



(12) **BẢN MÔ TẢ GIẢI PHÁP HỮU ÍCH THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN
GIẢI PHÁP HỮU ÍCH**

(19) **Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ**

(11)



2-0004036

(51) **B82B 3/00**
2024.01

(13) **Y**

(21) 2-2024-00523

(22) 22/11/2021

(67) 1-2021-07434

(45) 25/03/2025 444

(43) 25/01/2022 406A

(71) Viện Khoa học Vật liệu, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam (VN)
số 18, đường Hoàng Quốc Việt, quận Cầu Giấy, thành phố Hà Nội

(72) Đào Ngọc Nhiệm (VN); Nguyễn Quang Bắc (VN); Phạm Ngọc Chức (VN); Nguyễn
Thị Hà Chi (VN); Đoàn Trung Dũng (VN); Dương Thị Lịm (VN); Cao Văn Hoàng
(VN); Nguyễn Hải Phong (VN); Đinh Quang Khiếu (VN); Nguyễn Mạnh Tuấn (VN);
Nguyễn Thị Ngọc Lan (VN); Đỗ Mạnh Cường (VN).

(54) **PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT DUNG DỊCH NANO VÀNG**

(21) 2-2024-00523

(57) Giải pháp hữu ích đề cập đến phương pháp sản xuất dung dịch nano vàng bao gồm các bước:

(i) chuẩn bị bình điện phân có khuấy, được trang bị hai điện cực bằng vàng được nối với nguồn điện một chiều đảo chiều được, nước cất có bổ sung lactozơ đóng vai trò là chất khử và bảo vệ;

(ii) gia nhiệt môi trường điện phân đến nhiệt độ từ 80°C đến dưới nhiệt độ sôi và bắt đầu thực hiện điện phân với điều kiện:

- điện áp cấp vào điện cực từ 6 đến 48 VDC, và

- đảo cực dòng điện một chiều sau mỗi khoảng thời gian định trước trong suốt quá trình điện phân, trong đó khoảng thời gian định trước này không lớn hơn 300 giây;

(iii) kết thúc điện phân, gia nhiệt môi trường điện phân đến nhiệt độ đủ để nhiệt phân dicarboxynic; và

(vi) lọc dung dịch thu được sau điện phân để loại bỏ các tạp chất kích thước lớn để thu được dung dịch nano vàng.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Giải pháp hữu ích đề cập đến phương pháp sản xuất dung dịch nano vàng bằng phương pháp điện hóa với nguồn điện áp thấp.

Tình trạng kỹ thuật của giải pháp hữu ích

Vàng và các kim loại quý hiếm đã được sử dụng từ hàng ngàn năm trước đây. Chúng đã được ứng dụng trong dược phẩm, nha khoa và công nghiệp trang sức. Các bình được phủ, dát với vàng đã được sử dụng từ thời kỳ xa xưa để làm trang trí, chứa nước và rượu. Gần đây cùng với sự phát triển của công nghệ chế tạo và ứng dụng nano nói chung và nano vàng nói riêng đã được sử dụng rất nhiều trong lĩnh vực y tế như băng gạc phủ nano vàng để sử dụng làm liền các vết thương. Các nhà sản xuất ô tô có thể chế tạo các ống khí thải bằng các phân tử vàng để tránh việc thải khí CO và có thể oxy hoá hydrocacbon trong nhiên liệu chưa cháy hết. Để tạo ra hydro, họ cũng có thể phát triển các loại pin nhiên liệu dành cho phương tiện giao thông bằng điện thông qua một quá trình tái tạo metanol không tạo khí CO. Lĩnh vực khác không kém phần ý nghĩa là sinh học và y học. Các phân tử nano vàng có đặc tính tự phát nhiệt dưới tác dụng của bức xạ laser. Đặc tính này có thể được sử dụng thay thế hay bổ sung cho phương pháp sử dụng tia X trong chữa trị một số bệnh ung thư. Các nhà khoa học tại viện nghiên cứu Max-Planck nghiên cứu sự phá huỷ của các mô khoẻ mạnh bằng cách sử dụng những viên thuốc trị ung thư bên trong khối u có sử dụng thử nghiệm nano vàng làm chất dẫn thuốc. Để mang dẫn thuốc hướng đích vào đúng vị trí, các nhà khoa học đã tạo ra những viên nhộng rất nhỏ với kích thước vài nanomet. Vỏ ngoài viên nhộng được cấu tạo bởi nhiều lớp polyme rất mỏng đặt lên nhau, cho phép chúng vượt qua dễ dàng lớp màng bên ngoài màng tế bào. Trên bề mặt viên nhộng là những phân tử nano được sử dụng từ những nguyên tử vàng và bạc. Khi đã hấp thụ vào những tế bào trong khối u, viên nhộng sẽ di chuyển bằng tia hồng ngoại. Sức nóng (42-

