

**ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC**



**Hoàng Văn Quế**

**CHẾ TẠO VÀ KHẢO SÁT CÁC THÔNG SỐ  
ĐỘNG HỌC CỦA CÁC HẠT NANO VÀNG  
TRONG MÔI TRƯỜNG PHỨC HỢP**

**LUẬN VĂN THẠC SĨ VẬT LÝ**

**Thái Nguyên - 2019**

**ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN**  
**TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC**



**Hoàng Văn Quế**

**CHẾ TẠO VÀ KHẢO SÁT CÁC THÔNG SỐ ĐỘNG HỌC**  
**CỦA CÁC HẠT NANO VÀNG TRONG MÔI TRƯỜNG**  
**PHỨC HỢP**

**Chuyên ngành: Quang học**

**Mã số: 8840110**

**LUẬN VĂN THẠC SĨ VẬT LÝ**

**Cán bộ hướng dẫn khoa học: TS. Vũ Xuân Hòa**

**PGS.TS. Trần Hồng Nhung**

**Thái Nguyên - 2019**

## LỜI CẢM ƠN

*Lời đầu tiên, em xin bày tỏ lòng kính trọng và biết ơn sâu sắc tới TS. Vũ Xuân Hòa và PGS.TS Trần Hồng Nhung đã trực tiếp hướng dẫn, giúp đỡ em trong suốt quá trình nghiên cứu và thực hiện đề tài.*

*Tôi xin gửi lời cảm ơn chân thành tới ban giám hiệu trường THPT Lê Văn Thịnh nơi tôi đang công tác. Ban giám hiệu trường Đại học khoa học- Đại học Thái Nguyên, các thầy cô khoa Vật lý và công nghệ trường Đại học khoa học đã tạo nhiều điều kiện thuận lợi cho tôi trong quá trình học tập và nghiên cứu đề tài.*

*Cuối cùng, tôi xin gửi lời cảm ơn đến gia đình, bạn bè, những người đồng nghiệp đã luôn động viên và khích lệ tôi trong quá trình thực hiện đề tài nghiên cứu của mình.*

*Mặc dù đã cố gắng để hoàn thành đề tài nhưng không tránh khỏi những thiếu sót nhất định. Em rất mong được sự đánh giá, nhận xét và đóng góp ý kiến của các thầy cô giáo và các bạn đọc để đề tài được hoàn thiện hơn.*

*Xin chân thành cảm ơn!*

*Thái Nguyên, 12 tháng 6 năm 2019*

Học viên

**HOÀNG VĂN QUẾ**

**MỤC LỤC****DANH MỤC BẢNG BIỂU****DANH MỤC HÌNH ẢNH****DANH MỤC CÁC KÍ HIỆU VIẾT TẮT**

|   |    |
|---|----|
| <b>MỞ ĐẦU</b> .....   | 1  |
| Mục đích nghiên cứu   |    |
| Vai trò và tính cấp thiết của đề tài  |    |
| <b>CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN</b> .....  | 3  |
| 1.1. Tổng quan về các hạt nano vàng.....  | 3  |
| 1.1.1. Tính chất quang của hạt nano vàng.....   | 3  |
| 1.1.2. Một số phương pháp chế tạo hạt nano vàng .....                                   | 5  |
| 1.1.3. Một số ứng dụng của hạt nano vàng .....  | 6  |
| 1.2 . Chuyển động dịch chuyển ngẫu nhiên (Brown).....                                   | 7  |
| 1.3. Phương pháp theo dõi đơn hạt.....  | 10 |
| 1.3.1. Sự phát triển của SPT.....   | 11 |
| 1.3.2.Thiết lập hệ quang học cho SPT trong không gian 2 chiều (2D) và 3 chiều (3D)..... | 13 |
| 1.3.3. Phân tích dữ liệu.....   | 14 |
| 1.3.4. Kết luận.....  | 19 |
| <b>CHƯƠNG 2: THỰC NGHIỆM</b>  |    |
| <b>CHẾ TẠO , KHẢO SÁT VÀ THEO DÕI HẠT NANO VÀNG</b> .....                               | 20 |
| 2.1. Chế tạo hạt nano vàng .....  | 20 |
| 2.2. Các phương pháp khảo sát .....   | 21 |
| 2.2.1. Kính hiển vi điện tử quét (SEM- Scanning Electron Microscope).....               | 21 |
| 2.2.2. Phổ hấp thụ UV-Vis.....  | 23 |
| 2.2.3.Cấu tạo và nguyên tắc hoạt động của kính hiển vi quang học trường tối .....       | 25 |

