

Bài báo nghiên cứu

XÂY DỰNG KHUNG CẤU TRÚC NĂNG LỰC THỰC NGHIỆM VẬT LÝ TỔNG QUÁT

Lê Anh Đức*, Nguyễn Ngọc Hưng, Trần Ngọc Chát

Trường Đại học Sư phạm Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam

*Tác giả liên hệ: Lê Anh Đức – Email: ducla@hcmue.edu.vn

Ngày nhận bài: 31-5-2022; ngày nhận bài sửa: 20-6-2022; ngày duyệt đăng: 21-7-2022

TÓM TẮT

Năng lực thực nghiệm là năng lực đặc thù của môn Vật lý và các môn Khoa học Tự nhiên khác. Trong bài báo này, chúng tôi trình bày tổng quan các nghiên cứu về cấu trúc năng lực thực nghiệm trên thế giới và ở Việt Nam. Sau đó, dựa trên hai cơ sở chính là các khung cấu trúc năng lực thực nghiệm nói trên và các giai đoạn của quá trình thực hiện một hoạt động thực nghiệm, chúng tôi bổ sung thêm, làm rõ các hoạt động chính của thành tố thiết kế phương án thí nghiệm. Các chỉ số hành vi của thành tố thiết kế phương án thí nghiệm cần phải được bổ sung trong trường hợp tiến hành thí nghiệm mới mà không có thiết bị thí nghiệm có sẵn. Thực nghiệm sư phạm đã được tiến hành để khẳng định tính đúng đắn của cấu trúc của chúng tôi.

Từ khóa: năng lực thực nghiệm; hoạt động thực nghiệm; thí nghiệm; khung cấu trúc năng lực thực nghiệm

1. Mở đầu

Qua việc tìm hiểu năng lực thực nghiệm (NLTN) bằng các từ khóa “experimental competence”, “practical skill”, “practical work”, “experimental skill”... chúng tôi thấy có ít tài liệu định nghĩa cụ thể, tường minh về NLTN, thay vào đó, thường liệt kê các thành tố của NLTN. Tác giả Eickhorst và cộng sự đã định nghĩa thuật ngữ NLTN – “experimental competence”: Khả năng tiềm ẩn của các hành vi: lập kế hoạch, thực hiện các thí nghiệm (TN) nhằm làm rõ một câu hỏi vật lý, sau đó đánh giá có ý nghĩa về kết quả, dữ liệu đã đạt được (Eickhorst et al., 2015). Theo tác giả Metzger và cộng sự (Metzger et al., 2014): NLTN được cấu trúc bởi các NL thành phần đề cập đến nhiều loại vấn đề khác nhau như quan sát, đo lường, tìm hiểu, nghiên cứu, đánh giá các biện pháp hoặc giải quyết vấn đề. Sự khác biệt giữa các NL phụ khá phổ biến trong các mô hình NLTN khác nhau, cụ thể là: xác định và thiết lập giả thuyết/ mục đích TN; lập kế hoạch và thực hiện các TN, phân tích kết quả TN (Klahr, 2002).

Cite this article as: Le Anh Duc, Nguyen Ngoc Hung, & Tran Ngoc Chat (2023). Building general experimental competence framework of Physics. *Ho Chi Minh City University of Education Journal of Science*, 20(2), 253-265.

Tài liệu của Oxford Cambridge and RSA (OCR, 2018) đề cập kỹ năng thực hành - “practical skill” bao gồm các kỹ năng sau: lập kế hoạch cho TN, tiến hành, phân tích kết quả và kết luận. Những thành tố, kỹ năng thực hành chủ yếu được thực hiện trong bài kiểm tra lấy chứng chỉ thay vì đánh giá học sinh (HS) trong những bối cảnh thực tế.

Nhóm tác giả Theyßen, Schecker và Neumann (Theyßen et al., 2016) không đưa ra một định nghĩa cụ thể về NLTN nhưng họ cho rằng NLTN bao gồm các NL thành phần sau: Lập kế hoạch nghiên cứu (xác định vấn đề cần nghiên cứu và đưa ra các dự đoán, giả thuyết), NL tiến hành TN (NL thiết kế các phương án TN và NL tiến hành phương án TN đã thiết kế), NL đánh giá (NL xử lý, phân tích và trình bày kết quả). Theo quan điểm của các nhà nghiên cứu này: Khi một TN vật lý mới được thực hiện, giai đoạn thiết kế TN với các bước tiến hành TN không tạo thành một chuỗi tuyến tính - trước sau, mà phải là các quá trình xử lý xoắn với các sửa đổi, cải tiến lẫn nhau.

