

# Ứng dụng phân tích quang phổ hấp thụ phân tử trong giám định tài liệu pháp y

Nguyễn Đức Dương, Trần Đình Hoàn, Nguyễn Thị Minh Hằng, Bùi Trung Toàn

Viện H09, Bộ Công an  
duong.mda@gmail.com

## Tóm tắt

Các vụ án liên quan tới tài liệu giả mạo ngày càng phổ biến với tính chất tinh vi và phức tạp. Trong đó tài liệu liên quan đến chữ viết tay, chữ kí thường xuất hiện trong các vụ án hình sự và tranh chấp dân sự. Hầu hết văn bản viết tay hiện hành thường dùng bút bi, do đó việc phân tích các mẫu mực bút bi có trên thị trường là một căn cứ quan trọng để giám định hình sự các tài liệu bị giả mạo. Bài báo này trình bày cách phân biệt các loại mực của các mẫu bút bi Thiên Long bằng phương pháp quang phổ hấp thụ phân tử phổ tử ngoại khả kiến (UV-Vis) với 3 mẫu: matixs, flexoffice và TL-023; bằng phương pháp phổ hồng ngoại (IR) với 06 mẫu màu xanh: grip, matixs, executive, flexoffice, leger, TL-023 và 06 mẫu màu đen: grip black, matixs black, executive black, flexoffice black, leger black, TL-023 black. Kết quả thu được cho thấy, phân tích mẫu mực bằng phương pháp UV-Vis cho kết quả nhanh và dễ phân biệt hơn so với phương pháp phân tích IR.

Nhận 09.10.2021  
Được duyệt 28.03.2022  
Công bố 06.04.2022

## Keywords

mực bút bi, phân tích mực, phương pháp phổ UV-Vis, phương pháp phổ IR

© 2022 Journal of Science and Technology - NTTU

## 1 Mở đầu

Trong lĩnh vực khoa học điều tra hình sự, tài liệu được hiểu là những vật phẩm do tội phạm tạo ra, những đối tượng bị chúng xâm hại, hoặc là những phương tiện để tội phạm thực hiện hành vi phạm tội [1,2]. Tài liệu là vật phẩm làm giả gồm: chữ viết, chữ kí, tiền, giấy tờ, hóa đơn, chứng từ, ấn phẩm giả (ví dụ, di chúc giả để chiếm đoạt tài sản),... Tài liệu là đối tượng bị xâm hại (tiền, giấy tờ, ấn phẩm,...) của cơ quan, tổ chức hay cá nhân bị lấy cắp.

Kết quả giám định tài liệu là chứng cứ quan trọng để chứng minh tội phạm và các tình tiết liên quan, có ảnh hưởng trực tiếp tới kết quả điều tra, truy tố, xét xử; đưa ra những bằng chứng giúp nhận biết được các tài liệu giả, đặc biệt là sự xuất hiện của tiền giả, đô la giả [3,4].

Phân tích mực là một phần quan trọng trong quá trình giám định các tài liệu nghi vấn: séc, hóa đơn, hợp đồng,... Phương pháp phân tích quang phổ hấp thụ phân tử thường được sử dụng cho kết quả chính xác

giúp phân biệt các loại mực [5,6]. Phương pháp phổ FTIR (Fourier Transformation InfraRed) dựa trên sự hấp thụ bức xạ IR của hợp chất cần nghiên cứu, ghi nhận dao động đặc trưng của các liên kết hóa học giữa các nguyên tử, có thể phân tích cấu trúc định tính và định lượng; đạt độ nhạy rất cao với hàm lượng chất mẫu rất thấp, ngay cả khi mẫu chỉ có bề dày cỡ 50 nm,... FTIR được sử dụng để phân tích các mẫu mực viết ở các thời điểm khác nhau. Phổ IR thu được bằng ba cách sử dụng: viên nén KBr, chất nền Si và tế bào ZnSe. Từ việc phân tích phổ FTIR xác định được: thời điểm viết, thành phần hóa học của mực; cho thấy chỉ cách sử dụng viên KBr và tế bào ZnSe là hiệu quả [7]. Phương pháp quang phổ tử ngoại - khả kiến (Ultra violet - Visible/ UV-Vis) dựa trên sự hấp thụ bức xạ tử ngoại-khả kiến. Kiểm tra bằng tia UV-Vis có thể cung cấp các dấu hiệu cho thấy tài liệu đã bị thay đổi do tác động bởi hóa chất hoặc các vật liệu khác [8].

