

Hiện tượng cộng hưởng plasmon bề mặt của các hạt nano kim loại : Luận văn ThS. Vật lý: 60 44 11 / Trần Thu Hà ; Nghd. : TS. Ngọc An Bang

Quan sát thực nghiệm về tương tác photon-plasmon trên bề mặt hạt nano kim loại ta thấy hiệu ứng tăng cường phát xạ rất mạnh của các hạt nano.

Nghiên cứu hiện tượng cộng hưởng plasmon bề mặt của hạt nano Au và Au-core/Ag-shell có tính định hướng ứng dụng rất cao.

Ngoài mở đầu và kết luận, luận văn gồm 3 chương:

Chương 1: Cơ sở lý thuyết

Chương 2: Thực nghiệm

Chương 3: Kết quả và thảo luận

CHƯƠNG 1: CƠ SỞ LÝ THUYẾT

Plasmon bề mặt là những sóng điện từ được truyền dọc theo giao diện kim loại - điện môi. Đơn giản hơn, ta có thể định nghĩa: plasmon bề mặt là sự dao động của điện tử tự do ở bề mặt của hạt nano với sự kích thích của ánh sáng tới. Cường độ điện trường của plasmon bề mặt giảm theo hàm mũ khi xa dần giao diện kim loại - điện môi.

Hiện tượng cộng hưởng plasmon bề mặt là sự kích thích các electron tự do bên trong vùng dẫn, dẫn tới sự hình thành các dao động đồng pha [2]. Khi kích thước của một tinh thể nano kim loại nhỏ hơn bước sóng của bức xạ tới, hiện tượng cộng hưởng plasmon bề mặt xuất hiện.

Lý thuyết Mie giới hạn cho các hệ có nồng độ hạt nhỏ và giả thuyết các hạt là tách biệt, không tương tác với nhau. Giả thuyết này cũng cho rằng điện trường được sinh ra do kích thích plasmon bề mặt cộng hưởng khi một hạt đơn lẻ không tương tác với phần còn lại trong môi trường xung quanh. Khi khoảng cách giữa hai hạt giảm đi sẽ có một dịch chuyển đỏ xảy ra trong cộng hưởng plasmon và ta sẽ quan sát được thêm một đỉnh hấp thụ ở bước sóng dài hơn.

Bản chất của phổ hấp thụ không phải do sự dịch chuyển giữa các mức năng lượng mà là do hiện tượng cộng hưởng plasmon bề mặt. Khi tần số của sóng ánh sáng tới bằng tần số dao động của các điện tử dẫn trên bề mặt hạt nano Au, Ag sẽ có hiện tượng cộng hưởng plasmon bề mặt. Ánh sáng được chiếu tới hạt nano Au, Ag, dưới tác dụng của điện trường ánh sáng tới, các điện tử trên bề mặt hạt nano Au, Ag được kích thích đồng thời dẫn tới một dao động đồng pha (dao động tập thể), gây ra một lưỡng cực điện ở hạt nano Au, Ag.

Theo tính toán của Mie cho các hạt dạng cầu thì vị trí đỉnh cộng hưởng plasmon

phụ thuộc vào ba yếu tố cơ bản :

* Thứ nhất: vị trí đỉnh cộng hưởng plasmon phụ thuộc vào hình dạng, kích thước của kim loại kích thước nano ($L_{x,y,z}$)

* Thứ hai: vị trí đỉnh cộng hưởng plasmon phụ thuộc vào bản chất của chính vật liệu đó (phụ thuộc vào hằng số điện môi của vật liệu).