Đã có một số nghiên cứu về NLTN, đưa ra định nghĩa và cấu trúc của NLTN ở Việt Nam. Luận án của tác giả Trương Xuân Cảnh cho rằng: “NLTN của học sinh phổ thông là sự làm chủ những hệ thống kiến thức, kỹ năng, thái độ và vận hành chúng một cách hợp lý để thực hiện thành công nhiệm vụ thực nghiệm trong quá trình học tập ở trường phổ thông” (Truong, 2015). Tác giả Xayparseut Vylaychit (Vylaychit, 2019) định nghĩa: NLTN là khả năng huy động tổng hợp các kiến thức, kỹ năng, kỹ xảo với các thuộc tính tâm lý như hứng thú, niềm tin, ý chí để thực hiện thành công các nhiệm vụ thực nghiệm, NLTN bao gồm xác định mục đích TN, thiết kế phương án TN (bao gồm lựa chọn công cụ thí nghiệm, dự kiến cách tiến hành và thu thập số liệu trong quá trình thực nghiệm), tiến hành được TN (lắp ráp, bố trí tiến hành TN, thu thập kết quả TN, xử lý được số liệu) và đánh giá được kết quả.

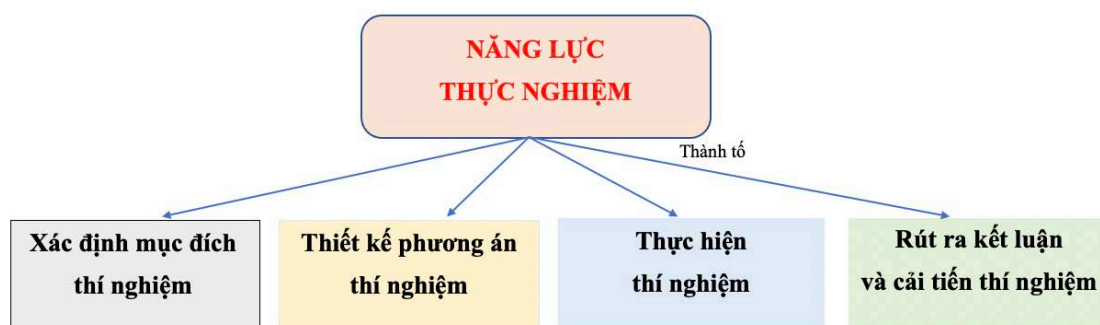
Chúng tôi nhất trí với các cấu trúc NLTN từ các tác giả trên (OCR, 2018; Theyßen et al., 2016; Vylaychit, 2019); tuy nhiên theo chúng tôi cần phải bổ sung, làm rõ thêm một số chỉ số hành vi của thành tố thiết kế phương án TN.

2. Đối tượng và phương pháp nghiên cứu

2.1. Cơ sở lý thuyết

Dựa trên việc khảo cứu các định nghĩa về NLTN ở trên và định nghĩa “*Năng lực*” trong Chương trình tổng thể của Bộ GD&ĐT năm 2018 (Vietnam Ministry of Education and Training, 2018), chúng tôi cụ thể hoá định nghĩa NLTN: “*Năng lực thực nghiệm* là khả năng huy động tổng hợp các kiến thức, kỹ năng và các thuộc tính tâm lý như hứng thú, niềm tin, ý chí... để thực hiện thành công các nhiệm vụ *thực nghiệm* nhất định, đạt kết quả mong muốn trong những điều kiện hay bối cảnh cụ thể”.

Cấu trúc NLTN bao gồm các thành tố sau đây: Xác định mục đích TN; thiết kế phương án TN; thực hiện TN; rút ra kết luận và cải tiến TN.



Hình 1. Các thành tố của NLTN

Như đã đề cập ở phần mở đầu, cấu trúc của NLTN cần được bổ sung thêm các chỉ số hành vi tương ứng với trường hợp chưa có TBTN có sẵn, người tiến hành thực nghiệm phải thiết kế, chế tạo TBTN để thực hiện TN nhằm đạt được mục đích TN đã xác định.

• **Hai cơ sở để bổ sung các chỉ số hành vi mới cho cấu trúc NLTN**

- Chúng tôi nhận thấy: quá trình tiến hành các hoạt động thực nghiệm của học sinh (HS), sinh viên (SV) hay giáo viên (GV) và các nhà khoa học... bắt đầu từ việc xác định mục đích TN (TN để đo gì, kiểm nghiệm gì, mức độ như thế nào...). Sau đó trong quá trình thiết kế phương án TN có đề cập đến việc xác định các TBTN sẽ sử dụng để thực hiện các TN này (đã có TBTN để thực hiện TN hay chưa, nếu đã có rồi thì chức năng, cấu tạo hoạt động của chúng phải như thế nào để có thể thực hiện TN, thiết bị này có ưu nhược điểm gì hay không?...). Một số trường hợp khác, các TBTN có sẵn không thể đạt được yêu cầu TN (Cao, 2014; Nguyen, 2017; Mai, 2021); thậm chí chưa có TBTN để thực hiện TN, người thực nghiệm phải tìm hiểu các TBTN để tiến hành TN này (ở Việt Nam và trên thế giới) qua các sách, catalogue, bài báo, internet... Một số TBTN có thể đặt mua, nhưng nếu giá thành quá cao, công kênh, nhiều nhược điểm hoặc không thể mua được... thì phương án đưa ra đó là phải tự thiết kế và chế tạo TBTN mới. Đây cũng chính là con đường mà các nhà khoa học sử dụng khi nghiên cứu, kiểm nghiệm kết quả đã tìm được từ suy luận lí thuyết hay kiểm tra tính đúng đắn của các giả thuyết mới.

