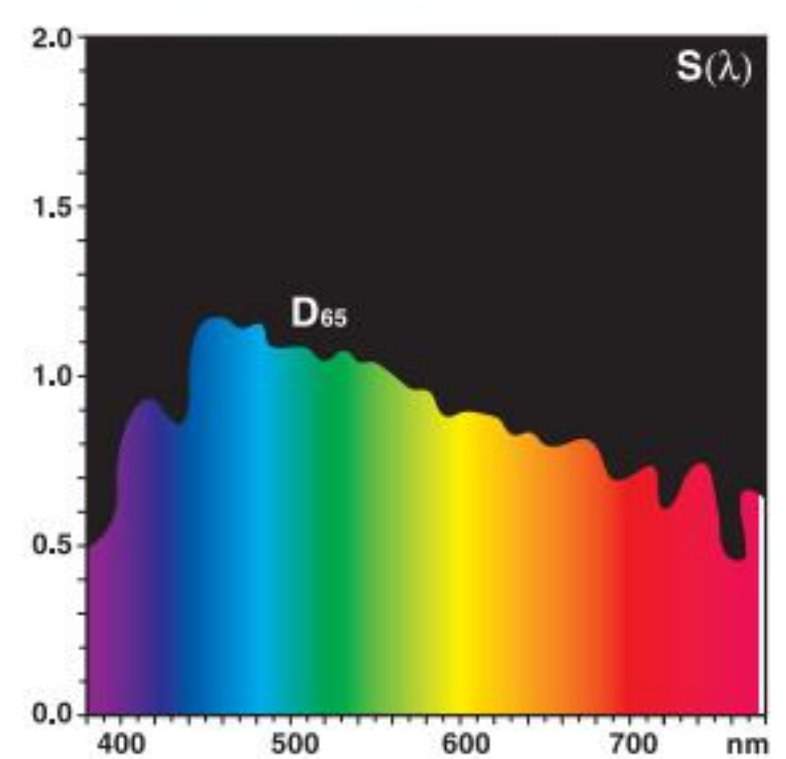
Hơn nữa, có sự khác biệt trong thành phần quang phổ của đèn chiếu sáng nhân tạo. Một vài loại đèn tạo ra ánh sáng hơi ngả sang đỏ trong khi loại đèn khác toả ra ánh sáng hơi ngả sang lục hoặc xanh nhạt.

Sự phản xạ phổ và cảm nhận màu thay đổi tùy thuộc vào điều kiện chiếu sáng. Do đó, việc xác định các giá trị kích thích 3 thành phần phải dựa trên cơ sở ánh sáng chuẩn.



Theo tiêu chuẩn, sự phân bố cường độ sáng cho các loại ánh sáng khác nhau nằm trong khoảng giữa 380 và 780 nm (cách nhau từng khoảng 5 nm). Hình minh họa ở trên cho thấy sự phân bố phổ cho các nguồn chiếu sáng chuẩn A, C, D<sub>50</sub> và D<sub>65</sub>.

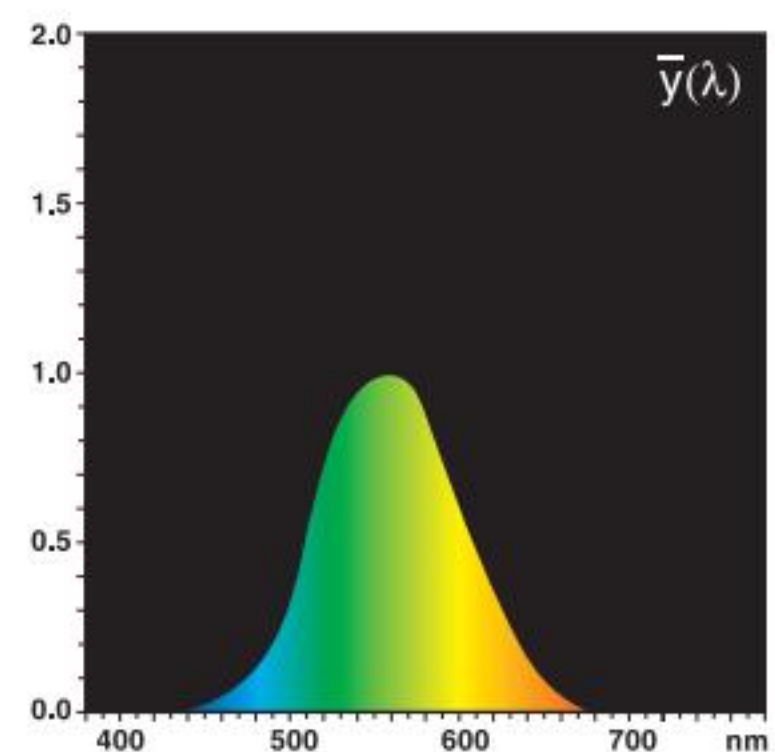
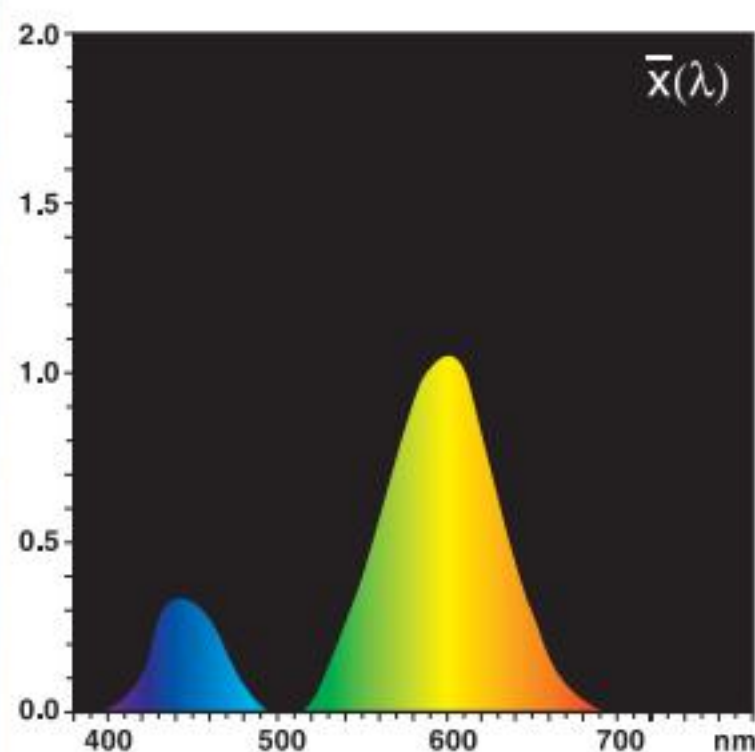
Các nguồn chiếu sáng chuẩn C, D<sub>50</sub> và D<sub>65</sub> tương đồng như ánh sáng trung bình ban ngày với cường độ bức xạ cao nhất ở vùng màu tím. Hình minh họa kế bên cho thấy thành phần của nguồn sáng D<sub>65</sub>. Một nguồn chiếu sáng chuẩn A có cường độ đỉnh (cường độ cao nhất) nằm trong vùng màu Red thì nó ngả đỏ (ánh sáng buổi chiều và đèn điện)



## 4.4 Người quan sát chuẩn

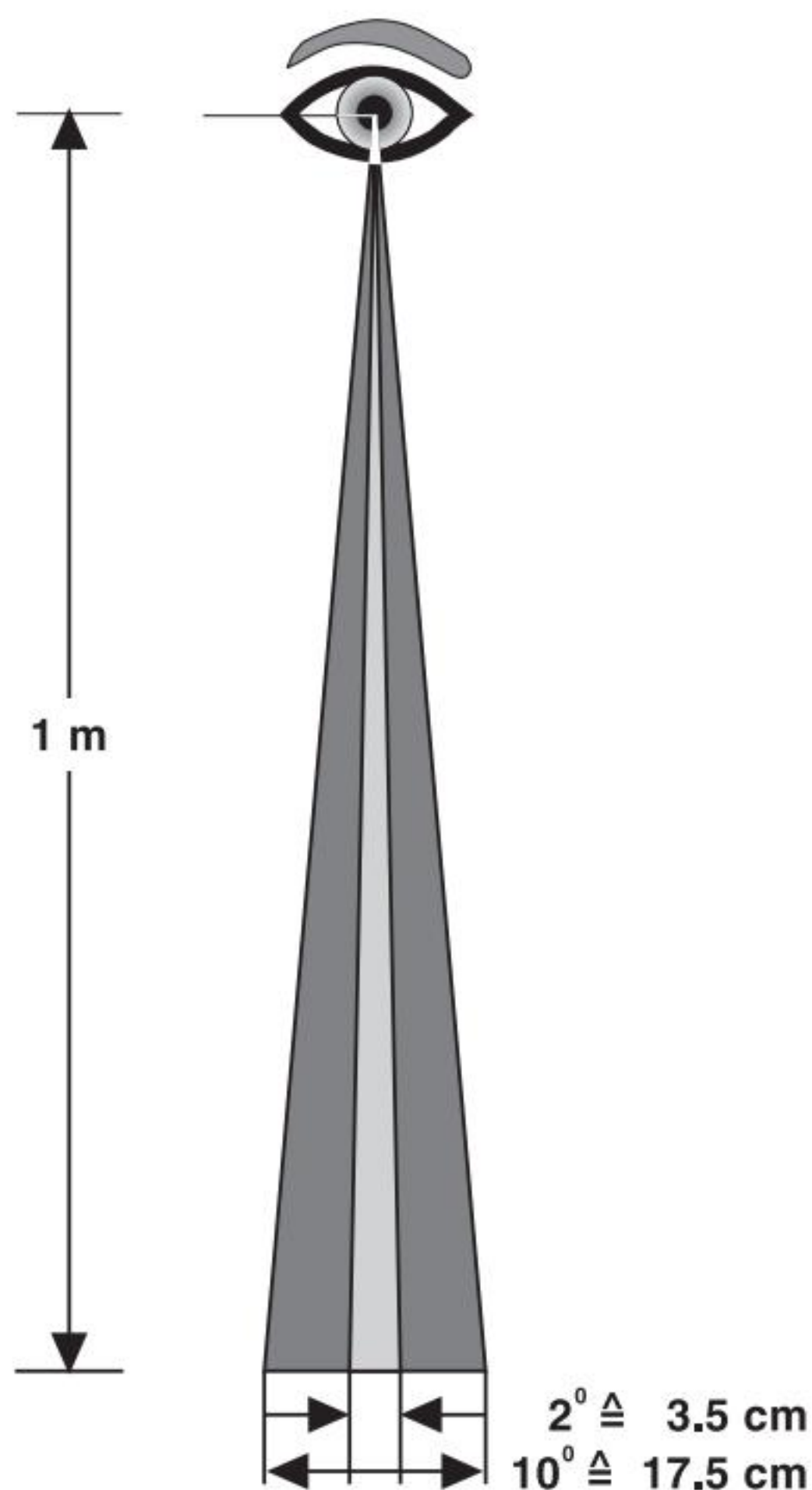
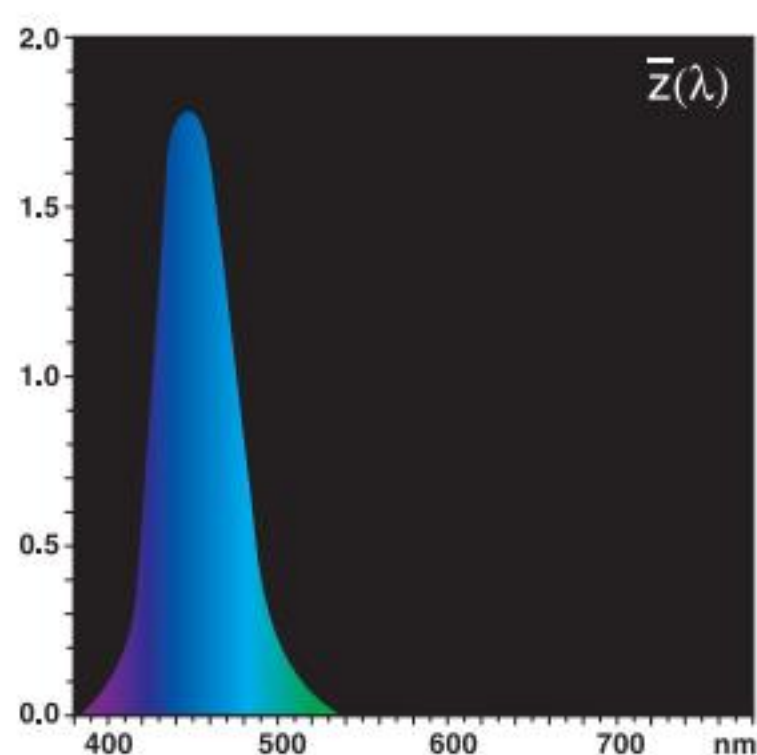
### Các đường cong phối hợp màu

Mỗi người có 3 đường cong phối hợp màu để ước lượng các màu Red, Green và Blue. Đối với những người nhìn màu bình thường thì các đường cong này hầu như giống nhau. Vì thế, các màu chỉ được cảm nhận khác nhau tại các vùng biên. Thí dụ, vẫn có những màu được người này cảm nhận là xanh ngả lục, nhưng người khác lại cho là lục ngả xanh. Đó là lý do tại sao, đối với việc đo màu, cần thiết phải định nghĩa một cá nhân với cảm nhận về màu bình thường được xem như là “người quan sát chuẩn”. Một loạt các cuộc thử nghiệm toàn diện với một số lượng lớn cho những người nhìn màu bình thường được tiến hành vào năm 1931. Trên cơ sở thử nghiệm này, các đường cong phối hợp màu  $\bar{x}$ ,  $\bar{y}$  và  $\bar{z}$  được xác định và trở thành các tiêu chuẩn quốc gia và quốc tế như DIN 5033 và ISO/ DC 12 647.



