

CONSTRUCTING QUESTIONS FOR EVALUATING SCIENTIFIC THINKING

Nguyen Thi Lam Quynh¹, Nguyen Van Bien^{2*}

¹Nguyen Tat Thanh Lower and Upper Secondary School, Hanoi National University of Education

²Center for Research and Teacher Professional Development, Hanoi National University of Education

ARTICLE INFO	ABSTRACT
Received: 14/11/2023 Revised: 18/01/2024 Published: 18/01/2024	Questions for evaluating scientific thinking can be widely applied in regular tests, university entrance exams, ensuring the evaluation of the required levels of the Physics, Chemistry and Biology curriculum as well as specific manifestations of general competencies in the 2018 Vietnam General Education Program. In addition, question clusters are also used to assess scientific thinking for students who do not learn Physics, Chemistry and Biology at the high school level. In this paper, we present the research results on the process of constructing questions for evaluating scientific thinking, the main evaluation criteria, and suggestions for setting up a matrix to validate the use of question clusters for evaluating thinking through the application of theoretical research methods and Delphi methods. The process of constructing questions for evaluating scientific thinking that we have developed consists of 8 steps and the question cluster evaluation criteria include 9 criteria. The question cluster for evaluating scientific thinking is constructed according to the process that we propose to meet the detailed requirements on structure, content, form, and ratio of types of evaluation questions.
KEYWORDS Critical thinking assessment Scientific reasoning assessment Scientific thinking Critical-thinking questions Scientific reasoning questions	

XÂY DỰNG CÂU HỎI ĐÁNH GIÁ TƯ DUY KHOA HỌC

Nguyễn Thị Lâm Quỳnh¹, Nguyễn Văn Biên^{2*}

¹Trường THCS và THPT Nguyễn Tất Thành, Trường Đại học Sư phạm Hà Nội

²Trung tâm nghiên cứu và phát triển nghiệp vụ sư phạm, Trường Đại học Sư phạm Hà Nội

THÔNG TIN BÀI BÁO	TÓM TẮT
Ngày nhận bài: 14/11/2023 Ngày hoàn thiện: 18/01/2024 Ngày đăng: 18/01/2024	Các chùm câu hỏi đánh giá tư duy khoa học có khả năng ứng dụng rộng rãi trong các bài kiểm tra định kì, các đề thi tuyển sinh đại học, đảm bảo đánh giá được các yêu cầu cần đạt của chương trình các môn thuộc lĩnh vực khoa học tự nhiên (Vật lí, Hoá học, Sinh học) cũng như biểu hiện cụ thể của các năng lực chung trong Chương trình giáo dục phổ thông 2018. Hơn thế nữa, các chùm câu hỏi còn được sử dụng để đánh giá tư duy khoa học cho học sinh không học các môn Vật lí, Hoá học, Sinh học ở cấp trung học phổ thông. Trong bài báo này, chúng tôi trình bày các kết quả nghiên cứu về quy trình xây dựng câu hỏi đánh giá tư duy khoa học, bộ tiêu chí đánh giá câu hỏi và gợi ý cách lập ma trận đề kiểm tra sử dụng các chùm câu hỏi đánh giá tư duy thông qua việc áp dụng phương pháp nghiên cứu lí thuyết và phương pháp chuyên gia. Quy trình xây dựng các câu hỏi đánh giá tư duy khoa học do chúng tôi xây dựng gồm 8 bước và bộ tiêu chí đánh giá câu hỏi chùm gồm 9 tiêu chí. Chùm câu hỏi đánh giá tư duy khoa học được xây dựng theo quy trình mà chúng tôi đề xuất đáp ứng các yêu cầu chi tiết về cấu trúc, nội dung, hình thức và tỉ lệ các câu hỏi đánh giá.
TỪ KHÓA Đánh giá tư duy Đánh giá tư duy khoa học Tư duy khoa học Câu hỏi đánh giá tư duy Câu hỏi đánh giá tư duy khoa học	

DOI: <https://doi.org/10.34238/tnu-jst.9219>

* Corresponding author. Email: biennv@hnue.edu.vn

1. Giới thiệu

Khả năng tư duy khoa học được nhấn mạnh là một khả năng cốt lõi và được công nhận là một mục tiêu quan trọng trong giáo dục khoa học. Theo Deanna Kuhn, tư duy khoa học được mô tả là các suy nghĩ về tiến trình tìm kiếm kiến thức của con người và có tính xã hội [1]. Cần có sự phân biệt rõ ràng giữa tư duy khoa học và kiến thức khoa học: trong khi tư duy khoa học mô tả quá trình bao gồm bốn giai đoạn chính là tìm hiểu, phân tích, suy luận và tranh luận [2], với các công cụ dựa trên suy luận logic, được áp dụng trong các ngữ cảnh khác nhau nhằm tìm hiểu về một hiện tượng đang được quan tâm [3] thì kiến thức khoa học được xem xét như kết quả của quá trình tìm tòi khám phá bằng việc kết hợp một cách có chủ ý giữa lý thuyết và bằng chứng thực nghiệm [1]. Bên cạnh đó, các nhà khoa học cũng đã đề xuất khung mô hình DMCR (Data-covariation and Mechanistic Causal Reasoning) về tư duy khoa học, trong đó chỉ rõ mối quan hệ giữa tư duy nhân quả và tư duy khoa học: người học bắt đầu quá trình tìm hiểu về các hiện tượng bằng cách quan sát các sự kiện, thu thập các dữ liệu mô tả về các biểu hiện liên quan và có thể được khái quát hóa để cung cấp bằng chứng giải thích cho một cơ chế giả định [4].