* Thứ ba: vị trí đỉnh cộng hưởng plasmon còn phụ thuộc vào môi trường xung quanh kim loại đó (ϵ_m hoặc tỷ số ϵ_0/ϵ_m)

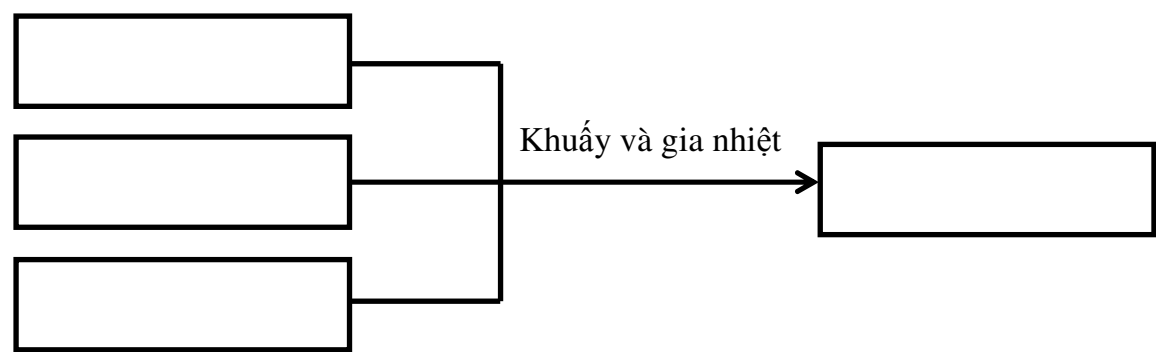
CHƯƠNG 2: THỰC NGHIỆM

2.1. Chế tạo hạt nano vàng

2.1.1. Sử dụng chất khử SCD

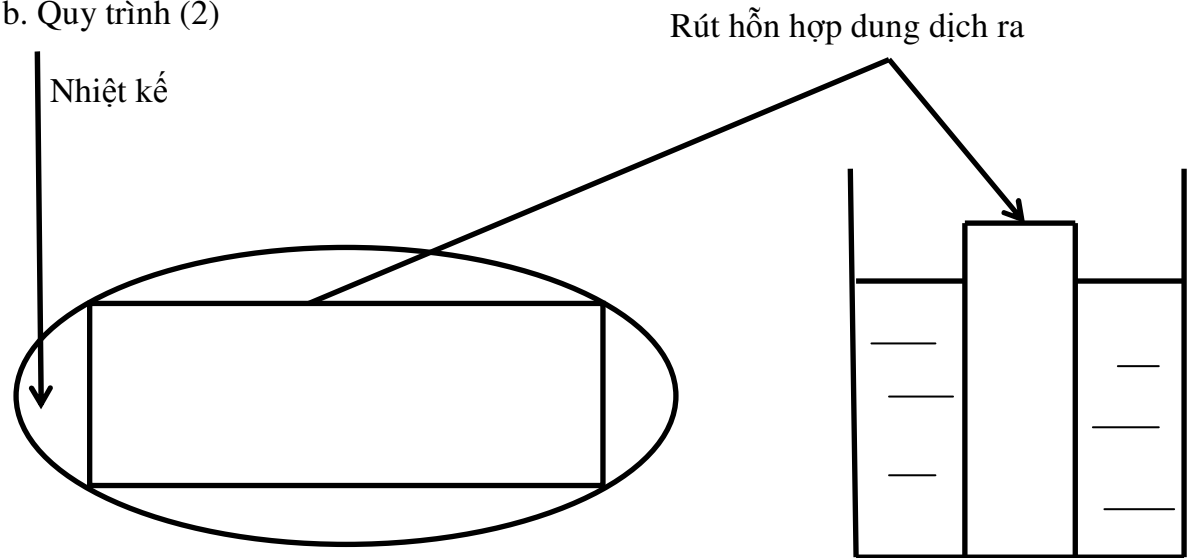
Khi sử dụng chất khử này, chúng tôi tiến hành hai quy trình:

a. Quy trình (1) .



