

## Organizing activities to learn difficult problems about crystal lattice structure for excellent students in chemistry subject in high schools

Cao Cu Giac

Email: giacc@vinhuni.edu.vn  
DOI: <https://doi.org/10.15625/2615-8957/12411008>

Vinh University  
182 Le Duan street, Vinh city,  
Nghe An province, Vietnam

Received: 22/7/2024  
Revised: 18/8/2024  
Accepted: 15/10/2024  
Published: 25/10/2024

**Abstract:** The crystal lattice structure is one of the most difficult and complex topics in Chemistry, an intersection between physics and chemistry knowledge. When instructing excellent students to learn about this problem, it is essential to have specific activities associated with the requirements of solving advanced exercises. The article introduced the concept of “difficult problems” in learning and developing suitable activities for students who are good at Chemistry subject in terms of crystal lattice structure. Based on the survey results of teachers participating in training and excellent students in Chemistry subject in high schools, the article develops activities to foster excellent students on this topic.

**Keywords:** *Difficult problems, students good at Chemistry, crystal lattice structure, crystal lattice types, tightness.*

## Tổ chức hoạt động cho học sinh giỏi môn Hóa học ở trường trung học phổ thông tìm hiểu một số vấn đề khó về cấu trúc mạng tinh thể

Cao Cự Giác

Email: giacc@vinhuni.edu.vn  
DOI: <https://doi.org/10.15625/2615-8957/12411008>

Trường Đại học Vinh  
182 Lê Duẩn, thành phố Vinh,  
tỉnh Nghệ An, Việt Nam

Nhận bài: 22/7/2024  
Chỉnh sửa xong: 18/8/2024  
Chấp nhận đăng: 15/10/2024  
Xuất bản: 25/10/2024

**Tóm tắt:** Cấu trúc mạng tinh thể là một trong những chủ đề khó và phức tạp của Hóa học, giao thoa giữa kiến thức Vật lý và Hóa học. Khi hướng dẫn cho học sinh giỏi tìm hiểu về vấn đề này cần có những hoạt động cụ thể gắn với yêu cầu giải quyết các bài tập nâng cao. Bài báo đã đưa ra khái niệm “Vấn đề khó” trong học tập và thiết kế các hoạt động phù hợp cho đối tượng học sinh giỏi Hóa học khi tìm hiểu về chủ đề cấu trúc mạng tinh thể. Sử dụng phương pháp khảo sát cho đối tượng là giáo viên tham gia bồi dưỡng và học sinh giỏi môn Hóa học ở các trường trung học phổ thông, từ đó phân tích các số liệu thu được để làm cơ sở hình thành các hoạt động bồi dưỡng học sinh giỏi về chủ đề này.

**Từ khóa:** *Vấn đề khó, học sinh giỏi hoá học, cấu trúc mạng tinh thể, các dạng mạng tinh thể, độ chặt khít.*

### 1. Đặt vấn đề

Học sinh giỏi Hóa học là những học sinh có nền tảng kiến thức hoá học sâu rộng, có kỹ năng vận dụng tốt kiến thức vào việc giải các bài tập Hóa học nâng cao, có kỹ năng thực hành thí nghiệm, có năng lực tự học cao để tự suy luận hiểu được những kiến thức vượt quá chương trình và luôn khát khao khám phá những điều mới lạ của nền tảng Hóa học hiện đại [1]. Học sinh giỏi Hóa học thường hay tìm hiểu những vấn đề khó vượt quá chương trình trung học phổ thông. Để định hướng tốt và hướng dẫn các em tìm hiểu những nội dung khó thường gặp trong các đề thi học sinh giỏi quốc gia một cách hiệu quả, giáo viên cần có phương pháp giới thiệu các nguồn học liệu chọn lọc, phân tích những điểm khó vượt quá tầm suy nghĩ và tư duy của các em để các em có khả

năng tiếp cận vấn đề và áp dụng chúng một cách hiệu quả nhất.

### 2. Nội dung nghiên cứu

#### 2.1. Khái niệm về “Vấn đề khó” trong học tập

Học tập là một loại hình lao động trí tuệ trong đó nguyên liệu sản xuất là kiến thức và tri thức khoa học, công cụ lao động là phương pháp học tập và sản phẩm lao động là năng lực và phẩm chất hình thành sau quá trình học tập. Con người sinh ra cần phải học tập để hình thành và phát triển năng lực và phẩm chất phục vụ cuộc sống. Trong quá trình học tập, những “Vấn đề khó” sẽ xuất hiện khi mà tri thức tiếp nhận của người học vượt quá khả năng nhận thức của bản thân ở thời điểm hiện tại [2]. Khi đó, để tri thức biến thành năng lực, đòi hỏi người

học phải có phương pháp học tập vượt trội so với bình thường, đó là tư duy của một học sinh giỏi. Vậy “Vấn đề khó” trong học tập là vấn đề mà người học chưa thể hiểu ngay được do rào cản về nhận thức, cần có sự hỗ trợ về phương pháp dạy học của giáo viên để học sinh có phương pháp học tập đủ mạnh nhằm phá vỡ rào cản đó và từng bước chiếm lĩnh tri thức khoa học [3].

