



Bài báo nghiên cứu

**XÂY DỰNG BỘ THÍ NGHIỆM SỬ DỤNG TRONG DẠY HỌC
CHỦ ĐỀ "PHƯƠNG TRÌNH TRẠNG THÁI"
NHẪM PHÁT TRIỂN NĂNG LỰC THỰC NGHIỆM CỦA HỌC SINH**

*Nguyễn Thanh Loan, Lê Nhật Long**

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

**Tác giả liên hệ: Lê Nhật Long – Email: longlenhat0103@gmail.com*

Ngày nhận bài: 05-4-2022; ngày nhận bài sửa: 02-08-2022 ; ngày duyệt đăng: 25-5-2023

TÓM TẮT

Dạy học phát triển năng lực thực nghiệm vật lí là một trong những nhiệm vụ quan trọng khi triển khai Chương trình giáo dục phổ thông 2018. Thông qua việc chế tạo bộ dụng cụ thí nghiệm đáp ứng việc dạy học phát triển năng lực của học sinh và áp dụng vào dạy học thực tế, bài nghiên cứu nhận thấy các thành tố năng lực thực nghiệm của học sinh có sự tiến bộ và cải thiện. Bộ dụng cụ thí nghiệm được chế tạo đã góp phần giải quyết những khó khăn về mặt dụng cụ thí nghiệm hiện có và đáp ứng mục tiêu phát triển năng lực thực nghiệm của học sinh, phù hợp để sử dụng dạy học theo Chương trình giáo dục phổ thông 2018.

Từ khóa: Chương trình 2018; năng lực thực nghiệm; thí nghiệm vật lí; phương trình trạng thái

1. Giới thiệu

Chương trình giáo dục phổ thông 2018 đặt mục tiêu phát triển phẩm chất và năng lực của học sinh. Đối với môn Vật lí, chương trình chú trọng hình thành năng lực vật lí cho học sinh. Ngoài ra, Chương trình nhắc đến vai trò "đặc biệt quan trọng" của thí nghiệm, thực hành trong dạy học các đối tượng vật lí (MOET, 2018). Vì vậy, năng lực thực nghiệm (được Tran (2016) định nghĩa là khả năng vận dụng các kiến thức, kĩ năng thực nghiệm trong lĩnh vực vật lí cùng với thái độ tích cực để giải quyết các vấn đề đặt ra trong thực tiễn) là một trong những năng lực quan trọng cần được hình thành và phát triển cho học sinh.

Trong số các yêu cầu cần đạt của chủ đề "Phương trình trạng thái" (nằm trong mạch nội dung "Khí lí tưởng – Vật lí lớp 12), có hai yêu cầu cần đạt liên quan đến thí nghiệm. Cụ thể, học sinh được yêu cầu tiến hành hai thí nghiệm: thí nghiệm khảo sát định luật Boyle (quá trình đẳng nhiệt) và thí nghiệm minh họa định luật Charles (quá trình đẳng áp) (MOET, 2018). Từ đó, chúng tôi nhận ra tiềm năng dạy học phát triển năng lực thực nghiệm của học sinh thông qua các thí nghiệm thuộc chủ đề này.

Cite this article as: Nguyen Thanh Loan, & Le Nhat Long (2023). Creating experimental equipment used in teaching "Ideal gas law" module – To develop students' experimental competence. *Ho Chi Minh City University of Education Journal of Science*, 20(7), 1221-1234.

Một trong những phương pháp để bồi dưỡng, phát triển năng lực thực nghiệm của học sinh là tăng cường sử dụng thí nghiệm. Thông qua phương pháp này, học sinh có thể phát triển các thành tố của năng lực thực nghiệm từ thấp đến cao. Ở mức độ cao nhất, GV có thể thiết kế các nhiệm vụ thí nghiệm yêu cầu HS tự lựa chọn dụng cụ, xây dựng bố trí thí nghiệm, lên kế hoạch tiến hành thí nghiệm, xử lý sai số... (Phung, 2020). Vì vậy, để đáp ứng việc dạy học phát triển năng lực thực nghiệm ở mức cao nhất, bộ dụng cụ thí nghiệm ngoài những yêu cầu cơ bản như có độ chính xác, tin cậy cao còn phải được cấu tạo từ các bộ phận, module riêng biệt để tạo điều kiện cho HS lựa chọn dụng cụ, xây dựng bố trí thí nghiệm, kế hoạch tiến hành thí nghiệm...

Từ những lí do trên, chúng tôi chọn đề tài "Xây dựng bộ thí nghiệm sử dụng trong dạy học chủ đề "Phương trình trạng thái" – Chương trình giáo dục phổ thông 2018 – nhằm phát triển năng lực thực nghiệm của học sinh" với mục tiêu xây dựng một bộ thí nghiệm chính xác, tin cậy, đáp ứng việc dạy học phát triển năng lực thực nghiệm và thuận tiện cho giáo viên khi sử dụng trong dạy học ở trường phổ thông.

2. Nội dung

2.1. Danh mục vật liệu, dụng cụ của bộ thí nghiệm



Hình 1. Bộ dụng cụ thí nghiệm dạy học chủ đề "Phương trình trạng thái"

Bộ dụng cụ thí nghiệm gồm: (1) giá đỡ và khóa vuông góc, (2) kẹp bàn tay, (3) cylinder ống tiêm các loại (ống nhựa thể tích 12 ml và 20 ml, ống thủy tinh thể tích 20 ml), (4) khóa chữ T, (5) đĩa kim loại, (6) bộ các quả cân (100 g, 200 g, 500 g, 1 kg), (7) cốc thủy tinh, (8) bàn nâng, (9) nhiệt kế điện tử.

2.2. Đối tượng nghiên cứu của bộ thí nghiệm

Đối tượng nghiên cứu của bộ thí nghiệm là sự thay đổi của ba thông số trạng thái của khối khí được nhốt trong cylinder ống tiêm, bao gồm:

Thể tích khối khí có thể được đo dễ dàng bằng cách đọc các vạch chia trên ống tiêm.