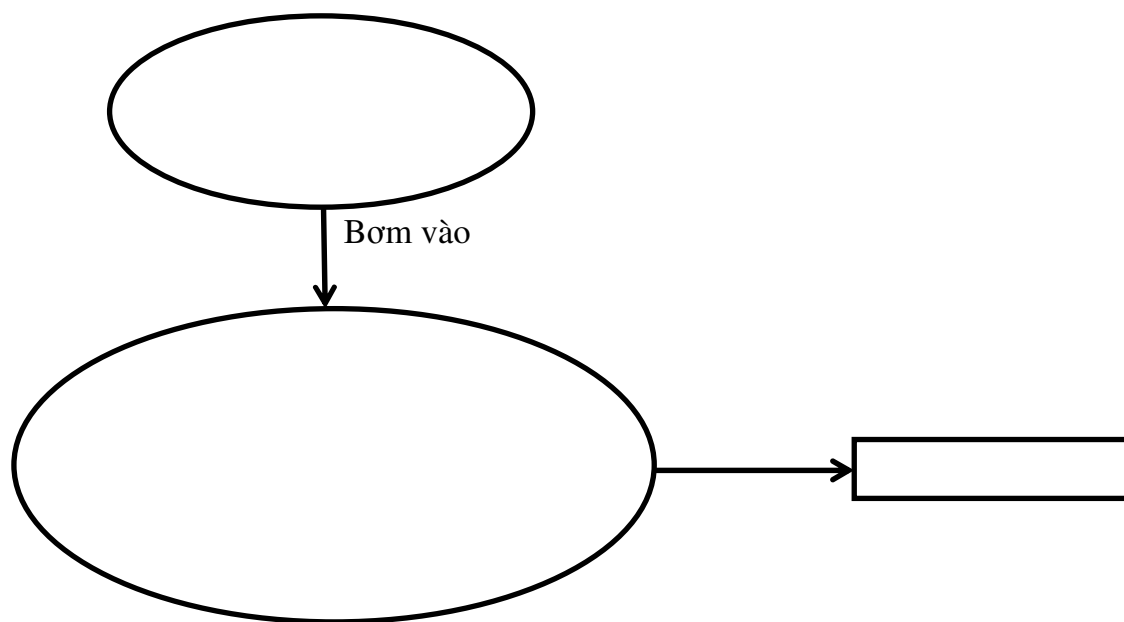
Hình 2.1. Quy trình chế tạo hạt nano Au với chất khử SCD

b. Quy trình (2)



Hình 2.2. Quy trình khảo sát sự biến đổi hạt nano Au theo thời gian, nhiệt độ

2.1.2. Sử dụng chất khử NaBH_4

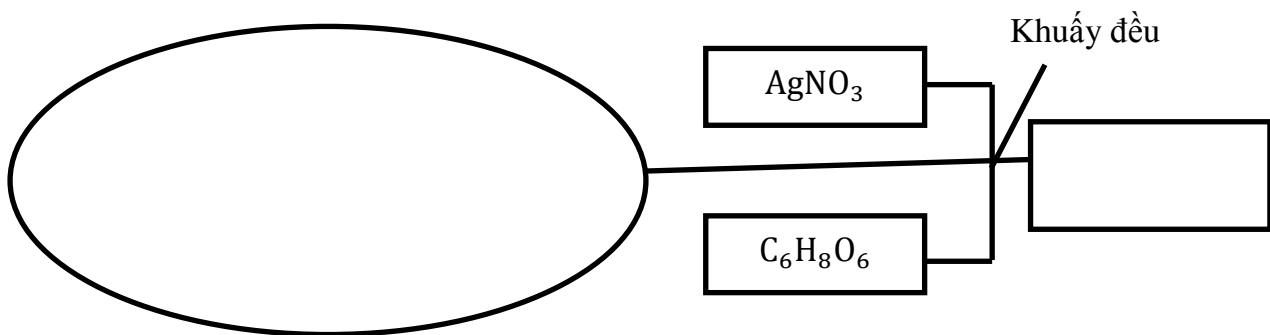


Hình 2.3. Quy trình chế tạo hạt nano Au với chất khử NaBH_4

2.2. Chế tạo hạt nano Au-core/Ag-shell

Giai đoạn thứ nhất: Chúng tôi chế tạo hạt nano Au bằng phương pháp hóa khử như quy trình (1) trong mục 2.1.1.