50°C) của tia hồng ngoại chiếu vào vị trí hướng đích của thuốc sẽ đẩy những phân tử vàng và bạc di chuyển khiến viên nhộng vỡ ra và phá vỡ kết cấu những tế bào ác tính. Hiện nay, các nghiên cứu lâm sàng trên chuột đã chứng minh được tính hiệu quả của công nghệ này. Ở trạng thái phân tử nano vàng cũng có khả năng cố định các nguyên tử sinh học (kháng nguyên và kháng thể). Vì vậy, các phân tử nano vàng có thể sử dụng trong rất nhiều xét nghiệm sinh học hay chuẩn đoán y khoa. Mặt khác, như đã biết dung dịch nano vàng dùng trong y-sinh học cần phải có độ tinh khiết cao, đồng nhất và ổn định không chứa các tạp chất độc hại.

Hiện nay, rất nhiều các phương pháp sản xuất dung dịch nano vàng đã được nghiên cứu sử dụng bao gồm các phương pháp dưới đây.

Phương pháp khử hóa học đã được biết đến từ lâu, chẳng hạn như phương pháp khử dung dịch HAuCl_4 bởi dung dịch axit natri xitrat tại nhiệt độ sôi được phân bố trong dung dịch glucozơ, lactozơ, cacbonat, ferrocen, coumarin, xyclodextrin, polyetylen glycol (PEG) và tạo ra dung dịch nano vàng có dải phân bố kích thước từ 15 đến 150 nm. Bên cạnh đó, phương pháp tạo ra dung dịch nano vàng bằng cách khử HAuCl_4 bởi các tác nhân khử trong môi trường nước như: NaBH_4 , 4-nitrophenol, xitric natri, vitamin C. Các phản ứng khử được thực hiện tại nhiệt độ phòng trong 1 giờ. Kích thước nano vàng được tạo ra bằng phương pháp này thường phân bố không đồng nhất < 100 nm tùy điều kiện cụ thể.

Phương pháp plasma bằng điện áp cao với dây vàng có kích thước từ 0,1 đến 0,3 mm được thực hiện trong bình teflon thể tích 5 lít với nguồn điện áp từ 15 đến 30 Kev trong môi trường khí N_2 lỏng. Kích thước nano vàng thu được bằng phương pháp plasma đạt được < 30 nm. Tuy nhiên, phương pháp này đòi hỏi chi phí đầu tư lớn.

Các phương pháp nêu trên có một số nhược điểm như có chi phí đầu tư lớn hoặc dễ sản xuất nhưng dung dịch nano vàng tạo ra khó khống chế cỡ hạt, khó kiểm soát lượng tạp chất.

Mặt khác nhu cầu về phương pháp sản xuất dung dịch nano vàng điện áp thấp của giải pháp hữu ích này với thiết bị đơn giản chi phí thấp, tạo ra được dung dịch nano vàng có độ sạch cao không lẫn tạp chất được quan tâm đặc biệt bởi các nhà khoa học trong nước và trên thế giới.

