

HIỆU ỨNG QUANG NHIỆT CỦA HẠT NANO VÀNG CẤU TRÚC LỖI/VỎ TRONG MÔ

Vũ Thị Thùy Dương^{1,2,*}, Trịnh Thị Thương¹, Vũ Dương¹, Nguyễn Thị Thùy¹,
Nghiêm Thị Hà Liên¹, Đỗ Quang Hòa¹, Trần Hồng Nhung¹

¹*Institute of Physics, Vietnam Academy of Science and Technology, 18 Hoang Quoc Viet Road, Cau Giay District, Hanoi, Vietnam*

²*The Office of National Programmes on Science and Technology, Ministry of Science and Technology of Vietnam, 113 Tran Duy Hung Road, Cau Giay District, Hanoi, Vietnam*

*Email: vtduong@iop.vast.ac.vn

Đền Tòa soạn: 12/01/2015; Chấp nhận đăng: 14/9/2016

TÓM TẮT

Bài báo đưa ra những kết quả nghiên cứu về hiệu ứng quang nhiệt của hạt nano vàng cấu trúc lõi/vỏ SiO_2/Au và $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{SiO}_2/\text{Au}$ trong mô thịt khi được chiếu sáng bằng nguồn laser diode bước sóng 808 nm. Sau 10 phút chiếu laser, nhiệt độ trung bình của mẫu tiêm hạt SiO_2/Au và $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{SiO}_2/\text{Au}$ với cùng lượng 1×10^8 hạt đạt được tương ứng là $58 \text{ }^\circ\text{C} \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$ và $50 \text{ }^\circ\text{C} \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$. Xác định được hiệu suất chuyển đổi quang - nhiệt η tương ứng với mỗi loại hạt $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{SiO}_2/\text{Au}$ và SiO_2/Au là 16 % và 22 %. Kết quả này cho thấy hạt nano vàng cấu trúc lõi/vỏ có thể dùng được trong việc phá hủy mô bằng hiệu ứng quang - nhiệt.

Từ khóa: hạt nano cấu trúc lõi-vỏ, hiệu ứng quang nhiệt.

1. GIỚI THIỆU

Các hạt nano kim loại như: hạt nano vàng, hạt nano bạc, thanh nano vàng, hạt nano vàng đa lớp, ... đã được biết đến với các tính chất quang đặc biệt do hiệu ứng cộng hưởng plasmon bề mặt [1 - 4]. Hạt nano vàng đa lớp hay hạt nano vàng cấu trúc lõi/vỏ (nanoshells) như: silica/vàng (SiO_2/Au), từ/silica/vàng ($\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{SiO}_2/\text{Au}$) có phổ hấp thụ plasmon bề mặt với đỉnh dịch về phía sóng dài khi tỉ lệ lõi/vỏ càng lớn [4, 5, 8]. Bằng cách điều khiển tỉ lệ lõi/vỏ người ta đã chế tạo được các hạt nano vàng đa lớp có đỉnh hấp thụ plasmon nằm trong vùng hồng ngoại gần 800 – 900 nm ứng với vùng “cửa sổ da”. Do đó, người ta có thể phát hiện và tiêu diệt tế bào ung thư trong các khối u nằm sâu dưới da nhờ hiệu ứng quang nhiệt mà không làm ảnh hưởng đến tế bào lành [4 - 9].

Trong bài báo này, chúng tôi nghiên cứu hiệu ứng quang nhiệt của hạt nano vàng cấu trúc lõi/vỏ (SiO_2/Au và $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{SiO}_2/\text{Au}$) trong mô thịt được chiếu bằng laser liên tục bước sóng 808 nm. Trên cơ sở các đường tăng và giảm nhiệt độ thu được, đã xác định hệ số chuyển đổi quang nhiệt cho từng loại hạt. Các kết quả cho thấy khả năng của các hạt nano vàng đa lớp trong vai trò tác nhân chuyển đổi năng lượng quang thành nhiệt trong vùng được chiếu sáng.

