

THÔNG TIN VỀ LUẬN ÁN TIẾN SĨ

1. Họ và tên nghiên cứu sinh: **Đỗ Chí Nghĩa**
2. Giới tính: Nam
3. Ngày sinh: 29/10/1976
4. Nơi sinh: Hà Tây (Nay là Hà Nội).
5. Quyết định công nhận nghiên cứu sinh: 1061/QĐ-ĐHSPHN2 ngày 16 tháng 11 năm 2014 của Trường Đại học Sư phạm Hà Nội 2
6. Các thay đổi trong quá trình đào tạo: Điều chỉnh tên luận án và gia hạn thời gian để thực hiện luận án.
7. Tên đề tài luận án: **Mô hình lý thuyết và mô phỏng tính chất plasmonic của một số cấu trúc nano ứng dụng trong quang nhiệt và cảm biến sinh học**
8. Chuyên ngành: Vật lý lý thuyết và Vật lý toán
9. Mã số: 9 44 01 03
10. Cán bộ hướng dẫn khoa học: 1. TS. Đỗ Thị Nga
2. PGS. TS. Chu Việt Hà

11. Tóm tắt các kết quả mới của luận án:

Luận án nghiên cứu tính chất plasmonic và hiệu ứng quang nhiệt trong các cấu trúc nano lõi-vỏ có hình dạng khác nhau và trong cấu trúc nano phức hợp dựa trên graphene. Từ phổ hấp thụ thu được bằng lý thuyết Mie toàn phần, chúng tôi đã xây dựng các phương pháp cho phép tính độ tăng nhiệt độ của các cấu trúc nano khi đặt trong vùng chiếu sáng của laser. Những đóng góp mới của bản luận án cụ thể như sau:

- Phát triển thành công lý thuyết Mie toàn phần nghiên cứu tính chất plasmonic (phổ hấp thụ, tán xạ và dập tắt) cho hệ hạt nano lõi-vỏ kích thước bất kì. Lý thuyết Mie hoàn chỉnh này có thể tính chính xác được tới hệ có kích thước 160 nm khi so sánh với các số liệu thực nghiệm.

- Xây dựng mô hình và tính toán theo lý thuyết Mie toàn phần cho phổ hấp thụ của các hoa nano $Ag@Fe_3O_4$, đồng thời tính nhiệt độ tăng lên và trường đàn hồi tạo ra bởi sự sai khác trong giãn nở nhiệt giữa hạt nano và môi trường. Kết quả cho thấy trường đàn hồi có dạng nghịch đảo của lập phương khoảng cách tính từ tâm hạt nano. Kết quả này phù hợp với kết quả thực nghiệm và có thể sử dụng để đề xuất ứng dụng chế tạo máy dò tìm

khuyết tật và vùng pha tạp dựa trên cơ chế cơ-quang nhiệt do sự nóng lên của hạt nano dưới tác dụng của laser.

- Nghiên cứu tính chất plasmonic của graphene trên đế khối và của hạt nano được bọc graphene. Nghiên cứu khả năng ứng dụng của linh kiện plasmonic dựa trên cấu trúc của hạt nano SiO₂ bọc graphene bằng việc khai thác các tần số cộng hưởng plasmon trong vùng ánh sáng nhìn thấy và vùng terahertz, có thể được sử dụng để tạo ra các bộ chuyển đổi năng lượng sử dụng hiệu ứng plasmon-điện.

- Đưa ra phương pháp tính lý thuyết cho quá trình tăng nhiệt plasmonic của hệ phức hợp graphene bao gồm một mạng ô vuông của các đĩa graphene đa lớp đặt trên lớp điện môi mỏng nằm trên đế silicon dưới tác dụng của laser hồng ngoại. Kết quả thu được cho thấy sự có mặt của các lớp graphene làm tăng mạnh sự hấp thụ quang học. Nhiệt độ của hệ do chuyển hóa quang năng bị hấp thụ thành nhiệt năng tăng lên khi số lớp graphene tăng, đồng thời cũng tăng tuyến tính với công suất của chùm sáng chiếu tới và giảm theo nghịch đảo của bình phương độ rộng chùm laser nếu cố định số lớp graphene. Các kết quả này trùng với kết quả thực nghiệm.

Các kết quả mới này đã được công bố trong 02 bài báo trên tạp chí quốc tế có uy tín trong danh mục ISI và 01 bài trên tạp chí thuộc Scopus.

12. Khả năng ứng dụng thực tiễn:

Luận án đưa ra một hướng nghiên cứu lý thuyết bán thực nghiệm đầu tiên tại Việt Nam về tính chất plasmonic của các cấu trúc nano và ứng dụng quang nhiệt của nó, để có thể kết hợp với các nhóm thực nghiệm nhằm giải thích kết quả và cùng nhau đề xuất ra những ứng dụng mới. Không chỉ dừng lại ở việc tính toán lý thuyết Mie cho hệ lõi-vỏ bình thường với các bề mặt tròn và nhẵn tuyệt đối, phương pháp của chúng tôi cho phép tính toán các hệ lõi-vỏ có bề mặt nhám và có thể áp dụng cho các hệ hoa nano, sao nano. Từ đó, đưa ra một phương pháp nghiên cứu hiệu ứng quang nhiệt tổng quát cho các cấu trúc khác nhau. Phương pháp này khá đơn giản, đã được đăng trên các tạp chí khoa học chuyên ngành uy tín và hoàn toàn có thể giúp các nhóm thực nghiệm kiểm chứng số liệu và dự đoán kết quả của các cấu trúc nano thế hệ mới.

13. Các hướng nghiên cứu tiếp theo:

- Áp dụng các nghiên cứu về plasmonic cho hệ sinh học để tìm ra cách thức mà phổ quang học thay đổi theo các biến đổi của môi trường. Từ đó, đưa ra những gợi ý cho việc chế tạo vật liệu và thiết bị, cũng như cơ chế để chế tạo các cảm biến sinh học.

- Nghiên cứu sự biến thiên nhiệt độ của cấu trúc nano tới môi trường dưới tác dụng của laser. Khai thác và khảo sát cách sử dụng hiệu ứng quang nhiệt cho việc điều trị trong y học cũng như các ứng dụng khác trong môi trường.

14. Các công trình công bố liên quan đến luận án:

[1] Anh D. Phan, Nghia C. Do, and Do T. Nga, "Thermal-induced stress of plasmonic magnetic nanocomposites", *Journal of the Physical Society of Japan* **86**, 084401 (2017).

[2] Do T. Nga, Do C. Nghia, Chu V. Ha, "Plasmonic properties of graphene-based nanostructures in terahertz waves", *Journal of Science: Advanced Materials and Devices* **2**, 371-377 (2017).

[3] Anh D. Phan, Do T. Nga, Do C. Nghia, Vu D. Lam, and Katsunori Wakabayashi, "Effects of Mid-infrared Graphene Plasmons on Photothermal Heating", *Physica Status Solidi - Rapid Research Letters* **14**, 1900656 (2020).