

TRƯỜNG ĐẠI HỌC MỎ - ĐỊA CHẤT



**BÁO CÁO HỌC THUẬT
HỌC KÌ I NĂM HỌC 2025-2026**

**TRAO ĐỔI NỘI DUNG BÀI GIẢNG "CHƯƠNG 3: CÁC PHƯƠNG PHÁP HÓA
HỌC" CỦA HỌC PHẦN PHƯƠNG PHÁP TỔNG HỢP VÀ CHẾ TẠO VẬT LIỆU**

Người báo cáo: TS Đào Việt Thắng

Đơn vị: Bộ môn Vật lý, Khoa Khoa học cơ bản

Hà Nội, 12/2025

MỤC LỤC

MỞ ĐẦU.....	1
CHƯƠNG 3:.....	2
CÁC PHƯƠNG PHÁP HÓA HỌC	2
3.1. Phương pháp Sol-gel	2
3.1.1. Giới thiệu chung về phương pháp Sol-gel.....	2
3.1.2. Nguyên lý cơ bản của phương pháp Sol-gel	2
3.1.3. Các loại vật liệu và ứng dụng của Sol-gel.....	2
3.1.4. Quy trình thực hiện phương pháp Sol-gel	3
3.1.5. Ưu nhược điểm của phương pháp Sol-gel.....	3
3.2. Phương pháp đồng kết tủa.....	4
3.2.1. Giới thiệu phương pháp đồng kết tủa	4
3.2.2. Nguyên lý chung.....	4
3.2.3. Quy trình thực hiện phương pháp đồng kết tủa.....	4
3.2.4. Ưu nhược điểm của phương pháp đồng kết tủa	5
3.2.5. Ứng dụng và một số lưu ý khi thực hiện	5
3.3. Phương pháp kết tinh.....	5
3.3.1. Giới thiệu chung về kết tinh	5
3.3.2. Nguyên lý cơ bản của quá trình kết tinh.....	6
3.3.3. Các phương pháp kết tinh phổ biến.....	6
3.3.4. Các yếu tố ảnh hưởng đến kết tinh	7
3.3.5. Ứng dụng của phương pháp kết tinh trong kỹ thuật vật liệu.....	7
3.4. Phương pháp điện hóa	7
3.4.1. Giới thiệu chung về phương pháp điện hóa.....	7
3.4.2. Nguyên lý cơ bản của phương pháp điện hóa trong tổng hợp vật liệu.....	8
3.4.3. Các phương pháp điện hóa phổ biến trong tổng hợp vật liệu.....	8

3.4.4. Quy trình tổng hợp vật liệu bằng phương pháp điện hóa	9
3.4.5. Ưu nhược điểm của phương pháp điện hóa.....	9
3.5. Một vài ví dụ về tổng hợp vật liệu bằng phương pháp hóa học.....	10
KẾT LUẬN	11

MỞ ĐẦU

Học phần "Phương pháp tổng hợp và chế tạo vật liệu" là một trong những môn học mới thuộc cơ sở ngành của ngành "Kỹ thuật vật liệu". Để cho nội dung bài giảng phù hợp với ngành đào tạo, số tín chỉ của môn học, báo cáo này sẽ trình bày nội dung "Chương 3. Các phương pháp hóa học" của học phần "Phương pháp tổng hợp và chế tạo vật liệu".

Nội dung của chương 3 được trình bày chi tiết gồm 5 phần:

- Phương pháp Sol-gel
- Phương pháp đồng kết tủa
- Phương pháp kết tinh
- Phương pháp điện hóa
- Một vài ví dụ về tổng hợp vật liệu bằng phương pháp hóa học

CHƯƠNG 3:

CÁC PHƯƠNG PHÁP HÓA HỌC

3.1. Phương pháp Sol-gel

3.1.1. Giới thiệu chung về phương pháp Sol-gel

- *Định nghĩa*: Phương pháp Sol-gel là một kỹ thuật tổng hợp vật liệu từ dung dịch (sol) tạo thành gel, sau đó qua quá trình xử lý nhiệt để tạo ra vật liệu rắn. Đây là kỹ thuật dựa trên sự chuyển pha từ dung dịch phân tán các hạt siêu nhỏ sang mạng gel dạng rắn có cấu trúc liên kết ba chiều.