|   |           |
|---|-----------|
| 2.3. Quy trình theo dõi đơn hạt nano vàng trong môi trường phức hợp.....          | 27        |
| <b>CHƯƠNG 3: KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN.....</b>  | <b>33</b> |
| 3.1. Hình thái, kích thước và phổ hấp thụ của nano vàng dạng cầu.....             | 33        |
| 3.2. Các thông số động học của hạt nano vàng trong môi trường phức hợp.....       | 34        |
| 3.2.1. Đánh giá độ nhớt của môi trường nước+glycerol.....                         | 34        |
| 3.2.2. Xác định hệ số khuếch tán ( $D_t$ ) bằng phương pháp theo dõi đơn hạt..... | 36        |
| 3.2.3. Quỹ đường dịch chuyển trung bình $\langle r(t) \rangle$ .....              | 42        |
| 3.2.4. Vận tốc dịch chuyển trung bình $\langle v(t) \rangle$ .....                | 45        |
| <b>KẾT LUẬN.....</b>  | <b>49</b> |
| <b>PHỤ LỤC.....</b>   | <b>50</b> |
| <b>DANH MỤC CÁC CÔNG TRÌNH CÓ LIÊN QUAN ĐẾN LUẬN VĂN.....</b>                     | <b>53</b> |
| <b>TÀI LIỆU THAM KHẢO.....</b>  | <b>53</b> |

**DANH MỤC BẢNG BIỂU**

|  |    |
|--|----|
| <b>Bảng 3.1.</b> Hệ số nhớt của môi trường hỗn hợp phụ thuộc vào lượng glycerol.....   | 35 |
| <b>Bảng 3.2:</b> Bảng thống kê hệ số khuếch tán cho 5 đơn hạt trong hỗn hợp nước +20% glycerol.....  | 37 |
| <b>Bảng 3.3a.</b> Hệ số khuếch tán D của 5 hạt nano vàng phụ thuộc vào lượng glycerol trong dung dịch (Giá trị D trong bảng $\cdot 10^{-12} \text{ m}^2/\text{s}$ )..... | 41 |
| <b>Bảng 3.3b.</b> Hệ số khuếch tán trung bình của các hạt nano vàng phụ thuộc vào lượng glycerol trong dung dịch .....   | 42 |
| <b>Bảng 3.4a.</b> Quãng đường dịch chuyển trung bình của 5 hạt nano vàng trong môi trường hỗn hợp glycerol tương ứng (20%) .....   | 43 |
| <b>Bảng 3.4b .</b> Quãng đường dịch chuyển trung bình của các hạt nano vàng trong từng môi trường hỗn hợp glycerol .....   | 44 |
| <b>Bảng 3.5a.</b> Vận tốc dịch chuyển trung bình của 5 hạt nano vàng trong cùng môi trường hỗn hợp glycerol .....  | 45 |
| <b>Bảng 3.5b.</b> Vận tốc dịch chuyển trung bình của 5 hạt nano vàng trong từng môi trường hỗn hợp glycerol .....  | 45 |
| <b>Bảng 3.5c.</b> Vận tốc dịch chuyển trung bình của nhiều hạt nano vàng trong từng môi trường hỗn hợp glycerol .....  | 46 |
| <b>Bảng 3.6.</b> Thống kê chung các thông số động học trung bình của các hạt nano vàng trong từng môi trường hỗn hợp glycerol khác nhau.....                             | 47 |