Nhiệt độ tuyệt đối của khối khí được làm thay đổi bằng cách nhúng khối khí vào trong phần chất lỏng có nhiệt độ nóng lạnh khác nhau. Khi này, hiện tượng trao đổi nhiệt sẽ xảy

ra (theo nguyên lí 0 của nhiệt động lực học) và khi đạt trạng thái cân bằng nhiệt, nhiệt độ của khối khí có giá trị gần đúng bằng nhiệt độ của phần chất lỏng bao quanh khối khí.

Áp suất khối khí được tính gián tiếp thông qua khối lượng đặt lên khối khí.

2.3. Các thí nghiệm có thể tiến hành

2.3.1. Thí nghiệm khảo sát định luật Boyle

- **Mục đích thí nghiệm**

Khảo sát định luật Boyle: Khi giữ không đổi nhiệt độ của một khối lượng khí xác định thì áp suất gây ra bởi khí tỉ lệ nghịch với thể tích của nó.

- **Bố trí thí nghiệm**

Bố trí thí nghiệm được thể hiện như Hình 2: gắn van 3 chiều vào đầu hở của cylinder ống tiêm, treo ống tiêm lên giá đỡ, vuông góc với mặt bàn, gắn đĩa cân lên đầu piston của ống tiêm, chuẩn bị các quả nặng.



Hình 2. Bố trí thí nghiệm khảo sát định luật Boyle

- **Các bước tiến hành thí nghiệm**

Bước 1. Ghi nhận khối lượng của hệ gồm piston có gắn đĩa cân. Chọn thể tích khối khí V_0 cần khảo sát.

Bước 2. Kéo piston đến vạch chia V_0 và khóa van 3 chiều để nhốt khối khí lại, sau đó buông tay. Ghi nhận số liệu thể tích V tương ứng. Lặp lại thao tác này 3 lần, ghi nhận giá trị V_1, V_2, V_3 và lấy giá trị trung bình.

Bước 3. Tính toán giá trị áp suất p của khối khí dựa vào khối lượng của piston và đĩa cân.

Bước 4. Đặt các quả cân lên đĩa, mở khóa van 3 chiều, kéo piston đến vạch chia V_0 , khóa van và buông tay. Tiếp tục ghi nhận và tính toán số liệu áp suất p và thể tích V tương ứng. Lặp lại thao tác này 3 lần, ghi nhận giá trị V_1, V_2, V_3 và lấy giá trị trung bình.

Bước 5. Lặp lại các bước trên, mỗi lần ta tăng khối lượng các quả nặng thêm 200 g.

Lưu ý: Lặp lại thao tác mở khóa van 3 chiều và kéo piston đến vạch chia V_0 và khóa lại sau mỗi lần thay đổi khối lượng đặt trên piston để đảm bảo ta khảo sát một khối khí xác định.

- **Số liệu và xử lí số liệu**

Chúng tôi tiến hành thí nghiệm với những thông số ban đầu và hằng số sau:

Bảng 1. Các thông số và hằng số sử dụng trong thí nghiệm khảo sát định luật Boyle

Bán kính tiết diện piston ống tiêm (cm)	$1,080 \pm 0,002$
Khối lượng ban đầu của hệ gồm piston ống tiêm và đĩa cân (g)	$71,1 \pm 0,1$
Gia tốc trọng trường ($\frac{m}{s^2}$)	$9,78 \pm 0,01$
Số pi	$3,14 \pm 0,01$
Áp suất khí quyển (kPa)	$101,12 \pm 0,01$

Chúng tôi thực hiện thí nghiệm và thu nhận được bảng số liệu như sau:

Bảng 2. Bảng số liệu thí nghiệm khảo sát định luật Boyle

Khối lượng đặt lên piston (kg)	Áp suất khí (kPa)	Thể tích khối khí $V = \frac{1}{3}(V_1 + V_2 + V_3)$				$\frac{1}{V}$ (ml ⁻¹)	pV (kPa. ml)	$\Delta(pV)$
		V ₁ (ml)	V ₂ (ml)	V ₃ (ml)	V (ml)			
0,0711	101,91	20	20	20	20,0	0,050	2038,113	6,3680
0,2711	107,27	19	19	19	19,0	0,053	2038,056	6,4250
0,4711	112,63	18	18	18	18,0	0,056	2027,278	17,2029
0,6711	117,99	17	17	17	17,0	0,059	2005,779	38,7017
0,8711	123,35	17	16	17	16,7	0,060	2055,791	11,3102
1,0711	128,71	16	16	16	16,0	0,063	2059,327	14,8458
1,2711	134,07	16	15	15	15,3	0,065	2055,715	11,2342
1,4711	139,43	15	15	14	14,7	0,068	2044,956	0,4753
1,6711	144,79	14	14	15	14,3	0,070	2075,313	30,8322
Giá trị trung bình							2044,4809	15,2662
Giá trị lớn nhất								38,7017

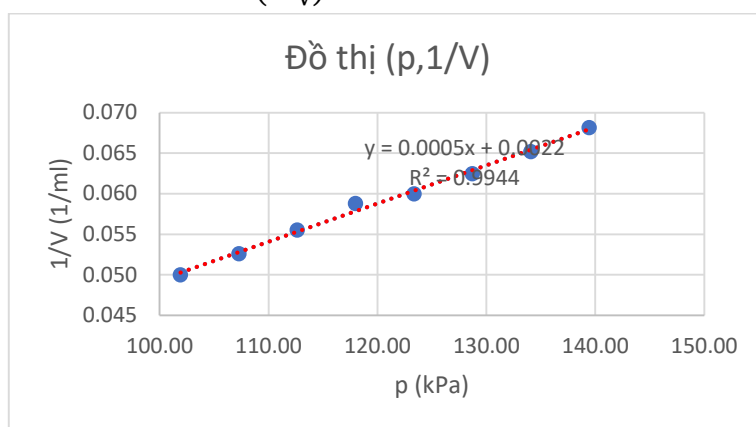
Sai số tỉ đối trung bình được tính ở Phương trình 1:

$$\delta(pV) = \frac{\Delta pV}{pV} \cdot 100\% = 0,75\% \tag{1}$$

Sai số tỉ đối cực đại được tính ở Phương trình 2:

$$\delta(pV) = \frac{\Delta(pV)_{MAX}}{pV} \cdot 100\% = 1,89\% \tag{2}$$

Từ số liệu thí nghiệm, đồ thị $(p, \frac{1}{V})$ có dạng như Hình 3:



Hình 3. Đồ thị $(p, \frac{1}{V})$

- **Kết luận**

Giá trị sai số tỉ đối trung bình và sai số tỉ đối cực đại của thương số pV thấp (dưới 3%). Từ đó, ta có thể kết luận được giá trị của tích số pV gần như giữ nguyên. Ngoài ra, đồ thị $(p, \frac{1}{V})$ có dạng đường thẳng, và dựa vào tính năng khớp hàm của Excel, ta thấy hàm số mà Excel ước lượng có dạng $y = ax + b$, trong đó giá trị của b gần bằng 0. Từ đó, ta có thể kết luận gần đúng rằng đồ thị có dạng đường thẳng đi qua gốc tọa độ.

Vậy, ta có thể kết luận rằng bộ dụng cụ thí nghiệm cho kết quả đáng tin cậy.

2.3.2. Thí nghiệm minh họa định luật Charles

- **Mục đích thí nghiệm**

Minh họa định luật Charles: Khi giữ không đổi áp suất của một khối lượng khí xác định thì thể tích của khí tỉ lệ với nhiệt độ tuyệt đối của nó.

- **Bố trí thí nghiệm**

Ta bố trí thí nghiệm như Hình 4: Sử dụng ống tiêm nhựa, kéo piston lên một đoạn (khoảng 2/3 chiều dài ống), sau đó cắm ống tiêm vào nước màu và kéo piston lên hết cỡ để hút nước màu vào.

Treo ống tiêm và đầu nhiệt kế lên giá đỡ sao cho hệ thí nghiệm đặt ngang tầm mắt người làm thí nghiệm. Đặt li thủy tinh chứa nước ở các nhiệt độ nóng lạnh khác nhau lên bàn nâng và xoay núm vặn để nâng li thủy tinh lên, sao cho đầu cảm biến chỉ chạm vào nước.



Hình 4. Bố trí thí nghiệm minh họa định luật Charles

- **Các bước tiến hành thí nghiệm**

Bước 1. Bố trí thí nghiệm như phương án đã đề ra. Đặt li thủy tinh chứa nước lên bàn nâng và nâng lên sao cho ngập hết phần ống tiêm.

Bước 2. Đợi đến khi quá trình trao đổi nhiệt ngưng lại. Đọc giá trị thể tích khối khí và nhiệt độ của nước.

Bước 3. Lặp lại các bước trên, mỗi lần thí nghiệm ta thay đổi nhiệt độ nước từ 15 – 20°C.

- **Số liệu và xử lý số liệu**

Chúng tôi thực hiện thí nghiệm và thu nhận được bảng số liệu như sau:

Bảng 3. Bảng số liệu thí nghiệm minh họa định luật Charles

Thể tích tối đa của ống tiêm: $V_0 = 12,0 \text{ ml}$					
Nhiệt độ ($^{\circ}\text{C}$)	Nhiệt độ tuyệt đối T (K)	Thể tích phần nước trong ống tiêm V' (ml)	Thể tích khí: $V = V_0 - V'$ (ml)	$\frac{V}{T}$ (ml. K^{-1})	$\Delta\left(\frac{V}{T}\right)$ (ml. K^{-1})
70,1	343,1	2,6	9,4	0,027	0.0007
51,6	324,6	3,2	8,8	0,027	0.0010
31,7	304,7	3,4	8,6	0,028	0.0001
27,5	300,5	3,6	8,4	0,028	0.0002
11,5	284,5	3,8	8,2	0,029	0.0007
1,6	274,6	4,0	8,0	0,029	0.0010
Giá trị trung bình				0,0281	0,0006
Giá trị lớn nhất					0,0010

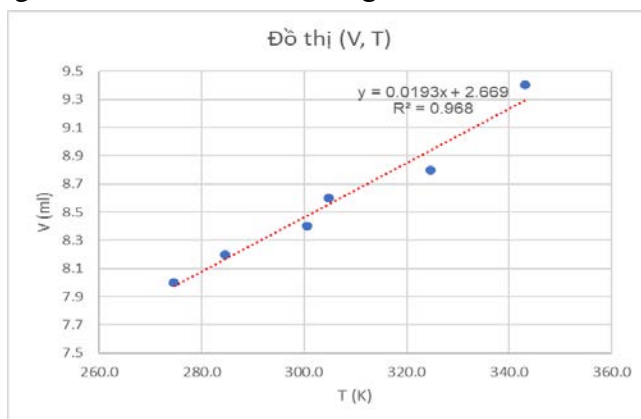
Sai số tỉ đối trung bình được tính ở Phương trình 3:

$$\delta\left(\frac{V}{T}\right) = \frac{\Delta\left(\frac{V}{T}\right)}{\frac{V}{T}} \cdot 100\% = 2,14\% \tag{3}$$

Sai số tỉ đối cực đại được tính ở Phương trình 4:

$$\delta\left(\frac{V}{T}\right)_{MAX} = \frac{\Delta\left(\frac{V}{T}\right)_{MAX}}{\frac{V}{T}} \cdot 100\% = 3,65\% \tag{4}$$

Từ số liệu thí nghiệm, đồ thị (V, T) có dạng như Hình 5:



Hình 5. Đồ thị (V, T)

• **Kết luận**

Giá trị sai số tỉ đối trung bình và sai số tỉ đối cực đại của tích số $\frac{V}{T}$ thấp (dưới 5%). Từ đó, ta có thể kết luận được giá trị của tích số $\frac{V}{T}$ gần như giữ nguyên. Ngoài ra, đồ thị (V, T) có dạng đường thẳng. Tuy nhiên, dạng đường thẳng lệch khá nhiều khi ta kéo dài về phía gốc tọa độ.