- *Lịch sử và phát triển*: Phương pháp Sol-gel được phát triển từ giữa thế kỷ 20 và hiện nay là một trong những phương pháp tổng hợp phổ biến dùng để tạo các vật liệu vô cơ, composite, sứ, kính quang học, màng mỏng, và vật liệu nano.

3.1.2. Nguyên lý cơ bản của phương pháp Sol-gel

Sol: Là hệ dung dịch lỏng trong đó các hạt nano hoặc phức hợp kim loại được phân tán đều.

Gel: Là trạng thái mạng lưới rắn dạng ba chiều thu được từ quá trình tạo gel (gelation), khi các phân tử hoặc hạt kết nối tạo thành cấu trúc gel kẹp nước bên trong.

Quá trình Sol-gel gồm 3 bước chính:

- *Thủy phân (Hydrolysis)*: Các tiền chất alkoxide (ví dụ TEOS – tetraethyl orthosilicate) trong dung môi bị thủy phân khi tiếp xúc với nước, tạo thành các nhóm hydroxyl $-OH$.

- *Ngưng tụ (Condensation)*: Các nhóm hydroxyl phản ứng với nhau, tạo liên kết oxi Si-O-Si hoặc tương tự, tạo mạng lưới gel.

- *Sấy khô và xử lý nhiệt*: Gel được sấy và nung để loại bỏ dung môi và nước, tạo vật liệu rắn có cấu trúc mong muốn.

3.1.3. Các loại vật liệu và ứng dụng của Sol-gel

- *Vật liệu oxit kim loại*: Thường tổng hợp các vật liệu SiO_2 , TiO_2 , Al_2O_3 , ZrO_2 , ZnO , v.v.

- *Màng mỏng quang học*: Màng chống phản xạ, cảm biến, chất phủ bảo vệ.

- *Vật liệu nano*: Hạt nano, vật liệu composite có kích thước nano.

- *Vật liệu ceramic và thủy tinh có cấu trúc đặc biệt:* Sứ, gốm nhiệt độ cao.
- Ứng dụng rộng rãi trong công nghiệp điện tử, quang học, vật liệu chịu nhiệt, v.v.

3.1.4. Quy trình thực hiện phương pháp Sol-gel

- *Chuẩn bị dung dịch tiền chất:* Hòa tan alkoxide kim loại trong dung môi thích hợp (thường là rượu) thủy phân với nước và acid hoặc base làm chất xúc tác.
- *Phản ứng thủy phân và ngưng tụ:* Giữ pH, nhiệt độ và thời gian phản ứng trong giới hạn kiểm soát để quá trình tạo sol đồng nhất.
- *Tạo gel:* Giữ dung dịch ở điều kiện thích hợp để gel hình thành.
- *Sấy khô gel:* Loại bỏ dung môi và nước, tránh gây nứt gel.
- *Nung (calcination):* Nung gel để tạo vật liệu rắn ổn định về cấu trúc và tính chất.
- Kỹ thuật và thiết bị thường sử dụng trong Sol-gel:
 - + Tủ điều chỉnh nhiệt độ và độ ẩm
 - + Lò nung để biến đổi gel thành vật liệu rắn
 - + Máy khuấy từ và thiết bị khuấy trộn hóa học
 - + Thiết bị đo độ nhớt, pH, độ trong dung dịch sol

