

Nghiên cứu phương pháp giải một số loại bài tập nhiệt phần Nguyên lý II nhiệt động lực học nhằm rèn luyện kỹ năng giải bài tập cho sinh viên

Phạm Thị Trang*, Lâm Thị Hằng*

*ThS. Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

Received: 02/11/2023; Accepted: 12/11/2023; Published: 22/11/2023

Abstract: Physics is a difficult subject that requires learners to have logical thinking, in which exercises play an important role in forming and developing students' thinking; Helps students review, deepen and expand their knowledge. However, in the process of doing physics exercises, many students often encounter difficulties in not being able to find methods to solve problems and not being able to apply the theoretical knowledge they have learned to the exercises. Therefore, with the desire to have a simple and easy-to-understand teaching method so that general students can absorb and self-study physics more easily, after each lesson, the lecturer needs to provide a general method about how to solve that part's exercises. This article introduces the method of solving heat exercises in part II principles of thermodynamics of general physics.

Keywords: Physics exercises, II principles of thermodynamics

1. Đặt vấn đề

Vật lý là một môn học khó đòi hỏi người học phải có tư duy logic, trong đó phần bài tập đóng vai trò quan trọng trong việc hình thành và phát triển tư duy của SV; giúp SV ôn tập, đào sâu và mở rộng kiến thức. Tuy nhiên, trong quá trình làm bài tập vật lý, nhiều SV thường gặp khó khăn là không tìm ra được phương pháp giải quyết vấn đề, không vận dụng được kiến thức lý thuyết đã học vào bài tập. Bởi vậy, sau mỗi phần học, giảng viên cần đưa ra một phương pháp chung về cách giải quyết tốt bài tập phần đó. Bài báo này giới thiệu phương pháp giải bài tập nhiệt học phần nguyên lý II nhiệt động lực học (NĐLH) thuộc vật lý đại cương (VLĐC).

2. Nội dung nghiên cứu:

2.1 Những kiến thức lý thuyết cơ bản cần vận dụng

▪ **Nhiệt độ:** Là đại lượng vật lý đặc trưng cho mức độ chuyển động hỗn loạn của các phân tử của vật (đặc trưng cho độ nóng của vật). Trong hệ SI là độ Kenvin, ký hiệu là K và được gọi là nhiệt độ tuyệt đối. Đơn vị nhiệt độ thường dùng nhất là độ Celsius ký hiệu là C; $T(K) = t(^{\circ}C) + 273$. Ngoài ra, một số quốc gia còn dùng đơn vị đo nhiệt độ là Fahrenheit (F).

$$t(^{\circ}C) = \frac{5}{9}[t(^{\circ}F) - 32]$$

▪ **Hiệu suất của động cơ nhiệt:**

$$\eta = \frac{A}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}$$

Trong đó: Q_1 là nhiệt lượng mà tác nhân nhận

được từ nguồn nóng

Q_2 là nhiệt lượng mà tác nhân nhả cho nguồn lạnh

A là công do động cơ sinh ra

Thông thường $\eta = 25\% \div 45\%$.

▪ **Hiệu suất của chu trình Cacbô thuận nghịch**

Chu trình có lợi nhất về mặt năng lượng là chu trình Cacbô. Hiệu suất của tất cả các động cơ thuận nghịch chạy theo chu trình Cacbô với cùng nguồn nóng và nguồn lạnh đều bằng nhau và không phụ thuộc vào tác nhân cũng như cách chế tạo máy. Hiệu suất của động cơ không thuận nghịch thì nhỏ hơn hiệu suất của động cơ thuận nghịch.

Biểu thức tính hiệu suất của động cơ nhiệt hoạt động theo chu trình Cacbô với tác nhân là khí lý tưởng: $\eta = 1 - \frac{T_1}{T_2}$ trong đó T_1 là nhiệt độ nguồn lạnh,

T_2 là nhiệt độ nguồn nóng.