Bản chất kỹ thuật của giải pháp hữu ích

Các tác giả giải pháp hữu ích đã nghiên cứu, tìm ra phương pháp sản xuất dung dịch nano vàng phân tán trong nước để có thể ứng dụng trong lĩnh vực y - sinh. Cụ thể, mục đích của giải pháp hữu ích là đề xuất phương pháp sản xuất dung dịch nano vàng, đặc biệt là dung dịch có nồng độ từ 500 đến 2000 ppm bằng phương pháp điện hóa. Một trong những khác biệt lớn của phương pháp này là không cần đòi hỏi các thiết bị đắt tiền và việc chuẩn bị hóa chất quá phức tạp. Cụ thể, theo một phương án ưu tiên, giải pháp hữu ích đề xuất phương pháp sản xuất dung dịch nano vàng bao gồm các bước:

(i) chuẩn bị bình điện phân có khuấy, được trang bị hai điện cực bằng vàng được nối với nguồn điện một chiều đảo chiều được, nước cất có bổ sung lactozơ đóng vai trò là chất khử và bảo vệ;

(ii) gia nhiệt môi trường điện phân đến nhiệt độ từ 60°C đến dưới nhiệt độ sôi và bắt đầu thực hiện điện phân với điều kiện:

- điện áp cấp vào điện cực từ 6 đến 48 VDC, và
- đảo cực dòng điện một chiều sau mỗi khoảng thời gian định trước trong suốt quá trình điện phân, trong đó khoảng thời gian định trước này không lớn hơn 300 giây;

(iii) kết thúc điện phân, gia nhiệt môi trường điện phân đến nhiệt độ đủ để nhiệt phân dicarboxynic; và

(vi) lọc dung dịch thu được sau điện phân để loại bỏ các tạp chất kích thước lớn để thu được dung dịch nano vàng.

Theo một phương án, thời gian điện phân được thay đổi để làm tăng hay giảm nồng độ nano vàng trong dung dịch, tốt hơn nếu thời gian này nằm trong khoảng từ 1 đến 12 giờ, tốt hơn nữa là 5 đến 10 giờ.

Theo một phương án, lactozơ được bổ sung dưới dạng dung dịch bão hoà với tỷ lệ thể tích dung dịch bão hoà : thể tích nước cất nằm trong khoảng từ 1:100 đến 20:100, tốt nhất là từ 4:100 đến 10:100.

Thời gian giữa mỗi lần đảo cực cũng được thay đổi, miễn sao cho nó ngăn được hiện tượng vàng oxit bám dính trên bề mặt điện cực, tốt hơn nếu thời gian giữa các lần đảo cực dòng điện nằm trong khoảng từ 50 đến 300 giây.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1 là ảnh TEM của mẫu nano vàng chế tạo bằng phương pháp của giải pháp hữu ích ở các mức độ phóng đại khác nhau (các hình a, b, c, d).

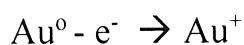
Hình 2 là giản đồ phân bố kích thước hạt trung bình của mẫu nano vàng chế tạo bằng phương pháp của giải pháp hữu ích.

Mô tả chi tiết giải pháp hữu ích

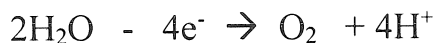
Dưới đây, giải pháp hữu ích sẽ được mô tả một cách chi tiết theo từng bước thực hiện và từng phương án ưu tiên.

Trước hết, tác giả giải pháp hữu ích sẽ giải thích cơ chế của quá trình điện hóa tạo ra dung dịch nano vàng từ vàng kim loại, dựa trên các kiến thức của cá nhân. Cũng cần hiểu rằng, các cơ chế này chỉ nhằm làm rõ cho bản chất của giải pháp hữu ích, nó không được dùng để giới hạn phạm vi bảo hộ, các giải thích này không được dùng nhằm mục đích giải thích học thuật, và cũng không phải là giải thích đầy đủ cho toàn bộ các quá trình phản ứng diễn ra.

