

## XÂY DỰNG CHƯƠNG TRÌNH XÁC ĐỊNH TỌA ĐỘ MÀU CỦA ÁNH SÁNG PHÁT QUANG BẰNG NGÔN NGỮ LẬP TRÌNH C#

Lê Văn Tuất\*, Đoàn Nhật, Đỗ Thanh Tiên

Khoa Vật lý, Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế

\*Email: tuatlevan@husc.edu.vn

### TÓM TẮT

Chương trình xác định giá trị tọa độ màu của ánh sáng phát quang dựa trên ngôn ngữ lập trình C# đã được xây dựng và đáp ứng mọi yêu cầu đặt ra. Sau khi tính toán giá các trị tọa độ màu chương trình có thể hiển thị nhiều kết quả trên cùng một giản đồ màu. Cụ thể, ánh sáng phát quang từ vật liệu thủy tinh phốt phát tạp Tb (PCN:Tb) có tọa độ màu  $x=0.276$ ,  $y=0.512$ ; từ vật liệu pha tạp Eu (PCN:Eu) là  $x=0.255$ ,  $y=0.163$ ; từ vật liệu đồng pha tạp Eu, Tb (PCN:Eu,Tb) là  $x=0.298$ ,  $y=0.329$ ;  $x=0.308$ ,  $y=0.364$  và  $x=0.288$ ,  $y=0.363$  tương ứng với nồng độ Eu, Tb: (0.4%mol - 0.2%mol), (0.4%mol - 0.3%mol) và (0.4%mol - 0.4%mol). Từ đó có thể thực hiện sự điều chỉnh thích hợp cho quy trình chế tạo để thu được vật liệu phát ánh sáng có màu sắc mong muốn. Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu đó.

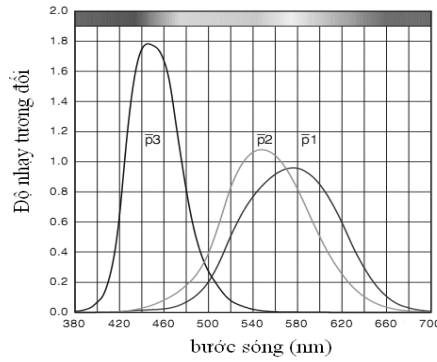
**Từ khóa:** CIE<sub>xy</sub>Y1931, phát quang, tọa độ màu.

### 1. MỞ ĐẦU

Ánh sáng khả kiến hay ánh sáng trông thấy là thuật ngữ chỉ các bức xạ điện từ nằm trong vùng quang phổ mà mắt người bình thường có thể cảm nhận được (có bước sóng trong khoảng 400nm-700nm). Đó là tập hợp vô số bức xạ điện từ đơn sắc, khi tác động lên mắt từng bức xạ đó gây cảm giác màu sắc khác nhau. Các bức xạ đó tồn tại không phụ thuộc vào thị giác của con người và tự nó không có tính chất gọi là màu sắc, màu sắc chỉ xuất hiện khi bức xạ tác động vào mắt. Như vậy, màu sắc là một thuộc tính của bức xạ được đánh giá theo sự tác động của bức xạ đối với mắt người và đó không phải là đại lượng vật lý hoàn toàn khách quan, không thể đo màu sắc của ánh sáng khi tách rời khỏi mắt người quan sát [1, 2, 3, 4].

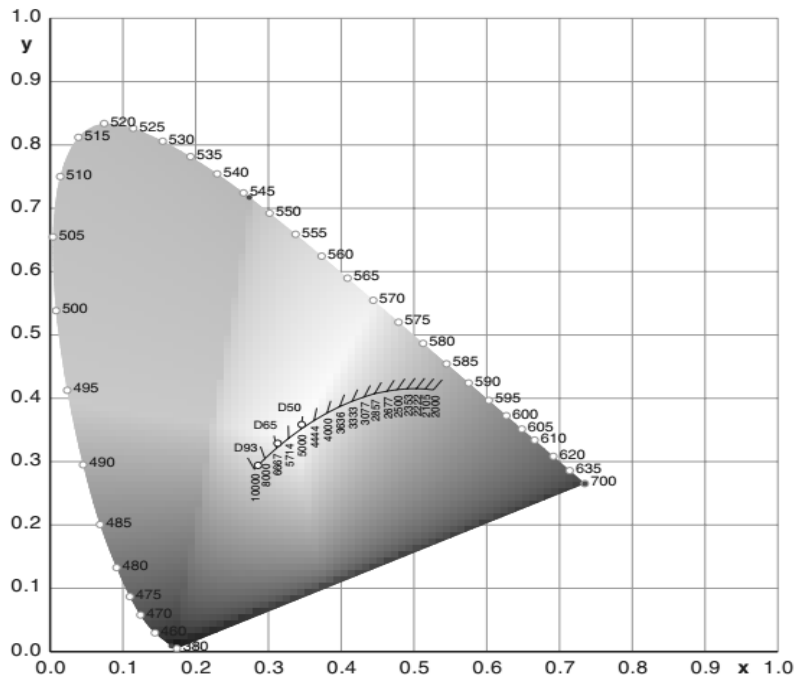
Sự cảm nhận ánh sáng xuất phát từ cấu tạo tự nhiên của mắt, hiện nay ta xác nhận rằng cơ quan cảm nhận ánh sáng của mắt người là võng mạc, cấu tạo bởi hai nhóm tế bào cảm nhận ánh sáng, đó là tế bào hình que và tế bào hình nón. Các tế bào hình que cảm nhận toàn bộ năng lượng của ánh sáng (tức là độ sáng, tối), các tế bào hình nón được chia thành ba loại, cảm nhận ánh sáng trong ba vùng phổ khác nhau và chính các tế bào hình nón này gây cảm giác màu sắc của ánh sáng. Hình 1 mô tả độ nhạy tương đối của ba loại tế bào hình nón đối với ánh sáng khả kiến. Ta thấy, tế bào hình nón cảm nhận ánh sáng màu lam trong một vùng bước sóng khá tách biệt thì tế bào hình nón cảm nhận ánh sáng màu lục và màu đỏ trong hai vùng bước sóng có sự chồng lấn rất mạnh. Sự tác dụng đồng thời của các bức xạ đơn sắc có năng lượng khác nhau