Việc nghiên cứu được tiến hành cho người quan sát ở góc  $2^0$ . Góc quan sát trong bối cảnh các tiêu chuẩn của phép đo màu là góc nhìn vào một vùng màu đang được quan sát (xem hình vẽ bên). Thí dụ: nếu một vùng màu có đường kính 3,5cm được quan sát ở khoảng cách 1m thì góc nhìn màu chính xác là  $2^0$ .

Năm 1964, cuộc thử nghiệm tương tự đã được lặp lại nhưng với góc quan sát  $10^0$ , và cũng như trước, các kết quả được trở thành tiêu chuẩn bổ sung. Người ta còn gọi góc quan sát  $10^0$  là “người quan sát chuẩn 1964”.



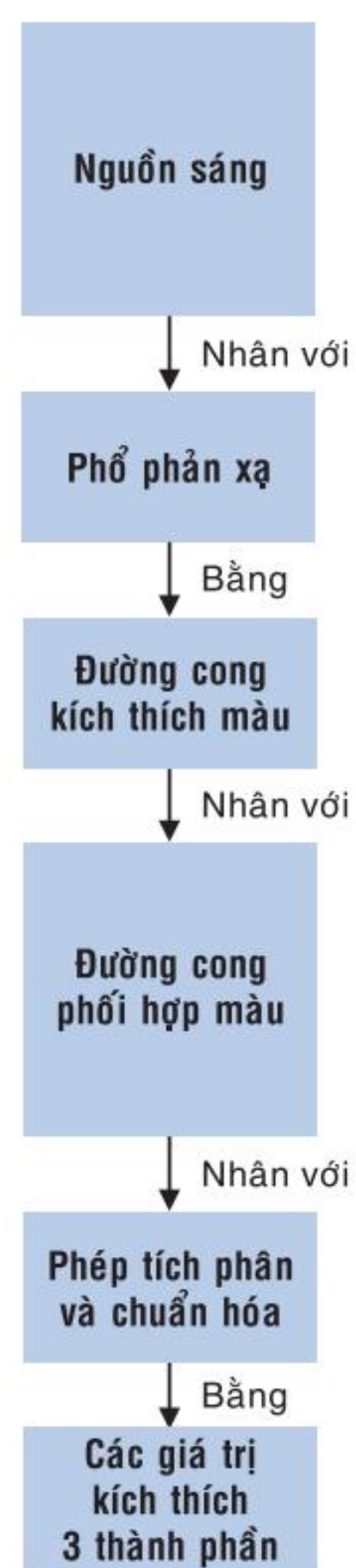
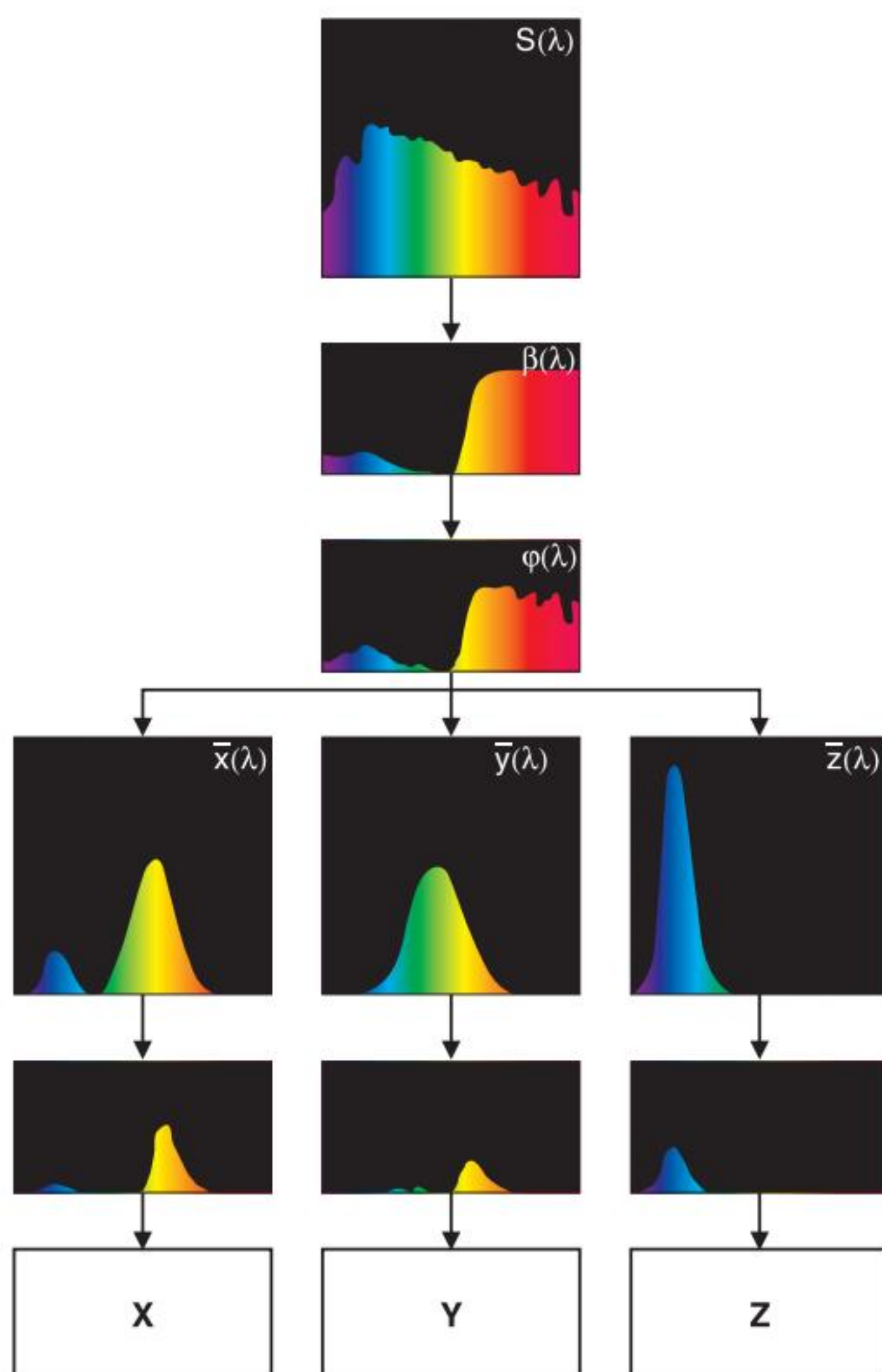
## 4.5 Đo màu bằng máy đo phổ

Các giá trị màu tiêu chuẩn được tính từ đường cong bức xạ của nguồn sáng  $S(\lambda)$ , phản xạ phổ đo được từ một mẫu đo  $\beta(\lambda)$  cũng như là các đường cong phối hợp màu  $\bar{x}(\lambda)$ ,  $\bar{y}(\lambda)$  và  $\bar{z}(\lambda)$  của chuẩn quan sát.

Dấu  $\lambda$  để giữa 2 dấu ngoặc đơn cho thấy rằng việc tính toán phụ thuộc vào bước sóng  $\lambda$  của ánh sáng (vd: trong bước sóng giữa khoảng 400-700 nm, cách khoảng 5 nm). Trong bước đầu tiên của việc tính toán, các giá trị của hàm bức xạ của nguồn chiếu sáng chuẩn  $S(\lambda)$  được nhân với giá trị phổ phản xạ  $\beta(\lambda)$  của mẫu đo cho mỗi bước sóng. Kết quả là có đường cong mới - đường cong kích thích màu  $\phi(\lambda)$ .

Ở bước thứ hai, các giá trị từ đường cong kích thích màu được nhân với các giá trị từ đường cong phối hợp màu  $\bar{x}(\lambda)$ ,  $\bar{y}(\lambda)$  và  $\bar{z}(\lambda)$ . Kết quả cho ra 3 đường cong mới.

Cuối cùng, bằng phép tích phân và nhân với các thông số được chuẩn hoá, các giá trị kích thích 3 thành phần X, Y, Z được tính từ các vùng nằm trong đường cong bằng phép tích phân khiến nó có khả năng mô tả màu đo một cách chính xác.



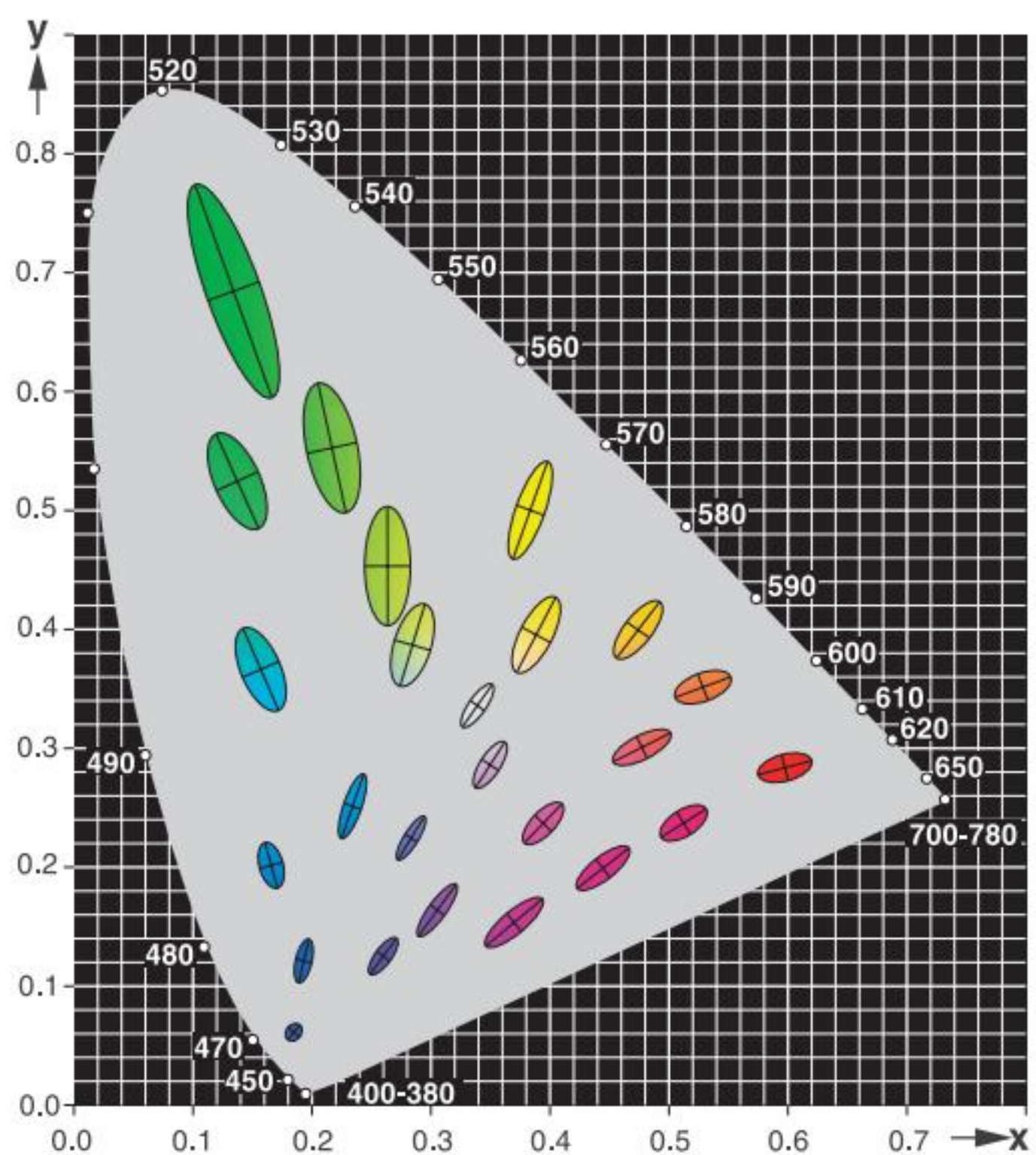


## 4.6 Khoảng sai biệt màu $\Delta E$

Khoảng sai biệt màu là phép đo khoảng cách giữa hai vị trí màu trong không gian màu (thí dụ giữa màu trên bài mẫu và màu trên tờ in).