Nghiên cứu này phân tích các loại mực bằng các phương pháp phân tích quang phổ hấp thụ phân tử phổ tử ngoại khả kiến (UV-Vis) và phổ hồng ngoại (IR) trong giám định tài liệu để cung cấp dữ liệu phân tích tài liệu nhằm hỗ trợ cơ quan pháp y.

## 2 Phương pháp nghiên cứu

### 2.1 Chuẩn bị mẫu

Khối giấy trắng với kích thước 1 cm x 5 cm được tó kín mực. Sau đó ngâm toàn bộ trong 100 mL methanol (Merck, Đức). Sau 16 giờ, toàn bộ mực trên giấy được hòa tan hoàn toàn vào dung dịch methanol thu được 100 mL dung dịch methanolic (hỗn hợp methanol và mực viết).

### 2.2 Phân tích UV-Vis

Thiết bị: máy phân tích phổ Perkin Elmer Lambda 35, Phần Lan.

Độ hấp thụ được ghi lại trong dải bước sóng  $\lambda = (400 - 700)$  nm. Dữ liệu được xử lý bằng phần mềm Winlab.

### 2.3 Phân tích IR

Thiết bị: máy phân tích phổ L1600400 Spectrum two DTGS, UK.

Phổ hồng ngoại cho mỗi mẫu được ghi lại trong dải  $(450-4\ 000)$   $\text{cm}^{-1}$ .

10  $\mu\text{L}$  mực methanolic được thêm vào 100 mg bột KBr tinh khiết. Sau đó mẫu được làm khô hoàn toàn bằng máy sấy Drying Oven (Trung Quốc) và ép thành đĩa tròn đường kính 40 mm, dày 2 mm (độ truyền qua 92 % trong dải phổ). Áp lực ép đặt lên mẫu là 5 tấn.

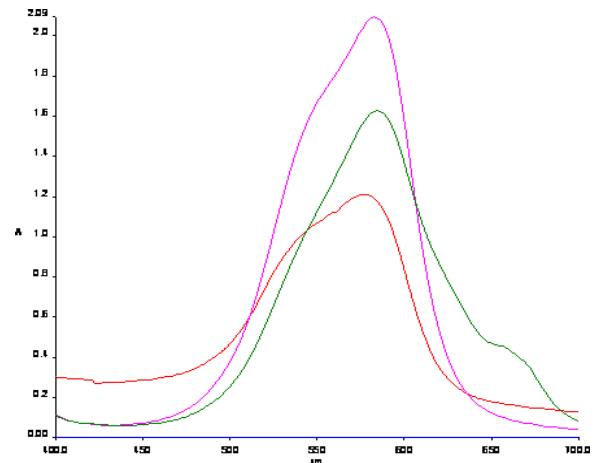
## 3 Kết quả và bàn luận

### 3.1 Phân tích UV-Vis

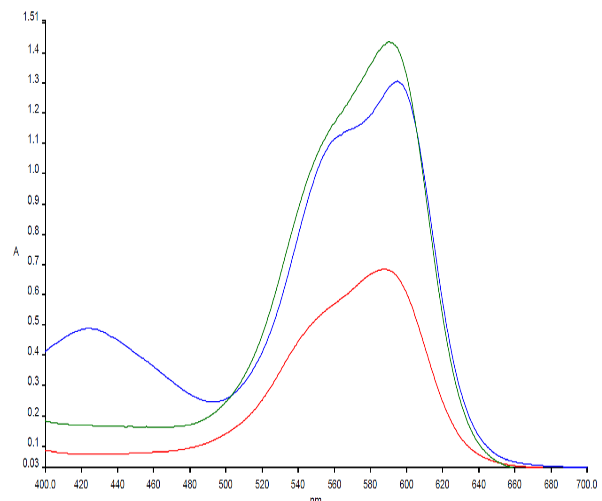
Mực của ba nhãn hiệu bút bi Thiên Long (matixs, flexoffice, TL-023) được kiểm tra bằng máy quang phổ UV-Vis trong dải bước sóng  $\lambda = (400-700)$  nm.