- Các khung cấu trúc NLTN từ các công trình mà chúng tôi đã nghiên cứu ở trên hoàn toàn không có, hoặc không cụ thể hành vi chế tạo TBTN mới trong trường hợp không có sẵn TBTN.

Do đó cấu trúc của NLTN tổng quát cần được bổ sung thêm các chỉ số hành vi tương ứng với trường hợp chưa có TBTN có sẵn, người thực hiện các hoạt động thực nghiệm cần thiết kế, chế tạo TBTN mới để thực hiện TN nhằm đạt được mục đích TN đã xác định.

Chúng tôi đưa ra khung NLTN trong trường hợp tổng quát có cấu trúc như sau:

Bảng 1. Khung cấu trúc NLTN tổng quát

Thành tố	Chỉ số hành vi	Mô tả
1. Xác định mục đích TN	NLTN1.1. Xác định được mục đích của TN	Nêu được/ phát biểu được cần kiểm nghiệm giả thuyết nào hoặc hệ quả nào rút ra từ TN (hoặc đại lượng nào cần đo, hiện tượng nào cần quan sát...)
2. Thiết kế phương án TN	NLTN2.1. Phân tích, xác định những kiến thức liên quan đến mục đích TN	Phân tích, xác định được những kiến thức liên quan đến đại lượng cần đo, hiện tượng nào cần quan sát, để từ đó đưa ra phương án thiết kế TN
	NLTN2.2. Xác định được các TBTN cần sử dụng	<p>Tìm hiểu được các thông tin TBTN liên quan tới TN, đã có TBTN có sẵn (được cung cấp bởi giáo viên, nhà sản xuất, có thể mua được...) hay chưa?</p> <p>- Nếu đã có TBTN, <i>phải tìm hiểu chức năng, cấu tạo, hoạt động của TBTN, các TN tiến hành được với TBTN, trong đó có TN để đạt được mục đích đã xác định</i></p> <p>- Nếu chưa có TBTN có sẵn, <i>tìm hiểu các TBTN (chức năng, cấu tạo, hoạt động) ở Việt Nam hoặc trên Thế giới qua các catalogue, tài liệu, bài báo... có thể thực hiện được TN. Sơ bộ phân tích tính khả thi, ưu và nhược điểm của các TBTN này</i></p>
	<p>a) Nếu đã có TBTN có sẵn hoặc được cung cấp để tiến hành TN</p> <p>b) Nếu chưa có TBTN có sẵn để tiến hành TN</p>	<p>- Đối với trường hợp TBTN đã có sẵn để thực hiện TN, <i>thiết kế phương án đối với TBTN này, xác định các bộ phận của TBTN, các dụng cụ cần sử dụng, cách lắp ráp, bố trí các bộ phận, các bước tiến hành, cách thu thập các số liệu TN định tính hay định lượng, dự kiến cách xử lý các dữ liệu TN này để đi tới kết quả TN</i></p>

<p>NLTN2.3. Tìm hiểu TBTN có sẵn</p> <p>NLTN2.3. Tìm hiểu các TBTN cần sử dụng qua các catalogue, tài liệu, bài báo...</p>	<p>- Đối với trường hợp phải chế tạo TBTN mới: <i>Từ việc tìm hiểu các TBTN qua catalogue, tài liệu, bài báo... thiết kế TBTN cần chế tạo dưới dạng bản vẽ: các bộ phận, cách liên kết các bộ phận để TB hoạt động. Chuẩn bị những vật liệu phù hợp với thiết kế, sau đó dựa vào bản vẽ, gia công các vật liệu, chế tạo các bộ phận, lắp ghép liên kết các bộ phận thành TBTN. Trong quá trình chế tạo TBTN có thể có những bổ sung, sửa đổi các chi tiết, cách liên kết các chi tiết với nhau so với bản vẽ ban đầu. Quá trình chế tạo có thể gặp thất bại và phải thực hiện nhiều lần. Sau khi chế tạo thành công TBTN và thử nghiệm, thiết kế phương án tiến hành TN với TBTN mới tương tự như trên.</i></p>
<p>NLTN2.4. Xác định được cách bố trí TN</p> <p>NLTN2.4. Thiết kế TBTN cần chế tạo</p> <p>NLTN2.5. Chuẩn bị những vật liệu cần thiết cho thiết kế</p>	
<p>NLTN2.5. Dự kiến được các bước tiến hành TN</p> <p>NLTN2.6. Gia công các bộ phận của TBTN theo thiết kế</p>	
<p>NLTN2.6. Xác định được cần thu thập được những dữ liệu TN định tính, hoặc định lượng nào</p> <p>NLTN2.7. Lắp ghép các bộ phận thành TBTN theo thiết kế</p> <p>NLTN2.8. Bổ sung, sửa đổi các chi tiết trong quá trình chế tạo TBTN</p> <p>NLTN2.9. Xác định được cách bố trí TN với TBTN mới này</p>	

