

ĐỘNG CƠ STIRLING VÀ VIỆC VẬN DỤNG VÀO QUÁ TRÌNH DẠY HỌC CHƯƠNG “CƠ SỞ CỦA NHIỆT ĐỘNG LỰC HỌC” VẬT LÝ 10, TRUNG HỌC PHỔ THÔNG

PHAN MINH TIẾN*

TÓM TẮT

Sự thiếu hụt phương tiện dạy học làm cản trở những tiến bộ trong dạy học các môn khoa học, đặc biệt là môn Vật lý. Xây dựng và sử dụng các thiết bị rẻ tiền tự tạo là một trong những cách để giải quyết vấn đề này. Một thí dụ đơn cử là động cơ nhiệt Stirling được chế tạo từ những vật liệu rẻ tiền. Động cơ Stirling minh họa được rất nhiều kiến thức Vật lý. Hơn thế nữa, nó cũng rất có ích trong việc giúp học sinh hứng hái tham gia thiết kế và chế tạo các loại động cơ từ đơn giản đến phức tạp.

Từ khóa: động cơ nhiệt, động cơ Stirling, quá trình dạy học.

ABSTRACT

Stirling engine and its application in teaching “Basis of thermodynamics” in Physics for 10th grade

Lack of teaching facilities hinders the advances in science education, especially in physics. One solution to this problem is to build and utilize “low cost self-made devices”. Stirling heat engine, which can be made from low cost materials, is a very good example as it helps illustrate a lot of knowledge in Physics. Moreover, Stirling engine is helpful in encouraging students to design and create other engines, from simple to complex.

Keywords: heat engine, Stirling engine, teaching.

1. Đặt vấn đề

Trong chương trình Vật lý trung học phổ thông ở nước ta, các kiến thức về cơ học và một số kiến thức về điện từ học được giảng dạy, minh họa bằng những thí nghiệm rất trực quan trên lớp và được thực hành ở phòng thí nghiệm. Trong khi đó, những kiến thức ở phần nhiệt học và nhiệt động lực học chỉ được giảng dạy chủ yếu về mặt lý thuyết. Đặc biệt là chương “Cơ sở của nhiệt động lực học” trong chương trình Vật lý 10 với nhiều kiến thức được ứng dụng rộng rãi trong

đời sống nhưng chỉ được giảng giải mà không có những thí nghiệm hay mô hình động cơ hoạt động cho học sinh nghiên cứu. Để giải quyết vấn đề đó, động cơ Stirling là một thiết bị dạy học minh họa rất trực quan cho các khái niệm cơ bản của chương “Cơ sở của nhiệt động lực học”. Động cơ Stirling được chế tạo bằng vỏ lon, chai nhựa và những vật liệu đơn giản khác sẽ thu hút học sinh tham gia thảo luận, và hơn nữa các em có thể tự tay chế tạo dựa trên các kiến thức đã học. Bài viết này: (1) sẽ giới thiệu về động cơ Stirling và những ưu điểm của động cơ có thể ứng dụng trong dạy học, (2) đề

* HVCH, Trường Đại học Sư phạm TP HCM

xuất cách chế tạo động cơ Stirling từ vỏ lon, chai nhựa và các vật liệu đơn giản, (3) đề xuất một phương án dạy chương “Cơ sở của nhiệt động lực học” với động cơ Stirling đã chế tạo.

2. Động cơ Stirling

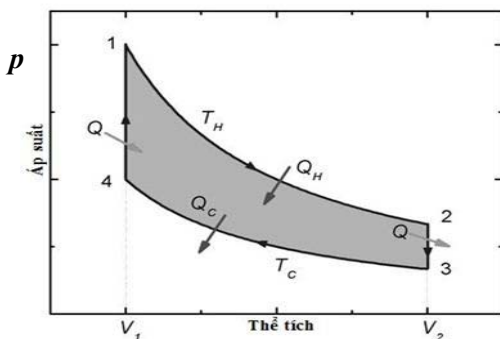
2.1. Giới thiệu về động cơ Stirling

Động cơ Stirling, được phát minh bởi Robert Stirling vào cuối thế kỉ XIX, là một loại động cơ nhiệt hoạt động dựa trên nguyên lí biến nhiệt lượng thành công. Có hai loại động cơ nhiệt phổ biến là động cơ đốt trong và động cơ đốt ngoài. Động cơ đốt trong sử dụng nhiên liệu để đốt cháy bên trong xi-lanh của động cơ, trong khi đó, động cơ đốt ngoài sử dụng nguồn nhiệt bên ngoài để đốt nóng tác nhân sinh công bên trong động cơ. Nguồn nhiệt này có được từ việc đốt cháy các loại nhiên liệu (xăng, dầu hỏa, than...), từ năng lượng Mặt trời, từ nhiệt sinh ra do phân hủy các hữu cơ... Động cơ Stirling thuộc loại động cơ đốt ngoài, tất cả các động cơ Stirling hoạt động đều đòi hỏi sự chênh lệch nhiệt độ được tạo ra từ một vùng tiếp xúc với nguồn nóng và một vùng khác trên động cơ được làm mát. Khác với động cơ đốt