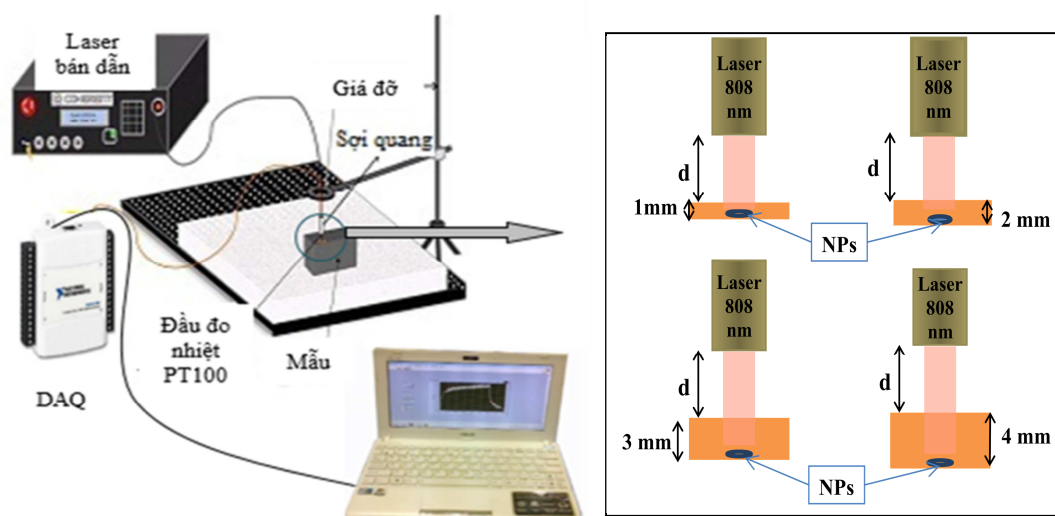
2. THỰC NGHIỆM

2.1. Chuẩn bị thí nghiệm

Các hạt nano vàng đa lớp được sử dụng là hạt nano cấu trúc lõi/vỏ silica/vàng (SiO_2/Au) và từ/silica/vàng ($\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{SiO}_2/\text{Au}$) được chế tạo tại phòng thí nghiệm Nanobiophotonic của Viện Vật lý [10,11]. Phổ hấp thụ của các mẫu được đo trên hệ UV-Vis –NIR (Shimadzu UV-2600) của phòng thí nghiệm trọng điểm, Viện Vật lý. Hình thái các hạt nano được khảo sát dựa trên ảnh chụp trên kính hiển vi điện tử TEM (JEM-1010), Viện vệ sinh Dịch tễ. Hệ đo hiệu ứng quang - nhiệt của hạt nano vàng được dựng tại phòng thí nghiệm Nanobiophotonic của Viện Vật lý.

2.2. Bố trí thí nghiệm

Các nghiên cứu hiệu ứng quang nhiệt của các hạt nano vàng trong mô thịt được khảo sát trên hệ đo như mô tả trong Hình 1. Chùm laser bán dẫn (CW, 808 nm, 2 W) sau khi qua sợi cáp quang và được chuẩn trực trước khi chiếu vào mẫu, đặt cách mẫu một khoảng d không đổi. Cảm biến nhiệt (PT100, Hayashi Denko) được đặt trong mẫu gần vị trí tiêm hạt, tín hiệu của cảm biến được đưa vào bộ DAQ (Data Acquisition) nối với máy tính. Phép đo được điều khiển bằng phần mềm LabVIEW 8.6. Mẫu thí nghiệm được thực hiện trên mô thịt có kích thước 4×4 mm với các chiều dày thay đổi là 1, 2, 3, 4 mm. Mẫu tiêm hạt và mẫu đối chứng (không tiêm hạt) đều được chiếu laser, thời gian chiếu 10 phút, đường kính vết chiếu 1,5 mm, mật độ chiếu $7,3 \text{ W/cm}^2$. Các phép đo được thực hiện ở nhiệt độ phòng 28°C .



Hình 1. Sơ đồ bố trí thí nghiệm khảo sát hiệu ứng quang nhiệt của hạt nano vàng trên mô thịt, với NPs là vị trí được tiêm hạt nano trong mẫu.