Đối với người học, tư duy khoa học là yếu tố quan trọng góp phần phát triển kỹ năng suy luận và tư duy logic, thể hiện qua việc có khả năng nắm bắt thông tin, đặt câu hỏi, tìm kiếm, thu thập dữ liệu và kiểm tra giả thuyết. Người học có tư duy khoa học tốt thường có khả năng tự học tốt, đặc biệt là ở bậc đại học. Do đó, đánh giá tư duy khoa học của thí sinh trong các kỳ tuyển sinh đại học đã và đang nhận được sự quan tâm của các nhà khoa học cũng như các tổ chức giáo dục. Trong nghiên cứu của mình, Ma Lou và các cộng sự đã xây dựng bài kiểm tra nhằm đánh giá khả năng tư duy khoa học của người học dựa trên cả phương pháp định tính và định lượng. Nghiên cứu của ông mặc dù đã chứng minh được tính hợp lý và đáng tin cậy nhưng còn nhiều hạn chế bởi nội dung các câu hỏi liên quan tới quy trình khoa học còn thiếu và việc lựa chọn các mẫu thử nghiệm cho phương pháp định lượng, số lượng chuyên gia tham gia đóng góp ý kiến còn ít [5]. Công cụ iSTAR (Inquiry in Scientific Thinking, Analytics, and Reasoning) được đề xuất bởi Lei Bao và các cộng sự xác định ba chiều chính về quá trình tư duy khoa học (bao gồm kiểm soát biến số, phân tích dữ liệu, và quyết định nhân quả) thông qua các câu hỏi đánh giá tư duy khoa học phù hợp với mô hình DMCR [4].

Trong những năm gần đây, xu thế đánh giá tư duy khoa học trong một số bài thi uy tín trên thế giới ngày càng được quan tâm và sử dụng rộng rãi. Trong các bài thi đã được thiết kế nhằm đánh giá năng lực học tập và các kỹ năng tư duy của thí sinh đăng kí tuyển sinh vào các trường đại học, ACT (American College Testing) là một bài thi điển hình và được đánh giá cao. ACT là một bài thi được thiết kế để đo khả năng sẵn sàng của người học cho việc học đại học. Phần bắt buộc của bài thi ACT được chia thành 4 phần với loại hình câu hỏi trắc nghiệm khách quan đa lựa chọn, bao gồm: Tiếng Anh (English), Toán (Mathematics), Đọc hiểu (Reading) và Tư duy khoa học (Science reasoning); phần tự chọn là bài đánh giá kỹ năng viết. Các câu hỏi trong phần thi Tư duy khoa học của một bài thi ACT được cấu trúc như bảng 1 [6].

Bảng 1. Cấu trúc bài thi ACT

Số lượng câu hỏi: 40; Thời gian: 35 phút	
Cấu trúc	Số lượng câu hỏi
Biểu diễn dữ liệu - 3 chùm câu hỏi	15
Tóm tắt nghiên cứu - 3 chùm câu hỏi	18
Quan điểm xung đột - 1 chùm câu hỏi	7

Phạm vi nội dung: Sinh học, Hoá học, Vật lý

Mỗi chùm câu hỏi gồm một văn bản chứa đựng các thông tin khoa học và các câu hỏi con (liên quan tới văn bản thông tin khoa học) được thiết kế theo hình thức trắc nghiệm có một phương án trả lời đúng [6]-[8]. Để trả lời các câu hỏi trong phần thi này, thí sinh cần áp dụng tư duy khoa học [7] và thí sinh có thể làm tốt hơn nếu đã được đào tạo để có kiến thức và kỹ năng được kiểm tra [6]. Một nghiên cứu của Bettinger và các cộng sự cho thấy kết quả của bài thi ACT được đề xuất sử dụng trong tuyển sinh có tác dụng cải thiện và duy trì hiệu quả học tập ở bậc đại học [9].