**DANH MỤC HÌNH ẢNH**

|   |    |
|---|----|
| <b>Hình 1.1.</b> Màu của cốc phụ thuộc vào vị trí chiếu ánh sáng .....  | 3  |
| <b>Hình 1.2.</b> Ảnh kính hiển vi điện tử quét của các hạt nano vàng dạng thanh (A). Ảnh chụp các dung dịch hạt nano vàng dạng thanh có kích thước khác nhau (B). Phổ dập tắt lasmon tương ứng (C)..... | 4  |
| <b>Hình 1.3.</b> Sơ đồ minh họa của SPT.....  | 13 |
| <b>Hình 1.4.</b> Sơ đồ quang học khác nhau cho SPT trong 2D và 3D.....  | 14 |
| <b>Hình 1.5.</b> Ước lượng vị trí hạt và tính toán chính xác vị trí.....  | 15 |
| <b>Hình 1.6.</b> Liên kết các vị trí và xây dựng quỹ đạo các hạt.....   | 16 |
| <b>Hình 1.7.</b> Phân tích quỹ đạo và đường cong MSD.....   | 18 |
| <b>Hình 2.1.</b> Sơ đồ chế tạo hạt keo vàng bằng phương pháp Turkevitch.....  | 20 |
| <b>Hình 2.2.</b> Mô hình phản ứng xảy ra trong phương pháp Turkevitch.....  | 21 |
| <b>Hình 2.3.</b> Sơ đồ khối của kính hiển vi điện tử quét .....   | 22 |
| <b>Hình 2.4.</b> Biểu diễn định luật Lamber-Beer.....   | 24 |
| <b>Hình 2.5.</b> Sơ đồ nguyên lý của hệ đo hấp thụ UV-Vis hai chùm tia.....   | 25 |
| <b>Hình 2.6.</b> Sơ đồ nguyên lý hoạt động của kính hiển vi trường tối. So sánh ảnh trường tối với ảnh trường sáng.....   | 26 |
| <b>Hình 2.7.</b> Cấu hình quang học của kính hiển vi trường tối phản xạ và truyền qua được sử dụng để quan sát các hạt nano vàng .....  | 27 |
| <b>Hình 2.8.</b> Sơ đồ minh họa quy trình theo dõi đơn hạt.....   | 28 |
| <b>Hình 2.9.</b> Mở video theo dõi đơn hạt.....   | 29 |
| <b>Hình 2.10.</b> Quan sát tất cả các quỹ đạo của các đơn hạt ( khung bên phải được phóng to để thấy rõ hơn quỹ đạo dịch chuyển của một đơn hạt ).....  | 30 |
| <b>Hình 2.11.</b> Thông tin quỹ đạo đơn hạt (trajectory 19) xuất ra từ thuật toán của Mosaic trong không gian 2 chiều.....  | 30 |

|  |    |
|--|----|
| <b>Hình 2.12.</b> Quỹ đạo chuyển động của 1 đơn hạt theo thời gian .Các tọa độ x và y tạo thành các điểm ảnh ở mỗi khung hình (frame)cho 1 quỹ đạo của hạt nano.....                                 | 31 |
| <b>Hình 3.1.</b> a) Ảnh các hạt nano vàng được chụp dưới kính hiển vi điện tử quét (SEM). b) Phổ hấp thụ plasmon của các hạt nano vàng tương ứng. ....   | 33 |
| <b>Hình 3.2.</b> Bình phương dịch chuyển trung bình đo đạc bằng thực nghiệm cho một hạt nano vàng duy nhất (hạt số 1) có bán kính thủy động học $R_h=14$ nm.....                                     | 37 |
| <b>Hình 3.3.</b> Bình phương dịch chuyển trung bình đo đạc bằng thực nghiệm cho 4 hạt nano vàng khác nhau trong hỗn hợp nước +20% glycerol.....  | 38 |
| <b>Hình 3.4.</b> Bình phương dịch chuyển trung bình đo đạc bằng thực nghiệm và khớp lý thuyết cho 12 hạt nano vàng trong nước +20% glycerol.....   | 39 |
| <b>Hình 3.5.</b> Bình phương dịch chuyển trung bình đo đạc bằng thực nghiệm cho các hạt nano vàng trong các môi trường hỗn hợp nước có lượng glycerol khác nhau: a) 20%; b) 40%; c) 60%; d) 90%..... | 40 |
| <b>Hình 3.6</b> a) Thực nghiệm xác định MSDR và b) các giá trị D được suy ra từ hình a cho các môi trường hỗn hợp glycerol tương ứng (20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70% và 90%).....                      | 42 |
| <b>Hình 3.7.</b> Hình ảnh quỹ đạo của một hạt nano vàng ( hạt số 1)trong môi trường hỗn hợp glycerol tương ứng (20%) .....   | 43 |
| <b>Hình 3.8.</b> Quãng đường dịch chuyển trung bình trong các môi trường hỗn hợp glycerol tương ứng (20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70% và 90%).....   | 44 |
| <b>Hình 3.9.</b> Các giá trị vận tốc dịch chuyển trung bình cho các môi trường hỗn hợp glycerol tương ứng (20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70% và 90%).....   | 46 |