trong ba vùng phổ màu lam, màu lục và màu đỏ của ánh sáng sẽ gây nên cảm giác màu sắc khác nhau cho con người. Đó chính là nguyên tắc tạo ra các màu sắc khác nhau từ việc phối hợp ba màu cơ bản (cơ sở): màu lam (B), màu lục (G) và màu đỏ (R) thường dùng trong kỹ thuật hội họa, in ấn, dệt nhuộm, v.v...



Hình 1. Độ nhạy tương đối của các tế bào hình nón [3].

Chúng ta biết, ánh sáng phát ra từ nguồn sáng và về bản chất có hai loại nguồn sáng: sơ cấp (hay nguồn bức xạ) và thứ cấp (hay nguồn phản xạ). Nguồn sáng sơ cấp là các vật tự nó phát ra ánh sáng dưới tác nhân kích thích nào đó, còn nguồn sáng thứ cấp chỉ là sự phản xạ ánh sáng từ các nguồn sáng khác chiếu tới.



Hình 2. Không gian màu CIE xyY 1931.

Từ đó, sự phối màu được chia làm hai loại: phối màu bức xạ dựa trên các nguồn sáng sơ cấp và được ứng dụng trong kỹ thuật chiếu sáng, hiển thị và phối màu hấp thụ dựa trên các nguồn sáng thứ cấp và được ứng dụng trong các lĩnh vực nghệ thuật, in ấn, kiến trúc, thời trang

[3, 4]. Năm 1931 Ủy ban Quốc tế về chiếu sáng (International Commission on Illumination - CIE) đưa ra tiêu chuẩn về quan sát màu sắc gọi là không gian màu CIE<sub>xyY</sub> 1931 (hay giản đồ màu CIE<sub>xyY</sub> 1931), mọi màu sắc quan sát được trong thực tế đều phải thuộc không gian màu này, xem hình 2 [3].

Đồng thời, CIE đã thống nhất đưa ra phương pháp đo màu và biểu diễn màu dựa trên cơ sở ba hàm độ nhạy của mắt  $\bar{X}(\lambda), \bar{Y}(\lambda), \bar{Z}(\lambda)$ . Đây là ba hàm số theo bước sóng, xác định trong khoảng 380nm đến 780nm, được định nghĩa dựa trên cơ sở quan sát thực nghiệm của mắt người ở góc quan sát nhỏ hơn 4°. Theo tiêu chuẩn này, một màu C nào đó có phân bố phổ  $P(\lambda)$  biểu diễn theo ba màu cơ bản B, G, R và được biểu diễn theo ba giá trị kích thích ứng với ba màu cơ bản như sau:

$$\begin{aligned} P(\lambda).C &= X(\lambda).R + Y(\lambda).G + Z(\lambda).B \\ X &= \int X(\lambda)d\lambda = \int P(\lambda).\bar{x}(\lambda)d\lambda \\ Y &= \int Y(\lambda)d\lambda = \int P(\lambda).\bar{y}(\lambda)d\lambda \\ Z &= \int Z(\lambda)d\lambda = \int P(\lambda).\bar{z}(\lambda)d\lambda \end{aligned}$$

Như đã nêu, các hàm  $P(\lambda), \bar{x}(\lambda), \bar{y}(\lambda), \bar{z}(\lambda)$  không có biểu thức cụ thể mà được xác định bằng thực nghiệm, thể hiện dạng bảng dữ liệu với các giá trị gián đoạn tương ứng với các giá trị  $\lambda$  [5], lúc đó các tích phân có thể được tính gần đúng (công thức hình thang, phương pháp Simpson, ...) trong khoảng bước sóng từ 400nm đến 700nm.

