

## XÂY DỰNG BÀI TẬP THÍ NGHIỆM ĐỊNH LƯỢNG VẬT LÝ TRUNG HỌC PHỔ THÔNG

Nguyễn Đình Thước<sup>(1)</sup>, Nguyễn Ngọc Anh<sup>(2)</sup>

<sup>1</sup> Trường Đại học Vinh

<sup>2</sup> Trường THPT Lê Quảng Chí, Hà Tĩnh

Ngày nhận bài 12/3/2019, ngày nhận đăng 24/4/2019

**Tóm tắt:** Bài tập thí nghiệm định lượng Vật lý là một dạng bài tập thí nghiệm, làm phương tiện để bồi dưỡng năng lực thực nghiệm cho học sinh trong dạy học Vật lý. Tuy nhiên loại bài tập này còn chưa được quan tâm trong thực tế dạy học. Trong bài báo này, chúng tôi trình bày kết quả nghiên cứu đề xuất định hướng, quy trình xây dựng bài tập thí nghiệm định lượng Vật lý THPT. Đáng chú ý là quy trình bốn bước xây dựng bài tập thí nghiệm định lượng và minh chứng bằng ba ví dụ cụ thể. Thực tiễn cho thấy đặc trưng của xây dựng bài tập thí nghiệm định lượng so với tạo các dạng bài tập Vật lý khác là người viết cần tiến hành thí nghiệm đo đạc một cách kĩ càng. Thầy cô giáo có thể sử dụng những kết quả của bài báo để xây dựng bài tập thí nghiệm định lượng ở các mức độ khác nhau phù hợp với thực tiễn công việc ở trường trung học phổ thông.

### 1. Mở đầu

Dạy học theo hướng phát triển năng lực học sinh là xu thế giáo dục quốc tế. Năng lực thực nghiệm là năng lực chuyên biệt trong môn Vật lý. Năng lực thực nghiệm của học sinh có thể được hình thành và phát triển qua hoạt động giải bài tập thí nghiệm (BTTN) Vật lý. Trong các kì thi chọn học sinh giỏi môn Vật lý cấp quốc gia, khu vực, quốc tế, cũng như ở một số Sở Giáo dục và Đào tạo các tỉnh có phần thi thí nghiệm - thực hành, về bản chất nội dung phần thi này là yêu cầu thí sinh giải BTTN định lượng. Giáo viên Vật lý tại các trường THPT ngày càng quan tâm tới các bài thực hành thí nghiệm nói chung và BTTN định lượng nói riêng. Tài liệu tham khảo BTTN bằng tiếng Việt còn ít. Nhiều giáo viên muốn tự xây dựng BTTN định lượng nhưng lại gặp không ít khó khăn về lí luận cũng như thực hành. Bài viết này chúng tôi nêu lên định hướng, đề xuất quy trình và ví dụ xây dựng BTTN định lượng Vật lý trung học phổ thông.

### 2. Nội dung và kết quả nghiên cứu

#### 2.1. Bài tập thí nghiệm Vật lý

##### 2.1.1. Khái niệm bài tập thí nghiệm Vật lý

BTTN Vật lý là bài tập mà việc giải nó đòi hỏi phải làm thí nghiệm để xác định một đại lượng Vật lý nào đó, nghiên cứu sự phụ thuộc giữa các thông số Vật lý, hoặc để kiểm tra tính chân thực của lời giải lý thuyết. BTTN là loại bài tập giải quyết vấn đề chứa đựng yêu cầu thực hiện các hoạt động suy luận lí thuyết và hoạt động thực nghiệm của học sinh [6], [7].

### 2.1.2. Các loại bài tập thí nghiệm

Dựa vào mức độ hoạt động trí tuệ - thực hành trong tiến hành giải bài tập và phương thức giải, có thể chia BTTN Vật lý làm hai loại: BTTN định tính và BTTN định lượng.