Hình 1 là phổ hấp thụ của ba mẫu mực bút bi Thiên Long màu xanh. Tất cả các mẫu đều có một đỉnh hấp thụ cực đại trong dải bước sóng  $\lambda = (550-600)$  nm. Đỉnh hấp thụ của mẫu matixs ở  $\lambda = 584,14$  nm, của mẫu flexoffice ở  $\lambda = 582,25$  nm và của mẫu TL-023 ở  $\lambda = 577,40$  nm.

Hình 2 là phổ hấp thụ của ba mẫu mực bút bi Thiên Long màu đen. Mẫu matixs có hai đỉnh hấp thụ trong khi flexoffice và TL-023 chỉ có một đỉnh. Đỉnh hấp thụ cực đại của mẫu flexoffice ở  $\lambda = 590,09$  nm, của mẫu matixs ở  $\lambda = 594,92$  nm, và của mẫu TL-023 ở  $\lambda = 587,03$  nm.



**Hình 1** Phổ hấp thụ UV-Vis của mực bút bi xanh  
— matixs, — flexoffice, — TL-023

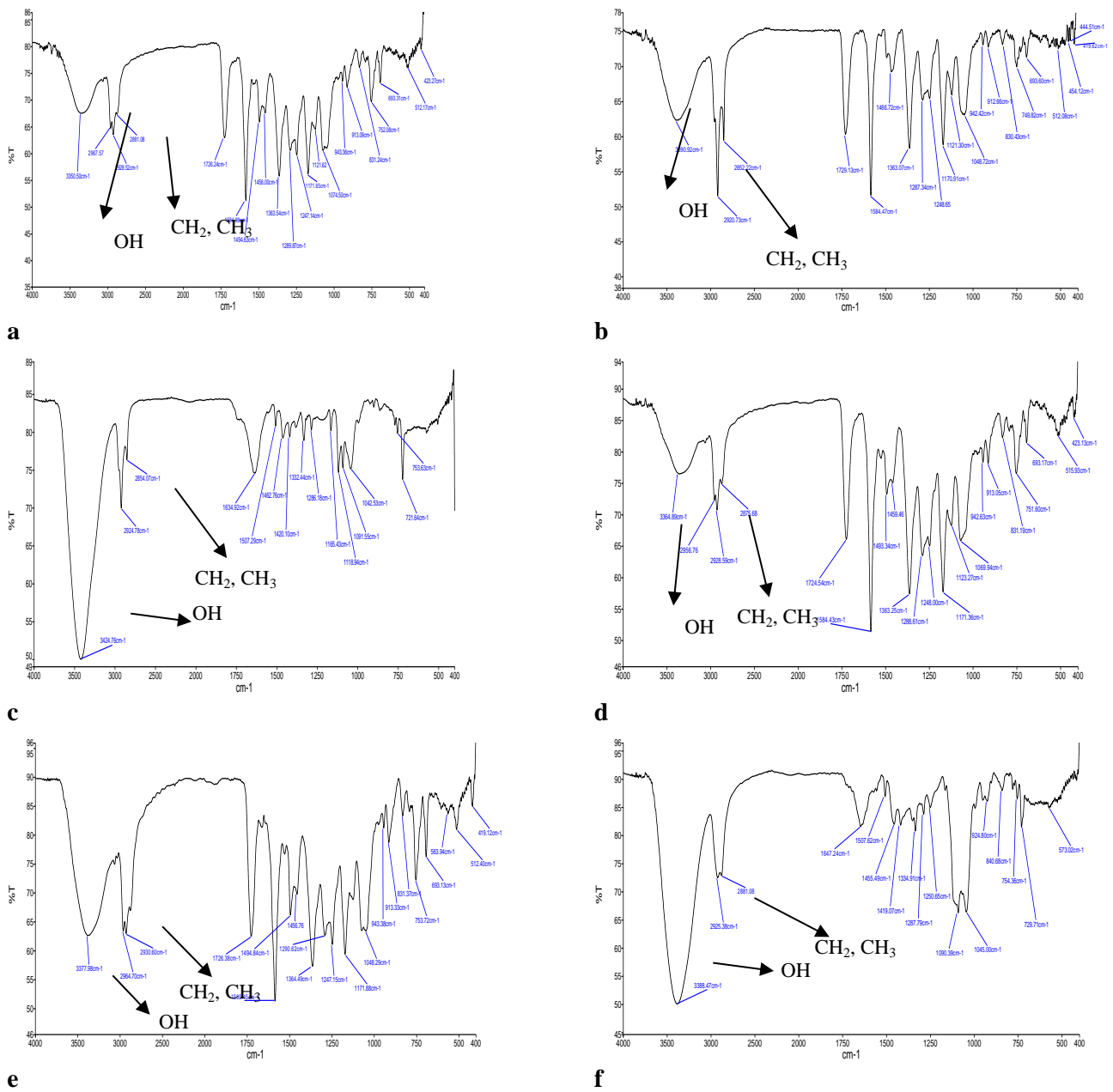


**Hình 2** Phổ hấp thụ UV-Vis của mực bút bi đen  
— matixs, — flexoffice, — TL-023

### 3.2 Phân tích IR

Mực của ba nhãn hiệu bút bi Thiên Long được phân tích bằng máy phân tích phổ L1600400 Spectrum two DTGS, trong dải  $(450-4\ 000)$   $\text{cm}^{-1}$ .