Kết quả, các tọa độ màu của màu C trong không gian XYZ là:

$$x = \frac{X}{X + Y + Z}; \quad y = \frac{Y}{X + Y + Z}; \quad z = \frac{Z}{X + Y + Z}$$

Vì  $x + y + z = 1$  nên chỉ cần biết hai trong ba giá trị  $X, Y, Z$  ta có thể xác định được tọa độ màu của màu C, CIE chọn  $X, Y$  để biểu diễn, như mô tả trên hình 2.

Với ánh sáng trắng lí tưởng (ánh sáng mặt trời - vật đen tuyệt đối có nhiệt độ khoảng 6600K) khi tương tác lên ba loại tế bào hình nón trên võng mạc sẽ gây các giá trị kích thích ứng với ba màu cơ bản tương đương nhau, tức là  $X = Y = Z$ . Tương ứng trên giản đồ CIE có tọa độ  $x = y = 0.333$ , người ta gọi đó là *điểm cân bằng bức xạ*, một điểm nằm trên quỹ tích bức xạ của vật đen tuyệt đối (BBL).

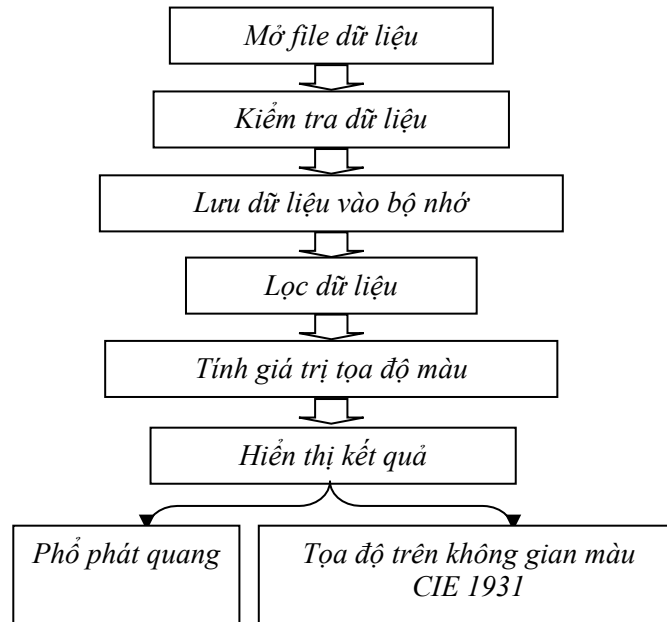
Từ tóm tắt lý thuyết vừa nêu trên chúng ta thấy việc tính toán giá trị tọa độ màu của ánh sáng nói chung là công việc phức tạp, nặng nhọc khi thực hiện theo phương pháp thủ công. Nhu cầu xác định giá trị tọa độ màu cũng như giản đồ màu đối với từng loại ánh sáng nhờ các phần mềm, chương trình tính toán có sẵn là một đòi hỏi thực tế, phục vụ cho các nghiên cứu của lĩnh vực quang phổ học ứng dụng. Hiện nay, các chương trình, phần mềm vi tính được xây dựng dựa trên nhiều loại ngôn ngữ lập trình khác nhau, mỗi loại ngôn ngữ có thể mạnh riêng. Ngôn ngữ C# được phát triển bởi đội ngũ kỹ sư của Microsoft, được xây dựng trên nền tảng của các ngôn ngữ hiện được dùng rất phổ biến là Delphi, C++ và Java. Đây là một ngôn ngữ lập trình với các

công cụ lập trình rất mạnh, có thể viết chương trình trên các hệ điều hành Microsoft Windows, Linux và Microsoft.NET [6, 7, 8, 9]. Vì vậy, để khắc phục các nhược điểm của chương trình xác định tọa độ màu của ánh sáng phát quang dựa trên ngôn ngữ lập trình Delphi đã xây dựng trước đây [10], ngôn ngữ lập trình C# được lựa chọn để xây dựng chương trình mới.

## 2. XÂY DỰNG CHƯƠNG TRÌNH XÁC ĐỊNH TỌA ĐỘ MÀU

### 2.1. Bố cục chương trình

Mục tiêu đặt ra là xây dựng chương trình xác định tọa độ màu của ánh sáng phát quang - ánh sáng phát ra từ nguồn sơ cấp, dựa trên ngôn ngữ lập trình C#, chương trình phải hiển thị được nhiều kết quả khác nhau trên cùng một giản đồ tọa độ màu CIE. Nội dung lập trình bao gồm các bước: thiết lập giản đồ CIE Lab 1931; tính các giá trị tọa độ màu từ dữ liệu đưa vào; hiển thị giá trị tính được trên giản đồ CIE Lab 1931. Cụ thể, để thiết lập giản đồ CIE Lab 1931 trước hết vẽ đường móng ngựa từ bước sóng 400-700nm, tiếp theo kiểm tra từng điểm màu (pixel) trong diện tích bao bởi đường móng ngựa và chấm màu cho mỗi pixel theo màu tương ứng được tính từ công thức lý thuyết. Để tính các giá trị tọa độ màu từ dữ liệu đưa vào đầu tiên xây dựng hàm tính tọa độ màu dựa theo công thức lý thuyết, tiếp theo lọc dữ liệu đưa vào với độ phân giải 1nm trong khoảng bước sóng từ 400-700nm và tính giá trị tọa độ màu từ dữ liệu đã lọc theo hàm tính đã xây dựng. Cuối cùng, dựa theo tọa độ đã tính được hiển thị tọa độ màu trên giản đồ, xem sơ đồ biểu diễn ở hình 3.