▪ **Hệ số làm lạnh của máy lạnh hai nguồn nhiệt:**

$$\varepsilon = \frac{Q_2}{A} = \frac{Q_2}{Q_1 - Q_2} \text{ Trong đó } Q_1 \text{ là nhiệt mà tác}$$

nhân nhả cho nguồn nóng trong một chu trình, A là công tiêu tốn trong một chu trình làm lạnh, Q_2 là nhiệt mà tác nhân nhận từ nguồn lạnh trong chu trình đó. Nếu máy làm lạnh chạy theo chu trình Cacbô thì

$$\varepsilon = \frac{T_2}{T_1 - T_2}$$

▪ **Độ biến thiên entropi giữa 2 trạng thái (1) và (2) của một quá trình thuận nghịch:**

$$\Delta S = S_2 - S_1 = \int_{(2)}^{(1)} \frac{\delta Q}{T}. \text{ Đối với khí lí tưởng thì độ}$$

biến thiên entropi trong các quá trình cụ thể:

$$\text{Đoạn nhiệt: } \Delta S = 0 \quad \text{Đẳng nhiệt: } \Delta S = \frac{m}{i} R \ln \frac{V_2}{V_1}$$

$$\text{Đẳng tích: } \Delta S_V = \frac{m}{i} \frac{1}{2} R \ln \frac{T_2}{T_1}$$

$$\text{Đẳng áp: } \Delta S_P = \frac{m}{i} \frac{i+2}{2} R \ln \frac{T_2}{T_1}$$

2.2. Phương pháp giải tổng quát

Để giải được bài toán nhiệt VLĐC phần nguyên lý II động lực học chất điểm, ta có thể thực hiện các giai đoạn sau:

Giai đoạn 1: Tóm tắt bài toán. Lưu ý đổi đơn vị đã cho của các đại lượng phù hợp.

Giai đoạn 2: Giải bài toán:

Thường thì các bài toán nhiệt phần này bắt tính các giá trị như hiệu suất (η), nhiệt lượng (Q), công suất (P)... của máy. Chúng ta cần phân biệt được bài toán là động cơ nhiệt hay máy lạnh. Nếu là động cơ nhiệt thì $\eta = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}$, hiệu suất đạt giá trị cực đại khi

máy chạy theo chu trình Cárno $\eta_{\max} = 1 - \frac{T_2}{T_1}$. Nếu là

máy lạnh chạy theo chu trình Cárno ngược thì $\varepsilon = \frac{T_2}{T_1 - T_2}$. Đề toán yêu cầu tính entropi thì chúng ta

xác định trạng thái khí thuộc quá trình nào để áp dụng các công thức đã cho ở trên phù hợp.

Giai đoạn 3: Kết luận

2.3. Các bài tập vận dụng

Bài tập vật lý chọn làm mẫu cho sinh viên phải có tính tổng quát, đi từ đơn giản đến phức tạp, đảm bảo cũng có bổ sung và hoàn thiện tri thức đã học, qua đó cung cấp cho sinh viên những hiểu biết về thực tế, kỹ thuật có liên quan đến kiến thức lý thuyết đã học.

Bài 1: Một máy nhiệt lí tưởng chạy theo chu trình Cárno. Nguồn nóng có nhiệt độ là 150°C và nguồn lạnh ở 20°C . Máy nhận của nguồn nóng nhiệt lượng trong một giây là 68000 Cal . Tính:

- Hiệu suất cực đại của máy?
- Nhiệt lượng nhả cho nguồn lạnh trong 1s?
- Công suất của máy?

Giải:

Giai đoạn 1: Cho biết:

$$\begin{cases} t_1 = 150^\circ\text{C} \rightarrow T_1 = 150 + 273 = 423\text{K} \\ t_2 = 20^\circ\text{C} \rightarrow T_2 = 20 + 273 = 293\text{K} \\ t = 1\text{s} \\ Q_1 = 68000\text{Cal} = 68000 \cdot 4,18\text{J} = 284240(\text{J}) \end{cases}$$

$$\text{Tìm: } \begin{cases} a) \eta = ? \\ b) Q_2 = ? \\ c) P = ? \end{cases}$$

Giai đoạn 2: Giải bài toán:

a. Hiệu suất cực đại của máy:

Ta xác định đây là động cơ nhiệt vì máy nhận nhiệt từ nguồn nóng. Máy chạy theo chu trình Cárno nên hiệu suất đạt giá trị cực đại:

$$\eta_{\max} = 1 - \frac{T_2}{T_1} = 1 - \frac{293}{423} = 0,3073 = 30,73\%$$

b. Nhiệt lượng nhả cho nguồn lạnh trong 1s:

$$\text{Ta có hiệu suất của máy nhiệt: } \eta = 1 - \frac{Q_2}{Q_1} \quad (1).$$

$$\text{Máy chạy theo chu trình Cárno } \eta = 1 - \frac{T_2}{T_1} \quad (2)$$

Trong đó T_1 : nhiệt độ của nguồn nóng

T_2 : nhiệt độ của nguồn lạnh

Q_1 : nhiệt lượng máy nhận được từ nguồn nóng

Q_2 : nhiệt lượng nhả cho nguồn lạnh

Từ (1) và (2) ta có:

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{T_2}{T_1} \rightarrow Q_2 = \frac{T_2 \cdot Q_1}{T_1} = \frac{293 \times 284240}{423} = 196885\text{J}$$

c. Công suất của máy:

$$P = \frac{A'}{t} \text{ trong đó } A' \text{ là công do động cơ sinh ra}$$

trong 1 giây

Ta có:

$$\eta = \frac{A'}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} \rightarrow A' = Q_1 - Q_2 = 284240 - 196885 = 87355\text{J}$$

Thay vào ta có công suất của động cơ là

$$P = \frac{A'}{t} = \frac{87355}{1} = 87355(\text{W})$$

$$\text{Giai đoạn 3: Kết luận } \begin{cases} a) \eta = 30,73\% \\ b) Q_2 = 196885\text{J} \\ c) P = 87355\text{W} \end{cases}$$

Bài 2: Một máy lạnh làm việc theo chu trình Cárno nghịch, tiêu thụ công suất 38000W . Nhiệt độ của nguồn lạnh là -10°C , nhiệt độ của nguồn nóng là 17°C . Xác định:

a) Hệ số làm lạnh của máy?

b) Nhiệt lượng lấy được của nguồn lạnh trong một giây?

c) Nhiệt lượng nhả cho nguồn nóng trong một giây?

Giải: **Giai đoạn 1:** Cho biết:

$$\begin{cases} t_1 = -10^\circ\text{C} \rightarrow T_1 = -10 + 273 = 263\text{K} \\ t_2 = 17^\circ\text{C} \rightarrow T_2 = 17 + 273 = 290\text{K} \\ P = 38000\text{W} \end{cases}$$

$$\text{Tìm: } \begin{cases} a) \varepsilon = ? \\ b) t = 1s \rightarrow Q_2 = ? \\ c) t = 1s \rightarrow Q_1 = ? \end{cases}$$

Giai đoạn 2: Giải bài toán:

a. Hệ số làm lạnh của máy:

Đây là máy lạnh chạy theo chu trình Cárnot ngược nên ta áp dụng công thức tính hệ số làm lạnh của máy:

$$\varepsilon = \frac{T_2}{T_1 - T_2} = \frac{263}{290 - 263} = 9,74$$

b. Nhiệt lượng lấy được của nguồn lạnh trong một giây:

Từ biểu thức tính hệ số làm lạnh: $\varepsilon = \frac{Q_2}{A}$ trong đó

Q_2 là nhiệt lượng lấy được của nguồn lạnh trong một giây, A chính là công hệ nhận trong giây đó:

$$\varepsilon = \frac{Q_2}{A} \rightarrow Q_2 = A \cdot \varepsilon = P \cdot t \cdot \varepsilon = 38000 \cdot 1 \cdot 9,74 = 370120J$$

c. Nhiệt lượng nhả cho nguồn nóng trong một giây:

$Q_1 = Q_2 + A$ trong đó Q_2 là nhiệt lượng lấy được của nguồn lạnh trong một giây, A chính là công hệ nhận trong giây đó. Thay số ta có:

$$Q_1 = 370120 + 38000 = 408120J$$

$$\text{Giai đoạn 3: Kết luận } \begin{cases} a) \varepsilon = 9,74 \\ b) Q_2 = 370120(J) \\ c) Q_1 = 408120(J) \end{cases}$$

Bài 3:

a) Tính độ biến thiên entropi khi giãn đẳng nhiệt 10 g khí oxy từ thể tích 2 lít đến thể tích 5 lít.

b) Có 10 g oxy được hơ nóng từ $t_1 = 50^\circ C$ tới $t_2 = 150^\circ C$. Tính độ biến thiên entropi nếu quá trình hơ nóng là đẳng tích và đẳng áp.