Sau đó hạt nano Au-core/Ag-shell sẽ được chế tạo theo quy trình được trình bày trong hình 2.4



Hình 2.4. Quy trình chế tạo hạt nano Au-core/Ag-shell

2.3. Khảo sát đặc trưng cấu trúc XRD

2.4. Nghiên cứu phổ tán sắc năng lượng EDS

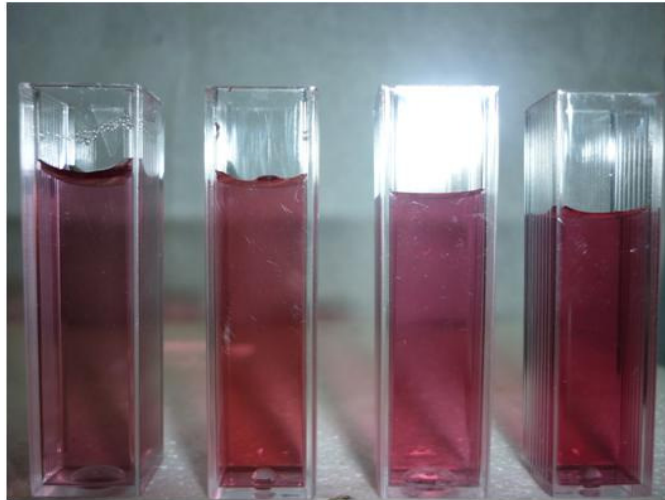
2.5. Khảo sát vi hình thái TEM

2.6. Nghiên cứu phổ hấp thụ

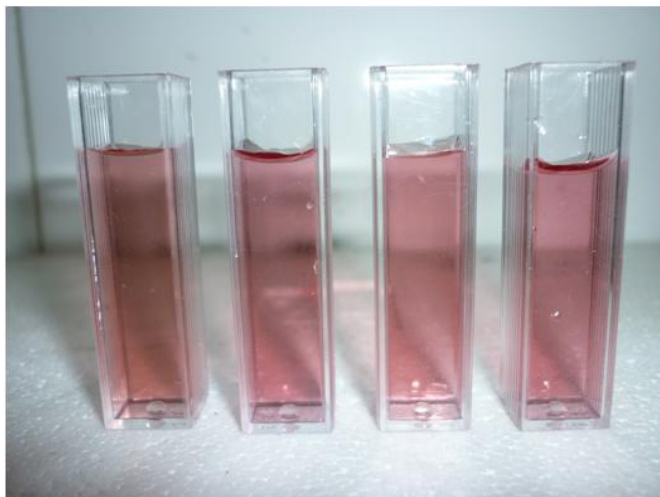
CHƯƠNG 3: KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả chế tạo mẫu bằng phương pháp hóa khử