#### 2.1.2.1. Bài tập thí nghiệm định tính Vật lý

BTTN định tính Vật lý là bài tập khi giải vẫn tiến hành thí nghiệm nhưng không đo đạc, tính toán định lượng, công cụ để giải là những quan sát định tính và những suy luận logic dựa vào các khái niệm, các định luật Vật lý.

a. *Bài tập thí nghiệm quan sát và giải thích hiện tượng*: Đó là những bài tập thí nghiệm yêu cầu học sinh:

- Làm thí nghiệm ở dạng định tính theo chỉ dẫn.
- Quan sát theo mục tiêu đã chỉ sẵn.
- Mô tả hiện tượng và giải thích hiện tượng đó bằng kiến thức đã có.

Câu hỏi của loại bài tập này thường là: “Cái gì xảy ra nếu...?”; “Tại sao lại xảy ra như thế?”.

Loại BTTN này có tác dụng bồi dưỡng năng lực quan sát, mô tả, giải thích hiện tượng và quá trình biến đổi của thế giới tự nhiên.

b. *Bài tập thiết kế phương án thí nghiệm*: Đây là loại bài tập phổ biến trong các BTTN ở trường phổ thông, bởi thí nghiệm được tiến hành trong tư duy; vì vậy nó hoàn toàn khả thi trong điều kiện thiếu thốn trang thiết bị thí nghiệm. Loại bài tập này là cơ sở cho học sinh giải các BTTN định lượng.

Nội dung của bài tập thiết kế phương án thí nghiệm là căn cứ vào yêu cầu của bài tập, học sinh vận dụng các định luật một cách hợp lí, thiết kế phương án thí nghiệm để:

- Đo đạc một đại lượng Vật lý nào đó.
- Xác định sự phụ thuộc nào đó giữa các thông số Vật lý.

Các bài tập thiết kế phương án thí nghiệm có tác dụng bồi dưỡng năng lực thiết kế, hình thành trực giác khoa học, phát triển tư duy sáng tạo và năng lực sáng tạo của học sinh.

Câu hỏi của loại bài tập này thường là: “Làm thế nào để đo được... với các thiết bị...?”; “Hãy tìm cách xác định đại lượng... với các thiết bị...?”; “Nêu phương án đo... với các dụng cụ...”; “Nêu các phương án đo... ”.

#### 2.1.2.2. Bài tập thí nghiệm định lượng Vật lý

BTTN định lượng có nội dung yêu cầu học sinh:

- Đo đạc đại lượng Vật lý với các thiết bị nào đó.
- Tìm quy luật về mối liên hệ phụ thuộc giữa các đại lượng Vật lý (với các thiết bị nhất định).

Dựa vào tính chất khó khăn, phức tạp của bài tập, cho thiết bị thí nghiệm hoặc tự lựa chọn, tìm kiếm thiết bị; kiểu định hướng hành động giải bài tập, có thể chia BTTN định lượng thành ba mức độ (từ thấp đến cao):

**Mức độ 1 (MĐ1)**: Cho thiết bị; hướng dẫn cách làm thí nghiệm.

Yêu cầu: Học sinh làm thí nghiệm theo hướng dẫn, đo đạc xác định đại lượng Vật lý hoặc tìm ra quy luật Vật lý. Những bài thí nghiệm thực hành được biên soạn ở sách giáo khoa Vật lý, học sinh phải thực hiện ở phòng thí nghiệm hay ở phòng học bộ môn Vật lý, đó là những ví dụ về bài tập thí nghiệm định lượng ở mức độ 1.

**Mức độ 2 (MĐ2):** Cho thiết bị.

Yêu cầu: Học sinh thiết kế phương án thí nghiệm (PATN); lắp ráp thí nghiệm; thực hiện thí nghiệm để tìm ra quy luật hay đo đạc xác định đại lượng Vật lý cần tìm.

**Mức độ 3 (MĐ3).**

Yêu cầu học sinh:

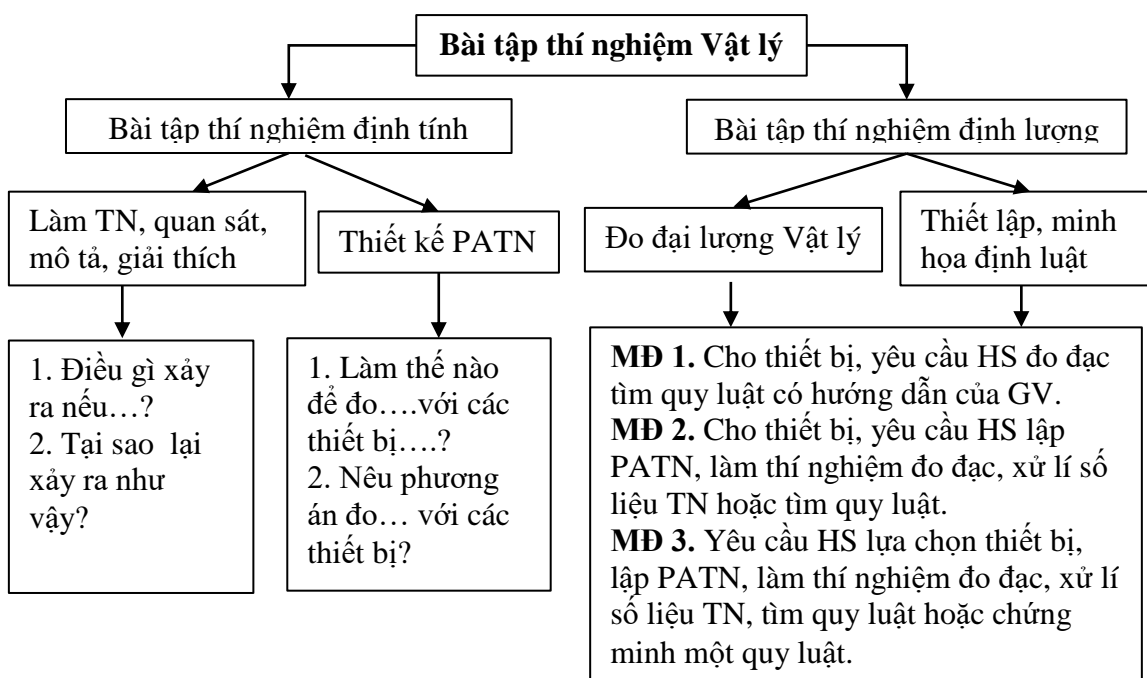
- Tự lựa chọn thiết bị.

- Thiết kế PATN.

- Lắp ráp thí nghiệm và thực hiện thí nghiệm.

- Làm thí nghiệm đo đạc các đại lượng cần thiết, xử lý số liệu thí nghiệm, xây dựng quy luật Vật lý, kiểm nghiệm định luật Vật lý đã biết.

Có thể tóm tắt sự phân loại bài tập thí nghiệm Vật lý ở trường phổ thông bằng sơ đồ sau (Hình 1):



**Hình 1:** Sơ đồ phân loại BTTN Vật lý [7]

## 2.2. Xây dựng bài tập thí nghiệm định lượng

### 2.2.1. Định hướng xây dựng BTTN định lượng

Có thể xây dựng BTTN định lượng Vật lý dựa trên một số định hướng sau đây:

- Chuyển nội dung bài thực hành thí nghiệm về dạng BTTN định lượng.
- Chuyển bài tập Vật lý định tính hoặc bài tập Vật lý định lượng thành BTTN định lượng.
- Dựa vào các yêu cầu xây dựng hoặc minh họa các khái niệm, định luật Vật lý nêu trong sách giáo khoa.

d. Khai thác được các thiết bị thí nghiệm, đồ dùng dạy học của nhà trường (các thiết bị thí nghiệm, đồ dùng dạy học trong danh mục tối thiểu mà Bộ GD - ĐT quy định);

đồng thời sử dụng các dụng cụ, thiết bị đồ dùng trong đời sống và kĩ thuật; các thiết bị thí nghiệm tự tạo để giải BTTN định lượng.

### 2.2.2. Quy trình xây dựng BTTN định lượng

Do điều kiện giới hạn của bài báo, ở đây chúng tôi chỉ đề xuất quy trình xây dựng BTTN định lượng khi chủ yếu dựa vào định hướng b, d), còn các hướng a, c) chúng tôi sẽ trình bày trong các bài báo khác.

**Bước 1:** Xác định đại lượng Vật lý cần đo hoặc quy luật liên hệ cần thiết lập giữa các đại lượng Vật lý.

**Bước 2:** Chọn bài tập xuất phát/vấn đề xuất phát, bài tập có thể là định tính hoặc định lượng; hoặc chọn phương án thí nghiệm kiểm chứng giả thuyết/dự đoán trong tiến trình giải quyết vấn đề.