Không gian màu CIE đã được giải thích trong chương “Các hệ thống phân loại màu”. Nhưng không gian màu này có một nhược điểm chủ yếu, đó là: không phải tất cả các màu được cảm nhận bởi mắt người tại các vị trí khác nhau đều có độ khác biệt tương ứng với việc cảm nhận.

MacAdam, một người Mỹ đã nghiên cứu sự kiện này trong một loạt các thử nghiệm. Ông đã phân tích và minh họa các kết quả theo hình sau. Hình vẽ cho thấy cái gọi là hình elip MacAdam được phóng đại gấp 10 lần. Vì không gian màu CIE là không gian màu 3 chiều nên hình elip thực sự là các khối elip. Kích thước của các khối elip

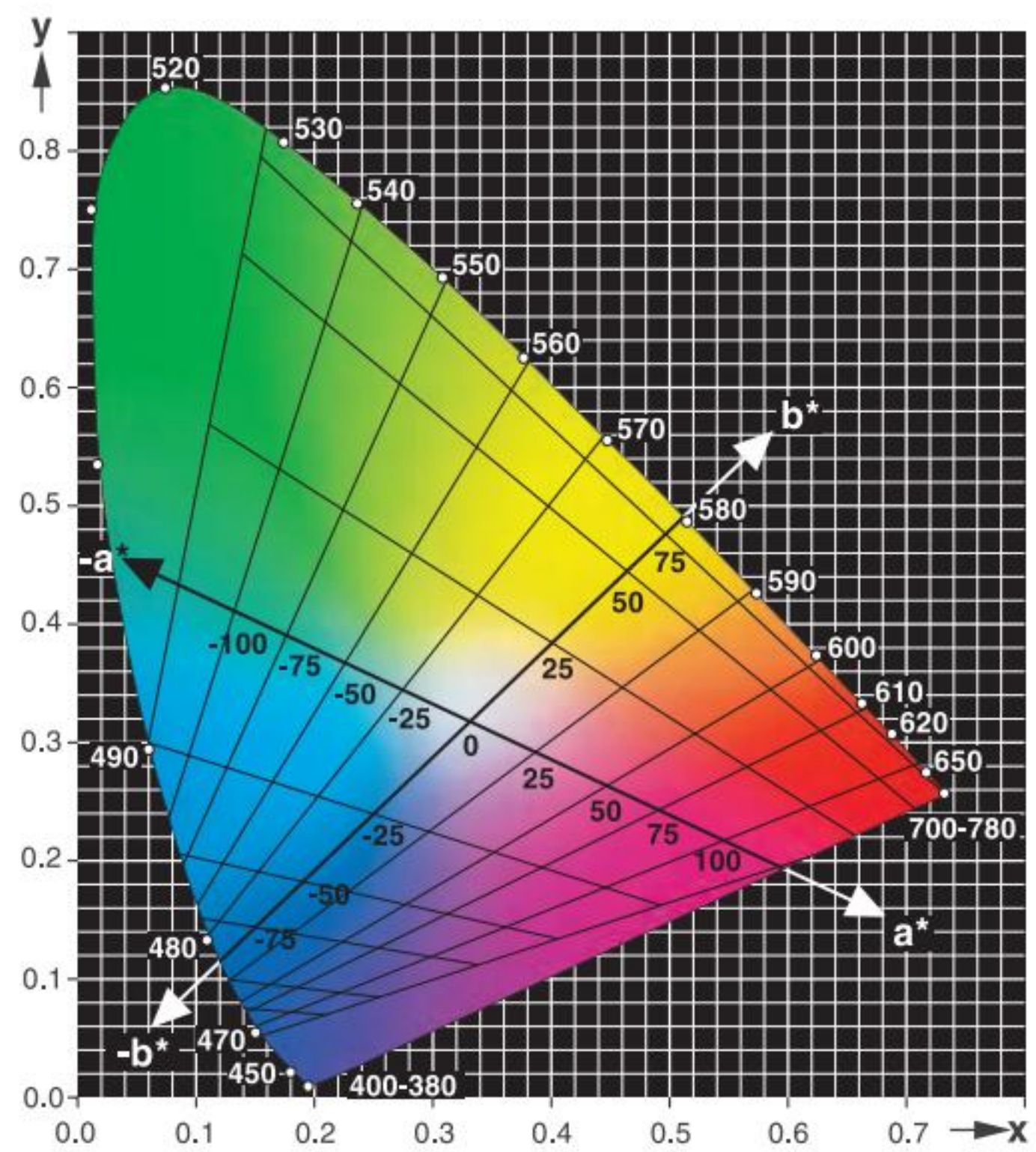


này là một sự đo đạc từ ngưỡng cảm nhận của các độ lệch màu (mỗi khối elip được nhìn từ tâm và cho từng tông màu riêng biệt).

Hệ thống này không được sử dụng trong thực tế để ước lượng khoảng sai biệt màu vì nó ngụ ý rằng các dung sai có thể chấp nhận được đều khác nhau giữa các tông màu. Để việc tính toán khoảng sai biệt màu đáng tin cậy hơn, cần phải có một không gian màu, trong đó những sự khác biệt về màu được cảm nhận như nhau đều có cùng một trị số như nhau. CIE LAB và CIE LUV là hai hệ thống có ưu điểm như thế. Chúng được phát triển bằng cách chuyển đổi toán học từ không gian màu CIE.

Thông qua sự chuyển đổi này, các khối elip MacAdam với các kích thước khác nhau được ánh xạ lên các khối cầu có kích thước giống như nhau. Bằng cách này, mắt người cảm nhận sự sai biệt màu cho tất cả các màu như nhau.

Vào năm 1976, các không gian màu CIE LAB và CIE LUV- các không gian màu sử dụng thông dụng nhất trong ngành in được tiêu chuẩn hoá quốc tế.



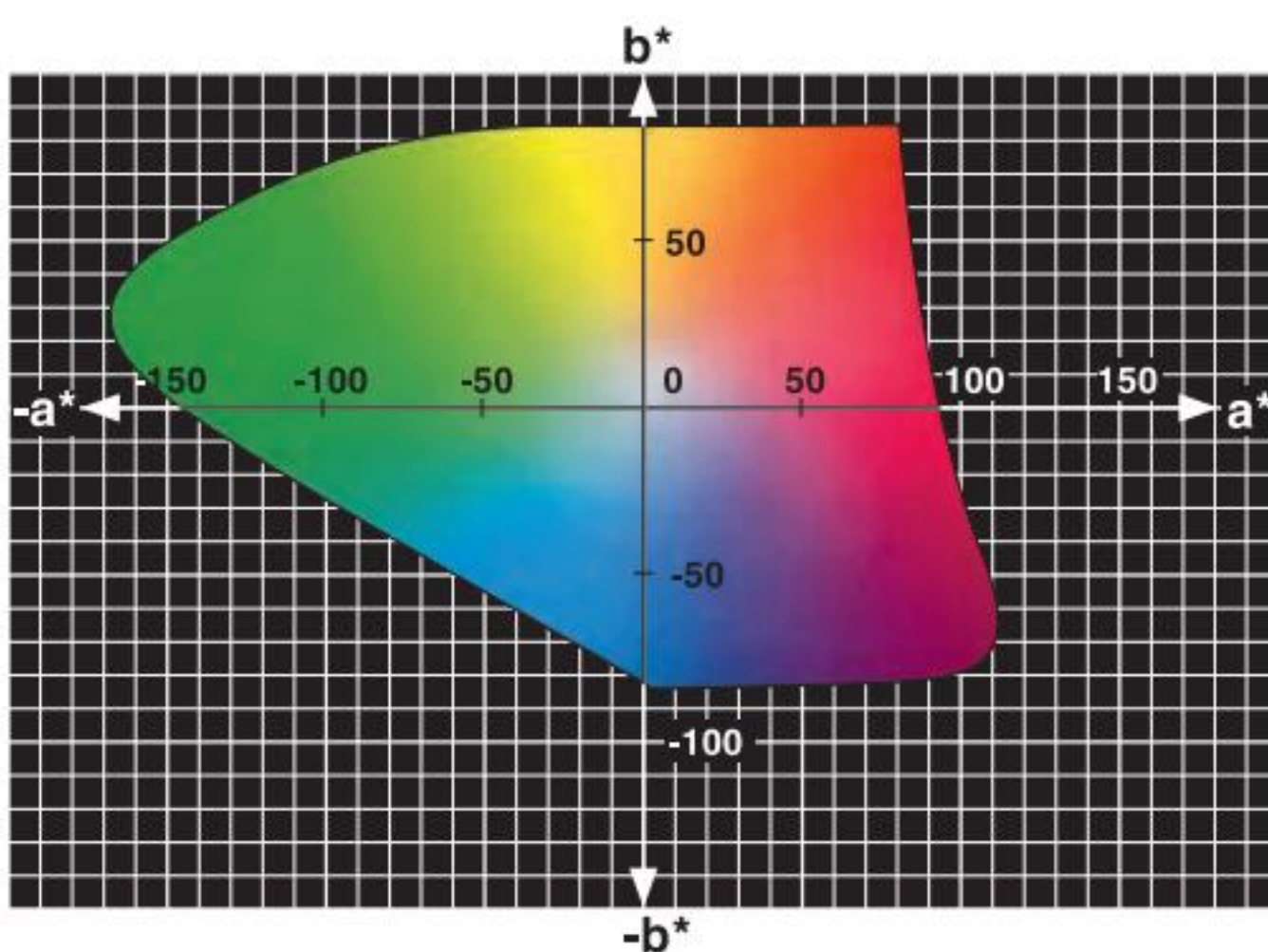
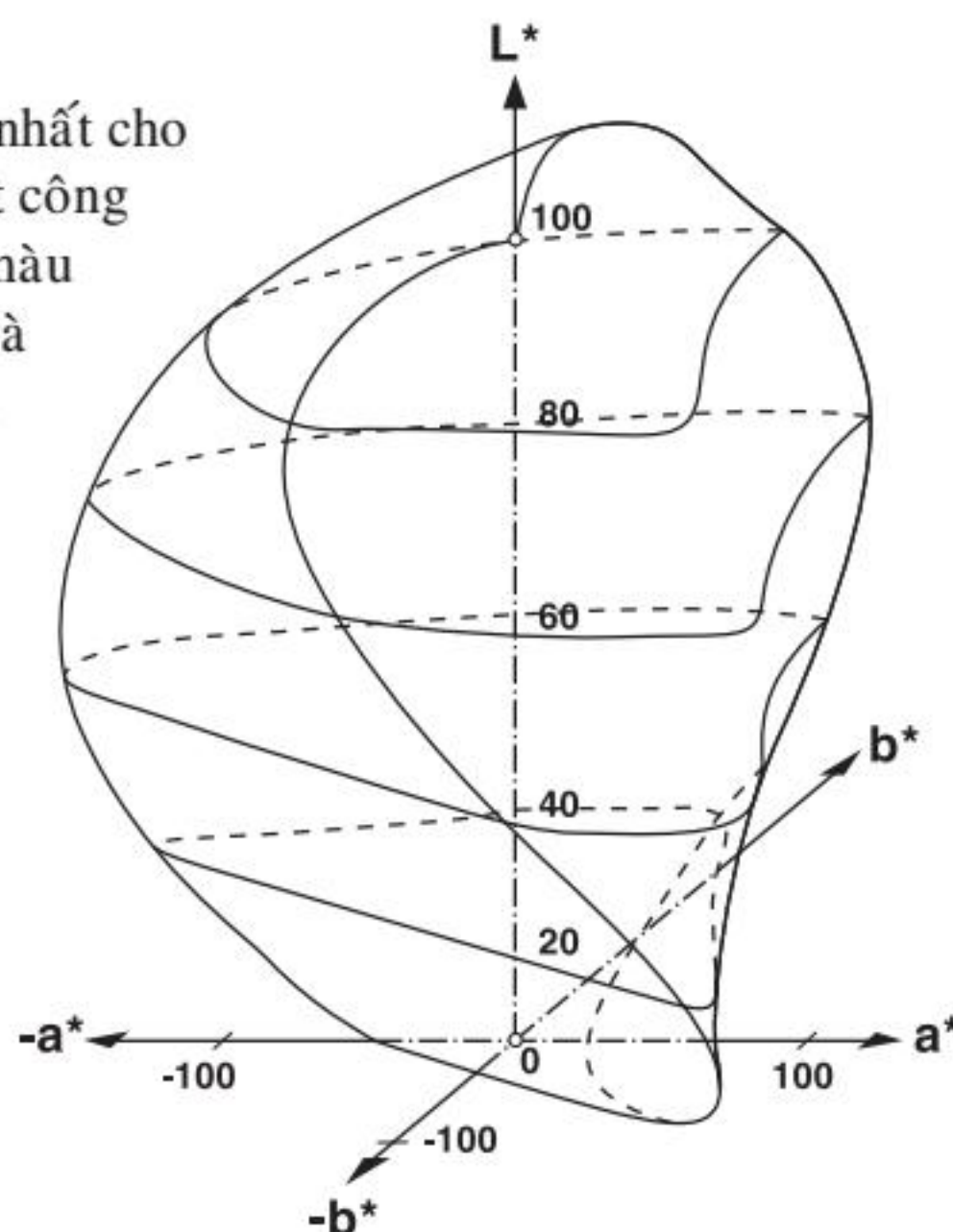
Hình minh họa cho thấy các vị trí của các trục  $a^*$  và  $b^*$  của không gian màu CIE LAB trong bảng màu xy.