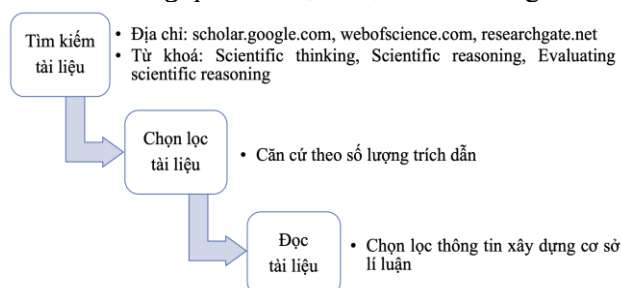
Trong các bài thi trên toàn thế giới, câu hỏi theo hình thức trắc nghiệm khách quan được sử dụng rộng rãi bởi tính đa dạng về kiểu câu hỏi và tính ứng dụng cao trong việc đánh giá các kỹ năng, khả năng khác nhau của người học. Một số kiểu câu hỏi trắc nghiệm khách quan được sử dụng phổ biến là trắc nghiệm khách quan đa lựa chọn, đúng-sai và điền khuyết. Các câu trắc nghiệm khách quan đa lựa chọn sử dụng để kiểm tra khả năng ghi nhớ thông tin, áp dụng lý thuyết vào các trường hợp thông thường, áp dụng lý thuyết vào các tình huống mới và sử dụng phán đoán trong phân tích và đánh giá [10]. Kiểu câu hỏi Đúng/Sai phù hợp để sử dụng đánh giá về mức độ kiến thức, sự hiểu biết của người học về những sai lầm phổ biến hoặc các khái niệm đòi hỏi suy luận logic [10]. Trong khi đó, kiểu câu hỏi điền khuyết được khuyến khích sử dụng để đánh giá mức độ và khả năng tái hiện kiến thức của người học [10]. Khi biên soạn các câu hỏi trắc nghiệm, tác giả cần tuân thủ các quy tắc chung được đã được trình bày trong nhiều tài liệu và phổ biến trên thế giới [10], [11].

Trong bài thi tổ hợp Khoa học tự nhiên của kỳ thi Trung học phổ thông Quốc gia và bài thi đánh giá năng lực của một số trường đại học lớn ở nước ta, các câu hỏi chủ yếu được thiết kế theo hình thức trắc nghiệm khách quan đa lựa chọn (có một phương án trả lời đúng) với thang đánh giá được áp dụng để đo lường mức độ nhận thức của người học là thang Bloom gồm 6 cấp độ (Ghi nhớ, Hiểu, Áp dụng, Phân tích, Đánh giá và Sáng tạo) được chuyển hoá thành 4 mức độ đánh giá, bao gồm: Nhận biết, Thông hiểu, Vận dụng và Vận dụng cao (còn được gọi là thang Niemierko).

Hiện nay, giáo dục phổ thông ở Việt Nam đang trong giai đoạn đổi mới một cách căn bản và toàn diện. Theo Chương trình tổng thể, được ban hành Thông tư 32/2018/TT-BGDĐT ngày 26/12/2018 về ban hành Chương trình giáo dục phổ thông Việt Nam mới (gọi tắt là Chương trình giáo dục phổ thông 2018), năng lực khoa học được hình thành và phát triển ở nhiều môn học, hoạt động giáo dục [12]. Do đó, để đánh giá toàn bộ năng lực khoa học của người học thì cần có sự phối hợp giữa đánh giá thường xuyên và đánh giá định kì qua các bài thi [13]. Trong các bài thi trên giấy và trên máy tính, bài thi đánh giá tư duy giúp ta đánh giá được phần lõi của năng lực khoa học. Kết hợp với đánh giá quá trình hoặc đánh giá thông qua các bài thi thực nghiệm sẽ giúp ta có đầy đủ thông tin về năng lực khoa học của học sinh [14]. Tuy nhiên, tới thời điểm hiện tại, chưa có hướng dẫn cụ thể về bài thi đánh giá các yêu cầu cần đạt về năng lực khoa học trong chương trình các môn học khoa học tự nhiên. Vậy, câu hỏi đặt ra là các câu hỏi đánh giá tư duy khoa học được xây dựng dựa theo quy trình nào và tiêu chí đánh giá các câu hỏi đó là gì? Trong bài báo này, chúng tôi sẽ trình bày các kết quả nghiên cứu để trả lời cho câu hỏi nêu trên, đồng thời, gợi ý cách lập ma trận để kiểm tra định kì sử dụng các chùm câu hỏi đánh giá tư duy khoa học.

2. Phương pháp nghiên cứu

Để xác định cơ sở lý luận cho nghiên cứu của mình, chúng tôi sử dụng phương pháp nghiên cứu lý thuyết. Trình tự tiến hành tổng quan tài liệu được mô tả trong sơ đồ ở Hình 1.



Hình 1. Các bước thực hiện tổng quan tài liệu

Trên cơ sở lý luận thu được thông qua nghiên cứu lý thuyết, chúng tôi tiến hành thiết kế quy trình xây dựng câu hỏi đánh giá tư duy khoa học và bộ tiêu chí đánh giá câu hỏi. Hai tài liệu này được gửi tới 8 nhà khoa học đang giảng dạy và nghiên cứu tại các trường đại học trong nước để áp dụng biên soạn câu hỏi và thử nghiệm rồi phản hồi. Dựa trên ý kiến phản hồi của các chuyên gia, chúng tôi tiến hành các điều chỉnh quy trình xây dựng câu hỏi cũng như bộ tiêu chí đánh giá.

3. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

3.1. Các mức độ tư duy được đánh giá trong một chùm câu hỏi

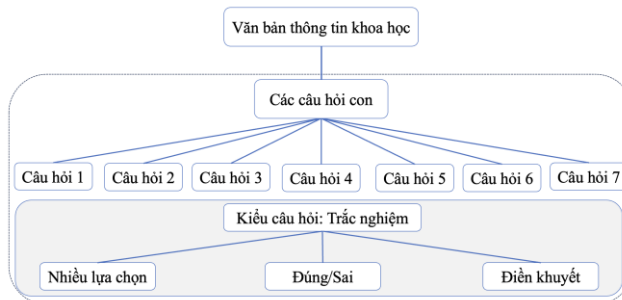
Một chùm câu hỏi đánh giá tư duy khoa học không tập trung đánh giá kiến thức đã có của người học mà tập trung vào đánh giá các thao tác/kỹ năng tư duy khoa học được phân chia theo các mức độ: tư duy tái hiện, suy luận tương tự và tư duy bậc cao [13]. Dựa trên mô tả cụ thể và các thao tác tư duy khuyến nghị tương ứng với từng mức độ, chúng tôi đưa ra bảng mô tả các mức độ đánh giá tư duy và các mức độ trong thang đánh giá hiện hành đang được áp dụng phổ biến tại nước ta. Nội dung chi tiết được thể hiện trong Bảng 2.

Bảng 2. Bảng mô tả các mức độ tư duy

Mức độ đánh giá tư duy [15]			Mức độ tương đương trong thang đánh giá hiện hành
Mức độ tư duy	Mô tả	Thao tác tư duy khuyến nghị	
Tái hiện	Thể hiện khả năng tái hiện thông tin, tư duy theo quy trình đã biết.	Tìm kiếm, xác định, nhắc lại, so sánh,...	Nhận biết
Suy luận	Thể hiện khả năng lập luận có căn cứ, tư duy phân tích và tổng hợp theo quy trình thích ứng với điều kiện.	Phân loại, so sánh, chỉ ra minh chứng, đưa ra lí lẽ, giải thích, áp dụng, tóm tắt,...	Thông hiểu Vận dụng
Bậc cao	Thiết lập và thực hiện được các mô hình đánh giá, giải thích dựa trên bằng chứng.	Phân tích, tổng hợp, đánh giá, phân biệt, phán đoán, lập luận, kiểm tra giả thuyết,...	Vận dụng cao

3.2. Cấu trúc chùm câu hỏi và kiểu câu hỏi

Chúng tôi đề xuất cấu trúc của một chùm câu hỏi đánh giá tư duy khoa học với một văn bản thông tin khoa học và tối đa 7 câu hỏi con (Hình 2) để thuận tiện cho việc lập ma trận và sinh đề từ ngân hàng câu hỏi. Số lượng các câu hỏi con có thể nhỏ hơn 7 nhưng cần đảm bảo một chùm câu hỏi có đa dạng kiểu câu hỏi đánh giá được cả 3 mức độ tư duy và hỗ trợ tốt cho việc xây dựng cấu trúc đề kiểm tra/đề thi.



Hình 2. Cấu trúc một chùm câu hỏi đánh giá tư duy khoa học

- Văn bản thông tin khoa học trong mỗi chùm câu hỏi cần được trình bày theo một trong ba định dạng được cung cấp bởi Bảng 3 [6]-[8].

Bảng 3. Mô tả định dạng trình bày văn bản thông tin khoa học

Định dạng	Mô tả
Biểu diễn dữ liệu	Trình bày thông tin dưới dạng bảng, đồ thị, sơ đồ.
Tóm tắt nghiên cứu	Cung cấp các mô tả về một hoặc nhiều thí nghiệm hoặc nghiên cứu, bao gồm: thiết kế, quy trình và kết quả thí nghiệm hoặc nghiên cứu Cung cấp một số lí thuyết, giả thuyết hoặc quan điểm thay thế về một hiện tượng cụ thể có thể quan sát được.
Quan điểm mâu thuẫn	Các quan điểm mâu thuẫn này dựa trên các cơ sở khác nhau hoặc dữ liệu không đầy đủ và không nhất quán với nhau.