3.1.5. Ưu nhược điểm của phương pháp Sol-gel

- *Ưu điểm:*
 - + Kiểm soát kích thước hạt và cấu trúc vật liệu rất tốt.
 - + Quá trình tổng hợp diễn ra ở nhiệt độ thấp hơn so với các phương pháp truyền thống.
 - + Tạo được các vật liệu đồng nhất, tinh khiết cao.
 - + Dễ dàng điều chỉnh thành phần hóa học và các tính chất vật liệu.
- *Nhược điểm:*
 - + Thời gian xử lý khá dài do cần thời gian tạo gel và sấy khô.
 - + Chi phí nguyên liệu và dung môi có thể cao.
 - + Quá trình sấy và nung có thể gây nứt hoặc co rút vật liệu.
- *Ví dụ minh họa:* Tổng hợp TiO_2 bằng phương pháp Sol-gel
 - + *Tiền chất:* Titanium isopropoxide (TTIP)
 - + *Dung môi:* isopropanol
 - + Thủy phân TTIP với nước trong môi trường acid nhẹ
 - + Ngưng tụ tạo gel TiO_2

+ Sấy và nung ở nhiệt độ khoảng 400-600 °C để có vật liệu TiO_2 dạng tinh thể.

3.2. Phương pháp đồng kết tủa

3.2.1. Giới thiệu phương pháp đồng kết tủa

Phương pháp đồng kết tủa là một kỹ thuật tổng hợp trong đó các ion kim loại hòa tan trong dung dịch được kết tủa đồng thời dưới tác động của các điều kiện hóa học (như thay đổi pH, nhiệt độ, hoặc tác nhân kết tủa), tạo nên hợp chất rắn phân tán đồng đều có thành phần đồng nhất.

3.2.2. Nguyên lý chung

- Trong dung dịch, các ion kim loại khác nhau tồn tại dưới dạng các muối hòa tan.
- Khi điều chỉnh pH hoặc thêm tác nhân kết tủa (như bazơ hoặc một chất kết tủa đặc trưng), các ion kim loại sẽ kết tủa đồng thời với nhau thành dạng hydroxit, oxit hoặc muối không tan.
- Sản phẩm kết tủa có thành phần đồng nhất hơn so với các phương pháp trộn sau khi kết tủa riêng lẻ.
- Sau đó, chất kết tủa có thể được rửa sạch, sấy khô và nung để tạo ra vật liệu mục tiêu như oxit kim loại, ferrit...

3.2.3. Quy trình thực hiện phương pháp đồng kết tủa

- *Chuẩn bị dung dịch kim loại*: Hòa tan các muối kim loại tương ứng với thành phần mong muốn vào dung môi (thường là nước).
- *Điều chỉnh nồng độ và tỉ lệ*: Đảm bảo các ion kim loại có tỉ lệ mol chính xác theo công thức vật liệu cần tổng hợp.
- *Thêm tác nhân kết tủa*: Thường dùng các bazơ mạnh như NaOH, NH_4OH hoặc các chất phản ứng khác để tạo kết tủa.
- *Kiểm soát pH và nhiệt độ*: Điều chỉnh pH đến giá trị thích hợp để các ion đồng thời bị kết tủa. Nhiệt độ ảnh hưởng đến kích thước hạt và đặc tính sản phẩm.
- *Khuấy và duy trì điều kiện*: Khuấy đều để đảm bảo đồng nhất, duy trì nhiệt độ và pH trong thời gian cần thiết.
- *Lọc và rửa sản phẩm*: Loại bỏ tạp chất, ion dư, dung dịch mẹ.
- *Sấy và xử lý nhiệt (nếu cần)*: Sấy khô, sau đó thiêu kết hoặc xử lý nhiệt để tạo ra vật liệu oxit hoặc dạng tinh thể.

3.2.4. Ưu nhược điểm của phương pháp đồng kết tủa

- *Ưu điểm:*

- + Tạo vật liệu có thành phần đồng nhất về mặt hóa học.
- + Kích thước hạt nhỏ, phân bố đồng đều.
- + Quá trình dễ kiểm soát, thích hợp để tổng hợp các hợp chất oxit đa thành phần và ferrit.

+ Tiết kiệm chi phí và thuận tiện trong quy mô phòng thí nghiệm và sản xuất.

- *Nhược điểm:*

+ Việc kiểm soát pH và nhiệt độ yêu cầu chính xác để tránh kết tủa không đồng đều.

+ Thời gian xử lý có thể dài nếu muốn sản phẩm chất lượng cao.