	NLTN2.10. Dự kiến được các bước tiến hành TN	
	NLTN2.11. Xác định được cần thu thập được những dữ liệu TN định tính, hoặc định lượng nào	
3. Thực hiện TN	NLTN3.1. Lập kế hoạch tiến hành TN	Lập được kế hoạch tiến hành TN về thời gian, nhiệm vụ phải thực hiện. (Đối với những TN phức tạp, cần nhiều thời gian để tìm kiếm dụng cụ/ thiết bị hay để tiến hành...)
	NLTN3.2. Bố trí/ lắp ráp các bộ phận, TBTN	Bố trí/ lắp ráp được TBTN và các dụng cụ khác để tiến hành TN
	NLTN3.3. Tiến hành TN	Thực hiện các thao tác/ các bước tiến hành TN theo kế hoạch đã đề ra
	NLTN3.4. Sửa chữa, khắc phục được những sai hỏng trong quá trình TN	Sửa chữa, khắc phục được những sai hỏng thao tác/ thiết bị trong quá trình TN nếu có
	NLTN3.5. Thu thập dữ liệu (định lượng/ định tính)	Quan sát, chụp hình, quay phim các hiện tượng xảy ra Ghi các số liệu có nghĩa vào bảng; bỏ các số liệu bất thường, khác xa các giá trị đo khác
4. Rút ra kết luận và cải tiến TN	NLTN4.1. Xử lý số liệu	Xử lý các dữ liệu TN thu được + Đối với dữ liệu định tính: phân tích, những điều quan sát được và khái quát hóa + Đối với dữ liệu định lượng, tính toán giá trị trung bình, sai số, xác định nguyên nhân sai số
	NLTN4.2. Vẽ đồ thị	Vẽ đồ thị trên giấy hoặc máy tính, khớp hàm để tìm ra quy luật của đồ thị
	NLTN4.3. Rút ra kết luận	Đối chiếu kết quả TN với mục đích TN để rút ra kết luận
	NLTN4.4. Đánh giá kết quả và đưa ra phương án cải tiến TN	+ Nhận xét, đánh giá toàn bộ quá trình TN để có những điều chỉnh, bổ sung cần thiết ở các giai đoạn của quá trình TN + Đề xuất biện pháp làm giảm sai số + Đề xuất và thực hiện các cải tiến, hoàn thiện TBTN đã có sẵn hoặc TBTN vừa chế tạo

Các tiêu chí chất lượng của các chỉ số hành vi (CSHV) của NLTN

Đối với HS, chúng tôi đề xuất tiêu chí chất lượng dựa trên mức độ tự lực (sự hướng dẫn của GV trong các HĐ học tập) và mức độ hoàn thiện của hành vi:

+ **Mức 1:** HS chưa thể thực hiện được các hành vi, cần sự hỗ trợ chi tiết và cụ thể của GV, hoặc HS chỉ trình bày lại được hay bắt chước được các thao tác của GV (cần GV làm mẫu). HS thụ động chờ GV hay các bạn làm, không tìm hiểu các dụng cụ hay thiết bị mà GV cung cấp, không hỏi GV hay bạn bè.

+ **Mức 2:** HS vẫn chưa thực hiện được nhưng có ý thức/ động cơ tìm hiểu về TN (dụng cụ, cách bố trí, tiến hành...) qua việc hỏi thầy cô, tìm hiểu trên internet, hỏi bạn bè... HS tự giác thực hiện các hành vi, HS thực hiện được lại hành vi chính xác hơn với sự hỗ trợ một phần hoặc định hướng của GV.

Để phân biệt được giữa mức độ 1 và mức độ 2 của các CSHV (HS chưa thể tự lực thực hiện hành vi/ HS thực hiện hành vi chưa chính xác/ HS thực hiện được hành vi dưới sự hướng dẫn của GV) chúng tôi đề xuất dựa vào thái độ của HS khi thực hiện các hành vi. Ví dụ: khi được yêu cầu thiết kế phương án để thực hiện các TN; hầu hết các em đều chưa biết thiết bị này có cấu tạo và nguyên lí hoạt động như thế nào, tuy nhiên một số em chủ động tìm hiểu các TBTN, những biểu hiện hành vi này sẽ được xếp vào mức độ 2. Những biểu hiện hành vi của các em còn lại như thụ động, chờ GV hướng dẫn hoặc cung cấp hướng dẫn sử dụng, chờ các bạn làm xong để làm theo... sẽ được xếp vào mức độ 1.

+ **Mức 3:** HS tự lực thực hiện được hành vi nhưng chưa hoàn chỉnh, hoặc chưa đạt kết quả tốt nhất, cần bổ sung. HS có khả năng tìm kiếm thông tin từ những nguồn khác như trên mạng internet, sách báo có liên quan đến vấn đề mình đang thực hiện, biết chọn lọc nguồn thông tin và phát biểu chúng, thể hiện được ý kiến cá nhân nhưng chưa đầy đủ.

+ **Mức 4:** HS tự lực thực hiện được hành vi, các hành vi thực hiện đầy đủ, và chính xác, có lập luận và phân tích khi thực hiện hoặc trả lời các câu hỏi từ GV và các HS khác.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Chúng tôi sử dụng phương pháp thực nghiệm sư phạm (TNSP) để kiểm nghiệm cấu trúc NLTN.