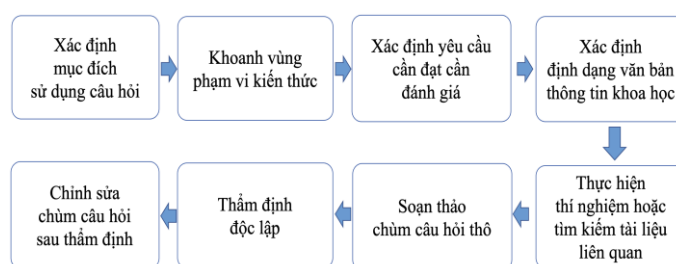
- Đối với các câu hỏi con:

+ Các câu hỏi trắc nghiệm nhiều lựa chọn được đề xuất sử dụng dưới hai dạng thức: có một phương án trả lời đúng và có nhiều phương án trả lời đúng. Với mỗi dạng thức, câu hỏi cần viết rõ yêu cầu "chọn 1 phương án" hoặc "chọn nhiều phương án" để trả lời, số phương án lựa chọn được khuyến khích là 4. Ngoài phương án là đáp án đúng, các phương án phải có độ nhiễu nhất định dựa trên cơ sở là dự kiến được các thao tác tư duy sai của thí sinh khi biên soạn.

+ Các câu hỏi kiểu Đúng/Sai được đề xuất gồm tối đa 3 phát biểu và được trình bày dưới dạng bảng.

+ Các câu hỏi kiểu Điền khuyết được khuyến khích thiết kế để nội dung cần điền chủ yếu là số hoặc các từ ngắn, số lượng chỗ trống tối đa là 2. Ban đầu, loại câu hỏi này được thiết kế chỉ chấp nhận 1 đáp án duy nhất. Tuy nhiên, sau khi nhận phản hồi của các chuyên gia, chúng tôi đã điều chỉnh và đề xuất chấp nhận nhiều câu trả lời khác nhau của thí sinh nếu cùng diễn đạt một ý nhất định; các phương án trả lời được chấp nhận phải được người ra đề dự kiến sẵn trong đáp án.

3.3. Quy trình xây dựng câu hỏi đánh giá tư duy khoa học



Hình 3. Quy trình xây dựng câu hỏi đánh giá tư duy khoa học

Hình 3 mô tả quy trình xây dựng câu hỏi đánh giá tư duy khoa học. Các chùm câu hỏi đánh giá tư duy khoa học có khả năng ứng dụng trong các bài kiểm tra định kỳ hoặc các đề thi tuyển sinh đại học. Vì vậy, việc xác định mục đích sử dụng câu hỏi sẽ định hướng việc thiết kế nội dung và lựa chọn dữ liệu phù hợp. Tùy thuộc vào mục đích sử dụng câu hỏi mà người ra đề có thể lựa chọn khoanh vùng phạm vi kiến thức và xác định các yêu cầu cần đạt cần đánh giá theo chương trình môn học. Ví dụ: chùm câu hỏi được biên soạn để sử dụng trong bài kiểm tra cuối học kỳ I môn Vật lý 10 thì phạm vi kiến thức được khoanh vùng tập trung vào Động học và Động lực học; từ đó, người biên soạn lựa chọn các yêu cầu cần đạt được quy định trong chương trình môn học để thiết kế câu hỏi phù hợp.

Xác định định dạng văn bản khoa học là một bước quan trọng giúp người biên soạn xác định các thao tác cần thực hiện trong bước tiếp theo. Nếu định dạng văn bản được xác định là loại tóm tắt nghiên cứu thì người biên soạn cần thực hiện các thí nghiệm/nghiên cứu hoặc tìm kiếm các thí nghiệm/nghiên cứu được thực hiện bởi các đối tượng khác nhưng phải đảm bảo độ tin cậy. Trong khi đó, nếu văn bản khoa học được xác định trình bày theo định dạng quan điểm mâu thuẫn thì người biên soạn cần tìm kiếm các tài liệu liên quan đến phạm vi kiến thức đã khoanh vùng nhằm lựa chọn các quan điểm phù hợp để đánh giá các yêu cầu cần đạt đã xác định.

Quá trình thẩm định câu hỏi thô sau biên soạn cần được tiến hành độc lập để đảm bảo tính khách quan. Bộ tiêu chí đánh giá câu hỏi được chúng tôi trình bày trong phần tiếp theo của báo cáo sẽ giúp người thẩm định đưa ra ý kiến phản hồi làm cơ sở cho người biên soạn chỉnh sửa và hoàn thiện chùm câu hỏi.

Mình họa áp dụng quy trình xây dựng câu hỏi

(1) *Xác định mục đích sử dụng câu hỏi:* kiểm tra học kỳ I môn Vật lý lớp 11.

(2) *Khoanh vùng phạm vi kiến thức:* Dao động và Sóng.

(3) *Xác định yêu cầu cần đạt cần đánh giá:*

- Từ đồ thị độ dịch chuyển - khoảng cách (tạo ra bằng thí nghiệm, hoặc hình vẽ cho trước), mô tả được sóng qua các khái niệm bước sóng, biên độ, tần số, tốc độ và cường độ sóng.

- Sử dụng mô hình sóng giải thích được một số tính chất đơn giản của âm thanh và ánh sáng.