Giai đoạn 1: Cho biết

$$\begin{cases} a) m = 10g; V_1 = 2lit; V_2 = 5lit \\ b) m = 10g; t_1 = 50^\circ C \rightarrow T_1 = 50 + 273 = 323K \\ t_2 = 150^\circ C \rightarrow T_2 = 150 + 273 = 423K \\ i = 5, R = 8,31J / mol.K \end{cases}$$

$$\text{Tìm } \begin{cases} a) \Delta S_T = ? \\ b) \Delta S_V = ? \\ \Delta S_p = ? \end{cases}$$

Giai đoạn 2: Giải bài toán:

a) Độ biến thiên entropi khi giãn đẳng nhiệt:

$$\Delta S_T = \int \frac{\delta Q}{T} = \frac{\delta Q}{T} = \frac{m}{i} R \ln \frac{V_2}{V_1}$$

$$\rightarrow \Delta S_T = \frac{10}{32} \cdot 8,31 \cdot \ln \frac{5}{2} = 2,4 \text{ J/K}$$

b) Độ biến thiên entropi nếu quá trình hơ nóng là

đẳng tích và đẳng áp:

$$\text{Ta có: } \Delta S = \int dS = \int \frac{\delta Q}{T} = \int \frac{m}{i} C \frac{dT}{T} = \frac{m}{i} C \cdot \ln \frac{T_2}{T_1}$$

$$\text{Quá trình đẳng tích: } \rightarrow \Delta S_V = \frac{m}{i} \cdot \frac{i}{2} R \ln \frac{T_2}{T_1}$$

$$\rightarrow \Delta S_V = \frac{10}{32} \cdot \frac{5}{2} \cdot 8,31 \cdot \ln \frac{423}{323} = 1,75 \text{ J/K}$$

$$\text{Quá trình đẳng áp: } \rightarrow \Delta S_p = \frac{m}{i} \cdot \frac{i+2}{2} R \ln \frac{T_2}{T_1}$$

$$\rightarrow \Delta S_p = \frac{10}{32} \cdot \frac{5+2}{2} \cdot 8,31 \cdot \ln \frac{423}{323} = 2,45 \text{ J/K}$$

$$\text{Giai đoạn 3. Kết luận } \begin{cases} a) \Delta S = 2,4 \text{ J/K} \\ b) \Delta S_V = 1,75 \text{ J/K} \\ \Delta S_p = 2,45 \text{ J/K} \end{cases}$$

2.4. Kết quả vận dụng phương pháp đề xuất:

Qua khảo sát ở các lớp thực dạy ở Trường ĐH Tài nguyên và Môi trường Hà Nội (Trong phạm vi bài báo, chỉ đưa ra khảo sát bài tập phần nguyên lý II NĐLH), kết quả như sau:

Lớp	Số sĩ số	Số sv làm được bài tập đã giao	
		Khi chưa sử dụng phương pháp phù hợp	Khi đã sử dụng phương pháp phù hợp
ĐH12C2	60	20	40
ĐH12C5	57	17	40
ĐH12QM1	54	15	39

Kết quả khảo sát cho thấy rõ sự tiến bộ của sinh viên trong việc sử dụng phương pháp dạy phù hợp.

3. Kết luận

Trong quá trình dạy học vật lý, các bài tập vật lý có tầm quan trọng đặc biệt. Chúng được sử dụng theo những mục đích khác nhau. Việc đưa ra phương pháp giải tổng quát của từng loại bài tập giúp sinh viên dễ dàng tiếp thu kiến thức, hứng thú học tập là việc làm cần thiết để nâng cao chất lượng đào tạo

Tài liệu tham khảo

1. Lương Duyên Bình, Ngô Phú An, Lê Băng Sương, Nguyễn Hữu Tăng (2005), *Vật lý đại cương*, NXB Giáo dục, Hà Nội.
2. Lương Duyên Bình (chủ biên) (2005), *Vật lý đại cương, tập 1*, NXB Giáo dục, Hà Nội.
3. Nguyễn Thành Văn, Dương Hiếu Đầu (2008), *Bài tập cơ nhiệt đại cương*, NXB Giáo Dục, Hà Nội.
4. Nguyễn Văn Ánh, Hoàng Văn Việt (2003), *Giáo trình Vật lý Đại cương*, NXB Đại học Quốc gia, TP Hồ Chí Minh.
5. Lương Duyên Bình (chủ biên), Nguyễn Hữu Hồ, Lê Văn Nghĩa, Nguyễn Tụng (1999), *Bài tập Vật lý Đại cương*, NXB Giáo Dục, Hà Nội