+ Cần làm sạch kỹ các sản phẩm kết tủa để loại bỏ tạp chất ion dư.

3.2.5. Ứng dụng và một số lưu ý khi thực hiện

- *Ứng dụng:*

- + Tổng hợp các oxit kim loại đa thành phần như ferrit từ tính (NiFe_2O_4 , CoFe_2O_4).
- + Chuẩn bị vật liệu xúc tác.
- + Tổng hợp vật liệu từ tính, vật liệu ceramic và các loại bột oxit tinh khiết.
- + Sản xuất vật liệu điện tử và cảm biến nhờ kiểm soát tốt thành phần và kích thước hạt.

- *Một số lưu ý khi thực hiện:*

+ Cần chuẩn bị dung môi và thuốc thử sạch, tránh tạp chất làm ảnh hưởng đến kết quả.

+ Kiểm soát chính xác tỉ lệ các ion kim loại để đảm bảo đúng thành phần vật liệu.

3.3. Phương pháp kết tinh

3.3.1. Giới thiệu chung về kết tinh

- *Kết tinh:* là quá trình tạo ra các tinh thể rắn có cấu trúc mạng tinh thể có trật tự trong không gian ba chiều.

- Trong kỹ thuật vật liệu, kết tinh đóng vai trò quan trọng để sinh ra các vật liệu có tính chất cơ, hóa, điện tốt nhờ vào cấu trúc tinh thể đồng nhất, bền vững.

- Quá trình kết tinh thường diễn ra từ các trạng thái lỏng, khí hoặc các dung dịch bão hòa.

3.3.2. Nguyên lý cơ bản của quá trình kết tinh

- Kết tinh xảy ra khi nguyên tử, ion hoặc phân tử trong dung dịch, chất lỏng hoặc hơi ngưng tụ tạo thành các hạt nhân ban đầu (nucleation).
- Sau đó các hạt nhân này phát triển kích thước bằng cách kết hợp thêm các đơn vị cấu trúc từ môi trường xung quanh (growth).
- Quá trình nucleation và growth kết hợp tạo thành tinh thể cuối cùng.
- Điều kiện nhiệt độ, nồng độ, tốc độ làm nguội và các yếu tố môi trường ảnh hưởng mạnh đến kết quả kết tinh.

3.3.3. Các phương pháp kết tinh phổ biến

- *Kết tinh từ dung dịch (Solution Crystallization):*
 - + Nguyên tắc: Dung dịch bão hòa hoặc quá bão hòa được làm nguội hoặc thay đổi điều kiện để tạo thành tinh thể.
 - + Phương pháp này áp dụng rộng rãi trong tổng hợp các loại tinh thể vô cơ, hữu cơ và vật liệu chức năng.
 - + Ví dụ: Kết tinh muối, các hợp chất hữu cơ tinh khiết.
- *Kết tinh từ trạng thái nóng chảy (Melt Crystallization):*
 - + Hợp chất được đun nóng chảy hoàn toàn rồi làm nguội từ từ, tinh thể sẽ hình thành khi nhiệt độ giảm dưới điểm nóng chảy.
 - + Phương pháp thường dùng để tạo ra các tinh thể kim loại, hợp kim, các vật liệu polyme bán kết tinh.
 - + Ưu điểm: Tinh thể lớn, tính định hướng cao.
 - + Nhược điểm: Cần kiểm soát nhiệt độ nghiêm ngặt.
- *Kết tinh từ hơi (Vapor Crystallization):*
 - + Nguyên liệu ở trạng thái hơi được làm ngưng tụ trên bề mặt lạnh hoặc trong môi trường phù hợp.
 - + Thường sử dụng trong tổng hợp các lớp mỏng tinh thể, tinh thể bán dẫn như Si, GaAs.
 - + Kỹ thuật điển hình: MBE (Molecular Beam Epitaxy), CVD (Chemical Vapor Deposition).
- *Kết tinh điện hóa (Electrochemical Crystallization):*
 - + Sử dụng hiện tượng điện phân để tạo ra trạng thái bão hòa tại điện cực và kết tinh nguyên liệu.