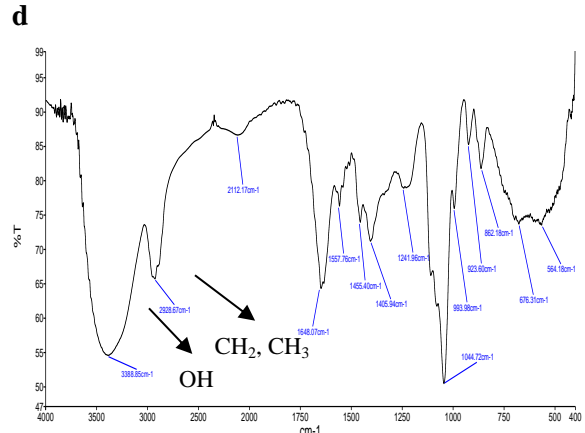
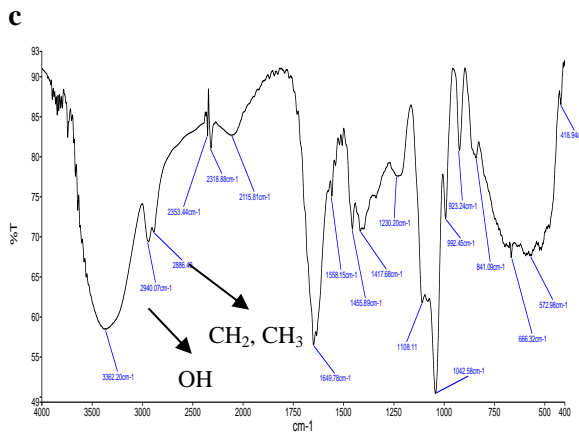
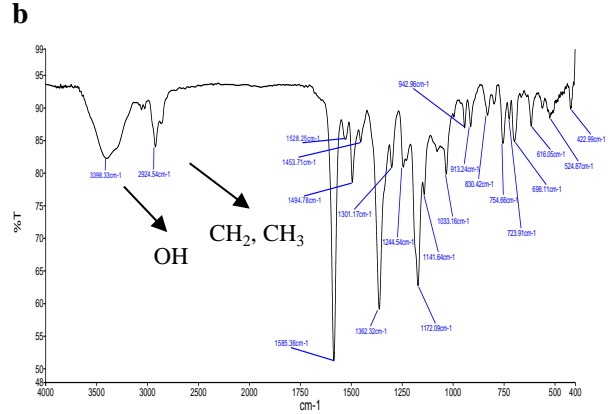
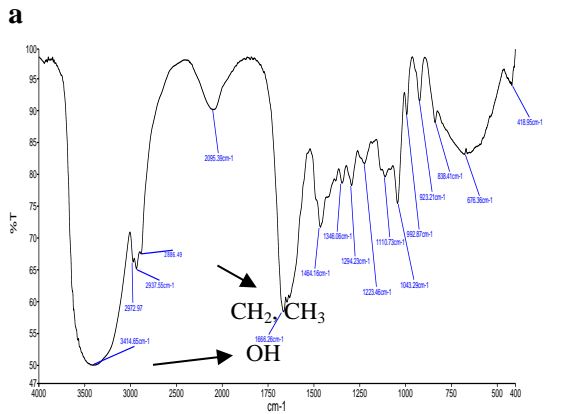
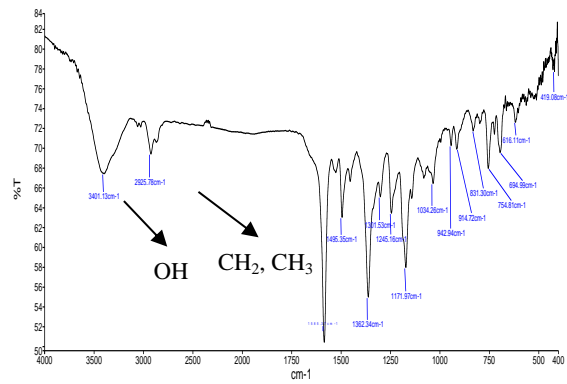
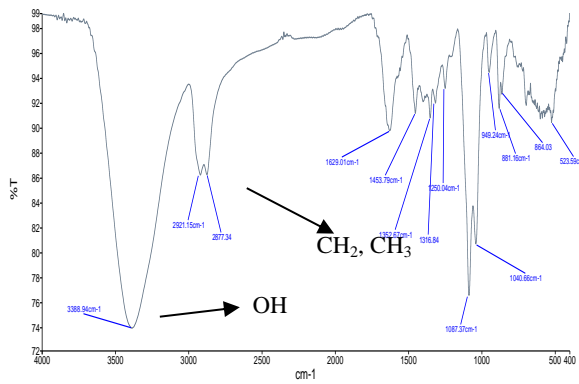
Hình 3 là phổ hấp thụ IR của 6 mẫu mực bi Thiên Long màu xanh nhãn hiệu grip (B01), matixs (B02), executive (B03), flexoffice (B04), leger (B05) và TL-023 (B06). Tất cả các phổ có một đỉnh rộng trong khoảng  $(3\ 000-3\ 600)$   $\text{cm}^{-1}$ , điều này cho thấy sự hiện diện của nhóm -OH trong các mẫu này. Các đỉnh trong dải  $(2\ 880-2\ 900)$   $\text{cm}^{-1}$  cho thấy sự có mặt của nhóm -CH<sub>2</sub> và -CH<sub>3</sub> [9].



**Hình 3** Phổ hấp thụ IR của 6 mẫu mực bút bi Thiên Long màu xanh (a) B01, (b) B02, (c) B03, (d) B04, (e) B05, (f) B06

Hình 4 là phổ hấp thụ IR của 6 mẫu mực bi Thiên Long màu đen nhãn hiệu grip black (K01), matixs black (K02), executive black (K03), flexoffice black (K04), leger black (K05) và TL-023 black (K06).

