

XÂY DỰNG VÀ SỬ DỤNG HỆ THỐNG THÍ NGHIỆM HÓA HỌC NHẪM PHÁT TRIỂN TƯ DUY KHOA HỌC CHO HỌC SINH TRONG DẠY HỌC HÓA HỌC Ở TRƯỜNG TRUNG HỌC PHỔ THÔNG

TS. CAO THỊ THẶNG - Viện Khoa học Giáo dục Việt Nam

ThS. VŨ MINH TUẤN - Trường THPT chuyên Trần Phú, Hải Phòng

1. Đặt vấn đề

Tư duy khoa học là một phẩm chất cần thiết cho người lao động trong bất kì thời đại nào nhất là trong thế giới đầy biến động hiện nay. Tư duy khoa học được phát triển ngay khi học sinh (HS) đang học tập ở trường phổ thông nhất là ở Trung học phổ thông (THPT). Tư duy khoa học được phát triển cho HS thông qua các môn học khác nhau trong đó phải kể đến các môn khoa học tự nhiên, đặc biệt là môn Hóa học. Làm thế nào để phát triển tư duy khoa học hóa học là một vấn đề đã và luôn được đặt ra trong dạy học hóa học.

Thí nghiệm hóa học có một vai trò quan trọng trong dạy học tích cực bộ môn Hóa học và đặc biệt trong việc phát triển tư duy khoa học cho HS. Theo chúng tôi, khác với cách dạy áp đặt, thông báo cho HS về tính chất hóa học đã biết và dùng các thí nghiệm để minh họa, cách dạy học tích cực giúp phát triển tư duy khoa học khi nghiên cứu tính chất hóa học của các đơn chất, hợp chất vô cơ và hữu cơ theo một quy trình 5 bước là: *Bước 1: Giáo viên (GV) nêu vấn đề cần tìm hiểu; Bước 2: GV yêu cầu HS dự đoán nêu giả thuyết về tính chất của chất, loại chất cần tìm hiểu; Bước 3: GV yêu cầu HS kiểm tra dự đoán bằng thí nghiệm; Bước 4: HS tiến hành thí nghiệm, ghi kết quả thí nghiệm; Bước 5: HS rút ra kết luận về tính chất hóa học từ kết quả thí nghiệm.*

Quá trình sử dụng thí nghiệm dạy học theo 5 bước trên giúp HS phát triển tư duy khoa học: nảy sinh vấn đề cần tìm hiểu, dự đoán được tính chất hóa học của chất cần căn cứ vào tính chất chung của loại chất, cấu tạo phân tử của chất, hóa trị/số oxi hóa của chất... HS được phát triển một số kĩ năng tư duy khoa học như phát hiện vấn đề, nêu dự đoán/giả thuyết kiểm tra dự đoán bằng thực nghiệm (phân tích, tổng hợp, liên tưởng, cụ thể hóa, khái quát hóa, quan sát, mô tả, giải thích), rút ra kết luận về tính chất hóa học của một loại chất hay một chất cụ thể, một quy luật...

Ngoài các thí nghiệm hóa học đã được nêu trong sách giáo khoa, sách GV, sách hướng dẫn sử dụng thiết bị, thí nghiệm hóa học, một số loại thí nghiệm hóa học cần được xây dựng và sử dụng hợp lí trong quá trình dạy học tích cực môn Hóa học. Căn cứ vào cách sử dụng thí nghiệm hóa học trong dạy học tích cực, chúng tôi đề xuất cách phân loại như sau:

- **Thí nghiệm nghiên cứu:** Các thí nghiệm hóa học do GV hoặc nhóm HS thực hiện nhằm rút ra tính chất hóa học mới của chất hoặc tìm tòi ra một vấn đề mới liên quan đến hóa học nói chung;

- **Thí nghiệm kiểm chứng:** Các thí nghiệm hóa học được GV hoặc nhóm HS sử dụng để kiểm chứng cho một giả thuyết hoặc một dự đoán có thể xảy ra như: tính chất của chất, phương pháp điều chế một chất, một quy trình

xử lí chất thải...;