2.3. Quá trình chuyển đổi quang - nhiệt

Khi có sự kích thích của ánh sáng tới, các điện tử trong hạt nano sẽ hấp thụ năng lượng và dao động, sau đó năng lượng của dao động của điện tử sẽ chuyển biến thành nhiệt khi tương tác

với các dao động mạng tinh thể. Nhiệt sẽ khuếch tán khỏi hạt nano ra xung quanh dẫn đến nhiệt độ ở môi trường xung quanh hạt tăng lên. Quá trình sinh nhiệt trở nên đặc biệt mạnh trong trường hợp các hạt nano kim loại trong chế độ cộng hưởng plasmon. Khi hệ (gồm hạt nano vàng và môi trường chứa hạt) được chiếu sáng, thì mô hình cân bằng năng lượng tổng của một hệ được mô tả bởi phương trình cân bằng nhiệt [1, 8, 9]:

$$\sum_i m_i C_{p,i} \frac{dT}{dt} = Q_{in,np} + Q_{in,surr} - Q_{out} \quad (1)$$

trong đó, $Q_{in,np}$ - nhiệt lượng của hạt nano vàng do hấp thụ ánh sáng chiếu tới, Q_{surr} - nhiệt lượng của môi trường hệ do hấp thụ trực tiếp ánh sáng chiếu tới và Q_{out} - nhiệt lượng mất mát do truyền nhiệt ra ngoài hệ. $m_i, C_{p,i}$ là khối lượng và nhiệt dung của các thành phần trong hệ, $T(t)$ là nhiệt độ tại thời điểm t . $Q_{in,np}$ được xác định theo công thức:

$$Q_{in,np} = I(1 - 10^{-A_\lambda})\eta \quad (2)$$

với I là công suất ánh sáng chiếu vào mẫu, A_λ là độ hấp thụ của hạt tại bước sóng kích, η là hiệu suất chuyển đổi quang nhiệt của hạt.

$$Q_{out} = hS(T - T_{surr}), \quad (3)$$

với h là hệ số truyền nhiệt của hệ, S là diện tích vùng truyền nhiệt từ hệ ra ngoài, T_{surr} là nhiệt độ ngoài hệ. Tích hS được xác định bằng sự suy giảm nhiệt độ sau khi tắt nguồn chiếu. T là nhiệt độ môi trường của hệ.

Tại trạng thái cân bằng nhiệt, nhiệt lượng hệ thu được bằng nhiệt lượng tỏa ra:

$$Q_{in,np} + Q_{in,surr} = I(1 - 10^{-A_\lambda})\eta + Q_{in,surr} = hS(T_{max} - T_{surr}) \quad (4)$$

với T_{max} là nhiệt độ cao nhất tại trạng thái cân bằng nhiệt. Do đó, hiệu suất chuyển đổi quang nhiệt của hạt nano trong hệ được tính là:

$$\eta = \frac{hS(T_{max} - T_{surr}) - Q_{in,surr}}{I(1 - 10^{-A_\lambda})} \quad (5)$$

Đặt $A = \frac{Q_{in,np} + Q_{surr}}{m_i \cdot c_{p,i}}$ ($^{\circ}\text{C/s}$) là vận tốc hấp thụ nhiệt lượng thể hiện sự tăng nhiệt độ khi có

ánh sáng chiếu đến hạt, $B = \frac{hS}{m_i \cdot c_{p,i}}$ (s^{-1}) là hằng số tốc độ mất mát nhiệt được xác định bằng sự

giảm nhiệt độ của hệ ra ngoài sau khi tắt ánh sáng chiếu.