Hình 3. Sơ đồ biểu diễn các bước thực hiện của chương trình.

Kết quả đo phổ phát quang thường thu được dưới dạng file dữ liệu, gồm một cột các giá trị bước sóng và một cột giá trị cường độ ánh sáng phát quang tương ứng, do vậy chương trình phải đọc được các file dữ liệu có định dạng “\*.txt” hoặc “\*.dat”.

Sau khi mở file, chương trình sẽ thực hiện quá trình kiểm tra dữ liệu, chỉ chấp nhận file dữ liệu thỏa mãn: bao gồm hai cột giá trị; cột giá trị bước sóng không có giá trị âm và 0, bước thay đổi phải nhỏ hơn 1.5nm; cột giá trị cường độ ánh sáng không có giá trị âm. Khi file dữ liệu thỏa mãn yêu cầu thì chương trình không báo lỗi và chuyển sang thực hiện bước tiếp theo.

Lưu dữ liệu vào bộ nhớ chương trình dưới dạng hai mảng một chiều: một mảng chứa giá trị bước sóng, một mảng chứa giá trị cường độ. Lọc dữ liệu, vì dữ liệu đưa vào là kết quả đo phổ trên các hệ đo khác nhau, với chế độ đo khác nhau nên trong từng file dữ liệu giá trị bước sóng thay đổi không giống nhau, đồng thời có thể có giá trị nằm ngoài vùng 400nm - 700nm, vì vậy chương trình phải có quá trình lọc dữ liệu với khoảng cách dịch chuyển bước sóng là 1nm và hoàn toàn nằm trong vùng khả kiến.

Từ dữ liệu đã lọc chương trình tiến hành tính toán và xác định giá trị tọa độ màu, dựa trên việc sử dụng công thức tính tích phân Simpson và các công thức xác định giá trị tọa độ màu  $X, Y, Z$  trong không gian màu CIE 1931 đã nêu ở trên. Các giá trị tọa độ màu vừa tính được sẽ gán cho tên của file dữ liệu (tương ứng với tên mẫu đo phổ phát quang) và lưu vào bộ nhớ.

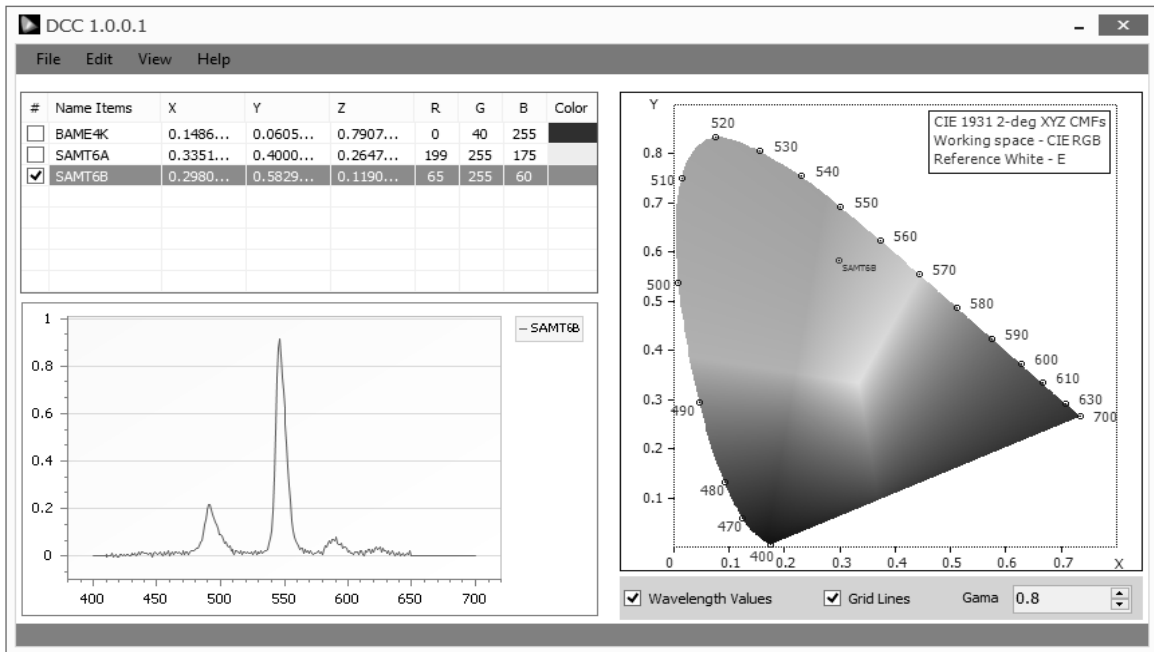
Cuối cùng, chương trình sẽ xuất kết quả lên cửa sổ (table box) gồm: tên file (tên mẫu), giá trị tọa độ màu  $x, y, z$ , giá trị thông số màu cơ bản B, G và R và vẽ điểm màu tương ứng trên giản đồ CIE 1931. Bên cạnh các giá trị tọa độ màu và điểm màu trên giản đồ CIE<sub>xyY</sub> 1931 chương trình cũng vẽ và hiển thị phổ ánh sáng phát quang tương ứng khi cần bằng cách nhấp con trỏ vào từng tên file dữ liệu. Các kết quả xác định tọa độ màu được lưu giữ trong ổ cứng và có thể truy xuất dưới dạng file hình ảnh định dạng jpeg, bitmap hoặc gif.