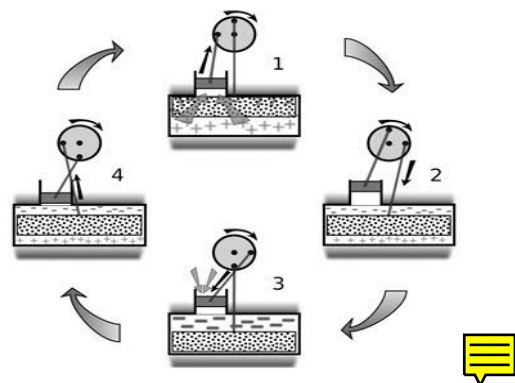
trong, khí (tác nhân sinh công) bên trong xi-lanh của động cơ Stirling là một khối khí cô lập và không bị đốt cháy, do đó không tiêu thụ nhiên liệu và xả khí thải ra môi trường. Nếu nguồn nhiệt bên ngoài dùng để cung cấp nhiệt lượng cho động cơ Stirling là sạch thì đây là loại động cơ thân thiện với môi trường hơn rất nhiều so với các loại động cơ tiêu thụ nhiên liệu, xả khí thải ra môi trường. Động cơ Stirling cũng ít gây ra ô nhiễm tiếng ồn vì nó không có các van lấy khí và xả khí, không có giai đoạn đánh lửa đốt cháy nhiên liệu, đây là những nguồn chính gây ra ô nhiễm tiếng ồn của các loại động cơ đốt trong hiện nay [5]. Và đặc biệt, động cơ Stirling có thể dùng trong dạy học để minh họa một cách trực quan các kiến thức của chương “Cơ sở của nhiệt động lực học”.

2.2. Nguyên lí hoạt động của động cơ Stirling

Động cơ Stirling hoạt động theo một chu trình gồm bốn giai đoạn, mỗi giai đoạn là một quá trình thuận nghịch, và cả bốn quá trình thuận nghịch này tạo nên chu trình Stirling như hình 1.



Hình 1. Giản đồ p-V của chu trình Stirling



Hình 2. Các giai đoạn hoạt động của chu trình Stirling loại pít-tông tự do

kiểu pit-tông tự do như hình 2 có thể sử dụng trong dạy học ở các trường phổ thông. Động cơ Stirling loại này có một pit-tông nhỏ gọi là pit-tông truyền lực gắn liền với một xi-lanh nhỏ hoặc một lớp màng cao su (tùy trường hợp động cơ hoạt động ở nhiệt độ cao hay thấp); một pit-tông thứ hai nằm bên trong, không khít chặt với một xi-lanh lớn khác, gọi là pit-tông tự do. Vai trò của pit-tông này là di chuyển khối khí bên trong xi-lanh lên xuống giữa hai vùng có nhiệt độ khác nhau trên động cơ, một vùng được nguồn nhiệt nung nóng và một vùng được làm mát. Ở thiết kế như hình 2, đáy dưới của động cơ được nung nóng bằng một ngọn lửa và phía trên được làm mát bằng nước hoặc môi trường xung quanh. Hai pit-tông được liên kết với nhau sao cho chuyển động của chúng lệch pha nhau 90° để khi pit-tông truyền lực đang di chuyển chậm lên vị trí cao nhất hoặc thấp nhất thì pit-tông tự do ở điểm giữa của quỹ đạo chuyển động với vận tốc lớn nhất [4], [5].

Ở vị trí 1 của hình 2, pit-tông tự do đang ở vị trí trên cùng, lúc này lượng khí sẽ chiếm chỗ vùng nóng đang ở nhiệt độ T_H . Khí nhận nhiệt lượng Q_H , dẫn nở và đẩy pit-tông truyền lực di chuyển lên phía trên (đường 1→2 trên hình 2).

Ở vị trí 2, pit-tông truyền lực ở vị trí cao nhất của quỹ đạo chuyển động (khối khí đạt thể tích lớn nhất V_2). Giai đoạn pit-tông truyền lực di chuyển chậm lên vị trí cao nhất được xem như quá trình đẳng tích (đường 2→3 trên hình 2). Pit-tông tự do lúc này di chuyển đến vùng nóng, đẩy khí di chuyển lên vùng lạnh. Trong thiết kế này, pit-tông tự do sẽ

trữ nhiệt lượng Q_C của khí khi nó được làm lạnh từ nhiệt độ T_H đến T_C .