Khi chùm sáng chiếu đến hệ, các hạt nano và môi trường chứa hạt cùng hấp thụ năng lượng ánh sáng tới làm nhiệt độ của hệ tăng dần. Từ phương trình (1) suy ra đường tăng nhiệt theo thời gian:

$$T(t) = T_{surr} + \frac{A}{B}[1 - \exp(-Bt)] \quad \text{khi } A \neq 0 \quad (6)$$

Sau khi nhiệt độ hệ đạt đến trạng thái cân bằng ta tắt ánh sáng chiếu tới, khi đó $A = 0$. Lúc này nhiệt độ của hệ cao hơn nhiệt độ bên ngoài nên hệ sẽ mất mát nhiệt ra môi trường xung quanh. Đường giảm nhiệt theo thời gian là:

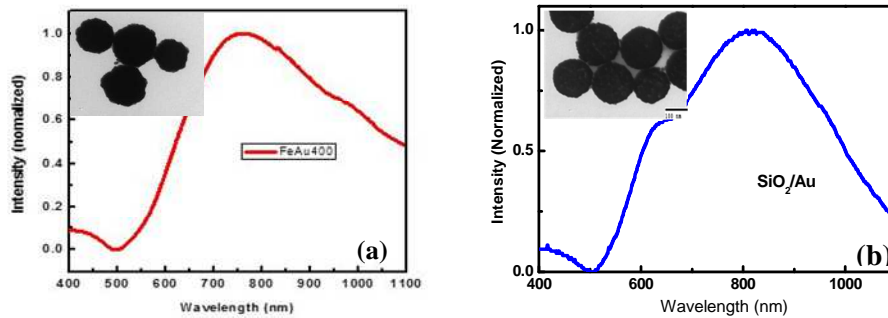
$$T(t) = T_{surr} + (T_{max} - T_{surr})\exp(-Bt) \quad \text{khi } A = 0 \quad (7)$$

với T_{max} là nhiệt độ lúc bắt đầu tắt ánh sáng chiếu. Từ kết quả thực nghiệm ta có thể tính hệ số A và B sau đó biểu diễn được đường fit nhiệt độ theo thời gian.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Đặc trưng của các hạt nano cấu trúc lõi/vỏ

Hạt nano $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{SiO}_2/\text{Au}$ (FeSiAu) có lớp vỏ vàng dày 20 ± 10 nm, đường kính lõi từ/silica là 110 ± 20 nm, phổ hấp thụ plasmon trải rộng từ $650 \div 900$ nm với cực đại tại 750 nm (Hình 2a). Hạt nano SiO_2/Au (SiAu) có lớp vỏ vàng dày 20 ± 10 nm, đường kính lõi silica là 140 ± 10 nm, hấp thụ plasmon trải rộng từ $700 \div 900$ nm với cực đại tại 810 nm (Hình 2b).