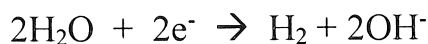
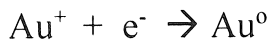
Dưới tác dụng của dòng điện một chiều, dung dịch dạng keo của các hạt vàng được tạo ra. Cụ thể, điện cực vàng anot bị hòa tan theo phản ứng:



Giải thoát khí oxy do quá trình điện phân nước và đồng thời với việc tạo ra màng Au_2O trên bề mặt của anot



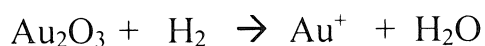
Ion Au^+ di chuyển đến catot. Các ion Au^+ sẽ được khử để trở về dạng Au^0 trên catot và giải thoát các khí hydro



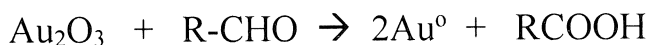
Dung dịch nano vàng thu được thường xảy ra quá trình co cụm, tích tụ lại thành các hạt to hơn do các lực hấp dẫn Van Der Waals giữa các nguyên tử vàng.

Sự phân tách của các hạt nano vàng từ catot và việc di chuyển được bởi quá trình khuấy trộn đều trong dung dịch. Nhờ sử dụng điện áp, các phản ứng trên xảy ra và dòng điện liên tục sẽ tăng cho đến khi chúng đạt mức bão hòa. Phản ứng càng nhanh và giá trị của dòng điện bão hòa sẽ tăng.

Trong giai đoạn này, độ phân cực của dòng trực tiếp giữa các điện cực được thay đổi định kỳ mà giảm đáng kể sự lắng cặn của vàng trên catot, bằng cách đảo chiều dòng điện cấp vào. Ngay khi dòng điện đảo chiều, Au_2O_3 trên bề mặt của catot bắt đầu giảm nhờ phản ứng với khí hydro mới sinh trong quá trình điện phân:



Mặt khác, trong quá trình điện phân, các glucoza (R-CHO) được sinh ra từ quá trình thủy phân của đường lactozơ đóng vai trò là chất khử tiếp tục vàng oxit thành nano vàng theo phản ứng:



(Ở đây R-CHO chính là $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{O}_5 - \text{CHO}$)

Tại nhiệt độ môi trường phản ứng trên 60°C , thời gian đảo cực trong vòng 50 đến 300 giây. Tại giá trị nhiệt độ nhỏ hơn, việc lắng cặn của các hạt nano vàng trong dung dịch làm tăng chi phí do sự lắng cặn màng vàng tại catot và tạo ra nồng độ keo vàng lớn.

Nhiệt độ môi trường phản ứng tốt nhất là được duy trì từ 60 đến dưới nhiệt độ sôi của dung dịch, tốt hơn nữa là từ 85 đến 90°C , tốt nhất là 85°C .

Khi nhiệt độ phản ứng thấp, đặc biệt là dưới 40°C thì quá trình xảy ra phản ứng chậm, khi đó ion vàng sẽ bám trên điện cực âm, dẫn tới hiệu suất tạo nano vàng thấp. Thời gian phản ứng quá dài, thậm chí phản ứng từ 20 đến 50 giờ, nên không đem lại hiệu quả cho quá trình sản xuất, không phù hợp để ứng dụng trong thực tế. Khi nhiệt độ phản ứng lớn hơn 100°C quá trình phản ứng xảy ra nhanh, quá trình tạo keo vàng oxit nhanh hơn tốc độ khử về nano vàng nên gây thất thoát nguyên liệu, giảm hiệu quả tạo ra nano vàng. Hiện tượng bám dính cặn trên điện cực có xu hướng tăng nhanh theo sự tăng của nhiệt độ, sự khử của đường.