**2.2. Khảo sát thực trạng bồi dưỡng học sinh giỏi Hoá học chuyên đề cấu trúc mạng tinh thể**

Để có những đề xuất về hướng dẫn học sinh giỏi Hóa học tìm hiểu một số vấn đề khó trong quá trình bồi dưỡng học sinh giỏi Hóa học, chúng tôi đã tiến hành khảo sát 50 giáo viên và 50 học sinh học sinh giỏi Hóa học trên địa bàn Thành phố Hồ Chí Minh và tỉnh Nghệ An trong năm học 2023 - 2024 như sau:

*a. Mục tiêu khảo sát*

Tìm hiểu thực trạng giáo viên và học sinh sử dụng sách giáo khoa, tài liệu tham khảo, thiết kế học liệu và tổ chức hoạt động trong quá trình bồi dưỡng học sinh giỏi Hóa học về nội dung cấu trúc mạng tinh thể để từ đó có biện pháp bồi dưỡng học sinh giỏi hiệu quả.

*b. Đối tượng khảo sát*

Đa số giáo viên được chúng tôi khảo sát đều có thâm niên công tác dạy học từ 5 năm trở lên và đã có ít nhất 01 năm tham gia bồi dưỡng học sinh giỏi môn Hóa học cấp tỉnh/thành phố hoặc kì thi học sinh giỏi quốc gia (chiếm 50%). Đó là những giáo viên có kinh nghiệm giảng dạy, có lòng đam mê với nghề, đặc biệt trong công tác bồi dưỡng học sinh giỏi. Hầu hết các giáo viên đã được nâng cao trình độ chuyên môn thông qua học cao học chuyên ngành Lí luận và Phương pháp dạy học bộ môn Hóa học và có kĩ năng giảng dạy trong công tác bồi dưỡng học sinh giỏi môn Hóa học ở trường trung học phổ thông.

*c. Nội dung khảo sát*

Khảo sát việc sử dụng tài liệu học tập và phân bố thời gian trong dạy học chuyên đề cấu trúc mạng tinh thể và ý kiến giáo viên về thực trạng dạy học chuyên đề cấu trúc mạng tinh thể trong bồi dưỡng học sinh giỏi Hóa học ở trường trung học phổ thông. Tìm hiểu thực trạng về việc học sinh tham gia các hoạt động bồi dưỡng chuyên đề cấu trúc mạng tinh thể.

Từ Bảng 1 cho thấy một số vấn đề sau đây: Hầu như sách giáo khoa và sách chuyên đề học tập chưa

**Bảng 1:** Khảo sát về việc thiết kế và sử dụng tài liệu trong bồi dưỡng học sinh giỏi về nội dung cấu trúc mạng tinh thể

Nội dung	Ý kiến của giáo viên							
	Không cần thiết		Ít cần thiết		Cần thiết		Rất cần thiết	
1. Sử dụng sách giáo khoa Hóa học 10.	0	0%	15	30%	20	40%	15	30%
2. Sử dụng sách giáo khoa Chuyên đề học tập Hóa học 10.	0	0%	15	30%	27	54%	8	16%
3. Sử dụng giáo trình, tài liệu bồi dưỡng học sinh giỏi Hóa học trung học phổ thông.	0	0%	10	20%	15	30%	25	50%
4. Sử dụng sách giáo khoa chuyên Hóa học (theo chương trình giáo dục phổ thông 2006).	10	20%	8	16%	12	24%	20	40%
5. Thiết kế tài liệu tự học, phát trước cho học sinh trước khi học bài mới trên lớp.	0	0%	5	10%	25	50%	20	40%
6. Kiểm tra bằng câu hỏi trắc nghiệm lí thuyết trước khi học bài cấu trúc mạng tinh thể.	20	40%	15	30%	8	16%	7	14%
7. Biên soạn chuyên đề chung về cấu trúc tinh thể trong bồi dưỡng học sinh giỏi Hóa học trung học phổ thông.	5	10%	10	20%	19	38%	16	32%
8. Sử dụng tài liệu trên mạng Internet.	20	40%	15	30%	8	16%	7	14%
9. Biên soạn bài tập phù hợp cho trình độ học sinh giỏi Hóa học.	4	8%	10	20%	16	32%	20	40%
10. Hướng dẫn giải các đề thi học sinh giỏi Hóa học liên quan đến nội dung cấu trúc tinh thể.	2	4%	8	16%	12	24%	28	56%