- **Thí nghiệm so sánh đối chiếu:** Cặp thí nghiệm hóa học được GV hoặc nhóm HS sử dụng nhằm so sánh, đối chiếu cho thấy rõ tác dụng của các chất cụ thể với cùng một loại chất để có thể có khái quát hóa đầy đủ về một vấn đề nghiên cứu;

- **Thí nghiệm nêu vấn đề:** Thông qua tiến hành một thí nghiệm cụ thể, GV hoặc HS làm nảy sinh vấn đề cần nghiên cứu;

- **Thí nghiệm giải quyết vấn đề:** Khi có tình huống vấn đề xuất hiện, có thể sử dụng thí nghiệm để giải quyết vấn đề theo các dự đoán/giả thuyết khoa học để xuất khác nhau.

Các loại thí nghiệm trên có sự khác biệt rõ rệt khi sử dụng để phát triển tư duy khoa học cho HS so với loại thí nghiệm chỉ nhằm mục đích minh họa cho điều đã được khẳng định.

Để sử dụng các thí nghiệm đó cần phải biết xây dựng các thí nghiệm theo mục đích dạy học hóa học phù hợp với mỗi nội dung cụ thể. Sau đây là một số ví dụ về xây dựng và sử dụng thí nghiệm để phát triển tư duy khoa học cho HS trong quá trình dạy học tích cực bộ môn Hóa học.

2. Xây dựng và sử dụng thí nghiệm kiểm chứng và rút ra kết luận về tính chất hóa học

Trong nhiều trường hợp để phát triển tư duy khoa học, GV cần tạo điều kiện để HS có thể tiến hành một số thí nghiệm để kiểm tra dự đoán của mình theo quy trình: Dự đoán → Kiểm tra bằng thí nghiệm hóa học → Kết luận về tính chất của chất.

Ví dụ: Khi nghiên cứu tính chất hóa học của oxi có thể thực hiện theo quy trình sau:

- HS dự đoán tính chất hóa học của oxi: Oxi có độ âm điện lớp chỉ sau flo, nguyên tử oxi có cấu hình electron là $1s^2 2s^2 2p^4$, có 6e ở lớp ngoài cùng nên dễ dàng nhận thêm 2e để trở thành cấu hình bát tử bền vững. Do đó, oxi có thể là chất oxi hóa mạnh và thể hiện tính phi kim có thể là mạnh. Phân tử oxi có liên kết đôi tương đối bền vững, do đó oxi chỉ thể hiện tính chất này ở điều kiện nhất định.

Tuy nhiên, trong khoa học mọi dự đoán vẫn là dự đoán, chúng ta cần kiểm tra dự đoán này.

- HS kiểm tra dự đoán bằng thí nghiệm kiểm chứng: Để kiểm tra tính oxi hóa mạnh ở nhiệt độ cao, cần thiết cho HS nghiên cứu thí nghiệm ở nhiệt độ thường và sau đó mới cung cấp nhiệt độ cho phản ứng. Vậy cần phải có những thí nghiệm nào? GV có thể xây dựng các thí nghiệm sau:

Cho oxi phản ứng với kim loại mạnh, trung bình, yếu: nhôm, sắt, đồng... Oxi phản ứng với phi kim có độ hoạt động khác nhau: S, C, P... Oxi phản ứng với một số



hợp chất: ancol etylic, xenlulozo..

Để kiểm chứng tính phi kim mạnh của oxi, cần kiểm tra mức độ phản ứng của oxi với kim loại và với hiđro. Do đó, ngoài các thí nghiệm trên, cần xây dựng thêm thí nghiệm oxi phản ứng với hiđro, phản ứng ở điều kiện thường và ở nhiệt độ cao. Những thí nghiệm này thực hiện ở nhiệt độ thường trước, sau đó đốt nóng hoặc châm lửa để HS thấy rõ điều kiện để phản ứng thực hiện được: cần cung cấp một nhiệt độ nhất định thì phản ứng mới xảy ra.