**Bước 3:** Giải và phân tích bài tập xuất phát/hệ quả dự đoán hoặc giả thuyết. Suy ra công thức chứa đại lượng cần tìm phụ thuộc vào các đại lượng đã cho. Xác định cho dụng cụ thiết bị nào, cần đo cái gì. Xác định mức độ BTTN định lượng.

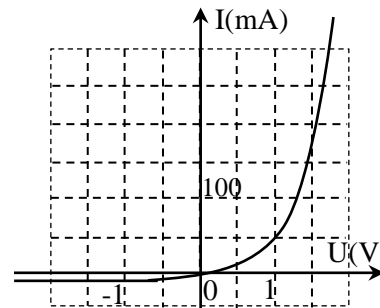
**Bước 4:** Viết BTTN định lượng. Tiến hành làm thí nghiệm thực để giải BTTN định lượng, điều chỉnh nội dung.

### 2.3. Vận dụng quy trình xây dựng BTTN định lượng phần điện học 11

#### Ví dụ 1

**Đại lượng cần đo:** Hệ số chỉnh lưu của điốt bán dẫn.

**Chọn bài tập xuất phát:** Bài tập Vật lý 11 Nâng cao [4]: Hệ số chỉnh lưu  $\eta$  của của điốt bán dẫn được xác định bằng tỷ số giữa trị số của cường độ dòng điện thuận và dòng điện ngược ứng với cùng một giá trị tuyệt đối của hiệu điện thế đặt vào điốt. Trên hình 2 là đặc tuyến vôn - ampe của một điốt bán dẫn. Hãy xác định hệ số chỉnh lưu của điốt này ở hiệu điện thế 1V.



Hình 2

#### Phân tích bài tập xuất phát để xây dựng BTTN định lượng

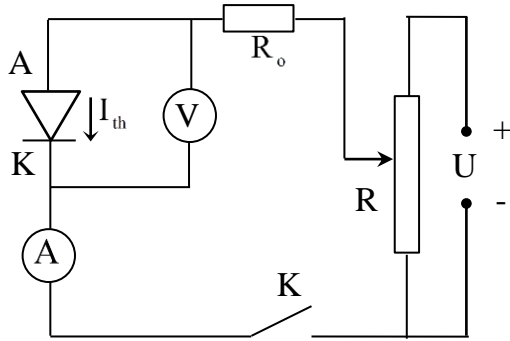
Trong bài tập xuất phát trên đã có đặc tuyến vôn - ampe của điốt bán dẫn, người giải chỉ cần dựa vào đặc tuyến để tính hệ số chỉnh lưu.

Trong BTTN định lượng mới xây dựng, cần yêu cầu chính đối với HS là tính hệ số chỉnh lưu của điốt nhưng phải tự khảo sát và vẽ đúng đồ thị. Yêu cầu này phát triển trên nền tảng bài thực hành nên chúng tôi chọn BTTN định lượng mức độ 3. Để giải HS cần thiết kế mạch, chọn dụng cụ, lắp ráp, thực hiện đo ( $U, I_{th}$ ) đối với điốt phân cực thuận, đo ( $U, I_{ng}$ ) đối với điốt phân cực ngược. Vẽ đặc tuyến vôn-ampe của điốt bán dẫn trên giấy ôli. Xác định các cường độ dòng điện  $I_{th}, I_{ng}$  ở cùng một độ lớn hiệu điện thế để từ đó tính hệ số chỉnh lưu.

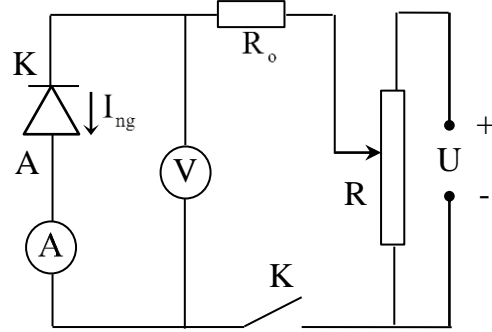
**Viết BTTN định lượng:** Hệ số chỉnh lưu của điốt bán dẫn được xác định bằng tỷ số giữa trị số của cường độ dòng điện thuận và dòng điện ngược ứng với cùng một giá trị tuyệt đối của hiệu điện thế đặt vào điốt. Hãy thiết kế mạch điện, đo và vẽ đặc tuyến vôn - ampe của điốt bán dẫn. Từ đó tính hệ số chỉnh lưu của điốt ở một số giá trị hiệu điện thế. Cho điốt và các dụng cụ khác tùy chọn.