đủ kiến thức để phục vụ giảng dạy và bồi dưỡng học sinh giỏi Hóa học về chuyên đề cấu trúc mạng tinh thể do Chương trình Giáo dục phổ thông không đi sâu vào nội dung này nên ít được giáo viên sử dụng tài liệu sách giáo khoa để bồi dưỡng học sinh giỏi Hóa học về cấu trúc mạng tinh thể (Nội dung 1 và 2); Việc sử dụng sách giáo khoa chuyên Hóa học hay thiết kế tài liệu tự học phát trước cho học sinh hoặc biên soạn bài tập phù hợp với trình độ học sinh giỏi Hóa học được nhiều giáo viên cho là rất cần thiết (Nội dung 3 và 4); Đa số giáo viên muốn có một bộ tài liệu chuyên biệt về chuyên đề cấu trúc mạng tinh thể để phục vụ công tác giảng dạy hiệu quả (Nội dung 5). Tham khảo các nguồn tài liệu có sẵn, sau đó biên soạn lại thành tài liệu cho giảng dạy cho mình; Tổng hợp các đề thi học sinh giỏi, các đề thi Olympic Hóa học, các đề thi học sinh giỏi quốc gia,... liên quan chuyên đề cấu trúc mạng tinh thể

được cho là rất cần thiết đối với nhiều giáo viên khi tham gia khảo sát (Nội dung 7 và 10).

Bảng 2 cho thấy một số thực trạng về việc dạy Hóa học cấu trúc mạng tinh thể ở trường trung học phổ thông hiện nay.

Khảo sát câu hỏi 5 cho thấy, đây là nội dung mới, khó và lạ đối với học sinh trung học phổ thông. Rất khó để giáo viên giảng dạy dựa vào kiến thức sách giáo khoa, buộc giáo viên phải nghiên cứu và tìm kiếm tài liệu để truyền tải hết nội dung liên quan đến cấu trúc mạng tinh thể.

Khảo sát câu hỏi 8 cho thấy: Nội dung cấu trúc mạng tinh thể là khó, giáo viên là người chủ động truyền tải thông tin cho học sinh, học sinh bị động trong việc học và tìm kiếm tài liệu dẫn đến quá sức với học sinh khi học, đòi hỏi giáo viên phải liên tục thay đổi phương pháp để kích thích việc học của học

**Bảng 2:** Khảo sát ý kiến giáo viên về hình thức dạy học chuyên đề cấu trúc mạng tinh thể trong bồi dưỡng học sinh giỏi Hóa học ở trường trung học phổ thông

(Các phương án lựa chọn: A: Không bao giờ, B: Ít khi, C: thỉnh thoảng, D: Thường xuyên)

STT	Câu hỏi	Phương án lựa chọn			
		A	B	C	D
1	Thầy (Cô) có tham khảo hay nghiên cứu nội dung cấu trúc mạng tinh thể khi dạy trên lớp ở mức độ nào?	05	10	15	20
2	Thầy (Cô) tổ chức cho học sinh thuyết trình để tiếp thu kiến thức mới ở mức độ nào?	25	10	05	10
3	Thầy (Cô) sử dụng hình thức hoạt động nhóm hay thảo luận nhóm khi dạy trên lớp ở mức độ nào?	20	20	05	05
4	Trong các tiết dạy bồi dưỡng trên lớp, thầy (cô) hướng dẫn học sinh làm bài tập về cấu trúc mạng tinh thể ở mức độ nào?	16	04	19	25
5	Thầy (Cô) gặp khó khăn trong dạy bồi dưỡng học sinh giỏi Hóa học về chuyên đề cấu trúc mạng tinh thể với tần suất như thế nào?	10	10	11	19
6	Thầy (Cô) sử dụng bài tập Hóa học cấu trúc mạng tinh thể từ tài liệu là giáo trình, sách tham khảo khác với tần suất như thế nào?	05	13	12	25
7	Thầy (Cô) dành thời gian tổ chức các hoạt động khi hướng dẫn học sinh học tập về chuyên đề cấu trúc mạng tinh thể như thế nào?	08	17	20	5
8	Thầy (Cô) biên soạn tài liệu chuyên đề về cấu trúc mạng tinh thể để phục vụ giảng dạy, học tập và nghiên cứu cho học sinh hay không?	20	0	06	24
9	Thầy (Cô) dành thời gian tổ chức kiểm tra, đánh giá mức độ học tập chuyên đề cấu trúc mạng tinh thể như thế nào?	22	0	0	23
10	Trong các tiết học bồi dưỡng học sinh giỏi Hoá học của thầy (cô), thái độ của học sinh tiếp cận kiến thức cấu trúc mạng tinh thể có thường chủ động không?	10	08	09	23
11	Thầy (Cô) có thường tham khảo các dạng bài tập liên quan cấu trúc mạng tinh thể trong đề thi học sinh giỏi Hoá học quốc gia hằng năm không?	19	15	10	06

sinh. Trong số đó, nhiều giáo viên đã thường xuyên thiết kế các hoạt động phù hợp cho quá trình bồi dưỡng học sinh giỏi Hóa học.