(4) *Xác định dạng văn bản thông tin khoa học*: biểu diễn dữ liệu

(5) *Thực hiện thí nghiệm hoặc tìm kiếm tài liệu liên quan*:

- Tìm kiếm tài liệu liên quan tới đồ thị sóng, phổ tần số, các kết quả nghiên cứu thực nghiệm về sóng âm với các khoá tìm kiếm: nhạc âm, sóng dừng, đặc trưng của sóng âm, phổ tần số của nhạc âm (các từ khoá được tìm kiếm bằng cả tiếng Việt và tiếng Anh).

- Chọn lọc tài liệu phù hợp với yêu cầu cần đạt được xác định ở bước 3:

+ Bảng số liệu mô tả mối quan hệ giữa bước sóng, tần số của âm cơ bản và các hoạ âm khác nhau cho cột không khí có chiều dài 60 cm trong hai trường hợp đầu kín và đầu hở.

+ Phổ tần số nốt C4 được phát ra bởi một kèn Clarinet và một cây sáo.

Một phần chùm câu hỏi sau khi *biên soạn, thẩm định và chỉnh sửa* được minh hoạ trong Hình 4.

Âm thanh của các nhạc cụ thuộc bộ khí là kết quả của sự rung động trong một cột không khí. Có hai loại cột không khí cơ bản: cột không khí đầu kín và cột không khí đầu hở. Khi phát ra một âm có tần số f_0 thì nhạc cụ cũng phát ra các âm có tần số là bội nguyên của f_0 . Âm có tần số f_0 được gọi là âm cơ bản (hoạ âm thứ nhất), âm có tần số nf_0 được gọi là hoạ âm thứ n . Hai bảng số liệu dưới đây minh họa các mối quan hệ giữa bước sóng, tần số của âm cơ bản và các hoạ âm khác nhau hai cột không khí có cùng chiều dài 60 cm. Biết tốc độ truyền âm trong không khí là 340 m/s.

Bảng 1. Cột không khí đầu kín

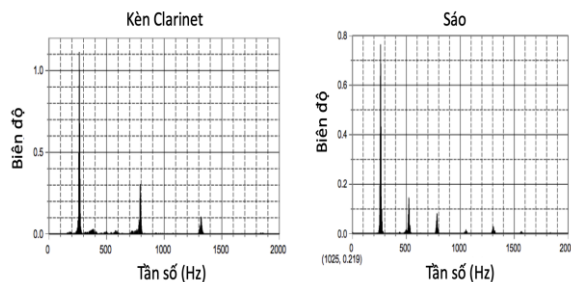
Hoạ âm	Tần số (Hz)	Bước sóng (m)
1	142	2,40
3	425	0,80
5	708	0,48
7	992	0,34

Bảng 2. Cột không khí đầu hở

Hoạ âm	Tần số (Hz)	Bước sóng (m)
1	283	1,20
2	567	0,60
3	850	0,40
4	1133	0,30

(Nguồn số liệu: <https://www.physicsclassroom.com>)

Âm cơ bản và hoạ âm kết hợp với nhau để tạo ra âm thanh mà chúng ta nghe thấy. Một số hoạ âm nhanh chóng phân tán và không ảnh hưởng đến âm thanh tổng thể. Các hoạ âm khác được duy trì và trở thành các hoạ âm nổi bật ảnh hưởng đến âm thanh nghe được. Hai nhạc cụ khác nhau có thể chơi cùng một nốt nhạc, nhưng âm thanh nghe được khá khác nhau. Một phân tích máy tính về những âm thanh này cho thấy sự khác biệt liên quan đến sự mạnh yếu tương đối của tần số âm cơ bản và hoạ âm khác nhau mà nhạc cụ tạo ra.



Hình 1. Phổ tần số nốt C4

(Nguồn dữ liệu: <https://www.physicsclassroom.com>)

Phân tích này cho kết quả là một phổ tần số. Phổ tần số cho thấy các tần số cụ thể trong âm thanh và độ mạnh tương đối hoặc biên độ của chúng. Hình 1 biểu diễn phổ tần số nốt C4 được phát ra bởi một kèn Clarinet và một cây sáo.

Câu 1. Điền số thích hợp vào chỗ trống để hoàn thành phát biểu sau:

Sử dụng số liệu trong bảng 1 để dự đoán tần số của các hoạ âm. Hoạ âm thứ 9 của một cột không khí đầu mở dài 60 cm có tần số khoảng.....Hz.

Câu 2. Tích vào ô Đúng/Sai tương ứng trong bảng để trả lời cho câu hỏi sau:

Kiểm tra tỉ lệ tần số của những đỉnh trong phổ tần số của Sáo trong hình 1; so sánh nó với tỉ lệ tần số của hoạ âm khác nhau được cho bởi bảng 1 và bảng 2. Chứng cứ nào cho thấy Sáo bao gồm một cột không khí đầu đóng hoặc mở?

