

I – MỤC TIÊU

1. Phát biểu và viết được hệ thức của nguyên lý I nhiệt động lực học (NĐLH) ; nêu được tên, đơn vị và quy ước về dấu của các đại lượng trong hệ thức.

2. a) Vận dụng được nguyên lý I NĐLH vào quá trình đẳng tích để viết và nêu ý nghĩa vật lý của hệ thức của nguyên lý này cho từng quá trình.

b) Vận dụng được nguyên lý I NĐLH để giải các bài tập ra trong bài học và các bài tập tương tự.

c) Nêu được ví dụ về quá trình không thuận nghịch.

d) Phát biểu được nguyên lý II NĐLH.

II – CHUẨN BỊ

GV nhắc HS ôn lại bài "Sự bảo toàn năng lượng trong các hiện tượng cơ và nhiệt" (bài 27, Vật lý 8).

III – THÔNG TIN BỔ SUNG

Thực ra, nguyên lý I được tìm ra độc lập với định luật bảo toàn năng lượng. Tuy nhiên, về bản chất thì nguyên lý I NĐLH là sự vận dụng định luật bảo toàn năng lượng vào NĐLH. Do đó một số SGK gọi nguyên lý này là "Định luật bảo toàn năng lượng trong NĐLH".

Trong NĐLH ta chỉ quan tâm đến các quá trình biến đổi trạng thái do thực hiện công và truyền nhiệt, nghĩa là chỉ liên quan đến cơ năng và nội năng. Do đó, độ biến thiên năng lượng toàn phần của hệ bao gồm cơ năng và nội năng khi hệ chuyển từ trạng thái 1 sang trạng thái 2 là :

$$(E_2 + U_2) - (E_1 + U_1) = A + Q$$

Thường thì trong các quá trình NĐLH, cơ năng của hệ đối với hệ quy chiếu ngoài thay đổi không đáng kể và có thể bỏ qua. Do đó, ta có :

$$U_2 - U_1 = A + Q$$

Vì nội năng là hàm đơn giá của trạng thái, nên dù hệ chuyển từ trạng thái 1 sang trạng thái 2 bằng bất kì quá trình nào thì độ biến thiên nội năng của hệ $\Delta U = U_2 - U_1$ vẫn chỉ có một giá trị xác định :

$$\Delta U = A + Q$$

Đó chính là hệ thức của nguyên lí I NĐLH.

Có hai cách phát biểu và viết hệ thức của nguyên lí I NĐLH thường được dùng trong các SGK Vật lí THPT. Mỗi cách đều có những ưu điểm và nhược điểm riêng.

– Cách thứ nhất : Nhiệt lượng truyền cho hệ làm biến đổi nội năng của hệ và biến thành công mà hệ thực hiện lên các vật khác :

$$Q = \Delta U + A$$

Với cách phát biểu này thì quy ước về dấu đối với Q và A sẽ ngược nhau ($Q > 0$ khi hệ nhận nhiệt lượng, còn $A < 0$ khi hệ nhận công), nhưng quy ước về dấu của A này lại phù hợp với dấu của A trong công thức tính công chất khí thực hiện được : $A = p\Delta V$ (khi chất khí giãn nở thực hiện công thì $V_2 > V_1$ và $\Delta V > 0 \Rightarrow A > 0$; khi chất khí nhận được công bên ngoài làm nén khí thì $V_2 < V_1$ và $A < 0$).

– Cách thứ hai : Độ biến thiên nội năng của hệ bằng tổng công và nhiệt mà hệ nhận được :

$$\Delta U = Q + A$$

Cách phát biểu này gắn với định luật bảo toàn năng lượng hơn, có sự thống nhất giữa quy ước về dấu đối với Q và A , nhưng lại trái với dấu của A trong công thức tính công chất khí thực hiện lên vật khác.

Vì cách phát biểu sau gắn gũi với định luật bảo toàn năng lượng và dễ nhớ quy ước về dấu hơn, lại phù hợp với cách phát biểu của nhiều giáo trình vật lí ở đại học nên nhiều SGK Vật lí THPT trên thế giới đã chọn cách này.

Cũng có thể gặp nhiều dạng phát biểu khác của nguyên lí I NĐLH. Sau đây là một vài ví dụ thường gặp.

– "Nội năng của hệ là một hàm trạng thái". Cách phát biểu này cũng chính là sự vận dụng định luật bảo toàn năng lượng vào NĐLH. Thực vậy, nếu mỗi trạng thái của hệ có thể có nhiều giá trị khác nhau của nội năng thì có thể khai thác phần nội năng khác nhau này mà hệ vẫn không thay đổi, nghĩa là có thể thu năng lượng từ hư vô. Điều này vi phạm định luật bảo toàn và chuyển hoá năng lượng. Nếu công nhận định luật bảo toàn thì cũng phải công nhận nội năng là hàm trạng thái.