Kết quả khảo sát câu hỏi 11 cho thấy: Đề ra phần cấu trúc mạng tinh thể trong các kì thi thường khó, mới và lạ đối với học sinh và không đảm bảo tính liên tục trong các lần thi. Điều đó dẫn đến việc dạy không tập trung nhiều về cấu trúc mạng tinh thể, giáo viên không thường xuyên tìm kiếm nguồn tài liệu về chuyên đề cấu trúc mạng tinh thể.

Kết quả khảo sát câu hỏi 8 và 10 cho thấy: Giáo viên rất hào hứng trong việc dạy khi có tài liệu chuyên biệt về cấu trúc mạng tinh thể, từ đó thúc đẩy đam mê nghiên cứu và tìm kiếm tài liệu từ các nguồn để việc bồi dưỡng học sinh giỏi đạt hiệu quả.

Khảo sát câu hỏi 9 cho thấy: Việc tổ chức kiểm tra thường xuyên, nhằm kiểm tra đánh giá khả năng tiếp thu và trình độ các em là cần thiết giúp sàng lọc đội tuyển cũng như điều chỉnh quá trình bồi dưỡng của giáo viên.

Căn cứ số liệu điều tra ở Bảng 3, chúng tôi tiến hành khảo sát một số học sinh giỏi tại 3 trường trung học phổ thông của tỉnh Nghệ An, kết quả cho thấy như sau:

Cấu trúc mạng tinh thể là nội dung mới lạ, kiến thức trừu tượng học sinh không thể tự đọc và tự nghiên cứu khi không có tài liệu chuyên biệt hoặc dưới sự hướng dẫn của giáo viên. Qua đó, học sinh

cần nguồn tài liệu hệ thống về lí thuyết một cách tổng quan và bài tập vận dụng để làm rõ vấn đề mới mà học sinh đang tiếp cận (Hoạt động 4, 5, 6 và Hoạt động 7).

Đa số học sinh cần luyện tập để thực hành giải bài tập cấu trúc mạng tinh thể và xem lại tài liệu do giáo viên biên soạn để phục vụ nhu cầu tìm hiểu kiến thức của chuyên đề (Hoạt động 3 và Hoạt động 4).

Học sinh thường trao đổi với thầy cô và bạn bè về nội dung bài học. Từ đó đánh giá cao khả năng tự giác và chủ động và tham gia tích cực các hoạt động do giáo viên tổ chức (Hoạt động 10 và Hoạt động 12).

Việc học sinh tự tra cứu và tự làm lại các đề thi học sinh giỏi là rất ít, đó kiến thức vượt khả năng của học sinh, đồng thời việc không thường xuyên lặp lại nội dung này trong đề thi nên các em cũng ít quan tâm (Hoạt động 14 và Hoạt động 15).

### 2.3. Hướng dẫn học sinh giỏi tìm hiểu về cấu trúc mạng tinh thể

Lí thuyết về cấu trúc mạng tinh thể tương đối khó đối với học sinh kể cả học sinh giỏi vì tính chất trừu tượng, đa dạng và phức tạp trong thực tế [4], [5]. Chúng tôi sẽ phân tích một số vấn đề khó về cấu trúc mạng tinh thể trong bồi dưỡng học sinh giỏi Hóa học, đòi hỏi học sinh phải biết suy luận từ những lí thuyết nền tảng nâng cao. Dựa trên những kết quả điều tra ở trên (Bảng 1, 2 và Bảng 3), để học sinh dễ

**Bảng 3:** Khảo sát về việc tham gia các hoạt động của học sinh liên quan đến nội dung chuyên đề cấu trúc mạng tinh thể trong bồi dưỡng học sinh giỏi Hóa học ở trường trung học phổ thông

STT	Hoạt động của học sinh	Phương án lựa chọn			
		Không cần thiết	Ít cần thiết	Cần thiết	Rất cần thiết
1	Đọc trước sách giáo khoa để tìm hiểu nội dung cấu trúc mạng tinh thể.	04	17	17	12
2	Học lí thuyết trước khi làm bài tập cấu trúc mạng tinh thể.	0	3	24	23
3	Làm bài tập Hóa học để củng cố, nắm vững lí thuyết.	0	0	0	50
4	Làm bài tập trong tài liệu giáo viên phát.	0	09	19	22
5	Làm bài tập trong giáo trình liên quan nội dung chuyên đề cấu trúc mạng tinh thể.	06	23	10	11
6	Tự làm thêm các bài tập cấu trúc mạng tinh thể ngoài yêu cầu của giáo viên để mở rộng kiến thức.	05	18	15	12
7	Tự học, nghiên cứu và sử dụng các phương pháp giải nhanh bài tập về cấu trúc mạng tinh thể.	12	15	13	10