HS viết phương trình hóa học (PTHH) của các phản ứng oxi hóa khử trên để thấy rằng trong các phản ứng: Nguyên tử oxi luôn nhận 2e và số oxi hóa của oxi trong các hợp chất đều là -2.

Từ các thí nghiệm và các PTHH phản ứng oxi hóa - khử, kết hợp thí nghiệm kiểm chứng và cả những thí dụ mà HS đã biết từ lớp 8, lớp 9 và đầu lớp 10, HS rút ra được kết luận như sau: Oxi oxi hóa được rất nhiều đơn chất và hợp chất, oxi oxi hóa được hầu hết các kim loại và hiđro ở nhiệt độ cao. Oxi có tính oxi hóa mạnh và là phi kim hoạt động mạnh ở nhiệt độ cao.

Như vậy, HS hoàn toàn có thể độc lập nghiên cứu tính chất hóa học của oxi theo quy trình khoa học và giúp phát triển tư duy khoa học ở lớp 10.

3. Xây dựng và sử dụng thí nghiệm giúp HS so sánh, đối chiếu rút ra tính chất hóa học của chất theo quy trình khoa học

Có rất nhiều tính chất chung của các loại chất đơn chất, hợp chất cần được hình thành để HS có một khái quát chung về tính chất của chúng. Tuy nhiên, trong mỗi loại đơn chất và hợp chất đó không phải mọi chất cụ thể đều có tính chất giống nhau hoàn toàn mà giữa chúng cũng có tính chất riêng khác nhau do cấu tạo nguyên tử, cấu tạo phân tử, thành phần nguyên tố khác nhau.

Do đó, để hình thành khái niệm tính chất của chất cần sử dụng thí nghiệm đối chứng để HS có thể thấy được sự khác biệt đó.

Ví dụ: Để nghiên cứu tính chất của HNO₃ đặc ta cần xây dựng các cặp thí nghiệm đối chứng: HNO₃ đặc tác dụng với Cu, HNO₃ đặc phản ứng với Al (Fe) ở nhiệt độ thường và khi đun nóng. Qua thí nghiệm, HS rút ra kết luận rằng: HNO₃ đặc, nguội oxi hóa được nhiều kim loại trừ Al, Fe, Cr, HNO₃ đặc nóng oxi hóa được hầu hết các kim loại.

Để nghiên cứu phản ứng của kim loại với muối cũng cần xây dựng các cặp thí nghiệm đối chứng để HS rút ra điều kiện của phản ứng một cách có cơ sở khoa học. Thí dụ cặp thí nghiệm đối chứng: Cu tác dụng với dung dịch AgNO₃ và Cu tác dụng với dung dịch ZnCl₂... Từ kết quả thí nghiệm, HS có thể xác định sản phẩm và viết PTHH phản ứng oxi hóa - khử, rút ra kết luận rằng: Kim loại có thể điện cực chuẩn nhỏ hơn có thể khử được ion kim loại có thể điện cực chuẩn cao hơn trong dung dịch muối.

Để thấy rõ vai trò tác nhân oxi hóa và mức độ oxi hóa của axit H₂SO₄ loãng và H₂SO₄ đặc, chúng ta xây dựng và sử dụng cặp thí nghiệm đối chứng: Cho axit H₂SO₄ loãng và H₂SO₄ đặc đều phản ứng với sắt ở nhiệt độ thường và đun nóng. Từ hiện tượng thí nghiệm và các phương trình phản ứng oxi hóa khử, HS rút ra kết luận: Tính oxi hóa của H₂SO₄ loãng do chủ yếu ion H⁺ quyết định, tính oxi hóa

mạnh của H₂SO₄ đặc (nóng) do chủ yếu S có số oxi hóa +6 trong ion SO₄²⁻ quyết định (thực ra là cả phân tử H₂SO₄ quyết định). H₂SO₄ đặc có tính oxi hóa mạnh nên đã oxi hóa Fe thành ion Fe³⁺ (dung dịch Fe₂SO₄)₃ có màu vàng nâu, còn ion H⁺ trong dung dịch H₂SO₄ loãng có tính oxi hóa yếu hơn nên đã oxi hóa Fe thành ion Fe²⁺ (dung dịch FeSO₄ có không màu (hoặc lục nhạt nếu nồng độ cao).