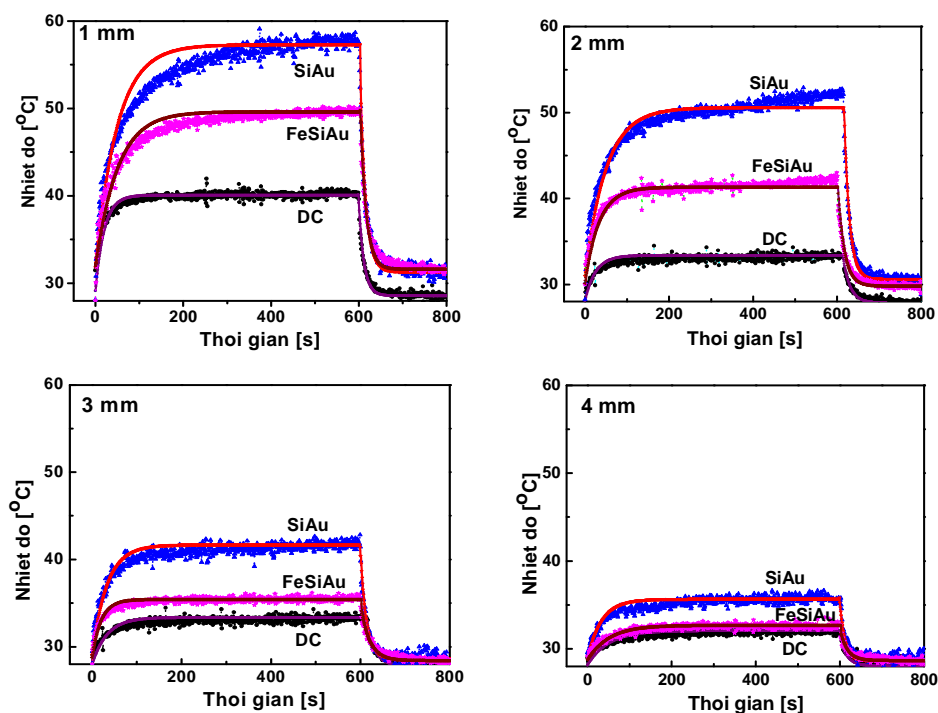


Hình 2. Ảnh TEM và phổ hấp thụ của hạt nano vàng cấu trúc lõi/vỏ: (a)- FeSiAu, (b)- SiAu.

3.2. Khảo sát hiệu ứng quang nhiệt

III.2.1. Khảo sát sự thay đổi nhiệt độ của các hạt nano cấu trúc lõi/vỏ với cùng lượng hạt

Các mẫu thí có độ dày thay đổi 1, 2, 3, 4 mm được tiêm hạt nano SiAu và FeSiAu với cùng lượng hạt như nhau (1×10^8 hạt). Sau đó chiếu laser bước sóng 808 nm vào mẫu với đường kính vết chiếu 1,5 mm, mật độ laser chiếu trên bề mặt mẫu $7,3 \text{ W/cm}^2$. Các mẫu đối chứng có độ dày tương ứng cũng được chiếu laser ở cùng điều kiện. Đường biểu diễn sự thay đổi nhiệt độ của mẫu theo thời gian được biểu diễn ở Hình 3. Sau 600 giây chiếu sáng, nhiệt độ của các mẫu đạt được là 58, 53, 41, $36 \text{ }^\circ\text{C}$ ($\pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$) với mẫu tiêm hạt SiAu và 50, 44, 36, $33 \text{ }^\circ\text{C}$ ($\pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$) với mẫu tiêm hạt FeSiAu ở các độ dày mẫu tương ứng là 1, 2, 3, 4 mm. Nhiệt độ ở mẫu đối chứng là 40, 35, 33, $30 \text{ }^\circ\text{C}$ ($\pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$). Trong cùng điều kiện chiếu sáng, với lượng hạt được tiêm vào mẫu như nhau nhưng nhiệt độ của mẫu tiêm hạt SiAu luôn cao hơn mẫu tiêm hạt FeSiAu. Điều này có thể giải thích là do đỉnh hấp thụ plasmon của hạt nano SiAu là 810 nm, gần với bước sóng 808 nm của laser chiếu hơn đỉnh hấp thụ 750 nm của hạt nano FeSiAu. Kích thước mẫu càng dày thì năng lượng laser chiếu đến hạt nano vàng càng giảm, nên nhiệt độ của mẫu càng giảm khi độ dày mẫu càng tăng. Sự chênh lệch nhiệt độ giữa mẫu tiêm hạt và mẫu đối chứng được giải thích bằng hiệu ứng cộng hưởng plasmon của các hạt nano vàng [3-6]. Kết quả đo nhiệt độ của các mẫu được tổng hợp trong Bảng 1.



Hình 3. Đường thay đổi nhiệt độ của mẫu đối chứng (DC) và mẫu tiêm hạt nano SiAu, FeSiAu theo thời gian, mẫu có độ dày, mật độ công suất laser chiếu $7,3 \text{ W/cm}^2$. Đường fit là đường nét liền.

Bảng 1. Nhiệt độ đạt được của mẫu sau 10 phút chiếu T_{\max} , vận tốc hấp thụ nhiệt A ($^{\circ}\text{C/s}$) và hằng số tốc độ mất nhiệt B (s^{-1}) của các mẫu tiêm hạt SiAu, FeSiAu và mẫu đối chứng.