Dựa vào sai số tỉ đối, ta có thể kết luận kết quả thí nghiệm đáng tin cậy. Dạng đồ thị có sự sai lệch là do khối khí ta khảo sát là khí thực, không tuân theo hoàn toàn định luật Charles cũng như một số yếu tố khác như sự chênh lệch nhiệt độ của nước và khối khí...

2.4. Thiết kế tiến trình dạy học chủ đề "Phương trình trạng thái" có sử dụng bộ thí nghiệm

Nhằm đánh giá xem việc sử dụng bộ dụng cụ thí nghiệm trong dạy học có giúp phát triển năng lực thực nghiệm của học sinh hay không, người nghiên cứu đề xuất tiến trình dạy học nhằm đáp ứng hai yêu cầu cần đạt trong chủ đề "Phương trình trạng thái", thuộc mạch nội dung "Khí lí tưởng" – lớp 12 (MOET, 2018). Hai yêu cầu cần đạt bao gồm:

- Thực hiện thí nghiệm khảo sát định luật Boyle: Khi giữ không đổi nhiệt độ của một khối lượng khí xác định thì áp suất gây ra bởi khí tỉ lệ nghịch với thể tích của nó.
- Thực hiện thí nghiệm minh họa định luật Charles: Khi giữ không đổi áp suất của một khối lượng khí xác định thì thể tích của khí tỉ lệ với nhiệt độ tuyệt đối của nó.

2.4.1. Mục tiêu dạy học

Mục tiêu dạy học là phát triển các thành tố của năng lực thực nghiệm của học sinh. Vì vậy, mục tiêu dạy học được xây dựng dựa trên các thành tố của năng lực thực nghiệm và được trình bày chi tiết ở Bảng 4 (Le & Pham, 2021):

Bảng 4. Bảng liệt kê và mã hóa mục tiêu dạy học

Mục tiêu	Mã hóa
Dự kiến được phương án bố trí thực nghiệm	TN2.3
Dự kiến được phương án tiến hành thực nghiệm, thu thập và xử lí dữ liệu	TN2.4
Lựa chọn, xây dựng các dụng cụ/thiết bị thực nghiệm	TN3.1
Bố trí, lắp ráp các dụng cụ/thiết bị thực nghiệm	TN3.2
Tiến hành các bước thực nghiệm	TN3.3
Thu thập dữ liệu thực nghiệm	TN3.4
Xử lí được sai số và biểu diễn kết quả của phép đo	TN4.1
Rút ra các kết luận vật lí	TN4.2

2.4.2. Tiến trình dạy học

Chủ đề "Phương trình trạng thái" nằm trong mạch nội dung "Khí lí tưởng", được giảng dạy cho HS khối 12. Đây là điểm khác biệt lớn so với chương trình hiện hành, khi các nội dung kiến thức tương tự được giảng dạy cho HS khối 10. Điểm khác biệt này có thể được lí giải theo quan điểm xây dựng chương trình, đó là "các chủ đề được sắp xếp từ trực quan đến trừu tượng, từ đơn giản đến phức tạp" (MOET, 2018). Các kiến thức thuộc mạch nội dung "Khí lí tưởng" có phần trừu tượng, vì khi nghiên cứu chất khí, ta chủ yếu nghiên cứu về chuyển động và tương tác của các phân tử khí thông qua các mô hình do ta không thể nào quan sát trực tiếp các phân tử này. Ngoài ra, mạch nội dung này đòi hỏi các kiến thức phức tạp về va chạm trong trường hợp một chiều, ba chiều... Như vậy, việc giảng dạy mạch nội dung này cho khối 12 là hợp lí, vì khi này năng lực vật lí của các em đã có sự trau dồi và phát triển nhất định, phù hợp để tiếp thu các kiến thức trừu tượng, phức tạp.

Các kiến thức thuộc chủ đề "Phương trình trạng thái" trong Chương trình 2018 và chương "Chất khí" trong chương trình hiện hành lớp 10 đều tập trung vào các định luật chất

khí và phương trình trạng thái khí lí tưởng. Trong phạm vi bài nghiên cứu, nhóm tác giả tập trung nghiên cứu các kiến thức liên quan đến hai định luật chất khí (định luật Boyle và định luật Charles). Một số khác biệt về yêu cầu cần đạt liên quan đến các kiến thức kể trên được trình bày ở Bảng 5:

Bảng 5. So sánh yêu cầu cần đạt liên quan đến hai định luật chất khí của chương trình hiện hành và Chương trình 2018

Yêu cầu cần đạt trong chương Chất khí (Vật lí 10 cơ bản) (MOET, 2006)	Sự khác biệt về yêu cầu cần đạt trong chủ đề "Phương trình trạng thái" (Vật lí 12 – Chương trình 2018)
Phát biểu được định luật Bôi-lơ Ma-ri-ôt, vẽ được đường đẳng nhiệt trong hệ tọa độ (p, V). Phát biểu được định luật Sác-lơ, vẽ được đường đẳng tích trong hệ tọa độ (p, T).	Yêu cầu học sinh thực hiện thí nghiệm khảo sát định luật Boyle. Yêu cầu học sinh thực hiện thí nghiệm minh họa định luật Charles. Định luật Charles là định luật của chất khí trong quá trình đẳng áp.