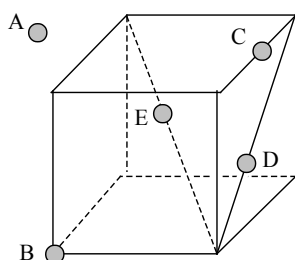
STT	Hoạt động của học sinh	Phương án lựa chọn			
		Không cần thiết	Ít cần thiết	Cần thiết	Rất cần thiết
8	Tự kiểm tra mức độ hiểu biết về nội dung cấu trúc mạng tinh thể và xác định xem mình cần học gì.	04	06	13	27
9	Tự xác định được những nội dung còn chưa hiểu về cấu trúc mạng tinh thể và tìm cách giải đáp những nội dung này.	00	06	10	34
10	Tập trung nghe giảng, phát biểu ý kiến và nêu thắc mắc và nhờ thầy (cô) giải đáp những nội dung khó về cấu trúc mạng tinh thể.	05	08	18	19
11	Lắng nghe câu trả lời của bạn học trong lớp để sửa chữa và bổ sung về kiến thức cấu trúc mạng tinh thể.	01	10	16	23
12	Trao đổi với thầy (cô) và các bạn trong lớp về kiến thức và bài tập cấu trúc mạng tinh thể mà em chưa hiểu, chưa làm được.	00	05	15	30
13	Làm lại bài tập mà thầy (cô) đã hướng dẫn trên lớp.	10	22	10	08
14	Tự làm lại và nghiên cứu đề thi học sinh giỏi hoá học trung học phổ thông của các tỉnh/thành liên quan đến cấu trúc mạng tinh thể.	11	26	09	04
15	Tự làm lại và nghiên cứu đề thi học sinh giỏi Hóa học quốc gia qua các năm.	12	30	06	02

dàng tiếp cận được lí thuyết cơ bản về cấu trúc mạng tinh thể, chúng tôi gợi ý giáo viên hướng dẫn học sinh thực hiện một số hoạt động sau:

*Hoạt động 1: Xác định số đơn vị cấu trúc mạng tinh thể*

Giả sử mỗi quả cầu A, B, C, D, E là một đơn vị cấu trúc tạo thành ô mạng (xem Hình 1), khi đó:

- Quả cầu A không thuộc ô mạng → đóng góp 0 phần cho ô mạng.
- Quả cầu B ở đỉnh → đóng góp 1/8 cho ô mạng.
- Quả cầu C ở cạnh → đóng góp 1/4 cho ô mạng.
- Quả cầu D ở mặt → đóng góp 1/2 cho ô mạng.
- Quả cầu E nằm trong ô mạng → đóng góp 1.