Thiết kế nghiên cứu: Để kiểm nghiệm các chỉ số hành vi, và tiêu chí chất lượng của hành vi đã đưa ra ở trên bằng phương pháp thực nghiệm (Nguyen, 2016) chúng tôi đã tiến hành TNSP qua việc tổ chức dạy học các kiến thức về “Phóng xạ” (Vật lí 12) cho HS lớp 12. Các nhiệm vụ học tập được thiết kế sao cho HS có thể bộc lộ được các hành vi mong muốn, sau đó chúng tôi ghi nhận, thống kê các hành vi mà HS biểu hiện.

Chúng tôi đã tiến hành TNSP 2 lần trên các đối tượng là HS lớp 12. Tiến trình dạy học mà chúng tôi lựa chọn để thực nghiệm là “Sự phóng xạ”, với mục đích kiểm nghiệm tính chất của tia phóng xạ alpha-beta. Lần 1, chúng tôi tiến hành thực nghiệm tại Trường THPT Trần Văn Giàu (TPHCM), với 12 HS lớp 12, được chia thành 4 nhóm. Lần 2, chúng tôi tiến hành thực nghiệm tại Trường Trung học Thực hành Đại học Sư phạm Thành phố Hồ Chí Minh, với 8 HS lớp 12, được chia thành 4 nhóm.

Thu thập dữ liệu: Do TNSP trên số lượng HS tương đối nhỏ nên chúng tôi sử dụng bảng ghi chép các biểu hiện hành vi và mức độ của các hành vi này. Ngoài việc quan sát trực tiếp khi đứng lớp, chúng tôi bố trí một camera chính ghi lại diễn biến của cả lớp học và bố trí một camera quay mỗi nhóm khi tiến hành TN. Bên cạnh đó, chúng tôi thu thập các dữ liệu HS viết ra, vẽ ra... qua phiếu học tập phát cho HS.

Xử lý dữ liệu: Chúng tôi thống kê các chỉ số hành vi của HS biểu hiện và đưa ra những phân tích để xác định mức độ.

a) Nội dung kiến thức:

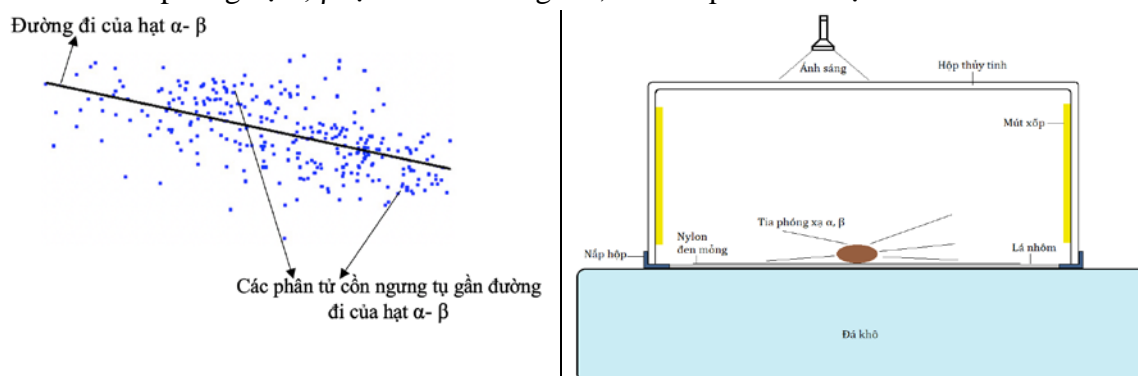
“Tia alpha (α): là các hạt nhân của nguyên tử Heli (kí hiệu ${}^4_2\text{He}$). Tia beta: Có hai loại tia beta: tia β^- là dòng các electron; tia β^+ là dòng các positron (phản hạt của electron) phóng ra từ hạt nhân. Tia α và β có những tính chất sau: khả năng ion hoá môi trường mạnh, chỉ đi được vài xentimet (đối với α) và vài mét (đối với β) trong không khí, cả hai loại tia này có khả năng đâm xuyên kém, bị lệch trong điện trường và từ trường.”

HS xác định được mục đích TN là kiểm nghiệm một số tính chất như ion hoá, quãng đường đi được và khả năng đâm xuyên của các tia nói trên. Tuy nhiên, chưa có những TN về phóng xạ trong chương trình phổ thông VN, do đó cũng chưa có việc áp dụng các TN phóng xạ trong DH cho HS. Chúng tôi phải định hướng cho HS tìm hiểu TBTN nào sẽ ghi nhận, phát hiện tia phóng xạ và giúp cho HS đạt được mục đích TN. Sau đó hướng dẫn để HS có thể thiết kế, chế tạo các TBTN này.

b) Giới thiệu, chức năng của buồng sương:

Buồng sương (buồng mây – cloud chamber) là một thiết bị dùng để ghi nhận và quan sát quỹ đạo (vết) của tia phóng xạ α , β trong môi trường hơi bão hòa, được phát minh bởi C.T.R. Wilson. Buồng sương tạo ra môi trường hơi bão hòa với mật độ rất cao.