- + Thường dùng để tổng hợp các tinh thể kim loại, kim loại hiếm, vật liệu oxit.
- *Kết tinh dưới áp suất cao hoặc điều kiện đặc biệt:*
- + Một số vật liệu yêu cầu áp suất hoặc môi trường đặc biệt để ổn định pha kết tinh mong muốn.
- + Ứng dụng trong tổng hợp vật liệu siêu cứng, pha mới của các hợp kim.

3.3.4. Các yếu tố ảnh hưởng đến kết tinh

- Nhiệt độ và tốc độ làm nguội.
- Nồng độ và độ bão hòa của dung dịch.
- Tạp chất và sự hiện diện của các chất kích thích tạo hạt nhân.
- Áp suất và môi trường khí.
- Kỹ thuật khuấy trộn và vận chuyển khối lượng.

3.3.5. Ứng dụng của phương pháp kết tinh trong kỹ thuật vật liệu

- Tổng hợp các tinh thể kim loại, hợp kim với cấu trúc tinh thể đồng nhất giúp tăng cường tính chất cơ lý.
- Tạo vật liệu bán dẫn có đặc tính điện tử tốt từ kết tinh hơi.
- Sản xuất các vật liệu chức năng như tinh thể quang học, từ tính.
- Tổng hợp vật liệu nano tinh thể có kích thước kiểm soát tốt.
- *Ví dụ thực tế:*
- + Tổng hợp tinh thể silicon tinh khiết dùng trong chip bán dẫn qua phương pháp kết tinh từ trạng thái nóng chảy (Czochralski process).
- + Tạo tinh thể NaCl từ dung dịch nước bão hòa.
- + Tổng hợp màng mỏng GaAs bằng phương pháp MBE.

3.4. Phương pháp điện hóa

3.4.1. Giới thiệu chung về phương pháp điện hóa

- *Khái niệm:* Phương pháp điện hóa là kỹ thuật sử dụng các quá trình điện phân, ăn mòn điện hóa, hay quá trình oxi hóa - khử để tạo ra hoặc biến đổi vật liệu. Đây là phương pháp tổng hợp và xử lý vật liệu dựa trên nguyên lý chuyển đổi năng lượng điện thành phản ứng hóa học.
- *Ưu điểm của phương pháp điện hóa:*
- + Kiểm soát chính xác kích thước, cấu trúc, hình dạng vật liệu.
- + Thực hiện ở nhiệt độ thấp, tránh ảnh hưởng nhiệt đến vật liệu.

- + Tiết kiệm năng lượng và dễ dàng tự động hóa.
- + Thích hợp cho tổng hợp màng mỏng, các lớp phủ, các hạt nano,...

- *Ứng dụng:*

- + Mạ điện và mạ điện hóa để tạo lớp phủ kim loại.
- + Tổng hợp vật liệu nano kim loại và hợp kim.
- + Tạo màng oxit kim loại trên bề mặt.
- + Tách và làm sạch bề mặt vật liệu.

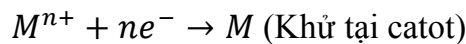
3.4.2. Nguyên lý cơ bản của phương pháp điện hóa trong tổng hợp vật liệu

Quá trình điện hóa xảy ra khi có dòng điện chạy qua dung dịch điện phân chứa các ion kim loại hoặc các ion hoạt động.

- *Tại catot (cực âm):* các ion kim loại nhận electron và bị khử thành nguyên tử kim loại, gây kết tủa hoặc tạo thành lớp phủ trên bề mặt điện cực.

- *Tại anot (cực dương):* có thể xảy ra quá trình oxi hóa, ví dụ oxi hóa ion hay vật liệu anot.