**Hình 1:** Sự đóng góp của các đơn vị cấu trúc

*Hoạt động 2: Tìm hiểu độ chặt khí của mạng tinh thể*

Nếu xếp cẩn thận từng quả táo vào giỏ bạn có thể



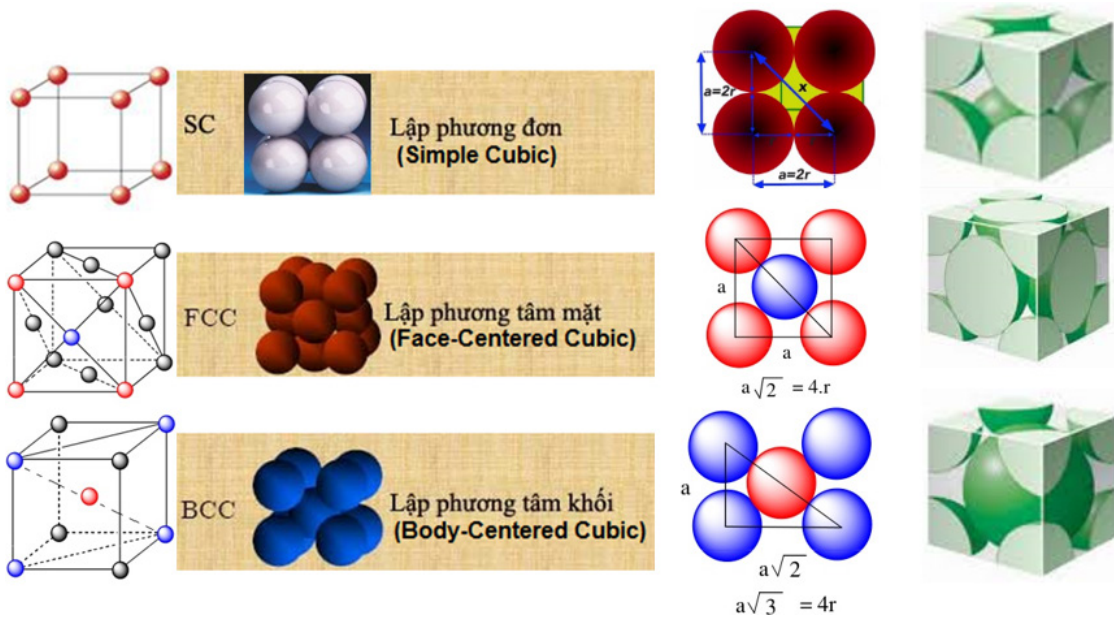
**Hình 2:** Sắp xếp các quả táo vào giỏ

lấp đầy 74% thể tích giỏ (xem Hình 2). Trong khoa học vật liệu chúng sẽ tương đương với cấu trúc lục giác xếp chặt (HCP) hoặc lập phương tâm mặt (FCC). Chúng ta định nghĩa một hệ số gọi là hệ số đóng gói nguyên tử APF (Atomic Packing Factor) hay là độ chặt khí PD (Packing Density).

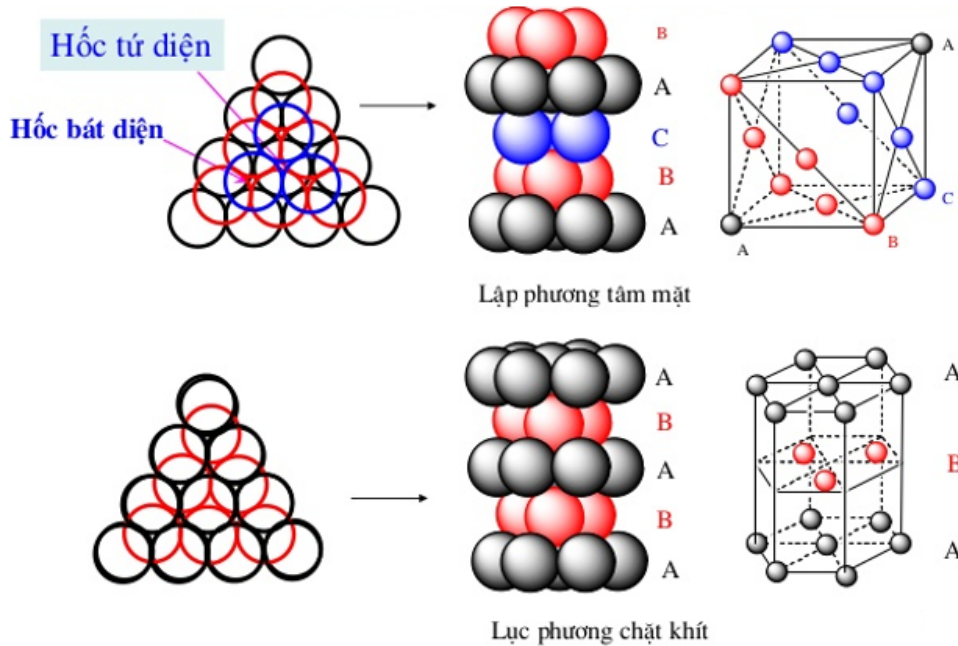
$$APF (PD) = \frac{\text{Thể tích của nguyên tử trong ô đơn vị}}{\text{Thể tích ô đơn vị}}$$

*Hoạt động 3: Phân biệt 3 kiểu mạng tinh thể cơ bản*

Một số kiểu mạng tinh thể cơ bản: (1) Lập phương đơn (SC), (2) Lập phương tâm mặt (FCC) và (3) Lập phương tâm khối (BCC) (xem Hình 3).



Hình 3: Cấu trúc một số mạng tinh thể cơ bản



Hình 4: Kiểu sắp xếp chặt khít trong mạng lập phương, lục phương

Hoạt động 4: Tìm hiểu một số kiểu sắp xếp chặt khít của mạng tinh thể

Sự sắp xếp chặt khít trong cấu trúc tinh thể (xem Hình 4).

Hoạt động 5: Thực hành giải một số bài tập về mạng tinh thể

Sau khi hoàn thành các hoạt động hướng dẫn ở trên, học sinh sẽ giải quyết được một loạt các bài toán về: Xác định hằng số mạng; Xác định bán kính

nguyên tử kim loại, thể tích thực của kim loại; Xác định khối lượng mol nguyên tử, khối lượng nguyên tử, khối lượng riêng nguyên tử; Xác định khoảng cách lân cận gần nhất, số lân cận gần nhất; Xác định độ đặc khít của hệ; Xác định cấu trúc tinh thể.

**Ví dụ 1** [1]: Xác định hằng số mạng của nickel ở nhiệt độ phòng. Biết nickel có cấu trúc mạng lập phương tâm mặt, khối lượng mol  $M = 58,71 \text{ g/mol}$ ; khối lượng riêng  $D = 8,90 \text{ g/cm}^3$ .