Tất cả các phổ có một đỉnh rộng trong dải (3 000-3 600)  $cm^{-1}$ , cho thấy sự hiện diện của nhóm -OH trong các mẫu này. Sự có mặt của các đỉnh trong dải (2 880-2 900)  $cm^{-1}$  là do sự kéo dẫn của CH<sub>3</sub> và CH<sub>2</sub>..



**Hình 4** Phổ hấp thụ IR của 6 mẫu mực bút bi Thiên Long màu đen (a) K01, (b) K02, (c) K03, (d) K04, (e) K05, (f) K06

#### 4 Kết luận

Phân tích UV-Vis cho thấy các mẫu mực bút bi Thiên Long matixs, flexoffice và TL-023 chỉ hiển thị một đỉnh trong dải  $\lambda = (550-600)$  nm. Phân tích IR cho thấy dạng phổ của các mẫu này tương tự nhau và khó phân biệt sự khác nhau của các mẫu (sự khác biệt chỉ thể hiện ở cường độ của đỉnh chính và dạng phổ).

Từ kết quả thu được, có thể kết luận: việc phân tích các mẫu mực bằng phương pháp UV-Vis cho kết quả nhanh và có thể dễ phân biệt các mẫu mực hơn so với phương pháp phân tích IR.

#### Lời cảm ơn

Nghiên cứu được tài trợ bởi Bộ Công an, mã đề tài BH.2019.H09.01.

## Tài liệu tham khảo

1. Trần Đại Quang, Nguyễn Xuân Yêm, (2013). *Khoa học hình sự Việt Nam*, Tập 2 (Kĩ thuật hình sự), NXB Công an Nhân dân.
2. Nguyễn Hồng Ngọc, (1998). *Giáo trình gia công quang học*, Học viện Kỹ thuật Quân sự, Hà Nội.
3. Trần Quang Tuấn, (2012). Nâng cao chất lượng thiết bị Polyray đa bước sóng phục vụ công tác nghiệp vụ Công an. *Đề tài cấp cơ sở*.
4. Trần Quang Tuấn, (2016). Nghiên cứu chế tạo thiết bị đọc nội dung tài liệu trong bì thư kín dùng cho lực lượng An ninh, Tình báo; *Đề tài cấp Bộ*.
5. Bernard Valeur, Mário Nuno Berberan-Santos, *Molecular Fluorescence*, (2011). Principles and Applications, Wiley-VCH.
6. Jay A Siegel, Pekka J Saukko, (2013). *Encyclopedia of Forensic Sciences*. Elsevier Academic Press.
7. Katherine M. Koppenhaver, (2007). *Forensic Document Examination Principles and Practice*. Humana Press.
8. Kelly M. (2019). *Elkins, Introduction to Forensic Chemistry*. CRC Press
9. Brian C. Smith, (2017). The C-O Bond, Part I: Introduction and the Infrared Spectroscopy of Alcohols, Spectroscopy.

## Application of molecular absorption spectroscopy analysis in forensic document assessment

Nguyen Duc Duong, Tran Dinh Hoan, Nguyen Thi Minh Hang, Bui Trung Toan  
Institute of Science and Technology, Ministry of Public Security  
duong.mda@gmail.com

**Abstract** Cases related to forged documents are increasingly common with sophisticated and complex. In which documents related to handwriting, signature often appear in criminal cases and civil disputes. Most current handwritten documents often use ballpoint pens, so analyzing ballpoint pen ink samples on the market is an important basis for criminal investigation of forged documents. This paper presents a way to distinguish the inks of Thien Long ballpoint pen samples by ultraviolet-visible (UV-Vis) molecular absorption spectroscopy with three samples: matixs, flexoffice and TL-023; by IR spectroscopy with six blue samples: grip, matixs, executive, flexoffice, leger, TL-023 and 06 black samples: grip black, matixs black, executive black, flexoffice black, leger black, TL-023 black. The obtained results show that the pattern analysis by UV-Vis method gives faster and easier to distinguish results than the IR analysis method.

**Keywords** ballpoint pen inks, ink discrimination, spectroscopic