Các không gian màu khác như hệ thống CMC và không gian màu Munsell cũng được sử dụng tại Mỹ.

#### 4.6.1 Không gian màu CIE LAB

Không gian màu CIE LAB được sử dụng nhiều nhất cho việc đo màu vật thể (mực in), thí dụ, để pha một công thức mực hay kiểm tra chất lượng in. Các tông màu và độ bão hoà màu được vẽ trên các trục  $a^*$  và  $b^*$ . Trục  $a$  chạy từ  $-a^*$  (Green) đến  $+a^*$  (Red) và trục  $b$  chạy từ  $-b^*$  (Blue) đến  $+b^*$  (Yellow). Trục độ sáng  $L^*$  có giá trị từ 0 (đen ở đáy) đến 100 (trắng ở đỉnh).

Hình minh hoạ dưới đây chỉ không gian màu CIE LAB dùng để đo màu các vật thể. Vì nó là kết quả của quá trình chuyển đổi nên hình dạng của nó khác với không gian màu CIE. Cũng vậy, hình dạng của mỗi giá trị độ sáng thay đổi với  $L^*$ .



Trong hình minh hoạ, mặt cắt ngang qua không gian màu CIE LAB cho thấy các màu của vật thể có giá trị độ sáng  $L^* = 50$ . Vùng màu Green được thu hẹp lại và vùng màu Blue được thấy rõ hơn.

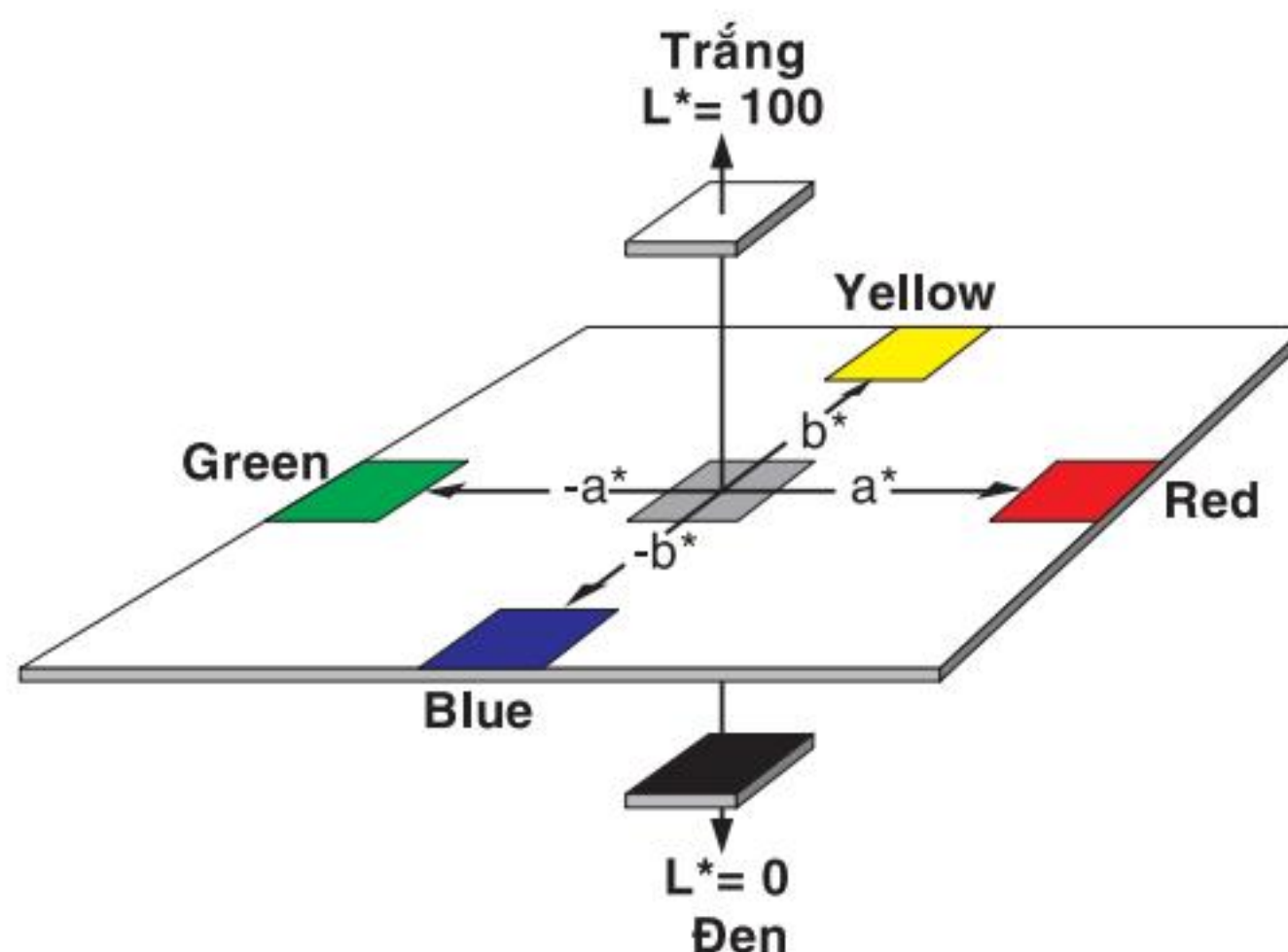
Những sai biệt màu được tính bằng cách sử dụng công thức sau:

$$\Delta L^* = L_{act}^* - L_{ref}^*$$

$$\Delta a^* = a_{act}^* - a_{ref}^*$$

$$\Delta b^* = b_{act}^* - b_{ref}^*$$

$$\Delta E^*_{ab} = \sqrt{\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2}}$$



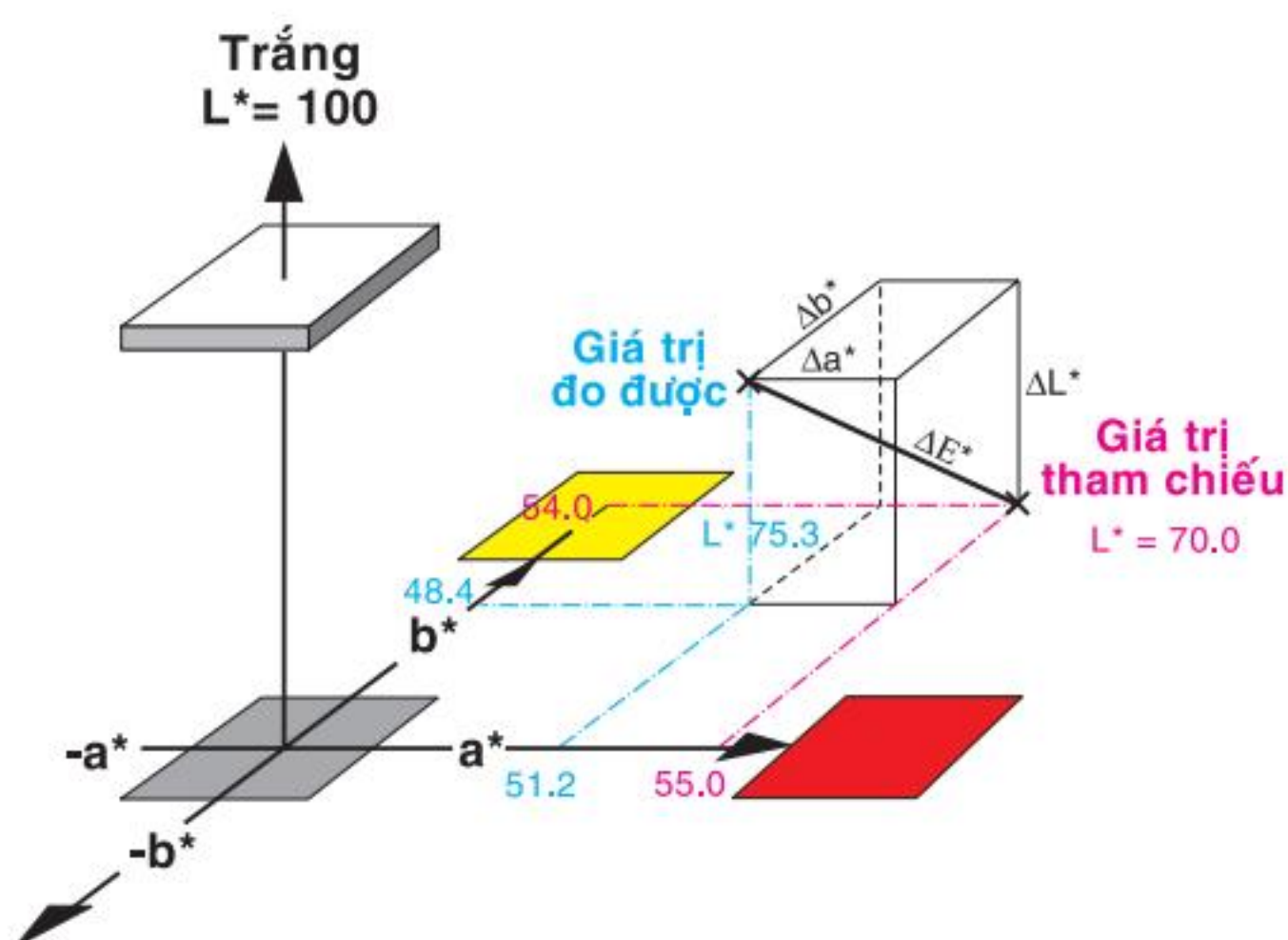
Đối với những người sử dụng trong thực tế, giản đồ này rất cần thiết.

| Ví dụ: | Màu tham chiếu đã biết giá trị. | Màu đo được. |
|--------|---------------------------------|--------------|
| L*     | 70.0                            | 75.3         |
| a*     | 55.0                            | 51.2         |
| b*     | 54.0                            | 48.4         |

L\* = 75.3 có nghĩa là một màu sáng nằm giữa vàng và đỏ cờ có giá trị a\* = 51.2 và b\* = 48.4. Vì lẽ đó, ta có thể đoán đây là một màu cam sáng.

**Kết quả:** Màu tham chiếu và màu đo có vị trí khác nhau trên không gian màu nên màu của chúng khác nhau.

**Màu tham chiếu:** là màu được chọn để làm chuẩn hay màu cần phải phục chế lại.



#### Kết quả tính được:

$$\begin{aligned}\Delta L^* &= 75.3 - 70.0 = 5.3 \\ \Delta a^* &= 51.2 - 55.0 = -3.8 \\ \Delta b^* &= 48.4 - 54.0 = -5.6 \\ \Delta E^*_{ab} &= \sqrt{5.3^2 + (-3.8)^2 + (-5.6)^2} \\ &= 8.6\end{aligned}$$