*Hướng dẫn:* Từ cấu trúc FCC  $\Rightarrow n = 4$  nguyên tử/ô mạng.

Hằng số mạng theo công thức:

$$a = \sqrt[3]{\frac{n \cdot M}{N \cdot D}} = \sqrt[3]{\frac{4 \cdot 58,71}{6,022 \cdot 10^{23} \cdot 8,90}} = 3,53 \cdot 10^{-8} \text{ (cm)}.$$

**Ví dụ 2 [7]:** Bán kính nguyên tử chromium được xác định gần đúng là 126 pm. Khối lượng riêng của chromium  $D = 7,14 \text{ g/cm}^3$ . Chromium tinh thể có cấu trúc mạng lập phương. Xác định kiểu mạng tinh thể của chromium.

*Hướng dẫn:*

$$M = 51,966 \text{ g/mol}; r = 126 \text{ pm} = 1,26 \cdot 10^{-8} \text{ cm};$$

$$D = 7,14 \text{ g/cm}^3.$$

Trong một hệ lập phương có các kiểu mạng SC, FCC và BCC. Tất cả các ô mạng cơ sở này chứa 1, 4 hay 2 nguyên tử Cr tương ứng. Để xác định kiểu mạng tinh thể thuộc loại nào phụ thuộc vào giá trị bán kính kim loại (áp dụng cho trường hợp các nguyên tử tiếp xúc nhau). Khi đó, đối với mạng SC là  $a = 2r$ , với FCC thì  $a = 2r\sqrt{2}$ , với BCC thì  $a = 4r\sqrt{3}$ .

Nếu ô mạng tinh thể là SC thì trong ô mạng cơ sở chỉ có 1 nguyên tử. Hằng số mạng tinh thể được tính theo công thức:

$$a = \sqrt[3]{\frac{n \cdot M}{N \cdot D}} = \sqrt[3]{\frac{1 \cdot 51,966}{6,022 \cdot 10^{23} \cdot 7,14}} = 2,29 \cdot 10^{-8} \text{ (cm)} = 229 \text{ (pm)}.$$

Tuy nhiên, giá trị này không đồng nhất với 252 pm ( $a = 2r$ ) đối với một ô mạng SC.

Nếu ô mạng tinh thể là FCC thì chúng ta có 4 nguyên tử trong ô mạng cơ sở. Hằng số mạng tinh thể trong trường hợp này là:

$$a = \sqrt[3]{\frac{n \cdot M}{N \cdot D}} = \sqrt[3]{\frac{4 \cdot 51,966}{6,022 \cdot 10^{23} \cdot 7,14}} = 3,64 \cdot 10^{-8} \text{ (cm)} \\ = 364 \text{ (pm)}.$$

Tuy nhiên, giá trị này không đồng nhất với 356 pm ( $a = 2r\sqrt{2}$ ) đối với FCC.

Nếu ô mạng tinh thể là BCC thì chúng ta có 2 nguyên tử trong ô mạng cơ sở. Hằng số mạng tinh thể trong trường hợp này là:

$$a = \sqrt[3]{\frac{n \cdot M}{N \cdot D}} = \sqrt[3]{\frac{2 \cdot 51,966}{6,022 \cdot 10^{23} \cdot 7,14}} = 2,89 \cdot 10^{-8} \text{ (cm)} \\ = 289 \text{ (pm)}.$$

gần đúng với giá trị thực đối với ô mạng BCC là  $a = 4r\sqrt{3} = 291 \text{ pm}$ . Như vậy kiểu mạng tinh thể của chromium là lập phương tâm khối (BCC).

**Ví dụ 3 [6]:** Từ nhiệt độ phòng (298 K) đến 1185 K, sắt tồn tại ở dạng  $\text{Fe}_\alpha$  với cấu trúc lập phương tâm khối, từ 1185 K đến 1667 K ở dạng  $\text{Fe}_\gamma$  với cấu trúc lập phương tâm diện. Ở 293 K sắt có khối lượng riêng  $D = 7,874 \text{ g/cm}^3$ .

a) Tính bán kính của nguyên tử sắt.

b) Tính khối lượng riêng của sắt ở 1250 K (bỏ qua ảnh hưởng không đáng kể do sự giãn nở nhiệt).

Thép là hợp kim của sắt và carbon, trong đó một số khoảng trống giữa các nguyên tử sắt bị chiếm bởi nguyên tử carbon. Trong lò luyện thép (lò thổi) sắt để nóng chảy khi chứa 4,3% carbon về khối lượng. Nếu được làm lạnh nhanh thì các nguyên tử carbon vẫn được phân tán trong mạng lưới lập phương nội tâm, hợp kim được gọi là martensite, cứng và giòn. Kích thước của tế bào sơ đẳng của  $\text{Fe}_\alpha$  không đổi.

c) Tính số nguyên tử trung bình của carbon trong mỗi tế bào sơ đẳng của  $\text{Fe}_\alpha$  với hàm lượng của carbon là 4,3%.

d) Tính khối lượng riêng của martensite (cho  $\text{Fe} = 55,847$ ;  $\text{C} = 12,011$ ; số  $N = 6,023 \cdot 10^{23}$ ).