Phát biểu	Đúng	Sai
Tất cả các hoạ âm đều có tần số là bội số của tần số âm cơ bản.		
Độ cao của các đỉnh trong Hình 1 phù hợp với mẫu sóng trong Bảng 1.		
Tần số của đỉnh thứ hai và thứ ba lần lượt là ba lần và năm lần tần số của đỉnh đầu tiên.		

(còn tiếp)

Hình 4. Chùm câu hỏi minh họa

3.4. Bộ tiêu chí đánh giá chùm câu hỏi đánh giá tư duy khoa học

Bộ tiêu chí đánh giá chùm câu hỏi được thiết kế với hai cụm tiêu chí nhằm đánh giá văn bản thông tin khoa học và đánh giá các câu hỏi con. Bảng 3 cho biết chi tiết về các tiêu chí đánh giá đã được chỉnh sửa sau khi nhận phản hồi từ các chuyên gia.

Trong bộ tiêu chí này, các tiêu chí được chỉnh sửa/bổ sung sau khi xin ý kiến chuyên gia là tiêu chí (1.5) và tiêu chí (2.3), cụ thể:

Bảng 3. Bộ tiêu chí đánh giá chùm câu hỏi

STT	Tiêu chí	Có	Không
1	Đánh giá văn bản thông tin khoa học		
1.1	Có trích dẫn nguồn tài liệu tham khảo (đối với văn bản lấy từ các báo cáo khoa học).		
1.2	Ngôn ngữ tiếng Việt, mang tính học thuật, trang trọng (không chọn các bài có tính giải trí, tin tức, văn nói...), đúng chính tả.		
1.3	Trình bày dưới một trong ba dạng thức: Biểu diễn dữ liệu; Tóm tắt nghiên cứu; Quan điểm mâu thuẫn.		
1.4	Hình ảnh rõ ràng, đầy đủ thông tin, đảm bảo chất lượng; các bảng số liệu thực nghiệm được lấy từ nguồn tin cậy có trích dẫn nguồn rõ ràng.		
1.5	Nội dung văn bản dẫn phải liên quan tới các kiến thức trong chương trình phổ thông.		
2	Đánh giá các câu hỏi con		
2.1	Bám sát yêu cầu cần đạt trong Chương trình Giáo dục phổ thông.		
2.2	Đáp án chính xác, các phương án đảm bảo độ nhiễu nhất định. Các câu hỏi kiểu Điền khuyết cần có các đáp án thay thế đảm bảo diễn đạt cùng một nội dung như đáp án "gốc".		
2.3	Xác định đúng mức độ tư duy cần đánh giá.		
2.4	Số lượng các phương án lựa chọn/phát biểu/chỗ trống tương ứng với từng kiểu câu hỏi đúng theo yêu cầu kĩ thuật.		

+ Tiêu chí (1.5) là tiêu chí được bổ sung sau khi xin ý kiến chuyên gia. Bộ tiêu chí ban đầu không có tiêu chí này dẫn đến các câu hỏi được thiết kế trong giai đoạn xin ý kiến chuyên gia có nội dung mới, xa rời nội dung kiến thức phổ thông hiện hành. Đồng thời, do không có tiêu chí này mà các câu hỏi con không đạt được tiêu chí (2.1). Vì vậy, việc bổ sung tiêu chí này là cần thiết để đảm bảo chùm câu hỏi đánh giá tư duy khoa học đánh giá được các yêu cầu cần đạt của chương trình các môn Vật lí, Hoá học và Sinh học cũng như biểu hiện cụ thể của các năng lực chung trong Chương trình giáo dục phổ thông 2018.

+ Tiêu chí (2.2) được bổ sung thêm nội dung về phương án nhiễu và kiểu câu hỏi điền khuyết so với thiết kế ban đầu. Việc bổ sung nội dung các phương án đảm bảo độ nhiễu nhất định để tăng độ khó và độ phân biệt của câu hỏi. Khi không có nội dung này, các câu hỏi được xây dựng hầu như không có phương án nhiễu đủ tốt mà chủ yếu được biên soạn theo hướng tùy ý. Nội dung liên quan tới kiểu câu hỏi Điền khuyết được bổ sung nhằm tăng khả năng chấp nhận đối với các câu trả lời mà thí sinh đưa ra dù cùng nội dung nhưng có hình thức khác đáp án.

3.5. Gợi ý cách lập ma trận đề kiểm tra định kì

Các chùm câu hỏi đánh giá tư duy khoa học được xây dựng bám sát yêu cầu cần đạt trong chương trình các môn Vật lí, Hoá học và Sinh học thuộc Chương trình giáo dục phổ thông 2018. Chính vì vậy, loại câu hỏi này có thể ứng dụng trong các bài kiểm tra định kì. Việc xây dựng ma trận đề kiểm tra định kì có sử dụng các chùm câu hỏi đánh giá tư duy khoa học của học sinh có thể được lập theo một số gợi ý sau:

- Hình thức đề kiểm tra phù hợp: 100% trắc nghiệm.
- Số lượng chùm câu hỏi đánh giá tư duy trong một đề kiểm tra định kì: 1 - 2 chùm.
- Sử dụng tương quan mức độ đánh giá tư duy và mức độ đánh giá hiện hành được cho bởi bảng 2 để xây dựng ma trận.