Độ dày mẫu (mm)	Mẫu đối chứng			Mẫu tiêm hạt SiAu			Mẫu tiêm hạt FeSiAu		
	T_{\max} ($\pm 5^{\circ}\text{C}$)	A ($\pm 0,02$ $^{\circ}\text{C/s}$)	B ($\pm 0,02$ s^{-1})	T_{\max} ($\pm 5^{\circ}\text{C}$)	A ($\pm 0,02$ $^{\circ}\text{C/s}$)	B ($\pm 0,02$ s^{-1})	T_{\max} ($\pm 5^{\circ}\text{C}$)	A ($\pm 0,02$ $^{\circ}\text{C/s}$)	B ($\pm 0,02$ s^{-1})
1	40	1	0,08	58	2,08	0,08	50	1,35	0,07
2	35	0,33	0,06	53	1,6	0,08	44	0,75	0,06
3	33	0,28	0,06	41	1,0	0,08	36	0,37	0,05
4	30	0,2	0,08	36	0,6	0,06	33	0,24	0,06

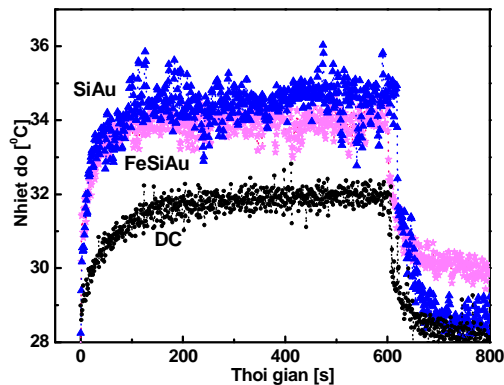
Từ các đường đo nhiệt độ ta xác định được tốc độ hấp thụ nhiệt lượng A của hệ và hằng số tốc độ mất nhiệt B của hệ (Bảng 1). Kết quả cho thấy tốc độ hấp thụ nhiệt giảm theo chiều dày mẫu, nói cách khác là phụ thuộc vào mật độ chiếu sáng. Mẫu được tiêm hạt nano SiAu có tốc độ hấp thụ nhiệt cao hơn mẫu tiêm hạt FeSiAu và cao hơn mẫu đối chứng. Khi tắt chiếu sáng, không còn hiệu ứng plasmon trên hạt nên nhiệt độ của hệ giảm dần về nhiệt độ phòng. Vận tốc mất nhiệt được quyết định bởi tính chất của mô và các hạt vàng trong đó. Trong thí nghiệm này, số lượng các hạt nano vàng là như nhau, kích thước các hạt có thể coi là như nhau, vì vậy vận tốc mất nhiệt không khác biệt nhiều ở hai trường hợp hạt nano vàng SiAu và FeSiAu. Có thể thấy lõi từ trong hạt FeSiAu không ảnh hưởng đến tính chất quang nhiệt của hạt. Sự chênh lệch giá trị của tốc độ hấp thụ nhiệt giữa các mẫu tiêm hạt nano vàng và mẫu đối chứng khẳng định vai trò của các hạt

nano vàng trong quá trình chuyển đổi quang - nhiệt.

Khi bật laser ($A \neq 0$), đường tăng nhiệt độ được fit theo phương trình (6). Khi tắt laser ($A = 0$), đường giảm nhiệt độ được fit theo phương trình (7). Các đường fit là các đường nét liền được biểu diễn trên hình 3, kết quả cho thấy sự thay đổi nhiệt độ theo thời gian của hạt nano trong mẫu là thay đổi tuân theo hàm e mũ.

III.2.2. Khảo sát sự thay đổi nhiệt độ của các hạt nano vàng với cùng độ hấp thụ

Hạt nano FeSiAu và SiAu được điều chỉnh nồng độ hạt sao cho có cùng độ hấp thụ tại bước sóng laser kích 808 nm. Sau đó các hạt nano vàng này được tiêm vào mẫu với cùng độ hấp thụ như nhau ($OD=12$) và các mẫu được chiếu laser với đường kính vết 1,5 mm, mật độ chiếu $7,3 \text{ W/cm}^2$. Các mẫu đối chứng cũng được chiếu laser ở cùng điều kiện.