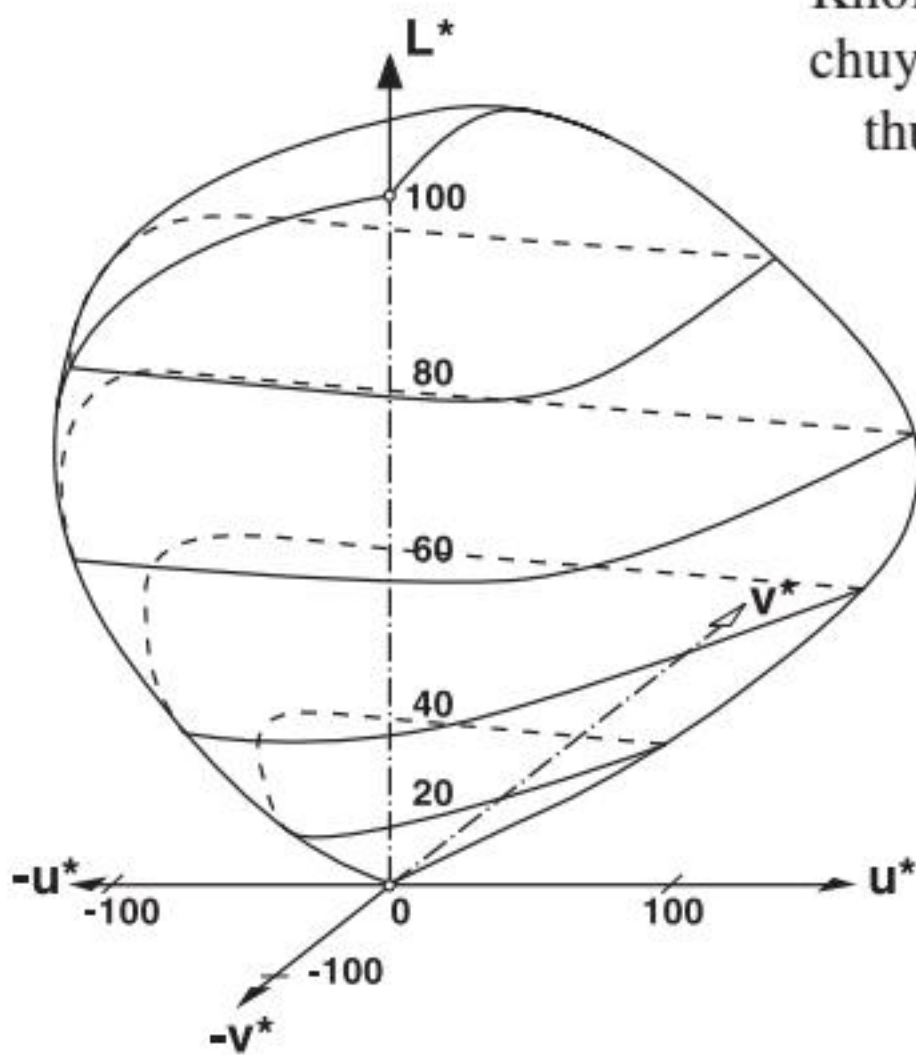
Sự khác biệt về vị trí màu có thể được phân loại như sau:

|                              |                                                                           |
|------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| $\Delta E$ nằm giữa 0 và 1   | Thông thường sự khác biệt này không thể cảm nhận được.                    |
| $\Delta E$ nằm giữa 1 và 2   | Khác biệt rất nhỏ, chỉ cảm nhận được bởi người có kinh nghiệm.            |
| $\Delta E$ nằm giữa 2 và 3.5 | Khác biệt tương đối, có thể cảm nhận được bởi người không có kinh nghiệm. |
| $\Delta E$ nằm giữa 3.5 và 5 | Khác biệt lớn.                                                            |
| $\Delta E$ lớn hơn 5         | Khác biệt rất lớn.                                                        |

Vì việc chuyển đổi không tuyến tính nên các quy luật của không gian màu CIE không áp dụng được cho không gian màu CIE LAB.

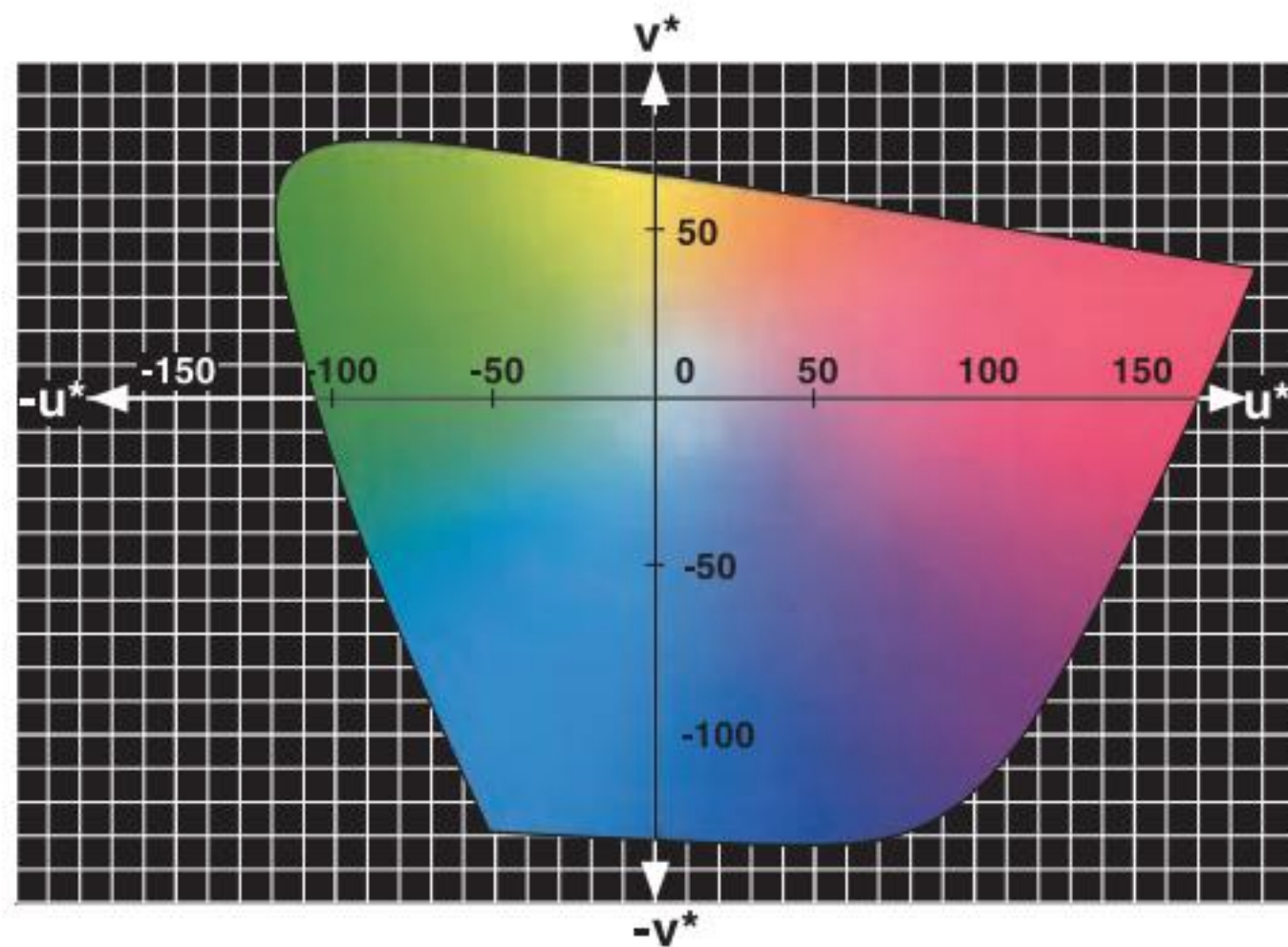
#### 4.6.2 Không gian màu CIE LUV

Không gian màu CIE LUV cũng được tạo thành qua sự chuyển đổi từ không gian màu CIE nhưng sử dụng công thức chuyển đổi khác. Ba trục tọa độ được xác định bởi các giá trị  $L^*$ ,  $u^*$  và  $v^*$ .



Vì không gian màu CIE LUV và CIE LAB là kết quả của sự chuyển đổi khác nhau nên chúng có hình dạng khác nhau. Cả hai không gian này đều được dùng để đo màu của vật thể (xem hình minh họa).

Hình minh họa dưới đây cho thấy, mặt cắt ngang qua không gian màu CIE LUV cho các màu của vật thể có độ sáng  $L^* = 50$  (xem Chương 4.6.1). Vùng màu Green trên không gian màu CIE LUV được định vị gần tâm hơn so với không gian màu CIE LAB, hơn nữa, vùng màu Blue rộng hơn.



Không gian màu CIE LUV thường được dùng cho việc đánh giá màu trên màn hình (thí dụ như trên máy quét hay máy tính). Ưu điểm của nó là có sự chuyển đổi tuyến tính để tất cả các tính cân đối của không gian màu CIE được giữ nguyên không đổi (khác với không gian màu CIE LAB).

### 4.6.3 Không gian màu CIE LCH

Thuật ngữ CIE LCH được sử dụng khi tọa độ cực C (khoảng cách so với tâm) và góc tông màu h được dùng thay cho các trục tọa độ Cartesian a, b hay u, v trong không gian màu CIE LAB hay CIE LUV. Không gian màu CIE LCH là không gian màu bổ sung.

Độ sáng  $L^*$  giữ nguyên không đổi.

Cường độ màu  $C_{ab}^*$  được tính bởi công thức:

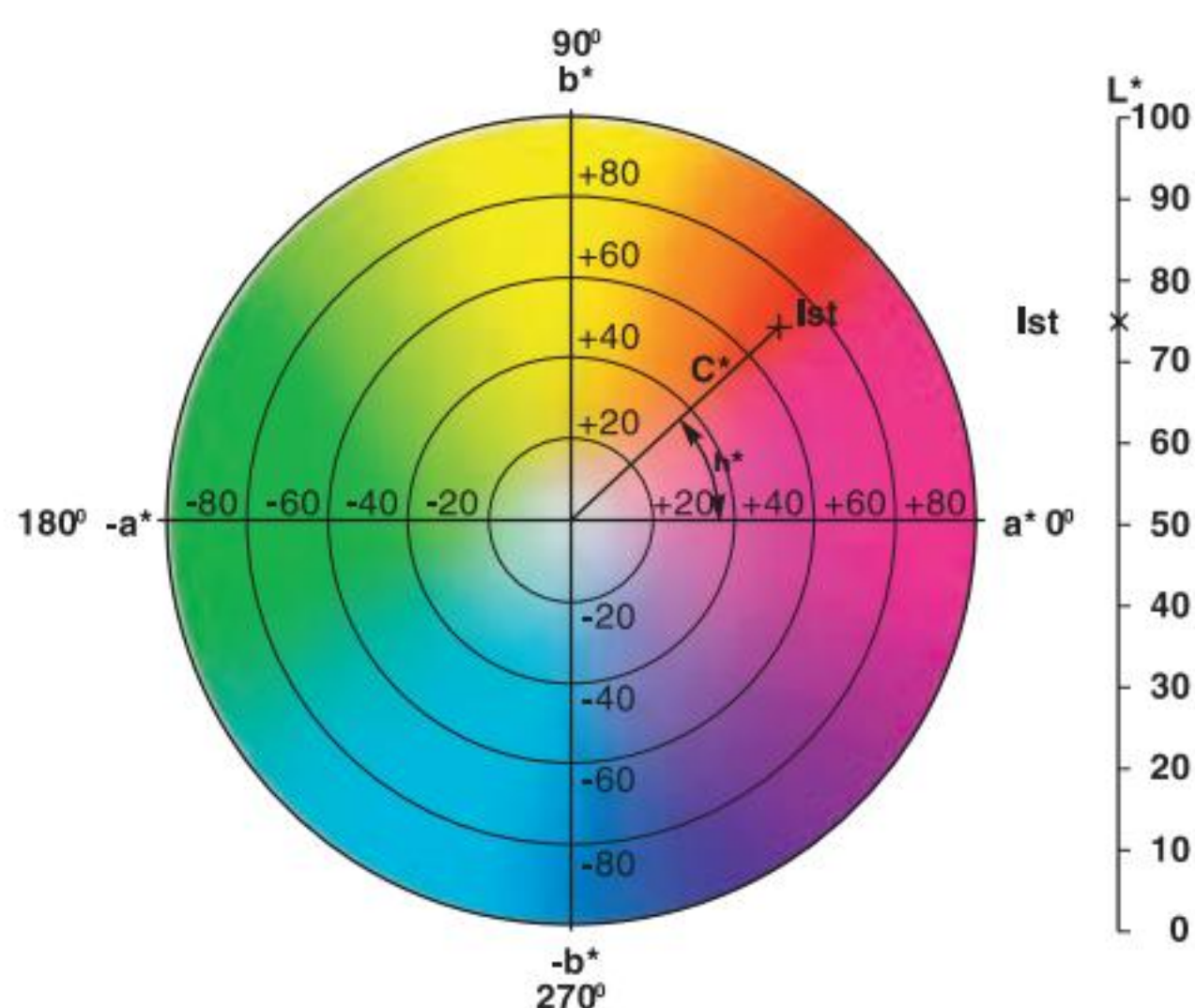
$$C_{ab}^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}}.$$

Góc tông màu  $h_{ab}^*$  được tính bởi công thức:

$$h = \arctan \left( \frac{b^*}{a^*} \right).$$

Đối với không gian màu CIE LUV việc tính toán cũng tương tự.

Dưới đây là sự mô tả sơ lược với giá trị màu đo giống như vị trí màu trong Chương 4.6.1.