Có thể thấy, việc Chương trình 2018 yêu cầu học sinh thực hiện thí nghiệm là sự khác biệt cơ bản nhất khi so sánh giữa hai chương trình. Cụ thể, MOET (2018) đã giải thích thuật ngữ "thực hiện thí nghiệm" là "làm được các bước thí nghiệm (theo phương án đã định hoặc đề xuất)". Ngoài ra, Chương trình 2018 còn có sự chỉnh lí về mặt kiến thức, khi gọi tên định luật Charles là định luật chất khí trong quá trình đẳng áp. Trong khi đó, theo chương trình hiện hành, định luật Sác-lơ (Charles) mô tả quá trình đẳng tích.

Theo phân phối chương trình, mạch nội dung "Khí lí tưởng" có thời lượng 12 tiết (MOET, 2018) và việc phân bổ thời lượng cho từng nội dung cụ thể có thể do giáo viên làm chủ. Vì vậy, nhằm đáp ứng hai yêu cầu cần đạt đã nêu ở đầu mục 2.3, người nghiên cứu đề xuất xây dựng tiến trình dạy học với thời lượng 4 tiết, với phân phối cụ thể: 2 tiết đầu cho Phần 1: Khảo sát định luật Boyle và 2 tiết sau cho Phần 2: Minh họa định luật Charles.

Từ các phân tích trên, người nghiên cứu đã xây dựng tiến trình dạy học mỗi phần gồm 4 hoạt động và được trình bày chi tiết ở Bảng 6.

Bảng 6. Tiến trình dạy học thí nghiệm cụ thể

Hoạt động [Mục tiêu]	Nội dung hoạt động	Tổ chức thực hiện	Sản phẩm dự kiến của học sinh
Hoạt động 1. Lựa chọn dụng cụ và bố trí thực nghiệm. [TN2.3 TN3.1 TN3.2]	HS làm việc theo nhóm để lựa chọn dụng cụ thực hiện thí nghiệm, đưa ra phương án bố trí thí nghiệm và tiến hành bố trí theo phương án đã đề ra	GV giới thiệu các dụng cụ thí nghiệm và công dụng, sau đó yêu cầu HS lựa chọn các dụng cụ thí nghiệm cần thiết để thực hiện thí nghiệm khảo sát định luật Boyle. Từ những dụng cụ đó, GV yêu cầu HS phác thảo bố trí thí nghiệm và tiến hành lắp ráp các thiết bị theo phương án đã thiết kế. Đại diện nhóm HS lên trình bày kết quả làm việc và nhận được sự góp ý, nhận xét của GV và các nhóm khác.	Danh sách các dụng cụ dùng trong thí nghiệm, bản phác thảo bố trí thí nghiệm

<p>Hoạt động 2. Lập kế hoạch tiến hành thực nghiệm, thu thập và xử lý dữ liệu. [TN2.4]</p>	<p>HS thảo luận nhóm để đưa ra các bước thực hiện thí nghiệm, phương án thu thập và xử lý dữ liệu</p>	<p>GV phát cho các nhóm những vấn đề cần giải quyết dưới dạng những bao thư dán kín, bên trong có gợi ý và yêu cầu HS đề ra các bước tiến hành thí nghiệm, thu thập và xử lý số liệu Đại diện nhóm HS lên trình bày các bước tiến hành thí nghiệm và nhận được sự góp ý, nhận xét của GV và các nhóm khác</p>	<p>Các bước tiến hành thí nghiệm, phương án xử lý dữ liệu</p>
<p>Hoạt động 3. Tiến hành thực nghiệm và thu thập dữ liệu. [TN3.3 TN3.4]</p>	<p>HS thực hiện thí nghiệm theo phương án đã đề xuất và thu thập các dữ liệu</p>	<p>HS thực hiện các thao tác thí nghiệm theo các bước thí nghiệm đã xây dựng để thu thập dữ liệu GV đi vòng quanh lớp để hỗ trợ và giúp đỡ các nhóm</p>	<p>Bảng dữ liệu</p>
<p>Hoạt động 4. Xử lý dữ liệu và rút ra kết luận. [TN4.1 TN4.2]</p>	<p>HS tính toán và xử lý sai số, Từ đó, đưa ra những kết luận, nhận xét về kết quả thí nghiệm</p>	<p>GV yêu cầu HS xử lý dữ liệu và trình bày kết quả dưới các hình thức khác nhau (biểu bảng, đồ thị...). Từ đó, HS rút ra kết luận về thí nghiệm đã thực hiện. Đại diện các nhóm trình bày kết quả làm việc trước lớp và nhận được sự góp ý của GV và các nhóm khác.</p>	<p>Kết quả xử lý dữ liệu, kết luận về thí nghiệm</p>

2.4.3. Rubric đánh giá năng lực thực nghiệm của học sinh

Nhằm phục vụ công tác kiểm tra đánh giá, người nghiên cứu dựa vào rubric đánh giá năng lực thực nghiệm của học sinh do tác giả Phung (2020) xây dựng dựa trên sự tự lực của học sinh. Trong rubric này, mỗi chỉ số hành vi được đánh giá dựa trên 3 mức độ, học sinh đạt mức 1 (thấp nhất) khi đáp ứng được chỉ số hành vi dưới sự hướng dẫn hoàn toàn của GV, mức 2 khi đáp ứng được chỉ số hành vi dưới sự hướng dẫn một phần của GV và mức 3 (cao nhất) khi tự đáp ứng được chỉ số hành vi. Từ đó, người nghiên cứu đã làm rõ các tiêu chí chất lượng, giải thích cụ thể như thế nào là "sự hướng dẫn một phần" hay "sự hướng dẫn hoàn toàn" của GV" trong Bảng 7.