Hình 4. Đường thay đổi nhiệt độ của mẫu được tiêm hạt nano SiAu và FeSiAu có cùng độ hấp thụ so với mẫu đối chứng (DC), độ dày mẫu 4 mm.

Hình 4 biểu diễn kết quả đo nhiệt độ của mẫu được tiêm các hạt nano FeSiAu và SiAu có cùng độ hấp thụ và mẫu đối chứng, mẫu có độ dày 4 mm. Kết quả cho thấy, ở cùng điều kiện chiếu sáng thì mẫu tiêm hạt SiAu và FeSiAu đều đạt được nhiệt độ gần như nhau là $33 \div 35 \text{ }^\circ\text{C}$. Từ kết quả đo nhiệt của mẫu đối chứng, tính được nhiệt lượng do mô thịt hấp thụ trực tiếp ánh sáng laser là $Q_{surr} = c.m.\Delta T$. Trong mô thịt có tới 79% thể tích là nước nên để đơn giản cho việc tính toán ta có thể coi hệ là các hạt nano nằm trong môi trường nước. Khi đó c là nhiệt dung của nước, m là khối lượng nước vùng được chiếu laser, ΔT là nhiệt độ mẫu đối chứng so với nhiệt độ phòng. Trong thí nghiệm với mô thịt có độ dày 4 mm tính được giá trị của $Q_{surr} = 7,42.10^{-3} \text{ mW}$. Hệ số dẫn truyền nhiệt của hạt nano đa lớp h là: $h = 17,74 \text{ mW/cm}^2.^\circ\text{C}$ [9]. Diện tích mặt truyền nhiệt sẽ là diện tích hình trụ chùm laser chiếu lên hạt nano $S = 0,47 \text{ cm}^2$ (là diện tích bề mặt của thể tích mô có chứa hạt nano). Từ công thức (5) ta có thể tính được hiệu suất chuyển đổi quang - nhiệt η đối với các hạt nano là: $\eta_{FeSiAu} = 16 \%$; $\eta_{SiAu} = 22 \%$. Vậy các hạt nano có cùng độ hấp thụ tại bước sóng chiếu sáng thì hạt nano SiAu có hiệu suất chuyển đổi quang nhiệt cao hơn hạt nano FeSiAu. Các hạt nano do nhóm chế tạo được có hiệu suất chuyển đổi quang nhiệt tương đương với các kết quả đã được công bố [8,9].

IV. KẾT LUẬN

Nghiên cứu hiệu ứng quang - nhiệt của các hạt nano vàng đa lớp chế tạo được (FeSiAu và SiAu) trên mô thịt có sử dụng ánh sáng laser hồng ngoại 808 nm nhóm tác giả đã được có một

số kết quả. Các mẫu được tiêm hạt nano vàng FeSiAu và SiAu với cùng lượng hạt và cùng độ thụ nhiệt độ của mẫu luôn cao hơn so với mẫu không được tiêm hạt sau 10 phút chiếu laser, mật độ chiếu $7,3\text{W}/\text{cm}^2$. Các đường fit đều cho thấy sự tăng hay giảm nhiệt độ của mẫu đều đổi theo hàm e mũ. Từ thực nghiệm cũng xác định được vận tốc hấp thụ nhiệt của các hạt nano. Tính được hệ số chuyển đổi quang nhiệt η của hạt nano FeSiAu là 16 % và hạt SiAu là 22 %.