**DANH MỤC CÁC KÍ HIỆU VIẾT TẮT**

| <b>STT</b> | <b>Ký hiệu</b>      | <b>Tên đầy đủ</b>                                  | <b>Tên tiếng Việt</b>  |
|------------|---------------------|--|--|
| 1          | MSD                 | Mean square displacement                           | Bình phương dịch chuyển trung bình                             |
| 2          | SPT                 | Single Particle Tracking.                          | Phương pháp theo dõi đơn hạt                                   |
| 3          | PSF                 | Disseminated function                              | Hàm điểm lan tỏa   |
| 4          | SEM                 | Scanning Electron<br>Microscope                    | Kính hiển vi điện tử quét                                      |
| 5          | MSDR                | Squared average movement<br>in 2-dimensional space | Bình phương dịch chuyển trung bình<br>trong không gian 2 chiều |
| 6          | D                   | Diffusion coefficient                              | Hệ số khuếch tán   |
| 7          | $\langle r \rangle$ | Average moving distance                            | Quãng đường dịch chuyển trung bình                             |
| 8          | $\langle v \rangle$ | Average movement speed                             | Vận tốc dịch chuyển trung bình                                 |

## LỜI MỞ ĐẦU

Hiện nay công nghệ nano đang phát triển rất mạnh mẽ trên thế giới nói chung và trong nước ta nói riêng. Việc nghiên cứu các quá trình động học của các hạt nano trong một môi trường đang được đặc biệt quan tâm vì từ đó nó mở ra nhiều ứng dụng trong các môi trường giả sinh học và sinh học, đặc biệt là trong tế bào sống. Trên thế giới hiện nay, hướng nghiên cứu Sinh học Quang tử (Biophotonics) với việc gắn kết các hạt nano với các đối tượng sinh học đang phát triển rộng rãi sẽ hứa hẹn nhiều ứng dụng vào thực tiễn. Do các chất đánh dấu trên cơ sở vật liệu nano với các ưu điểm vượt trội so với các chất đánh dấu cổ điển như: độ bền quang, độ tương phản cao và bền trong môi trường sinh học. Các ưu điểm đó của các chất đánh dấu nano tạo ra nhiều khả năng phát hiện các đích sinh học với độ nhạy cao trong các điều kiện khác nhau từ đơn phân tử cho đến các ứng dụng trong cơ thể người ...v.v. Nhiều nghiên cứu trên thế giới về tương tác giữa các hạt nano vàng phát quang và các chất đánh dấu huỳnh quang đã được thực hiện như BRET-FRET nano particles, sử dụng kỹ thuật FRET trên các hạt nano để phân tích protein [1], ... Hiện nay, sự tương tác giữa các chất đánh dấu huỳnh quang vẫn được tiếp tục nghiên cứu trong các ứng dụng sinh học như nghiên cứu cấu trúc DNA [2]...v.v.

Công nghệ nano đang thay làm thay đổi cuộc sống của chúng ta nhờ vào khả năng can thiệp của con người ở kích thước nano mét, tại đó, vật liệu nano thể hiện rất nhiều tính chất đặc biệt và lý thú. Một nhánh quan trọng của công nghệ nano, đó là lí sinh học nano, trong đó, vật liệu nano được sử dụng để chẩn đoán và điều trị bệnh. Lí sinh học nano đã và đang được nghiên cứu rất mạnh mẽ nhờ vào khả năng ứng dụng rất linh hoạt và hiệu quả của vật liệu nano. Tuy nhiên, việc hiểu biết và theo dõi đơn hạt nano vàng khi chúng được đánh dấu vào tế bào sinh học hiện nay chưa có một nhóm chuyên gia nào nghiên cứu sâu và chi tiết. Vấn đề này hiện vẫn còn rất mới mẻ và đòi hỏi cần có nhiều đầu tư công sức vào đây. Trong đề tài này, trước tiên chúng tôi nghiên cứu các thông số động học (hệ số khuếch tán dịch chuyển, quãng đường dịch chuyển trung bình, vận tốc dịch chuyển và bán kính thủy động lực học) của các đơn hạt nano vàng dạng cầu trong môi trường phức hợp glycerol. Đây là môi trường giả sinh học (gần môi trường sinh học), do đó việc nghiên cứu các thông số động học trong môi trường này sẽ giúp cho có cách tiếp cận tốt trong việc