## 2.2. Chạy chương trình

Để thực hiện tất cả các nhiệm vụ đặt ra, sau khi cài đặt và khởi động, chương trình được chạy bằng các nút lệnh điều khiển trên giao diện của chương trình, tương ứng với từng nhiệm vụ, như biểu diễn trên hình 4.

- Mở các file dữ liệu dùng lệnh File\Load hoặc từ bàn phím nhập lệnh Ctrl+O, lúc đó xuất hiện cửa sổ chứa toàn bộ thư mục của máy tính, nhập đường dẫn đến thư mục chứa các file dữ liệu kết quả đo phổ phát quang, lựa chọn một hoặc nhiều file theo ý muốn và kết thúc bằng nút lệnh Open.

- Sau khi mở các file dữ liệu chương trình tự động lọc dữ liệu, tính tọa độ màu, lưu vào ổ cứng và hiển thị kết quả trên Table box. Công việc còn lại là truy xuất kết quả theo ý muốn. Đọc các giá trị tọa độ màu  $x, y, z$  và B, G, R trên các cột tương ứng. Để hiển thị tọa độ màu trên giản đồ: đặt và click con trỏ vào các ô trống trên cột Name Items. Để hiển thị phổ phát quang ở cửa sổ bên dưới đặt và click con trỏ vào các ô màu trên cột Color.



Hình 4. Ảnh chụp giao diện của chương trình.

- Để lưu file ảnh giản đồ tọa độ màu dùng lệnh File\Print hoặc từ bàn phím phím nhập lệnh Ctrl+P, lúc đó xuất hiện cửa sổ chứa toàn bộ thư mục của máy tính, nhập đường dẫn đến thư mục muốn lưu file ảnh, lựa chọn định dạng file ảnh có sẵn và kết thúc bằng nút lệnh Save.

- Để loại bỏ tất cả các file dữ liệu đã dùng, thực hiện lại toàn bộ tính toán với các file dữ liệu mới, dùng lệnh Edit\Reset list hoặc từ bàn phím phím nhập lệnh Ctrl+R.

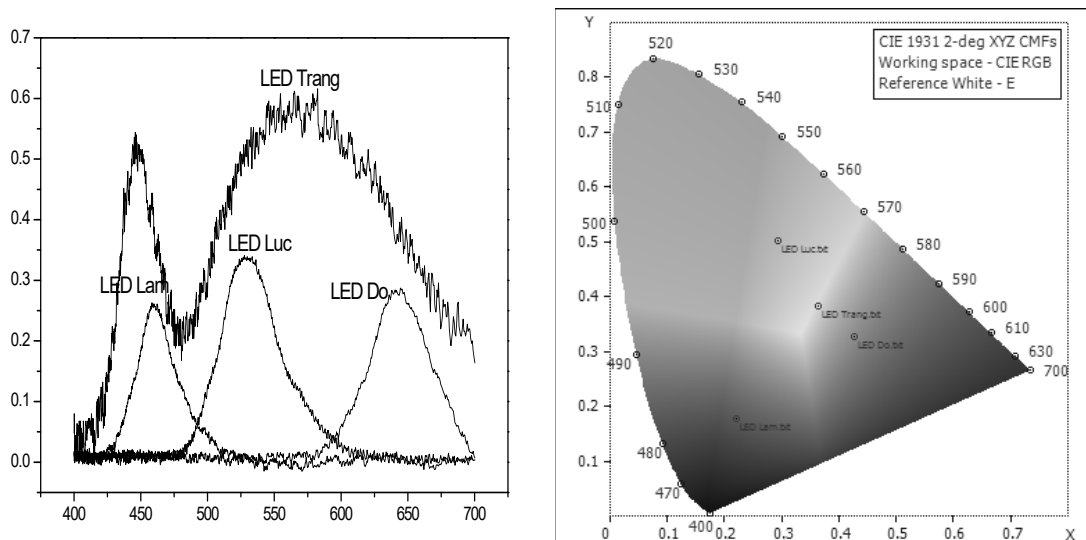
- Để đóng và thoát khỏi chương trình dùng lệnh File\Exit hoặc từ bàn phím phím nhập lệnh Ctrl+X.