(Trích đề thi Olympic Hoá học Quốc tế, 1997)

*Hướng dẫn:*

Với  $\text{Fe}$ :  $M = 55,847 \text{ g/mol}$ .

$$D_{293 \text{ K}} = 7,874 \text{ g/cm}^3.$$

$\text{Fe}_\alpha$  với cấu trúc BCC ( $n = 2$  nguyên tử/ô mạng).

$\text{Fe}_\gamma$  với cấu trúc FCC ( $n = 4$  nguyên tử/ô mạng).

$$\text{a) } a = \sqrt[3]{\frac{n \cdot M}{N \cdot D_{293 \text{ K}}}} = \sqrt[3]{\frac{2 \cdot 55,847}{6,022 \cdot 10^{23} \cdot 7,874}}$$

$$= 2,87 \cdot 10^{-8} \text{ (cm)} = 287 \text{ (Å)}.$$

$$r = \frac{a\sqrt{3}}{4} = \frac{2,87 \cdot \sqrt{3}}{4} = 1,24 \text{ Å}$$

b) Ở nhiệt độ 1250 K, sắt tồn tại dạng  $\text{Fe}_\gamma$  với cấu trúc mạng lập phương tâm diện:

$$a = 2\sqrt{2} \cdot r = 2\sqrt{2} \cdot 1,24 = 3,51 \text{ Å}$$

$$D_{1250 \text{ K}} = \frac{4 \cdot 55,847}{6,023 \cdot 10^{23} \cdot (3,51 \cdot 10^{-8})^3} = 8,58 \text{ g/cm}^3$$

c) Số nguyên tử trung bình của C trong mỗi tế bào sơ đẳng của  $\text{Fe}_\alpha$  là:

$$\frac{m_{\text{C}}}{12,011} = \frac{\% \text{C} \cdot m_{\text{Fe}}}{\% \text{Fe} \cdot 12,011} = \frac{4,3 \cdot 2 \cdot 55,847}{95,7 \cdot 12,011} = 0,418$$

d) Khối lượng riêng của martensite:

$$D_{\text{martensite}} = \frac{2.55,847 + 0,418.12,011}{6,023.10^{23} \cdot (2,87.10^{-8})^3} = 8,20 \text{ g/cm}^3$$

### 3. Kết luận

Học sinh giỏi Hóa học có tố chất và năng lực Hóa học vượt trội nên rất hào hứng trong việc tiếp nhận những nội dung khó, vượt quá chương trình Hóa học phổ thông. Nếu giáo viên biết cách tổ chức các hoạt động phù hợp sẽ kích thích khả năng khám phá của

học sinh giỏi và tạo động lực cho quá trình tự học hiệu quả. Mỗi hoạt động cần gắn kết với một đơn vị kiến thức nâng cao nhằm trang bị cho học sinh giỏi những công cụ hỗ trợ cho việc giải bài tập. Cấu trúc mạng tinh thể là một trong những chủ đề phức tạp, gắn kết giữa kiến thức vật lý và Hóa học. Khi hướng dẫn cho học sinh giỏi tìm hiểu về vấn đề này cần có những hoạt động cụ thể gắn với yêu cầu giải quyết các bài tập từ cơ bản đến nâng cao.

### Tài liệu tham khảo

- [1] Cao Cự Giác, (2014), *Giáo trình Bồi dưỡng học sinh giỏi Hóa học trung học phổ thông*, NXB Đại học Vinh.
- [2] Chrisley, Ronald, Begeer, Sander, (2000), *Artificial Intelligence: Critical Concepts*, Volume 1. London: Routledge, p.48, ISBN 978-0-415-19332-0.
- [3] OECD, (2007), *Understanding the Brain: The Birth of a Learning Science*, OECD Publishing, p.165, ISBN 978-92-64-02913-2.
- [4] Soper, L. M.; Hawkins, J. A.; Rittenhouse, J. L.; Rittenhouse, R. C, (2008), *Use of the Primitive Unit Cell in Understanding Subtle Features of the Cubic Close, Packed Structure*. J. Chem. Educ, 85 (1), p.90.
- [5] Gabriel Pinto, (2012), *An Example of Body-Centered Cubic Crystal Structure: The Atomium in Brussels as an Educative Tool for Introductory Materials Chemistry*, J. Chem. Educ, 89, 7, p.921-924.
- [6] *Đề thi Olympic Hóa học quốc tế (IChO 1997 - 2002)*.
- [7] *Đề thi học sinh giỏi quốc gia môn Hóa học (1995 - 2000)*.