Dòng điện áp vào 2 điện cực được khống chế nằm trong khoảng từ 6 đến 48VDC. Nếu điện áp dưới 6VDC thì tốc độ điện phân quá nhỏ, dẫn đến thời gian phản ứng quá dài (từ 48 giờ đến 50 giờ) không phù hợp với thực tế sản xuất công nghiệp. Nếu điện áp lớn hơn 48VDC thì sẽ làm tăng tốc độ tạo ra keo vàng oxit, tăng tốc độ tạo cặn trên điện cực, tốc độ tạo keo vàng lớn hơn nhiều tốc độ khử thành nano vàng nên sẽ gây thất thoát nguyên liệu vàng. Hơn nữa, điện áp cao cũng làm cho bề mặt điện cực bị ăn mòn lỗ chỗ, gây khó khăn cho công tác vệ sinh sau phản ứng. Điện áp tốt nhất là 12VDC.

Thời gian điện phân được thay đổi để làm tăng hay giảm nồng độ nano vàng trong dung dịch, tốt hơn nếu thời gian này nằm trong khoảng từ 1 đến 12 giờ, tốt hơn nữa là 5 đến 10 giờ để đạt được dung dịch có nồng độ nano vàng trong khoảng từ 500ppm đến 2000ppm. Việc tính toán nồng độ nano vàng theo thời gian điện phân dễ dàng được thực hiện bởi người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này.

Để ngăn hiện tượng bám dính màng vàng oxit trên điện cực, đẩy lớp vàng oxit này phân tán vào dung dịch, tác giả giải pháp hữu ích đề xuất việc đảo điện cực của dòng điện một chiều một cách luân phiên nhau. Thời gian đảo phụ thuộc vào lượng màng vàng oxit bám trên điện cực. Theo khảo sát, tốt nhất thời gian này không lớn hơn 300 giây, do quá 300 giây thì lớp màng vàng oxit bám dính trên điện cực quá nhiều, hiệu quả điện phân giảm mạnh. Thời gian

ngắn nhất giữa các lần đảo điện cực không bị hạn chế nhưng tốt nhất là nên lớn hơn 50 giây để phù hợp với điều kiện vận hành thực tế và tốc độ tạo hạt nano.

Để tăng độ dẫn điện trong môi trường điện phân, phân tán đều keo vàng và các hạt nano vàng đều trong dung dịch trong quá trình phát triển hạt, giúp hoàn thiện giải pháp hữu ích này, tác giả giải pháp hữu ích đã bổ sung một lượng nhỏ dung dịch đường lactozơ vào trong môi trường nước. Trong quá trình điện phân, các phân tử đường còn đóng vai trò chất bao phủ xung quanh hạt vàng để tránh các hạt vàng va chạm vào nhau và tạo kích thước lớn hơn.

Cần lưu ý rằng vì các hạt nano vàng có khả năng oxy hoá mạnh nên các loại đường khác không được ưu tiên sử dụng vì không đủ bền. Việc sử dụng các loại đường này sẽ có thể làm giảm mạnh hiệu quả tạo hạt nano vàng và tính ổn định của hệ dung dịch nano này.

Sau phản ứng điện phân, khi các hạt nano vàng đã được phát triển đến cỡ hạt ổn định mong muốn, môi trường phản ứng sẽ được gia nhiệt đến nhiệt độ đủ để nhiệt phân dicarboxynic. Tốt nhất, nhiệt độ này lớn hơn 100°C , tốt nhất là từ 105°C đến 115°C , để đủ phân hủy các dicarboxynic sinh ra từ phản ứng khử nêu trên thành cặn rắn.

Việc bổ sung đường lactozơ được thực hiện ngay từ khi chuẩn bị thiết bị điện phân hoặc bổ sung dạng nhỏ giọt khi bắt đầu quá trình điện phân.

Lactozơ được bổ sung dưới dạng dung dịch bão hoà với tỷ lệ tỷ lệ thể tích dung dịch bão hoà : thể tích nước cất nằm trong khoảng từ 1:100 đến 20:100, tốt nhất là từ 4:100 đến 10:100, để cân bằng việc tạo ra tối đa nano vàng, cũng như lượng lactocoza còn dư trong dung dịch.