Nguyên lí hoạt động: Hạt α , β phóng ra môi trường gặp các phân tử khí tạo ra các ion mang điện, các ion này đóng vai trò là tâm ngưng tụ và hút các phân tử khí khác gần nó tạo thành các giọt nước nhỏ hình thành dọc theo đường đi của hạt phóng xạ giống như vệt khói của máy bay trên bầu trời. Các tia phóng xạ không thể quan sát trực quan bằng mắt thường trong môi trường không khí, tuy nhiên trong môi trường hơi bão hòa với mật độ cao, đường đi của các tia phóng xạ α , β tạo thành những vệt, có thể quan sát được.



Hình 2. Nguyên lí hoạt động và sơ đồ thiết kế buồng sương sử dụng lạnh từ đá khô (Le et al., 2022)

c) Tóm tắt tiến trình và diễn biến TNSP

HS tìm hiểu và xác định TBTN phù hợp để thực hiện TN, đó là buồng sương. GV giao nhiệm vụ (qua phiếu học tập) cho HS tìm hiểu về buồng sương trên internet; xác định chức năng, nguyên lí hoạt động và cấu tạo để tự thiết kế, chế tạo một buồng sương để quan sát vết của tia phóng xạ alpha-beta và thực hiện các TN đã xác định. HS tìm hiểu buồng sương trên internet, sau đó tự thiết kế một buồng sương dưới dạng hình vẽ, tìm kiếm các nguyên vật liệu cần thiết như: Hộp thủy tinh, mút xốp, bao ni lông đen, keo dán... GV hướng dẫn HS gia công, lắp ráp, sửa chữa và cải tiến để tạo ra buồng sương hoàn chỉnh. Sau đó tiến hành các TN cần thiết cho mục đích TN nêu trên.



Hình 3. Hình ảnh vết của tia phóng xạ trong buồng sương và HS bố trí TN kiểm chứng tính chất đâm xuyên của tia phóng xạ

3. Kết quả và thảo luận

Qua các nhiệm vụ học tập được giao cho HS một cách có chủ đích, chúng tôi thu thập được dữ liệu là các biểu hiện hành vi của HS thông qua bảng kiểm quan sát trực tiếp, phiếu học tập, và video quay lại quá trình thực hiện TN. Chúng tôi thống kê lại các chỉ số hành vi mà HS đã biểu hiện và phân tích mức độ theo các tiêu chí chất lượng mà chúng tôi đã đưa ra, sau đó dựa trên dữ liệu này để xây dựng một Rubric đánh giá NLTN của HS trong quá trình thực hiện TN. Những chỉ số hành vi không được HS thực hiện sẽ không được đề cập và phân mức độ, những chỉ số hành vi trùng lặp nhau trong quá trình thực hiện TN sẽ được chúng tôi gộp lại thành một hành vi.

Bảng 2. Rubric đánh giá NLTN của HS trong quá trình thực hiện TN với buồng sương

Chỉ số hành vi	Tiêu chí chất lượng			
	Mức 1	Mức 2	Mức 3	Mức 4
NLTN1.1	Trình bày lại được mục đích TN	Nêu được mục đích TN dưới sự hướng dẫn một số ý của giáo viên	Nêu được chính xác mục đích TN nhưng chưa đầy đủ	Xác định được đầy đủ và chính xác mục đích TN là: Kiểm nghiệm được tính chất ion hóa, quãng đường đi và khả năng đâm xuyên của tia phóng xạ α, β
NLTN2.2	Xác định được TBTN cần dùng khi nghe	Nêu được các TBTN dưới sự	Tự tìm hiểu và nêu được các TBTN phù hợp	Tự lực xác định được chính xác các TBTN cần thiết và

	giáo viên giới thiệu các TBTN	đẫn dắt, gợi ý của GV	với TN nhưng chưa lí giải tại sao lại chọn các dụng cụ như vậy	phù hợp cho TN như: buồng sương, đầu dò
NLTN2.3	Xác định được chức năng, nguyên lí hoạt động của TBTN qua giới thiệu của GV	Tìm hiểu được chức năng của buồng sương là quan sát vết của tia phóng xạ alpha-beta dưới sự hướng dẫn của GV	Tìm hiểu được chức năng của buồng sương qua tài liệu, internet... nhưng chưa giải thích được nguyên lí hoạt động	Tìm hiểu được chức năng của buồng sương là quan sát vết của tia phóng xạ α , β ; hoạt động dựa trên hiện tượng ion hóa
NLTN2.4	Trình bày lại được sơ đồ thiết kế do giáo viên hướng dẫn	Vẽ phác được sơ đồ TBTN nhưng chưa chính xác được cách bố trí các dụng cụ trong sơ đồ	Vẽ phác được sơ đồ TBTN đầy đủ, chưa giải thích được cách bố trí các dụng cụ, tác dụng của nó trong sơ đồ	Vẽ được chính xác sơ đồ TBTN có bố trí các dụng cụ ở trên, giải thích được cách bố trí các dụng cụ trong sơ đồ
NLTN2.5	Sử dụng các nguyên vật liệu mà GV cung cấp	Chuẩn bị được một số nguyên vật liệu nhưng không phù hợp	HS chuẩn bị được một số nguyên vật liệu nhưng chưa đầy đủ	Tìm kiếm, chuẩn bị những vật liệu cần thiết như: Hộp thủy tinh, mút xốp, bao ni lông đen, keo dán, cồn...
NLTN2.6 NLTN2.7	Lắp ráp được theo các bước, hướng dẫn do GV cung cấp	Lắp ráp được dưới sự hướng dẫn một phần của GV	Tự lực lắp ráp được nhưng chưa chính xác hoàn toàn, còn một số lỗi sai như không lắp đầy đủ ni lông đen, mút xốp, nắp đậy...	Tự lực lắp ráp đúng và đầy đủ các dụng cụ TN như buồng sương, mút xốp, nilông đen, nắp đậy – màng bọc thực phẩm... như sơ đồ sau cùng
NLTN2.8	Xác định được các lỗi nhưng chưa chính xác với thực tế	Xác định được các lỗi nhờ sự hướng dẫn của GV	Xác định được các lỗi như buồng sương không được đậy kín, đáy buồng sương chưa đủ tương phản... nhưng chưa khắc phục được	Xác định được các lỗi và khắc phục được như: Thay đổi vật liệu, nắp đậy, dán kín buồng sương, dán nilong đen cho đáy buồng sương...