### 3. MỘT SỐ KẾT QUẢ THỰC NGHIỆM XÁC ĐỊNH TỌA ĐỘ MÀU CỦA ÁNH SÁNG PHÁT QUANG

#### 3.1. Ánh sáng của điốt phát quang - đèn LED

Để đánh giá độ chính xác, sự tin cậy của các kết quả xác định tọa độ màu của ánh sáng phát quang do chương trình đem lại, chúng tôi thực hiện đo phổ phát quang của một số đèn LED thông dụng phát ánh sáng màu lam, lục, đỏ màu và màu trắng, từ đó xác định tọa độ màu ánh sáng của chúng.

Các kết quả được trình bày trên hình 5 dưới đây.



**Hình 5.** Phổ ánh sáng phát quang của các đèn LED và tọa độ màu tương ứng xác định được.

Chúng ta thấy:

- Với LED phát ánh sáng màu lam: cực đại phổ ở khoảng 460nm, tọa độ màu  $x=0.221$ ,  $y=0.176$  – vùng màu lam; giá trị màu cơ bản  $B=255$ ,  $G=101$ ,  $R=52$ .

- Với LED phát ánh sáng màu lục: cực đại phổ ở khoảng 530nm, tọa độ màu  $x=0.293$ ,  $y=0.502$  – vùng màu lục; giá trị màu cơ bản  $B=109$ ,  $G=255$ ,  $R=85$ .

- Với LED phát ánh sáng màu đỏ: cực đại phổ ở khoảng 643nm, tọa độ màu  $x=0.425$ ,  $y=0.326$  – vùng màu đỏ; giá trị màu cơ bản  $B=126$ ,  $G=134$ ,  $R=255$ .

- Với LED phát ánh sáng trắng: gồm dải phổ hẹp cực đại ở khoảng 447nm và dải phổ rất rộng cực đại ở khoảng 575nm, tọa độ màu  $x=0.364$ ,  $y=0.382$  – nằm khá gần điểm cân bằng bức xạ thuộc vùng màu trắng vàng; giá trị màu cơ bản  $B=176$ ,  $G=245$ ,  $R=255$ .

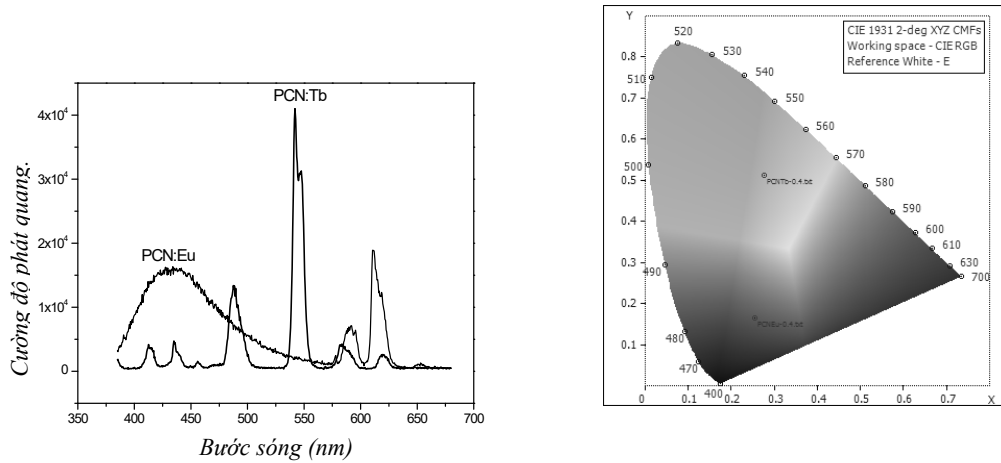
Các kết quả đó cho thấy có sự phù hợp rất tốt giữa màu sắc ánh sáng quan sát bằng mắt, cực đại phổ phát quang và tọa độ trên không gian màu CIExyY 1931 đối với từng loại đèn LED.

### 3.2. Ánh sáng phát quang của một số vật liệu chế tạo được

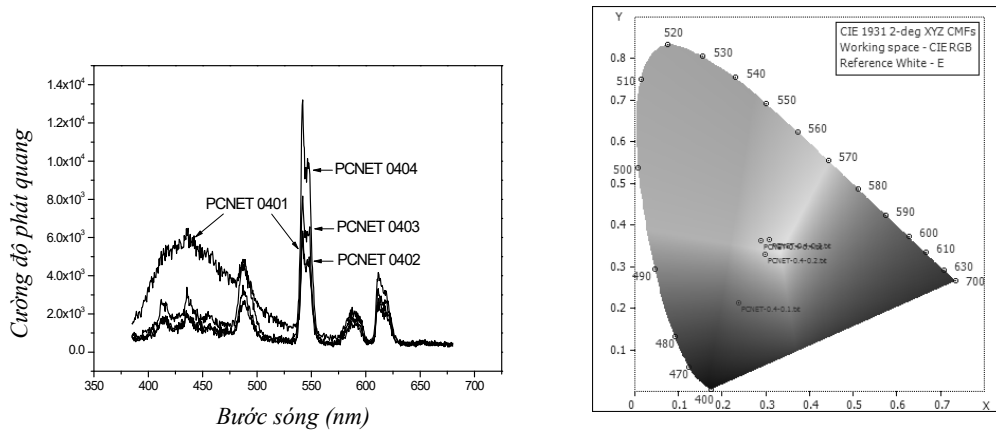
Từ kết quả đo phổ phát quang của các vật liệu thủy tinh có hợp phần  $P_2O_5$ ,  $CaO$ ,  $Na_2O$  (PCN) pha tạp các nguyên tố đất hiếm (RE) do chúng tôi chế tạo [11], tọa độ màu của ánh sáng phát quang cũng đã được chương trình xác định. Kết quả này trình bày trên các hình 6 và 7.