3.1.1. Mẫu hạt nano vàng chế tạo bằng phương pháp hóa khử



Hình 3.1. Ảnh chụp một số mẫu hạt Au chế tạo sử dụng chất khử SCD

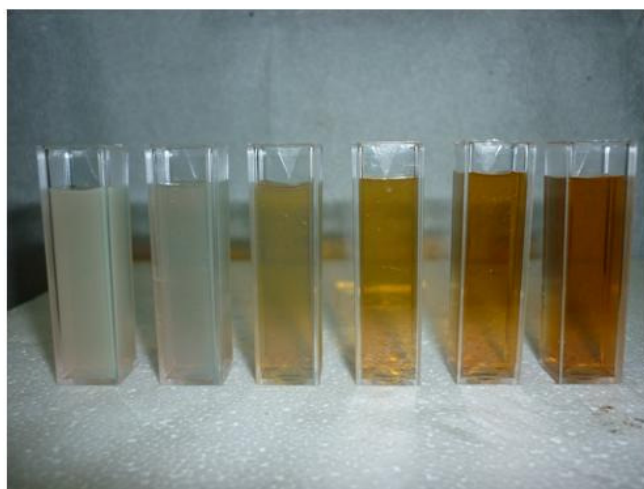


Hình 3.2. Ảnh chụp một số mẫu hạt Au chế tạo sử dụng chất khử NaBH_4



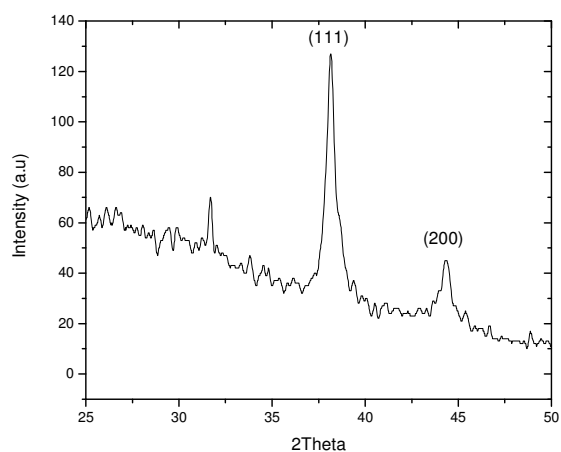
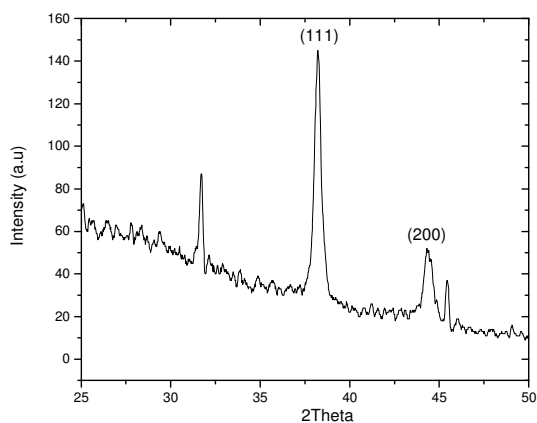
Hình 3.3. Mẫu hạt Au khảo sát theo thời gian, nhiệt độ.

3.1.2. Mẫu hạt nano Au-core/Ag-shell chế tạo bằng phương pháp hóa khử



Hình 3.5. Ảnh chụp một số mẫu hạt nano Au-core/Ag-shell

3.2. Kết quả phân tích cấu trúc XRD

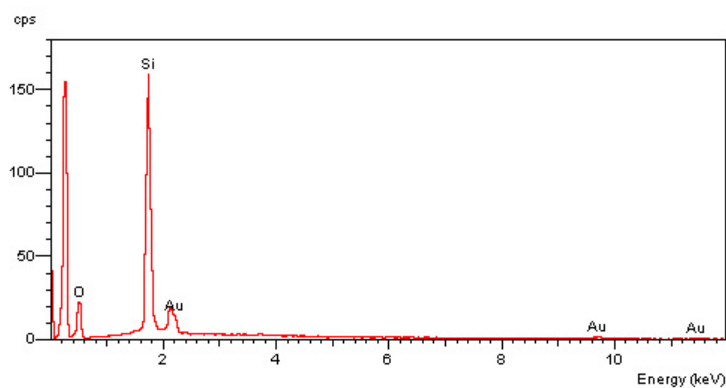


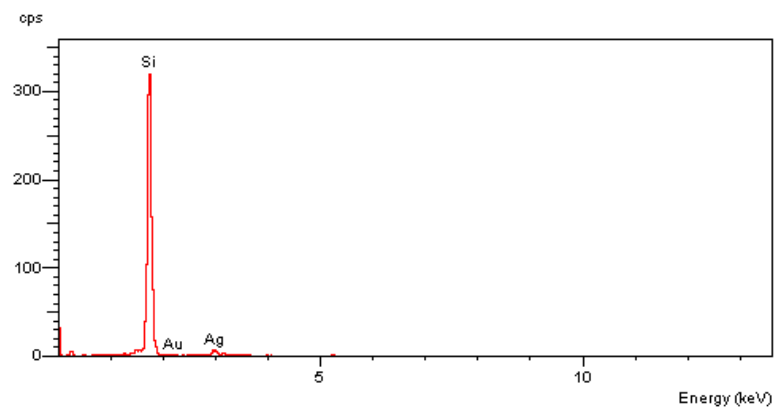
Phổ XRD của mẫu hạt nano Au Phổ XRD của mẫu Au-core/Ag-shell