Lời cảm ơn. Bài báo chân thành cảm ơn sự hỗ trợ kinh phí nghiên cứu của Viện Hàn lâm KHCN Việt Nam cho đề tài mã số VAST.ĐLT.12/14-15.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Richardson H. Hugh, Carlson T. Michael, Tandler J. Peter, Hernandez Pedro, and Govorov O. Alexander - Experimental and theoretical studies of light-to-heat conversion and collective heating effects in metal nanoparticles solutions, *Nano Lett.* **9** (2009) 1139–1146.
2. Hirsch L. R., Stafford R. J., Bankson J. A., Sershen S. R., Rivera B., Price R. E., Hazle J. D., Halas N. J. and West J. L. - Nanoshell-mediated near-infrared thermal therapy of tumors under magnetic resonance guidance, *PNAS* **23** (2003) 13549 – 13554.
3. Huang X., Jain P. K., El-Sayed I. H., El-Sayed M. A. - Plasmonic photothermal therapy (PPTT) using gold nanoparticles, *Lasers Med. Sci.* **23** (2008) 217– 228.
4. Connor E. E., Mwamuka J., Gole A., Murphy C. J., Wyatt M. D. - Gold nanoparticles are taken up by human cells but do not cause acute cytotoxicity, *Small* **1** (2005) 325-327.
5. West J. L., Halas N. J. - Engineered nanomaterials for biophotonics applications: improving sensing, imaging, and therapeutics, *Annu. Rev. Biomed. Eng.* **5** (2003) 285 – 292.
6. Shah J., Aglyamov S. R., Sokolov K., Milner T. E., Emelianov S. Y. - Enhanced thermal stability of silica-coated gold nanorods for photoacoustic imaging and image-guided therapy, *Optics express* **6** (2008) 3776.
7. Govorov O. Alexander, Richardson H. Hugh - Generating heat with metal nanoparticles, *Nanotoday* **1** (2007) 30-38.
8. Hessel M. Colin , Pattani Varun, Rasch Michael, Matthew G. Panthani, Koo Bonil, Tunnell W. James , and Korgel A. Brian - Copper Selenide Nanocrystals for Photothermal Therapy, *Nano Lett* **6** (2011) 2560-2566.
9. Roper D.Keith, Ahn W. and Hoepfner M., Microscale heat transfer transduced by surface Plasmon resonant gold nanoparticles, *J. Phys. Chem. C* **9** (2007) 3636-3641.
10. Nguyen Thi Thuy, Tran Anh Duc, Vu Van Son, Vu Thuy Duong, Nghiem Thi Ha Lien, Tran Hong Nhung - Synthesis of $\text{Fe}_3\text{O}_4@ \text{SiO}_2@ \text{Au}$ Core-shell structure, The 3rd Academic Conference on Natural Science for Master and PhD Students from Asean Countries **ISBN 978-604-913-088-5** (2014) 141-150.
11. Nghiem Thi La Lien, Le Tuyet Ngan, Do Thi Hue, Vu Thi Thuy Duong, Do Quang Hoa, Tran Hong Nhung - Preparation and characterization of silica-gold core-shell nanoparticles, *J. Nanopar. Res.* **15** (2013) 1-9.

ABSTRACT

PHOTOTHERMAL EFFECT OF GOLD NANOSHELLS IN TISSUE

Vu Thi Thuy Duong^{1, 2, *}, Trinh Thi Thuong¹, Vu Duong¹, Nguyen Thi Thuy¹,
Nghiem Thi Ha Lien¹, Do Quang Hoa¹, Tran Hong Nhung¹

¹*Institute of Physics, Vietnam Academy of Science and Technology, 18 Hoang Quoc Viet Road,
Cau Giay District, Hanoi, Vietnam*

²*The Office of National Programmes on Science and Technology, Ministry of Science and
Technology of Vietnam, 113 Tran Duy Hung Road, Cau Giay District, Hanoi, Vietnam*

*Email: vtduong@iop.vast.ac.vn

This work presents the research results on photothermal effect caused by gold nanoshells SiO₂/Au and Fe₃O₄/SiO₂/Au in tissue under illumination of a diode laser continuous light at 808 nm. The results shown that the average temperature of samples injected with 1x10⁸ SiO₂/Au and Fe₃O₄/SiO₂/Au nanoshells reach to 58° ± 5°C and 50° ± 5°C, respectively. The photothermal transduction efficiency η of Fe₃O₄/SiO₂/Au and SiO₂/Au shells was determined as 16 % and 22 %, respectively. This study proves that gold nanoshells can be used to destroy the tumor cells by photothermal effect.

Keywords: gold nanoshells, photothermal effect.