Từ các kết quả đưa ra trên hình 6 và 7 có thể đưa ra nhận định rằng: cũng giống như đối với ánh sáng đèn LED, đối với ánh sáng phát quang của một số vật liệu thủy tinh PCN pha tạp và đồng pha tạp các nguyên tố đất hiếm cũng có sự phù hợp rất tốt giữa màu sắc ánh sáng phát quang, cực đại phổ phát quang và tọa độ màu xác định được.

Xây dựng chương trình xác định tọa độ màu của ánh sáng phát quang bằng ngôn ngữ lập trình C#



**Hình 6.** Phổ ánh sáng phát quang kích thích bằng bức xạ tử ngoại 365nm của vật liệu PCN:Eu (0.4%mol) và PCN:Tb (0.4%mol) và tọa độ màu tương ứng xác định được.



**Hình 7.** Phổ ánh sáng phát quang của vật liệu PCN:Eu,Tb có nồng độ pha tạp tương ứng 0.4%mol Eu, từ 0.1 đến 0.4%mol Tb, kích thích bằng bức xạ tử ngoại 365nm và tọa độ màu tương ứng xác định được.

Cụ thể chúng ta thấy:

- Vật liệu PCN:Tb (0.4%mol) phát ánh sáng màu lục, nhờ chuyển dời 4f-4f đặc trưng của tâm ion  $Tb^{3+}$ , cho các dải phổ hẹp và dải có cực đại ở khoảng 545nm (bức xạ màu lục) mạnh nhất. Lúc này, tọa độ màu xác định được nằm trong vùng màu lục, có giá trị là:  $x=0.276$ ,  $y=0.512$ .

- Vật liệu PCN:Eu (0.4%mol) và PCN:Eu,Tb (0.4%mol - 0.1%mol) phát quang màu lam, nhờ chuyển dời 4f-5d của tâm ion  $Eu^{2+}$ , cho đám phổ mạnh, rộng có cực đại ở khoảng 435nm, chiếm ưu thế hơn so với các dịch chuyển 4f-4f của các tâm ion  $Eu^{3+}$  và  $Tb^{3+}$  lần lượt cho các dải phổ hẹp đặc trưng ở khoảng 615nm và 545nm. Tọa độ màu xác định được nằm trong vùng màu lam, có giá trị tương ứng cho hai trường hợp là:  $x=0.255$ ,  $y=0.163$  và  $x=0.237$ ,  $y=0.213$ .



- Các vật liệu đồng pha tạp PCN:Eu,Tb (0.4%mol - 0.2%mol), (0.4%mol - 0.3%mol) và (0.4%mol - 0.4%mol) phát quang màu xanh lơ. Đây cũng là kết quả của sự đóng góp các bức xạ đặc trưng của cả ba tâm phát quang ion  $\text{Eu}^{2+}$ ,  $\text{Eu}^{3+}$  và  $\text{Tb}^{3+}$ , tuy nhiên lúc này do tăng nồng độ tạp Tb nên các dịch chuyển 4f-4f của các tâm ion  $\text{Tb}^{3+}$  chiếm ưu thế hơn, dải phổ hẹp đặc trưng ở khoảng 545nm luôn có cường độ mạnh nhất. Tọa độ màu xác định được nằm trong vùng ranh giới giữa màu lam và màu lục, khá gần điểm cân bằng bức xạ, với các giá trị tương ứng, lần lượt là:  $x=0.298$ ,  $y=0.329$ ;  $x=0.308$ ,  $y=0.364$  và  $x=0.288$ ,  $y=0.363$ . Rõ ràng là nồng độ pha tạp Tb càng lớn, tọa độ màu càng lệch về vùng màu lục và để có thể thu được vật liệu phát ánh sáng trắng cần gia tăng sự đóng góp bức xạ màu đỏ của tâm  $\text{Eu}^{3+}$  trong các vật liệu đồng pha tạp này.

#### 4. KẾT LUẬN

Chương trình xác định tọa độ màu của ánh sáng phát quang đã được xây dựng hoàn chỉnh dựa trên lý thuyết về sự phối màu bức xạ, các hàm số độ nhạy của mắt người có sẵn và sử dụng ngôn ngữ lập trình C#. Việc cài đặt chương trình khá dễ dàng, giao diện của chương trình thân thiện, dễ sử dụng và cho kết quả nhanh chóng. Chương trình có thể làm việc với các file dữ liệu phổ có định dạng "\*.txt" hoặc "\*.dat" được đo theo các chế độ đo, trên các hệ đo phổ khác nhau.