- Phương trình tổng quát (điện phân kim loại M):



- Các thông số điện hóa ảnh hưởng đến chất lượng vật liệu:

- + Dòng điện (cường độ, mật độ dòng điện)
- + Điện áp
- + Thời gian điện phân
- + Nhiệt độ và pH dung dịch điện phân
- + Thành phần dung dịch (nồng độ ion, chất phụ gia)

3.4.3. Các phương pháp điện hóa phổ biến trong tổng hợp vật liệu

- *Mạ điện (Electroplating):*

+ Nguyên lý: Dùng dòng điện một chiều để khử ion kim loại trong dung dịch điện phân lên bề mặt vật liệu nền, tạo lớp phủ kim loại bám chắc, tăng độ bền, chống ăn mòn, nâng cao tính thẩm mỹ.

+ Ứng dụng: Mạ đồng, mạ nickel, mạ vàng, mạ bạc, mạ crom, tạo lớp phủ kim loại lên linh kiện điện tử, trang sức.

- *Mạ điện phát triển không dòng điện (Electroless plating):*

+ Mạ kim loại không cần dòng điện nhờ phản ứng hóa học được xúc tác trên bề mặt.

+ Tạo lớp phủ đồng đều trên bề mặt phức tạp.

- *Tổng hợp vật liệu nano kim loại bằng phương pháp điện hóa*

+ Kỹ thuật điện phân hoặc lắng đọng điện hóa giúp tổng hợp các hạt nano kim loại như vàng, bạc, đồng trong dung dịch hoặc trên bề mặt.

+ Điều chỉnh kích thước, hình dạng hạt nano bằng điều chỉnh thông số điện hóa.

- *Anod hóa (Anodizing):*

+ Xử lý điện hóa bề mặt nhôm, titan bằng cách làm giàu oxit ở cực dương tạo màng oxit bảo vệ dày, bền.

+ Ứng dụng: Tạo lớp màng cứng, chống ăn mòn và trang trí bề mặt kim loại.

3.4.4. Quy trình tổng hợp vật liệu bằng phương pháp điện hóa

- *Chuẩn bị dung dịch điện phân:* chọn loại muối kim loại, điều chỉnh pH, thêm phụ gia.

- *Chuẩn bị điện cực:* làm sạch bề mặt điện cực nền để đạt độ bám tốt.

- *Thiết lập mạch điện:* chọn điện áp, dòng điện phù hợp.

- Thực hiện điện phân trong thời gian quy định.

- Rửa sạch, sấy, và xử lý nhiệt (nếu cần) để tăng tính ổn định vật liệu.

3.4.5. Ưu nhược điểm của phương pháp điện hóa

- *Ưu điểm:*

+ Kiểm soát được đặc tính vật liệu như độ dày, cấu trúc.

+ Công nghệ sạch, ít nhiệt.

+ Chi phí thấp, dễ áp dụng trong kỹ thuật công nghiệp.

- *Nhược điểm:*

+ Yêu cầu dung dịch điện phân có thành phần phức tạp.

+ Một số kim loại khó mạ điện.

+ Quá trình dễ bị ảnh hưởng bởi nhiễm bẩn hoặc parameter không ổn định.

- *Ví dụ minh họa:*

+ Tổng hợp màng bạc nano bằng điện phân: Điện phân dung dịch AgNO_3 với điện cực catot là bản nền carbon, dòng điện ổn định giúp tạo màng bạc nano mỏng, đồng đều, có khả năng kháng khuẩn cao.

+ Anod hóa nhôm để tạo màng oxit bảo vệ: Nhúng miếng nhôm vào dung dịch axit sulfuric làm anot, cấp dòng điện khiến lớp oxit nhôm dày lên, tăng độ bền cơ học và chống ăn mòn.

→ Phương pháp điện hóa là kỹ thuật tổng hợp vật liệu quan trọng trong ngành vật liệu nhờ vào khả năng điều khiển chính xác quá trình tạo màng, lớp phủ và vật liệu nano. Hiểu rõ nguyên lý và kiểm soát được các thông số điện hóa sẽ giúp tạo ra những vật liệu có tính chất vượt trội cho ứng dụng công nghiệp và nghiên cứu.