				Đưa ra được các bước tiến hành TN: + Cho cón vào buồng srong + Cho nguồn phóng xạ vào buồng srong + Đặt buồng srong lên trên đá khô + Chiếu đèn pin để quan sát + Đặt các tấm vật liệu vào buồng srong để kiểm tra tính đâm xuyên
NLTN2.9 NTLN2.10	Hiểu được các bước tiến hành TN do GV cung cấp	Trình bày lại được dưới sự hướng dẫn của giáo viên	Đưa ra được nhưng chưa đầy đủ các bước bố trí và tiến hành TN	
NLTN2.11	Quan sát/ chụp hình/ quay phim được hình ảnh tia phóng xạ α, β . (không phân mức độ)			
NLTN3.2 NLTN3.3	Thực hiện được các bước theo hướng dẫn do GV cung cấp	Thực hiện được dưới sự hướng dẫn một phần của GV	Tự thực hiện được thành công TN nhưng chưa tốt, hiện tượng chưa rõ, thao tác còn lúng túng	Tự tiến hành được TN đúng theo kế hoạch và thiết kế: chế tạo giá đỡ, đặt các tấm vật liệu vào buồng srong để kiểm tra tính đâm xuyên
NLTN4.3	Rút ra được kết luận không chính xác	Rút ra được kết luận nhưng chưa dựa trên đến kết quả của TN	Rút ra được kết luận đúng nhưng chưa đầy đủ	Rút ra được kết luận chính xác và đầy đủ: + Buồng srong có thể giúp chúng ta quan sát tia phóng xạ α, β + Tia phóng xạ α, β có khả năng ion hoá, chỉ đi được vài cm trong môi trường và không có khả năng đâm xuyên
NLTN4.4	Đưa ra được ý kiến cải tiến chưa chính xác	Đưa ra được ý kiến cải tiến nhưng chưa phù hợp với thực tế	Đưa ra được một số ý kiến cải tiến hợp lí nhưng chưa đầy đủ	Đưa ra được một số ý kiến cải tiến hợp lí và đầy đủ: + Sử dụng hộp có kích cỡ, có nắp đậy phù hợp. + Sử dụng sò nóng lạnh làm buồng srong

Đề xuất: Kết quả TNSP cho thấy khi HS được đặt vào bối cảnh thực hiện TN trong trường hợp chưa có sẵn TBTN đã bộc lộ những biểu hiện hành vi của việc chế tạo TBTN. Điều này khẳng định tính đúng đắn của khung cấu trúc NLTN tổng quát mà chúng tôi xây dựng. Tuy nhiên do mẫu TNSP nhỏ; những tham số thống kê, kiểm định độ tin cậy không được sử dụng; chúng tôi đề xuất sẽ tiếp tục thực hiện phương pháp chuyên gia để chuẩn hóa khung cấu trúc NLTN này.

4. Kết luận

Hoạt động thực nghiệm bao gồm các hoạt động như xác định mục đích TN, thiết kế phương án TN, hoạt động thực hiện phương án TN đã thiết kế, và hoạt động xử lí số liệu,

kết luận, cải tiến TN... Hoạt động thực nghiệm là sự kết hợp của hoạt động trí óc và hoạt động tay chân, chứ không đơn thuần là thao tác tay chân đơn giản. Để xây dựng khung cấu trúc NLTN trong trường hợp tổng quát, chúng tôi đã khảo cứu tài liệu và nghiên cứu các quá trình thực hiện TN của HS, SV, GV, nhà khoa học. Kết quả thực nghiệm sư phạm trên đối tượng HS mà chúng tôi trình bày đã khẳng định sự phù hợp của khung cấu trúc này trong thực tế.