Bảng 7. Rubric đánh giá năng lực thực nghiệm của học sinh

Chỉ số hành vi	Mức độ	Tiêu chí chất lượng
<p>2.3. Dự kiến phương án bố trí thực nghiệm</p>	1	HS xây dựng được phương án bố trí thực nghiệm dưới sự hướng dẫn hoàn toàn của GV
	2	HS xây dựng được phương án bố trí thực nghiệm với ít hơn 2 sự hướng dẫn, gợi ý của GV
	3	HS tự xây dựng được phương án bố trí thực nghiệm
<p>2.4. Dự kiến phương án tiến hành thực nghiệm, thu thập và xử lý dữ liệu</p>	1	HS xây dựng được các bước tiến hành thực nghiệm, phương án xử lý dữ liệu sau khi mở hết gợi ý
	2	HS xây dựng được các bước tiến hành thực nghiệm, phương án xử lý dữ liệu sau khi mở ít hơn 3 gợi ý
	3	HS tự xây dựng được các bước tiến hành thực nghiệm, phương án xử lý dữ liệu

3.1. Lựa chọn, xây dựng các dụng cụ/thiết bị thực nghiệm	1	HS lựa chọn được các dụng cụ, thiết bị thực nghiệm dưới sự hướng dẫn hoàn toàn của GV
	2	HS lựa chọn được các dụng cụ, thiết bị thực nghiệm với ít hơn 2 sự hướng dẫn, gợi ý của GV
	3	HS tự lựa chọn được các dụng cụ, thiết bị thực nghiệm
3.2. Bố trí lắp ráp các dụng cụ/thiết bị thực nghiệm	1	HS bố trí lắp ráp được bộ dụng cụ thực nghiệm dưới sự hướng dẫn hoàn toàn của GV
	2	HS bố trí lắp ráp được bộ dụng cụ thực nghiệm với ít hơn 2 lần hướng dẫn, gợi ý của GV
	3	HS tự bố trí lắp ráp được bộ dụng cụ thực nghiệm
3.3. Tiến hành các bước thực nghiệm	1	HS tiến hành được các bước thực nghiệm dưới sự giúp đỡ hoàn toàn của GV
	2	HS tiến hành được các bước thực nghiệm sau khi nhận được ít hơn 3 hướng dẫn, giúp đỡ từ GV
	3	HS tự tiến hành được các bước thực nghiệm
3.4. Thu thập dữ liệu thực nghiệm	1	HS thu thập được dữ liệu thực nghiệm dưới sự hướng dẫn hoàn toàn của GV
	2	HS thu thập được dữ liệu thực nghiệm với ít hơn 2 lần hướng dẫn, giúp đỡ của GV
	3	HS tự thu thập được dữ liệu thực nghiệm
4.1. Xử lý được sai số và biểu diễn kết quả của phép đo	1	HS tính được sai số và biểu diễn được kết quả bằng một trong các hình thức biểu đạt (đồ thị, bảng biểu...) dưới sự hướng dẫn hoàn toàn của GV
	2	HS tính được sai số và biểu diễn được kết quả bằng một trong các hình thức biểu đạt (đồ thị, bảng biểu...) sau khi nhận được ít hơn 2 hướng dẫn của GV
	3	HS tự tính được sai số và biểu diễn được kết quả bằng một trong các hình thức biểu đạt (đồ thị, bảng biểu...)
4.2. Rút ra các kết luận vật lí	1	HS kết luận được kết quả thực nghiệm từ giá trị sai số, dạng đồ thị dưới sự hướng dẫn hoàn toàn của GV
	2	HS kết luận được kết quả thực nghiệm từ giá trị sai số, dạng đồ thị sau khi nhận được ít hơn 2 hướng dẫn của GV
	3	HS tự kết luận được kết quả thực nghiệm từ giá trị sai số, dạng đồ thị

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Kết quả thực nghiệm sơ phạm

Đối tượng thực nghiệm sơ phạm là HS lớp 10A17, Trường THPT Mạc Đĩnh Chi, Quận 6, Thành phố Hồ Chí Minh. Trải qua 4 tiết thực nghiệm (trong khoảng thời gian từ 28/02/2022 đến 12/3/2022) tại phòng thí nghiệm vật lí của trường, học sinh đã thực hiện tổng cộng 2 thí nghiệm: thí nghiệm khảo sát định luật Boyle và thí nghiệm minh họa định luật Charles. Phương pháp đánh giá chủ yếu là quan sát (trên lớp và thông qua băng hình) và đánh giá thông qua phiếu học tập nhóm. Kết quả thực nghiệm được trình bày cụ thể như sau:

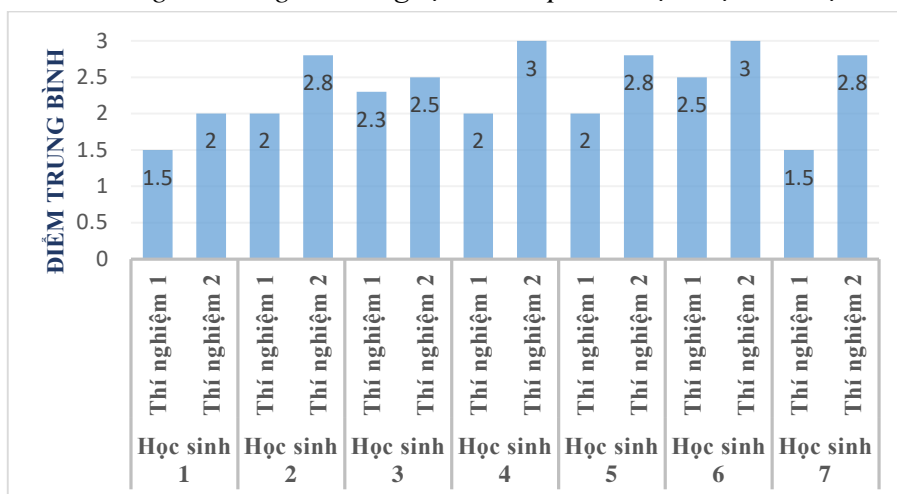
Người nghiên cứu cho điểm học sinh dựa vào mức độ đạt được các chỉ số hành vi của năng lực thực nghiệm (mức 1 ứng với 1 điểm, mức 3 ứng với 3 điểm). Sau đó, người nghiên

cứ tính điểm trung bình cộng theo các năng lực thành phần của năng lực thực nghiệm. Kết quả điểm trung bình của học sinh được thể hiện ở các biểu đồ sau:

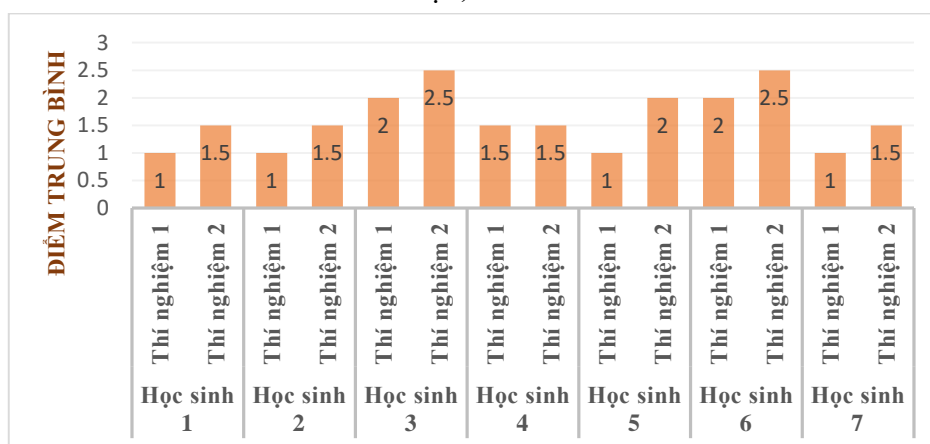
Biểu đồ 1. Điểm trung bình ứng với năng lực thành phần Lập kế hoạch thực nghiệm



Biểu đồ 2. Điểm trung bình ứng với năng lực thành phần Thực hiện kế hoạch thực nghiệm



Biểu đồ 3. Điểm trung bình ứng với năng lực thành phần Xử lý dữ liệu thực nghiệm và rút ra kết luận, đề xuất điều chỉnh



3.2. Thảo luận kết quả thực nghiệm sư phạm

Nhìn chung, điểm trung bình các năng lực thành phần của các học sinh đều tăng hoặc giữ nguyên qua hai chủ đề dạy học có sử dụng bộ dụng cụ thí nghiệm. Cụ thể, đối với năng lực thành phần "*Lập kế hoạch thực nghiệm*" (Biểu đồ 1), điểm trung bình của học sinh đa phần giữ nguyên. Đối với hai năng lực thành phần "*Thực hiện kế hoạch thực nghiệm*" (Biểu đồ 2) và "*Xử lý dữ liệu thực nghiệm và rút ra kết luận, đề xuất điều chỉnh*" (Biểu đồ 3), điểm trung bình của hầu hết các học sinh tăng, với các mức tăng đa dạng. Có thể thấy, năng lực thành phần "*Lập kế hoạch thực nghiệm*" chưa cho thấy sự phát triển rõ rệt khi so sánh với hai năng lực thành phần còn lại. Điều này có thể lí giải do đối tượng thực nghiệm sư phạm là học sinh lớp 10 học trực tuyến ở học kì 1, chưa có cơ hội tiếp xúc và làm quen với việc học, thao tác với các dụng cụ thí nghiệm hay tự đưa ra các bước tiến hành thí nghiệm.

Tóm lại, thông qua việc phân tích kết quả thực nghiệm sư phạm, người nghiên cứu nhận thấy sự phát triển chung về năng lực thực nghiệm của học sinh. Cần phải nói thêm, việc phát triển năng lực thực nghiệm cần được thực hiện trong một thời gian dài, xuyên suốt thời gian học và thông qua nhiều bài học. Vì vậy, có thể tập trung bồi dưỡng và phát triển các năng lực thành phần hay chỉ số hành vi còn hạn chế của học sinh qua các bài học có sử dụng thí nghiệm khác.

4. Kết luận và kiến nghị

Bài báo đã mô tả cách chế tạo bộ dụng cụ thí nghiệm nhằm dạy học một số kiến thức thuộc chủ đề "Phương trình trạng thái" trong Chương trình giáo dục phổ thông 2018 môn Vật lí. Sau đó, từ những phân tích về vị trí, vai trò và thời lượng của mạch nội dung "Khí lí tưởng" trong Chương trình 2018, người nghiên cứu đã xây dựng tiến trình dạy học đáp ứng hai yêu cầu cần đạt liên quan đến định luật Boyle và định luật Charles. Thông qua số liệu thí nghiệm và kết quả thực nghiệm, ta thấy bộ thí nghiệm cho kết quả đáng tin cậy và bước đầu cho thấy sự phát triển năng lực thực nghiệm của học sinh. Khi so sánh với các nghiên cứu cùng chủ đề, bài báo đã có sự kế thừa những nội dung như sau. Về mặt cơ sở lí luận, bài báo tham khảo khung năng lực thực nghiệm gồm bốn thành phần là xác định mục đích thực nghiệm, lập kế hoạch thực nghiệm, thực hiện kế hoạch thực nghiệm và xử lý dữ liệu thực nghiệm, rút ra kết luận. Cấu trúc này cũng được sử dụng trong nghiên cứu của các tác giả Nguyen (2013) hay của nhóm tác giả Nguyen & Phan (2018). Về phương pháp dạy học phát triển năng lực thực nghiệm, bài báo tập trung chế tạo và sử dụng dụng cụ thí nghiệm tương tự với nghiên cứu của Nguyen & Phan (2018) và Nguyen (2018). Ngoài ra, một phương pháp phát triển năng lực thực nghiệm khác được sử dụng là xây dựng chuyên đề thí nghiệm mở do tác giả Nguyen (2013) nghiên cứu. Từ những nội dung kế thừa này, bài báo có sự phát triển ở một số nội dung như gắn việc dạy học phát triển năng lực thực nghiệm trong bối cảnh triển khai Chương trình giáo dục phổ thông 2018, với sự phân tích, so sánh Chương trình 2018 với Chương trình 2006, từ đó đề xuất tiến trình dạy học và rubric kiểm tra đánh

giá. Hơn nữa, bài báo còn cung cấp kết quả thực nghiệm sư phạm trên đối tượng học sinh trung học phổ thông và các phân tích kèm theo.