Vị trí màu thực:

$L^*=75.3$   
 $C^*=70.5$   
 $h^*=43.4^\circ$

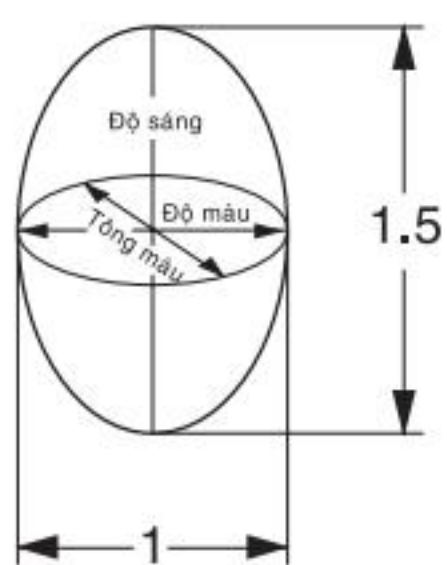
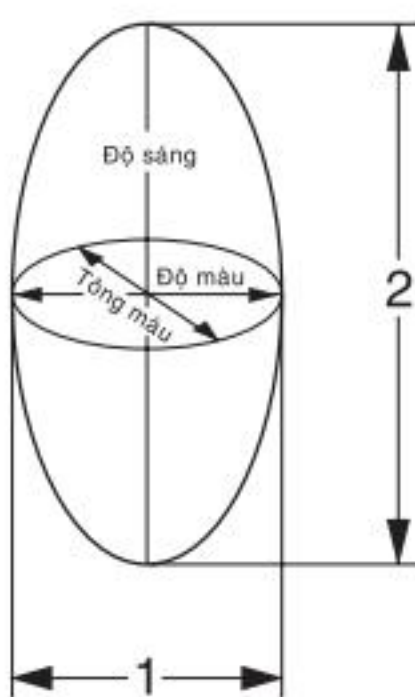
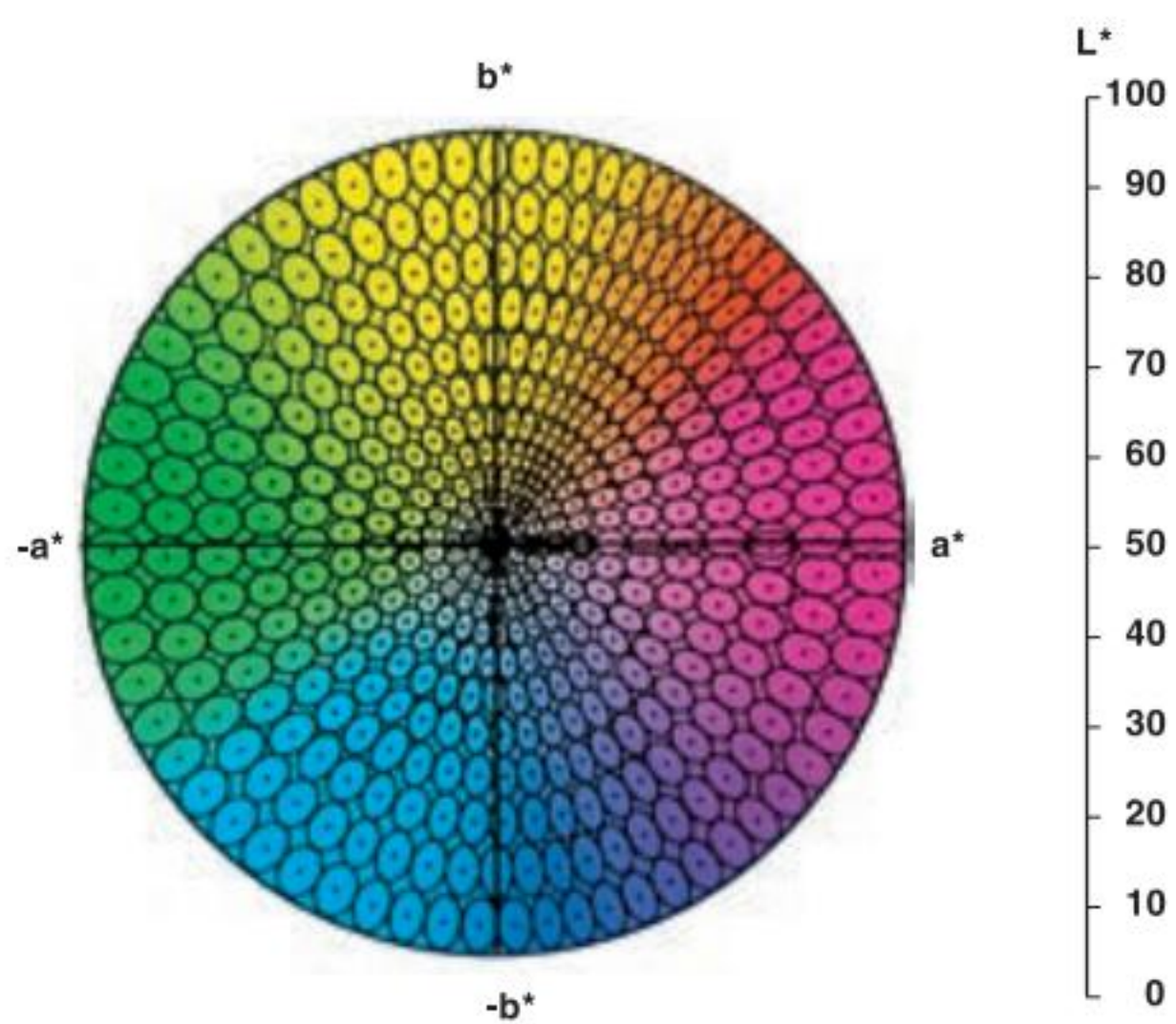
#### 4.6.4 Hệ CMC

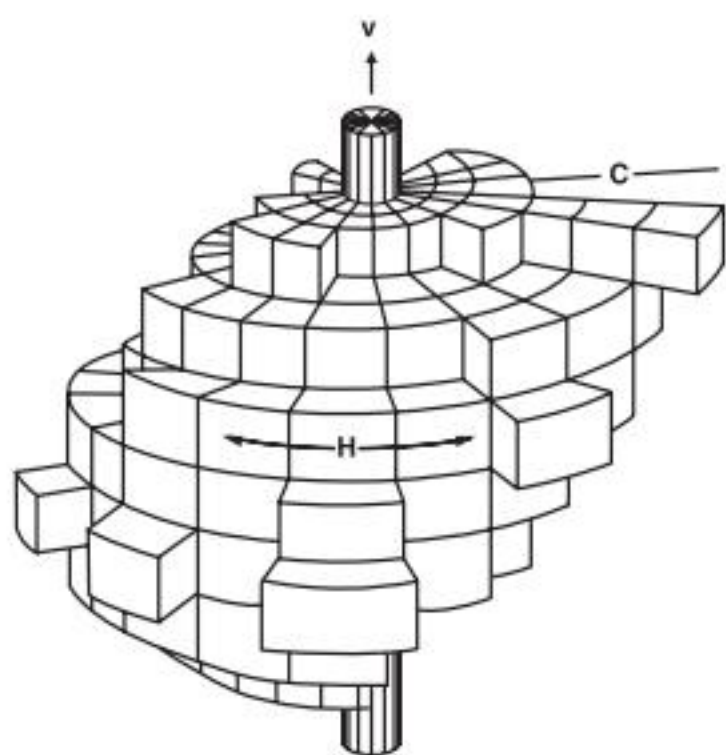
CMC là một cách ước lượng sự khác biệt vị trí màu trên không gian màu CIE LAB, được phát triển tại Anh năm 1988 bởi Ủy Ban Đo Đặc Màu Sắc của Hiệp Hội Các Nhà Chế Tạo Màu Và Thuốc Nhuộm. Nó không mô tả sự cảm nhận khác biệt màu (như CIE LAB hay CIE LUV).

Thông thường sự thay đổi màu gần trục độ sáng được cảm nhận nhiều hơn sự thay đổi về độ bão hoà màu. Hơn nữa, sự khác biệt độ bão hoà màu dễ dàng được chấp nhận hơn là góc tông màu.

Hình vẽ cho thấy nguyên lý đánh giá màu CMC cho các vị trí màu khác nhau trong không gian màu CIELAB. Mỗi hình elip chỉ ra các vị trí với sự khác biệt màu không đối phù hợp với công thức CMC. Ta có thể thấy rõ ràng là các hình elip (khoảng dung sai trong không gian màu CMC) trong vùng không gian màu nhỏ hơn so với hình elip tại vùng có độ bão hoà cao. Thêm vào đó hình dạng của chúng được thiết lập sao cho góc tông màu nhỏ hơn ở độ bão hoà màu. Các hình elip cũng có khả năng được điều chỉnh riêng rẽ giữa sự khác biệt độ sáng và tông màu. Sự điều chỉnh này được thực hiện bởi hai hệ số  $l$  và  $c$ . ( $l$  là hệ số đo độ sáng và  $c$  là hệ số đo lường tông màu thường = 1). Ngành công nghiệp dệt thường dùng tỷ lệ  $l : c = 2 : 1$  điều này có nghĩa là sự biến đổi gấp đôi về độ sáng sẽ được chấp nhận như độ biến đổi về tông màu.

Tỷ lệ này có thể đáp ứng được các nhu cầu ứng dụng đang được bàn luận. Vì vậy các giá trị về sự khác biệt vị trí màu có ý nghĩa và có thể so sánh được chỉ trong mối liên hệ với các hệ số đo lường.

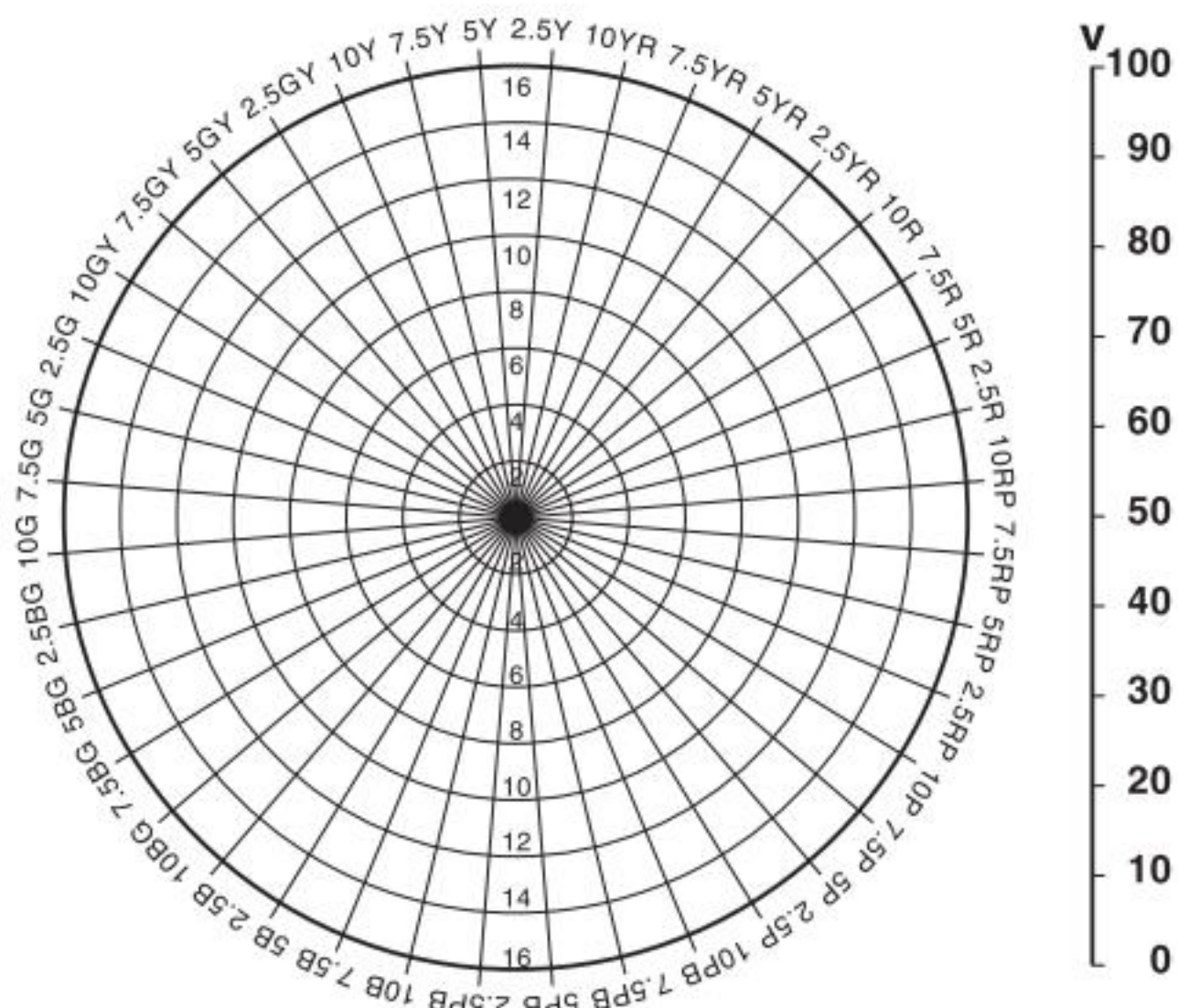




## 4.7 Hệ Munsell

Munsell đã phát triển một hệ thống phân loại màu với khoảng cách về sự khác biệt màu đều nhau vào năm 1905. Trong hệ thống này các màu được sắp xếp theo tông màu, độ sáng và độ bão hòa màu. Các tông màu cơ bản là Red, Yellow, Green, Blue và Purple (đỏ tía). Hệ thống được phát hành vào năm 1915 dưới dạng “Sách màu Munsell” cho 40 tông màu, ánh sáng loại C và mẫu in trên giấy sáng và bóng mờ.