Bảng 3.1. Thông số mạng tinh thể của các mẫu hạt nano Au và Au-core/Ag-shell

Định nhiễu xạ		Phổ chuẩn	Au	Au-core/Ag-shell
{111}	2θ	$38,18^0$	$38,22^0$	$38,15^0$
	d_{111}	$2,355\text{\AA}$	$2,352\text{\AA}$	$2,357\text{\AA}$
	a	$4,0786\text{\AA}$	$4,075\text{\AA}$	$4,082\text{\AA}$
{200}	2θ	$44,39^0$	$44,3^0$	$44,34^0$
	d_{200}	$2,039\text{\AA}$	$2,041\text{\AA}$	$2,041\text{\AA}$
	a	$4,0786\text{\AA}$	$4,083\text{\AA}$	$4,082\text{\AA}$

3.3. Phổ tán sắc năng lượng

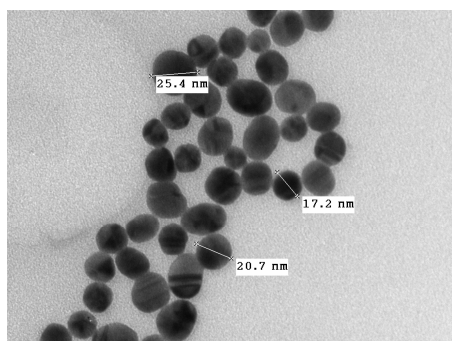




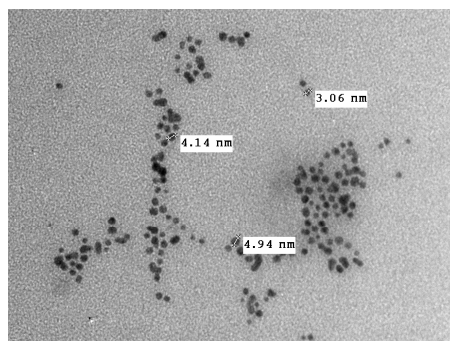
Hình 3.9. Phổ EDS của mẫu hạt nano Au-core/Ag-shell

3.4. Kết quả vi hình thái TEM

3.4.1. Mẫu hạt vàng chế tạo bằng phương pháp hóa khử

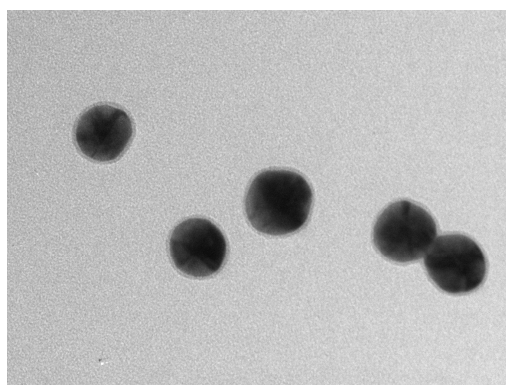


SCD-Au5.003
Print Mag: 208000x @ 51 mm
11:48:30 a 10/12/11
TEM Mode: Imaging
20 nm
HV=80.0kV
Direct Mag: 100000x
EMLab-NIHE



SB8.002
Print Mag: 208000x @ 51 mm
12:03:17 p 10/12/11
TEM Mode: Imaging
20 nm
HV=80.0kV
Direct Mag: 100000x
EMLab-NIHE

3.4.2. Mẫu Au-core/Ag-shell



Au-5.006
Print Mag: 167000x @ 51 mm
11:18:40 a 10/12/11
TEM Mode: Imaging
100 nm
HV=80.0kV
Direct Mag: 80000x
EMLab-NIHE

3.5. Kết quả đo phổ hấp thụ

3.5.1. Phổ hấp thụ của các hạt vàng