Ví dụ thực hiện giải pháp hữu ích

Hai điện cực vàng được đặt ngập trong nước cất trong bình điện phân hình trụ tròn thể tích 2,5 lít, chứa 2 lít nước và có bổ sung 80ml dung dịch đường lactozơ bão hòa. Bình điện phân được trang bị máy khuấy từ và bể không chế nhiệt độ. Nguồn điện một chiều 12V, đảo chiều tự động được nối vào hai điện cực vàng với kích thước 100x100 mm, đặt đối diện nhau..

Trước hết, gia nhiệt môi trường đến 85°C , khuấy đều với tốc độ 650 vòng/phút, sau đó, bật nguồn điện và bắt đầu quá trình điện phân. Thời gian điện phân được thực hiện trong 5 giờ. Sau khoảng 5 phút, điện cực được chuyển đổi nguồn để quá trình khử Au_2O_3 ở trên điện cực được thay đổi. Nồng độ dung dịch nano vàng được tính theo định luật Faraday.

Kết thúc 5 giờ điện phân, tăng nhiệt độ môi trường đến 105°C , đến khi dung dịch chuyển màu đỏ đậm hoặc tím than thì dừng phản ứng. Lọc dung dịch thu được bằng lưới lọc cỡ lỗ không lớn hơn 1 micron.

Kết quả thu được 2L dung dịch nano vàng có nồng độ 1000 ppm, cỡ hạt trung bình nằm khoảng $< 20\text{nm}$.

Dung dịch nano vàng này được đem đi phân tích để xác định cỡ hạt của các hạt nano.

Hình 1 là ảnh hình thái vi cấu trúc (HR-TEM) của dung dịch nano vàng được chụp trên máy Jeol 2100. Kết quả Hình 1 thấy rằng các hạt nano vàng được chế tạo bởi phương pháp này có kích thước đồng nhất, dạng hình cầu với cấu trúc đơn tinh thể. Ảnh HR-TEM của mẫu nano vàng chế tạo bằng phương pháp điện hóa với điện áp thấp ở Hình 1 (a,b,c) thang đo 20 nm với độ phóng đại 50.000; 100.000 và 150.000 lần cho thấy nano vàng thu được có kích thước hạt đồng nhất $< 20\text{ nm}$ với kích thước tựa cầu. Hình 1d là ảnh HR-TEM của mẫu nano vàng với độ phóng đại 200.000 lần ở thang đo 20 nm cho thấy mẫu với các hạt riêng rẽ có kích thước tương ứng 5 - 10 nm.

Qua kết quả phân tích kích thước hạt trung bình (hình 2) cho thấy nano vàng chế tạo bằng phương pháp điện hóa với điện áp thấp thu được có kích thước đồng nhất $< 20\text{ nm}$, khoảng phân bố cỡ hạt hẹp.

Hiệu quả đạt được của giải pháp hữu ích

Giải pháp hữu ích đã đề xuất thành công phương pháp sản xuất dung dịch nano vàng từ vàng kim loại có chi phí đầu tư thấp do sử dụng các thiết bị đơn giản, rẻ tiền. Dung dịch thu được có cỡ hạt đồng đều, có nồng độ cao, và

đễ dàng điều chỉnh nồng độ dung dịch. Ngoài ra, lượng tạp chất còn dư trong dung dịch cũng dễ dàng được khống chế và xử lý đến mức hầu như không còn.

Dung dịch nano vàng theo giải pháp hữu ích có thể được dùng trong lĩnh vực y tế, bảo quản lương thực, thực phẩm, chăn nuôi, xử lý nước do nano vàng có tính sát khuẩn cao.

Chi phí sản xuất dung dịch nano vàng theo giải pháp hữu ích được tính toán sơ bộ và so sánh với chi phí của dung dịch nano vàng cùng loại của một số hãng. Kết quả thể hiện trên Bảng 1.

Bảng 1: So sánh giá thành của dung dịch nano vàng được sản xuất theo giải pháp hữu ích với dung dịch nano vàng được nhập khẩu từ nước ngoài.