**Hướng dẫn giải**

- Sử dụng dụng cụ bài thực hành khảo sát đặc tính chỉnh lưu của điôt.
- Thiết kế, lắp mạch và khảo sát dòng điện thuận chạy qua điôt (Hình 3a).
- Thiết kế, lắp mạch và khảo sát dòng điện ngược chạy qua điôt (Hình 3b).



**Hình 3a**



**Hình 3b**

- Thu thập số liệu và vẽ đồ thị  $I = f(U)$ .
- Từ đồ thị, xét cùng độ lớn một hiệu điện thế ở nhánh phân cực thuận và phân cực ngược, xác định các cường độ dòng điện  $I_{th}$ ,  $I_{ng}$  tương ứng. Từ đó tính hệ số chỉnh lưu.

**Ví dụ 2**

**Đại lượng cần đo:** Điện trở bình điện phân khi có hiện tượng dương cực tan.

**Chọn tình huống xuất phát:** Trong bài Dòng điện trong chất điện phân, nêu nhận định dòng điện trong chất điện phân khi có dương cực tan tuân theo định luật Ôm [1].

**Phân tích tình huống xuất phát để xây dựng BTTN định lượng**

- Ý tưởng xây dựng bài này thực chất là thiết kế phương án thí nghiệm để kiểm tra nhận định nêu trong SGK. Câu hỏi cần trả lời: Làm thế nào để kiểm tra được dòng điện trong chất điện phân khi dương cực tan có tuân theo định luật Ôm?

- Đo hiệu điện thế  $U$  giữa hai điện cực bình điện phân và cường độ dòng điện  $I$  chạy trong mạch. Thay đổi  $U$  để đo  $I$  tương ứng. Từ đó vẽ đồ thị  $(U, I)$ . Nếu đồ thị có dạng đường thẳng thì ta có  $I = aU$ . Chứng tỏ dòng điện tuân theo định luật Ôm và điện trở của bình  $R = 1/a$ .

- Từ đó suy ra các dụng cụ cần dùng như sau: Bình điện phân có điện cực đồng; muối đồng  $CuSO_4$ ; nước cất; nguồn không đổi có các mức 3-6-9-12V; 2 đồng hồ đa năng hiện số; các dây dẫn đủ dùng.

**Xây dựng BTTN định lượng:** Hãy thiết kế phương án thí nghiệm và tiến hành khảo sát dòng điện trong chất điện phân khi có hiện tượng dương cực tan để chứng tỏ dòng điện đó tuân theo định luật Ôm. Yêu cầu:

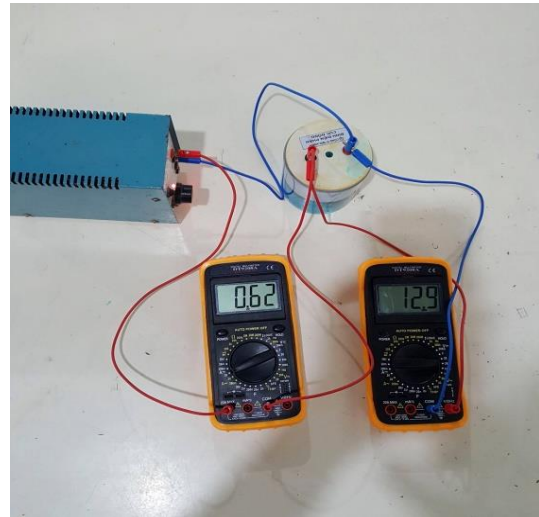
- + Lựa chọn dụng cụ thí nghiệm
- + Lắp ráp thí nghiệm và tiến hành
- + Chứng tỏ dòng điện tuân theo định luật Ôm
- + Tính điện trở của bình điện phân.