4. Kết luận

Chúng tôi đã kết hợp phương pháp nghiên cứu lí thuyết và xin ý kiến của các chuyên gia để thiết kế quy trình xây dựng các câu hỏi đánh giá tư duy khoa học gồm 8 bước và bộ tiêu chí đánh

giá câu hỏi chùm gồm 9 tiêu chí (5 tiêu chí để xác định văn bản khoa học, 4 tiêu chí cho xây dựng câu hỏi con). Chùm câu hỏi đánh giá tư duy khoa học được xây dựng theo quy trình mà chúng tôi đề xuất đáp ứng các yêu cầu chi tiết về cấu trúc, nội dung, hình thức và tỉ lệ các câu hỏi đánh giá mức độ tư duy cụ thể được quy định trong bộ tiêu chí đánh giá. Do đó, các câu hỏi đánh giá tư duy khoa học khi được sử dụng trong các đề kiểm tra định kì hoặc đề thi tuyển sinh đại học đảm bảo đánh giá được các yêu cầu cần đạt của chương trình các môn Vật lí, Hoá học và Sinh học trong Chương trình giáo dục phổ thông 2018. Bên cạnh đó, dựa trên mối tương quan giữa các mức độ đánh giá tư duy và mức độ theo thang đánh giá hiện hành, chúng tôi đưa ra gợi ý cách lập ma trận đề kiểm tra định kì sử dụng các chùm câu hỏi đánh giá tư duy. Các câu hỏi đánh giá tư duy khoa học không bắt buộc người học phải bao gồm kiến thức nâng cao nhưng phải có các kiến thức cơ bản để trả lời. Vì vậy, chúng cũng có thể được sử dụng để đánh giá tư duy khoa học cho học sinh không học các môn Vật lí, Hoá học và Sinh học ở cấp trung học phổ thông.

TÀI LIỆU THAM KHẢO/ REFERENCES

- [1] D. Kuhn, *What is Scientific Thinking and How Does it Develop?* Columbia University, 2010.
- [2] D. Klahr, *Exploring science: The cognition and development of discovery processes*. Cambridge MA: MIT Press, 2000.
- [3] B. Inhelder and J. Piaget, *The growth of logical thinking from childhood to adolescence*. New York: Basic Books, 1958.
- [4] B. Lei, K. Kathleen, X. Yang, F. Joseph, Z. Shaona, and C. Cheng, "Theoretical model and quantitative assessment of scientific thinking and reasoning," *Physical Rev. Phys. Edu. Res.*, vol. 18, 2022, Art. no. 010115.
- [5] L. Ma, W. Zuhao, S. Daner, H. W. Zhi, and Z. Liying, "Evaluating scientific reasoning ability: the design and validation of an assessment with a focus on reasoning and the use of evidence," *J. Baltic Sci. Edu.*, vol. 19, pp. 261-275, 2020.
- [6] W. D. Steven, *10 ACT practice tests*. The McGraw-Hill Companies, Inc, 2008.
- [7] A. Klein, M. Reddy, L. Kranik, A. Sills, and J. O'Neill, *ACT Science: Improving College Admission Test Scores (Student workbook)*. InstructiVision, Inc, 2014.
- [8] ACT, *The official ACT science guide*. Welley Publishing, 2020.
- [9] P. B. Eric, J. E. Brent, and G. P. Devin, "Improving college performance and retention the easy way: unpacking the ACT exam," *American Eco. J.: Economic Policy*, vol. 5, pp. 26-52, 2013.
- [10] Kansas Curriculum Center, "Is This a Trick Question? (A short guide to writing effective test questions)," 2001.
- [11] S. C. Allan and A. W. James, *Handbook on Test Development: Helpful Tips for Creating Reliable and Valid Classroom Tests*. Testing & Evaluation Services, University of Wisconsin-Madison, 2008.
- [12] Ministry of Education and Training, *General Program - General Education Program (issued together with Circular No. 32/2018/TT-BGDĐT dated December 26, 2018)*, 2018.
- [13] F. Helenrose, H. Wendy, S. B. Amanda, and N. Mark, "Developing a Measure of Scientific Literacy for Middle School Students," *Science Education*, vol. 98, pp. 549-580, 2014.
- [14] M. C. Karolina, P. Maja, S. Ana, I. Lana, J. Katarina, and H. Martin, "Development and validation of the Conceptual Survey on Wave Optics," *Physical Rev. Phys. Edu. Res.*, vol. 18, 2022, Art. no. 010103.
- [15] Hanoi University of Science and Technology, "2023 Assessment of Thinking Test: Examples of questions and examples," 2023.