Sự phù hợp giữa lý thuyết và kết quả thực nghiệm xác định giá trị tọa độ màu của các ánh sáng phát quang khác nhau cho thấy chương trình đã làm việc tốt, hoàn thành được tất cả các mục tiêu đề ra. Đặc biệt là việc đồng thời hiển thị nhiều kết quả trên giản đồ tọa độ màu giúp cho việc định hướng, điều chỉnh và xác định hợp phần vật liệu ban đầu trong quy trình chế tạo vật liệu để nhanh chóng thu được vật liệu phát quang phát ánh sáng có giá trị tọa độ màu như mong muốn. Có thể xem đây là ưu điểm vượt trội so với chương trình xây dựng dựa trên ngôn ngữ Delphi trước đây và chương trình sẽ là một công cụ tốt phục vụ cho việc đánh giá chất lượng ánh sáng phát quang trong các nghiên cứu tìm kiếm, chế tạo vật liệu phát quang mới đáp ứng nhu cầu ứng dụng.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. G. Blasse, B. C. Grabmaier (1994). *Luminescent materials*, Springer-Verlay, Berlin Heidelberg.
- [2]. Westland S.Ripamonti (2004), *Computational Colour Science Using MATLAB*, Wiley.
- [3]. Không gian màu CIE 1931. Website: [http://en.wikipedia.org/wiki/CIE\\_1931\\_color\\_space](http://en.wikipedia.org/wiki/CIE_1931_color_space).
- [4]. Vũ Thị Bích (1998). "*Màu sắc - Một số khái niệm, phương pháp đo và ứng dụng*", Bài giảng Lớp học mùa hè Quang điện tử và Quang học vật rắn, Huế, Tập 1, tr.1 - 19.
- [5]. Không gian màu CIE 1964. Website: <http://www.cvrl.org/cmfs.htm>

- [6]. Distributed by Diễn đàn Tin học (2004). *Hướng dẫn lập trình Delphi*. Website: <http://www.diendantinhoc.net>.
- [7]. Lê Thị Diễm, Vũ Duy Linh, Nguyễn Nhị Gia Vinh (2010). *Giáo trình lý thuyết lập trình căn bản*, Khoa Khoa Học tự nhiên, ĐH Cần Thơ.
- [8]. Giáo trình ngôn ngữ C. Website: <http://tailieuhocTap.vn/chi-tiet-sach/182-nganh-cong-nghe-thong-tin/lap-trinh-ung-dung/769099-giao-trinh-ngon-ngu-c>.
- [9]. Hoàng Đức Hải, Lê Phương Lan (2000). *Giáo trình lý thuyết & bài tập Borland Delphi*, NXB Giáo dục, Hà Nội.
- [10]. Lê Văn Tuất, Lê Ngọc Minh (2014). *Chương trình xác định tọa độ màu của ánh sáng phát quang*. Những tiến bộ trong Vật lý kỹ thuật và Ứng dụng, Tp Huế, 08-12 tháng 10 năm 2013. Nhà xuất bản Khoa học tự nhiên và Công nghệ - 2014. ISBN: 978-604-913-232-2.
- [11]. Lê Văn Tuất, Phan Thị Thu Hương (2014). *Chế tạo và khảo sát đặc trưng phát quang của thủy tinh phát phát pha tạp ion đất hiếm*. Kỷ yếu Hội nghị Quang học Quang phổ toàn quốc và Hội nghị Quốc tế về Quang tử và ứng dụng lần thứ VIII, TP. Đà Nẵng, Việt Nam. 12 - 16 tháng 8 năm 2014.

## ESTABLISHMENT OF A PROGRAM TO DETERMINE THE COLOR COORDINATE VALUES FOR LUMINESCENT LIGHT BY C# LANGUAGE

**Le Van Tuat\*, Doan Nhat, Do Thanh Tien**

*Department of Physics, Hue University of Sciences*

*\*Email: tuatlevan@husc.edu.vn*

### ABSTRACT

*The program determining the color coordinate values of luminescent light based on C# programming language was established and it has met all the requirements set out. When the color coordinate values were calculated, the program can display the results on the same color diagram. For example, the color coordinate values of luminescent light from Tb doped phosphate glass (PCN:Tb) were  $x=0.276$ ,  $y=0.512$ ; from Eu doped phosphate glass (PCN:Eu) were  $x=0.255$ ,  $y=0.163$ ; from Eu, Tb co-doped phosphate glass (PCN:Eu,Tb) were  $x=0.298$ ,  $y=0.329$ ;  $x=0.308$ ,  $y=0.364$  and  $x=0.288$ ,  $y=0.363$  corresponding to concentration of Eu,Tb were (0.4%mol - 0.2%mol), (0.4%mol - 0.3%mol) và (0.4%mol - 0.4%mol). Since we can make the appropriate adjustments for the manufacturing process to obtain a light emitting material with the desired color. The paper presents the results of that study.*

**Keywords:** *CIExyY1931, luminescent, color coordinate.*