4. Xây dựng và sử dụng thí nghiệm để giải quyết vấn đề nhằm phát triển tư duy khoa học cho HS

Giải quyết vấn đề trong dạy học hóa học giúp phát triển năng lực sáng tạo, tích cực, năng lực làm việc hợp tác cho HS và góp phần quan trọng phát triển tư duy khoa học cho HS. Trong dạy học hóa học ở THPT cũng có nhiều cơ hội có thể sử dụng thí nghiệm theo hướng này.

Ví dụ: Vấn đề đặt ra khi thực hiện phản ứng đốt cháy chất hữu cơ: Đốt cháy khí metan, đường gluco, đốt cháy bông, đốt cháy ancol etylic... liệu có tạo ra sản phẩm giống nhau không? Để giải quyết vấn đề này cần nêu ra các giả thuyết/dự đoán sau:

Dự đoán 1: Sản phẩm cháy của chúng đều giống nhau: tạo thành khí cacbonic và nước;

Dự đoán 2: Sản phẩm cháy của chúng có thể giống nhau, nhưng có thể còn có sản phẩm khác. Cần xây dựng thí nghiệm giải quyết vấn đề trên: Thực hiện phản ứng đốt cháy và kiểm chứng sản phẩm phản ứng.

- Thí nghiệm 1: Đốt cháy từng chất bằng cách châm lửa hoặc đốt nóng.

- Thí nghiệm 2: Kiểm chứng sản phẩm phản ứng: xác định có hơi nước bám vào thành ống nghiệm hoặc làm mờ tấm kính hay không?

Xác định khí CO₂ bằng cách dẫn khí tạo thành sục vào bình đựng nước vôi trong.

Ngoài ra, có thể quan sát thêm: có màu đen xuất hiện ở thành ống nghiệm hoặc ở bề mặt tấm kính (đặt trên ngọn lửa). HS cần tiến hành thí nghiệm, quan sát, mô tả hiện tượng, giải thích và rút ra kết luận: Giả thuyết 1 hay giả thuyết 2 là đúng?

Thực tế cho thấy, giả thuyết 2 có thể đúng vì sản phẩm còn có than (cacbon). Như vậy, cần sử dụng thí nghiệm trên thì mới giải quyết được vấn đề đặt ra.

Chúng tôi đã đề xuất quy trình xây dựng và sử dụng thí nghiệm theo hướng phát triển tư duy khoa học, cần thực hiện theo quy trình sau:

Bước 1: GV nghiên cứu mục tiêu bài học theo chuẩn kiến thức kĩ năng của chương, bài cụ thể hoặc phân tích các vấn đề cần giải quyết;

Bước 2: GV dự kiến các dự đoán hoặc giả thuyết khác nhau;

Bước 3: GV thiết kế/xây dựng các thí nghiệm kiểm chứng, thí nghiệm đối chứng, thí nghiệm giải quyết vấn đề nhằm giúp HS kiểm tra giả thuyết/ dự đoán đúng, tạo điều kiện HS tìm tòi xây dựng kiến thức mới và phát triển tư duy khoa học cho HS;

Bước 4: GV sử dụng các thí nghiệm trên theo hướng tổ chức để HS được làm việc độc, sáng tạo nhằm phát triển tư duy khoa học theo từng bài chương phần cụ thể cho phù hợp.

Bảng sau đây (Xem bảng ở trang 61) như là một gợi ý giúp GV thiết kế thí nghiệm hóa học phù hợp để phát triển tư duy khoa học:

(Xem tiếp trang 61)