Năm tông màu cơ bản lại được chia nhỏ ra thành 100 tông, mỗi tông có 16 độ bão hòa màu và 10 mức độ sáng. Hình minh họa cho thấy một mặt cắt 40 tông màu. Kết quả cho ra một không gian màu không bình thường, vì đối với một số màu và giá trị độ sáng không bao trùm tất cả mọi vùng đo màu.



Toạ độ màu Munsell không thể chuyển sang toạ độ màu CIE.

Các hệ thống phân loại màu sau này là các thẻ màu DIN (DIN 6164). Hệ Màu Tự Nhiên NCS, hệ màu của Hiệp Hội Quang Học Hoa Kỳ OSA và hệ màu thiết kế RAL (RAL-DS).

## 4.8 Phương pháp kích thích ba thành phần màu

Cấu tạo của các máy đo kích thích 3 thành phần màu giống với cấu tạo của máy đo mật độ. Thay vì dùng 3 kính lọc màu Red, Green, Blue và kính lọc thị giác để lọc màu đen như máy đo mật độ người ta phối hợp nhiều kính lọc để mô phỏng 3 đường cong phối hợp màu  $\bar{x}$ ,  $\bar{y}$ ,  $\bar{z}$ .

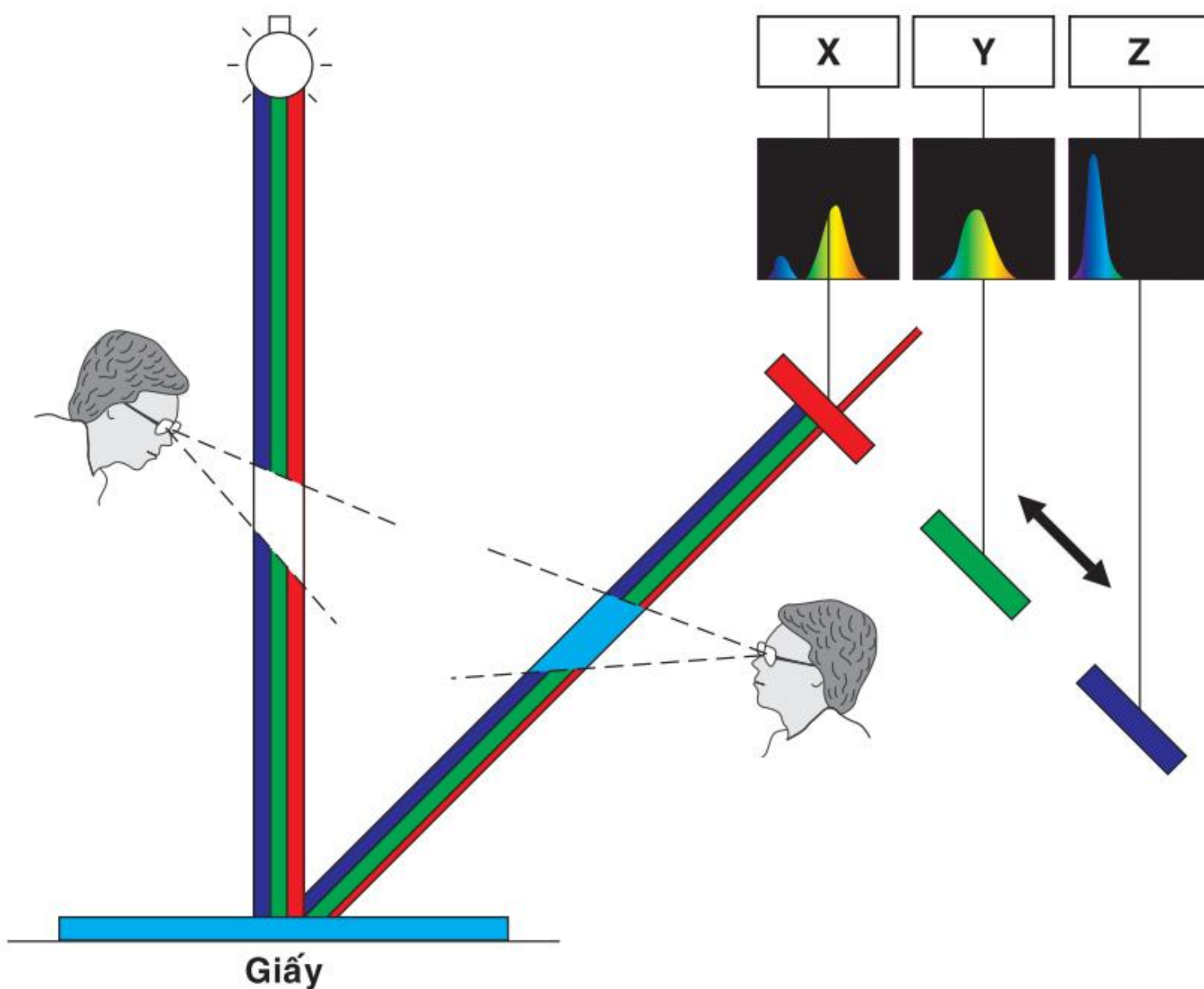
Tuy nhiên các máy đo màu theo phương pháp kích thích 3 thành phần màu có độ chính xác tuyệt đối thấp hơn máy đo phổ vì các đường cong phối hợp màu có thể được mô phỏng chính xác hay không còn tùy thuộc và sự chiếu sáng chuẩn. Tuy nhiên, chúng thích hợp cho việc đánh giá sự sai biệt màu vì trong trường hợp này các giá trị tuyệt đối không cần thiết phải có độ chính xác.

Thêm vào đó, các thiết bị dùng để chế tạo máy đo theo phương pháp kích thích 3 thành phần màu rẻ hơn nhiều so với máy đo phổ.

Vùng đo được chiếu sáng với đèn có các thành phần quang phổ giống như ánh sáng chuẩn. Trong ví dụ dưới đây của chúng ta, màu Cyan đang được đo.

Phổ phản xạ được đo bằng việc phối trộn 3 kính lọc khác nhau và giá trị kích thích X được đo với kính lọc Red, Y với kính lọc Green và Z với kính lọc Blue.

Sau khi đo các giá trị kích thích có thể được chuyển đổi sang không gian màu (CIELAB hay CIELUV) để có thể đánh giá sự khác biệt màu.



Nguyên tắc đo của máy đo màu kích thích ba thành phần.

## 4.9 Đo màu phổ

Trong tiến trình đo màu phổ toàn bộ quang phổ thấy được từ 380 đến 780nm đều được đo. Ánh sáng phản xạ từ lớp mực in được tách thành các thành phần phổ bằng một thiết bị nhiễu xạ và được đo bằng một loạt các bộ cảm biến.

Tùy thuộc vào độ chính xác yêu cầu mà sự đồng nhất của ánh sáng chiếu tới được đo theo từng khoảng 1 nm, 5 nm hay 10 nm. Các giá trị kích thích X, Y, Z được tính từ các phổ phản xạ được đo. Để tính toán, các đường

cong phối hợp màu sẽ được lưu trong máy tính. Vì những đường cong này được mô phỏng bởi các kính lọc nên độ chính xác tuyệt đối của máy đo phổ rất cao. Tuy nhiên, chúng đắt hơn nhiều so với các máy đo theo phương pháp kích thích 3 thành phần.

Ngoài độ chính xác tuyệt đối cao, một ưu điểm lớn của phương pháp đo màu phổ là nó có thể đọc được các giá trị kích thích theo tất cả các loại nguồn sáng và tất cả các chuẩn quan sát nếu các giá trị đó được lưu trong máy tính. Hơn thế nữa chúng có thể tính mật độ màu cho tất cả các tiêu chuẩn kính lọc.

Cho đến nay phương pháp đo phổ đã được áp dụng nhiều trong ngành công nghiệp chế tạo mực in.

Trong quá trình nghiên cứu, các nhà sản xuất mực phải tuân thủ nghiêm ngặt theo các mẫu màu cho trước. Điều này rất quan trọng trong trường hợp mực in đã được tiêu chuẩn hoá. Trong những trường hợp như thế các mẫu mực phải được đo bằng máy đo phổ và tỷ lệ phối trộn các loại mực in được tính toán trên máy tính qua chương trình tính toán tỷ lệ mực pha trộn.

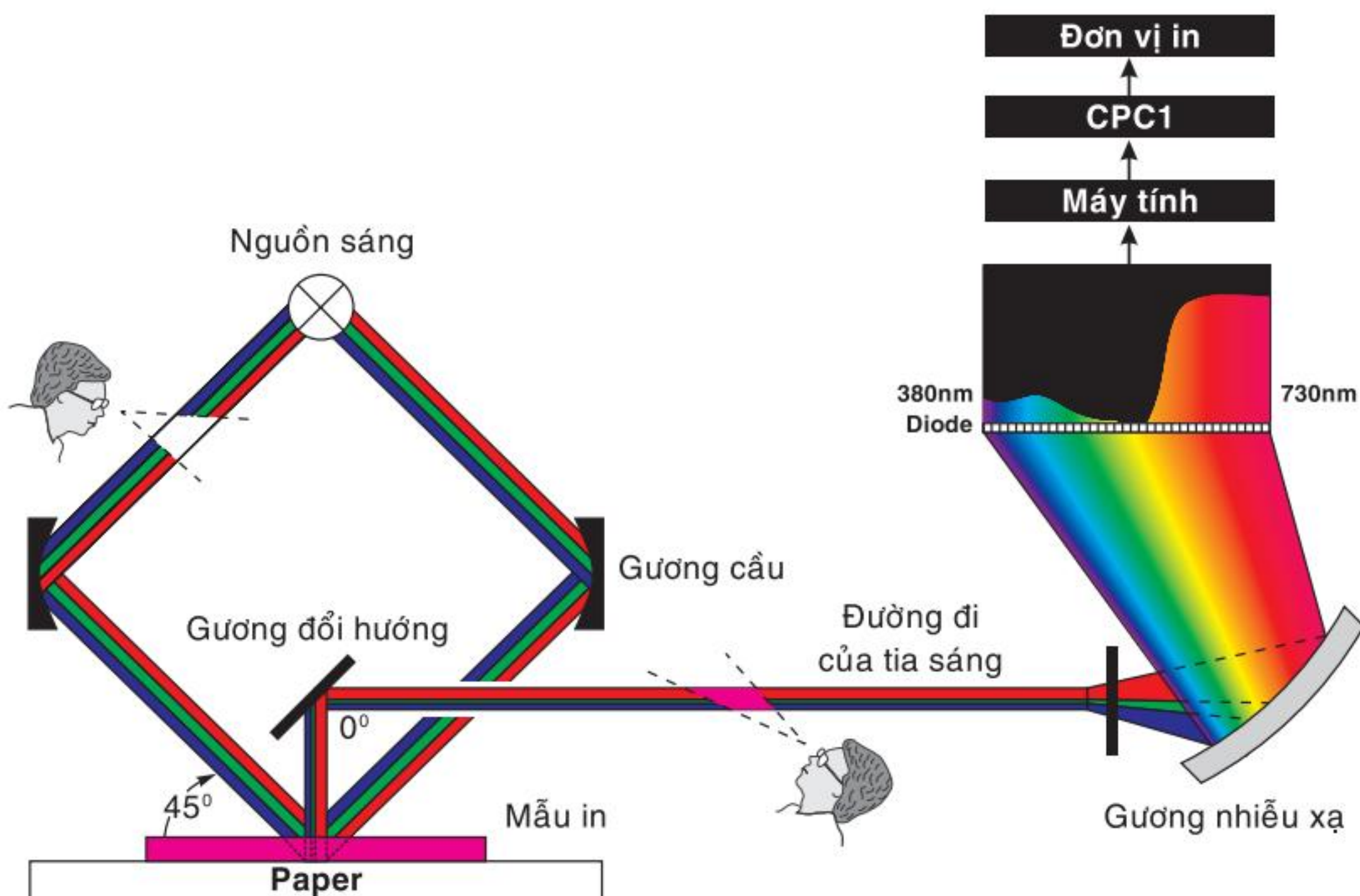
Trước đây trong các nhà in người ta không thể khai thác tối ưu máy đo phổ bởi vì chúng quá đắt và công kênh cũng như không thể sử dụng chúng một cách trực tiếp cho các màu cơ bản. Vì lẽ đó chúng chỉ được sử dụng để đo các màu đặc biệt và kiểm tra nguyên vật liệu (thí dụ giấy và mực in) và người ta đã không quan tâm sử dụng chúng trong việc kiểm soát chất lượng in.