Vật Liệu	Nồng độ mg/l, độ sạch và kích thước	Giá thành của lít dung dịch (đồng)	Ghi chú
Nano vàng nhập khẩu từ Trung Quốc	1000 ppm, 99,99% và < 30nm	8,500,000	https://www.alibaba.com/product-detail/High-Purity-cas-7440-57-5_60868483227.html?spm=a2700.7724857.normalList.99.1fda4e72EvDOiQ
Nano vàng nhập khẩu từ Mỹ	1000 ppm, 99,99% và < 30nm	18,800,000	https://nanohybrids.net/products/gold-nanospheres-lateral-flow-assays?gclid=Cj0KCQjwxNT8BRD9ARIsAJ8S5xYCCBz5NDB-fC4t-
Nano vàng nhập khẩu từ Đức	1000 ppm, 99,99% và < 30nm	19,500,000	https://www.sigmaaldrich.com/materials-science/material-science-products.html?TablePage=18010738
Nano vàng theo giải pháp hữu ích	1000 ppm, 99,99% và < 30nm	3,500,000	

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp sản xuất dung dịch nano vàng bao gồm các bước:

(i) chuẩn bị bình điện phân có khuấy, được trang bị hai điện cực bằng vàng được nối với nguồn điện một chiều đảo chiều được, nước cất có bổ sung lactozơ đóng vai trò là chất khử và bảo vệ;

(ii) gia nhiệt môi trường điện phân đến nhiệt độ từ 60°C đến dưới nhiệt độ sôi và bắt đầu thực hiện điện phân với điều kiện:

- điện áp cấp vào điện cực từ 6 đến 48 VDC, và

- đảo cực dòng điện một chiều sau mỗi khoảng thời gian định trước trong suốt quá trình điện phân, trong đó khoảng thời gian định trước này không lớn hơn 300 giây;

(iii) kết thúc điện phân, gia nhiệt môi trường điện phân đến nhiệt độ đủ để nhiệt phân dicarboxynic; và