**Hướng dẫn giải**

- Dụng cụ thí nghiệm và lắp ráp như hình 4a, 4b dưới đây.



Hình 4a



Hình 4b

- Dùng vôn kế đo hiệu điện thế giữa hai điện cực của bình điện phân và ampe kế đo cường độ dòng điện trong mạch. Thay đổi hiệu điện thế để đo cặp (U, I) tương ứng. Vẽ đồ thị (U, I). Nếu tuân theo định luật Ôm thì đồ thị có dạng đường thẳng.
- Tính điện trở R của bình, từ đồ thị dùng  $1/R$  là độ dốc của đường thẳng.

### Ví dụ 3

**Xác định quy luật liên hệ và đại lượng cần đo:** Nghiệm lại công thức tính suất điện động nhiệt điện và tính hệ số nhiệt điện động của cặp nhiệt điện.

**Bài tập xuất phát:** Căn cứ vào các số liệu trong bảng dưới đây, hãy vẽ đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc của suất điện động nhiệt điện E vào hiệu nhiệt độ ( $T_1 - T_2$ ) giữa hai mối hàn của cặp nhiệt điện Fe - Constantan. Tính hệ số suất nhiệt điện động  $\alpha_T$  của cặp nhiệt điện này.

$T_1 - T_2$ (K)	0	10	20	30	40	50	60	70
E (mV)	0,00	0,52	1,08	1,60	2,10	2,60	3,15	3,65

### Phân tích bài tập xuất phát để xây dựng BTTN định lượng

- Từ kết quả vẽ đồ thị có dạng đường thẳng, hướng dẫn học sinh suy ra công thức tính suất điện động nhiệt điện và tính hệ số nhiệt điện động của cặp nhiệt điện. Như vậy có thể xây dựng BTTN định lượng yêu cầu nghiệm lại công thức liên hệ giữa E và ( $T_1 - T_2$ ), tính toán đại lượng là hệ số nhiệt điện động  $\alpha_T$ .

- Đo suất điện động nhiệt điện bằng đồng hồ đa năng hiện số. Đo nhiệt độ hai đầu mối hàn bằng đồng hồ đa năng có cảm biến nhiệt độ kèm theo. Tạo ra chênh lệch nhiệt độ bằng nước đá và nước đun sôi.

- Dụng cụ cần thiết: 1 cặp nhiệt điện của phòng thí nghiệm; 2 đồng hồ đa năng hiện số trong đó 1 cái có cảm biến nhiệt độ; các dây dẫn đủ dùng; 2 ca đựng nước; một túi nước đá; một phích nước mới đun sôi.

- Qua bài này học sinh biết cách sử dụng chức năng đo nhiệt độ của đồng hồ đa năng hiện số bằng cảm biến nhiệt độ kèm theo. Quá trình giải BTTN định lượng này rèn luyện cho các em sự phối hợp dụng cụ nhà trường và đời sống.

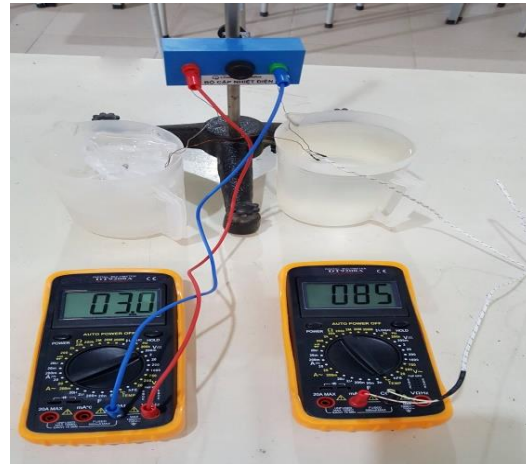
**Viết BTTN định lượng:** Cho cặp nhiệt điện Đồng - Constantan. Suất điện động nhiệt điện phụ thuộc vào chênh lệch nhiệt độ của các môi hàn. Bằng thực nghiệm hãy nghiệm lại công thức tính suất điện động nhiệt điện và tính hệ số nhiệt điện động của cặp nhiệt điện này. Dụng cụ thí nghiệm tùy chọn.