Ở vị trí 3, toàn bộ lượng khí đang ở vùng lạnh, lúc này khí sẽ co lại và kéo pit-tông truyền lực đi xuống (đường 3→4 trên hình 2).

Ở vị trí 4, pit-tông truyền lực di chuyển chậm và bị nén hoàn toàn ở vị trí thấp nhất của quỹ đạo (khối khí có thể tích nhỏ nhất V_1). Pit-tông tự do di chuyển lên trên và đẩy khối khí xuống vùng nóng. Khi khối khí lạnh đi ngang qua pit-tông tự do, nó sẽ nhận lại nhiệt lượng Q_H đã trữ trước đó (đường 4→1 trên hình 2). Động cơ Stirling khi hoàn tất chu trình sẽ trở về vị trí 1, và cứ thế lặp đi lặp lại [7].

2.3. Những ưu điểm của động cơ Stirling có thể ứng dụng trong dạy học

- Về đặc điểm cấu tạo:

- Mô hình động cơ nhiệt được sử dụng trong dạy học Vật lý hiện nay là mô hình của động cơ đốt trong. Nhiệt lượng được nhận từ quá trình đốt cháy nhiên liệu bên trong máy nên không thể minh họa cụ thể quá trình này cho học sinh. Trong khi đó, động cơ Stirling với nguồn cung cấp nhiệt lượng bên ngoài sẽ khắc phục được nhược điểm trên. Học sinh sẽ phân biệt rõ trên động cơ Stirling: bộ nào là nguồn nóng, bộ nào là nguồn lạnh, và thấy rõ quá trình khí nhận nhiệt lượng từ nguồn nóng sinh công lên pit-tông rồi nhả nhiệt lượng cho nguồn lạnh.

- Không như những mô hình động cơ đốt trong chỉ dùng để giải thích nguyên lý hoạt động, học sinh có thể quan sát sự hoạt động của động cơ Stirling. Cụ thể, Với loại động cơ Stirling dùng trong dạy học sử dụng nguồn nóng ở nhiệt độ thấp

(cỡ nhiệt độ của tách trà nóng) thì thân xi-lanh có thể làm từ những vật liệu bằng nhựa trong suốt. Học sinh có thể quan sát pit-tông chuyển động bên trong xi-lanh giữa nguồn nóng và nguồn lạnh.

- **Về những ứng dụng trong dạy học:**

Thoạt nhìn, sự giải thích nguyên lý hoạt động của động cơ Stirling có vẻ đơn giản, nhưng khi đi sâu vào chi tiết, ta sẽ thấy xuất hiện nhiều vấn đề Vật lý ẩn chứa trong đó.

- Trong quá trình tìm hiểu nguyên lý hoạt động của động cơ Stirling, học sinh sẽ gặp lại hai khái niệm nhiệt lượng (khí nhận nhiệt lượng Q_H) và nhiệt độ (nguồn nóng ở nhiệt độ T_H , và nguồn lạnh ở nhiệt độ T_C). Đây là hai khái niệm cơ bản của nhiệt học mà học sinh đã được học từ cấp trung học cơ sở, nhưng học sinh rất hay nhầm lẫn giữa hai khái niệm này nên qua việc giải thích nguyên lý hoạt động của động cơ Stirling, ta cần phải nhấn mạnh sự khác nhau về ý nghĩa Vật lý giữa nhiệt lượng và nhiệt độ.

- Quá trình nghiên cứu nguyên lý hoạt động của động cơ Stirling sẽ nảy sinh một vấn đề: khi khối khí nhận nhiệt lượng từ nguồn nóng sẽ giãn nở và sinh công đẩy pit-tông đi lên. Vấn đề này sẽ dẫn dắt học sinh đến việc vận dụng những kiến thức ở phần cơ học để tính công mà khối khí thực hiện.

- Sau khi tìm hiểu về cách tính công, học sinh sẽ được giới thiệu về nội năng, nguyên lý I, nguyên lý II của nhiệt động lực học và hiệu suất của động cơ nhiệt, đây là những kiến thức trọng tâm của chương. Sau khi nghiên cứu những kiến thức Vật lý liên quan, học sinh sẽ vận dụng những kiến thức này để giải thích

nguyên lý hoạt động của động cơ Stirling nói riêng, và động cơ nhiệt nói chung.

- **Về phát triển tư duy sáng tạo cho học sinh:**

- Ưu điểm nổi bật của mô hình động cơ Stirling là có thể chế tạo từ những vật liệu đơn giản như chai nhựa, vỏ lon... Học sinh có thể tự mình chế tạo các mô hình động cơ Stirling loại pit-tông tự do từ đơn giản đến phức tạp qua sự hướng dẫn của giáo viên và mô hình mẫu mà các em được quan sát. Quá trình chế tạo động cơ sẽ giúp học sinh phát triển tư duy sáng tạo, rèn luyện kỹ năng làm việc nhóm, tìm kiếm kiến thức từ nhiều nguồn thông tin, tìm ra những giải pháp kỹ thuật để nâng cao hiệu suất của động cơ...