3.5. Một vài ví dụ về tổng hợp vật liệu bằng phương pháp hóa học

Như đã biết phương pháp hóa học là một trong các kỹ thuật quan trọng trong ngành kỹ thuật vật liệu, dựa trên các phản ứng và quá trình hóa học để tạo ra hoặc biến đổi vật liệu mới có tính chất mong muốn. So với các phương pháp vật lý, phương pháp hóa học cho phép kiểm soát tốt hơn cấu trúc vi mô, thành phần hóa học và tính năng của vật liệu. Các phương pháp phổ biến bao gồm:

Ví dụ 1: Tổng hợp vật liệu oxit nano bằng phương pháp sol-gel

- *Nguyên lý:* Phương pháp sol-gel dựa trên phản ứng thủy phân và ngưng tụ hợp chất tiền chất (precursor) dạng dung dịch, tạo thành mạng oxit (gel), sau đó sấy khô và nung để tạo vật liệu dạng rắn.

- *Quy trình:* Hòa tan alkoxide kim loại (ví dụ tetraethyl orthosilicate, TEOS cho SiO_2) vào dung môi hữu cơ.

+ Thêm nước và axit/bazo làm xúc tác, phản ứng thủy phân xảy ra, tạo sol.

+ Sol ngưng tụ dần thành gel.

+ Sấy khô và nung để hình thành vật liệu oxit nano SiO_2 có cấu trúc đồng nhất.

- *Ứng dụng:* Chế tạo màng lọc, vật liệu cách nhiệt, xúc tác nano.

Ví dụ 2: Chế tạo màng mỏng bằng phương pháp lắng đọng hơi hóa học (CVD)

- *Nguyên lý:* CVD là quá trình mà các tiền chất hóa học dạng hơi hoặc khí phản ứng trên bề mặt chất nền, tạo thành lớp màng mỏng bền vững.

- *Quy trình:* Đưa các hợp chất tiền chất vào lò phản ứng chứa chất nền.

+ Trong điều kiện nhiệt độ cao và tiểu khí quyển thích hợp, phản ứng phân hủy hoặc phản ứng hóa học xảy ra.

+ Vật liệu mong muốn được lắng đọng trên bề mặt chất nền dưới dạng màng mỏng.

+ Ứng dụng: Chế tạo màng CVD graphene trên nền đồng, dùng để làm điện cực trong linh kiện điện tử.

Ví dụ 3: Phương pháp điện hóa chế tạo lớp phủ kim loại siêu mịn

- *Nguyên lý:* Dòng điện đưa ion kim loại từ dung dịch điện phân lên bề mặt điện cực, tạo lớp phủ kim loại với cấu trúc mịn và đặc tính đặc biệt.

- *Quy trình:* Chuẩn bị dung dịch điện phân chứa ion kim loại (ví dụ CuSO_4).

+ Đặt vật liệu cần phủ làm cực âm trong dung dịch.

+ Khi có dòng điện chạy qua, ion kim loại bị khử và kết tủa trên bề mặt.

+ Điều chỉnh dòng điện để kiểm soát độ dày và tính chất lớp phủ.

- *Ứng dụng:* Chế tạo lớp phủ chống ăn mòn, tăng độ bền bề mặt.

→ Phương pháp hóa học đa dạng với các kỹ thuật khác nhau cho phép điều khiển chất lượng vật liệu ở cấp độ cấu trúc vi mô và nano. Việc lựa chọn phương pháp phù hợp tùy thuộc vào vật liệu đích, tính chất cần cải thiện và ứng dụng cuối cùng.

KẾT LUẬN

Báo cáo đã trình bày chi tiết nội dung "Chương 3. Các phương pháp hóa học" của học phần "Phương pháp tổng hợp và chế tạo vật liệu". Nội dung của chương này tập chung vào 4 vấn đề: Phương pháp Sol-gel; Phương pháp đồng kết tủa; Phương pháp kết tinh; Phương pháp điện hóa; Một vài ví dụ về tổng hợp vật liệu bằng phương pháp hóa học. Các nội dung trình bày trong chương này cung cấp cho sinh viên một số phương pháp hóa học chế tạo vật liệu, đây là cơ sở quan trọng giúp sinh viên hiểu sâu hơn khi học phần phương pháp tổng hợp vật liệu.