**Hướng dẫn giải**

- Dụng cụ thí nghiệm và lắp ráp như hình 5a, 5b dưới đây.



Hình 5a



Hình 5b

- Vì suất điện động nhiệt điện  $E$  phụ thuộc vào chênh lệch nhiệt độ  $(T_1 - T_2)$  của các môi hàn nên cần đo  $E$  khi thay đổi  $(T_1 - T_2)$ .

- Từ số liệu vẽ đồ thị với hai trục là  $E$  và  $(T_1 - T_2)$ . Đồ thị thu được có dạng đường thẳng. Như vậy suất điện động nhiệt điện  $E$  tỷ lệ thuận hiệu nhiệt độ  $(T_1 - T_2)$  theo công thức có dạng  $E = \alpha_T (T_1 - T_2)$ . Dựa vào đồ thị tính hệ số nhiệt điện động  $\alpha_T$  của cặp nhiệt điện.

**3. Kết luận**

Bằng cách xây dựng BTTN định lượng theo định hướng, quy trình như đã nêu trên có thể giúp cho giáo viên Vật lý có thêm nhiều BTTN định lượng mới để sử dụng trong quá trình dạy học, đặc biệt sử dụng vào hoạt động bồi dưỡng học sinh giỏi Vật lý. Có thể dùng 3 ví dụ xây dựng BTTN định lượng như đã trình bày ở trên để bồi dưỡng học sinh giỏi Vật lý ở trường THPT. Ngoài ra các thầy cô giáo có thể tự vận dụng xây dựng BTTN định lượng phù hợp với công việc thực tiễn sẽ làm cho kho tàng BTTN Vật lý ngày càng phong phú. Giải các BTTN định lượng giúp cho học sinh hiểu sâu kiến thức Vật lý, tích hợp kiến thức giải quyết vấn đề thực tiễn; hình thành kỹ năng, kỹ xảo thực nghiệm; rèn luyện được tính tích cực, tự lực, khả năng sáng tạo của học sinh.

## **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

- [1] Lương Duyên Bình (Tổng chủ biên), Vũ Quang (Chủ biên) (2007), *Vật lý 11*, NXB Giáo dục, Hà Nội.
- [2] Lương Duyên Bình, Vũ Quang (đồng Chủ biên) (2007), *Bài tập Vật lý 11*, NXB Giáo dục, Hà Nội.
- [3] Nguyễn Thế Khôi, Nguyễn Phúc Thuận (đồng Chủ biên) (2007), *Vật lý 11 Nâng cao*, NXB Giáo dục, Hà Nội.
- [4] Nguyễn Thế Khôi, Nguyễn Phúc Thuận (đồng Chủ biên) (2007), *Bài tập Vật lý 11 Nâng cao*, NXB Giáo dục, Hà Nội.
- [5] Phạm Thị Phú, Nguyễn Đình Thuốc (2017), *Giáo trình Phát triển năng lực người học trong dạy học Vật lý*, Trường Đại học Vinh.
- [6] Nguyễn Đức Thâm (Chủ biên), Nguyễn Ngọc Hưng, Phạm Xuân Quế (2002), *Phương pháp dạy học Vật lý ở trường phổ thông*, NXB Đại học Sư phạm.
- [7] Nguyễn Đình Thuốc, Phạm Thị Phú (2017), *Bài tập trong dạy học Vật lý*, Trường Đại học Vinh.

## **SUMMARY**

### **DESIGN OF QUANTITATIVE PHYSICS EXPERIMENTS IN HIGH SCHOOL PHYSICS PROGRAMS**

The quantitative physics experiment is a kind of experimental exercise that serves as a medium for improving experimental capacity for students in teaching physics. However, this kind of exercise has not been focused in teaching practice. In this paper, we present the results of the oriented proposal research, the process of designing high school physics quantitative experiments. The remarkable thing is the four-step process of designing quantitative experimental exercises and the demonstration through three specific examples. The reality shows that the characteristics of designing quantitative experimental exercises compared to creating other types of physics exercises is that the designer needs to conduct experiments and to make careful measurements. Teachers can use the results of this research to design quantitative experimental exercises at different levels conformable to the practical work at high school.