Tóm lại, động cơ Stirling đóng vai trò là một thiết bị dạy học vừa giúp giáo viên minh họa một cách trực quan sinh động các kiến thức Vật lý của chương “Cơ sở của nhiệt động lực học”, vừa kích thích học sinh vận dụng kiến thức đã học vào thực tiễn thông qua việc chế tạo các mô hình động cơ Stirling mà các em đã được quan sát và tìm hiểu.

3. Xây dựng động cơ Stirling từ vỏ lon, chai nhựa và các vật liệu đơn giản

Có hai mẫu động cơ Stirling loại pit-tông tự do có thể chế tạo dùng trong dạy học: loại hoạt động ở nhiệt độ thấp và loại hoạt động ở nhiệt độ cao.

- Động cơ Stirling loại pit-tông tự do, như hình 2, hoạt động với nguồn nóng có nhiệt độ thấp (hơi nóng của tách nước sôi...) có thể được chế tạo hoàn toàn từ những dụng cụ rẻ tiền. Thành phần cấu tạo chính:

- Xi-lanh lớn là bộ phận chứa pit-tông tự do, hai đáy của xi-lanh được đóng

kín bằng hai đĩa nhôm. Hai đĩa nhôm này có thể tận dụng từ các hộp đựng sơn hay những lon đồ hộp, phần thân xi-lanh hình trụ có thể lấy từ những ống nhựa lớn (dùng để làm ống thoát nước mưa) hay các chai nhựa đựng nước ngọt loại lớn. Pit-tông tự do có thể tận dụng từ những miếng xốp.

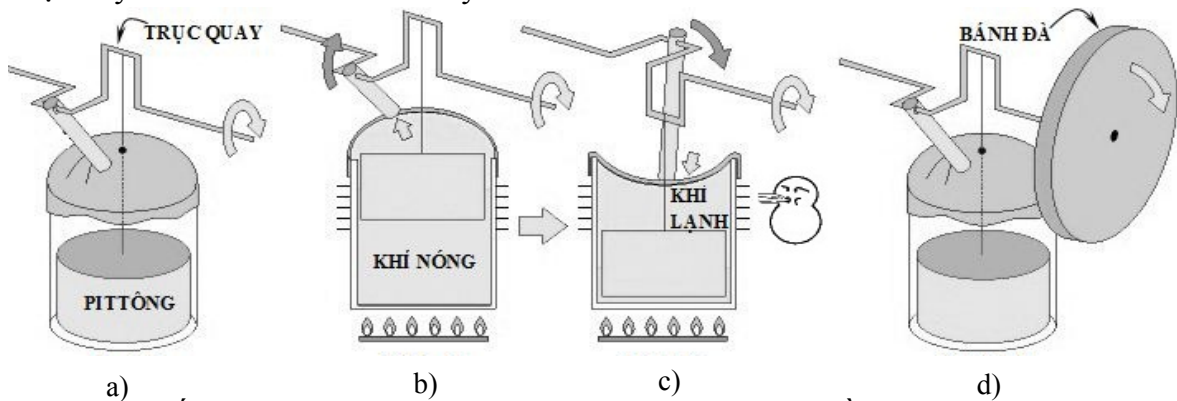
- Xi-lanh nhỏ chứa pit-tông truyền lực: Xi-lanh và pit-tông này có thể lấy từ các ống đồng mua ở các cửa hàng bán vật liệu cũ. Ta chọn kích thước của hai ống đồng sao cho một ống vừa khít và có thể trượt bên trong ống còn lại, ống này ta sẽ bịt kín hai đầu để làm pit-tông truyền lực.

- Trục quay có thể lấy từ dây đồng hoặc dây kẽm. Bánh đà có thể lấy từ đĩa

CD, đĩa DVD đã bị hỏng, hoặc miếng gỗ tròn.

- Động cơ Stirling loại pit-tông tự do hoạt động với nguồn nóng có nhiệt độ cao (đun bằng nến hay đèn cồn) có thể được chế tạo từ các loại vỏ lon và các vật dụng rẻ tiền. Ở mẫu động cơ này, ta có thể thay xi-lanh chứa pit-tông truyền lực bằng lớp màng cao su (có thể lấy từ bong bóng). Cơ chế hoạt động của động cơ loại này như sau:

Màng cao su được dán chặt vào lon kim loại. Khi lon kim loại được truyền nhiệt lượng, áp suất của khối khí tác dụng lên màng cao su làm nó giãn nở và căng ra, và khi được làm lạnh đi thì màng sẽ co lại.