– "Không thể thực hiện được động cơ vĩnh cửu loại 1". Động cơ vĩnh cửu loại 1 là động cơ có thể sinh công mà không cần tiêu thụ năng lượng hoặc tiêu thụ năng lượng ít hơn công sinh ra. Trong động cơ, hệ thực hiện các chu trình, nên $\Delta U = 0$. Hệ thức :

$\Delta U = Q + A$ cho thấy nếu $\Delta U = 0$ thì $Q = -A$, nghĩa là công thực hiện được phải bằng năng lượng tiêu thụ và không thể có động cơ vĩnh cửu loại 1. Hai cách phát biểu nguyên lí I là hoàn toàn phù hợp nhau.

– Nguyên lí I NĐLH còn giúp ta thấy rõ mối quan hệ giữa công và năng lượng. Nếu công nhận nguyên lí này, nghĩa là công nhận "công" chỉ là số đo độ biến thiên của "năng lượng" thì về mặt logic không thể dùng khái niệm công để định nghĩa khái niệm năng lượng như đôi khi người ta vẫn làm.

– Có rất nhiều cách phát biểu nguyên lí II NĐLH. Trong SGK chỉ đưa ra hai cách phát biểu đơn giản nguyên lí này. Cách phát biểu thứ hai trong SGK dẫn đến

công thức $H = \frac{|A|}{Q} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} < 1$. Theo nguyên lí Các-nô (Carnot) thì :

$\frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} \leq \frac{T_1 - T_2}{T_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1}$. Vì $H < 1$ nên $1 - \frac{T_2}{T_1} < 1$, nghĩa là không có trường

hợp $T_2 \leq 0$: không thể thực hiện được nhiệt độ bằng hoặc thấp hơn 0 K. Đây là một trong nhiều cách phát biểu nguyên lí II NĐLH.

IV – GỢI Ý VỀ PHƯƠNG PHÁP VÀ TỔ CHỨC HOẠT ĐỘNG DẠY HỌC

– Về nguyên lí I NĐLH. Có thể thông báo ngay cho HS nội dung, hệ thức, tên, đơn vị và quy ước về dấu của các đại lượng có mặt trong hệ thức. Thực ra khi đã có quy ước về dấu thì các đại lượng trong hệ thức đã trở thành các *đại lượng đại số*, không còn là các đại lượng số học nữa. Tuy nhiên để đơn giản và thuận tiện cho HS, vẫn có thể đưa quy ước về dấu vào hệ thức của nguyên lí để làm rõ ý nghĩa vật lí của quá trình. Khi đó $\Delta U, Q, A$ là những giá trị số học. Ví dụ :

$\Delta U = Q - A$, ứng với quá trình hệ nhận được nhiệt lượng, một phần của nhiệt lượng chuyển thành công hệ thực hiện được, do đó nội năng của hệ tăng.

Điều này sẽ phải dùng đến khi khảo sát hiệu suất của động cơ nhiệt.

Nên ra thêm một số bài tập loại này và một số bài tập ngược lại (mô tả quá trình, yêu cầu xác định được dấu của $\Delta U, A$ và Q) để rèn luyện kĩ năng cho HS.

– Bài này được dạy trong 2 tiết. Có thể phân phối thời gian như sau :

Tiết 1 : Nguyên lí I NĐLH. Hoạt động chủ yếu của tiết này là luyện tập cho HS cách xác định dấu của ΔU , Q và A . Việc rèn luyện một cách tổng hợp kĩ năng vận dụng nguyên lí được thực hiện thông qua "Bài tập ví dụ" viết trong bài.

Tiết 2 : Nguyên lí II NĐLH. Trọng tâm của tiết này là làm cho HS hiểu các quá trình thuận nghịch và việc vận dụng nguyên lí II vào động cơ nhiệt. Thời gian còn lại để chữa bài tập và làm thêm bài tập.

V – TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP

C1 $Q > 0$; $A < 0$; $\Delta U > 0$.

C2 a) Truyền nhiệt ; $Q > 0$: thu nhiệt ; $Q < 0$: toả nhiệt.

b) Thực hiện công ; $A > 0$: nhận công ; $A < 0$: sinh công.

c) Truyền nhiệt và thực hiện công ; $Q > 0$: thu nhiệt ; $A < 0$: sinh công.

d) Truyền nhiệt và thực hiện công ; $Q > 0$: thu nhiệt ; $A > 0$: nhận công.

C3 Không. Vì nhiệt không tự truyền từ trong phòng ra ngoài trời mà phải nhờ một động cơ điện.

C4 Động cơ nhiệt không thể chuyển hoá tất cả nhiệt lượng nhận được thành công cơ học. Một phần nhiệt lượng động cơ nhiệt nhận được chuyển hoá thành công cơ học, phần còn lại được truyền cho nguồn lạnh. Do đó năng lượng vẫn được bảo toàn.

1, 2 : Xem trong phần tóm tắt của bài.

3. D.

4. C.

5. A.

6. $\Delta U = 80 \text{ J}$.

7. $\Delta U = 30 \text{ J}$.

8. $A = Fs = p\Delta V = 8 \cdot 10^6 \cdot 0,50 = 4 \cdot 10^6 \text{ J}$.

$$\Delta U = Q - A = 2 \cdot 10^6 \text{ J}.$$