#### 4.10 Nguyên lý đo của bộ phận kiểm tra chất lượng phổ CPC 21 của Heidelberg

Tại Drupa năm 1990, hãng Heidelberg là nhà sản xuất đầu tiên và duy nhất giới thiệu một bộ phận đo phổ cho máy in offset: CPC 21, bộ phận này được nối trực tiếp với các máy in offset qua bộ phận kiểm tra màu tự động từ xa CPC 1.

Trong quá trình đo, một đầu đo sẽ quét qua dải kiểm tra màu để đo phổ của tất cả các phần tử kiểm tra, các nguồn sáng trên chuẩn A, C, D50 hay D65 và các chuẩn quan sát 1931 và 1964 có thể được sử dụng.

Nguyên lý đo của bộ CPC 21 được mô tả trong hình vẽ dưới đây.



Trước tiên, nguồn sáng được chiếu tới mẫu in qua gương phản xạ hình cầu ở góc tới  $45^0$ . Ánh sáng phản xạ tại góc  $0^0$  hướng đến gương chuyển hướng rồi đi qua một sợi cáp quang dẫn sáng từ đầu đo đến máy đo phổ. Tại đó ánh sáng phản xạ từ mẫu đo được tách thành các màu phổ bằng một bộ phận nhiễu xạ ánh sáng hoạt động như một lăng kính.

Các diod quang sẽ đo sự phân bố bức xạ trên toàn bộ dải quang phổ thấy được (từ 380 đến 730nm) và gửi kết quả đến máy tính theo phép đo màu. Kết quả đưa ra dưới dạng các giá trị kích thích X, Y, Z và các trục tọa độ màu x, y và Y.

Các giá trị có thể được đổi qua các không gian màu CIELAB hay CIELUV. Sau khi các giá trị đo được từ mẫu in được so sánh với các giá trị tham chiếu đã được thiết lập từ trước (để kiểm tra xem khoảng dung sai  $\Delta E$  có phù hợp không), các yêu cầu sửa đổi sẽ được chuyển qua CPC 1 để nó truyền tín hiệu đến các lô cấp mực của các bộ phận in để chúng tiến hành điều chỉnh ngay lập tức.

## 4.11 Các dải kiểm tra màu và in thử

### 4.11.1 Các dải kiểm tra in thử

Các tờ in thử không qua in thử trên máy in offset ngày càng được sử dụng nhiều, vì chúng rẻ hơn và có thể tạo ra nhanh hơn các tờ in thử bằng máy in offset. Có nhiều phương pháp in thử khác nhau, tất cả các phương pháp này đều không dùng mực in offset. Tuy nhiên, các chất tạo màu dùng in thử (thí dụ như bột hoặc mực nước) và mực in offset khác nhau về thành phần.

Hãng Heidelberg đã phát triển một dải kiểm tra in thử đặc biệt (xem hình vẽ dưới đây).





Dải kiểm tra này có các ô vuông tông nguyên màu Đen, Cyan, Magenta và Yellow, cộng với các ô tầng thứ 70% cho mỗi màu, các ô kiểm tra việc truyền mực và các ô xám gồm có 70% Cyan, 60% Magenta và 60% Vàng. Thêm vào đó còn có các phần tử giao diện giúp cho việc đọc tự động các giá trị tham chiếu trong CPC 21. Khi các phần tử này được bố trí vừa khớp, tất cả các phần tử kiểm tra sẽ được ghi nhận. Trên cơ sở này, các giá trị được đo có thể được lưu trữ như các giá trị tham chiếu.

#### 4.11.2 Các dải kiểm tra màu

Dải kiểm tra màu cho việc đo đặc biệt với CPC21 cũng được phát triển bởi hãng Heidelberg và bao gồm các phần tử đo kiểm tra in thử (ngoại trừ các phần tử giao diện). Thêm vào đó các phần tử đo kiểm tra việc phối bản cho việc phối bản chuẩn cũng có sẵn.

Hãng Heidelberg cung cấp 3 dải kiểm tra màu khác nhau: dải kiểm tra in loại 4GS (gồm các ô kiểm tra xám và các ô tông nguyên) cho in 4 màu, dải kiểm tra loại 6GS cho in 5 và 6 màu và dải kiểm tra loại 8GS cho in 7 và 8 màu.

Dữ liệu về các dải kiểm tra màu và kiểm tra in này của các bộ phận đo mật độ cũ hơn loại CPC 2-01 được lưu trữ trong CPC 21.

Người sử dụng cũng có thể nạp các dải kiểm tra in bổ sung bằng phương pháp thủ công.

## 4.12 Kiểm soát mực với CPC 21 của Heidelberg

CPC 21 cho phép 3 dạng kiểm tra mực:

- Kiểm soát việc đo màu trên cơ sở các ô xám.
- Kiểm soát việc đo màu trên cơ sở các ô màu tông nguyên hoặc ô tăng thứ.
- Kiểm soát việc đo mật độ trên cơ sở các ô màu tông nguyên và ô tăng thứ.

### 4.12.1 Kiểm soát màu qua các ô xám

Như đã đề cập ở chương 2.4, việc cân bằng màu là tiêu chuẩn quyết định đến cảm nhận quang học của một hình ảnh in. Các lỗi về cân bằng màu có thể thấy rõ ràng ở các ô xám. Vì lẽ đó ta có thể sử dụng các ô xám làm cơ sở điều chỉnh phép đo cũng như để kiểm tra và theo dõi tính ổn định của quá trình in. Các phép đo màu thực sự thích hợp cho việc này nên các mực in Cyan, Magenta, Vàng nên được kiểm tra theo phép đo màu trên cơ sở các ô xám (nếu có thể được nên dùng các tông 3/4).

Các tiêu chuẩn trong nhà in lẫn các giá trị từ dải kiểm tra in thử có thể được sử dụng như các giá trị tham chiếu.



Hình trên cho thấy màn hình hiển thị của CPC 21. Tọa độ của màu tham chiếu được hiện ra trên mặt phẳng tọa độ a-b ở góc trên bên trái.

Trong ví dụ của chúng ta nó được định vị ở tâm tức là nằm trên trục sáng. Vòng tròn lớn ở giữa màn hình cho thấy vùng xung quanh tọa độ màu tham chiếu được phóng lớn. Ba vòng tròn đánh dấu đường biên của 3 khoảng dung sai  $\Delta E$  gần, trung bình và rộng. Trục độ sáng được đặt gần mép bên phải của màn hình cũng tương ứng với tọa độ màu tham chiếu và ở đây 3 khoảng dung sai cũng được đánh dấu. Mỗi một dấu thập đánh dấu vị trí của các vùng màu lệch về phía Yellow - Green và sáng hơn.

Nếu sự sai lệch lớn hơn khoảng dung sai  $\Delta E$  cho phép các bộ phận xử lý sẽ tự động tính toán việc chỉnh sửa cần thiết cho màu Cyan, Magenta và Yellow. Thêm vào việc đo phổ ở ô xám, việc đo phổ ở các ô kiểm tra màu Cyan, Magenta và Yellow cũng như các trị số phổ đọc được của các ô chồng màu tông nguyên cũng được tính toán. Theo cách này, tất cả các yếu tố liên quan cũng phải cân nhắc kỹ lưỡng. Việc chỉnh sửa trên máy in sẽ được thực hiện tự động qua bộ phận kiểm soát CPC 1.

### 4.12.2 Kiểm soát màu với các ô tông nguyên

Việc kiểm tra các màu tông nguyên nói chung thích hợp hơn cho màu đen và các màu đặc biệt.

Màu đen chủ yếu ảnh hưởng đến độ sáng. Vì mắt người có khuynh hướng nhạy với các biến đổi về độ sáng hơn là về màu, màu đen có thể được kiểm tra trên cơ sở các ô tông nguyên. Kinh nghiệm cho thấy rằng ảnh hưởng của màu đen lên việc cân bằng màu cần thiết phải được lưu ý đến.

Các màu in bổ sung đa số được in riêng biệt và in nền tông nguyên nên có thể cảm nhận và chỉnh sửa để theo dõi nó trên cơ sở các ô tông nguyên.

Nhưng ở các ô kiểm tra tông nguyên việc đo phổ và tính toán màu có nhiều ưu điểm hơn so với kiểm tra bằng việc đo mật độ: nó có thể xác định một cách chính xác các tông màu chuẩn có đạt được hay không. Hơn thế nữa các tọa độ màu tham chiếu có thể được nạp vào dưới dạng trị số hay bằng việc đo các mẫu. Điều này không thể thực hiện được bằng việc đo mật độ màu.

Sau lần đo đầu tiên CPC 21 cho biết các tọa độ màu tham chiếu có thể đạt được với một màu mẫu hay không. Nếu không, sự khác biệt tọa độ màu có thể xảy ra  $\Delta E_{\text{possible}}$  sẽ được thông báo.



Hình trên cho thấy màn hình của CPC 21 khi kiểm tra các ô tông nguyên. Ở phía trên bên trái là tọa độ màu tham chiếu trên mặt phẳng tọa độ a-b, vòng tròn ở giữa màn hình là vùng phóng lớn cho thấy các tọa độ màu tốt nhất sẽ đạt được với dung sai nhỏ nhất  $\Delta E_{\text{possible}}$  so với tọa độ màu tham chiếu.

Tọa độ của màu tham chiếu theo lý thuyết được đánh dấu bởi một vòng tròn (Trong thí dụ trên trục Red nằm thẳng góc với trục Yellow).

Nếu có các độ lệch vượt ra ngoài khoảng dung sai cho phép các điều chỉnh cần thiết sẽ được tính toán lại bằng máy tính.

Các số liệu phổ của các ô màu tông nguyên đơn hay các ô màu tầng thứ đơn được dùng để tính toán.

### 4.12.3 Kiểm soát mật độ tông nguyên

Thêm vào các dữ liệu màu, các máy đo phổ cũng có thể thiết lập các giá trị mật độ cho bất kỳ kính lọc màu nào. Để hỗ trợ cho người sử dụng, bộ phận CPC 21 của Heidelberg cũng cung cấp các giá trị mật độ màu độc lập với các loại hình kiểm tra.

Đặc biệt đối với các lệnh tái bản, các giá trị tham chiếu mật độ màu đã được tính toán rồi thì việc kiểm soát mật độ tông nguyên cũng được sử dụng.

## 4.13 Các ưu điểm của phép đo màu đối với in offset

Dưới đây là các tổng kết sau một cuộc thăm dò về các ưu điểm chủ yếu của phép đo màu cho in offset:

- Các số liệu đo gần giống nhất với cảm nhận chủ quan về màu.
- Các phép đo màu là một kỹ thuật ước lượng màu độc lập với quá trình in từ giai đoạn chế bản qua tất cả các giai đoạn in thử và cuối cùng là kiểm tra chất lượng.
- Các giá trị tham chiếu màu cũng có thể được đưa ra dưới dạng số. Một giao diện cho bộ phận chế bản đã có sẵn.
- Các giá trị tham chiếu màu có thể lấy trực tiếp từ mẫu đo.
- Chỉ có các phép đo màu mới có thể điều chỉnh màu một cách khách quan.
- Các phép đo màu có thể kiểm tra màu trong mối liên hệ đến hình ảnh (thí dụ như qua các ô xám) mà không qua các giá trị định chuẩn màu đặc trưng và không cần các giá trị lưu trữ.
- Bằng các phép đo màu, tất cả các mực in, thậm chí các màu đặc biệt rất sáng có thể được kiểm soát chính xác và ổn định.
- Sự gia tăng tầng thứ được phát hiện một cách đáng tin cậy bởi việc đo màu phổ, thậm chí đối với việc sử dụng các loại mực đặc biệt.
- Kiểm soát việc in sản lượng an toàn hơn vì có thể phát hiện được những thay đổi trong vật liệu in, cặn dư trong mực và hiện tượng mêta.

- Việc in tầng thứ với hơn 4 màu được kiểm soát đáng tin cậy.
- Chất lượng in được xác định và kiểm tra tốt hơn. Đây là một phép đo sự biến đổi màu độc lập với tông màu.
- Việc đo phổ giúp phát triển các kiểu kiểm soát màu có thể tốt hơn.
- Ngành công nghiệp in sẽ đáp ứng các nguyên lý đo màu đang được sử dụng hiện nay ở tất cả các ngành công nghiệp.
- Máy đo mật độ là một phần hợp nhất của máy đo phổ.
- Khuynh hướng sử dụng nhiều hơn 4 màu mực in ngày càng được để ý.
- Các phép đo màu cũng giúp ta có thể so sánh các vùng của hình ảnh được in với các bài mẫu một cách khách quan.