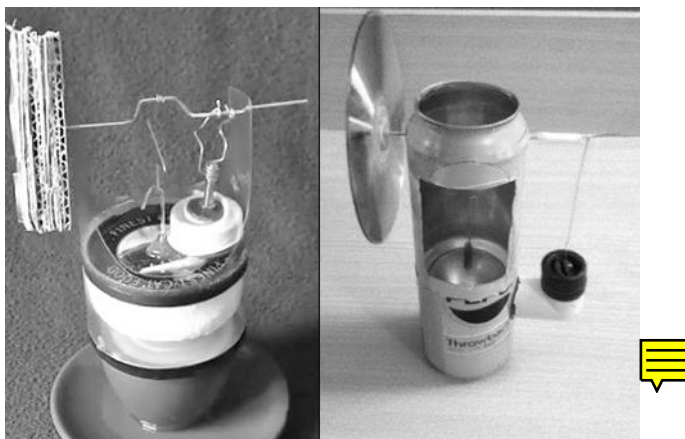
Hình 3. Cấu tạo động cơ Stirling loại pit-tông tự do với nguồn nóng có nhiệt độ cao

Tiếp theo, cho pit-tông vào bên trong lon kim loại, pit-tông phải có đường kính nhỏ hơn đường kính của lon kim loại để khi pit-tông hoạt động, nó sẽ dễ dàng di chuyển khối khí lên xuống. Phần đáy lon được nung nóng và phần trên được làm lạnh. Khi có sự chênh lệch nhiệt độ, ta dùng tay di chuyển pit-tông lên xuống. Vào thời điểm pit-tông di chuyển lên trên, khí bên trong lon được nung nóng và chiếm đầy phần thể tích phía dưới lon, màng cao su giãn ra như

hình 3b. Pit-tông di chuyển xuống dưới, phần không khí lạnh sẽ chiếm đầy thể tích phía trên, màng cao su sẽ co lại như hình 3c. Pit-tông có đường kính nhỏ hơn lon có thể di chuyển tự do, đẩy khối khí bên trong xi-lanh lên xuống, làm thay đổi áp suất nên pit-tông này gọi là pit-tông tự do. Ta nối pit-tông tự do với trục quay được chế tạo như hình 3a, khi trục quay sẽ làm di chuyển pit-tông lên xuống, làm màng cao su giãn ra hoặc co lại. Động cơ Stirling sẽ chuyển đổi sự co

dẫn của màng cao su thành chuyển động quay của trục quay. Nổi màng cao su với trục quay bằng một thanh nhỏ, lực tạo ra từ màng cao su khi co giãn sẽ điều chỉnh hướng quay của trục quay. Để động cơ hoạt động thì trục quay phải được nối với bánh đà như hình 3d.

Dựa trên nguyên lý hoạt động và các đặc điểm kỹ thuật mô tả như trên, trong quá trình chế tạo, ta có thể điều chỉnh lại thiết kế cho phù hợp và các sản phẩm sau khi hoàn thành có thể như hình 4.



Hình 4. Động cơ Stirling làm từ vỏ lon, chai nhựa và các vật liệu đơn giản

4. Sử dụng động cơ Stirling trong quá trình dạy học

Qua việc nghiên cứu về động cơ Stirling, học sinh có thể hiểu hết các khái niệm Vật lý của chương “Cơ sở của nhiệt động lực học” Vật lý 10. Đồng thời, học sinh cũng có thể tự tay chế tạo các động cơ Stirling từ đơn giản đến phức tạp bằng các vật dụng đơn giản. Vì thế, ta có thể sử dụng động cơ Stirling trong nhiều phương pháp dạy học mới như dạy học dựa trên vấn đề, dạy học dự án, hoặc sử dụng trong các hoạt động ngoại khóa chế tạo đồ dùng dạy học...

Theo phân phối chương trình Vật lý 10 ban cơ bản hiện hành, chương “Cơ sở của nhiệt động lực học” gồm ba tiết lý thuyết và một tiết bài tập. Ta có thể sử dụng động cơ Stirling để xây dựng các hoạt động dạy học cho chương này như sau:

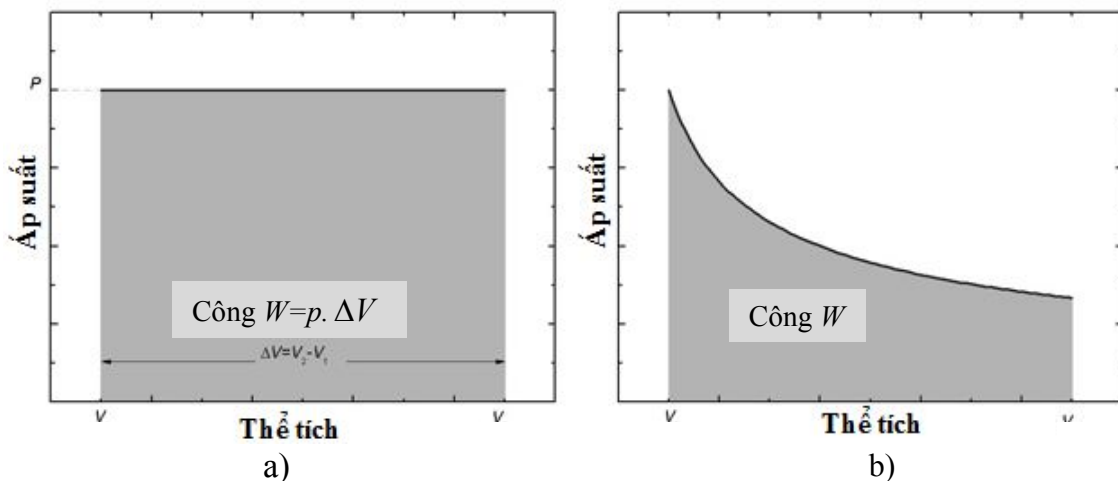
- Để làm nổi bật những ứng dụng thực tế của chương, bài học sẽ được mở đầu với phần giới thiệu tổng quát về lịch sử phát triển của động cơ nhiệt, phân loại động cơ nhiệt, các bộ phận chính của một động cơ nhiệt. Sau đó, giáo viên biểu diễn trước lớp hai mô hình động cơ Stirling đang hoạt động, một động cơ hoạt động với nguồn nóng là cốc nước sôi và một động cơ hoạt động với nguồn nóng được đun trực tiếp từ đèn cồn. Để học sinh hiểu rõ hơn về các kiến thức đã được giới thiệu, giáo viên yêu cầu học sinh phân biệt giữa động cơ đốt trong và động cơ đốt ngoài. Dựa vào câu trả lời của học sinh, giáo viên khẳng định lại kiến thức đúng và cho học sinh biết hai mô hình động cơ nhiệt vừa quan sát là động cơ đốt ngoài. Sau đó giáo viên yêu cầu học sinh nêu các bộ phận chính của động cơ vừa quan sát và chỉ rõ cho học

sinh biết đâu là nguồn nóng, đâu là nguồn lạnh, tác nhân sinh công...

- Sau phần giới thiệu tổng quát, giáo viên tiếp tục làm nảy sinh vấn đề để học sinh tiếp tục nghiên cứu: nguồn nóng và nguồn lạnh có tác dụng như thế nào, khối khí chứa trong xi-lanh có nhiệm vụ gì trong quá trình hoạt động của động cơ? Dựa vào các kiến thức đã học ở phần nhiệt học, học sinh tham gia thảo luận và phát biểu ý kiến của mình. Giáo viên cần làm rõ khối khí bên trong xi-lanh động cơ là khối khí cô lập được pit-tông tự do di chuyển lên xuống giữa nguồn nóng ở nhiệt độ T_H và nguồn lạnh ở nhiệt độ T_C ($T_H > T_C$). Nguồn nóng ở nhiệt độ T_H sẽ cung cấp nhiệt lượng cho khối khí bên trong xi lanh sinh công đẩy pit-tông đi lên, do pit-tông tự do không khí với xi-lanh nên khí sẽ dãn về phía nguồn lạnh. Giáo viên cần nhấn mạnh sự khác biệt giữa nhiệt lượng và nhiệt độ để tránh sự nhầm lẫn cho học sinh. Nhiệt lượng là

năng lượng truyền từ vật này sang vật khác do sự thay đổi nhiệt độ theo các hướng, còn nhiệt độ đơn giản là sự mô tả trạng thái của vật chất nếu nó nóng hoặc lạnh [3].

- Để giải thích về công mà hệ sinh ra, ta xét khối khí trong một xi-lanh hình trụ dãn nở và làm cho pit-tông dịch chuyển. Pit-tông có diện tích bề mặt là A và áp suất khí là p , lực khí tác dụng lên pit-tông là $F = F_x \mathbf{i} = (pA)\mathbf{i}$. Nếu độ dịch chuyển của pit-tông là $d\mathbf{l} = dx\mathbf{i}$, khi đó công dW do khí thực hiện là $dW = \mathbf{F} \cdot d\mathbf{l} = pA dx$. Vì $A dx$ là độ biến thiên thể tích vô cùng bé dV của hệ nên công do khí thực hiện là: $dW = p dV$. Mặc dù dV là thể tích biến thiên vô cùng bé, nhưng đối với học sinh trung học, dV có thể xem là $\Delta V = V_2 - V_1$. Lúc đó, $W = p \Delta V$ là công mà khí thực hiện khi thể tích khí thay đổi từ V_1 đến V_2 ở áp suất không đổi p .