Trong các nghiên cứu tiếp theo, nhóm nghiên cứu sẽ tập trung cải tiến bộ thí nghiệm để tăng độ chính xác và sự gọn nhẹ, tiến hành thực nghiệm sư phạm trên mẫu lớn hơn và đối tượng phù hợp hơn (học sinh lớp 12 đã thụ hưởng Chương trình 2018) để có những đánh giá chi tiết về sự đáp ứng mục tiêu phát triển năng lực thực nghiệm của học sinh thông qua việc dạy học có sử dụng bộ dụng cụ thí nghiệm, cũng như tiếp tục thiết kế các dụng cụ thí nghiệm hoặc bài học để phát triển toàn diện năng lực thực nghiệm của học sinh.

- ❖ **Tuyên bố về quyền lợi:** Các tác giả xác nhận hoàn toàn không có xung đột về quyền lợi.
- ❖ **Lời cảm ơn:** Cảm ơn TS Nguyễn Lâm Duy và các giảng viên thuộc Phòng Thí nghiệm Vật lý Nâng cao – Khoa Vật lý Trường Đại học Sư phạm Thành phố Hồ Chí Minh đã hỗ trợ dụng cụ, thiết bị nghiên cứu; cảm ơn Ban Giám hiệu, tổ bộ môn Vật lý, giáo viên chủ nhiệm, giáo viên bộ môn Vật lý và tập thể học sinh lớp 10A17, Trường THPT Mạc Đĩnh Chi (Quận 6, Thành phố Hồ Chí Minh) đã hỗ trợ trong quá trình thực nghiệm sư phạm.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Le, T. X., & Pham, X. Q. (2021). Thiết kế nhiệm vụ thực nghiệm khi dạy học nội dung "Quy tắc hợp lực song song cùng chiều" [Designing experimental tasks in teaching "The resultant of two parallel forces acting in the same direction"]. *Proceedings of the National 5th Teaching Physics Scientific Conference*, 67-74.
- Luong, D. B. (Chief Editor), Nguyen, X. C., To, G., Tran, C. M., Vu, Q., & Bui, G. T. (2021). *Sách giáo khoa Vật lý 10 – Tài ban lan thu 15 [Physics 10 Textbook – 15th edition]*. Hanoi: Vietnam Education Publishing House.
- Ministry of Education and Training – MOET. (2006). *Quyết định ban hành Chương trình giáo dục phổ thông [The National Curriculum]*. Hanoi.
- Ministry of Education and Training – MOET. (2018). *Chương trình giáo dục phổ thông môn Vật lý [The Physics National Curriculum]*. Hanoi.
- Nguyen, H. A. (2018). Chế tạo và sử dụng thí nghiệm tự tạo vào tổ chức dạy học vật lý theo hướng phát triển năng lực thực nghiệm [Making and use self-created experiments in physics teaching organization towards experimental capacity development]. *UED Journal of Social Sciences, Humanities & Education*, (8(3A)), 1-6.
- Nguyen, V. B. (2013). Xây dựng chuyên đề thí nghiệm mô đề bồi dưỡng năng lực thực nghiệm cho học sinh THPT chuyên [Developing experimental competence of talent students through Open-Ended Experiments about Optics]. *Journal of Education*.
- Nguyen, V. N., & Phan. G. A. V. (2018). Chế tạo và sử dụng bộ thí nghiệm quang học trong dạy học vật lý theo hướng phát triển năng lực thực hành cho học sinh [Making and using optics lab experiment kit in physics teaching to develop student's practical competency]. *UED Journal of Social Sciences, Humanities & Education*, 8(3B), 74-80.

- Phung, T. T. H. (2020). *Boi duong nang luc thuc nghiem cua hoc sinh thong qua xay dung va su dung cac thi nghiem ve dao dong co co ket noi voi dien thoai thong minh [Developing students' experimental competence by fabricating and using smartphone-connected experiments for "Oscillation" module]* [Doctoral dissertation, Ho Chi Minh University of Education]. Ho Chi Minh University of Education's Digital Library. <https://dlib.hcmue.edu.vn/handle/SPHCM/21519>
- Tran, T. T. T. (2016). *Bien phap hinh thanh nang luc thuc nghiem cho sinh vien su pham Vat li [Methods to develop Physics Teacher students' experimental competence]. Ho Chi Minh City University of Education Journal of Science, 4(82), 163-171.*

**CREATING EXPERIMENTAL EQUIPMENT USED
IN TEACHING "IDEAL GAS LAW" MODULE
– TO DEVELOP STUDENTS' EXPERIMENTAL COMPETENCE**

*Nguyen Thanh Loan, Le Nhat Long**

Ho Chi Minh City University of Education, Vietnam

**Corresponding author: Le Nhat Long – Email: longlenhat0103@gmail.com*

Received: April 05, 2022; Revised: August 02, 2022; Accepted: May 25, 2023

ABSTRACT

Developing physical experimental competence is one of the key elements according to 2018 Vietnamese General Education Curriculum. Experimental equipment was created to use in teaching to develop experimental competence for students. The equipment was then used to teaching high school students to examine its effects on students' experimental competence. The equipment plays a role in resolving current problems regarding experimental equipment and helping develop experimental competence, which can be well-used in the 2018 Curriculum.

Keywords: 2018 Vietnamese General Education Curriculum; experimental competence; ideal gas law; Physical experiments