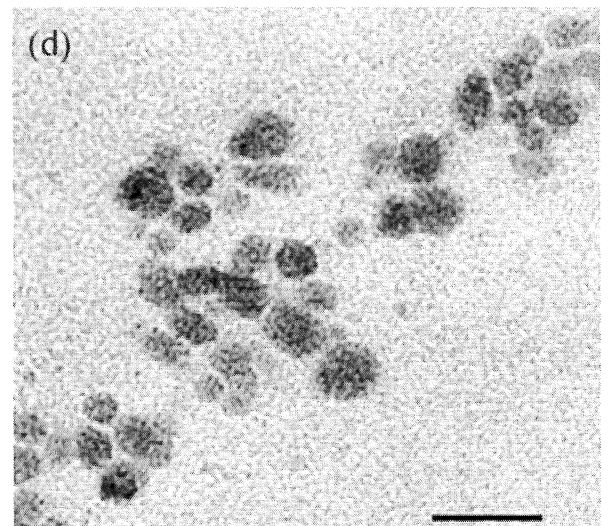
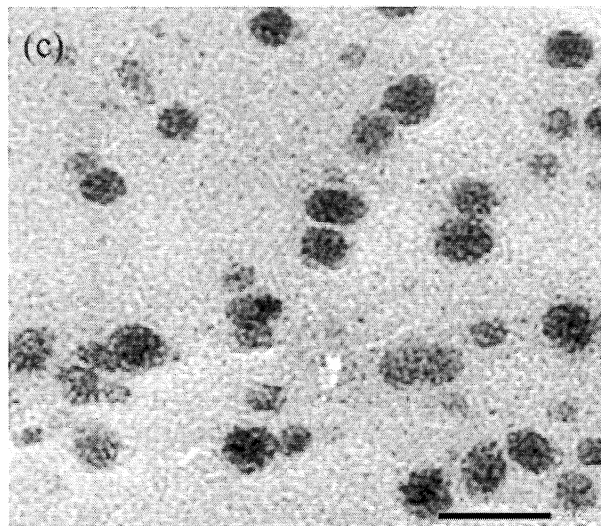
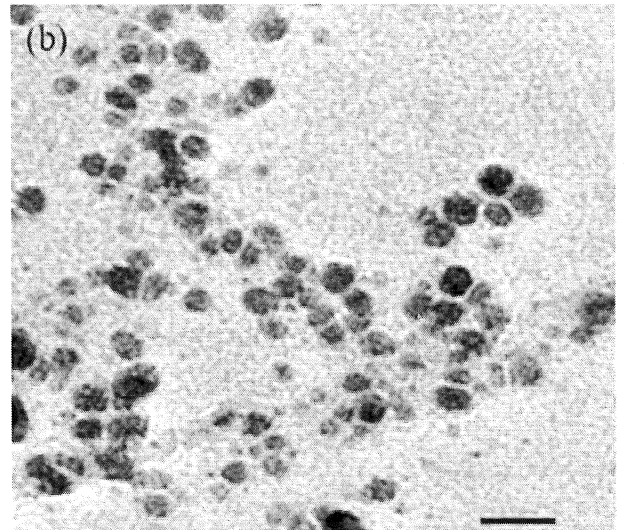
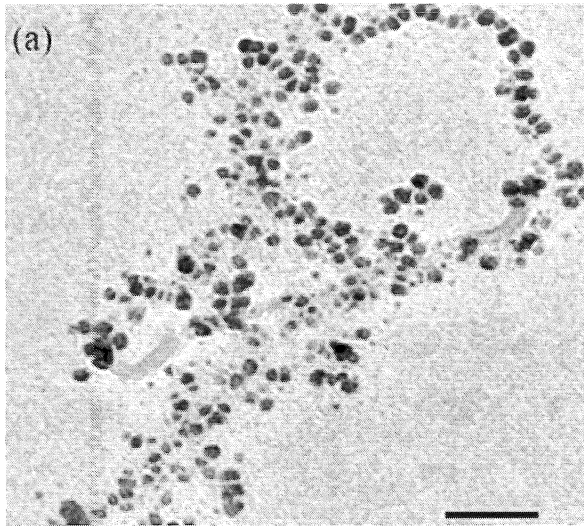
(vi) lọc dung dịch thu được sau điện phân để loại bỏ các tạp chất kích thước lớn để thu được dung dịch nano vàng.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó lactozơ được bổ sung dưới dạng dung dịch bão hoà với tỷ lệ thể tích dung dịch bão hoà : thể tích nước cất nằm trong khoảng từ 1:100 đến 20:100, tốt nhất là từ 4:100 đến 10:100.

3. Phương pháp theo điểm 1 hoặc 2, trong đó thời gian điện phân từ 1 đến 12 giờ, tốt hơn là từ 5 đến 10 giờ.

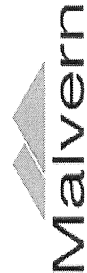
4. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó thời gian giữa các lần đảo cực dòng điện nằm trong khoảng từ 50 đến 300 giây.

5. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó điện áp cấp vào điện cực là 12 VDC.



Hình 1

Size Distribution Report by Number



Sample Details

Sample Name: Nano Au (NAUP) 1
SOP Name: 1592020.sop
General Notes:

File Name: Size.dts
Record Number: 17
Material RI: 1.00
Material Absorbion: 0.00

Dispersant Name: Water
Dispersant RI: 1.330
Viscosity (mPa.s): 0.8872

Measurement Date and Time: Monday, October 12, 2020 3:...

System

Temperature (°C): 25.0
Count Rate (kcps): 183.7
Cell Description: Disposable micro cuvette ...
Duration Used (s): 70
Measurement Position (mm): 3.00
Attenuator: 10

Results

	Size (d.nm):	% Number	Width (d.nm...)
Z-Average (d.nm):	11.18	100.0	1.645
Pdf: 0.297			
Peak 1:	5.887	0.0	0.000
Peak 2:	0.000	0.0	0.000
Peak 3:	0.000	0.0	0.000
Intercept: 0.907			
Result quality :	Good		