❖ **Tuyên bố về quyền lợi:** Các tác giả xác nhận hoàn toàn không có xung đột về quyền lợi.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Cao, T. K. (2014). *Xây dựng, hoàn thiện và sử dụng các thí nghiệm trong dạy học một số kiến thức chương "Sóng cơ"- Vật lí 12 theo hướng phát huy tính tích cực và phát triển năng lực sáng tạo của học sinh [Building, perfecting and using experiments in teaching some knowledge of chapter "Mechanical waves" – Physics 12 in the direction of promoting positivity and developing students' creative ability]. (Doctoral Thesis). Hanoi National University of Education.*
- Eickhorst, B., Dickmann, M., Schecker, H., Theyßen, H., & Neumann, K. (2015). Messung experimenteller Kompetenz im Large-Scale: Bewertung experimenteller Aufgaben. *Heterogenität und Diversität-Vielfalt der Voraussetzungen im naturwissenschaftlichen Unterricht (S. 169-171). Kiel: IPN.*
- Klahr, D. (2000). *Exploring science: The cognition and development of discovery processes.* MIT press.
- Le, A. D., Nguyen, M. D., Tran, N. C., & Nguyen, N. H. (2022). Improving the Wilson Cloud Chamber Using Peltier Chips. *The Physics Teacher, 60*(1), 62-65.
- Mai, H. P. (2021). *Xây dựng và sử dụng các thí nghiệm kĩ thuật số theo quan điểm dạy học dựa trên nghiên cứu trong dạy học một số kiến thức về động lực học chất điểm và các định luật bảo toàn – Vật lí 10 nhằm phát triển năng lực giải quyết vấn đề của học sinh [Building and Using Digital Experiments From Research-Based Teaching Perspectives In Teaching Some Knowledge About Point Dynamics And Conservation Laws – Physics 10 To Develop Problem Solving Competence Student Problems]. (Doctoral Thesis). Hanoi National University of Education.*
- Metzger, S., Gut, C., Hild, P., & Tardent, J. (2014). Modelling and assessing experimental competence: an interdisciplinary progress model for hands-on assessments. *In E-book proceedings of the ESERA 2013 conference: science education research for evidence-based teaching and coherence in learning* (p. 120). Nicosia: European Science Education Research Association.

- Nguyen, D. T. (2017). *Xây dựng và sử dụng thí nghiệm kết nối máy tính trong dạy học Chương ‘Đạo động cơ’ Vật lý 12 trung học phổ thông [Building and Using Experimental Computer Connection in Teaching Chapter 12 Physics Chapter 12 High School]*. (Doctoral Thesis). Vinh University.
- Nguyen, V. B. (2016). Đề xuất khung năng lực và định hướng dạy học môn Vật lý ở trường phổ thông [Proposing a competency framework and orientation for teaching Physics in high schools]. *HNUE Journal of Science*, 10, 2016.
- OCR (2018). *AS and A level Practical skills handbook OCR Advanced Subsidiary and Advanced GCE in Physics*. Retrieved from www.ocr.org.uk/alevelphysics
- Theyßen, H., Schecker, H., Neumann, K., Eickhorst, B., & Dickmann, M. (2016). Messung experimenteller Kompetenz—ein computergestützter Experimentiertest—. *PhyDid A-Physik und Didaktik in Schule und Hochschule*, 1(15), 26-48.
- Truong, X. C. (2015). *Xây dựng và sử dụng bài tập đề phát triển năng lực thực nghiệm cho học sinh trong dạy học Sinh học cơ thể thực vật - Sinh học 11 Trung học phổ thông [Building and using exercises to develop experimental competence for students in teaching Plant Biology - Biology 11 High School]*. (Doctoral Thesis). Hanoi National University of Education.
- Vylaychit, X. (2019). *Xây dựng và sử dụng thiết bị thí nghiệm trong dạy học phần Nhiệt học – Vật lý lớp 8 nhằm phát triển năng lực thực nghiệm của học sinh nước Cộng hòa dân chủ nhân dân Lào [Building and using experimental equipment in teaching the 8th grade Thermography - Physics in order to develop the experimental competence of students in the Lao People's Democratic Republic]*. (Doctoral Thesis). Hanoi National University of Education.
- Vietnam Ministry of Education and Training (2018). *2018 General Education Program*. Hanoi: Vietnam Education Publishing House.

**BUILDING GENERAL EXPERIMENTAL
COMPETENCE FRAMEWORK OF PHYSICS**

Le Anh Duc**, *Nguyen Ngoc Hung*, *Tran Ngoc Chat

Ho Chi Minh City University of Education, Vietnam

**Corresponding author: Le Anh Duc – Email: ducla@hcmue.edu.vn*

Received: May 31, 2022; Revised: June 20, 2022; Accepted: July 21, 2022

ABSTRACT

Experimental competence (EC) is a fundamental competence in physics and other natural science subjects. This paper, reviews related literature on the framework of EC around the world and in Vietnam as well as the stages of conducting an experiment. Based on this review, , the main components and activities of designing an experiment will be added and specified. Behavioral indicators of experimental elements need to be added in case of conducting new experiments without available experimental equipment. Finally, pedagogical experiments were conducted to confirm the correctness of our structure.

Keywords: experimental competence; experimental activity; experimental competence framework