Hình 5. a) Công mà khí thực hiện trong quá trình đẳng áp
b) Công mà khí thực hiện trong quá trình bất kỳ

Trên giản đồ $p-V$, đối với quá trình đẳng áp, công được biểu diễn bằng phần diện tích giới hạn bởi đường đẳng áp và

trục hoành. Như ở hình 5a, phần diện tích giới hạn phía dưới đường đẳng tích là hình chữ nhật có chiều rộng là p và chiều

dài là ΔV , cũng chính là công mà khí thực hiện như đã chỉ ra $W = p\Delta V$. Trong thực tế, nhiều quá trình nhiệt động lực học được biểu diễn trên giản đồ p-V là những đường với hình dạng khác nhau. Lúc đó, công mà khí thực hiện vẫn được tính bằng diện tích hình giới hạn bởi đường biểu diễn quá trình và trục hoành, ví dụ như giản đồ hình 5b, phần diện tích tô đậm phía dưới đường cong chính bằng công mà khí thực hiện [3], [4].

- Tiếp theo học sinh sẽ được giới thiệu về nội năng, và mối liên hệ giữa nội năng, nhiệt lượng và công thông qua nguyên lí I của nhiệt động lực học. Nguyên lí I nhiệt động lực học có thể được giới thiệu bằng cách xem xét hai trường hợp. Trường hợp thứ nhất, nếu cung cấp nhiệt lượng cho một hệ với thể tích không đổi (không có thực hiện công), thì nội năng sẽ tăng lên đúng bằng nhiệt lượng cung cấp $\Delta U = Q$. Trường hợp thứ hai, khi khối khí giãn nở và đẩy pit-tông, nếu không cung cấp nhiệt lượng hoặc không có sự tỏa nhiệt ra môi trường xung quanh, thì độ tăng nội năng của hệ đúng bằng công mà hệ thực hiện $\Delta U = W$. Khi cả hai trường hợp được xem xét đồng thời, ta có $\Delta U = Q + W$. Đây là biểu thức của nguyên lí I nhiệt động lực học. Ta có thể phát biểu như sau: “Độ biến thiên nội năng của hệ bằng tổng công và nhiệt lượng mà hệ nhận được”. Quy ước về dấu: $Q > 0$ khi hệ nhận nhiệt lượng, $Q < 0$ khi hệ tỏa nhiệt ra môi trường bên ngoài. Khi khí giãn nở thực hiện công thì $W < 0$, khi khí nhận công bên ngoài thì $W > 0$ [1].

- Dựa vào nguyên lí I, học sinh có thể xem xét đặc điểm của một số quá trình nhiệt động lực học. Tuy nhiên, nguyên lí I không xem xét vấn đề chiều diễn biến của quá trình. Để giải quyết vấn đề này, giáo viên giới thiệu cho học sinh nguyên lí II của nhiệt động lực học thông qua cách phát biểu của Clausius và Carno. Sau đó, giáo viên hướng dẫn học sinh thiết lập biểu thức tính hiệu suất của động cơ nhiệt: Trong mỗi chu trình Stirling, công W do động cơ sinh ra là công có ích khi cung cấp nhiệt lượng Q_H cho động cơ. Trong động cơ vĩnh cửu, toàn bộ nhiệt lượng cung cấp này sẽ được chuyển hóa thành công W , khi đó $Q_C = 0$. Tuy nhiên, động cơ vĩnh cửu về mặt lí thuyết được chứng minh là không tồn tại, và Q_C không thể nào bằng không vì luôn có nhiệt lượng tỏa ra từ động cơ. Từ đó, ta có thể định nghĩa hiệu suất của động cơ nhiệt là: $\varepsilon = \frac{|W|}{|Q_H|}$. Trong đó, W là phần

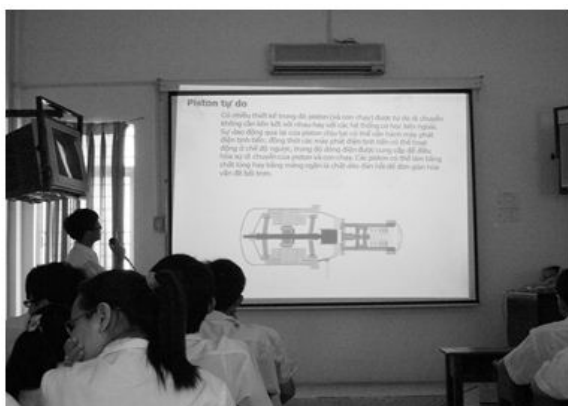
năng lượng mà ta lấy ra từ động cơ và Q_H là phần năng lượng cung cấp cho động cơ. Vì động cơ nhiệt hoạt động theo chu trình nên nội năng ban đầu và nội năng lúc sau phải bằng nhau. Từ nguyên lí I nhiệt động lực học, ta có $0 = |Q| - |W|$ với $|Q|$ là phần nhiệt lượng đã được chuyển hóa thành công được tính bởi $|Q_H| - |Q_C|$ [4]. Do đó, hiệu suất của động cơ Stirling lí tưởng (hoặc động cơ hoạt động theo chu trình Carnot) là:

$$\varepsilon = \frac{|Q_H| - |Q_C|}{|Q_H|} = 1 - \frac{|Q_C|}{|Q_H|}$$

- Sau khi tìm hiểu hết các kiến thức Vật lí của chương, để củng cố lại kiến thức, giáo viên yêu cầu học sinh vận dụng các kiến thức đã học, trình bày lại nguyên lí hoạt động của động cơ Stirling. Đồng thời dựa trên sự khác biệt giữa hai loại nguồn nóng sử dụng trong động cơ Stirling đã trình diễn ở phần giới thiệu đầu chương, giáo viên nhấn mạnh với học sinh rằng sự chênh lệch nhiệt độ giữa

nguồn nóng và nguồn lạnh đóng vai trò quan trọng đối với hiệu suất của động cơ.

- Giao việc về nhà: phân chia học sinh thành bốn nhóm, với thời gian một tuần, các nhóm chế tạo động cơ Stirling loại pit-tông tự do từ các dụng cụ đơn giản. Thuyết trình trước lớp cách chế tạo động cơ của nhóm mình. Đội nào chế tạo được động cơ Stirling hoạt động với hiệu suất (số vòng quay trong một phút) cao nhất sẽ giành chiến thắng.



Hình 6. Học sinh lớp 10A₁ trường Trung học Thực hành Đại học Sư phạm TPHCM thuyết trình về động cơ Stirling

5. Kết luận

Mẫu động cơ Stirling loại pit-tông tự do được chế tạo từ vỏ lon, chai nhựa và các vật dụng rẻ tiền là một thiết bị dạy học rất hữu ích, nó giúp làm rõ các khái niệm nhiệt động lực học, hơn thế nữa học sinh có thể tự tay chế tạo loại động cơ này. Qua đó, học sinh có thể củng cố lại kiến thức và đào sâu nghiên cứu các đặc điểm kĩ thuật của động cơ, rèn luyện tư duy sáng tạo trong quá trình chế tạo. Nói rộng hơn, việc giáo viên và học sinh tự thiết kế, chế tạo và sử dụng đồ dùng

trong quá trình dạy học là hoạt động mang nhiều ý nghĩa: tăng cường tính trực quan, góp phần nâng cao chất lượng kiến thức, nâng cao năng lực tư duy độc lập và sáng tạo của học sinh. Nó giải quyết được một phần khó khăn về sự thiếu hụt đồ dùng dạy học và tạo điều kiện cho học sinh tự lực học tập nhiều hơn. Nó không những đòi hỏi khả năng thao tác tay chân một cách đơn thuần mà còn phát triển năng lực hoạt động trí tuệ, kinh nghiệm thực tiễn và kĩ năng hợp tác của học sinh.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Trần Ngọc Hợi, Phạm Gia Thiều (2006), *Vật lý đại cương các nguyên lý và ứng dụng*, Nxb Giáo dục, tr. 376-446.
2. Thái Duy Tuyên (2008), *Phương pháp dạy học truyền thống và đổi mới*, Nxb Giáo dục, Hà Nội, tái bản lần thứ nhất, tr. 344-399.
3. R. A. Freedman, H. D. Young (2010), *University Physics with modern physics 13th ed*, Addison-Wesley, New York, pp. 624-641.
4. D. Halliday, R. Resnick, J. Walker (2010), *Fundamentals of Physics 9th ed*, John Wiley & Sons, Inc, pp. 476-498.
5. H. Snyman, T. M. Harms, J. M. Strauss (2008), “Design analysis methods for Stirling engines”, *Journal of Energy in Southern Africa*, Vol 19 (No 3).
6. S. Wongwises, B. Kongtragool (2003), “A review of solar-powered Stirling engines and low temperature differential Stirling engines”, *Renewable and Sustainable Reviews*, (7) pp. 131 – 154.
7. http://outreach.phas.ubc.ca/phys420/p420_08/Hiroko%20Nakahara/how.html
8. <http://www.bekkoame.ne.jp/~khirata/english/howwork.htm>

(Ngày Tòa soạn nhận được bài: 06-6-2012; ngày phản biện đánh giá: 31-7-2012
ngày chấp nhận đăng: 13-9-2012)